

**Misák Sándor**

**PROGRAMOZHATÓ  
LOGIKAI VEZÉRLŐK**

**5. előadás**  
**DE TTK**

v.0.1 (2011.10.19.)

# 5. előadás

---

## **A PROGRAMOZHATÓ VEZÉRLŐK HARDVERFELÉPÍTÉSE III.**

# 5. előadás

---

1. Az analóg jelfeldolgozás **eszközei és definíciója**;
2. Analóg-digitális átalakítók (**ADC-k**):
  - Az **A/D** átalakítás lépései, blokkvázlata;
  - Az **ADC-k** jellemzői;
  - Az **ADC-k** hibái;
  - Az **A/D** átalakítók típusai.
3. Analóg multiplexerek;
4. A **PLC-k analóg** bemeneti egységei;
5. Digitális-analóg átalakítók (**DAC-k**);
6. A **PLC-k analóg** kimeneti egységei;
7. A **PLC-k speciális** bemeneti egységei;
8. A **PLC-k speciális** kimeneti egységei.

**AZ ANALÓG  
JELFELDOLGOZÁS ESZKÖZEI  
ÉS DEFINÍCIÓJA**

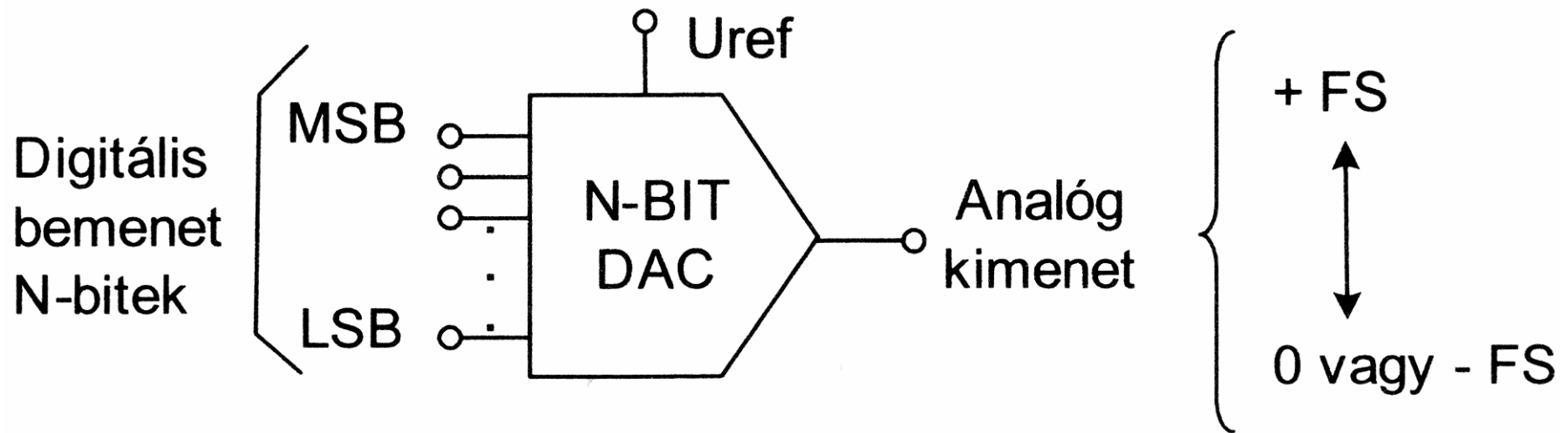
## AZ ANALÓG JELFELDOLGOZÁS ESZKÖZEI ÉS DEFINÍCIÓJA

---

**Az analóg jelek feldolgozásán a jel digitalizálását, beolvasását, a kívánt algoritmus végrehajtását és analóg jellé történő visszaalakítását értjük.**

**Az analóg jelek digitálissá konvertálására az analóg-digitális átalakítók (ADC-k), míg a digitális jelek analóggá alakításához a digitális-analóg átalakítók (DAC-k) szolgálnak.**

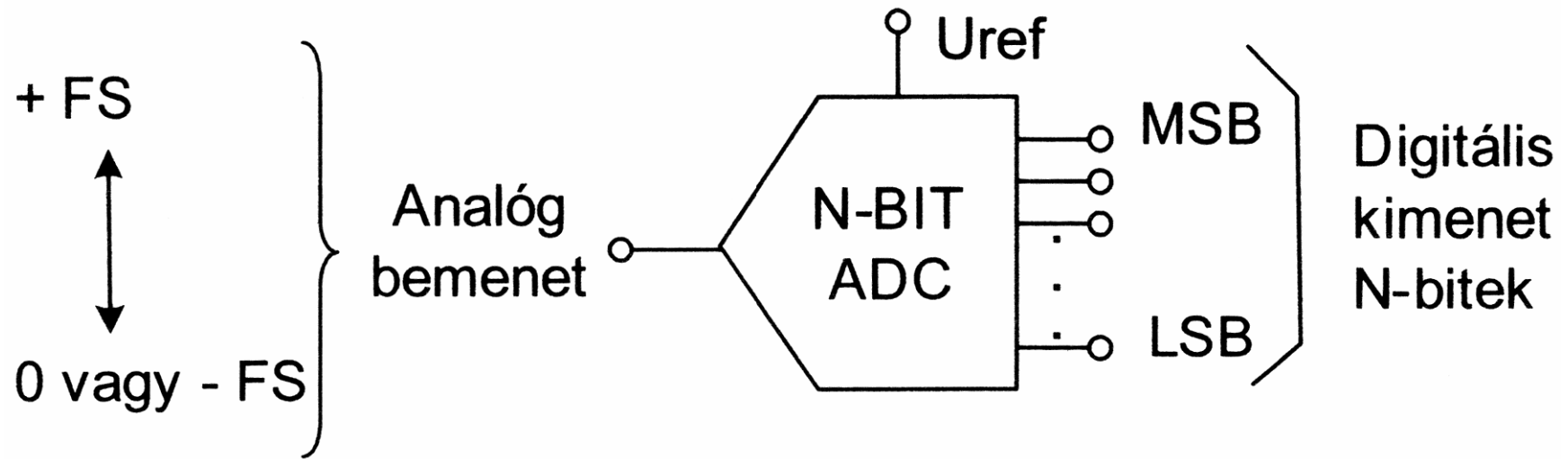
# AZ ANALÓG JELFELDOLGOZÁS ESZKÖZEI ÉS DEFINÍCIÓJA



**FS** – skála végértéke (Full scale)

**A DAC bemeneti/kimeneti definiálása**

# AZ ANALÓG JELFELDOLGOZÁS ESZKÖZEI ÉS DEFINÍCIÓJA



**FS** – skála végértéke (Full scale)

**A ADC bemeneti/kimeneti definiálása**

# **ANALÓG-DIGITÁLIS ÁTALAKÍTÓK (ADC-k)**



## ANALÓG-DIGITÁLIS ÁTALAKÍTÓK (ADC-k)

---

A különböző fizikai paramétereket mérő **érzékelők**, illetve **távadók** szabványos jeltartományú (pl. **4-20 mA**, **0..10 V DC**, stb.) analóg jelet állítanak elő és juttatnak a **PLC** analóg bemeneti moduljára.

Ezt az **analóg jelet** rendszerint **digitalizálni** szükséges, mert a **PLC** központi egysége kizárólag kétállapotú, digitális információt képes feldolgozni.

Erre a célra az **analóg-digitális átalakítók** (**A/D** átalakítók, **ADC-k**) használatosak.

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

Az **ADC** az amplitúdóban és időben folytonos analóg jelből időben és amplitúdóban is **diszkrét** sorozatát állítja elő.

Az időtartománybeli diszkretizálást **mintavételezésnek**, az amplitúdó-tartománybelit **kvantálásnak** nevezzük.

Az **ADC-k** előtt **aluláteresztő szűrőt** alkalmaznak, amelynek feladata a bejövő jel **sáv szélességének** korlátozása.

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

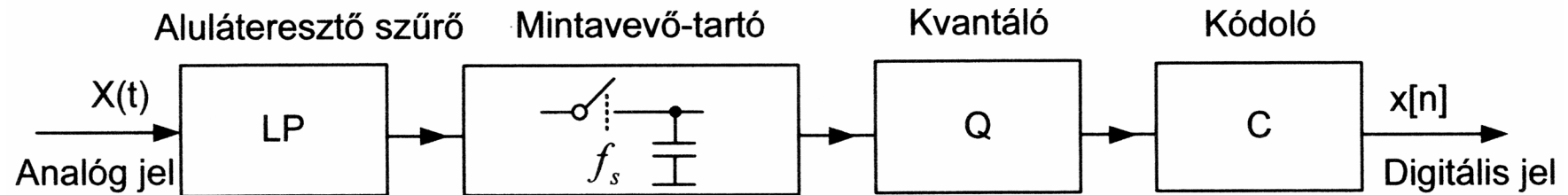
---

A sávkorlátozott jel először egy **mintavevő-tartó áramkörre** kerül.

A mintavételezés során adott időközönként **méréseket** végzünk az analóg jelen, és azokat **mintánként** értelmezzük.

A következő lépésben a mintákhoz diszkrét értékeket rendelünk, azaz **kvantáljuk**, majd a kívánt számrendszerbe **kódoljuk**, leggyakrabban **bináris**, illetve **NBCD** (**Natural Binary-Coded Decimal** kód formába).

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**Az A/D átalakítás blokkvázlata**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

**A mintavételezés során az analóg jelből időben diszkrét jelsorozatot kapunk.**

**Mintavételezésénél ideális és valóságos mintavételezésről beszélhetünk.**

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

Matematikailag a mintavételezést leírhatjuk **Dirac deltafunkcióval** való szorzással:

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(T) \delta(t - nT),$$

ahol:

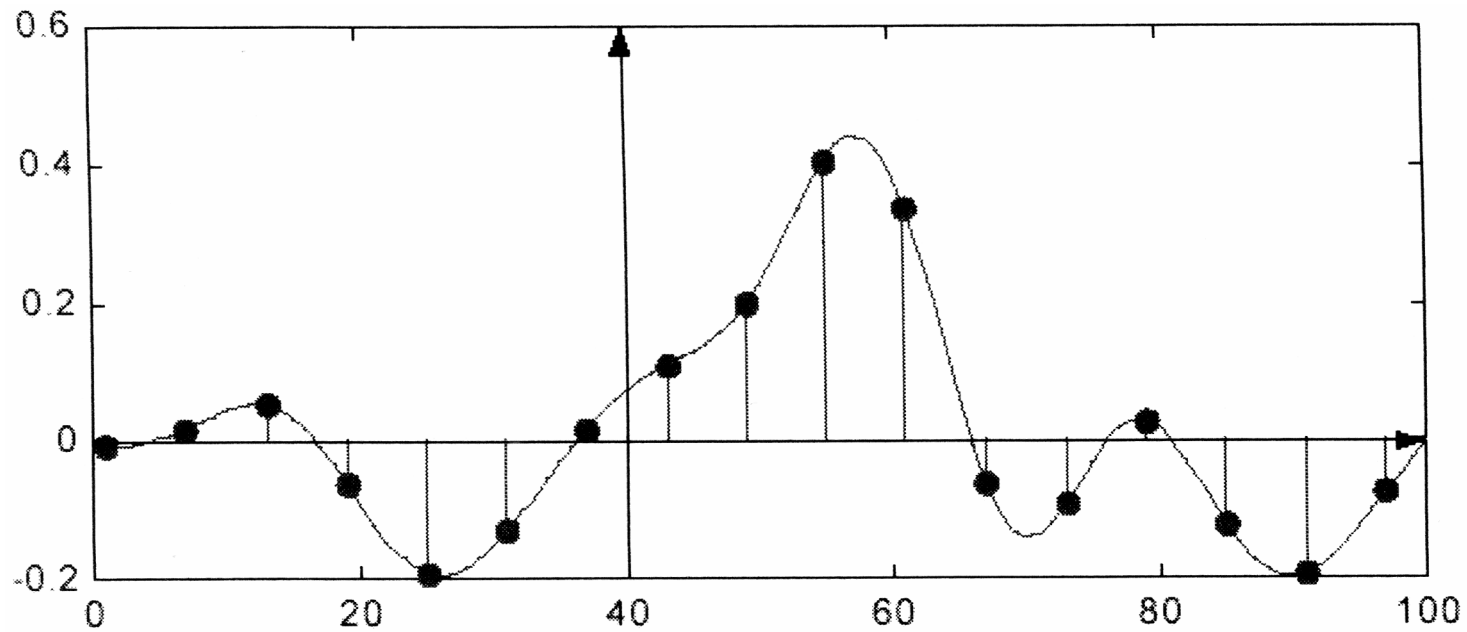
**f(t)** – az analóg jel időfüggvénye;

**n** – a mintavételezés száma;

**T** – a mintavételezés periódus ideje;

**$\delta$**  – a **Dirac deltafunkciója**.

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**Folytonos jel és mintái**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

A precíz **A/D** átalakítás feltétele, hogy az **ADC** bemenetén a **jel értéke** a konverzió ideje alatt **ne változzon**.

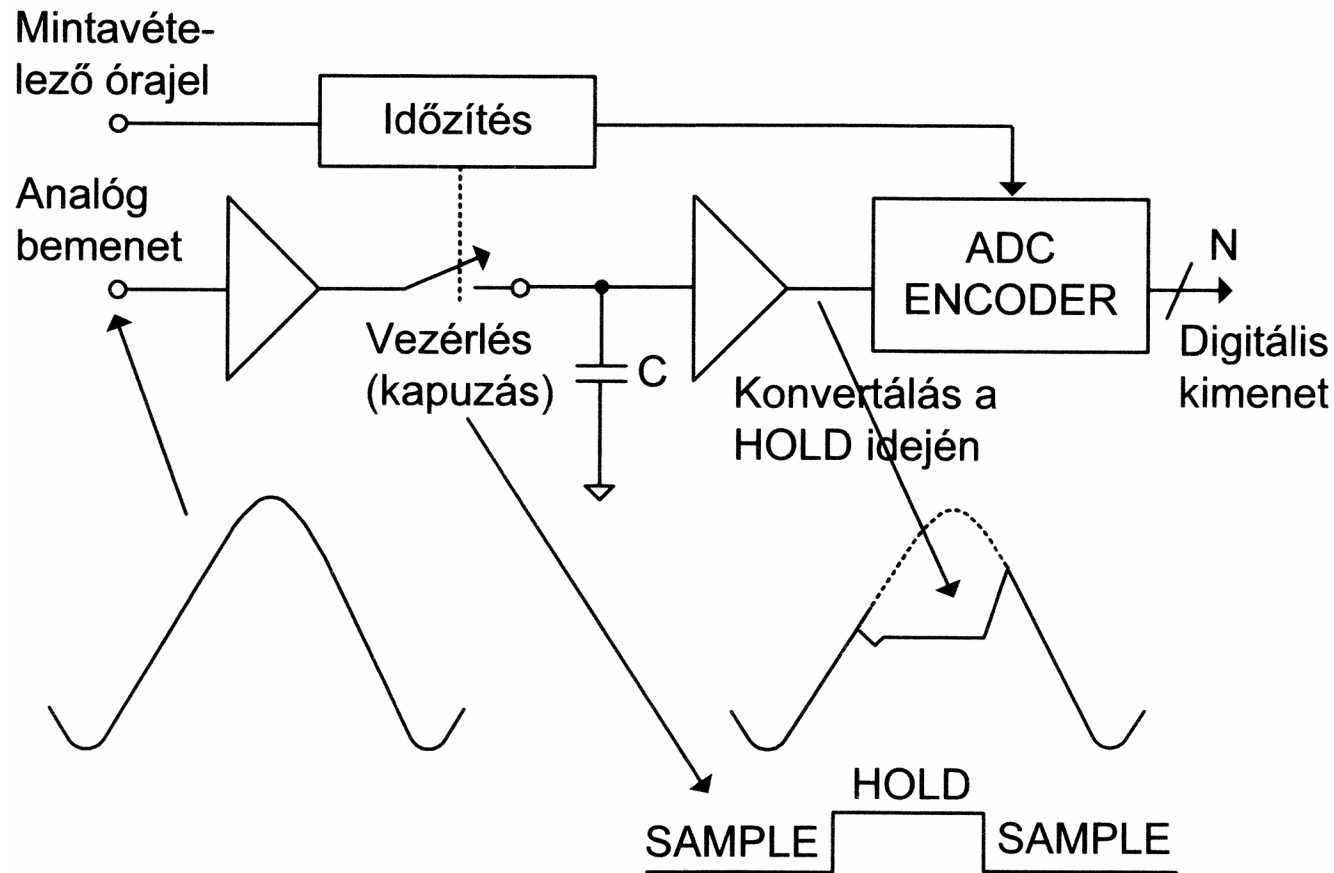
Ezt az ún. **mintavevő-tartó (Sample and Hold, S&H)** áramkörrel oldják meg.

Ily módon a mért érték függetleníthető a jel változási sebességétől (**dv/dt**).

A **mintavevő-tartó** áramkör korábban külön áramkör volt, ma viszont rendszerint az **ADC** részét képezi.



# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**A mintavevő-tartó (S&H) áramkör**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

Az ábrán az analóg jelet az **időzítő áramkör** kapcsolja az erősítő bemenetére.

Az analóg kapcsoló (pl. egy **MOSFET-tranzisztor**) megszakításakor a kondenzátor (**C**) megtartja a mintavételezett feszültséget a konvertálás idejére.

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

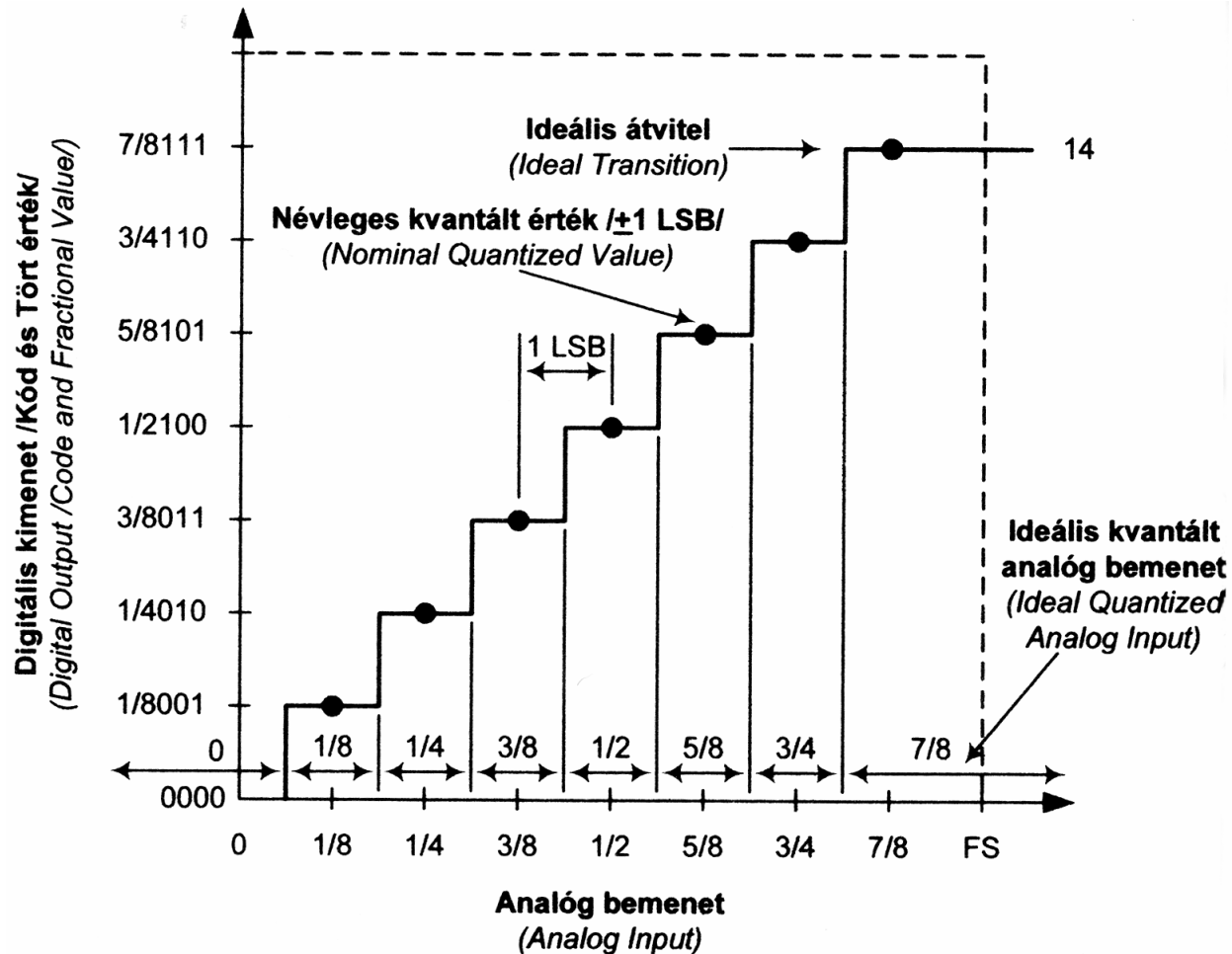
Az **A/D** átalakítás másik művelete az amplitúdó diszkrét értékekre kerekítése, a **kvantálás**.

Amennyiben a dinamik tartományt egyenletes lépésközökkel osztjuk fel, **lineáris kvantálásról** beszélünk.

Gyakori a **nemlineáris kvantálás**.

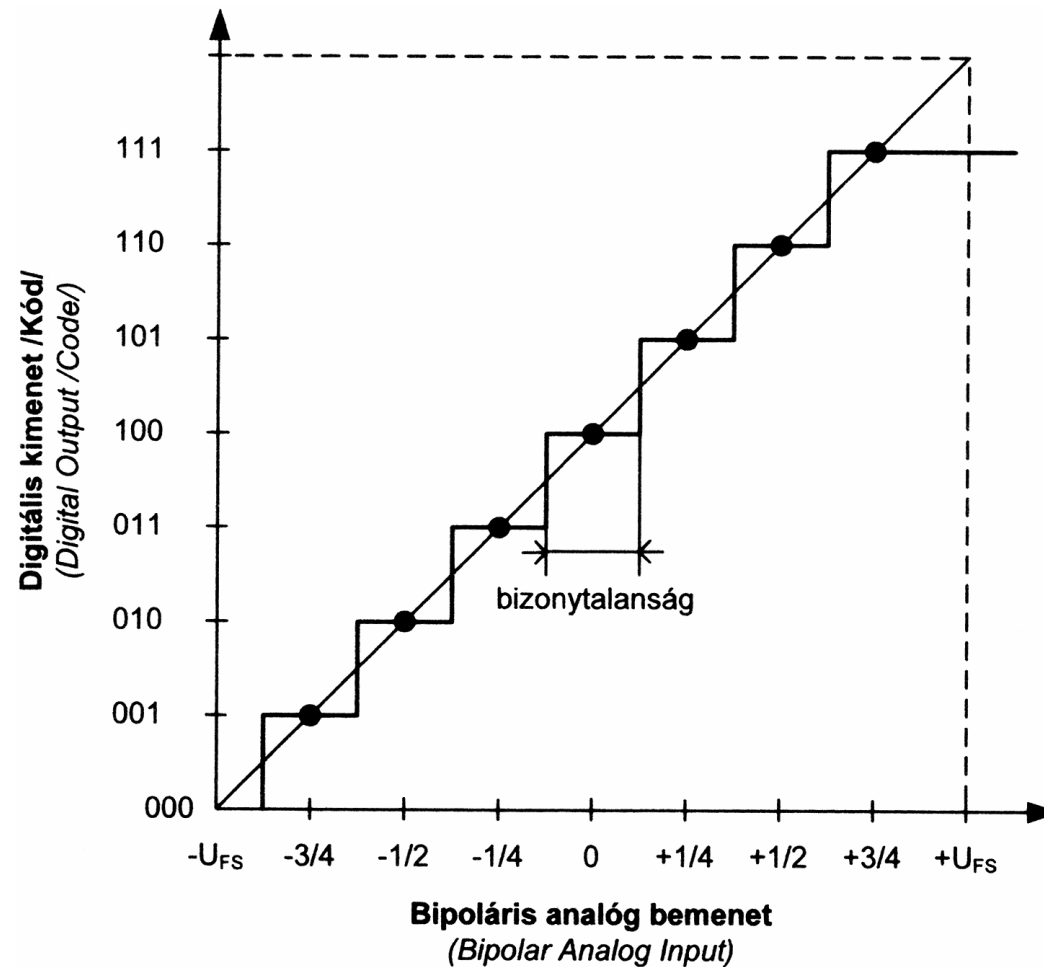
Kvantálás után a kvantálási szintek jelölésével **kódoljuk** a mintákat.

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**Unipoláris jel kvantálása**

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**Bipoláris jel kvantálása**

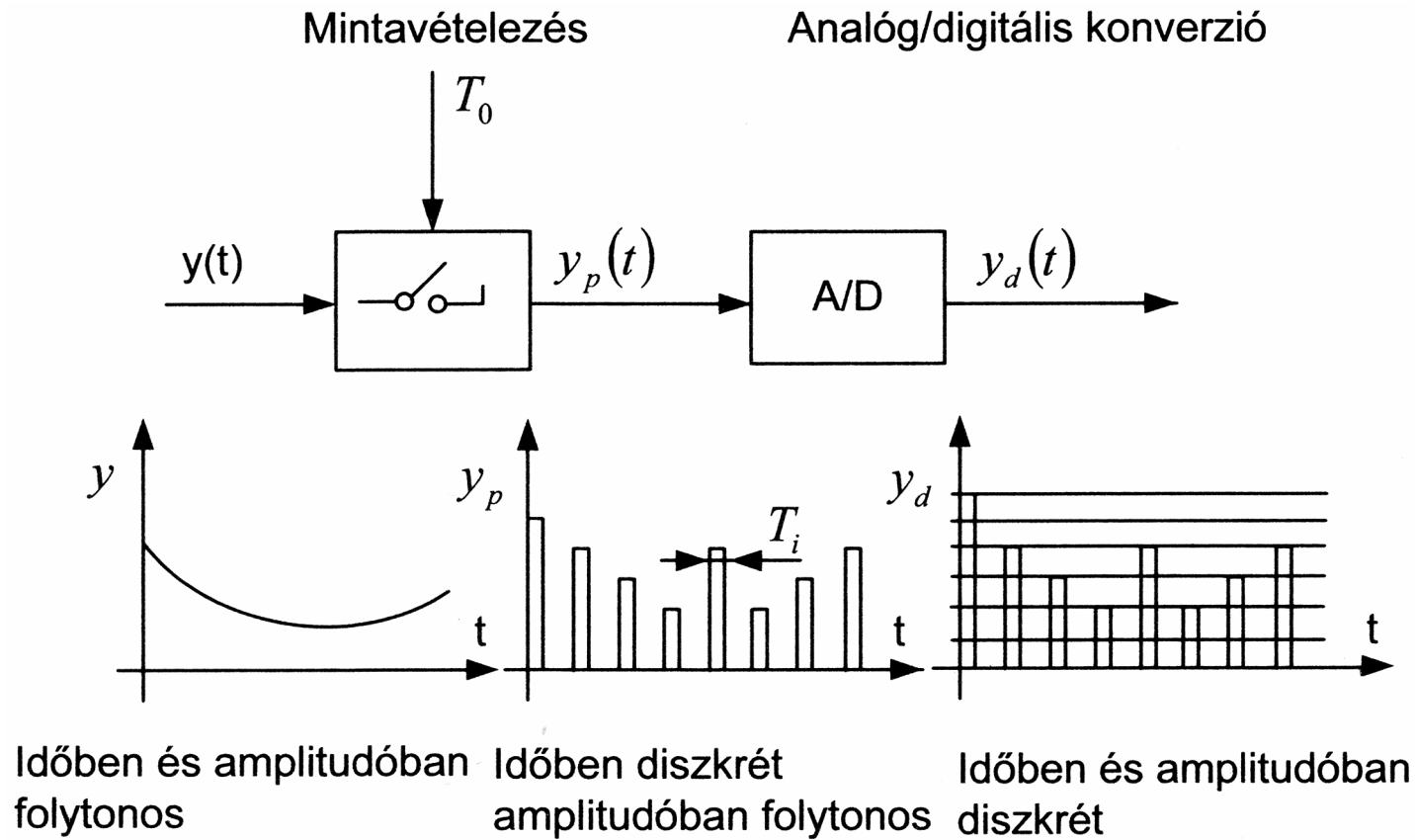
## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

**Az ábrán lineáris átviteli karakterisztikájú átalakítót tételeztünk fel.**

**Az ADC-k ettől rendszerint eltérnek az ADC hibái miatt.**

# AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA



**Diszkretizálás időben és amplitúdóban**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

**A mintavételezés információvesztést jelent, mivel  $y(t)$  és  $y_d(t)$  jelek közötti kapcsolat nem kölcsönösen egyértelmű.**

**Az információvesztés mértéke a mintavételezési frekvencia növelésével csökkenthető.**

**A mintavételezési frekvencia meghatározása a folytonos jel visszaállítása szempontjából fontos.**



## AZ A/D ÁTALAKÍTÁS LÉPÉSEI, BLOKKVÁZLATA

---

**A Shannon-féle mintavételezési tétel** szerint, amennyiben a jel nem tartalmaz a **B** sáv szélességnél magasabb frekvenciájú összetevőket, akkor a jel visszaállítható legalább **2B** frekvenciával történő mintavételezés révén.

A visszaállítás eszköze a **B** sávra alkalmazott **aluláteresztő szűrő**.

**Valóságos mintavételezés** esetén a **Dirac** mintavétel helyett a mintákkal **arányos** amplitúdójú impulzusokat állítunk elő.

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

## **ANALÓG JELTARTOMÁNY (Analog Signal Range)**

Az **ADC**-k analóg jeltartományán a bemenetre juttatható unipoláris vagy bipoláris jeltartományt értjük.

A jeltartomány végértékének (vagy méréshatárnak) az angol jelölése: **FS (Full Scale)**.

A szokásos jeltartományok:

- **-10 V ... +10 V;**
- **0 V ... +10 V;**
- **-5 V ... +5 V;**
- **0 V ... +5 V;**
- **-1 V ... +1 V.**

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

Természetesen az analóg jelátvitelnél szokásos **4-20 mA**-es áramjelek is használatosak.

A digitalizált jel az **ADC** kimenetéről párhuzamosan és sorosan is levehető.

A párhuzamos kimenet mikroprocesszorhoz történő illesztése **egyszerűbb**, a soros kimenet viszont **kisebb lábszámú tokozást igényel** és **olcsóbban megvalósítható a galvanikus elválasztás**, valamint a digitális jel **nagyobb távolságra történő átvitele előnyösebb**.

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

## FELBONTÓKÉPESSÉG (Resolution)

A **felbontóképesség** az a legkisebb analóg jelváltozás, ami az **A/D** átalakítóval még megkülönböztethető.

Elvileg a felbontóképesség megegyezik a **q** kvantumnagysággal:

$$q = \frac{FSR}{2^n}$$

ahol **FSR (Full Scale Range)** az analóg jeltartomány nagyságát jelenti.

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

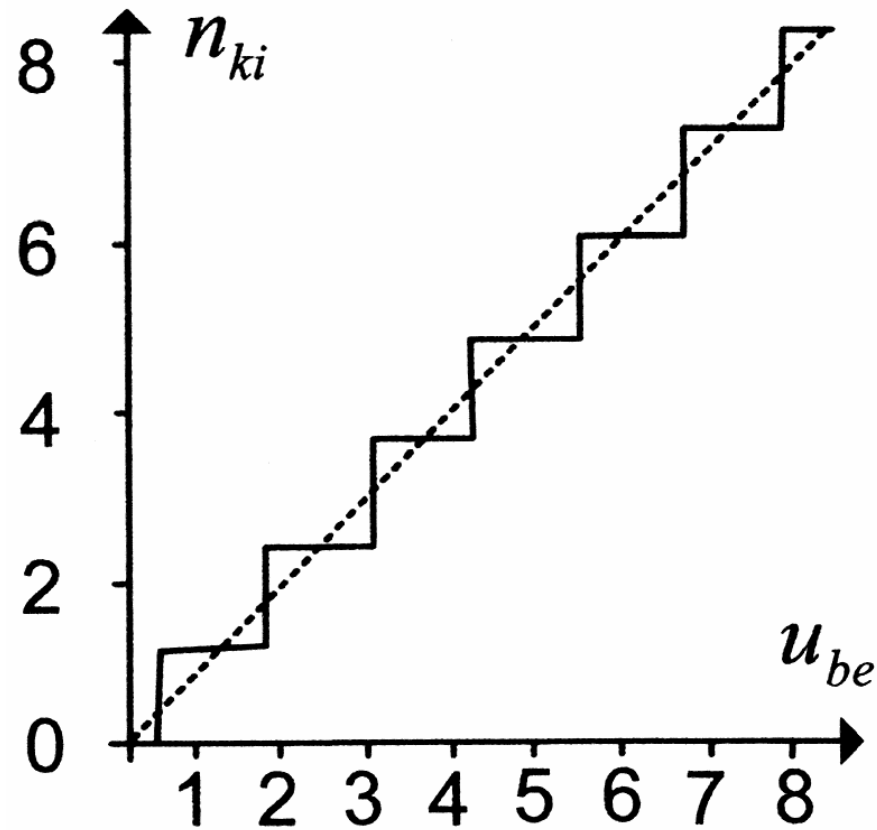
## ÁTVITELI KARAKTERISZTIKA (Transfer Characteristics)

Az **ADC** áramkörök egy része lineáris átviteli karakterisztikával rendelkezik, azaz a bemeneti és kimeneti jelek között az **összefüggés lineáris**.

A lineáris karakterisztika azt jelenti, hogy a bemenőjel lineáris növekedésével a kimeneti információ is lineárisan nő.

Az irányítástechnikában szinte kizárólag lineáris átviteli karakterisztikájú **ADC**-ket használnak, de pl. hangfeldolgozásnál a nemlineáris megoldás is előnyös lehet.

# AZ ADC-K JELLEMZŐI



**Lineáris átviteli karakterisztika**

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

## **ADATKÓDOLÁS (Data Encoding)**

**Az ADC-k adatkódolása különböző lehet, pl.: bináris, komplementer bináris, NBCD, Gray, stb.**

**Az ADC-k kimenetén az adat többnyire párhuzamos formában jelenik meg, de egyre inkább terjednek a soros kimenetű ADC-k is.**

# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

## KONVERTÁLÁSI IDŐ (Conversion Time)

Az **ADC** konvertálási idején a mintavételezés kezdetének pillanatától a kimeneten a helyes adat megjelenéséig eltelt időt értjük.

A konvertálási idő alapján az **ADC**-ket három csoportba szokás sorolni a mintavételezési frekvencia alapján:

- **alacsony**: 10-20 konverzió/s;
- **közepes**: 100-1000 konverzió/s;
- **magas**:  $10^3$ - $10^6$  konverzió/s.



# AZ ADC-K JELLEMZŐI

---

Az **ADC** konvertálási ideje nagymértékben függ az **ADC** belső felépítésétől.

A rutinszerűnek nevezhető vegyipari automatizálásoknál **20-50** konverzió/s-es **ADC**-ket használnak.

Az alkalmazandó **ADC** mintavételezési idejét az irányítandó folyamat jellemzőinek változási sebessége határozza meg.

Pl. a hőmérsékletméréshez alacsony mintavételezésű (hosszú konverziós idejű) **ADC** is megfelel.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## **NULLHIBA (Offset Error) és VÉGÉRTÉK-HIBA (FS Error)**

A valódi karakterisztika kezdő- és végpontjainak eltérését az ideális karakterisztika megfelelő pontjaitól **nullhibának**, illetve **végérték-hibának** nevezik.

A **nullhiba** a **0** értékhez tartozó valódi átváltási szint és az ideális szint (**1/2 LSB**) távolsága.

A **végérték-hiba** a legnagyobb átváltási szint eltérése az ideális értékektől.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

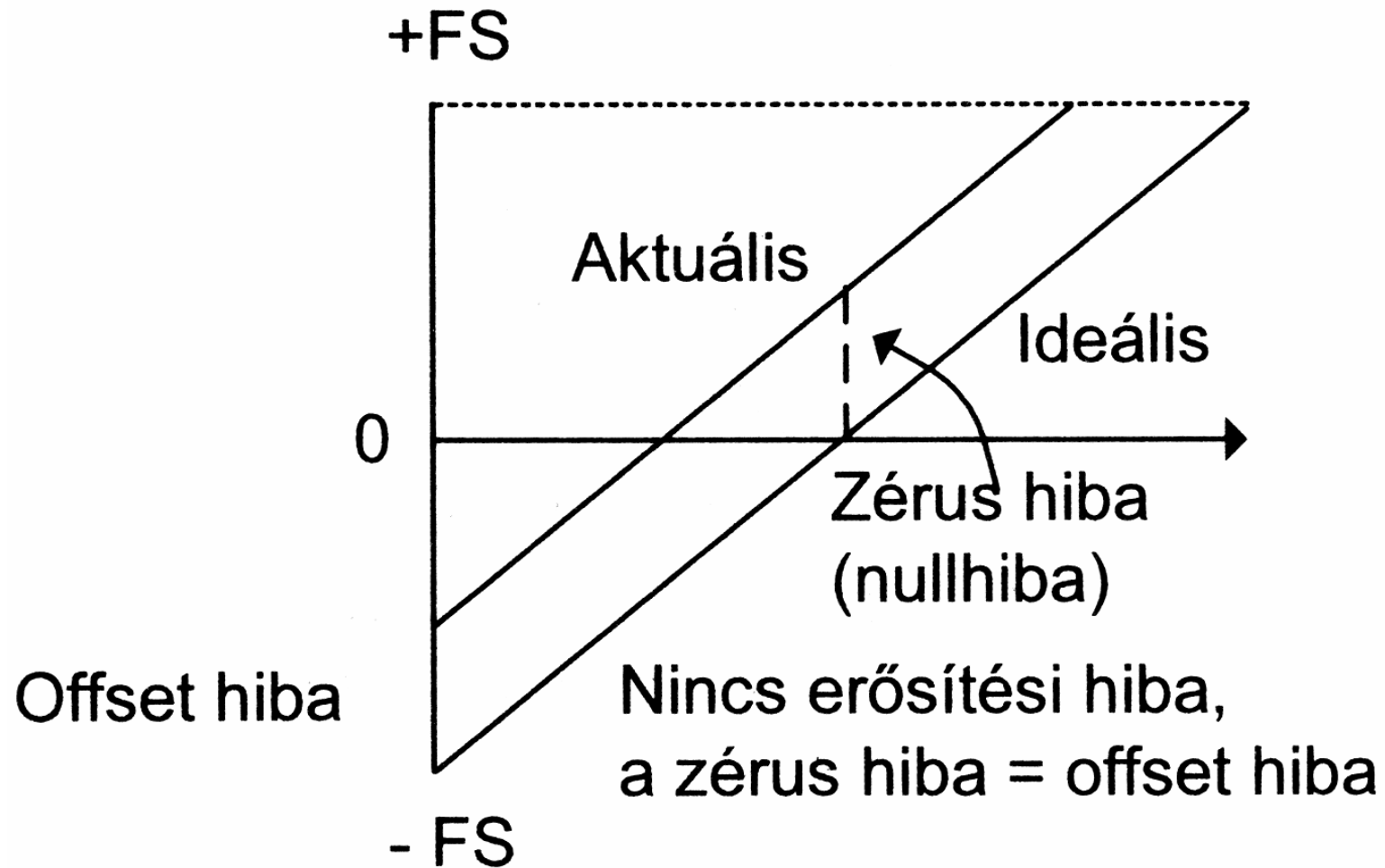
**NULLHIBA (Offset Error) és VÉGÉRTÉK-HIBA (FS Error)**

Értéküket **LSB**-ben kifejezve adják meg.

A **végérték-hiba** helyett gyakran a valódi karakterisztika meredekségének az ideálistól való eltérését adják meg, amit **erősítéshibának (Gain Error)** szoktak nevezni.

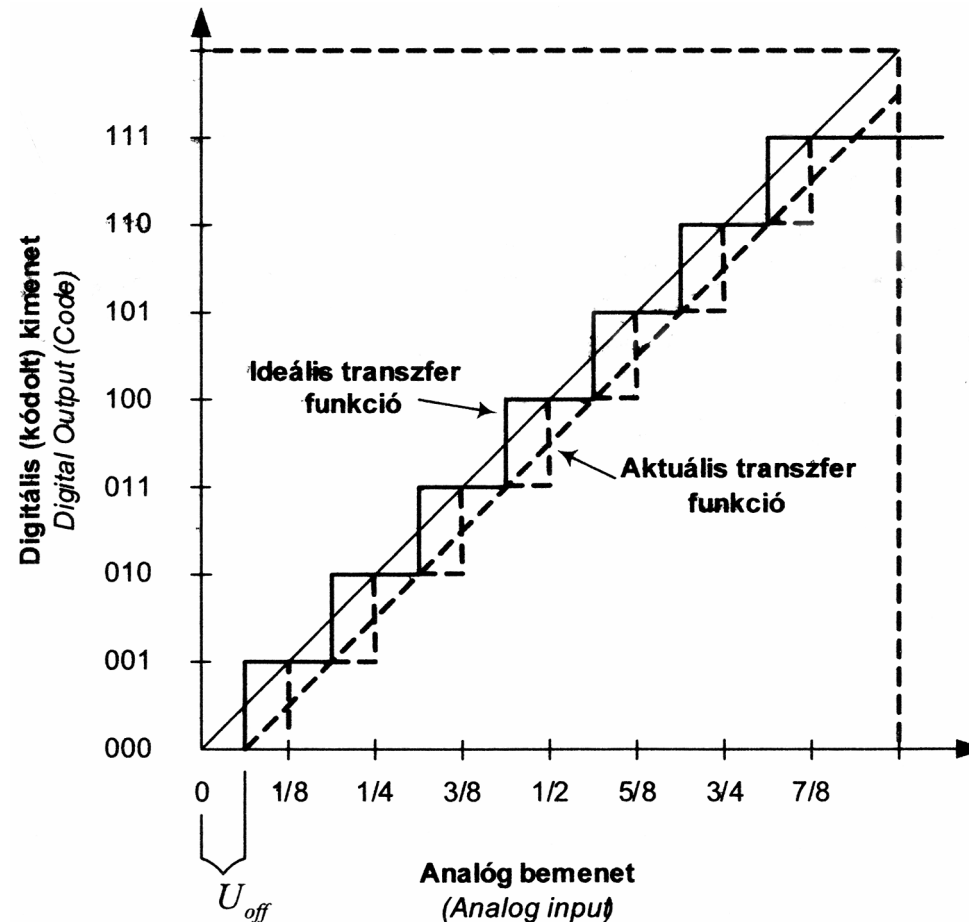
A **nullhiba** tehát egy **konstans eltolódás** révén okoz hibát az **ADC** kimenetén.

# AZ ADC-K HIBÁI



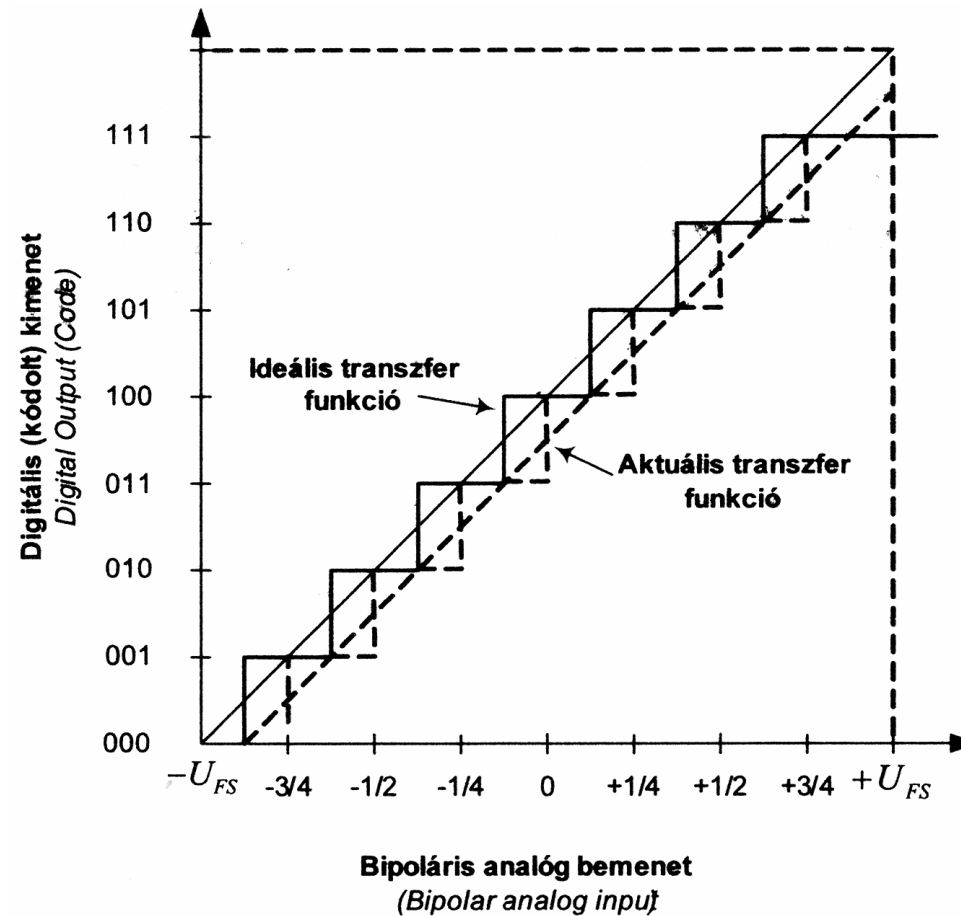
**A nullhiba értelmezése**

# AZ ADC-K HIBÁI



**ADC nullhiba unipoláris bemenőjel esetén**

# AZ ADC-K HIBÁI



**ADC nullhiba bipoláris bemenőjel esetén**

# AZ ADC-K HIBÁI

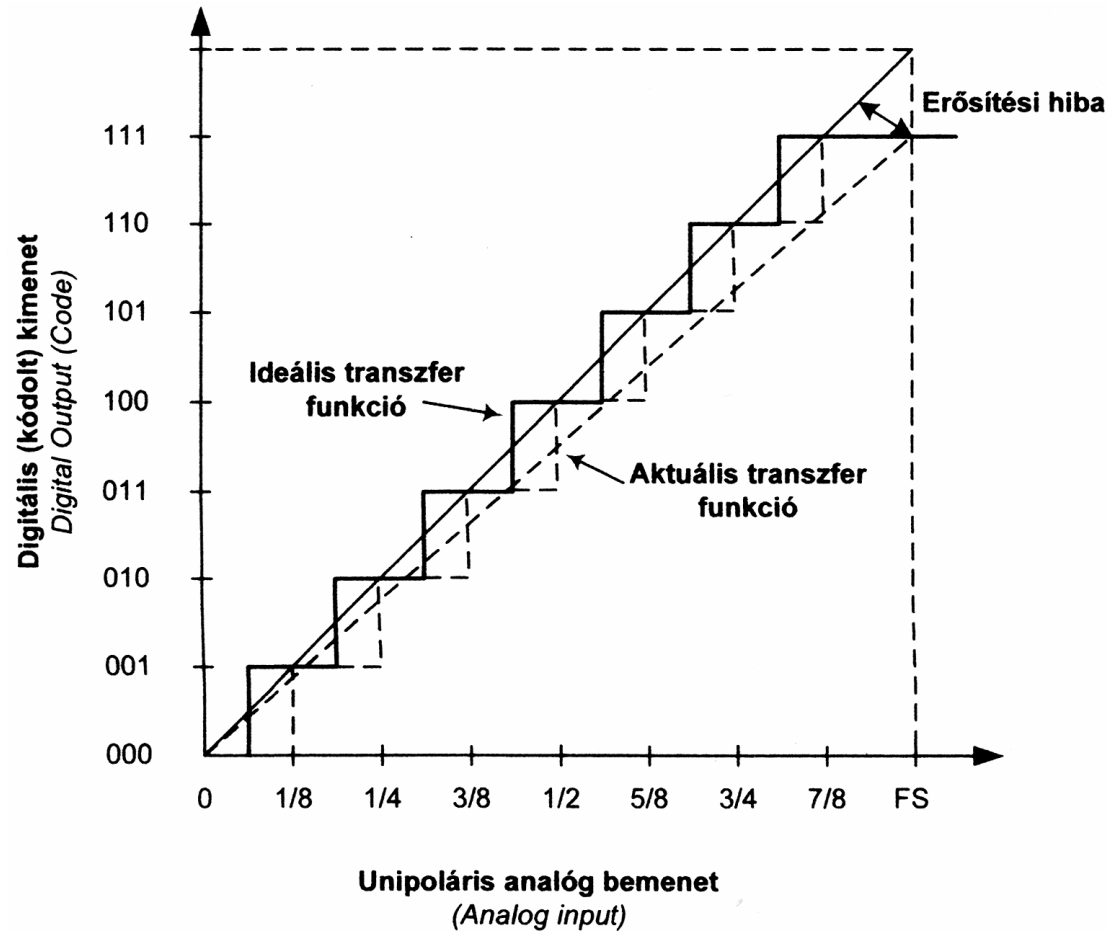
---

## ERŐSÍTÉSI HIBA (Gain Error)

Az erősítésből származó hiba a skála végértékén a legnagyobb.

Az **ADC** erősítési hibáját rendszerint a névleges skála végértékére vonatkoztatva százalékban vagy **LSB**-ben adják meg.

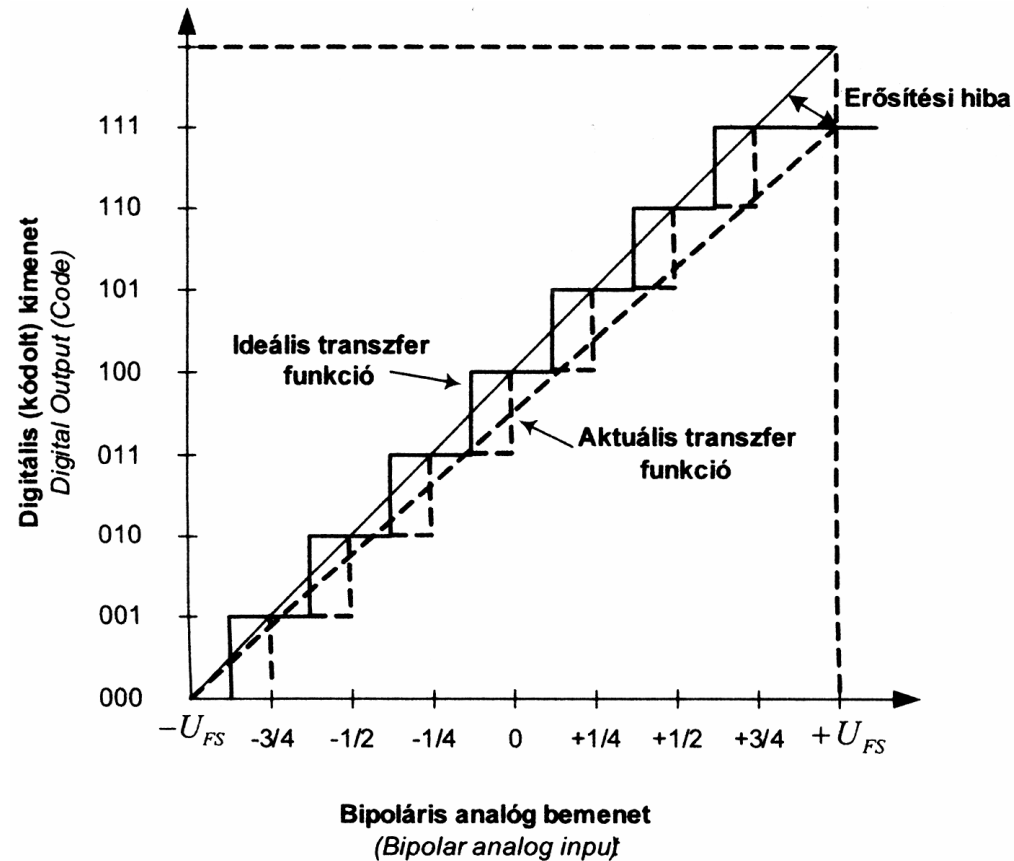
# AZ ADC-K HIBÁI



**ADC transzfer funkció erősítési hiba unipoláris bemenőjel esetén**

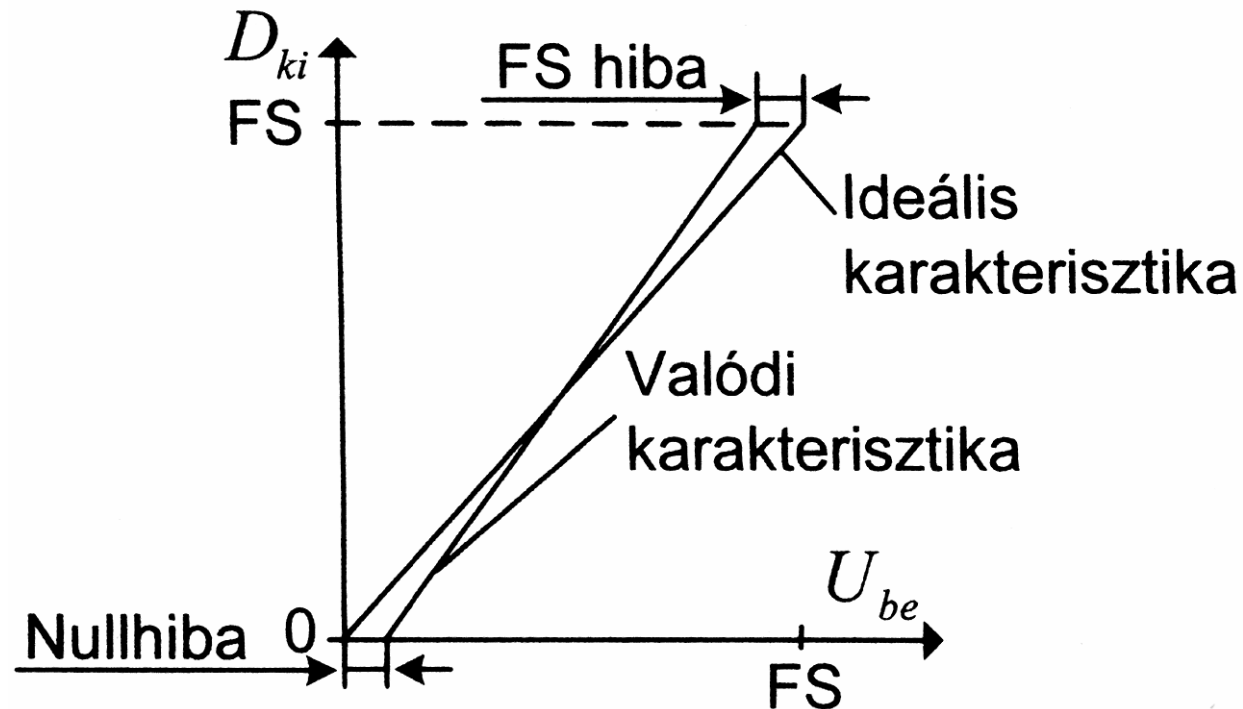


# AZ ADC-K HIBÁI



**ADC transzfer funkció erősítési hiba bipoláris bemenőjel esetén**

# AZ ADC-K HIBÁI



**A nullhiba és végérték-hiba**

# AZ ADC-K HIBÁI

---

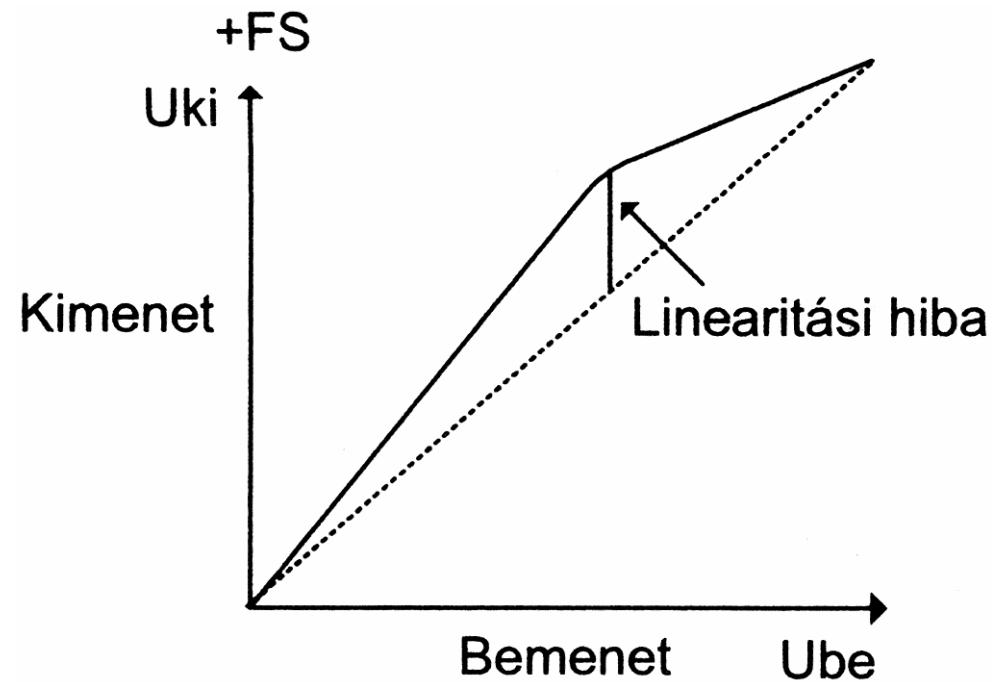
## LINEARITÁSI HIBÁK (Linearity Error)

Az **offset**, illetve **erősítési hibák** nem kritikusak, mivel **hardver és/vagy szoftver úton kompenzálhatóak**.

A **nonlinearitásból** származó hibák azonban **nehezen vagy egyáltalán nem kompenzálhatóak**.

A **linearitási hiba** ugyanis **kódérték kiesést** eredményezhet az **ADC** kimenetén.

# AZ ADC-K HIBÁI



**A linearitási hiba értelmezése**

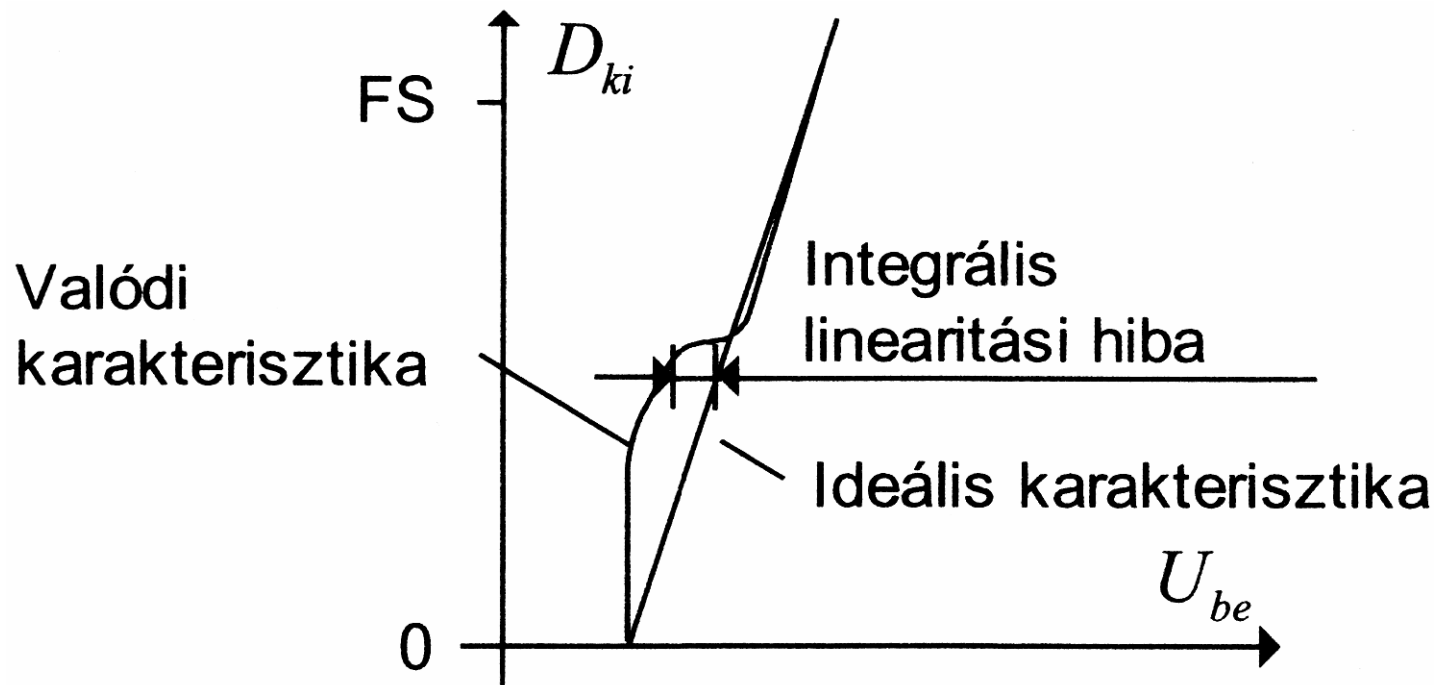
# AZ ADC-K HIBÁI

---

## **INTEGRÁLIS LINEARITÁSI HIBA (Integral Nonlinearity, INL)**

**Integrális linearitási hiba a valódi átalakítási karakterisztika maximális eltérése az ideális karakterisztikától.**

# AZ ADC-K HIBÁI



**Integrális linearitási hiba**

# AZ ADC-K HIBÁI

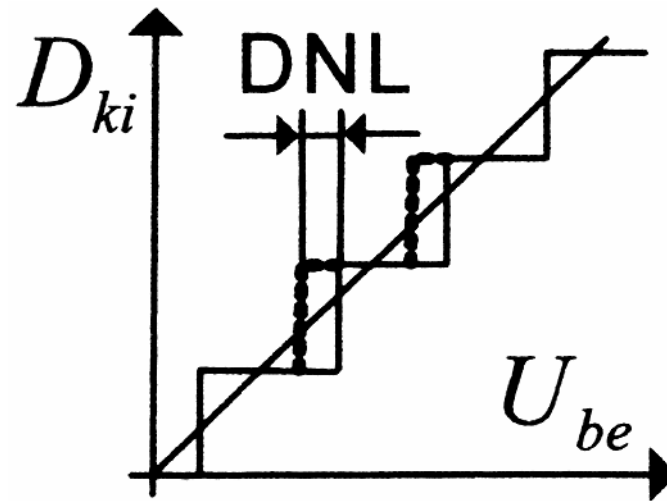
---

## DIFFERENCIÁLIS LINEARITÁSI HIBA (Differential Nonlinearity, DNL)

**Differenciális linearitási hiba a karakterisztika meredekségének legnagyobb eltérése az ideális meredekségétől.**

**Mivel a karakterisztika nem folytonos, a hiba az átváltási pontokat összekötő egyenes szakaszok meredekségének eltérését jelenti.**

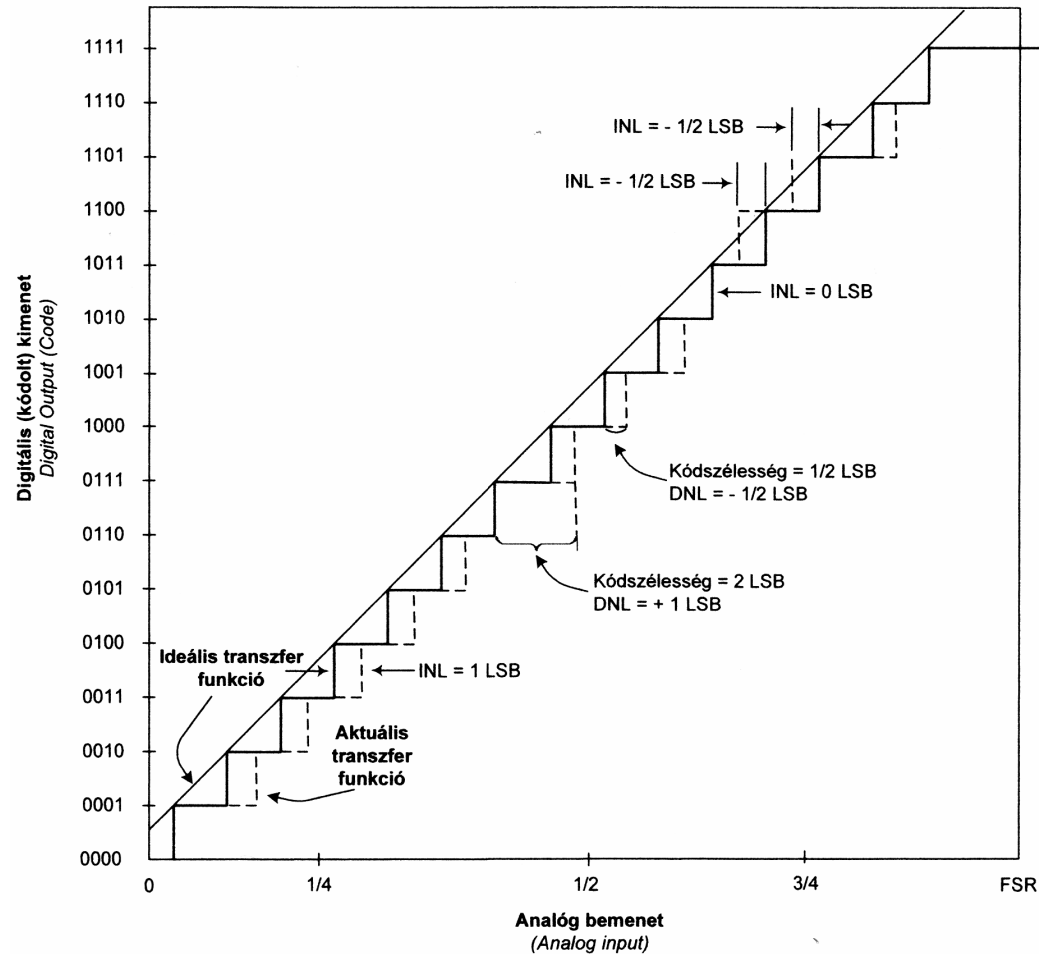
# AZ ADC-K HIBÁI



**A differenciális linearitási hiba**



# AZ ADC-K HIBÁI



**Kódvesztést eredményező linearitási hibák**

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## HŐMÉRSÉKLET DIREKT HIBA (Direct Temperature Error)

Az **offset** és **erősítési hibák** kalibrációval közel **0-ra** csökkenthetők, de ezek csak egy hőmérsékleten érvényesek.

A hőmérsékletváltozás újabb **offset** és **erősítési hibát** okozhat.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## TÚLVEZÉRLÉSI HIBA (Overcontrol Error)

Az **A/D** átalakító **túlvezérlése** esetén a kimenetén vagy **maximális érték** jelenik meg, vagy annak **komplemente**. Ebben az esetben az **A/D** átalakító **hamis értéket** mutat.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## **KVANTÁLÁSI HIBA (Quantization Error)**

A **kvantálási hiba** az analóg jel értéke és kvantálási résztartományt reprezentáló diszkrét érték különbsége.

A kvantálási hiba a kvantálásból szükségszerűen keletkezik, és  **$\pm 1/2$**  lépésköznyi maximális értékű hibát visz be a jelbe.

Ezt gyakran **kvantálási zajnak** nevezik.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## PONTOSSÁG (Accuracy)

Az **ADC** pontossága a konverziós hibáktól függ. Ez két részből tevődik össze: a **kvantálási hibából** és a **nemlinearitási hibából**.

A hibákat **LSB** egységben adják meg.

A **8 bites** konverter esetén az egy **LSB** hiba **1/256**, közelítőleg **0,4%**.

A kvantálási hiba a véges felbontás következtében keletkezik és minden **A/D** átalakító esetén fellép.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## AZ A/D ÁTALAKÍTÓ FREKVENCIAFÜGGÉSE (Frequency Dependence of ADC)

Az **A/D** átalakító analóg funkcionális részeinek frekvenciafüggése miatt az átalakítási tényező, illetve az **FS** érték változik a frekvencia függvényében.

Az **A/D** átalakító ilyen jellegű frekvenciafüggését általában a mintavevő erősítői okozzák, ezért ezt a határt **bemeneti sáv szélességnek** (Input Bandwidth) nevezik.

# AZ ADC-K HIBÁI

---

## TRANZIENS HIBA (Transient Error)

A kapcsolási tranziens következtében **tüskék (glitch)** jelentkezhetnek a kimeneten a bemenet változásakor.

Ennek oka egyrészt a kapcsoló jelből a kimenetre a kapcsoló kapacitásokon keresztül átjutó összetevő, másrészt a **D/A** átalakító kapcsolóinak nem egyidejű átkapcsolása.

A **glitch**-ek rövid idejű impulzusok, ezért **aluláteresztő szűrővel** csökkenthető az amplitúdójuk.

## AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

---

### **KETTŐS INTEGRÁLÁSÚ (Dual Slope) ADC**

A **kettős integrálású (Dual Slope) ADC-t** a nagy pontosság és a kiváló zajvédetség jellemzi.

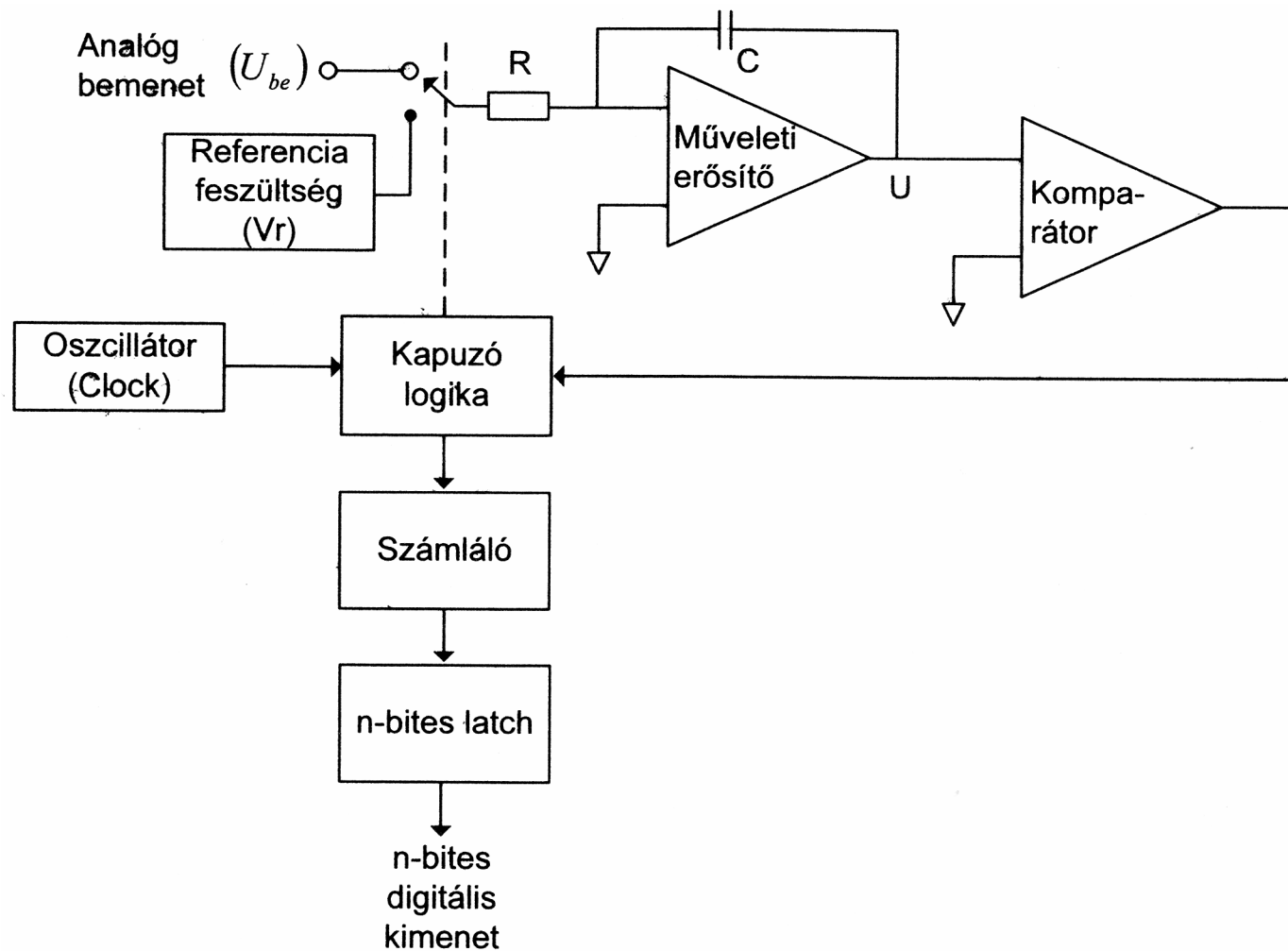
A **kettős integrálású ADC** konvertálási ideje a mérendő feszültség nagyságától függ.

Az ilyen **ADC-k** ezért a lassú kategóriába tartoznak, mivel **10..100** közötti mintavételezésre alkalmasak másodpercenként.

Ugyanakkor igen **jó a zajelnyomásuk**, ami az **ipari alkalmazás** esetén előnyös.



# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI



**Kettős integrálású (meredekségű) ADC felépítése**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

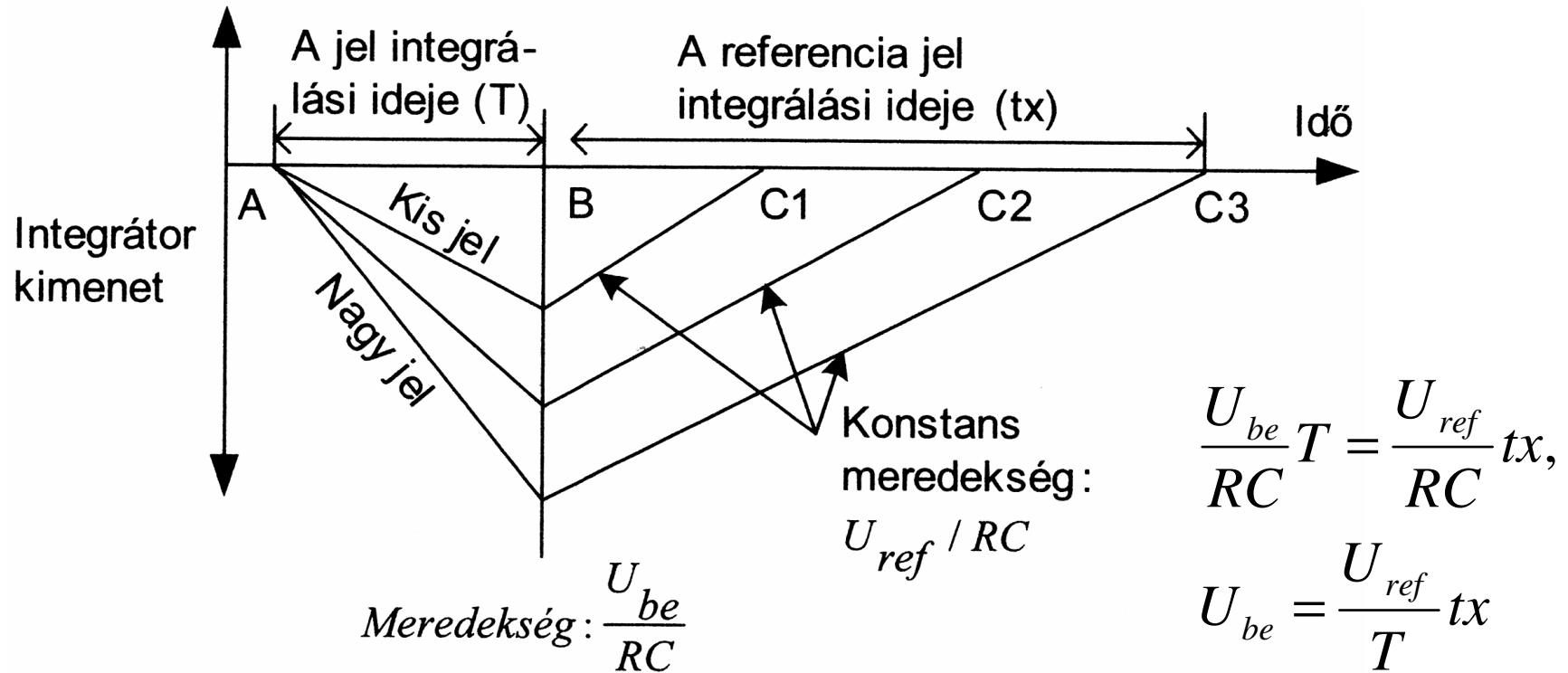
---

A mérendő analóg jel egy integrátor bemenetére kerül, amely az ismeretlen analóg feszültséget  $T$  ideig integrálja, majd ellenkező előjelű, konstans értékű referencia ( $U_{ref}$ ) feszültség kapcsolódik az integrátorra, aminek következtében az integrátor kimenő jele csökken.

Az  $U_{ref}$  feszültség kapcsolásával egyidejűleg a számláló az óragenerátor impulzusait számlálja.

Az integrátor kimenő jelét egy nullkomparátor érzékeli és  $U_{ki}=0$  esetén leállítja a számlálót.

# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI



**A kettős integrálású ADC működése**

## AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

---

### **FOKOZATOS KÖZELÍTÉSŰ (Successive Approximation) ADC**

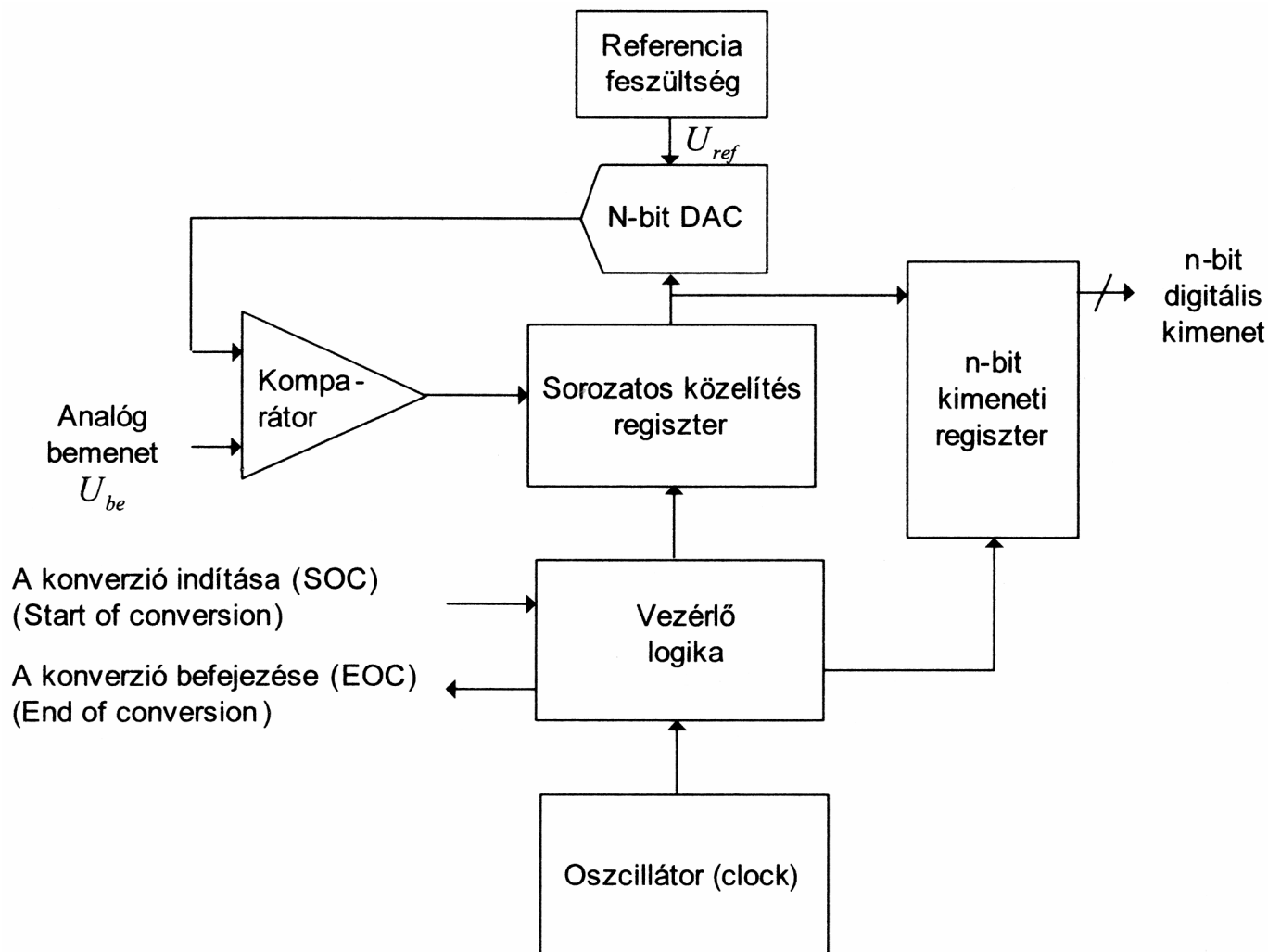
#### **A fokozatos közelítésű ADC-k előnyei:**

- rövid konvertálási idő, így nagy mintavételezési sebesség ( $\sim 1$  MHz);
- nagy pontosság.

**A sorozatos közelítésű A/D átalakítás ideje tehát függ a bitek számától.**

**Ha egy komparálási fázis ideje  $T$ , akkor az  $n$  bites átalakítás ideje  $nT$ .**

# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI



**Fokozatos közelítésű ADC felépítése**

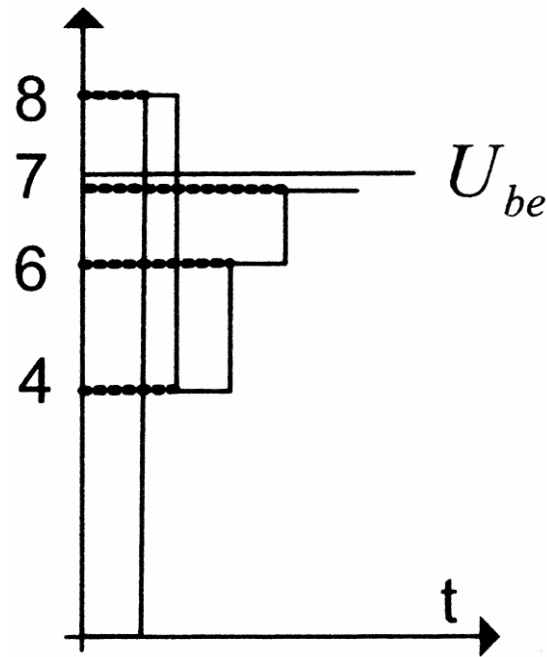
## AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

---

**Működése:** Az **ADC** valamennyi kimeneti bitet bitenkénti közelítéssel, sorrendben állítja elő úgy, hogy átalakítás a legmagasabb bittel (**MSB**) indul.

Első lépésben a **referenciafeszültség** a teljes skála felével lesz egyenlő. Ez az érték a **D/A** konverter kimenetén az analóg komparátor révén összehasonlításra kerül a mérendő feszültséggel. Ha a bemenő jel nagyobb mint a referencia jel, akkor az **MSB=1** lesz. Ezután a **D/A** konverter a teljes skála **3/4** értékének megfelelő analóg jelet juttatja a komparátor bemenetére.

# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI



**Fokozatos közelítés időbeli lefolyása**

# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

---

## PÁRHUZAMOS (Flash) ADC

A párhuzamos ADC a leggyorsabb ADC típus.

Az átalakítás algoritmus a hasonlít a sorozatos közelítésűhöz, de ennél a komparálás időben egyszerre történik.

Ezért egy  $n$  bites átalakítóhoz  $2^n - 1$  darab komparátorra van szükség (túlcsordulás komparálással  $2^n$ ).

A mérendő jel valamennyi komparátor bemenetére van kötve.



## AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI

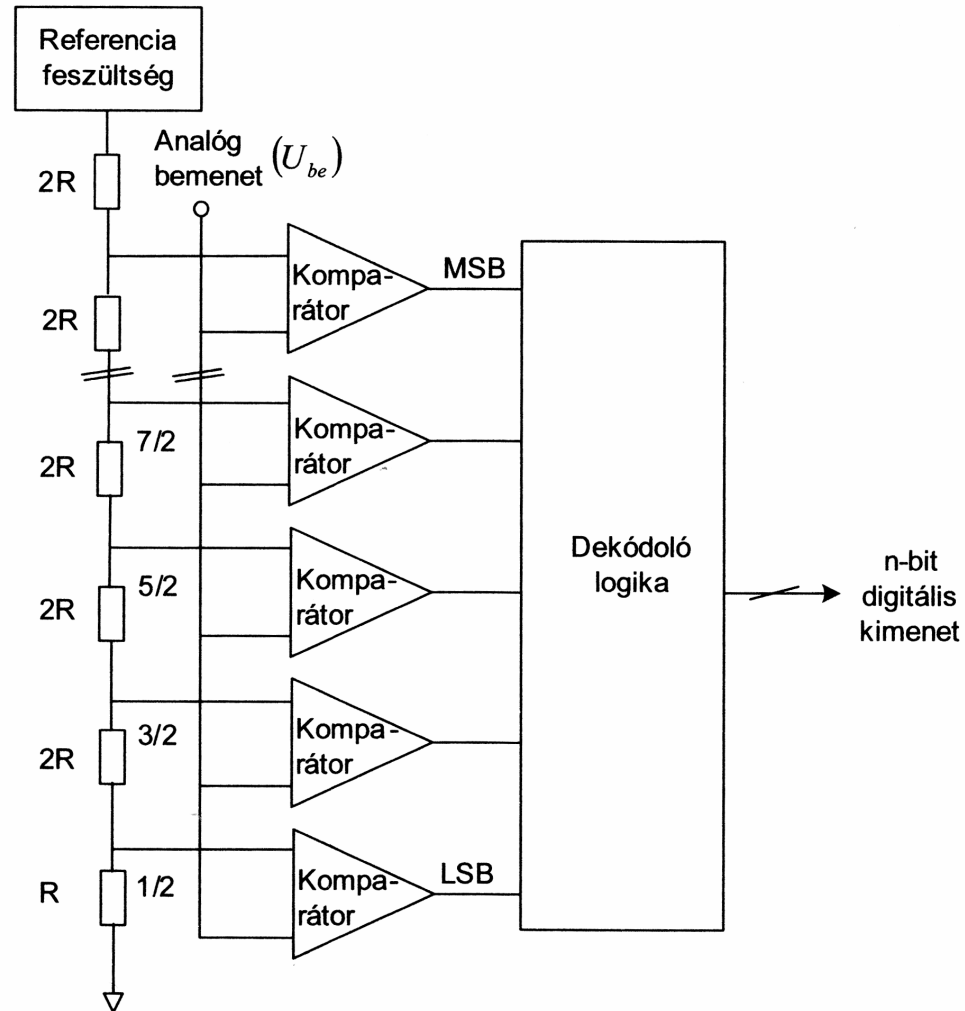
---

A komparátorok másik bemenetére a **referenciafeszültség** ellenállásláncon osztott értéke kerül.

A komparátorok kimenetén közvetlenül nem a bináris kód jelenik meg, azt egy **kódoló logikával** állítják elő.

Az ellenállás hálózatnak nagy pontosságúnak kell lennie, ezért **8-10** bitnél nagyobb felbontású párhuzamos **ADC-t** nem készítenek.

# AZ A/D ÁTALAKÍTÓK TÍPUSAI



**Flash ADC felépítése**

# **ANALÓG MULTIPLEXEREK**

# ANALÓG MULTIPLEXEREK

---

Egy-egy **ADC**-vel rendszerint több analóg jel átalakítását célszerű elvégezni.

Ehhez analóg multiplexerre (**AMUX**) van szükség, amely a csatornakóddal megcímzett analóg jelet az **ADC** bemenetére kapcsolja.

Kétféle **multiplexálási technika** használatos:

- közös földelésű;
- nem közös földelésű.

# ANALÓG MULTIPLEXEREK

---

## Közös földelésű **AMUX**:

A közös földelésű **AMUX** esetében valamennyi jelforrás egyik pontja közösítve van (**AGND**).

A megoldás **előnye**, hogy egy-egy analóg csatorna jele egy vezetékkel (és a közös **AGND**-vel) vihető az **ADC** bemenetére.

**Hátránya** viszont a közös vezetéken megjelenő **zajfeszültség**.

# ANALÓG MULTIPLEXEREK

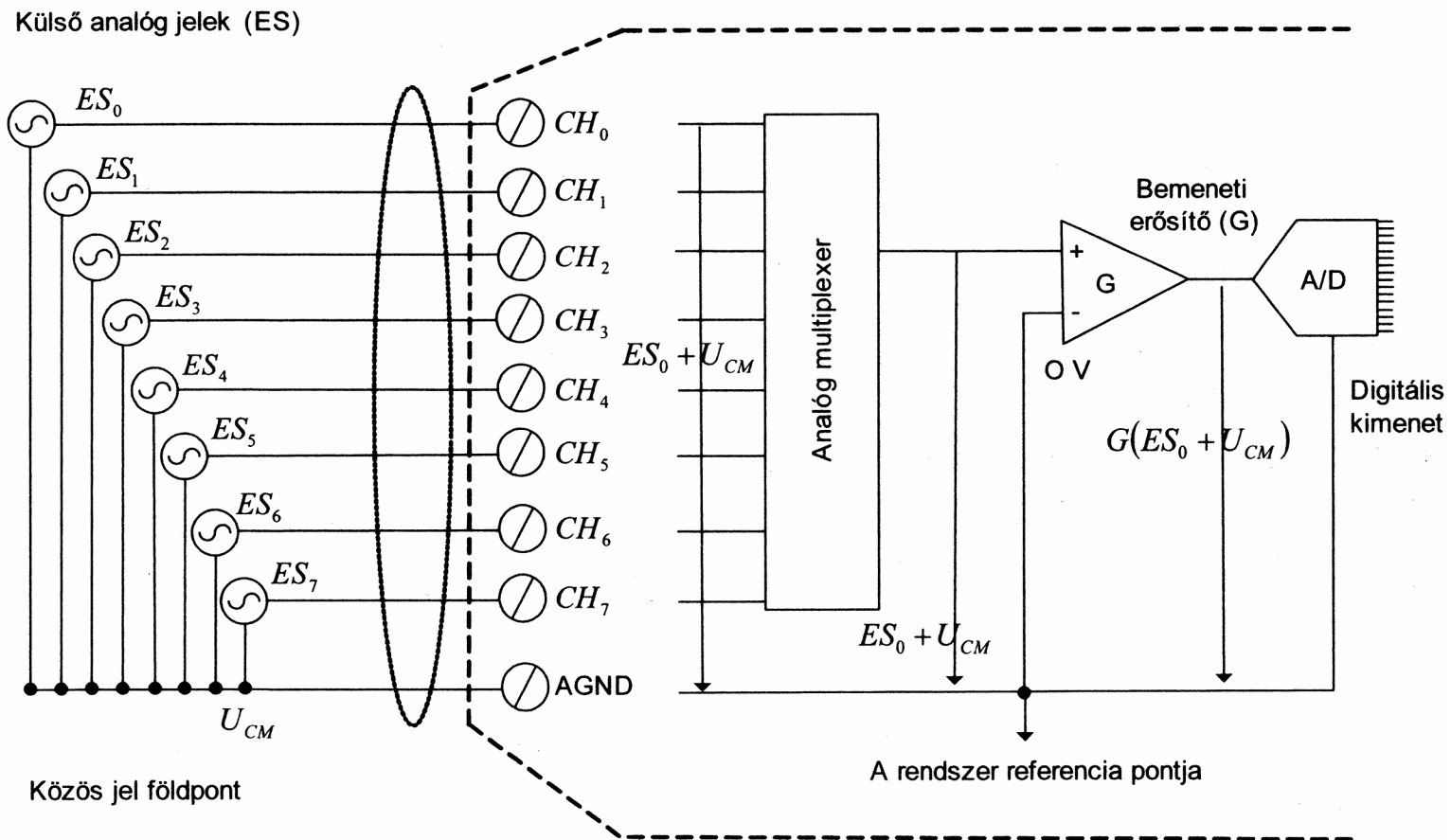
---

**Közös földelésű AMUX-os megoldás az alábbi esetekben ajánlható:**

- magas szintű jelek (volt nagyságrendű) multiplexelésénél;
- kis távolságú (néhány méter) átvitelnél;
- közösíthető földpotenciálú jelforrások esetén.

**Egy analóg bemeneti csatorna kapcsolása esetén az ADC-re egy felerősített feszültség érték kerül.**

# ANALÓG MULTIPLXEREK



**Közös földelésű AMUX**

# ANALÓG MULTIPLEXEREK

---

**Nem közös földelésű AMUX:**

**Ez egy differenciális, kétvezetékes megoldás, amely kiküszöböli a közös földelésű AMUX-os megoldás hátrányát.**

**A közös zajnyomást segíti az ADC előtt használatos differenciálerősítő.**

**Emiatt ebben a megoldásban az ADC bemenetén nem jelenik meg a közös zajfeszültség.**



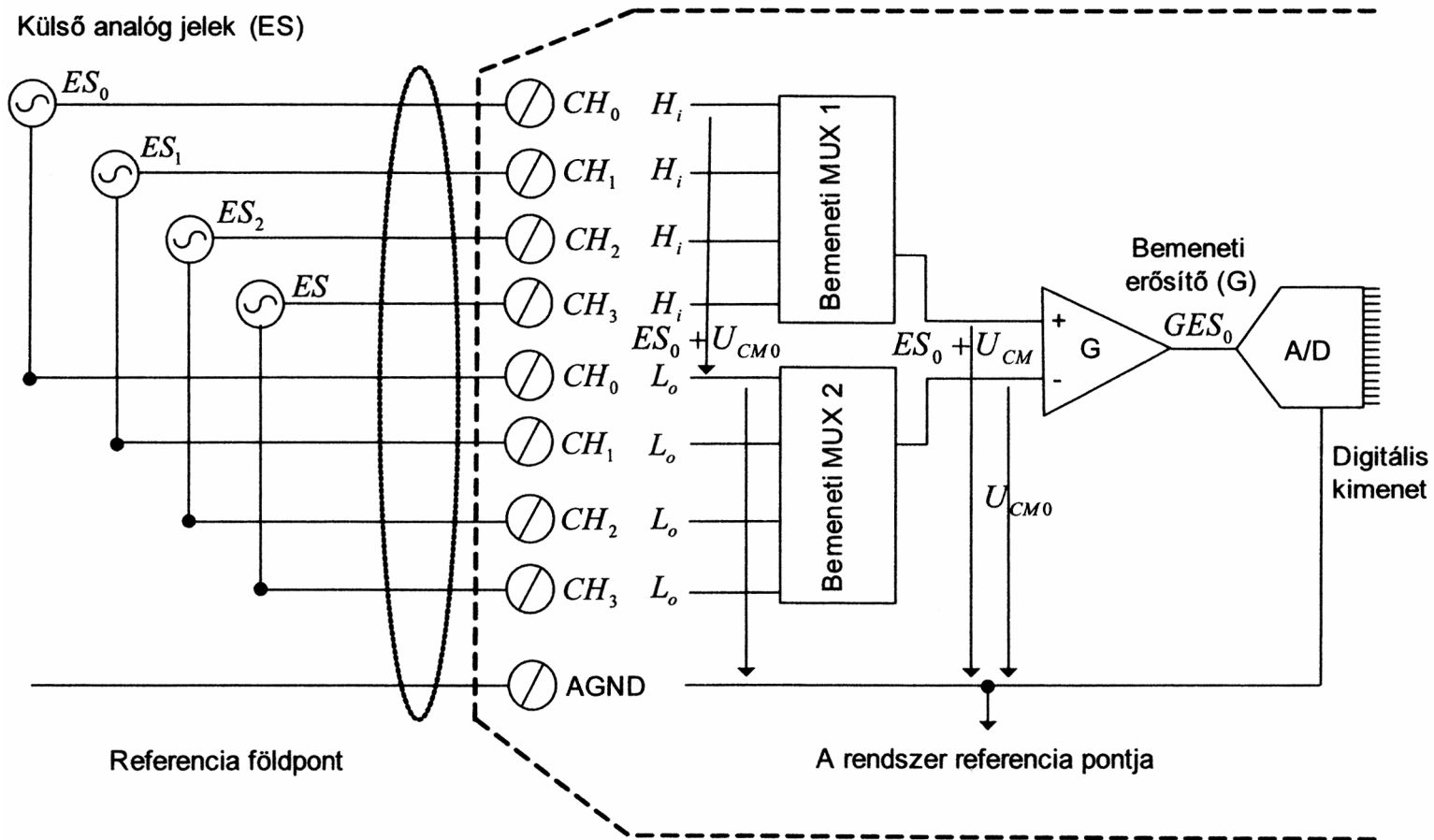
# ANALÓG MULTIPLEXEREK

---

**Nem közös földelésű AMUX-os megoldás az alábbi esetekben ajánlható:**

- amikor az érzékelőktől érkező jelekre a közös földelésnél **magas közös zaj** szuperponálódna;
- amikor a távadók **különböző földelési pontokra** vannak kapcsolva;
- amikor a mérendő jelek alacsony volta miatt a **jel/zaj viszony alacsony**;
- amikor a távadók fizikai elhelyezkedése **nagy távolságban van az ADC-től**.

# ANALÓG MULTIPLEREREK



**Nem közös földelésű AMUX**

# ANALÓG MULTIPLEXEREK

---

## Analóg jelek **PLC**-kkel való kezelésénél következőkre érdemes odafigyelni:

- az analóg jelet – különösen a néhány mV nagyságrendű – árnyékolt kábelben ajánlatos az **AMUX** bemenetére vezetni;
- az analóg földet (**AGND**) célszerű a digitális föld (**DGND**) ponttól galvanikusan elválasztani, pl. az **ADC** kimeneti bitjeivel megegyező számú optocsatolóval.

# **A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI**

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

Az **ADC**-k működhetnek folyamatos, illetve indított üzemmódban.

A folyamatosan üzemelő **ADC**-ket többnyire a digitális műszerekben alkalmazzák.

A **PLC**-kben az indított üzemű **ADC** használatos.

A folyamatos üzemű átalakító ciklikusan, rendszerint valamilyen időalapról vezérelve digitalizálja az analóg jelet.

Az indított üzemű **ADC** a **PLC**-től kapott indítójel (**Start**) hatására kezdi a konverziót, majd annak befejeztét (**Ready**) visszajelzi.

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

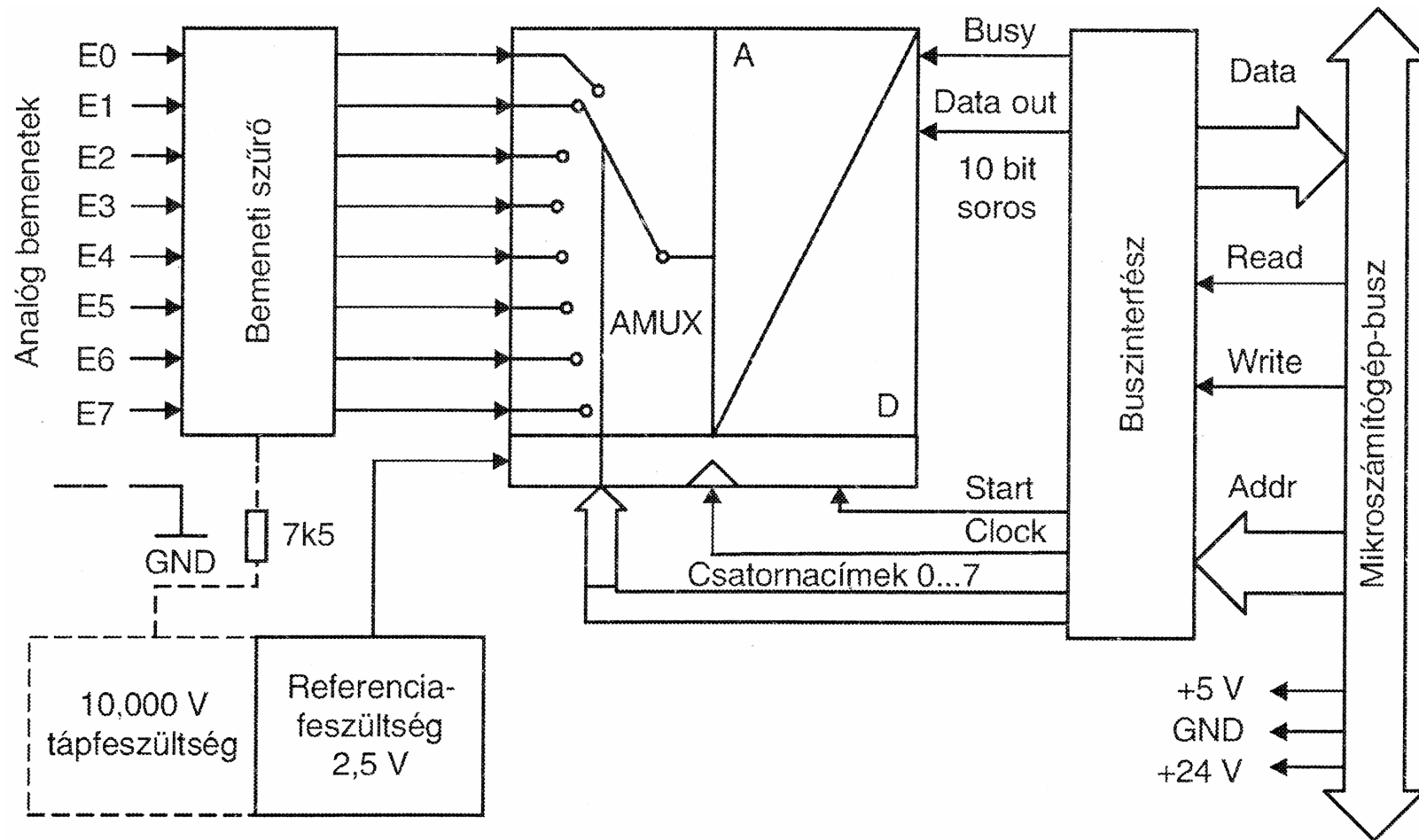
---

Az **ADC**-k rendszerint analóg multiplexerrel és több analóg csatornával vannak ellátva.

Nem szabványos értékű, különböző jeltartományú analóg bemenőjelek esetén szükség lehet a jel erősítésére programozható erősítővel.

Saját mikroszámítógép által vezérelt és figyelt **ADC**-, illetve **DAC**-egységek működése sokkal megbízhatóbb és a két funkció közös modulon történő kialakítása műszaki és gazdasági szempontból előnyösebb.

# A PLC-k ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI



**Nyolccsatornás analóg bemeneti modul**





# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

Az **ADC**-t kezelő programnak a csatorna címzését, az **ADC** indítását, majd a konvertálási idő leteltével (**BUSY**) a digitalizált érték beolvasását, ezt követően hihetőség, illetve alsó és felső határérték vizsgálatot kell tartalmaznia.

Az adatgyűjtést végző programok fejlesztésénél előnyösen alkalmazhatóak az **IEC** szabvány adatblokk deklarációs lehetőségei, valamint az e célra definiált funkcióblokkok, illetve taszkszervezési lehetőségek.

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

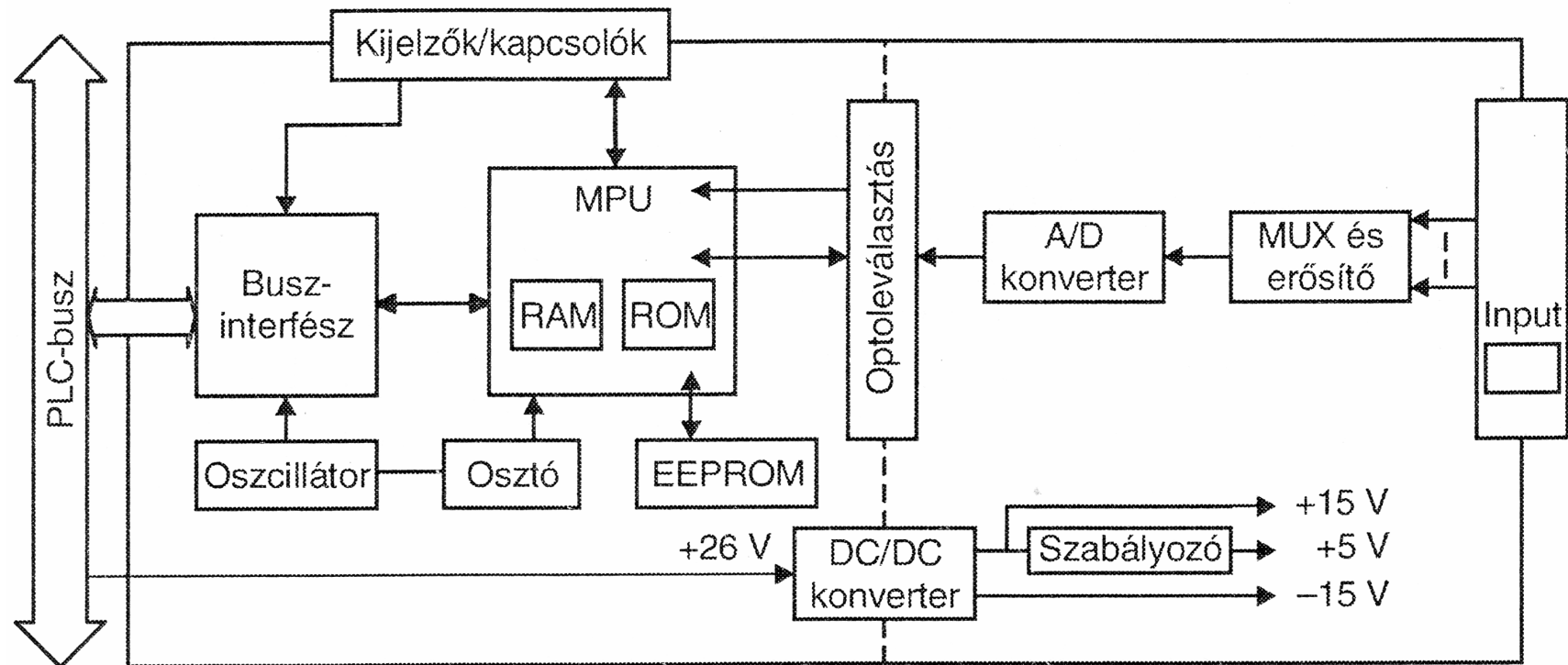
**Az adatokat a program által kijelölt és e célra fenntartott memóriába olvassák be.**

**Az analóg bemeneti modul biztonságos működésének felügyelete, kezelése további szolgáltatásokat igényel:**

- a bemeneti vonalszakadás észlelését;
- a jeltartomány váltás lehetőségét;
- minimum-maximum érték tárolását és figyelését;
- határérték-túllépés jelzését, stb.,

**amit rendszerint saját mikroszámítógéppel vezérelt analóg modullal oldanak meg.**

# A PLC-k ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI



**Mikroszámítógéppel vezérelt analóg bemeneti modul**

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

Az előző ábra szerint a **16 bites ADC** kimenete optoleváltóval kapcsolódik a belső **CPU**-ra.

A modul feszültségellátását **DC/DC** konverter végzi.

Az analóg bemeneti modul és a **PLC** közötti kommunikáció a két **CPU** között a hátlapon lévő **párhuzamos sínen** történik.

Az analóg bemeneti modult egyrészt a rendszer beüzemelésakor, másrészt a bekapcsolásakor **kell inicializálni**.

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

Az **ADC** hitelesítését, az offset- és erősítőértékek beállítását a modul előlapján levő kezelő szervekkel végzik.

A szoftver jellegű inicializálás a megfelelő adatmozgató utasításokkal vagy létradiagrammal történhet.

# A PLC-K ANALÓG BEMENETI EGYSÉGEI

---

A mikroszámítógépes vezérlésű analóg bemeneti modulokat rendszerint az analóg kimeneti modulokkal **építik egybe**, így az analóg jelek kezelése során a mikroszámítógép funkciói gazdaságosan kihasználhatóak.

Az analóg jelfeldolgozás szempontjából a **decentralizált, hálózati kezelésű megoldás** a legelőnyösebb, mert az analóg jel digitalizálása a keletkezés helyén történik, így az analóg jeltovábbítás elmarad.

# **A PLC-K ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI**

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

Az **analóg működésű beavatkozók** (pl. szelepek, hajtások, stb.) regisztrálók működtetéséhez szabványos jeltartományú analóg jelekre van szükség.

Ehhez a **PLC**-ben feldolgozott adatokat analóg jellé kell átalakítani **digitális-analóg átalakítóval (DAC)**.

A **digitális-analóg átalakítók** a digitális (rendszerint **bináris kódú**) információt **4..20 mA, 0..10 V**, stb. jeltartományú analóg jellé alakítják.



# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

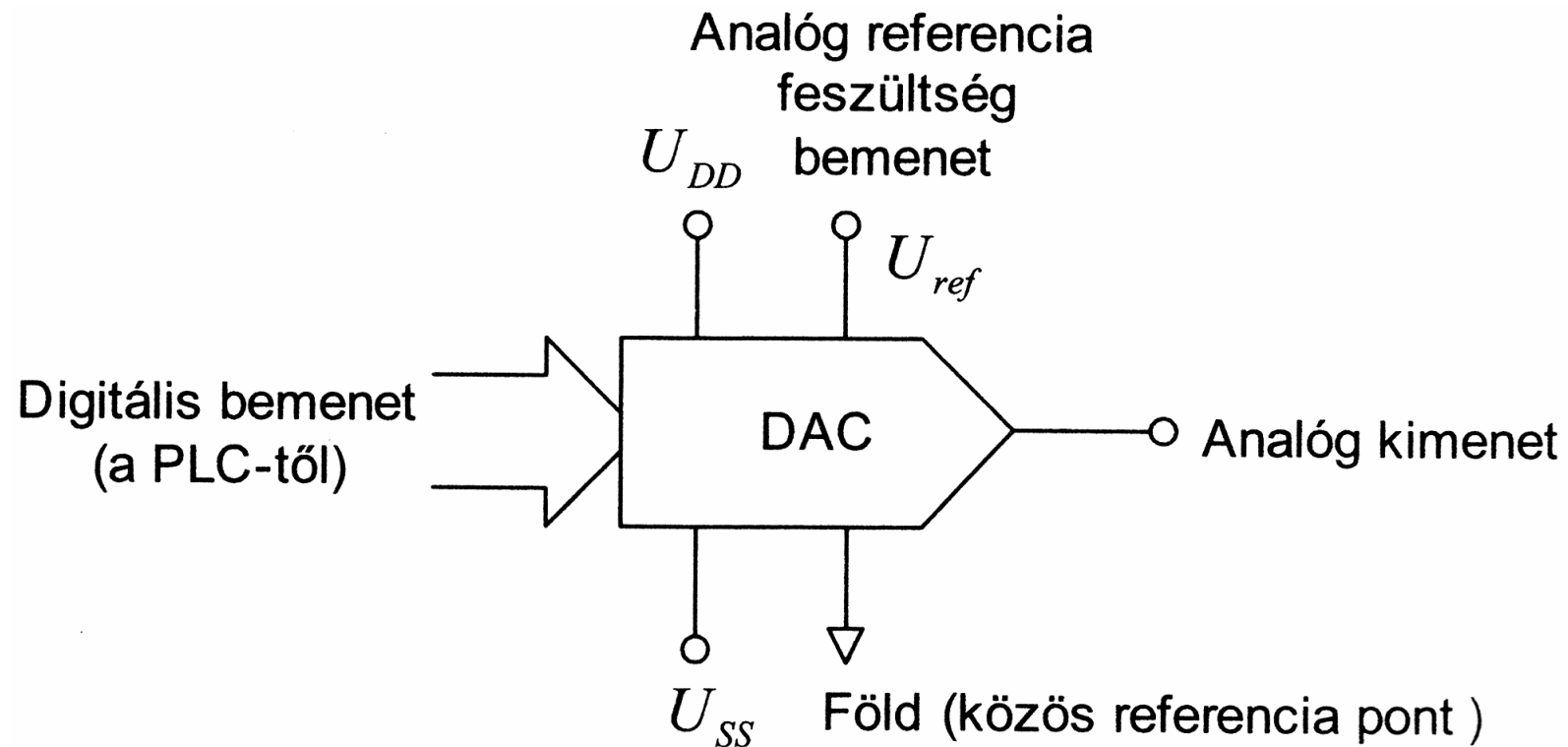
---

Az **analóg működésű beavatkozók** (pl. szelepek, hajtások, stb.) regisztrálók működtetéséhez szabványos jeltartományú analóg jelekre van szükség.

Ehhez a **PLC**-ben feldolgozott adatokat analóg jellé kell átalakítani **digitális-analóg átalakítóval (DAC)**.

A **digitális-analóg átalakítók** a digitális (rendszerint **bináris kódú**) információt **4..20 mA, 0..10 V**, stb. jeltartományú analóg jellé alakítják.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI



**A DAC blokkvázlata**

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

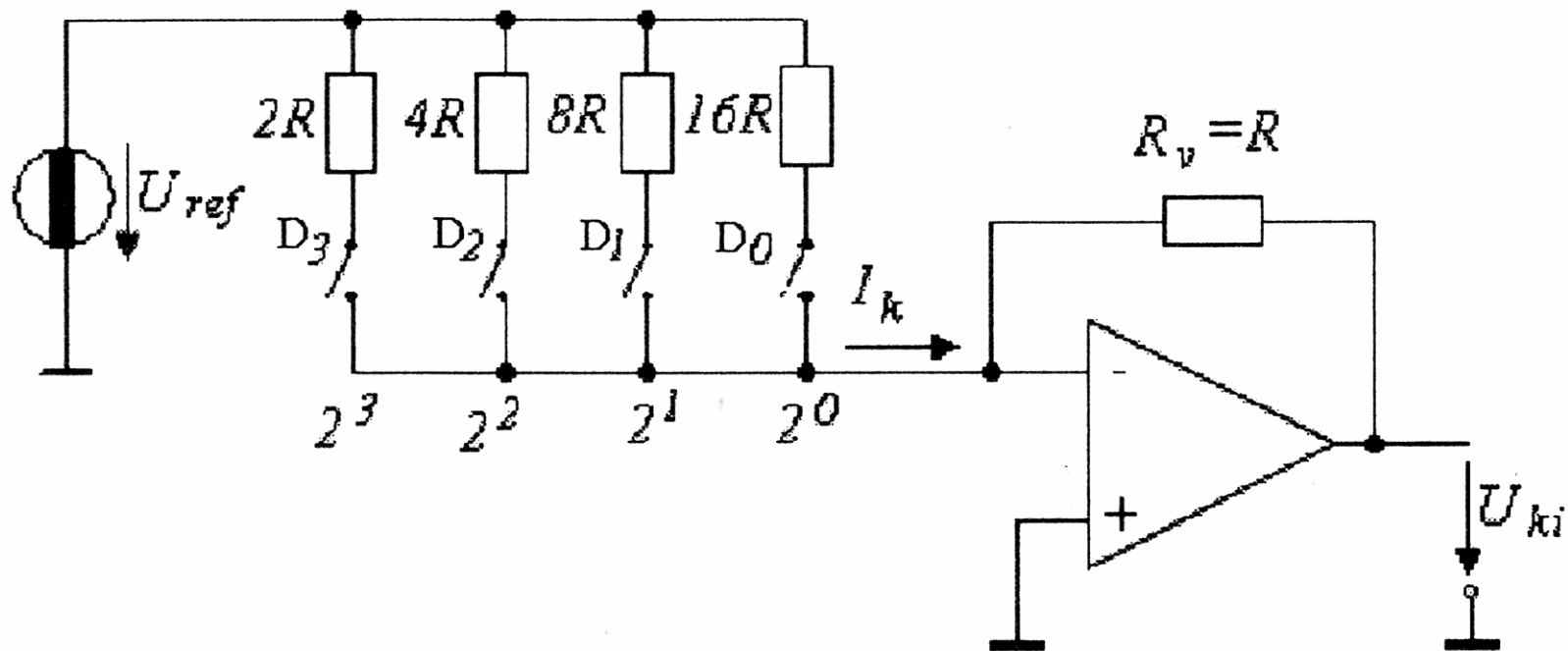
A digitális-analóg átalakítók az analóg-digitális átalakítóknál lényegesen **olcsóbbak**, mivel **felépítésük egyszerűbb**.

A **DAC** áramkörök a bemeneti bináris kódot feszültség vagy áram jellé konvertálják.

Amíg az **ADC** egyik legfontosabb paramétere a konverziós idő, addig a **DAC** esetén a beállási idő (**Setting Time**) az ennek megfelelő jellemző. A beállási idő nem más, mint a bináris input adat beírása és a stabil kimeneti jel megjelenése közötti időtartam.

Az egyik legegyszerűbb felépítésű **DAC** a **súlyozott áramok összegzésén** alapul.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI



**A súlyozott ellenállásos D/A átalakító felépítése**

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

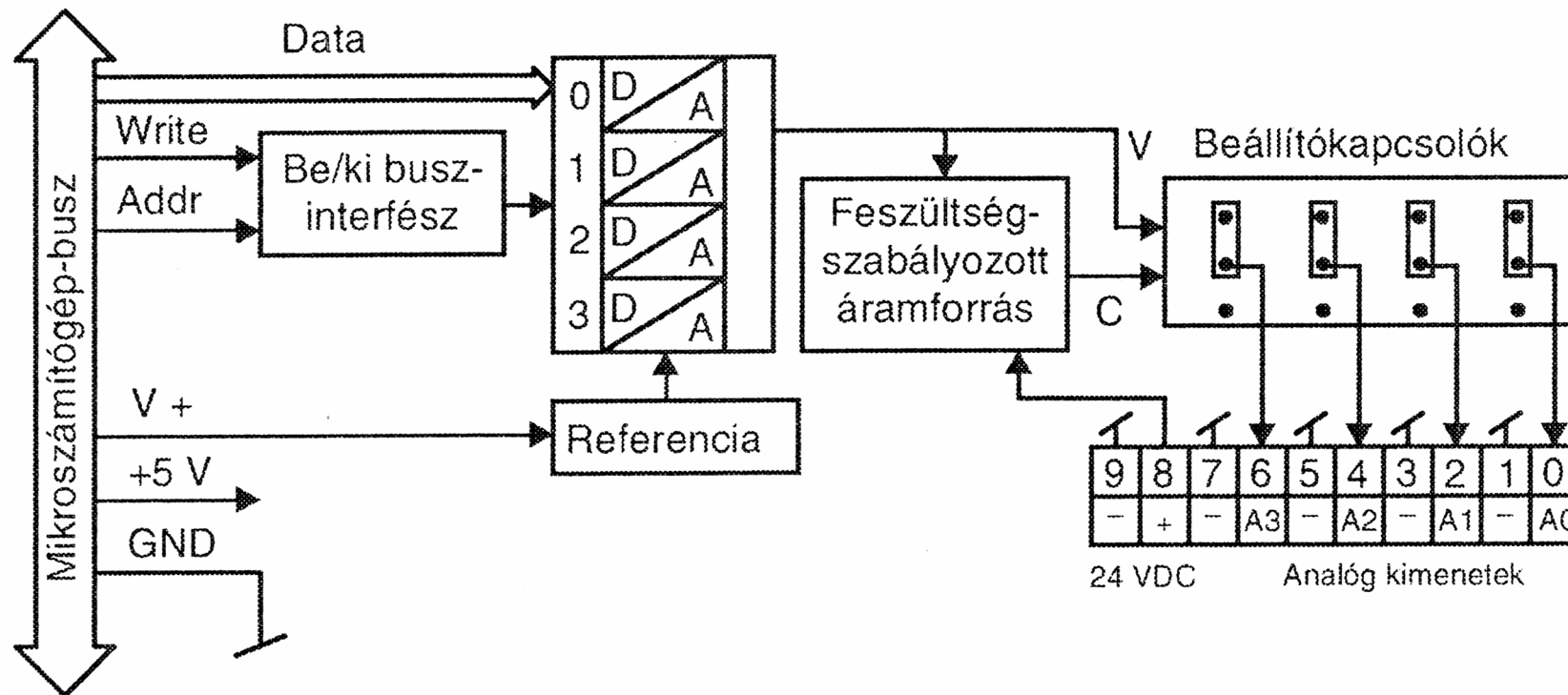
---

Az átalakítandó bináris adatot a **PLC-ről** érkező **D3..D0** bitek (**CMOS** kapcsolók) reprezentálják.

A digitális/analóg átalakítók legfontosabb **műszaki jellemzői:**

- csatornák száma: **1..8**;
- kimeneti jeltartomány: **0..20 mA, 4..20 mA, 0..5 V, 0..10 V, -10..10 V**;
- kimeneti impedancia:  **$\Omega$**  nagyságrendű;
- bemeneti adat hossza: **8..16** bit;
- beállási idő:  **$\mu$ s..ms** nagyságrendű/csatorna.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI



**Analóg kimeneti modul blokkvázlata**

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

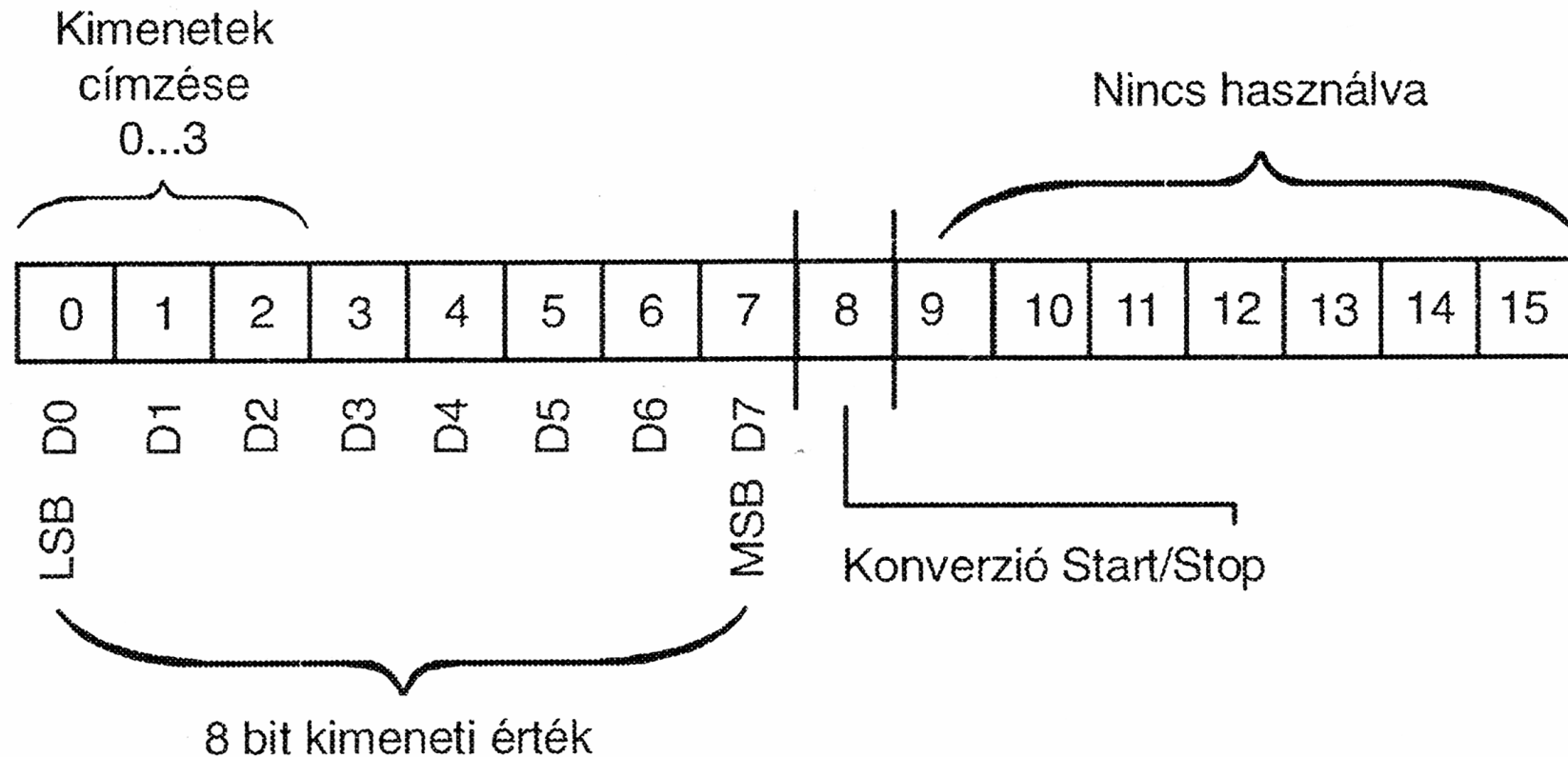
Az előző ábrán vázolt **DAC**-modul négycsatornás, a bináris adatokat közvetlenül a **PLC** párhuzamos buszáról, míg vezérlő- és címinformációt interfészen keresztül kapja.

A kimenő analóg jel típusának kiválasztása hardveresen ún. **jumperekkel** állítható be.

Az egye csatornákat a **0..3** címbitek címezik.

A konverzió indítása szoftver úton történik megfelelő bit (**8**) **1**-be állításával.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI



**A DAC modul címzése**



# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

**A DAC** kiviteli művelet két lépése:

- a **DAC**-csatorna (max. **2x4**) címének beállítása;
- majd az analóg jelet reprezentáló 8 bites adat kiküldése.

Az analóg kimeneti modul szoftver az átalakítandó **adatbajt (szó)** megfelelő kimeneti címre történő küldését és a **D/A** konverzió vezérlőbitjének az aktiválást igényli.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

Az analóg kimeneti modul működése, felügyelete és kezelése során az előzőekben leírt **minimális igényeken túli szolgáltatásokra is szükség van**, mint **amilyen pl.:**

- a kimeneti jeltartomány váltása;
- az **erősítés** és **offset** szoftveres beállítása;
- működési és adatátviteli hibák figyelése, diagnosztizálása, stb.

Az igények kielégítésére az analóg kimeneti modult saját mikroszámítógéppel látják el.

# A PLC-k ANALÓG KIMENETI EGYSÉGEI

---

Egy ilyen modul hasonlít egy mikroszámítógéppel vezérelt analóg bemeneti modulhoz (ld. előző diasorozatot), ahol értelemserűen ki kell cserélni a konvertert.

A két modul hasonló felépítése indokolja a két egység összevonását.

Az analóg kimenetek kezelése **terepi buszon történő hálózati adatátvitellel** is megvalósítható, ahol analóg jeltovábbítás elmarad, így a **D/A** konverzió a beavatkozónál történik.

# **A PLC-K SPECIÁLIS BEMENETI EGYSÉGEI**

# A PLC-k SPECIÁLIS BEMENETI EGYSÉGEI

---

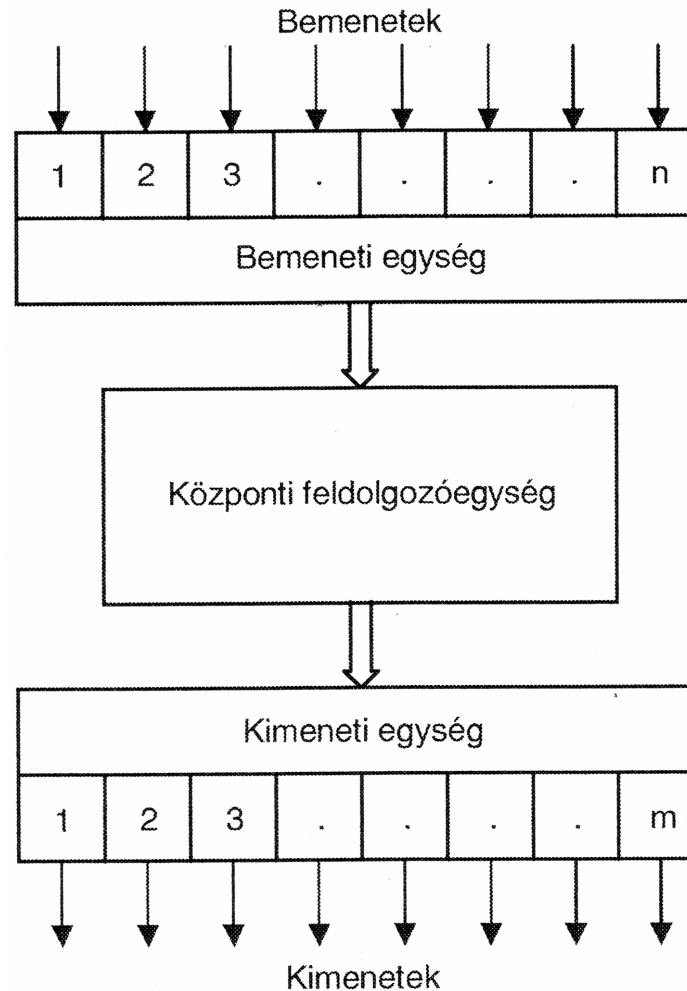
**A programozható vezérlők hardvere univerzális.**

**Fő rendeltetése a vezérlési program végrehajtása, amihez az**

- **adatok beolvasására,**
- **feldolgozására,**
- **és az eredmény kivitelére**

**van szükség.**

# A PLC-k SPECIÁLIS BEMENETI EGYSÉGEI



**A programozható vezérlő három fő egysége**

# **A PLC-K SPECIÁLIS KIMENETI EGYSÉGEI**

# A PLC-k SPECIÁLIS KIMENETI EGYSÉGEI

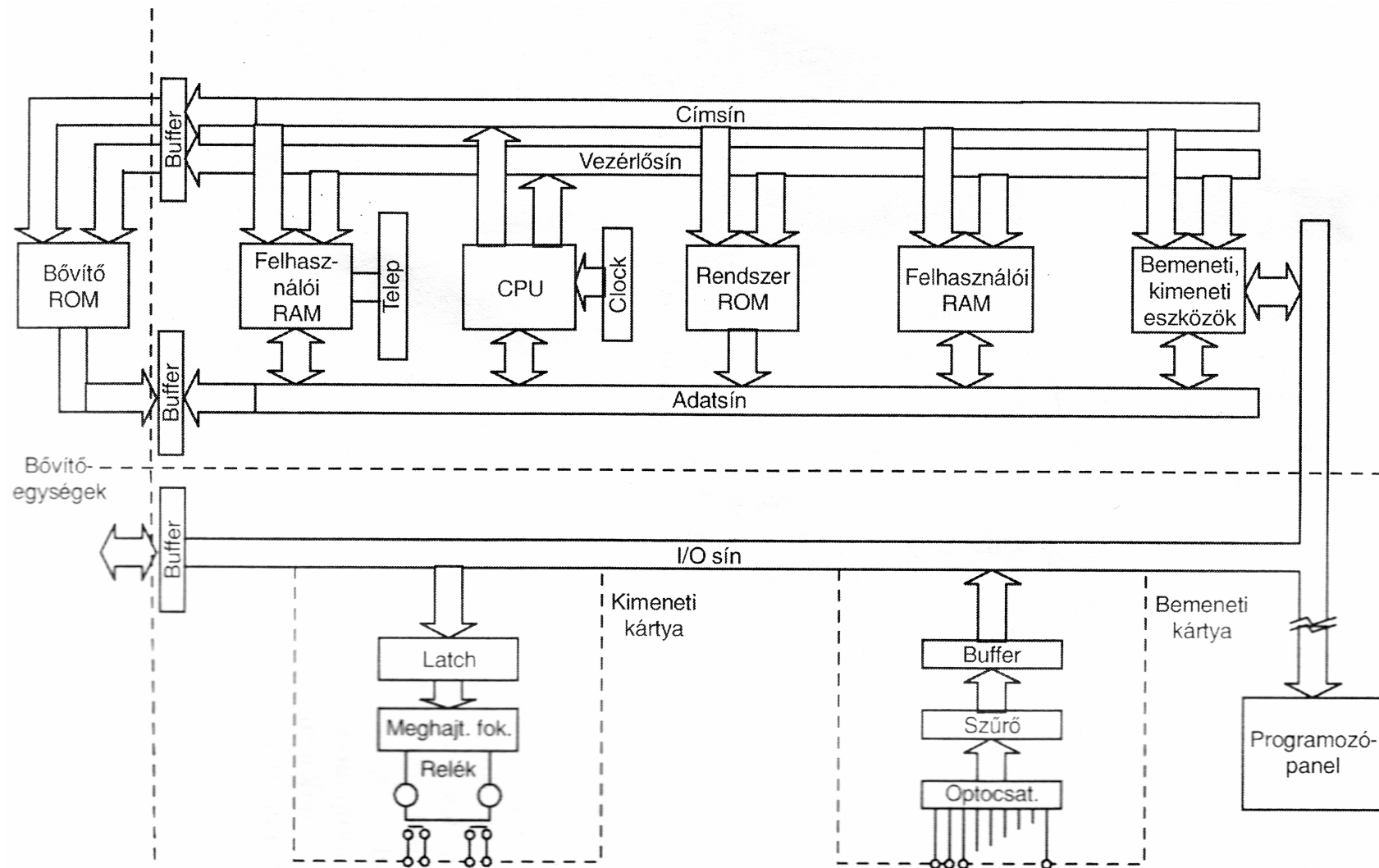
---

**A bemeneti, illetve kimeneti vonalak kezelésére négyféle módszer terjedt el:**

- a bemeneti/kimeneti eszközök a processzor **párhuzamos periféria-illesztőin** keresztül kapcsolódnak a cím-, adat- és vezérlősínre;
- a bemeneti/kimeneti vonalak kezelésére **egy külön I/O sít** állítanak elő kifejezetten az I/O kezelésére, tekintettel a moduláris felépítés be/ki vonalainak nagy számára, a terhelési viszonyaira;
- **távoli I/O** kezelés;
- **terepi, soros jellegű buszrendszer szervezésű I/O** kezelés.



# A PLC-k SPECIÁLIS KIMENETI EGYSÉGEI



**Egy mikroprocesszor alapú PLC általános sémája**