

# Mikroelektromechanikai rendszerek

## Szenzorok és aktuátorok alapjai.



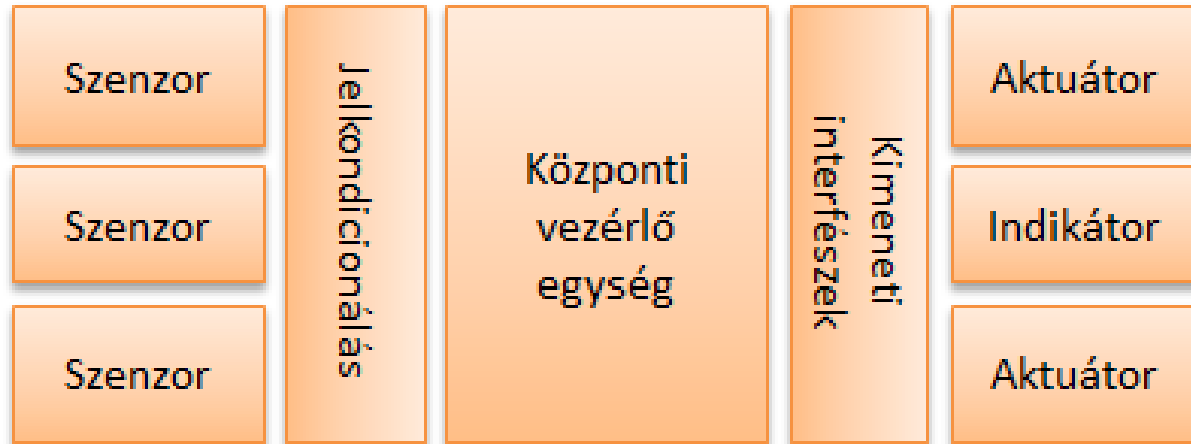
Oktató: Kajdocsi László  
Iroda: Informatika Tanszék, A602  
Email: [kajdocsi.laszlo@sze.hu](mailto:kajdocsi.laszlo@sze.hu)

Oktató: Tüű-Szabó Boldizsár  
Iroda: Informatika Tanszék, B606/A  
Email: [tuu.szabo.boldizsar@sze.hu](mailto:tuu.szabo.boldizsar@sze.hu)



# Mik a beágyazott rendszerek?

- Adott feladatot ellátó kis számítógépek
- Cél-specifikus tervezés
- Néhány, előre meghatározott feladatot képes ellátni



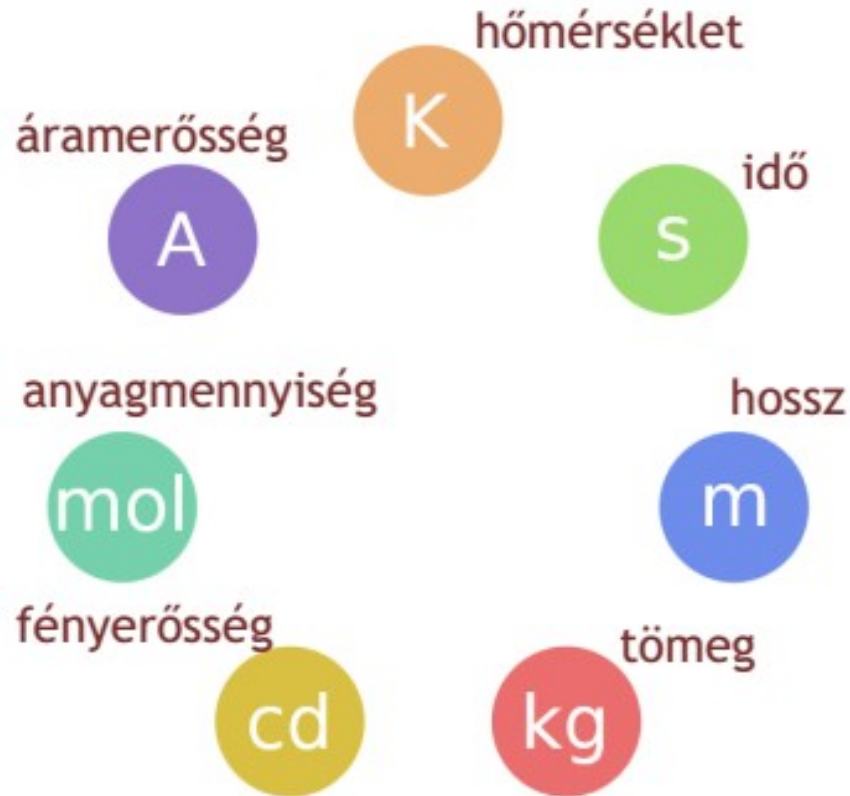
# Mi az a szenzor?

- A szenzorok olyan mérőegységek, vagy jelátalakítók, amelyek valamilyen – általában – nem villamos mennyiséget, villamos jellé alakítanak át (egyes esetekben pneumatikussá).
- A szenzorok lehetnek fizikailag jelenlévő mérési érték felvevők, vagy tisztán szoftver szenzorok (ún. figyelők).
- A szenzorok a bemeneti változókat az információ feldolgozóhoz továbbítják, amely azután meghatározza a szükséges aktuátor beavatkozásokat.

# Metrológia

- A metrológia tudománya foglalkozik a mennyiségek és mértékegységek származtatásával, a mértékegységek fizikai megvalósításával, és mérések elvi megvalósításának problémáival.
- SI mértérendszer (Le Système International d'Unités – Nemzetközi Egységrendszer, 1960)

# SI mértékegységrendszer



- Minden más csak származtatott mennyiség ill. egység!
- Pl.: Sebesség -  $\text{m/s}$   
Nyomás -  $\text{kg/m}^2$

# Szenzorok osztályozása

- **Mérendő mennyiség alapján**
- **Jel természete alapján**
- **Jel kialakításban szereplő kölcsönhatások alapján**
- **Külső energiaforrás igény alapján**

# Szenzortípusok a mérendő mennyiség alapján

Tudományág	Alcsoport	Mérési jel
<b>Mechanika</b>	Geometria	Út, Távolság, Szög, Emelkedés
	Kinematika	Sebesség, Fordulatszám, Gyorsulás, Szöggyorsulás, Lengés, Térfogat- és tömegáram
	Igénybevétel	Erő, Nyomás, Feszültség, Nyomaték, Nyúlás
	Anyagtulajdonság	Tömeg, Sűrűség, Viskozitás
	Akusztika	Hangnyomás, Hangsebesség, Frekvencia
<b>Termodinamika</b>	Hőmérséklet	Érintkezési hő, Sugárzó hő
<b>Villamos, Mágnes</b>	Villamos állapot	Feszültség, Áram, Teljesítmény, Töltés
	Paraméter	Ellenállás, Impedancia, Kapacitás, Induktivitás
	Mező	Mágneses mező, Elektromos mező
<b>Kémia és Fizika</b>	Koncentráció	pH-érték, Nedvesség, Hővezetés
	Partikuláris jel	Lebegő anyagtartalom, Portartalom
	Molekulartípus	Gáz- Folyadék- Merev test molekulák
	Optika	Intenzitás, Hullámhossz, Szín

# Szenzortípusok a jel természetete alapján

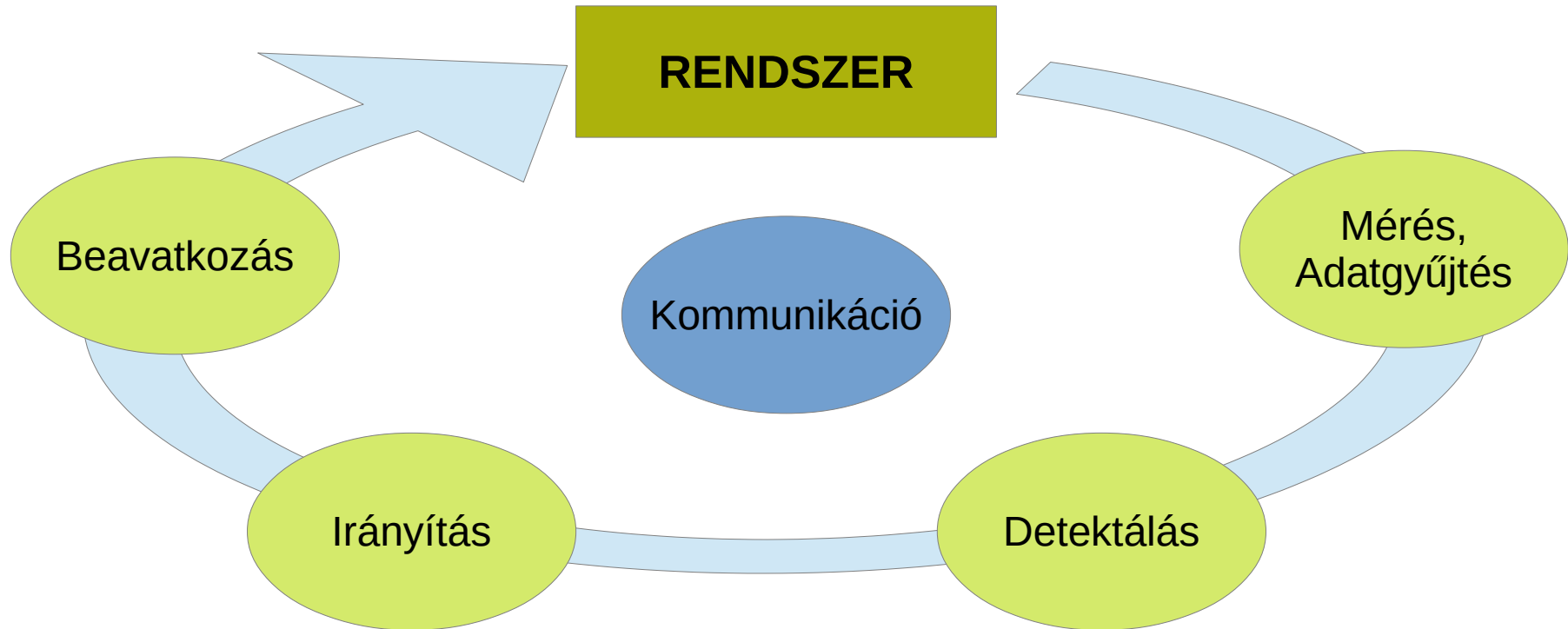
- **Elektromos jel**
- **Mágneses jel**
- **Sugárzási jel**
- **Kémiai jel**
- **Termikus jel**
- **Mechanikai jel**



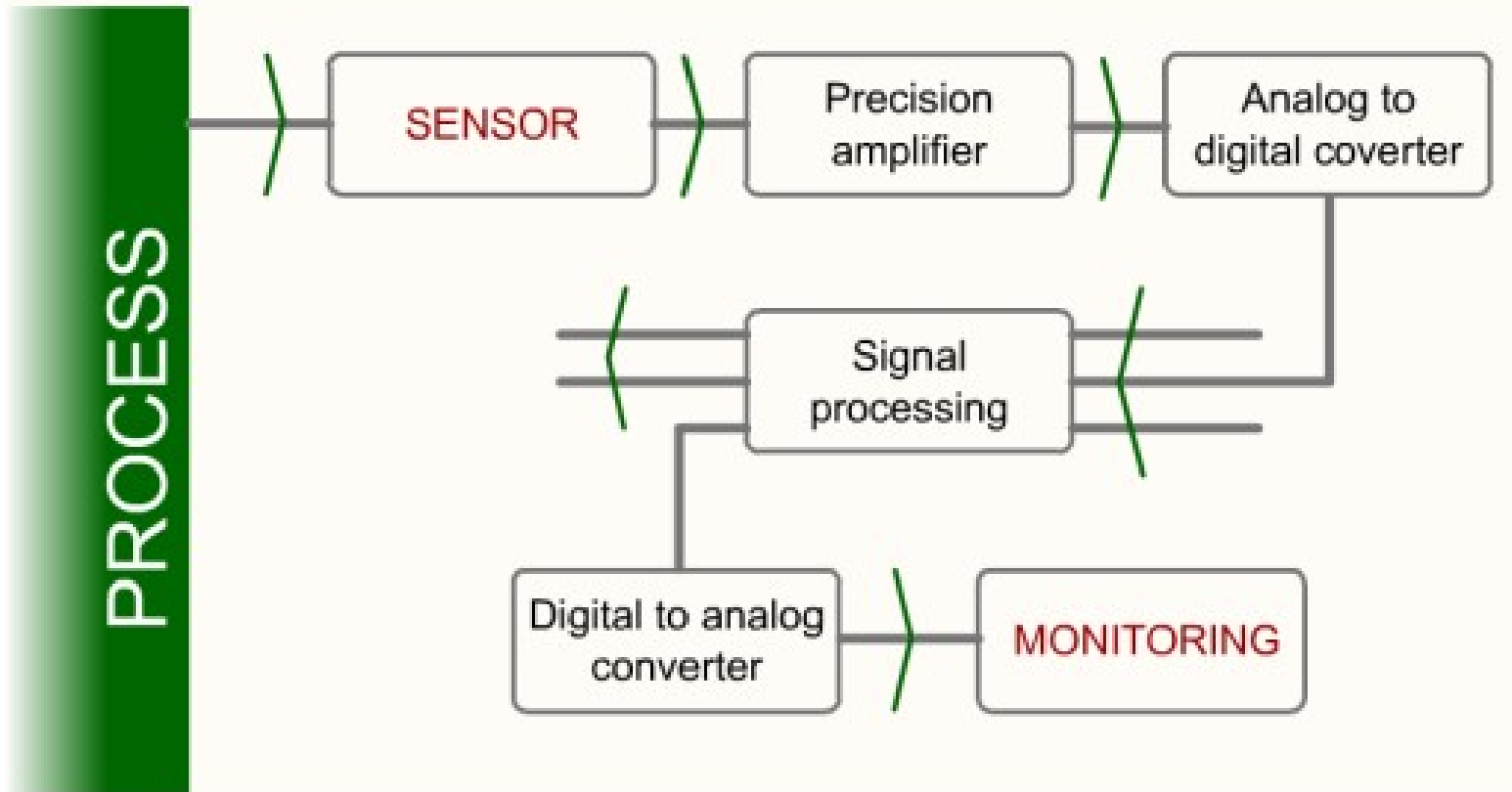
# Szenzorok a jelek kölcsönhatásai alapján

- **Fizikai szenzorok**
- **Kémiai szenzorok**
- **Bioszenzorok:** A bioérzékelők olyan érzékelők, melyek működése az élő szervezetekre jellemző specifikus reakción alapul. Pl. a véroxigén-érzékelő NEM bioszenzor, hanem egy orvosbiológiai célokra kialakított kémiai érzékelő.

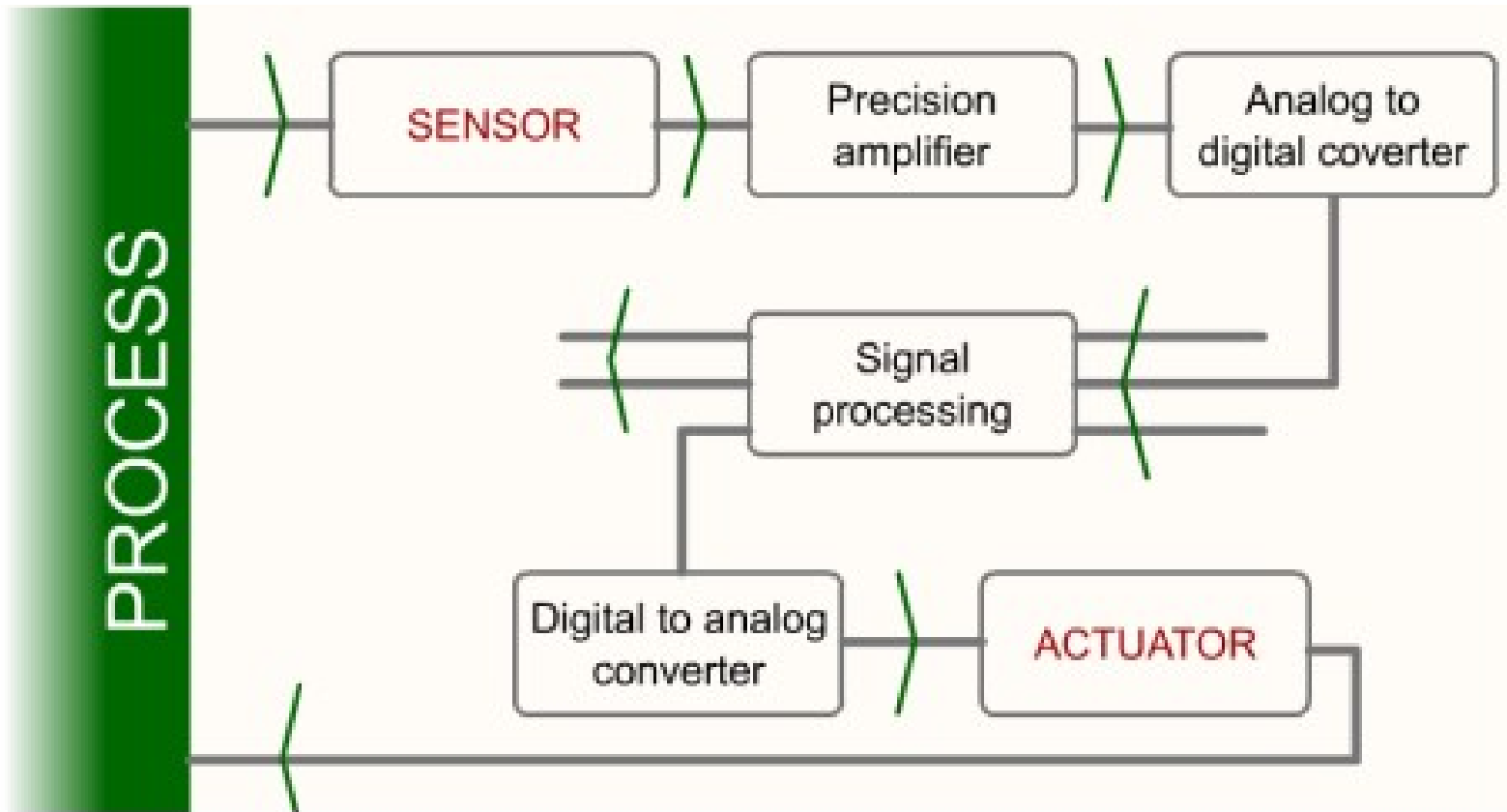
# Mire jók a szenzorok?



# Hogy néz ki egy mérőrendszer?



# Hogy néz ki egy szabályozórendszer?



# Mérőrendszerek statikus karakterisztikái

- **Pontosság**
- **Precizitás**
- **Felbontás**
- **Linearitás**
- **Érzékenység**
- **Stabilitás**
- **Ismételhetőség**
- **Hiszterézis**

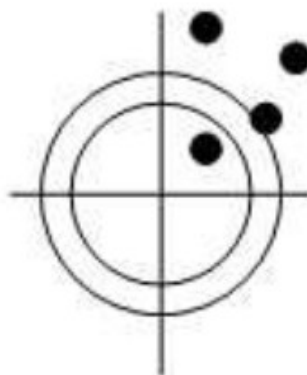
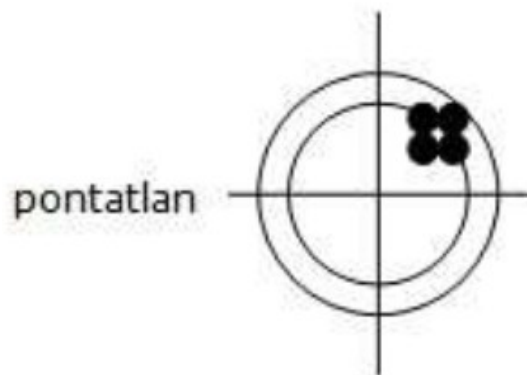
# Pontosság

- A mérőeszköz pontossága a mérőeszköznek az a tulajdonsága, hogy a mérendő mennyiség valódi értékéhez közeli értékmutatást vagy választ szolgáltat.
- Általában a pontos értéket nem ismerjük, így konvencionális valódi, vagyis gyakran megegyezés alapján elfogadott értéket használjuk.

# Precizitás

- **A mérőeszköz precizitása a mérőeszköz azon tulajdonsága, hogy egymáshoz közeli értékeket mutasson.**
- **A precizitás legjobb mutatója a szórás.**
- **A szórás statisztikai mértékmutatója a mérés megismételhetőségének.**

# Pontosság és precizitás



precíz

nem precíz

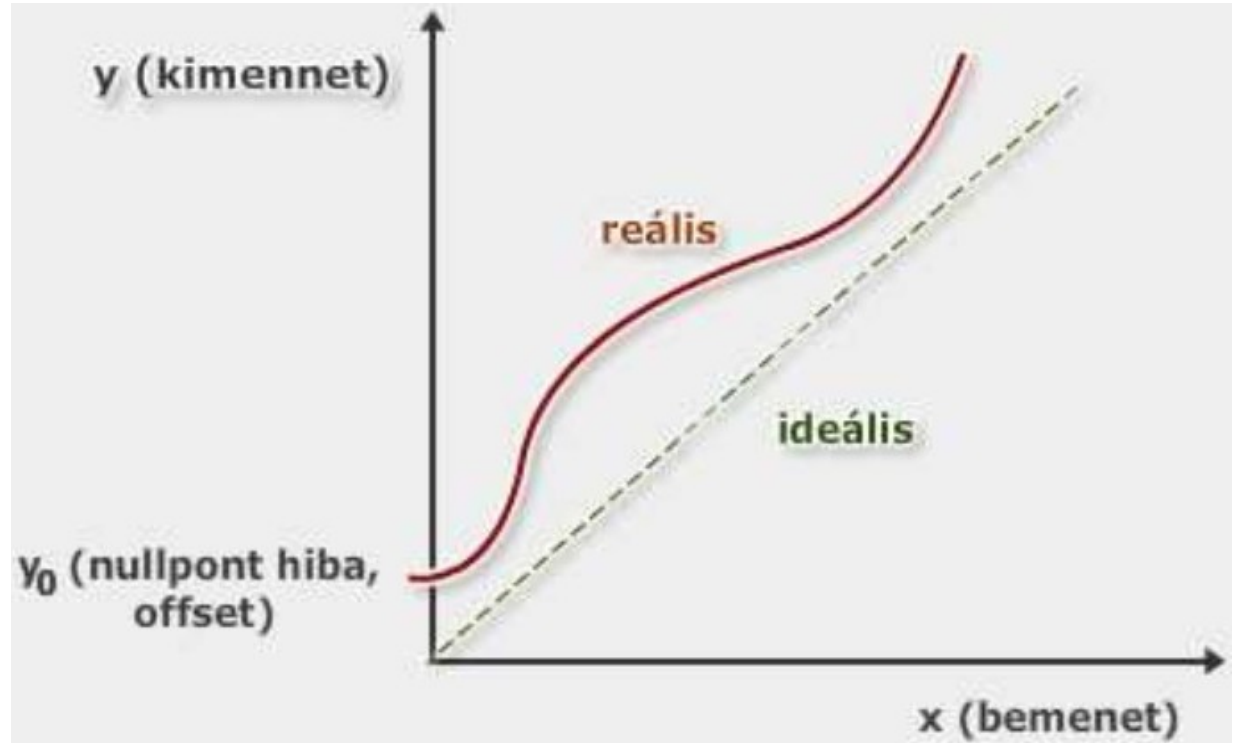


# Felbontás

- **A felbontóképesség a mérőeszköz azon tulajdonsága, hogy meg tud egymáshoz közeli értékeket különböztetni.**
- **Analóg műszer esetén a legkisebb skálabeosztás a felbontóképesség.**
- **Digitális műszerek esetén ez a legkisebb tizedesjegyű érték.**

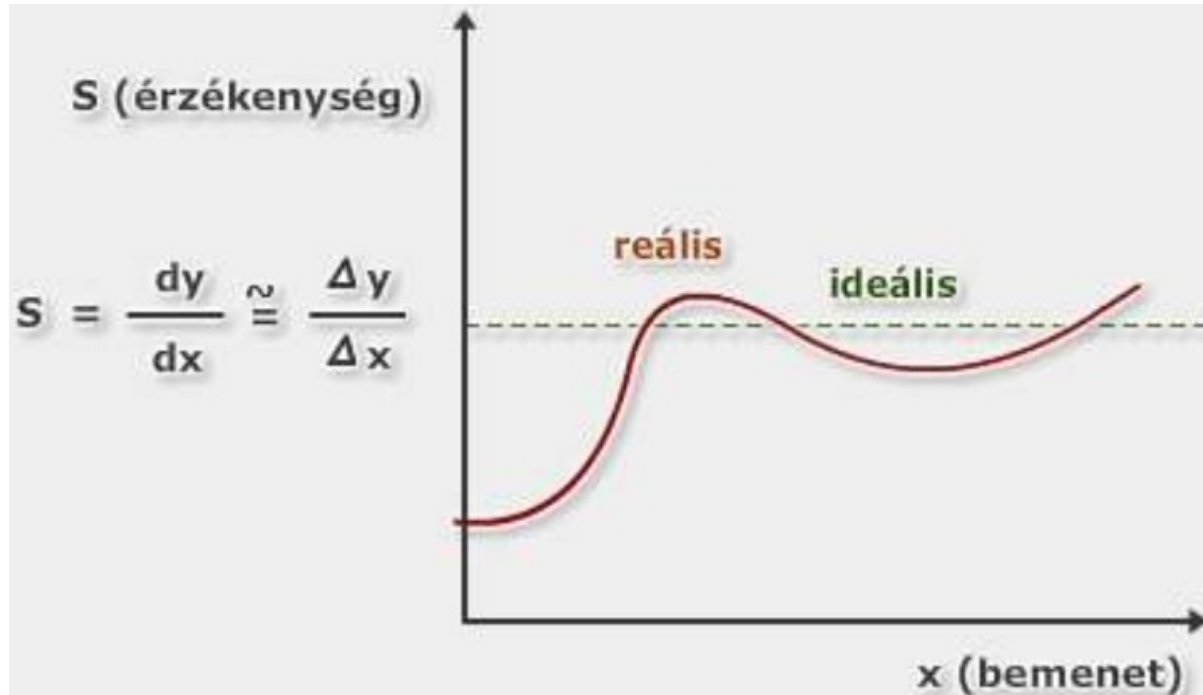
# Linearitás

A mérőműszer azon tulajdonsága, hogy a válaszfüggvényt a bemeneti jel lineáris funkcióját generálja.



# Érzékenység

- A mérőeszköz kimenőjelének megváltozása osztva a bemenőjel megfelelő megváltozásával.



# Stabilitás

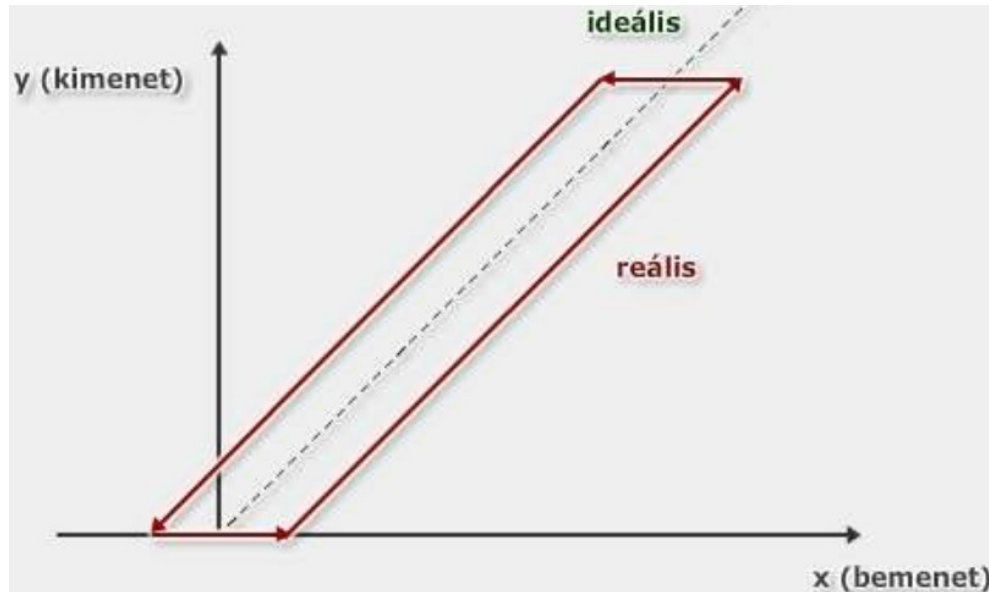
- A mérőeszköznek az a képessége, hogy metrológiai jellemzőit időben folyamatosan megőrzi.
- A berendezés stabilitása definiálható különböző változások függvényében, de mindenek előtt az időbeni változásokra vonatkozik. Léteznek hosszútávú és rövidtávú stabilitási hibák.

# Ismételhetőség

- A mérőeszköznek az a képessége, hogy azonos mérendő mennyiséget azonos feltételek között ismételten megmérve egymáshoz közeli értékmutatásokat ad.
- A megismételhetőségi hibát a válaszfüggvény maximális és minimális értéke közötti különbségként definiáljuk, ugyanannak a bemenőjelnek, legalább ötszöri, egymásutáni alkalmazásakor.

# Hiszterézis

- A mérőeszköz hiszterézise olyan tulajdonság, hogy a bemenőjelre adott válaszfüggvény függ az előző bemenőjelek sorrendjétől.



# Mérőrendszerek dinamikus karakterisztikái

- A dinamikus mérések esetében a kimenetet nem a bemenet függvényében, hanem az időtarto-mányban vizsgáljuk, hiszen éppen az a kérdés, hogy a szenzor milyen gyorsan reagál a bemenet változásaira.
- A műszer modellje, azaz a matematikai kifejezés, amely összeköti a bemenetet a kimenettel, közelíthető a bemenőjel differenciálhányadosainak lineáris kombinációjával.

$$\sum_{i=1}^n a_i \frac{d^i y}{dt^i} = b_0 x$$

# Aktuátorok

- Az aktuátorok a vezérlőrendszerek végrehajtó vagy beavatkozó szervei.
- Feladatuk, hogy a vezérlő algoritmus kimenő jeleit konkrét tevékenységgé alakítsák át.
- Az információt, illetve a vezérlőrendszer döntését az aktuátor egy digitális kód alakjában kapja, amit fizikai jellé kell átalakítani.



# Aktuátorok csoportosítása

- **Mechanikai aktuátorok: fogaskerekek, szíjhajtások, orsók**
- **Fluid-mechanikai aktuátorok: szelepek, kompresszorok, pneumatikus motorok**
- **Villamos aktuátorok: szinkron, aszinkron, egyenáramú, léptető motorok**

# A mechanikus aktuátorok típusai

- **Forgó-forgó**
- **Forgó-haladó**
- **Haladó-forgó**
- **Haladó-haladó**



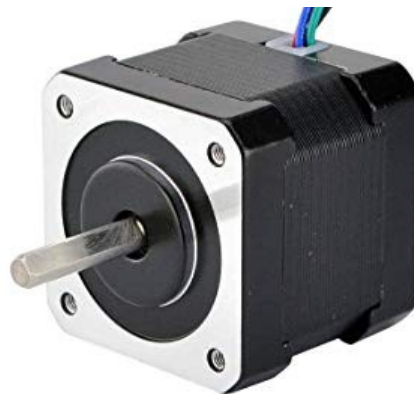
# Fluidmechanikai aktuátorok fajtái

- **Pneumatikus:** az 1 bar-ig terjedő nyomást vezérlési feladatokhoz, a 6-10 bar nyomást aktuátorok működtetésére használják. A pneumatikus körfolyamok nyitottak.
- **Hidraulikus:** az aktuátorokat kis (30-60 bar), közepes (160 bar-ig) és nagy (420 bar-ig) nyomással működtetik. A hidraulikus körfolyamokban a munkaközeg (a folyadék) zárt körforgást végez.

# Villamos aktuátorok fajtái

**Általában motorok:**

- Szinkron
- Aszinkron
- Egyenáramú
- Léptető, stb.



# Villamos aktuátorok áramkörei

**Az aktuátorokat tartalmazó áramkörök rendszerint a következő jellegzetes elemek csoportjaiból állnak:**

- **Betáplálólóhálózat vagy áramforrás**
- **Biztosítékok**
- **Védőelemek**
- **Vezérlőelemek (ki-és bekapcsolás)**
- **Energiaátalakítók (feszültségváltók, frekveciaváltók)**
- **Különböző szűrő és fojtóelemek (zavarelhárítás)**
- **Végrehajtóelemek**



**SZÉCHENYI  
EGYETEM**  
UNIVERSITY OF GYŐR



**Köszönöm a figyelmet!**