

Mérési struktúrák

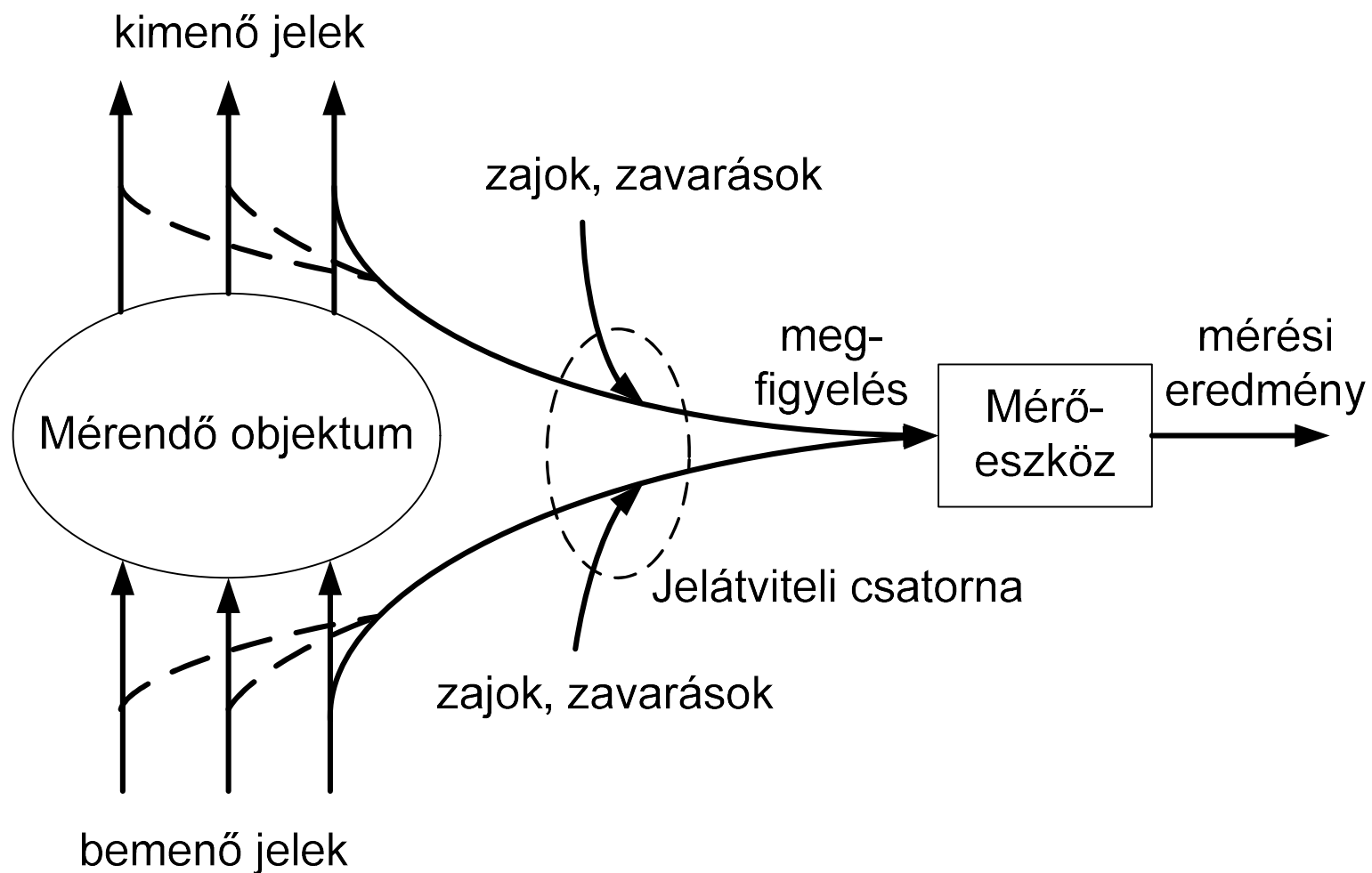
Gerzson Miklós

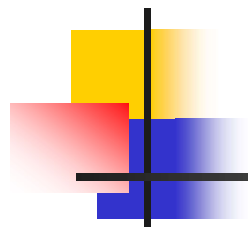
Pannon Egyetem, Villamosmérnöki és Információs
Rendszerek Tanszék

2019/2020 II. félév

- A mérés művelete:
 - a mérendő jellemző és a szimbólum halmaz közötti leképezés megvalósítása –
jel- és rendszerelméleti aspektus
 - mérési folyamat: a leképezést megvalósító rendszer
 - skálainformáció konstruálása –
metrológiai aspektus

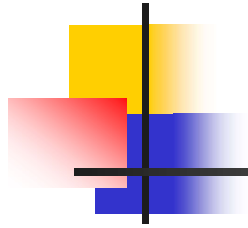
Mérés jel- és rendszerelméleti modellje





Mérési struktúrák

- A mérés jel- és rendszerelméleti modellje
 - mérendő objektum
 - a mérést magában foglaló modellezés tárgya
 - kimenő/bemenő jelei hordozzák az információt
 - mérőeszköz
 - kimenetén a szükséges mérési eredmény
 - bemenetén a zajjal terhelt információ
 - kölcsönhatásba kerül a mérendő objektummal
 - szelektív módon gyűjti be az információt
 - elsődleges adatfeldolgozás



Mérési folyamat komponensei (folyt.)

- jelátviteli csatorna
 - az objektum és a mérőeszköz közötti kölcsönhatás nem közvetlen
 - a megfigyelt jelekre zajok szuperponálódnak
 - ezek reprezentálására alkalmas a jelátviteli csatorna
 - ismerete a mérés tervezése szempontjából lényeges

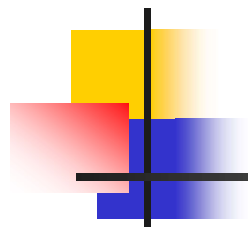
- mérőeszköz által megvalósított jelfeldolgozás:
 - bemenete: a hasznos információt zajjal terhelve tartalmazó megfigyelés
 - kimenete: a keresett információt minél tisztább állapotban tartalmazó mérési eredmény
- mérendő jellemzőt az előzetes modell definiálja $\Rightarrow$ a mérési eljárásnak „ismernie kell” a modellt, azaz fizikailag vagy koncepcionálisan tartalmaznia kell az előzetes modellt

- legyen
 - $M(\underline{\alpha})$ az előzetes modell
 - $\underline{\alpha}$ a mérendő jellemzők vektora
 - $\mathcal{M}_{\alpha}$ az $\underline{\alpha}$ tartozó valamennyi lehetséges modell, modellosztály
 - $M(\underline{a})$ az optimális modell
- mérés célja: annak az $M(\underline{\alpha}^*) \in \mathcal{M}_{\alpha}$ modellnek a megtalálása, amelyik leginkább hasonló $M(\underline{a})$ optimális modellhez

- „megtalálása” : a mérési eljárásban fizikailag vagy koncepcionálisan meglévő modell változtatása
- $M(\underline{a})$ és $M(\underline{\alpha}^*)$ közti különbség: mérés során elvi és gyakorlati okok miatt nem érhetőek el az ideális paraméterek
- „leginkább hasonló”: hasonlósági kritérium

$$C = C[M(\underline{a}), M(\underline{\alpha})]$$

- **Optimális mérési eljárásnak** nevezzük azt a mérési eljárást, amely a modellezési feladathoz hozzárendelt $\mathcal{M}_\alpha$ modellosztályból kiválasztja a C hasonlósági kritérium minimumát biztosító $M(\underline{\alpha}^*)$ modellt, a mérendő objektum megfigyelése útján.
- Az $\underline{\alpha}^*$ paramétereket az $\underline{a}$ paraméterek optimális becslésének nevezzük.

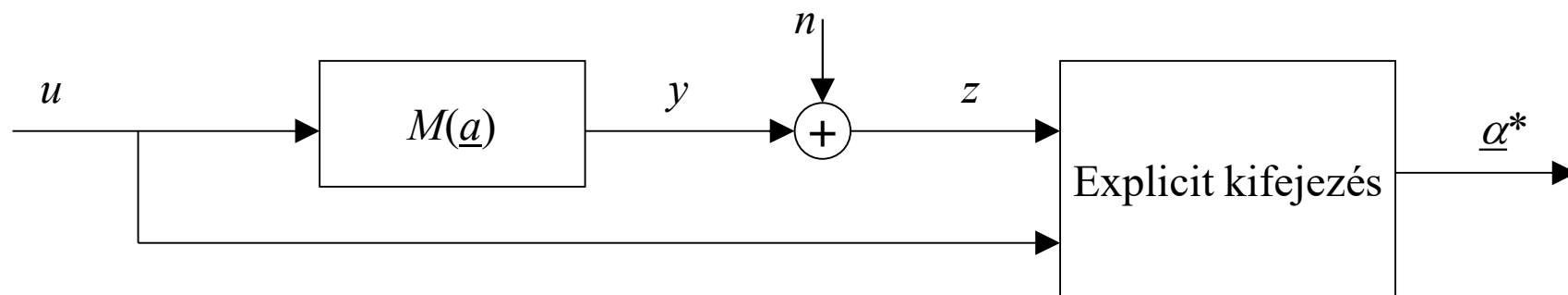


Mérési struktúrák

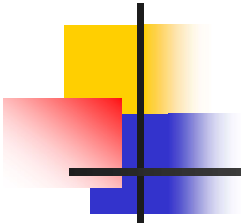
- mérési eljárások csoportosítása a mérőeszköz beépítése, az elsődleges adatfeldolgozás jellege alapján:
 - explicit
 - implicit

Explicit mérési struktúra

- explicit (nemrekurzív, közvetlen, egy lépéses)



- ahol
 - u – gerjesztés
 - y – zajmentes kimenet
 - n – zavarás
 - z – zajjal terhelt megfigyelés
 - $\underline{\alpha}^*$ – optimális megfigyelés



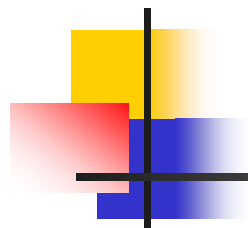
Explicit mérési struktúra

- hasonlósági kritérium: $C(z, u, \alpha)$
- a minimális hiba elérésének szükséges feltétele, hogy

$$\frac{\partial C(z, u, \alpha)}{\partial \alpha_j} = 0, \quad \underline{\alpha}^T = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m]$$

teljesüljön a modell minden α_j paraméterére

- ha ez megoldható, akkor a mérési eredményt egy explicit formula adja meg
- mérés menete: elvégezzük a szükséges számú mérést, majd ezeket egy lépésben kiértékelve megkapjuk a mérési eredményt

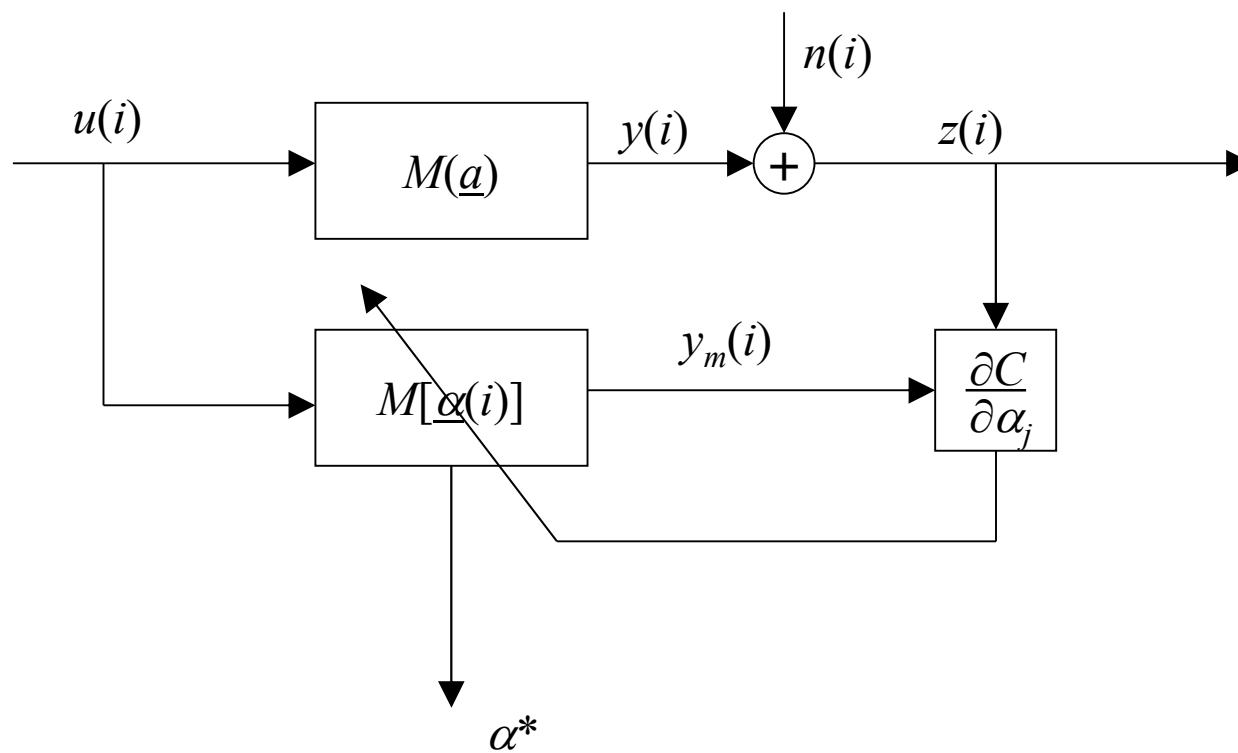


Explicit mérési struktúra

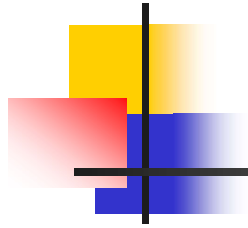
- informatikai szempontból:
 - nagy mennyiségű adat
 - nincs (?!) időkorlát

Implicit mérési struktúra

- implicit (rekurzív, iteratív, modelljavító)



(i) az i -dik lépésre/mérési ciklusra utal

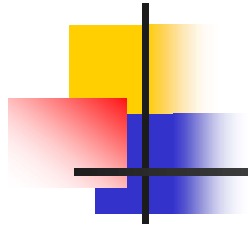


Implicit mérési struktúra

- hasonlósági kritérium: $C(z, u, \alpha)$
- a minimális hiba elérésének szükséges feltétele, hogy

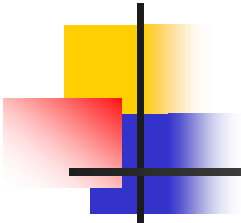
$$\frac{\partial C(z, u, \alpha)}{\partial \alpha_j} \rightarrow 0, \quad \underline{\alpha}^T = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m]$$

teljesüljön a modell minden α_j paraméterére azaz minden új megfigyeléshez származtat egy új mérési eredményt úgy, hogy a korábbi eredményt az új megfigyelés valamilyen függvényével korrigálja



Implicit mérési struktúra

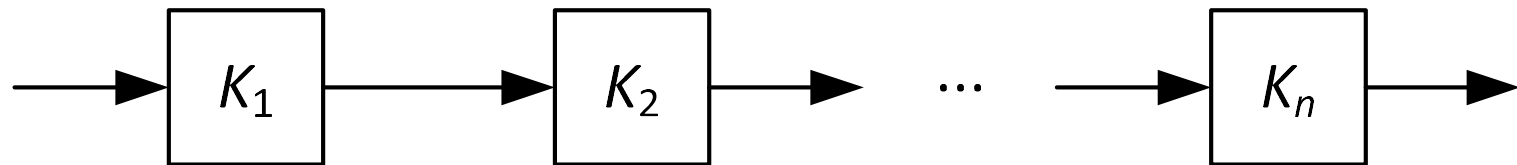
- mérés menete: a hasonlósági kritérium lépésenkénti kiértékelése, és ennek alapján a modell paramétereinek változtatása a mérendő objektum és a beépített modell egyre nagyobb hasonlósága érdekében
- informatikai szempontból:
 - kevés adat
 - szoros időkorlát



Mérőeszközök struktúrája

- A mérőeszközök számos jelátalakítót tartalmazhatnak különböző elrendezésben
- A struktúra határozza meg az eredő átviteli tényezőt (erősítést), az átviteli hibák halmozódását, különböző zavarásokra való reagálást, érzékenységet.
- Alapstruktúrák:
 - láncstruktúra
 - párhuzamos struktúra
 - körstruktúra

- Láncstruktúra



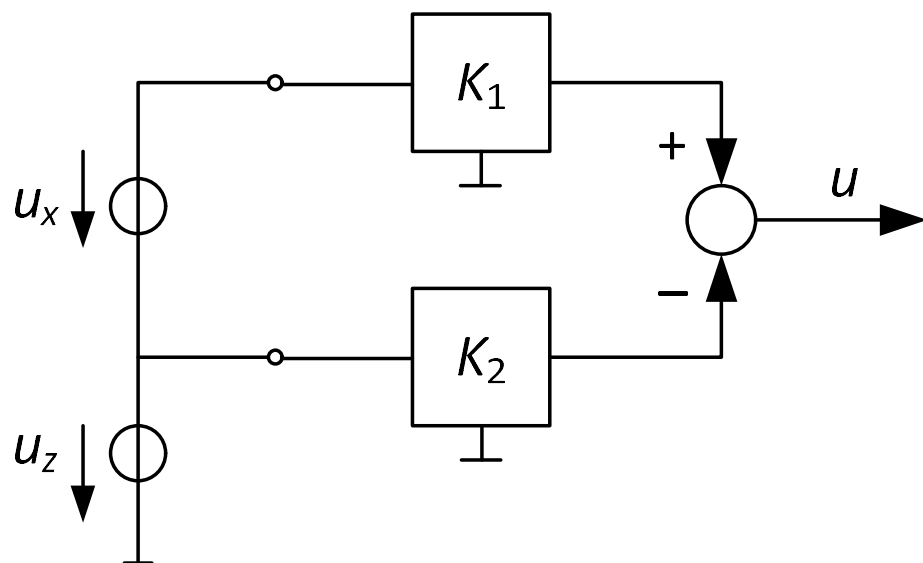
- Eredő átviteli tényező $K = \prod K_i$
- Hibahalmazódás jelentős lehet, mivel a relatív hibák összegződnek:

$$\frac{\Delta K}{K} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta K_i}{K_i}$$

- A zavar hatása annál nagyobb, minél közelebb van a bemenethez (ha $K_i > 1$)

Mérőeszközök struktúrája

- Párhuzamos struktúra:
két, egymástól elválaszthatatlan jel közül az egyiket (u_x) kell mérni, a másik a zavar (u_z)



$$u = K_1(u_x + u_z) - K_2u_z$$

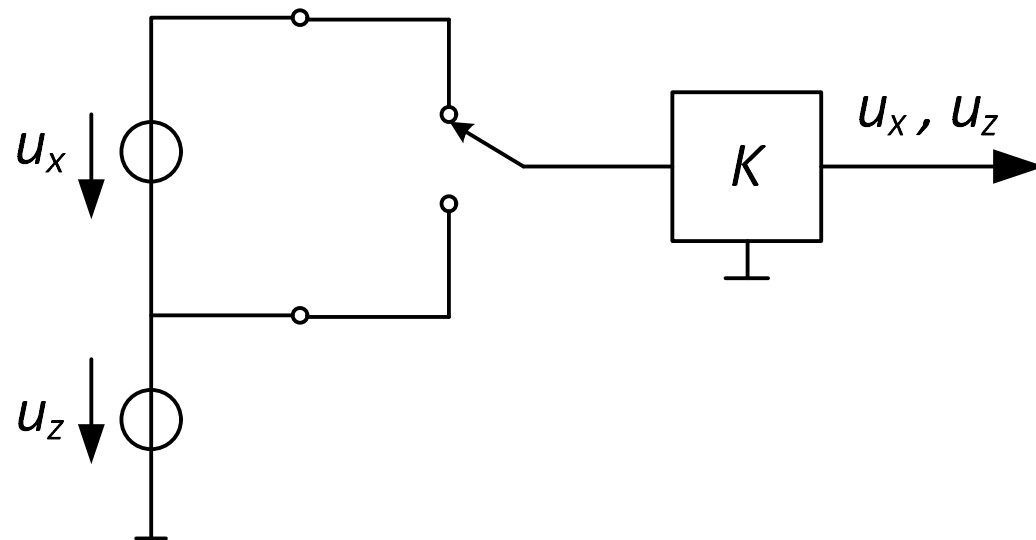
$$\text{ha } K_1 = K_2 = K$$

$$\text{akkor } u = Ku_x$$

u_x – lebegő feszültségforrás

u_z – zavarás

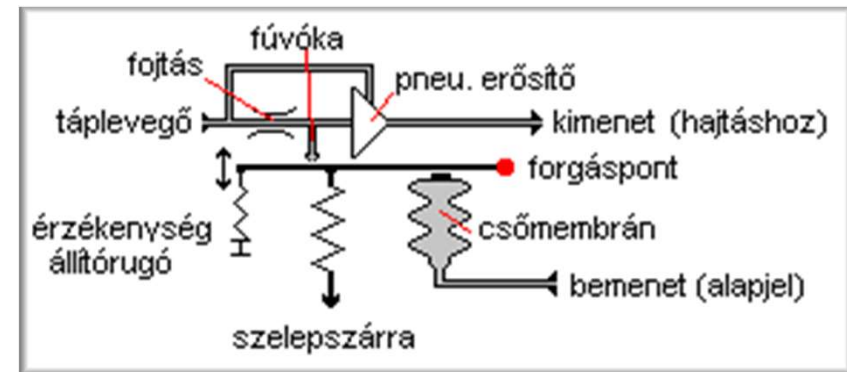
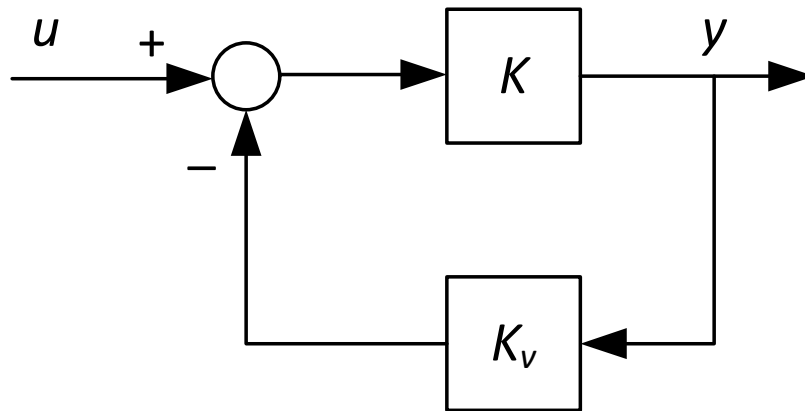
- Párhuzamos struktúra időben soros megvalósítással:



- előny: ugyanaz a műszer
- hátrány: részeredményeket tárolni kell, K ne változzon, mérés legyen gyorsabb, mint a jelváltozása

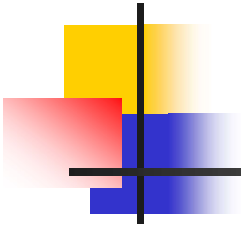
Mérőeszközök struktúrája

- Körstruktúra: negatív visszacsatolással segíti pl. a szelep pontosabb beállítását (pozícionáló)



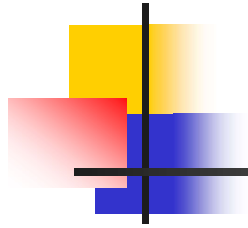
$$y = K(u - K_v y) \quad K_e = \frac{K}{1 + K K_v} \cong \frac{1}{K_v} \quad (K K_v \gg 1)$$

- az eredő átviteli tényező nem függ a K erősítési tényezőtől, így annak hibái hatástalanok
- kombinálható a láncstruktúrával



Mérési módszerek csoportosítása

- etalon jelenléte szerint
 - etalon: Mérték, mérőeszköz, anyagminta vagy mérőrendszer, melynek az a rendeltetése, hogy egy mennyiség egységét, illetve egy vagy több ismert értékét definiálja, megvalósítsa, fenntartsa vagy reprodukálja és referenciaként szolgáljon.
- példák:
 - 1 kg-os tömegetalon;
 - 100 Ω -os normállenállás;
 - etalon ampermérő;
 - cézium frekvencia etalon;
 - standard hidrogén elektród;
 - bizonylatolt koncentrációjú, emberi szérumban oldott kortizont tartalmazó anyagminta.



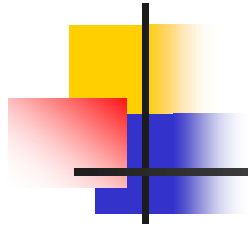
Mérési módszerek csoportosítása

1. közvetlen összehasonlítás

- fizikailag azonos természetű etalon van jelen
- előny: pontos mérés
- hátrány: hosszadalmas eljárás, nem minden esetben megvalósítható

2. közvetett összehasonlítás

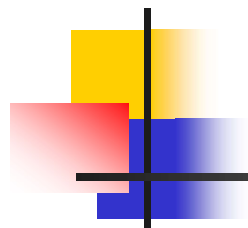
- etalon nincs jelen, mérés átalakítás alapján
- előny: gyors, széleskörű alkalmazhatóság
- hátrány: kevésbé pontos
- kalibráláskor az etalonra szükség van



Mérési módszerek csoportosítása

3. Differencia módszer

- A közvetett és a közvetlen módszerek előnyeinek egyesítése
- pontosabb, mint a közvetett
- gyorsabb, mint a közvetlen
- pontosság feltétele: a segédskáláról leolvasott mennyiség jóval kisebb legyen, mint az etalon alapján meghatározott mennyiség



Mérési módszerek csoportosítása

- a mérési eredmény megjelenési formája szerint

1. analóg mérőeszköz

- kimenetén a mért értékkel arányos analóg jel jelenik meg
- nincs információveszteség

2. digitális mérőeszköz

- a folytonos jelhez tartományokként egy-egy számot rendelünk
- elvileg van információveszteség
- jobban illeszkedik a számítógépes feldolgozáshoz