

Bevezetés a mérés technikába és jelfeldolgozásba

2. előadás

- i) Mérési alapelvek
- ii) Effektív érték
- iii) Labview

Cserey György
2024. 03. 11.

A mérés technika alapelvei

- **Mérés = összehasonlítás**
- Minden mérésnek bizonytalansága van!
- A mérés megzavarja a vizsgált jelenséget! A mérendő és mérő illesztése.
- Hitelesítés

Mérés = összehasonlítás

- **A mérés célja:** egy mennyiség értékét célszerű pontossággal meghatározni
- **A mérés feladata:** a mérendő mennyiséget egyezményes **etalonnal** összehasonlítsa
- Az etalon nincs mindig jelen! Lehet közvetetten is mérni egy használati mérőeszközzel (amelyet **leszármaztatás** útján etalonnal hitelesítettek).

Az etalon definíciója

Az etalon mérték, mérőeszköz, anyagminta vagy mérőrendszer, amelynek az a rendeltetése, hogy egy mérhető mennyiség egységét, illetve egy vagy több ismert értékét definiálja, megvalósítsa, fenntartsa vagy újraelőállítsa és referenciaként szolgáljon. A rendszeresen mértékek, mérőeszközök vagy anyagminták kalibrálására vagy ellenőrzésére szolgáló etalonokat használati etalonoknak nevezik.

Leszármaztatás

A leszármaztatás (vagy átszármaztatás) az országos etalontól a használati mérőeszközökig húzódó mérések megszakítatlan láncolatának elvégzése, melyek célja a **mértékegység átvitele a legpontosabb mérőeszközökről (az etalonokról) a kisebb pontosságú mérőeszközökre**, minél kisebb mértékű és feltétlenül ismert nagyságú pontosságveszteség mellett. A leszármaztatás biztosítja a mérési eredmények visszavezethetőségét. A leszármaztatási lánc (vagy visszavezethetőségi lánc) felsőbb szakaszai általában a **mérésügyi szerveknél**, alsóbb szakaszai különféle laboratóriumokban valósíthatók meg.

A leszármaztatás vertikális rendszere



Modell és modellezés

- Modell = a vizsgált jelenségre vonatkozó ismereteink formális kifejezése (funkcionális, fizikai, matematikai).
- A modell jellemzője a jósága - hibája.
- **A szükséges modell:** tovább nem egyszerűsíthető, mert a hiba megengedhetetlen.
- **Elégséges modell:** bonyolultabb modell felesleges költségeket okoz.
- Mérés megtervezése = **optimális modell** kiválasztása.

A mérés technika alapelvei, alfogalmak

- Mérés = összehasonlítás
- Minden mérésnek bizonytalansága van!
- A mérés megzavarja a vizsgált jelenséget! A mérendő és mérő illesztése.
- Hitelesítés

Minden mérésnek bizonytalansága van!

- A mérési bizonytalanság becslése – metrológia

$$X_T - \Delta X \leq X \leq X_T + \Delta X \quad \Pr(X_0 - u \leq X \leq X_0 + u) = 1 - \alpha$$

- Komponensei:

- Korrigálható hiba
- Véletlen bizonytalanság
- Pontatlan mérőeszköz illetve a mérési módszer bizonytalansága
- A vizsgált jelenség tökéletlen modellje okozta bizonytalanság
- Mérési tévedés (validációval javítható) → megbízhatóság?

- ISO: „Guide to the expression of uncertainty in measurement” – 1993

A mérési bizonytalanságok eredete

B-típusú hiba (Rendszeres hiba vagy rendszerhiba)

- csak egy értéke lehet,
- ez az érték meghatározható,
- ezért korrigálni lehet,
- a rendszerhiba egyik fajtája a műszerhiba (hitelesítéssel javítható)
- a rendszerhiba másik fajtája a módszerhiba vagy modellhiba (nem alkalmas műszer vagy a mérés megzavarja a mérendő objektumot)

A-típusú hiba (Véletlen hiba)

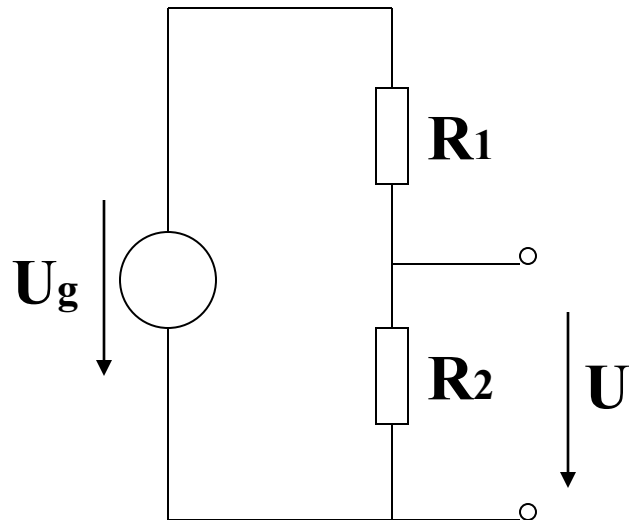
- leolvasás hibája
- mérési körülmények változása (hőmérséklet, hálózati feszültség, légnyomás ingadozása)
- zaj, külső zavaró jel

A mérés technika alapelvei, alapfogalmai

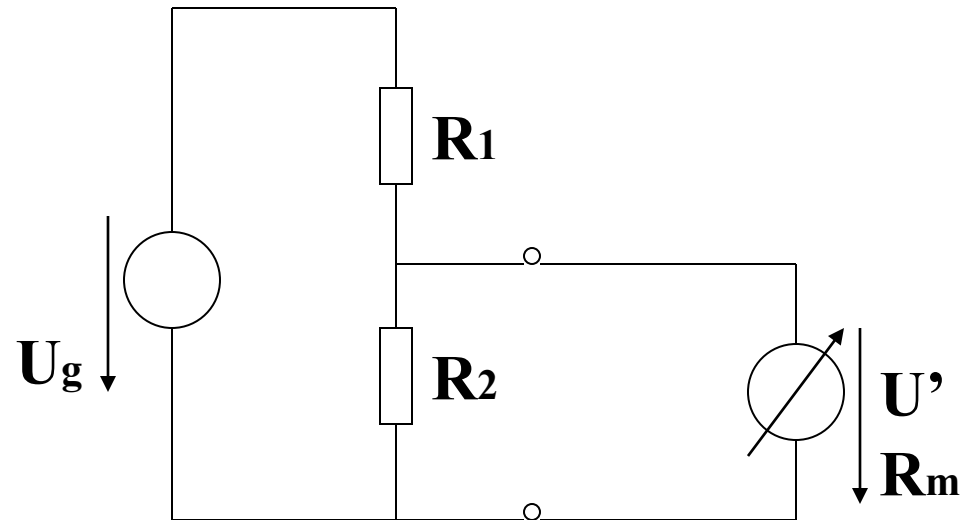
- Mérés = összehasonlítás
- Minden mérésnek bizonytalansága van!
- A mérés megzavarja a vizsgált jelenséget! A mérendő és mérő illesztése.
- Hitelesítés

A mérés megzavarja a vizsgált jelenséget! A mérendő és mérő illesztése.

Példa: feszültség mérése valóságos voltmérővel



$$U = U_g \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



$$U' = U_g \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_1 \frac{R_2}{R_m}}$$

A mérés technika alapelvei, alapfogalmai

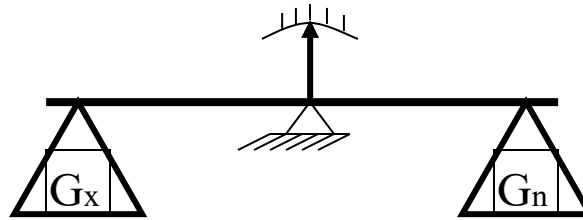
- Mérés = összehasonlítás
- Minden mérésnek bizonytalansága van!
- A mérés megzavarja a vizsgált jelenséget! A mérendő és mérő illesztése.
- Hitelesítés

Általános mérési módszertani elvek

- Közvetlen összehasonlítás
- Közvetett összehasonlítás
- Differencia módszer
- Helyettesítő módszer
- Felcserélési módszer
- Analóg és digitális módszer

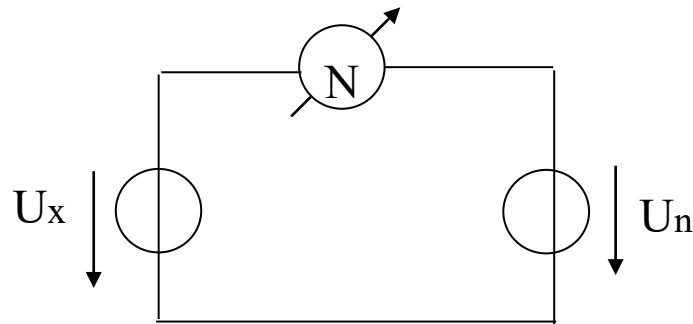
Közvetlen összehasonlítás

■ Súlymérés



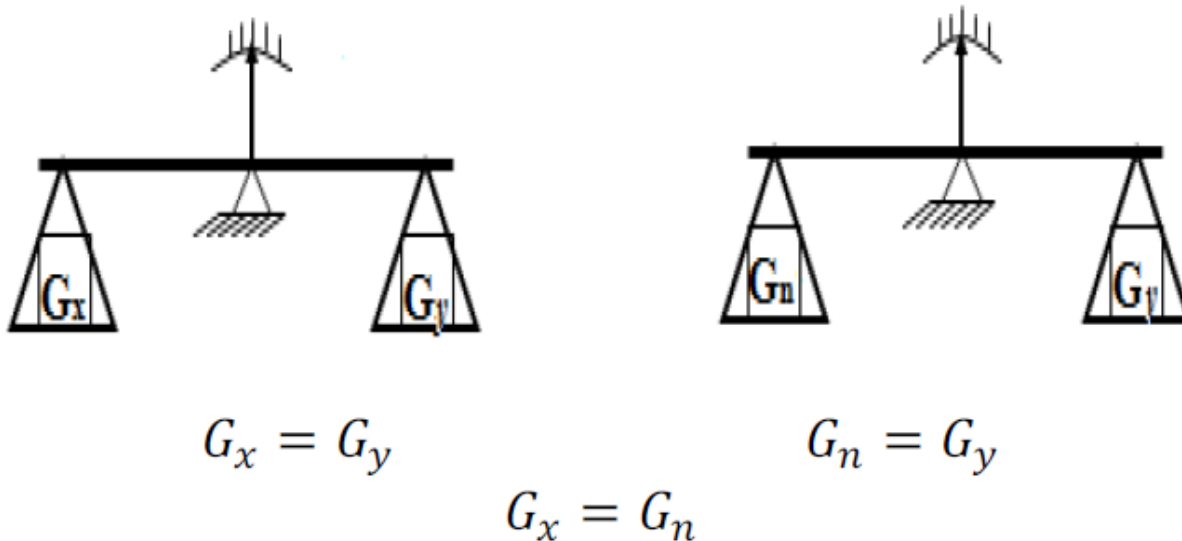
Egyensúlyi állapotban: $G_x = G_n$

■ Feszültségmérés



A nullindikátor zérus jelzésekor: $U_x = U_n$

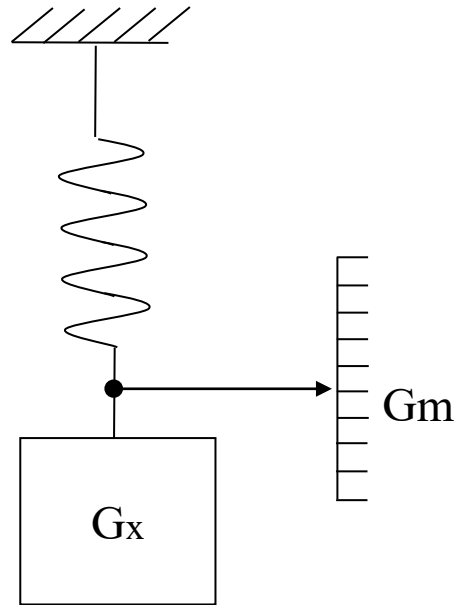
Közvetett összehasonlítás



Megjegyzés:

- Közvetett, mert méréskor az etalon nincs jelen
- Az etalonra visszavezetés - hitelesítéskor

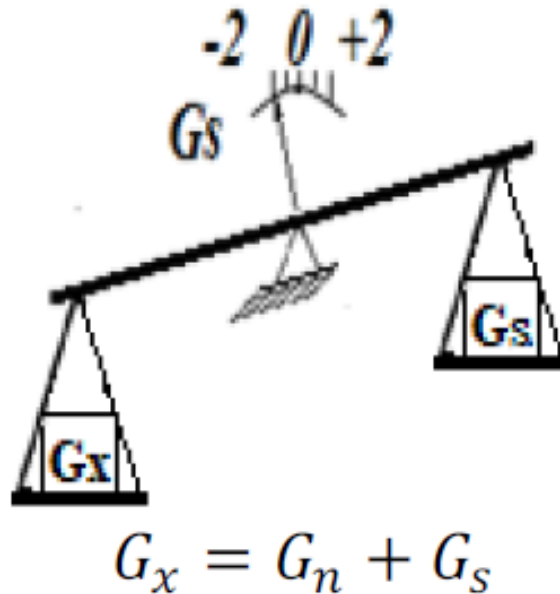
Közvetett összehasonlítás



Megjegyzés:

- Közvetett, mert méréskor az etalon nincs jelen
- Az etalonra visszavezetés - hitelesítéskor
- Pontos működés feltétele: érzékenység (rugóállandó) állandósága

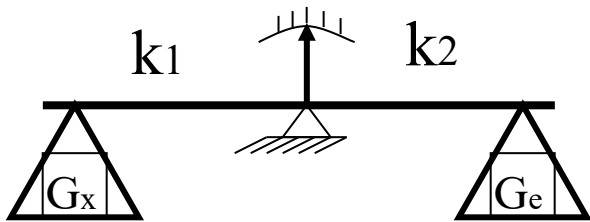
Differencia módszer



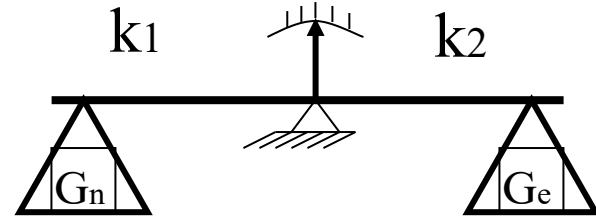
Megjegyzés:

- Nem pontos az egyezés az etalon és mérendő mennyiség között
- A különbséget hozzá kell adni az eredményhez

Helyettesítő módszer



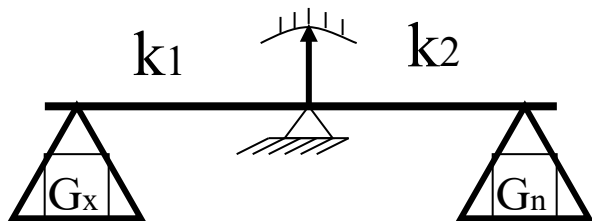
$$G_x k_1 = G_e k_2$$



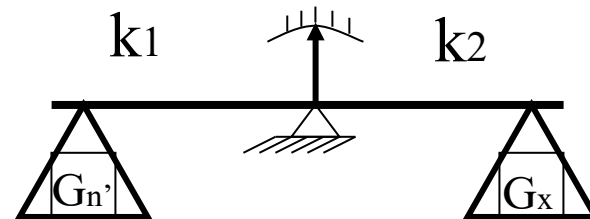
$$G_n k_1 = G_e k_2$$

$$G_x = G_n$$

Felcserélési módszer



$$G_x = G_n \frac{k_2}{k_1}$$



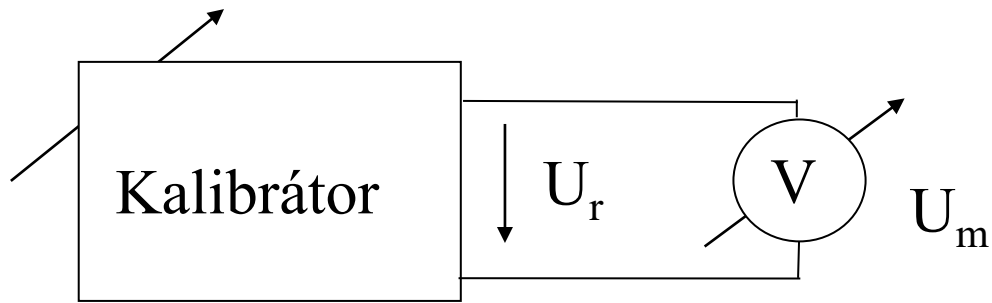
$$G_x = G_n' \frac{k_1}{k_2}$$

$$G_x = \sqrt{G_n G_n'}$$

Kalibráció

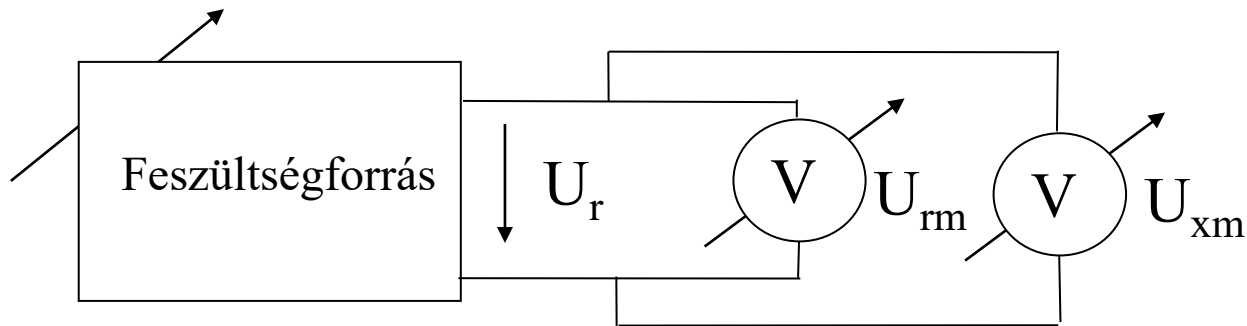
- Mérési eredmény visszavezethetősége: folytonos kalibrációs láncon keresztül egészen a nemzetközi etalonig (dokumentáltan)
- Versenypiacon létkérdés!

Direkt kalibrálás feszültségmérőnél



$$\text{Hiba} = U_m - U_r$$

Indirekt kalibrálás feszültségmérőnél



$$\text{Hiba} = U_{xm} - U_{rm}$$

Feszültségforrás követelményei:

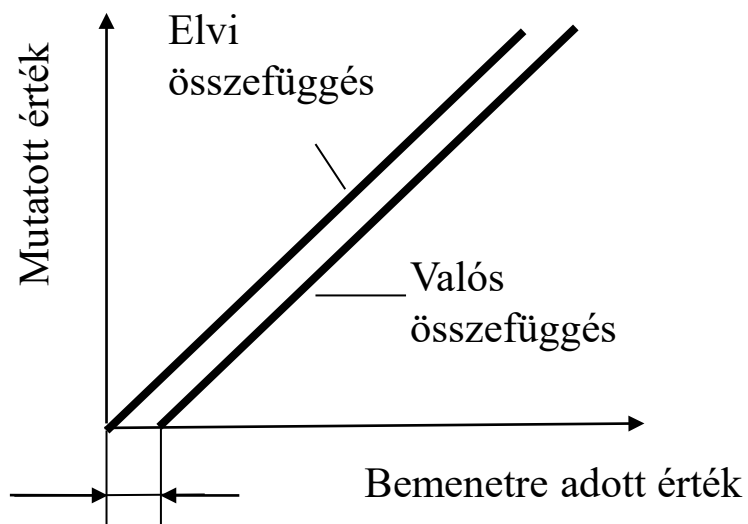
- Beállíthatóság (széles tartományban)
- stabilitás
- jeltisztaság

Önkalibrálás felcserélési módszerrel

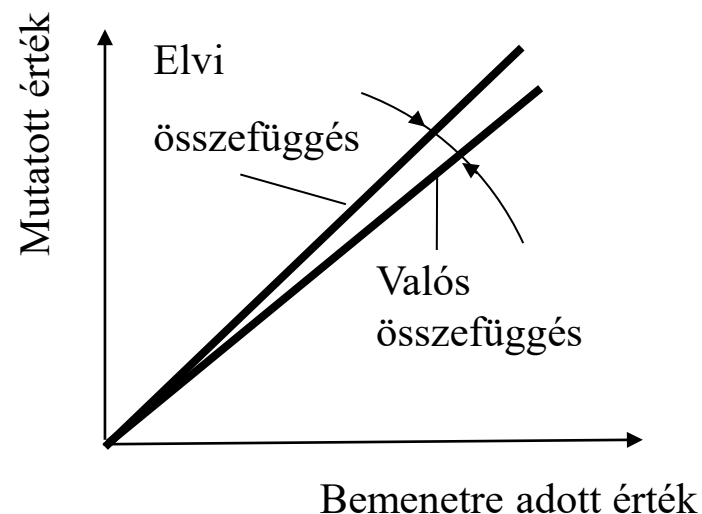
Digitális voltmérő feltételezett hibája:

- ofszet
- erősítéshiba

Nullponthiba (ofszet)

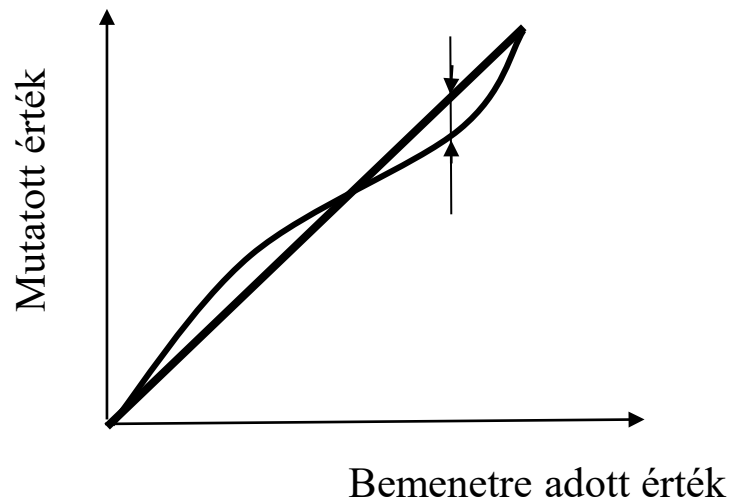


Erősítéshiba

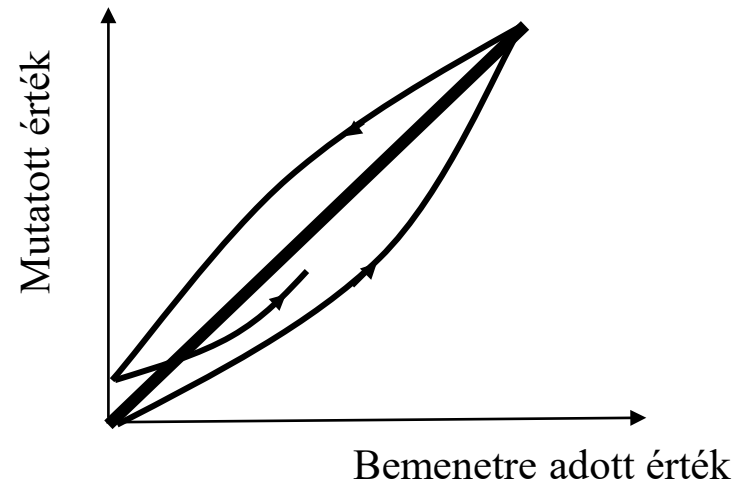


Még néhány jellegzetes hiba

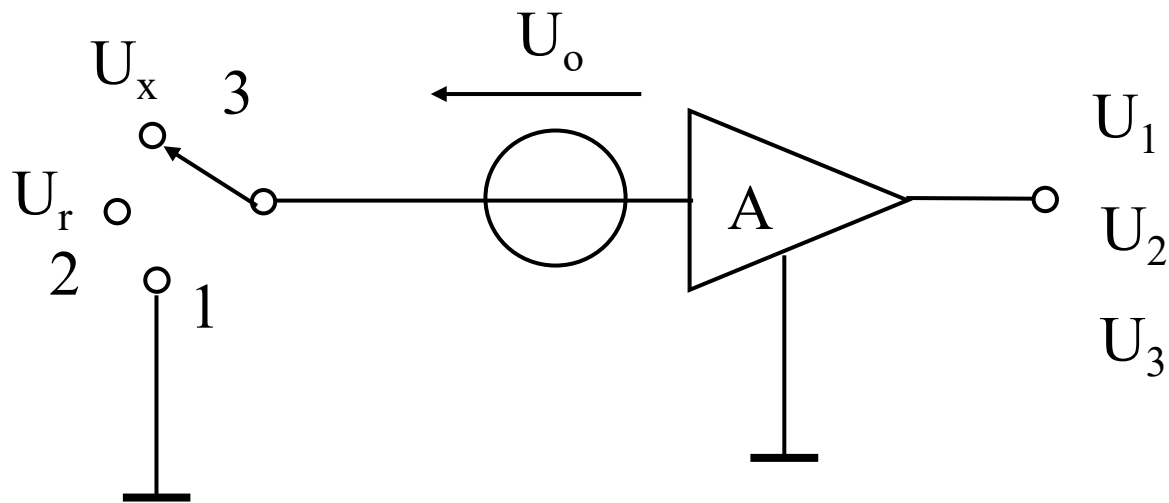
Linearitási hiba



Hiszterézishiba



Önkalibrálás felcserélési módszerrel



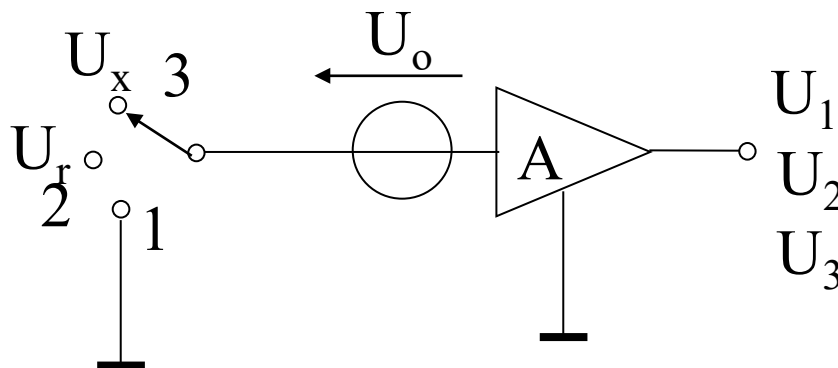
1. állásban $U_1 = U_o A$

2. állásban $U_2 = (U_r + U_o) A$

3. állásban $U_3 = (U_x + U_o) A$

Önkalibrálás felcserélési módszerrel (2)

3 egyenlet,
ismeretlen U_x , U_o , A



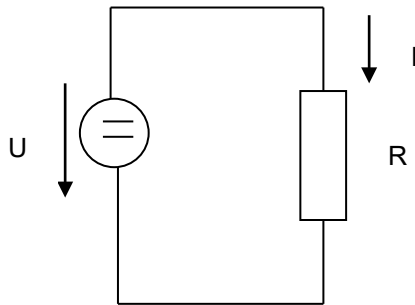
$$\frac{U_x}{U_r} = \frac{U_3 - U_1}{U_2 - U_1}$$

Tehát sem ofszet, sem erősítés
nem szerepel benne

Effektív érték számolása

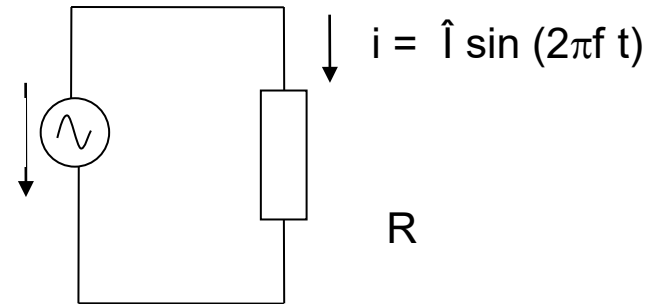
Alapelv: Váltakozó feszültségű áramkörben a teljesítmény pillanatértéke változik

Az effektív érték (más néven RMS érték, az angol Root Mean Square kifejezésből) a váltakozó áramú (AC) áramkörökben egy olyan mérőszám, ami a váltakozó áram vagy feszültség által egy ellenálláson keresztül, egy meghatározott idő alatt, átlagosan leadott teljesítményt fejezi ki.

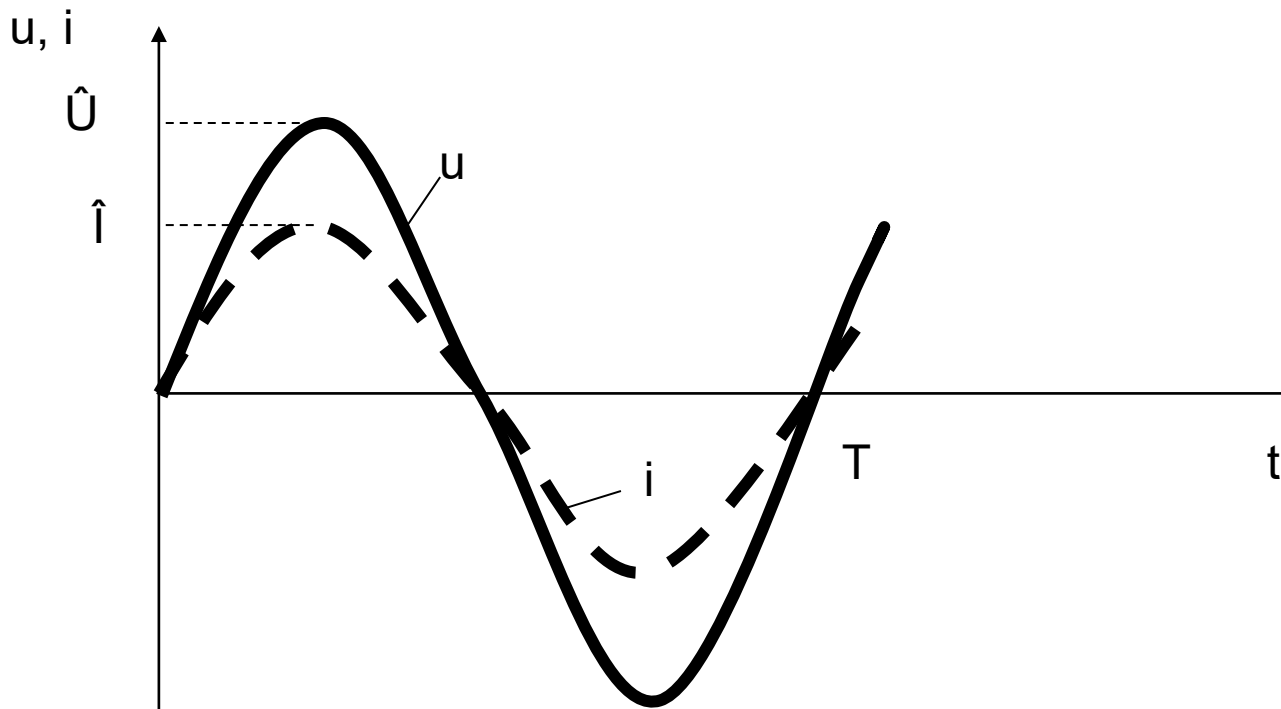


$$P = UI$$

$$u = \hat{U} \sin(2\pi f t)$$



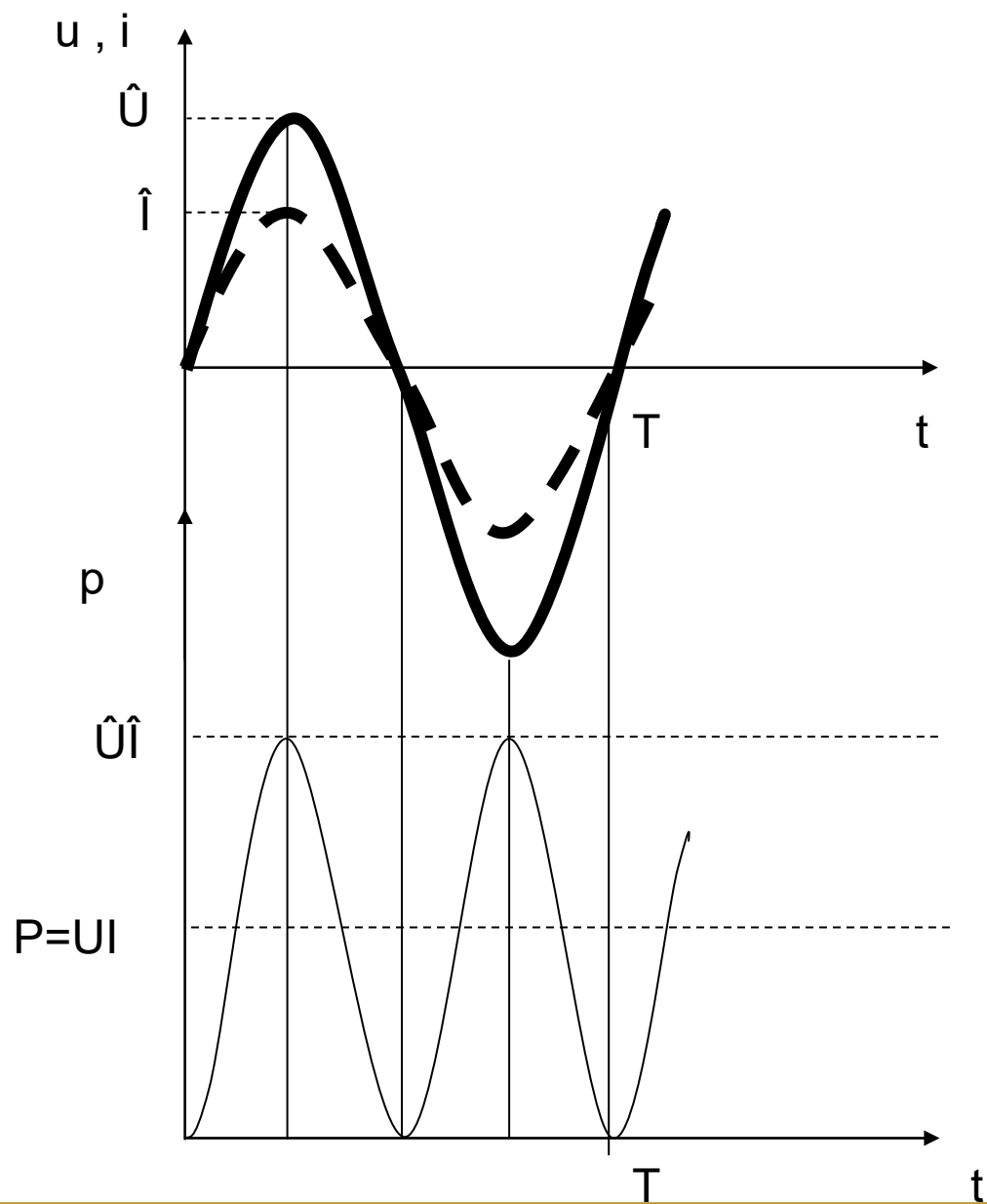
$$p = ui = \hat{U} \hat{I} \sin^2(2\pi f t)$$



$$p = ui = \hat{U} \hat{I} \sin^2 (2\pi f t)$$

$$\sin^2 (2\pi f t) = \frac{1}{2}[1 - \cos (4\pi f t)]$$

$$p = \hat{U} \hat{I} \sin^2 (2\pi f t) = \frac{1}{2} \hat{U} \hat{I} - \frac{1}{2} \hat{U} \hat{I} \cos (4\pi f t)$$



A pillanatnyi teljesítmény hosszabb időre vett középértéke

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p \, dt = \frac{1}{2T} \hat{U} \hat{I} \int_0^T [1 - \cos(4\pi f t)] \, dt$$

Mivel a második tag integrálja a teljes periódusra nulla, így

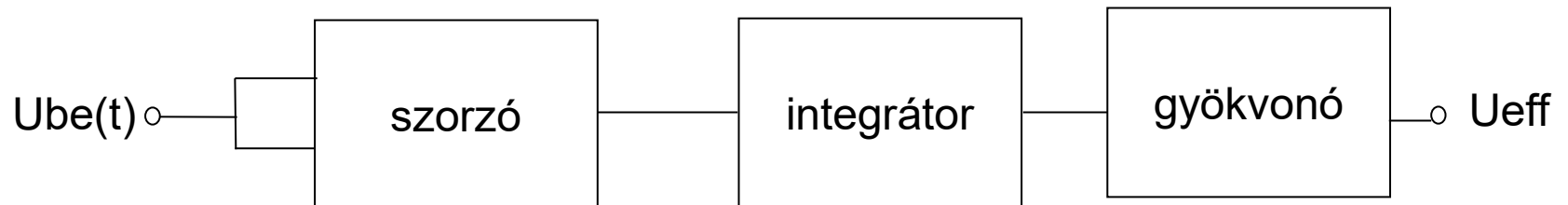
$$P = \frac{1}{2} \hat{U} \hat{I} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \hat{U} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \hat{I} \right)$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \hat{U} \qquad I_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \hat{I}$$

Tényleges effektív érték mérése

$$T \cdot U_{eff}^2 = \int_0^T U_{be}^2(t) dt$$

Effektív érték konverter



LABVIEW...

http://maxwell.sze.hu/~friedl/Szabályozási_rendszerek/LabVIEW%20segédlet.pdf

Moodle:

- Bev_Meres_2023_LabVIEW.pdf
- LabView1.pdf

Vége az 2. előadásnak

- i) Mérési alapelvek
- ii) Effektív érték
- iii) Labview

Cserey György
2024. 03. 11.