

20 éves az EÜ-mérési képlet
általában 8-cim

1. $P_{Na} = 5 \cdot 10^{-7}$
 $P_K = 4 \cdot 10^{-4}$
 $P_{Cl} = 10^{-6}$

	1.	2.
K	imméterlen	imméterlen
Na	40 mM	20 mM
Cl	110 mM	30 mM

megoldás: $\Delta U \approx -59 \text{ mV} \cdot \lg \frac{[K]_1}{[K]_2}$

$\Delta U = 10^{-\frac{10}{59}}$

$\Delta U = 10^{-\frac{10}{59}} !!!$

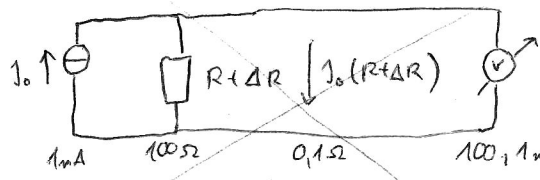
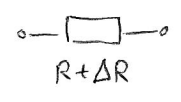
+1 pont ← erre is hi kell rámondni

$\Delta U = 10 \text{ mV}$ ($\Delta U = -59 \text{ mV} \cdot \lg(1)$)

$[K^+] > 100 \text{ mM}$ mi a K_1/K_2 aránya?

[nagy hangzavar, lassan elcsúszás miatt] „ha lerajzolt a transziszor, akkor folytatnám az előadást”

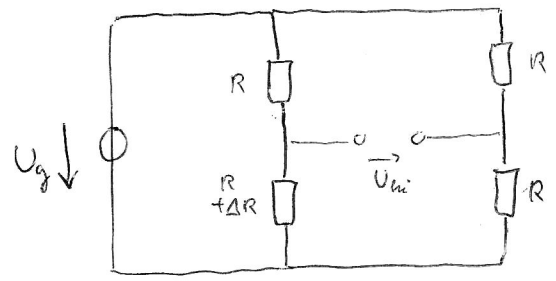
Nyíltkörmérés:



probléma: hordozóerős ellenállás!

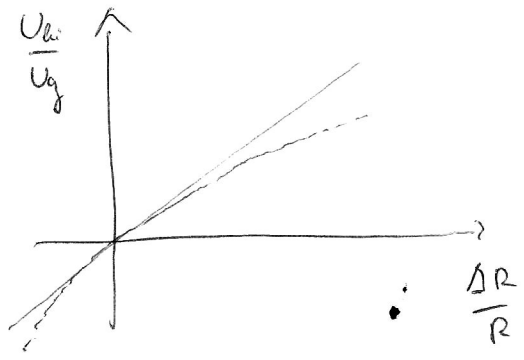
a feltételek értékeknél nem tudjuk hordozóerősíteni (?)

megoldás: híd-mérés!



$$U_{hi} = U_g \left(\frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} - \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{2R + 2\Delta R - 2R - \Delta R}{2(2R + \Delta R)} = \frac{\Delta R}{4R + 2\Delta R}$$

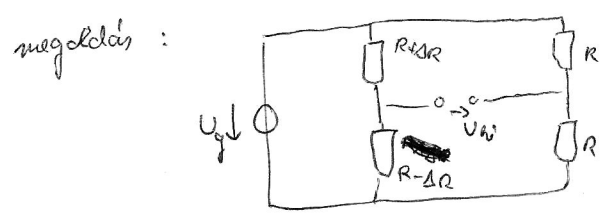


$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{\Delta R}{4R} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\Delta R}{2R}}$$

$$\sim 1 - \frac{\Delta R}{2R} + \left(\frac{\Delta R}{2R}\right)^2 + \dots$$

geometriai sorok közelítője

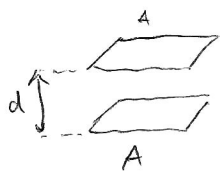
problémát okoz a sok hites AD átalakító lineáris átvitelre kell törekedni!



ilyen nyíltkör-mérés - pontos transziszor, hogy ha az egyik ⊕-on változik, akkor a másik ⊖-on!



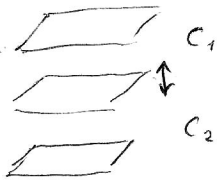
Kapacitív mérőátalakító:



$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$$

$j = 90^\circ$ fázistolás
 I_c és U_c között



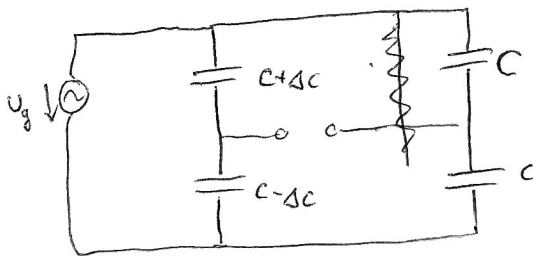
Ha C_1 nő, akkor C_2 csökken.

$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{\frac{1}{j\omega C_2}}{\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}} - \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{C_2}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} - \frac{1}{2}$$

$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} - \frac{1}{2}$$

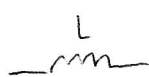
$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{C_1 - C_2}{2(C_1 + C_2)}$$

$$\frac{U_{hi}}{U_g} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d-x} - \epsilon_0 \epsilon_r \cdot \frac{A}{d+x}}{2 \epsilon_0 \epsilon_r A \left(\frac{1}{d-x} + \frac{1}{d+x} \right)} = \frac{\frac{1}{d-x} - \frac{1}{d+x}}{2 \left(\frac{1}{d-x} + \frac{1}{d+x} \right)} = \frac{x}{2d}$$



Induktív mérőátalakító:

29

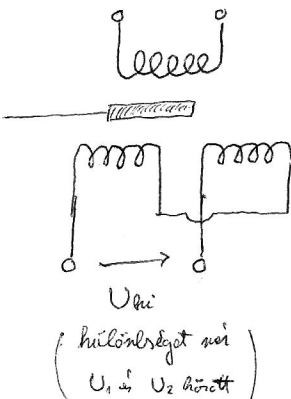


"differenciál
transzformátoros
elmozdulás
átalakító"

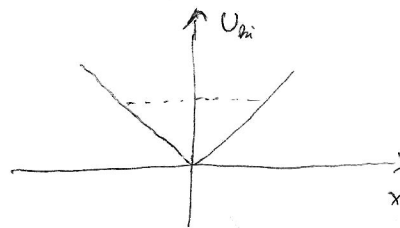
$$L = n^2 \cdot G \cdot \mu$$

$G =$ geometria

$n =$ ~~tekercs~~ mérőáram

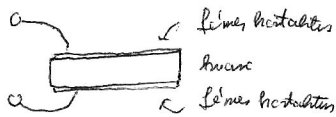


mérés: a vasmag elmozdulásával



nem dönthető el, hogy melyik irányba
mozdult el a vasmag
a fáziseltolódásból azonban meghatározható

Piezoelektromos átalakító:



kvantum átviteli ellenállása: $\sim 10^{11} \Omega$

emitt DC-mérésre nem alkalmas

lassan visszacsönöröghet az elektromos az egyik
oldalon a másikra

Ha $U = 1$ volt, akkor ezzel ultrasz-
hangot generálhatunk!

$$Q = k_r \cdot F$$

$$k_r = 200 \dots 600 \frac{\text{pC}}{\text{N}} \text{ körülbelül a jellemző állandó}$$

$$Q = C U$$

$$C \approx \text{nF}$$

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{200 \cdot 10^{-12}}{10^{-9}} = 0,2 \text{ V}$$

felhasználás: - váltóáram mérésre (jórészt körben talp)

- U hatáskör elmozdul \rightarrow ultrahang

- áramerősségmérés

$$\Delta x = k_m \cdot U_2$$

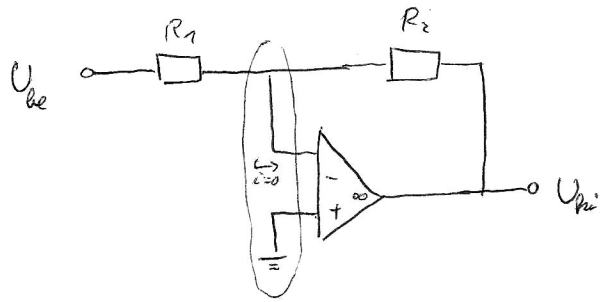
$$k_m = 200 \dots 600 \frac{\text{p.m}}{\text{V}}$$

100V \rightarrow 1mm változás

meglébi a hőmérséklet \rightarrow UH

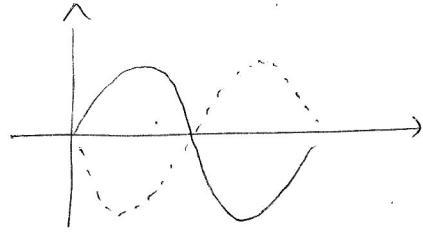
Invertáló alaphajecsalás:

ha ∞ az erősítés, akkor a bemeneteknek 0 feszültségnek kell lennie, különben a kimenet is ∞ lesz.



$R_{be} = R_1$
"túl kicsi"

$$\frac{U_{ki}}{R_1} = - \frac{U_{be}}{R_2} \Rightarrow \frac{U_{ki}}{U_{be}} = - \frac{R_2}{R_1}$$



ellenállás raja?

$$U_R^2 = 4kTR \cdot \Delta f \quad [V^2]$$

frekvenciatartomány

pl.: $4kT = 1,66 \cdot 10^{-20}$

$R = 1M\Omega$

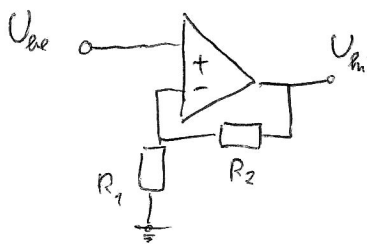
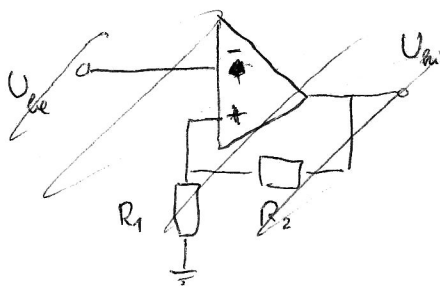
$\Delta f = 10kHz$

$U_{R_{eff}} \approx 13 \mu V$

$U_{pp} \approx (6...8) \cdot U_{R_{eff}} \approx 100 \mu V$

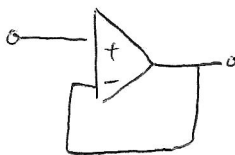
Nem invertáló alaphajecsalás:

"batalmas bemeneti ellenállás"



$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{R_2 + R_1}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

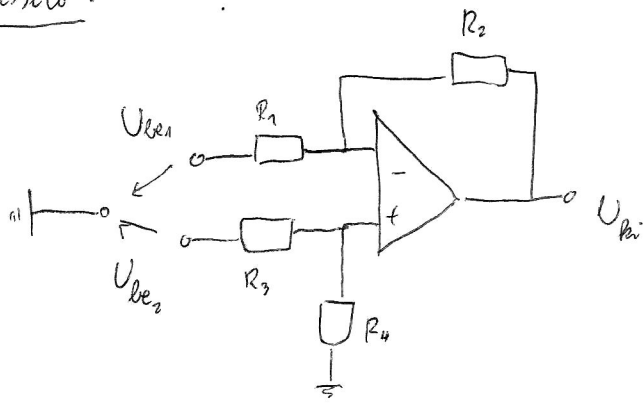
Követő erősítés:



mi az előnye?

→ nem terheli a bemeneti áramkör
mert ∞ bemeneti ellenállása van

Mérvészó: U_{be1} U_{be2}



"instrumentation amplifier"

ért más rá lehet kötni a betápl.

superpozíció alkalmazása:

csak lineáris esetben használható!

$\ominus \Rightarrow \text{---}$

$\ominus \Rightarrow \text{---X---}$

deaktiválás

$$U_{be1}: U_{be2} \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{U_{ki}}{U_{be1}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$U_{be2}: U_{be1} \rightarrow 0 \Rightarrow \frac{U_{ki}}{U_{be2}} = \frac{R_4}{R_3+R_4} \cdot \frac{R_1+R_2}{R_1}$$

$\left(\frac{U_{ki}}{U_{be}} \right)$

$$U_{ki} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{be1} + \frac{R_4}{R_3+R_4} \cdot \frac{R_1+R_2}{R_1} \cdot U_{be2}$$

ahhoz jó az értékű, ha $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3+R_4} \cdot \frac{R_1+R_2}{R_1}$

$$\rightarrow 1 + \frac{R_3}{R_4} = 1 + \frac{R_1}{R_2} \rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$\Rightarrow R_1 := R_3$$

$$R_2 := R_4$$

$$\Rightarrow U_{ki} = -\frac{R_2}{R_1} U_{be1} + U_{be2} \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

$$U_{ki} = U_{be2} \cdot \left(\frac{R_4}{R_1} \cdot \frac{R_1+R_2}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$U_{ki} = \frac{R_2}{R_1} (U_{be2} - U_{be1})$$

$$\frac{U_{ki}}{U_{be}} \Big|_{\max} = \frac{R_4 R_1 + R_2 R_4 - R_2 R_3 - R_2 R_4}{R_1 (R_3 + R_4)}$$

$$A_{us} = -\frac{R_2}{R_1} \begin{cases} R_2 = 10 R_1 \\ h_{FE} = 0,01 \end{cases}$$

$$\frac{1}{A_{EU}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 4h_{FE} \Rightarrow \frac{1}{A_{EU}} \sim 0,004$$

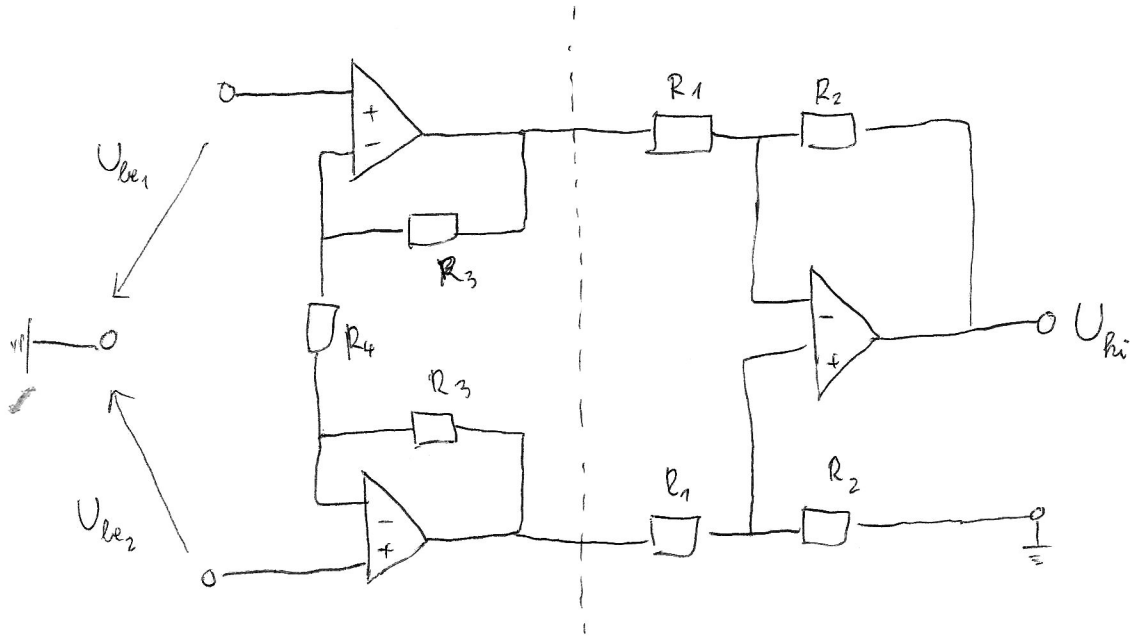
$$A_{us} = \frac{U_{ki}}{U_{be}} \Big|_{\max} = \frac{R_2(1+h_{FE}) \cdot R_1(1+h_{FE}) - R_2(1-h_{FE}) \cdot R_1(1-h_{FE})}{R_1(R_1+R_2)} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot 4h_{FE}$$

max, négyes érték: $R_1 = R_3$
 $R_2 = R_4$

alkalmazatlan

biológiai struktúrák mérésére!

de a ME-nél is van E_{ku}-ja.

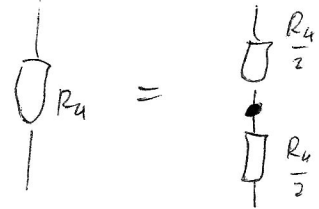


1.) tiszta közös jel

2.) tiszta szimmetrikus jel $U_{be1} + U_{be2} = 0$ (másik közös jel)

42.

az R_4 körébe stabil pont
le lehet földelni



$$A_{u,2)} = \frac{R_3 + \frac{R_4}{2}}{\frac{R_4}{2}} = 1 + 2 \cdot \frac{R_3}{R_4}$$

1.) tiszta közös vesztés: $U_{be1} = U_{be2} \Rightarrow R_4$ -en nem folyik áram

$$A_{u,1)} = 1$$

→ a műveleti erősítők közösjelnyomását nem javítja!

~~(szűk)~~

közös jel esetén
elvápnapotenciális felületet
feltételezünk

szimmetrikus esetben
pedig a két erősítő
különböztet mélyül

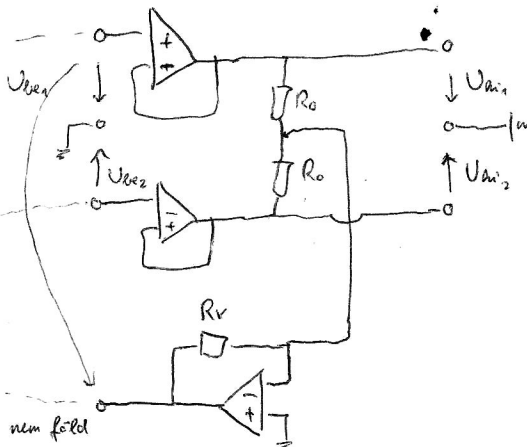
34.

"Meghajtott jell láb" struktúrája:

EKG-nál a 2. láb a
bal láb foglalt

- nagy az E_{ku} -ja

- elhárítja a teljesítményt a földhöz képest



$$U_{be1} = U_{hi} - \left[-\frac{R_v}{R_0} \cdot (U_{hi} + U_{hi2}) \right]$$

$$U_{be2} = U_{hi2} - \left[-\frac{R_v}{R_0} \cdot (U_{hi1} + U_{hi2}) \right]$$

Szimmetrikus erősítés: $U_{be1} - U_{be2} = U_{hi1} - U_{hi2} \Rightarrow U_{be1} = U_{hi1}$

Közös jel erősítés: $U_{be1} + U_{be2} = (U_{hi1} + U_{hi2}) \cdot \left(1 + 2 \frac{R_v}{R_0}\right)$

DRIVEN RIGHT LEG (DRL)

35. körösztel erősítés: $\frac{U_{ki1} + U_{ki2}}{2} = \frac{U_{be1} + U_{be2}}{2} \cdot \frac{1}{1 + 2 \frac{R_v}{R_o}}$ (✓)

100x elnyomás \rightarrow stabil marad (40dB nyereség) $\rightarrow \frac{R_v}{R_o} = 49,5$

schlites AD-átalakító dcs (az audiotechnika miatt támogatás)

és a körösztel-elnyomás keveske' eideles ~~(széles)~~

erősítés nélkül 20 bitos AD : elbukunk 6 bitot, na és ~~...~~

\rightarrow jövő biten galvanizáción levalasztott erősítéket tanulunk