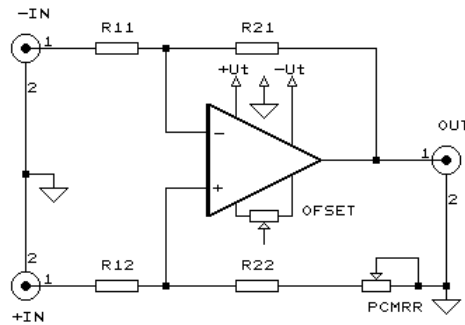


Laboratórium 2 felkészülési feladat

Hallgató: Dudás Márton (Z1QGBY)

Mérés sorszáma: 6

MÉRŐERŐSÍTŐ KAPCSOLÁSOK VIZSGÁLATA [Grab your reader's attention with a great quote from the document or use this space to emphasize a key point. To place this text box anywhere on the page, just drag it.]



- Határozza meg a fenti kapcsolás
 - eredő szimmetrikus feszültségerősítését, és az erősítés statikus hibáját,
 - közös feszültségerősítését,
 - eredő (-3dB-es) felső határfrekvenciáját,
- Határozza meg a domináns pólus törésponti frekvenciáját úgy, hogy a visszacsatolt erősítő átvitele maximálisan lapos legyen.
- Határozza meg az erősítő kimeneti feszültségének várható szélső értékeit, ha az erősítő egyenáramú szinteltolódását előzőleg kiegyenlítettük és PCMR=0, valamint az erősítő bemeneteire a következő feszültségeket kapcsoljuk:

Invertáló bemenetre: $U1 = +999 \text{ mV}$

Neminvertáló bemenetre: $U2 = +1001 \text{ mV}$

Az ellenállások névértékei: $R_{11N} = R_{12N} = 1 \text{ k}\Omega$, valamint $R_{21N} = R_{22N} = 50 \text{ k}\Omega$

Az ellenállások toleranciája: $h_R = 0.2 \%$

A műveleti erősítő nyílthurkú szimmetrikus feszültségerősítése: $A_{uso} = 100 \text{ V/mV}$

hibája: $h_A = \pm 50\%$

minimális közösjel elnyomási tényezője: $E_{ku,min} = 80 \text{ dB}$

egységnyi erősítéshez tartozó határfrekvenciája: $f_2 = 10 \text{ MHz}$

fázistartaléka: $\varphi = 45^\circ$

A beadás tudnivalói:

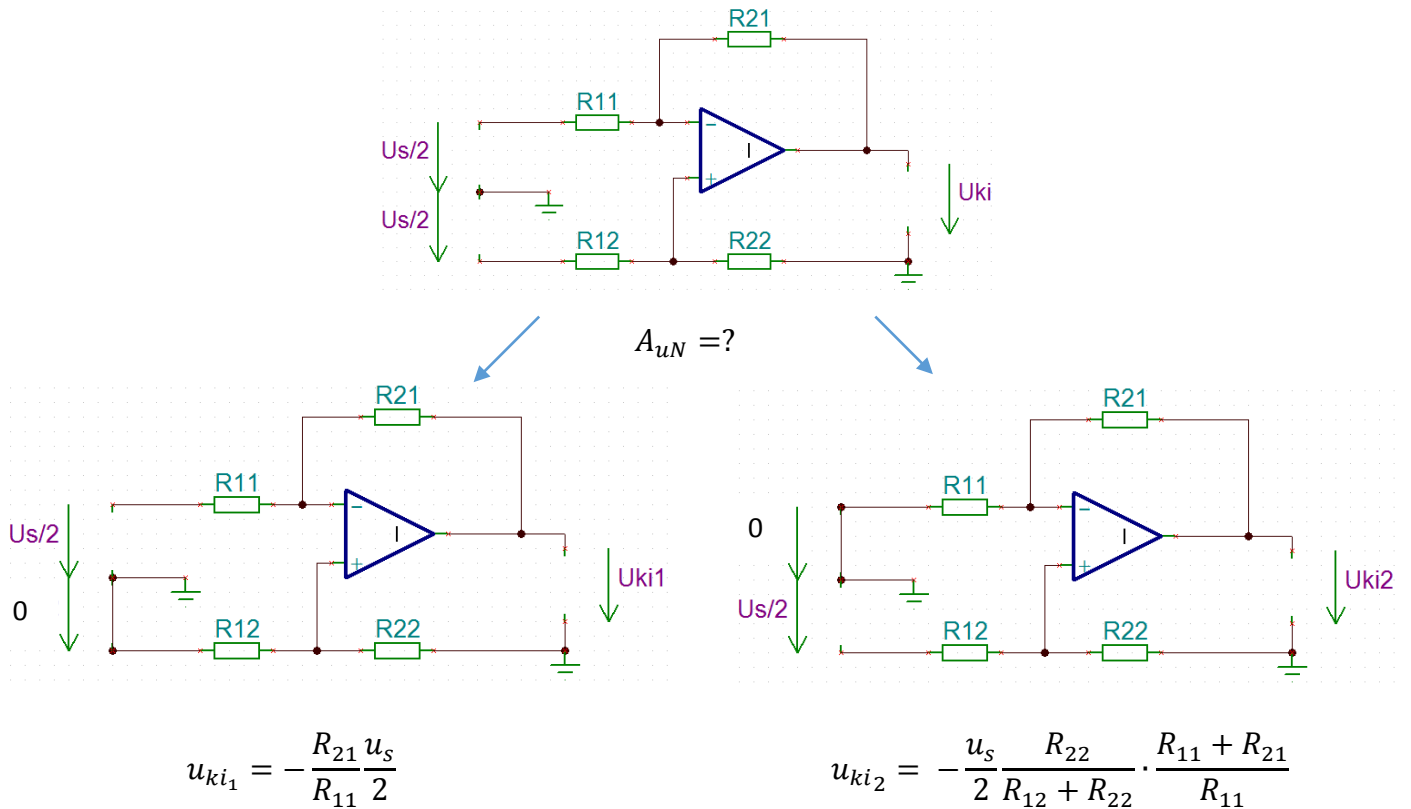
- Az önállóan kidolgozott feladatot a következő mérési gyakorlat elején a mérésvezetőnek kell bemutatni, írott vagy elektronikus formában (attól függően, hogy a mérési útmutató melyiket írja elő).**
- A felkészülési feladat utólag már nem adható be. Pótlására a szorgalmi időszak végén egy alkalommal, az adott mérési gyakorlat pótlásával egy időben van lehetőség

A feladatokat önállóan, meg nem engedett segítség igénybevétele nélkül oldottam meg:

aláírás

1.1

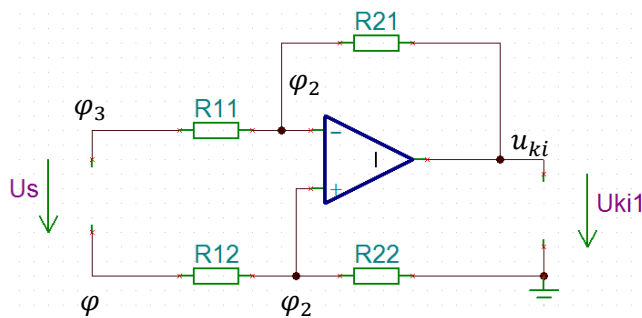
Első megoldás a szuperpozíció használatával:



Az ellenállások értékét figyelembe véve, mivel $u_{ki} = u_{ki1} + u_{ki2}$:

$$A_{uN} = \frac{u_{ki}}{u_s} = -\frac{R_{21}}{R_{11}} = 50$$

Alternatív megoldásként a csomóponti potenciálok módszerét is alkalmazhatjuk:



$$\begin{aligned} \varphi_3 &= \varphi + u_s \\ \varphi_2 &= \varphi \cdot \frac{R_{22}}{R_{12} + R_{22}} \\ \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{R_{11}} + \frac{\varphi_2 - u_{ki}}{R_{21}} &= 0 \\ \frac{\varphi_2 - \varphi}{R_{12}} + \frac{\varphi_2}{R_{22}} &= 0 \end{aligned}$$

Az egyenletrendszert megoldva $\frac{u_{ki}}{u_s}$ -re, megkapjuk a szimmetrikus erősítést.

Az erősítés hibája az ellenállások hibájából, valamint a véges hurokerősítésből származik, a mérésben megjelölt irodalom alapján:

$$|h_{se}|_{max} = |h_{R_{11}}|_{max} + |h_{R_{21}}|_{max} + |h_H|_{max}$$

ahol

$$h_H = -\frac{1}{H_0}$$

A H_0 hurokerősítést a bemenetek rövidre zárásával és földre húzásával számolhatjuk:

$$H_0 \cong \frac{A_{us0}}{A_{uN}}$$

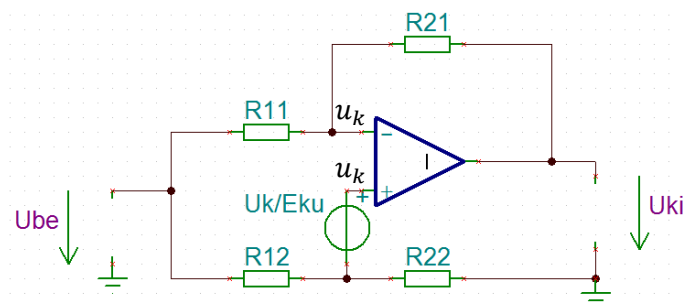
Ennek megfelelően a hiba:

$$|h_{se}|_{max} = 0.2\% + 0.2\% + \frac{50V/V}{100\,000\,V/V} = \boxed{0.45\%}$$

1.2

A közös feszültségerősítés eredendően két hatás eredménye, egyrészt a hálózat ellenállásainak hibájából, másrészt az erősítő nem ideális voltából származik.

A műveleti erősítő nem ideális voltát a lábára kötött $\frac{u_k}{E_{ku}}$ értékű feszültség vezérelt feszültségforrással vehetjük figyelembe, ahol u_k a lábak közös potenciálja, $E_{ku} = \frac{A_{uN}}{A_c}$ pedig a közösjel-elnyomás, mely a szimmetrikus erősítés és a közösjel-erősítés hányadosa, értéke az adatlap szerint $80dB$, azaz $10\,000$.



Keressük ismét az $\frac{u_{ki}}{u_{be}}$ hányadost, feltehetjük hozzá a következőt:

$$u_k = u_{be} \frac{R_{22}}{R_{12} + R_{22}} + \frac{u_k}{E_{ku}} \cong u_{be} \frac{R_{22}}{R_{12} + R_{22}}$$

Levezetés nélkül:

$$u_{ki} = u_{be} \left(\frac{R_{11}R_{22} - R_{21}R_{12}}{R_{11}(R_{12} + R_{22})} + \frac{1}{E_k} \frac{R_{21}}{R_{11}} \right)$$

azaz

$$A_{uk} = \frac{R_{11}R_{22} - R_{21}R_{12}}{R_{11}(R_{12} + R_{22})} + \frac{1}{E_k} \frac{R_{21}}{R_{11}}$$

1.3

A -3dB-es eredő felső határfrekvencia:

$$1 \cdot f_2 = A_{uN} \cdot f_H \rightarrow f_H = \frac{f_2}{A_{uN}} = 200 \text{kHz}$$

2.

A műveleti erősítőre az alábbi 2 töréspontos modellt alkalmazzuk:

$$H(s) = \frac{H_0}{\left(1 + \frac{s}{\omega_1}\right)\left(1 + \frac{s}{\omega_2}\right)}$$

A visszacsatolt rendszer ekkor:

$$h = \frac{H(s)}{1 + H(s)} = \dots = \frac{H_0 \omega_1 \omega_2}{s^2 + s(\omega_1 + \omega_2) + (1 + H_0)\omega_1 \omega_2}$$

Ahhoz, hogy ez az átvitel maximálisan lapos legyen, a következőnek kell teljesülnie:

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2 (1 + H_0)}$$

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2\sqrt{\omega_1 \omega_2 (1 + H_0)}}$$

A körerősítés:

$$H_0 = 100 \frac{V}{mV} = 10^5$$

A $\xi = \frac{1}{\sqrt{2}}$ feltételeknek megfelelő frekvenciapár ($\omega_2 = 2\pi \cdot f_2 = 2\pi \cdot 10 \frac{\text{Mrad}}{\text{sec}}$, mivel az adatlap szerint az f_2 frekvencián a fázisforgatás éppen 45° , azaz f_2 a törésponti frekvencia):

$$\omega_2 = 2\pi \cdot 10 \frac{\text{Mrad}}{\text{sec}} \text{ azaz } f_2 = 10 \text{MHz}$$

$$\omega_1 = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \text{ azaz } f_1 = 50 \text{Hz}$$

3.

$E_{ku} = 80dB$ átváltásával kapjuk az $E_{ku} = 10\,000$ értéket.

Helyettesítsük ezt be a közösjel-erősítés már kiszámolt képletébe az ellenállások hibájával együtt:

$$A_{uk} = \frac{R_{11}R_{22} - R_{21}R_{12}}{R_{11}(R_{12} + R_{22})} + \frac{1}{E_k} \frac{R_{21}}{R_{11}}$$

Legyen:

$$R_{11} = R_1(1 \pm h_{R_1})$$

$$R_{12} = R_1(1 \pm h_{R_1})$$

$$R_{21} = R_2(1 \pm h_{R_2})$$

$$R_{22} = R_2(1 \pm h_{R_2})$$

Ekkor legrosszabb esetben:

$$A_{uk_{max}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (2h_{R_1} + 2h_{R_2}) + \frac{1}{|E_{ku,min}|} = \frac{50}{51} \cdot 2 \cdot \frac{0.2 + 0.2}{100} + \frac{1}{10000} \cdot 50 = 0.01284$$

$$A_{uk_{min}} = \frac{-R_2}{R_1 + R_2} (2h_{R_1} + 2h_{R_2}) + \frac{-1}{|E_{ku,min}|} = -0.01284$$

A közös és a szimmetrikus feszültségek:

$$u_k = \frac{u_1 + u_2}{2} = 1000mV$$

$$u_s = u_1 - u_2 = 2mV$$

A kimeneti feszültség szélsőértékei:

$$u_{ki} = A_{uN} \left(1 + \frac{0.45}{100}\right) \cdot u_s + A_{uk_{max}} \cdot u_k = 100.45mV + 12.84mV = \boxed{113.29mV}$$

$$u_{ki} = A_{uN} \left(1 - \frac{0.45}{100}\right) \cdot u_s + A_{uk_{min}} \cdot u_k = \boxed{86.71mV}$$