

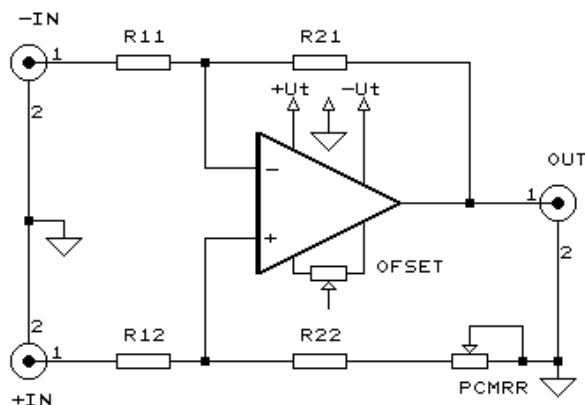
# Laboratórium 2 felkészülési feladat

Hallgató: Veszelyi Bence Balázs (V3UWB0)

Mérés sorszáma: 6

---

## MÉRŐERŐSÍTŐ KAPCSOLÁSOK VIZSGÁLATA



1. Határozza meg a fenti kapcsolás
  - eredő szimmetrikus feszültségerősítést, és az erősítés statikus hibáját,
  - közös feszültségerősítést,
  - eredő (-3dB-es) felső határfrekvenciáját,
2. Határozza meg a domináns pólus törésponti frekvenciáját úgy, hogy a visszacsatolt erősítő átvitele maximálisan lapos legyen.
3. 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:  $U_1 = +999 \text{ mV}$

Neminvertáló bemenetre:  $U_2 = +1001 \text{ mV}$

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

Az ellenállások toleranciája:  $h_R = 0.1 \%$

A műveleti erősítő nyílthurkú szimmetrikus feszültségerősítése:  $A_{uso} = 200 \text{ V/mV}$

hibája:  $h_A = \pm 50\%$

minimális közösjel elnyomási tényezője:  $E_{ku,min} = 100 \text{ dB}$

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

fázistartaléka :  $\varphi = 45^\circ$

---

# Házi feladat megoldása:

## 1. Feladat

A fenti kapcsolás szimmetrikus esetében az alábbi egyszerűsítéseket tehetjük:

$$R_2 = R_{21} = R_{22}$$

$$R_1 = R_{11} = R_{12}$$

A szimmetrikus feszültségerősítés ( $A_s$ ) egy invertáló alapkapcsolás erősítésével egyezik meg, azaz:

$$A_s = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{50 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = -50$$

A statikus erősítési hiba definíció szerint:

$$\max|h_{se}| = \max|h_{R11}| + \max|h_{R21}| + \max|h_H|$$

Ebből  $h_{R11}$  és  $h_{R21}$  is ismert, 0.1 %.

$h_H$  értékét (hurokerősítés hibája) az alábbi módon kapjuk meg:

$$h_H = -\frac{1}{H_0} \cong -\frac{1}{\frac{A_{uso}}{A_s}} = -\frac{-50}{200\,000 \text{ V/V}} = 0.00025 = 0.025 \%$$

Minden hibatag ismeretben így már kiszámítható  $h_{se}$ :

$$h_{se} = 0.1 \% + 0.1 \% + 0.025 \% = \mathbf{0.225 \%}$$

A közös feszültségerősítés ideális esetben 0 V, azonban az ellenállások és a műveleti erősítő gyártási pontatlansága és egyéb tényezők miatt a valódi alkalmazásoknál nullától eltérő értéket tapasztalhatunk. Definíció szerint:

$$|A_c| = \frac{R_2}{R_1} * \frac{1}{E_{ku}} + 4h \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

A kapott értékeket behelyettesítve:

$$A_c = \frac{50 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} * \frac{1}{100\,000} + 4 * \frac{0.1}{100} * \frac{50 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega + 50 \text{ k}\Omega} = \mathbf{0.004422}$$

Az eredő felső határfrekvenciát egyszerűen meghatározhatjuk:

$$f_{\text{felso,hatar}} = \frac{f_2}{A_s} = \frac{10 \text{ Mhz}}{50} = \mathbf{200 \text{ GHz}}$$

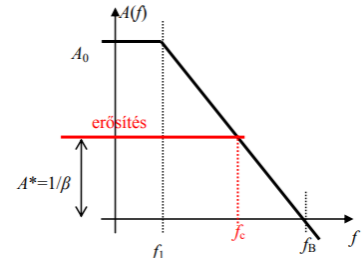
## 2. Feladat

A maximálisan lapos karakterisztika kedvező hatásait akkor kapjuk meg ha:  $Q_{\max} = 1/\sqrt{2}$  teljesül. A jósági tényezőt definiáló képlet a következő:  $Q \approx \sqrt{A_0\beta} \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}}$

A feladat kiírásában a fázistartalék  $45^\circ$ -nak lett megadva, amely speciális esetet jelent, ahol ez az összefüggés igaz:  $f_2=f_B$ , itt  $f_B$  a határfrekvencia:

Ebből kiindulva:

$$Q_{\max} = \sqrt{A_0\beta * \frac{2\pi f_1}{2\pi f_2}} = \sqrt{A_{\text{uso}} * \frac{f_1}{f_2}}$$



Ebben az egyenletben már minden tényező adott, kivéve a keresett  $f_1$  frekvencia, átrendezve és behelyettesítve:

$$f_1 = \frac{f_2}{A_{\text{uso}}} * Q_{\max}^2 = \frac{10 \text{ MHz}}{200\,000} * \left(1/\sqrt{2}\right)^2 = \mathbf{25 \text{ kHz}}$$

## 3. Feladat

1. 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:

Az erősítő kimenetén várható feszültség szélső értékek kiszámításához először az erősítő bemeneti feszültségeinek szimmetrikus és közös módosú komponensét határoztam meg:

$$U_s = U_1 - U_2 = 999 \text{ mV} - 1001 \text{ mV} = -2 \text{ mV}$$

$$U_c = \frac{U_1 + U_2}{2} = \frac{999 \text{ mV} + 1001 \text{ mV}}{2} = 1000 \text{ mV}$$

A szélső értékeket adó alapegyenlet:

$$U_{o,\min/\max} = U_s A_s (1 \pm 2 * h_R) \pm |A_c| * |U_c|$$

Ebbe behelyettesítve megkapjuk a kívánt értékeket:

$$U_{o,\min/\max} = -2 \text{ mV} * (-50) * (1 \pm 0.002) \pm 0.004422 * 1000 \text{ mV}$$

$$U_{o,\min} = \mathbf{95.378 \text{ mV}}$$

$$U_{o,\max} = \mathbf{104.622 \text{ mV}}$$