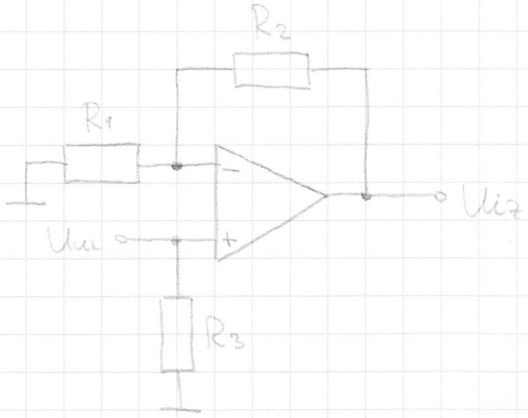
Ime i Prezime: **Tunjić, Dražen**
JMBAG: **0036424639**

1. Nacrtajte shemu i izračunajte elemente **neinvertirajućeg** pojačala pojačanja $A = 20$ i ulaznog otpora $R_{ul} = 20$ kΩ. Vrijednosti elemenata odredite tako da pogreška uslijed ulazne struje (I_b) bude minimalna.
2. Odredite izlazni napon uslijed ulaznih struja i napona pomaka ako je $U_{of} = 5$ mV, $I_b = 0{,}2$ µA, $I_{of} = 50$ nA, a na ulaz je priključen izvor unutrašnjeg otpora $R_g = 5$ kΩ.
3. Odredite maksimalnu frekvenciju sinusoidalnog napona kod koje ne dolazi do izobličenja izlaznog napona amplitude $U_{izl} = 10$ V uslijed maksimalne brzine porasta izlaznog napona (*slew rate*) pojačala iznosa $dU/dt = 1$ V/µs.
4. Odredite odstupanje pojačanja od zadane vrijednosti na frekvenciji signala $f_s = 15$ kHz do koga dolazi zbog konačnog pojačanja pojačala u otvorenoj petlji $A_0 = 80$ dB i ulaznog otpora pojačala $R_{ul} = 600$ kΩ. Upotrebljeno pojačalo ima izvedenu kompenzaciju dominantnim polom na frekvenciji $f_0 = 10$ Hz.
5. Na konstruiranom pojačalu provedite kompenzaciju napona koji nastaje uslijed struje i napona pomaka.
6. Kompenzirano pojačalo treba raditi u opsegu temperatura od $T_{min} = 0$ °C do $T_{max} = 35$ °C. Kompenzacija je provedena kod temperature $T_0 = 25$ °C. Kolika je promjena izlaznog napona, ako je zadano: $dU/dT = 10$ µV/°C, $dI/dT = 50$ pA/°C. Temperaturnu ovisnost otpornika smatrajte zanemarivom.
7. Modificirajte osnovnu shemu pojačala iz točke 1. tako da je moguća regulacija pojačanja od $A_{min} = 20$ do $A_{max} = 30$.

Dražen Tunjić
0036424839

1. $A = 20$

$R_{ul} = 20k\Omega$



$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 20 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 19 \Rightarrow R_2 = 19R_1$$

$R_3 = 20k\Omega \quad R_3 = R_{ul} = R_1 \| R_2$

$$20 \cdot 10^3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{19R_1^2}{20R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{20}{19} \cdot 20 \cdot 10^3$$

$R_1 = 21.05k\Omega \quad R_2 = 19R_1$

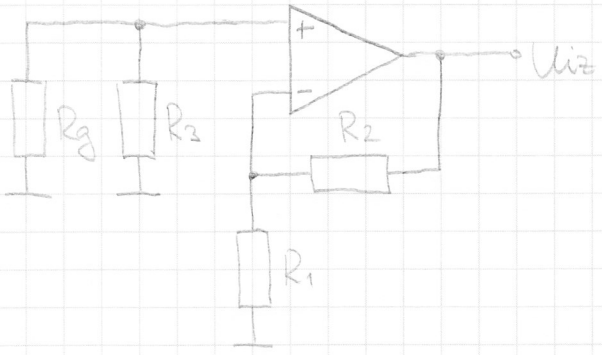
$R_2 = 399.95k\Omega$

2. $U_{oi} = 5mV$

$I_b = 0.2\mu A$

$I_{oi} = 50nA$

$R_g = 5k\Omega$



U ..... dana 200

$$U_{iz\,pom} = \left[U_{of} + I_{of} \frac{R_3 \| R_g + R_1 \| R_2}{2} + I_b (R_1 \| R_2 - R_3 \| R_g) \right] \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$R_3 \| R_g = 4k\Omega$

$R_1 \| R_2 = 20k\Omega$

$\underline{U_{iz\,pom} = 0.176V}$ //

(3.) $U_{izl} = 10V$

$\underline{dU/dt = 1V/\mu s \Rightarrow SR}$

$f_{max} = ?$

$f_{max} = \frac{SR}{2\pi U_{izl}} = \underline{15.915kHz}$ //

(4.) $f_s = 15kHz$

$A_o = 80dB$

$R_{uc} = 600k\Omega$

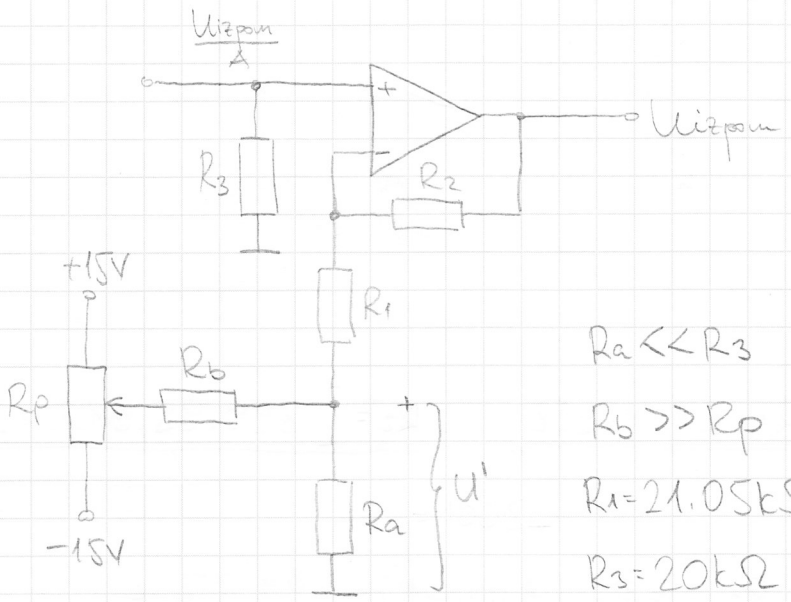
$f_o = 10Hz$

$$a = \frac{A_o}{1 + j\frac{f_s}{f_o}}$$

$a[dB] = A_o[dB] - 20\log\left(\frac{f_s}{f_o}\right) = \underline{16.48dB}$ //

Dražen Tunjić
0036424639

5.



$R_a \ll R_3$

$R_b \gg R_p$

$R_1 = 21.05k\Omega$ $R_2 = 399.95k\Omega$ $U_{cc} = 15V$

$R_3 = 20k\Omega$ $I_{pom} = 50nA$ $U_{pom} = 5mV$

$U_{ulpom} = \frac{U_{izpom}}{A} = 8.8mV$

$-15mV \leq U_x \leq 15mV$

$\frac{U_{cc}}{R_a + R_b} = \frac{U_x}{R_a}$

$R_a = 100\Omega$ $R_b = 170.355k\Omega$

$\Rightarrow R_b = \frac{R_a \cdot U_{cc}}{U_x} - R_a$

$R_p = 2k\Omega$

6. $T_{min} = 0°C$ $T_{max} = 35°C$

$T_0 = 25°C$

$dU/dT = 10\mu V/°C$ $dI/dT = 50pA/°C$

$$\frac{\Delta U_{izpom}}{\Delta T} = \left[\frac{dU}{dT} + \frac{dI}{dT} \cdot \frac{R_3 + R_1 \| R_2}{2} \right] \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$\Delta U_{izpom} = \Delta T \cdot 0.22 \cdot 10^{-3}$

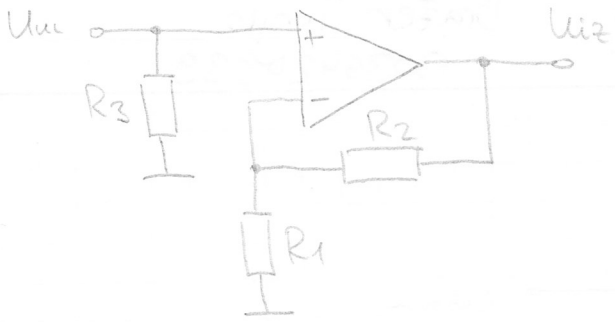
$\Delta U_{izpom\,min} = 0.22 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{max} - T_0) = 2.2mV$

$\Delta U_{izpom\,max} = 0.22 \cdot 10^{-3} \cdot (T_{min} - T_0) = -5.5mV$

$\Delta U_{izpom} = [-5.5, 2.2]mV$

U ..... dana 200

7.



$A_{min} = 20$

$A_{max} = 30$

$A = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ $\quad R_1 = 21.05\,k\Omega$ $\quad R_2 = [399.95, 610.45]\,k\Omega$

$A - 1 = \frac{R_2}{R_1}$

$R_2 = R_1 \cdot (A-1)$

$R_{2min} = R_1 \cdot (A_{min} - 1) = 399.95\,k\Omega$

$R_{2max} = R_1 \cdot (A_{max} - 1) = 610.45\,k\Omega$