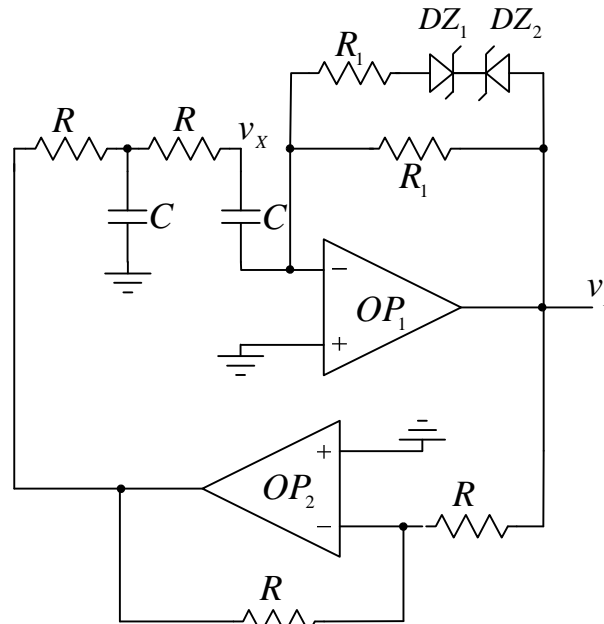


4. U oscilatoru sa slike 4 poznato je: $R = 100\Omega$ i $C = 100\text{ nF}$. Operacioni pojačavači su idealni i napajaju se sa $\pm V_{CC} = \pm 15\text{V}$. Zener diode su idealne sa $V_D = 0.7\text{V}$, $V_Z = 9.3\text{V}$.

- [5] Odrediti učestanost oscilovanja kola ω_0 .
- [5] Odrediti minimalnu vrednost otpornosti R_1 za koju se uspostavljaju oscilacije.
- [5] Ako je $R_1 = 4R$, odrediti amplitudu neizobličenih oscilacija na na izlazu kola.



Slika 4

Rešenje:

$$\beta(s) = \frac{v_x(s)}{v_I(s)} = -\frac{1}{\left(\frac{Z_R}{Z_C}\right)^2 + 3\left(\frac{Z_R}{Z_C}\right) + 1} = -\frac{1}{s^2 R^2 C^2 + 3sRC + 1}$$

$$A(s) = \frac{v_I(s)}{v_x(s)} = -sCR_1$$

Jednačina iz koje se određuje učestanost oscilovanja:

$$\text{Im}\{\beta A(j\omega_0)\} = 0$$

$$\Rightarrow -\omega_0^2 RC + 1 = 0 \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

$$\omega_0 = 100 \text{ krad/s}$$

b) Potrebno je da bude $\text{Re}\{\beta A(j\omega_0)\} > 1$ da bi se uspostavile oscilacije

$$\beta A(j\omega_0) = \frac{R_1}{3R} > 1$$

$$R_1 > 3R$$

$$R_{1\text{min}} = 300\Omega$$

c)

Amplituda oscilacija određuje se iz uslova

$$\beta A(j\omega_0) = 1$$

S obzirom da se u A delu kruga povratne sprege nalazi diferencijator, kako bi se odredila amplituda oscilacija pogodno je posmatrati prenosnu karakteristiku

$$A^* = \frac{v_I}{\frac{dv_x}{dt}}$$

odnosno

$$A^*(s) = \frac{v_I(s)}{sv_X(s)} = \frac{A(s)}{s},$$

kao i

$$\beta^* = \frac{dv_X}{v_I},$$

odnosno

$$\beta^*(s) = \frac{sv_X(s)}{v_I(s)} = s\beta(s)$$

Formalno gledano sve je ostalo isto, jer je

$$\beta^*(s)A^*(s) = \beta(s)A(s)$$

Potrebno je odrediti karakteristiku pojačanja pojačavača.

Kada ne vode diode:

$$v_I = -R_1 C \frac{dv_X}{dt} = -4 \cdot 10^{-5} \frac{dv_X}{dt}$$

Dioda DZ2 se uključuje u zenerovom probuju, a DZ1 direktno kada

$$v_{I1} = -(V_Z + V_D) = -10 \text{ V}$$
$$\left(\frac{dv_X}{dt} \right)_1 = \frac{V_Z + V_D}{R_1 C} = 250000 \frac{\text{V}}{\text{s}}$$

Kada je dioda DZ2 u zenerovom probuju a DZ1 direktno polarisana važi

$$C \frac{dv_X}{dt} = -\frac{v_I}{R_1} - \frac{V_D + V_Z + v_I}{R_1}$$
$$v_I = -\frac{R_1 C}{2} \frac{dv_X}{dt} - \frac{V_Z + V_D}{2} \quad (1)$$

Analogno važi za suprotne polarizacije dioda DZ1 i DZ2...

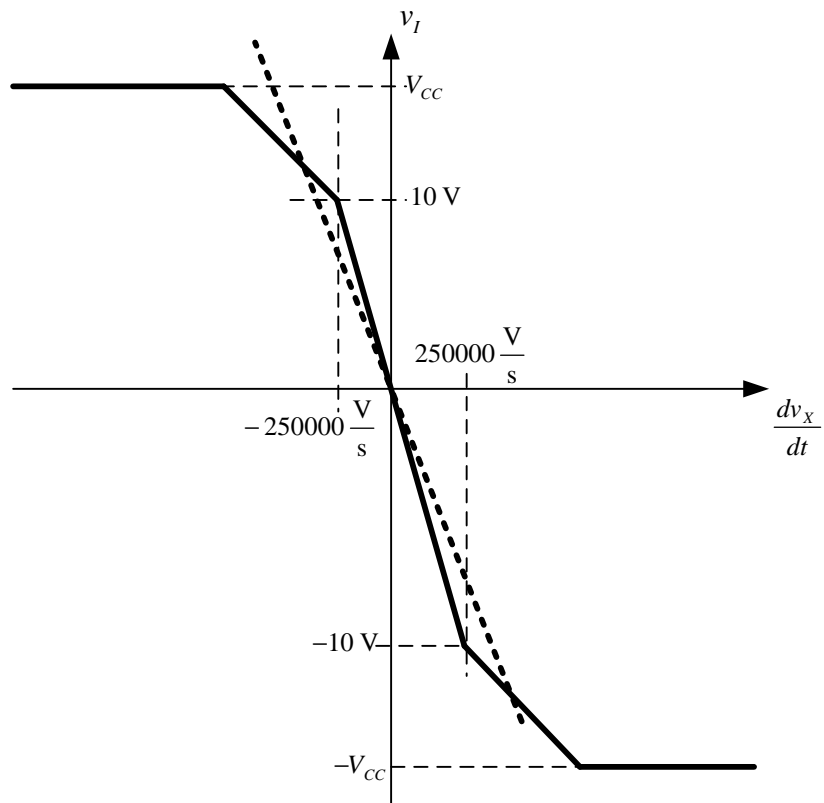
Frekventna karakteristika pozitivne povratne sprege je na učestanosti oscilovanja

$$\beta^*(j\omega_0) = -\frac{1}{3RC}$$

odnosno

$$\beta^* = -\frac{1}{3RC} = \frac{dv_X}{v_I} \quad (2)$$

Prenosna karakteristika A^* prikazana je na sledećoj slici, zajedno sa karakteristikom pozitivne povratne sprege β^* .



Presek ove dve krive daje amplitudu oscilacija na sledeći način...
 Zamenom (2) u (1) se dobija, uz $v_I = -V_i$

$$V_i = \frac{V_z + V_D}{2 \left(1 - \frac{R_1}{6R} \right)} = 15 \text{ V}$$