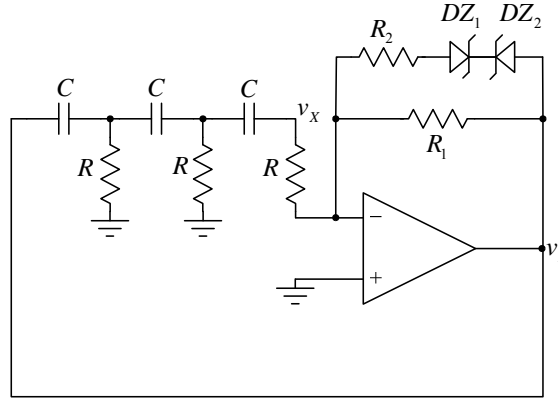


4. U oscilatoru sa slike 4 poznato je: $R=100\Omega$. Operacioni pojačavač je idealan i napaja se sa $\pm V_{CC} = \pm 15V$. Zener diode su idealne sa $V_D = 0.7V$, $V_Z = 9.3V$.

- a) [5] Odrediti vrednost kapacitivnosti C tako da učestanost oscilovanja bude $\omega_0 = 50\text{krad/s}$.
 b) [5] Odrediti minimalnu vrednost otpornosti R_1 za koju se uspostavlja oscilacije.
 c) [5] Ako je $R_1 = 3\text{k}\Omega$, odrediti otpornost R_2 tako da amplituda neizobličjenih oscilacija na na izlazu bude jednaka V_{CC} .



Slika 4

Rešenje:

a)

$$\beta(s) = \frac{v_X(s)}{v_I(s)} = \frac{1}{\left(\frac{Z_C}{Z_R}\right)^3 + 5\left(\frac{Z_C}{Z_R}\right)^2 + 6\left(\frac{Z_C}{Z_R}\right) + 1}$$

$$Z_C = \frac{1}{sC}, Z_R = R$$

$$\beta(s) = \frac{v_X(s)}{v_I(s)} = \frac{1}{\frac{1}{s^3 R^3 C^3} + \frac{5}{s^2 R^2 C^2} + \frac{6}{sRC} + 1}$$

Jednačina iz koje se određuje učestanost oscilovanja:

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

$$\Rightarrow -\frac{1}{\omega_0^3 R^3 C^3} + \frac{6}{\omega_0 RC} = 0 \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{6RC}}$$

$$C = \frac{1}{\sqrt{6}\omega_0 R} = 81.65\text{nF}$$

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

$$\beta A(j\omega_0) = \frac{A}{1 - 5\omega_0^2 R^2 C^2} = -\frac{A}{29} > 1$$

$$A < -29$$

Pojačanje iz gornjeg izraza je pojačanje prilikom uspostavljanja oscilacija, tj. kada ne radi kolo za smanjenje amplitude oscilacija (zener diode)

$$-\frac{R_1}{R} < -29$$

$$R_1 > 29R$$

$$R_{1\text{min}} = 2.9\text{k}\Omega$$

c)

Amplituda oscilacija određuje se iz uslova

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

Pojačanje u gornjoj jednačini je pojačanje kada radi kolo za smanjenje amplitude, tako da je potrebno odrediti karakteristiku pojačanja pojačavača.

Kada ne vode diode:

$$v_I = -\frac{R_1}{R} v_X = -30v_X$$

Dioda DZ1 se uključuje kao zener dioda a dioda DZ2 kao obična dioda kada

$$v_{I1} = V_Z + V_D = 10V$$

$$-\frac{R_1}{R} v_{X1} = V_Z + V_D$$

$$v_{X1} = -\frac{V_Z + V_D}{\frac{R_1}{R}} = -0.33V$$

Kada dioda DZ1 radi kao zener dioda i dioda DZ2 radi kao obična dioda važi

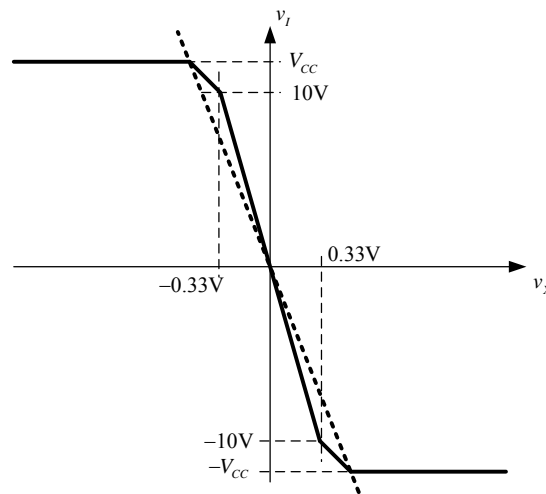
$$\frac{v_X}{R} = -\frac{v_I}{R_1} - \frac{v_I - (V_D + V_Z)}{R_2}$$

$$v_I \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = -\frac{v_X}{R} + \frac{(V_D + V_Z)}{R_2}$$

$$v_I = -v_X \frac{R_1 \parallel R_2}{R} + (V_D + V_Z) \frac{R_1 \parallel R_2}{R_2}$$

Analogno važi za suprotan smer struje kroz zener diode...

Prenosna karakteristika pojačavača prikazana je na slici 4.a, zajedno sa karakteristikom pozitivne povratne sprege



Slika 4.a

Preko grane pozitivne povratne sprege je

$$v_I = \frac{1}{\beta} v_X$$

$$v_{X \max} = \beta V_{CC}$$

$$V_{CC} = -\beta V_{CC} \frac{R_1 \parallel R_2}{R} + (V_D + V_Z) \frac{R_1 \parallel R_2}{R_2}$$
$$V_{CC} = -\beta V_{CC} \frac{R_1 R_2}{R(R_1 + R_2)} + (V_D + V_Z) \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$
$$R_2 = R_1 \frac{(V_D + V_Z) - V_{CC}}{V_{CC} \left(1 + \beta \frac{R_1}{R}\right)} = 29 \text{k}\Omega$$