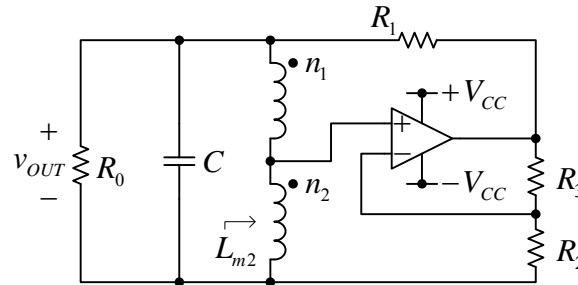


3. Na slici 3 je prikazan oscilator u kome se koristi savršen transformator sa magnetizacionom induktivnošću L_{m2} koja se meri na namotaju sa n_2 navojaka. Poznato je: $V_{CC} = 12 \text{ V}$, $R_0 = 50 \Omega$, $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ nF}$, $n_2 = 10$, $L_{m2} = 250 \mu\text{H}$.

- [5] Odrediti n_1 tako da kružna frekvencija oscilovanja bude $\omega_0 = 1 \text{ Mrad/s}$.
- [5] Odrediti minimalnu vrednost R_3 za koju se u kolu uspostavljaju oscilacije.
- [5] Za vrednost R_3 neznatno veću od određene pod b) odrediti snagu na otporniku R_0 .



Slika 3

Prvi način, minimum razmišljanja uz maksimum računanja:

Kružno pojačanje, preseći kolo na + ulazu operacionog pojačavača,

$$\beta(s)A(s) = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \frac{R_2 + R_3}{R_2} \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_0} + \left(sCR_1 + \frac{R_1}{sL_{m2}} \left(\frac{n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \right)}$$

a) U cilju dobijanja ω_0 $\text{Im}(\beta(j\omega_0)A(j\omega_0)) = 0$

$$j\omega_0 CR_1 + \frac{R_1}{j\omega_0 L_{m2}} \left(\frac{n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 = 0$$

$$\frac{n_2}{n_1 + n_2} = \omega_0 \sqrt{CL_{m2}}$$

$$n_1 = n_2 = 10$$

b) Za $s = j\omega_0$ treba da bude $\text{Re}(\beta(j\omega_0)A(j\omega_0)) = 1$

$$\beta(j\omega_0)A(j\omega_0) = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \frac{R_2 + R_3}{R_2} \frac{R_0}{R_0 + R_1} = 1$$

$$R_3 = R_2 \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2} \frac{R_0 + R_1}{R_0} - 1 \right)$$

$$R_3 = 50 \text{ k}\Omega$$

c) Amplituda napona na izlazu operacionog pojačavača je V_{CC} . Koristeći deo rezultata za kružno pojačanje:

$$\frac{V_{OUT}(s)}{V_{OUT\ OP-AMP}(s)} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_0} + \left(sCR_1 + \frac{R_1}{sL_{m2}} \left(\frac{n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \right)}$$

što je za $s = j\omega_0$

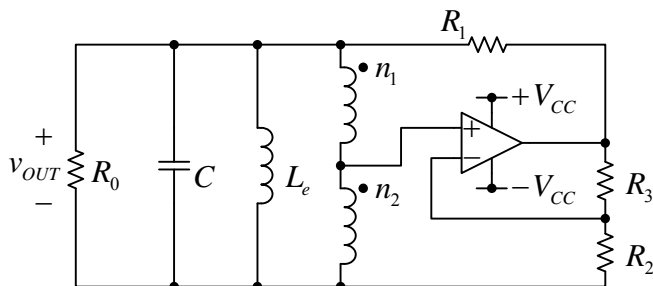
$$\frac{V_{OUT}(s)}{V_{OUT\ OP-AMP}(s)} = \frac{R_0}{R_0 + R_1}$$

pa je

$$P_{OUT} = \frac{1}{2} \frac{(V_{OUT\ m})^2}{R_0} = \frac{1}{2R_0} \left(\frac{R_0}{R_0 + R_1} V_{CC} \right)^2 = 160\ \text{mW}$$

Drugi način, preko ekvivalentne induktivnosti, manje računanja, ali opasno kao ne znate tačno šta radite:

Ekvivalentno kolo:



Transformator je idealan. Ekvivalentna induktivnost je:

$$L_e = \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2} \right)^2 L_{m2}, \text{ izvedeno iz } L = A_L n^2.$$

a) Kolo osciluje na $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_e C}}$, kada je paralelno oscilatorno kolo otvorena veza. Odatle je

$$L_e = \frac{1}{\omega_0^2 C} = 1\ \text{mH}, \left(\frac{n_1 + n_2}{n_2} \right)^2 = \frac{L_e}{L_{m2}} = 4, n_1 = n_2 = 10.$$

b) Na frekvenciji oscilovanja paralelno oscilatorno kolo je otvorena veza, pa idealni transformator, operacioni pojačavač, R_2 , R_3 i R_1 prave negativnu otpornost $-R_0$ kako bi se održale oscilacije u kolu. Dakle,

$$\frac{n_2}{n_1 + n_2} \frac{R_2 + R_3}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_0}, R_3 = R_2 \left(\frac{R_0 + R_1}{R_0} \frac{n_1 + n_2}{n_2} - 1 \right) = 50 \text{ k}\Omega$$

c) Na frekvenciji oscilovanja paralelno oscilatorno kolo je otvorena veza, pa

$$P_{OUT} = \frac{1}{2} \frac{(V_{OUTm})^2}{R_0} = \frac{1}{2R_0} \left(\frac{R_0}{R_0 + R_1} V_{CC} \right)^2 = 160 \text{ mW}$$