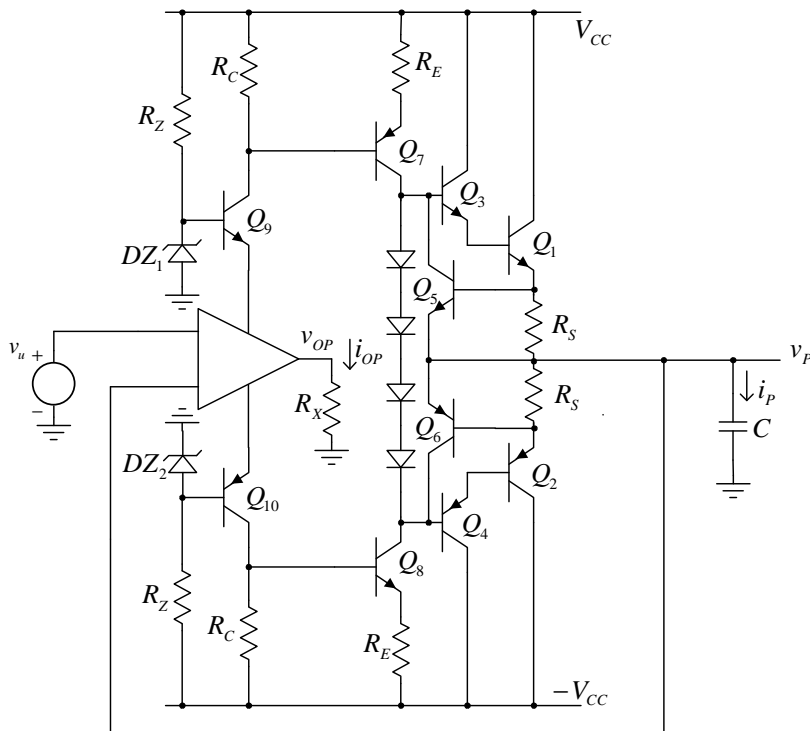


NAPOMENA:

Numerisati svaku stranu sveske u gornjem spoljašnjem uglu. Svaki zadatak početi na novoj strani. Zadaci moraju biti čitko i uredno napisani. Zaokruživanjem broja zadatka u tabeli na omotu označiti koji su zadaci rađeni, i pored toga upisati broj strane na kojoj zadatak počinje. Svako nepoštovanje ove napomene povlači oduzimanje jednog poena po zadatku!

1. Struja potrošnje operacionog pojačavača u kolu sa slike 1 može se zanemariti. Parametri poluprovodničkih komponenti su: $\beta(Q_1 - Q_4) = 29$, $\beta(Q_5 - Q_{10}) \rightarrow \infty$, $|V_{BE}| = V_D = |V_\gamma| = 0.7 \text{ V}$, $V_{CES} = 0.2 \text{ V}$, $V_Z = 15 \text{ V}$. Vrednosti ostalih elemenata u kolu su $V_{CC} = 24 \text{ V}$, $R_Z = 15 \text{ k}\Omega$, $R_X = R_C = R_E = 1 \text{ k}\Omega$, $R_S = 0.5 \Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$. Na ulazu kola prisutan je napon trougaonog talasnog oblika amplitude V_u i periode T .

- a) [1] Odrediti polaritet ulaznih priključaka operacionog pojačavača tako da je u kolu ostvarena negativna povratna sprega
- b) [9] Ako je $V_u = 15 \text{ V}$, $T = 50 \mu\text{s}$, izračunati i nacrtati vremenske dijagrame signala v_U , v_P , i_P , i_{C1} , i_{C2} , i_{OP} i v_{OP} .
- c) [7] Odrediti zavisnost maksimalno dozvoljene amplitude ulaznog napona od periode T , tako da se na izlazu dobija simetričan neizobličen signal.
- d) [3] Ako je $T = 50 \mu\text{s}$, odrediti maksimalnu srednju snagu koja se disipira na tranzistoru Q_1 , za vrednost amplitude ulaznog napona u opsegu u kome se na izlazu dobija simetričan neizobličen signal.



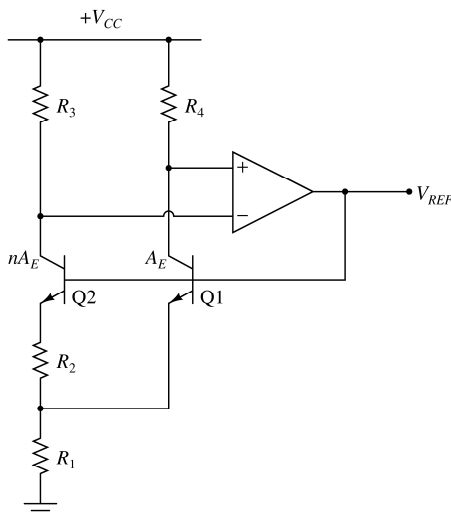
Slika 1

2. Potrebno je projektovati ispravljač sa Grecovim spojem i L filtrom koji od mrežnog napona efektivne vrednosti 220 V i frekvencije 50 Hz u kontinualnom režimu pravi jednosmerni napon od 12 V. Smatrati da su diode sa $V_D = 0.8 \text{ V}$ i da $|\sin x| \approx \frac{2}{\pi} - \frac{4}{3\pi} \cos(2x)$.

- a) [1] Nacrtati šemu ispravljača prema zadatim specifikacijama.
- b) [3] Odrediti prenosni odnos n transformatora tipa $n:1:1$.
- c) [3] Odrediti induktivnost kalema tako da pri struji potrošača od 200 mA ispravljač prelazi u kontinualni režim rada.
- d) [3] Odrediti kapacitivnost kondenzatora tako da amplituda talasnosti izlaznog napona u kontinualnom režimu rada bude 100 mV.

3. Na slici 3 je prikazan izvor referentnog napona kod koga je $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$, $n = 10$, $V_{BE} \approx 0.65 \text{ V}$. Poznato je $\partial V_{BE} / \partial T = -2 \text{ mV/K}$ i $V_T = kT/q = 25 \text{ mV}$ na $T = 300 \text{ K}$.

- a) [6] Odrediti zavisnost V_{REF} od R_2 .
- b) [4] Odrediti R_2 tako da pod navedenim pretpostavkama V_{REF} ne zavisi od temperature i odrediti V_{REF} u tom slučaju.



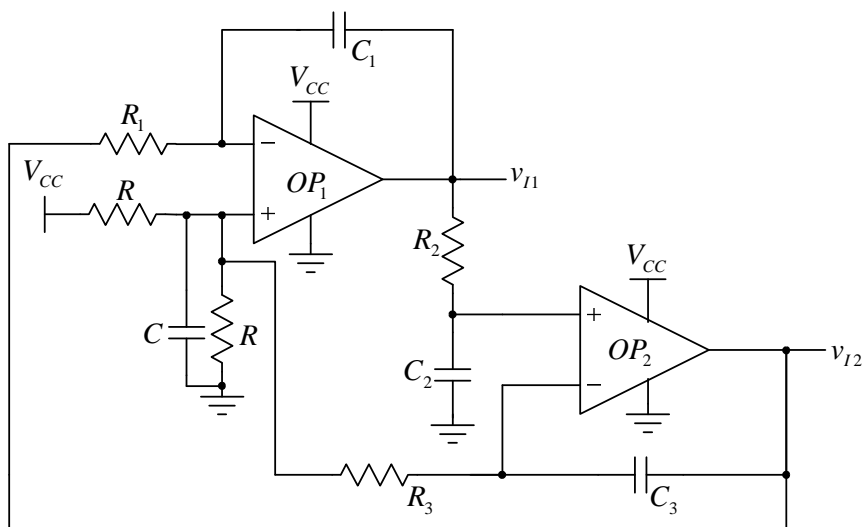
Slika 3

4. U oscilatoru sa slike 4 poznato je: $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R = 100 \text{ k}\Omega$, $C_3 = 10 \text{ nF}$, $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$ ($C \rightarrow \infty$). Operacioni pojačavači su idealni i napajaju se jednostrano sa $V_{CC} = 5 \text{ V}$.

a) [5] Izvesti izraz za kružno pojačanje u kolu, $\beta A(s)$.

b) [5] Odrediti vrednosti nepoznatih elemenata u kolu, tako da kolo osciluje na ugaonoj učestanosti $\omega_0 = 10 \text{ krad/s}$.

c) [5] Ukoliko je početna faza signala na izlazu v_{I1} jednaka nuli, napisati izraze za signale na izlazima v_{I1} i v_{I2} .

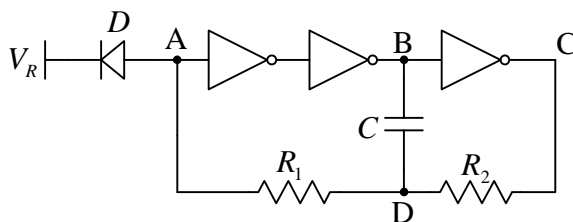


Slika 4

5. U kolu sa slike 5 upotrebljeni su idealni CMOS invertori, bez zaštitnih dioda na ulazu. Dioda D je idealna, sa $V_D = 0 \text{ V}$. Promenom referentnog napona V_R moguće je u nekim granicama menjati učestanost oscilovanja.

a) [12] Izračunati i nacrtati vremenske dijagrame napona u tačkama A, B, C i D.

b) [3] Odrediti u kojim granicama je moguće menjati učestanost oscilovanja kola sa slike 5, samo promenom referentnog napona V_R .

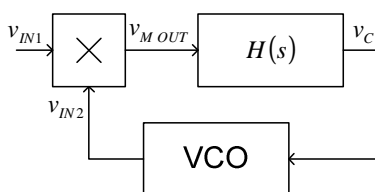


Slika 5

6. Na slici 6 je prikazan PLL kod koga je $v_{IN1} = 2 \text{ V} \sin(\omega_X t)$, $v_{IN2} = 2 \text{ V} \sin(\omega_X t - \varphi)$, $v_{M OUT} = (v_{IN1} v_{IN2}) / (0.5 \text{ V})$, $H(s) = 1 / (1 + (s/\omega_p))$, $f_{VCO} = 1 \text{ MHz} + 10(\text{kHz/V}) v_C$.

a) [4] Odrediti prenosnu karakteristiku faznog detektora $\overline{v_{M OUT}}(\varphi)$.

b) [6] Nacrtati vremenske dijagrame v_{IN1} , v_{IN2} , $v_{M OUT}$ i v_C za $v_{IN1} = 2 \text{ V} \sin(2\pi(1020 \text{ kHz})t)$. Smatrati $\omega_p \ll \omega_X$.



Slika 6