

## 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. Za kolo pojačavača snage sa slike 1:

a) [10] odrediti otpornosti  $R_1$ ,  $R_4$ ,  $R_6$ ,  $R_7$  i  $R_8$  tako da

- u odsustvu pobude bude  $V_x = \frac{V_{CC}}{2}$

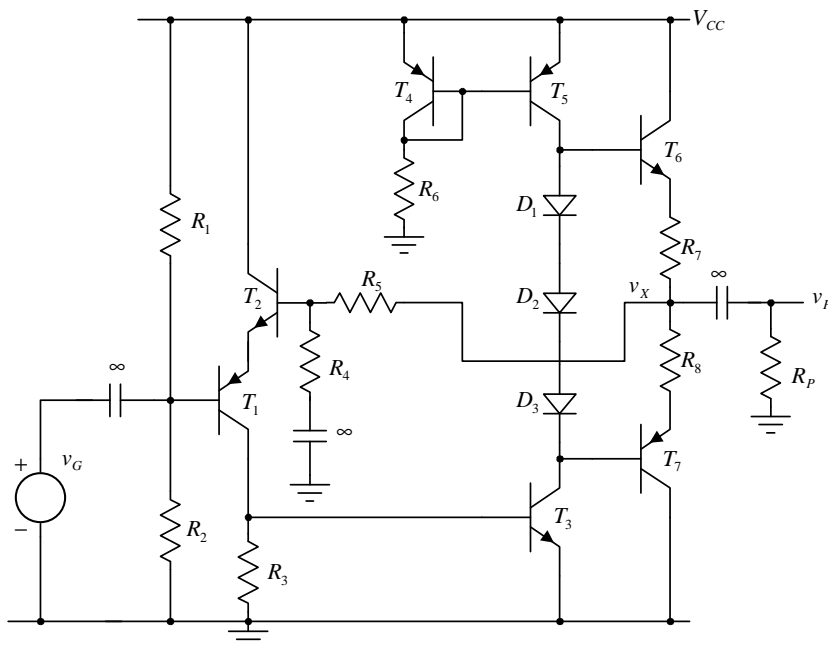
- naponsko pojačanje bude  $A = \frac{v_p}{v_g} = 100$

- struje izlaznih tranzistora u odsustvu pobude budu  $I_{C6} = I_{C7} = 100 \text{ mA}$

- maksimalna moguća amplituda neizobličenog izlaznog napona bude  $V_{p\max} = 3 \text{ V}$

b) [5] pod uslovima iz tačke a), i ako je na ulazu prisutan sinusoidalni pobudni napon frekvencije  $\omega$  i amplitude  $V_g = 0.028 \text{ V}$ , izračunati i nacrtati talasne oblike signala  $v_g$ ,  $v_x$ ,  $v_p$ ,  $i_p$ ,  $i_{C6}$  i  $i_{C7}$

c) [5] pod uslovima iz tačke a) odrediti izraz za zavisnost koeficijenta korisnog dejstva od amplitude neizobličenog izlaznog napona,  $\eta(V_p)$ . Smatrati da su



Slika 1

preovlađujući gubici u kolu gubici na izlaznim tranzistorima.  $\cos(\arcsin x) = \sqrt{1-x^2}$ .

Pojačanja tranzistora  $T_6$  i  $T_7$  iznose  $\beta = 20$ , dok ostali tranzistori imaju  $\beta \gg 1$ . Poznato je:  $V_{BE} = V_D = 0.7 \text{ V}$ ,  $V_{CES} = 0.2 \text{ V}$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_p = 7 \Omega$ ,  $V_{CC} = 12 \text{ V}$ .

2. Na raspolaganju je transformator prenosnog odnosa  $n:1:1$ , dve diode sa  $V_D = 1 \text{ V}$  i jedan kondenzator kapacitivnosti  $C$ . Efektivna vrednost mrežnog napona je  $220 \text{ V}$ , a frekvencija  $50 \text{ Hz}$ .

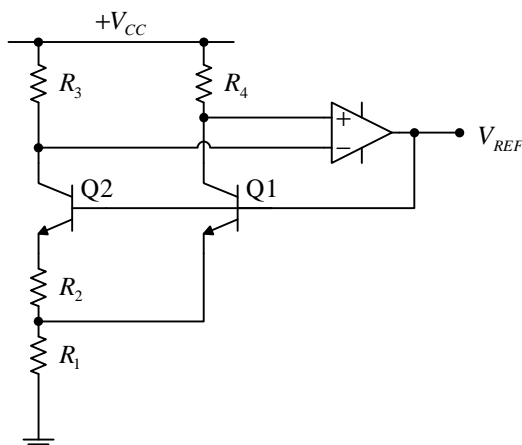
a) [1] Nacrtati šemu dvostranog ispravljača sa prostim kapacitivnim filtrom koji koristi navedene komponente.

Primenom aproksimacije malog ugla provođenja:

b) [5] Odrediti  $n$  i  $C$  tako da pri izlaznoj struji od  $100 \mu\text{A}$  jednosmerna komponenta izlaznog napona bude  $16 \text{ V}$ , a da pri izlaznoj struji od  $2 \text{ A}$  jednosmerna komponenta izlaznog napona bude  $14 \text{ V}$ .

c) [4] Nacrtati vremenski dijagram izlaznog napona i ulazne struje pri struji potrošača od  $1 \text{ A}$ . Odrediti amplitudu talasnosti i faktor talasnosti izlaznog napona u ovom slučaju.

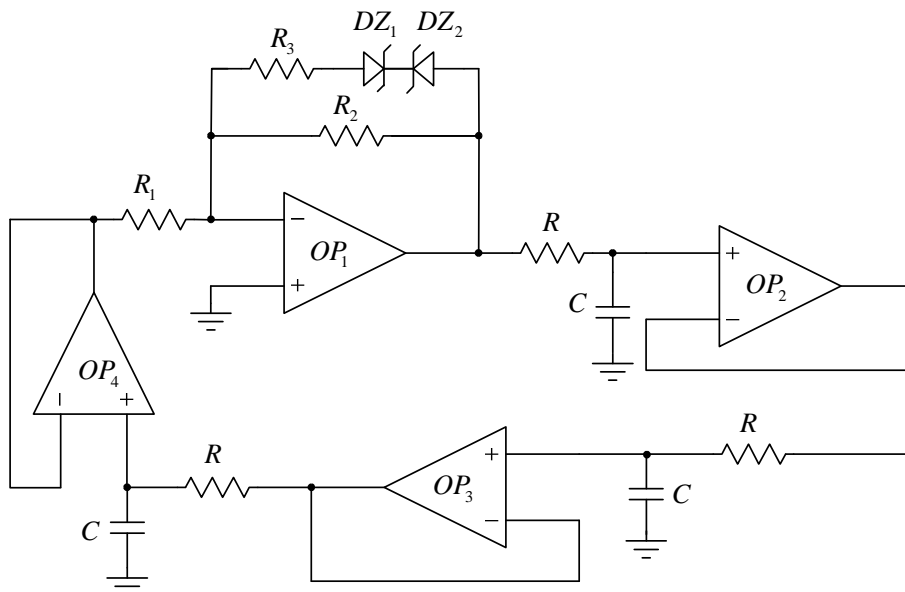
3. [10] Na slici 3 je prikazan izvor referentnog napona  $V_{REF}$ . Poznato je  $R_3 = R_4$ , površina emitera tranzistora Q2 je 10 puta veća od površine emitera tranzistora Q1 ( $A_{E2} = 10A_{E1}$ ),  $V_{BE1} = 0.65 \text{ V}$ ,  $\partial V_{BE}/\partial T = -2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ ,  $V_T = kT/q = 26 \text{ mV}$  za  $T = 300 \text{ K}$ , kolo je polarisano tako da tranzistori rade u direktnom aktivnom režimu, operacioni pojačavač je idealan. Odrediti  $R_1/R_2$  tako da  $V_{REF}$  ne zavisi od temperature i odrediti  $V_{REF}$  u tom slučaju.



Slika 3

4. U oscilatoru sa slike 4 poznato je:  $V_{CC} = 15V$ ,  $R_1 = 1k\Omega$ ,  $R_3 = 5k\Omega$ ,  $R = 10k\Omega$  i  $C = 10nF$ . Zener diode su idealne sa  $V_D = 0.7V$ . Operacioni pojačavači su idealni i napajaju se sa  $\pm V_{CC}$ .

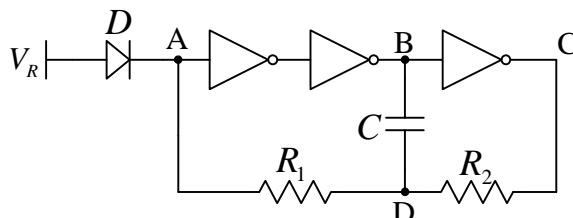
- [5] Odrediti kružnu učestanost oscilovanja  $\omega_0$ .
- [5] Odrediti minimalnu vrednost otpornosti  $R_2$  za koju se uspostavlja oscilacija.
- [5] Ako je  $R_2 = 10k\Omega$  odrediti  $V_Z$  tako da amplituda oscilacija na izlazu kola bude  $V_i = 10V$ .



Slika 4

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

- [12] Izračunati i nacrtati vremenske dijagrame napona u tačkama A, B, C i D.
- [3] Odrediti u kojim granicama je moguće menjati učestanost oscilovanja kola sa slike 5, samo promenom referentnog napona  $V_R$



Slika 5

6. PLL kod koga je fazni detektor realizovan primenom analognog množača sa karakteristikom  $v_{PD} = \frac{v_{IN1} v_{IN2}}{4V}$ , koristi VCO sa

osnovnom frekvencijom (free-running frequency)  $f_0 = 1\text{ MHz}$  konstantom  $k_0 = 10\text{ (kHz/V)}$  i NF filter sa  $F(s) = \frac{1}{1 + s/\omega_p}$ . Ulazni

naponi faznog detektora su sinusoidalnog oblika, amplitude  $8V$ .

- [1] Nacrtati blok šemu ovog PLL-a.
- [5] Odrediti prenosnu karakteristiku faznog detektora ako je  $v_{IN1} = 8V \cos(\omega_0 t)$  i  $v_{IN2} = 8V \cos(\omega_0 t - \varphi)$ .
- [4] Nacrtati vremenske dijagrame ulaznog napona PLL-a i izlaznog napona VCO-a tokom dve periode za frekvenciju ulaznog napona jednaku  $1.04\text{ MHz}$ . Smatrati da je PLL sinhronizovan.