

## 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. Poznati parametri u kolu pojačavača snage sa slike 1 su:  $R_p = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{\gamma} \approx V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ,  $V_{CES} = 0.2 \text{ V}$ ,  $\beta \rightarrow \infty$ . Operacioni pojačavač je idealan i napaja se sa  $\pm V_{CC} = \pm 12 \text{ V}$ .

a) [1] Označiti priključke operacionog pojačavača tako da u kolu bude ostvarena negativna povratna sprega.

b) [3] Odrediti vrednost otpornosti otpornika  $R_B = R_{BOPT}$  tako da se na izlazu može dobiti maksimalno moguća amplituda simetričnog neizobličenog signala.

c) [5] Ako je  $R_B = R_{BOPT}$  i na ulaz kola je doveden sinusoidalni napon ugaone učestanosti  $\omega = 10 \text{ krad/s}$  amplitude tolike da je amplituda neizobličenog napona na izlazu kola maksimalno moguća za date parametre, izračunati i nacrtati vremenske dijagrame signala  $v_I$ ,  $i_p$ ,  $i_{C1}$ ,  $i_{C2}$  i  $v_{IOP}$ .

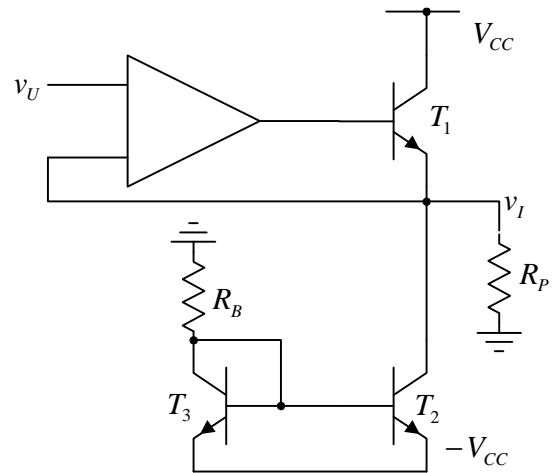
d) [3] Pod uslovima iz tačke c) odrediti koeficijent korisnog dejstva pojačavača.

e) [3] Ako je  $R_B = R_{BOPT}$ , odrediti zavisnost koeficijenta korisnog dejstva pojačavača od amplitude ulaznog sinusoidalnog napona,  $\eta(V_u)$ , za  $V_u < V_{u \text{ max}}$ .

f) [2] Pod uslovima iz tačke c) odrediti odnose snaga disipacija za  $R_p = 1 \text{ k}\Omega$  i

$R_p \rightarrow \infty$ , za tranzistore  $T_1$  i  $T_2$ ,  $\frac{P_{Di}(R_p = 1 \text{ k}\Omega)}{P_{Di}(R_p \rightarrow \infty)}$ ,  $i = 1, 2$

g) [3] Ukoliko je maksimalna dozvoljena srednja snaga disipacije tranzistorâ  $P_{D \text{ max}} = 500 \text{ mW}$ , projektovati kolo koje će zaštititi pojačavač od pregorevanja ukoliko dođe do kratkog spajanja izlaznog priključka na negativno napajanje.



Slika 1

2. Koristeći transformator, diodu i kondenzator potrebno je napraviti jednostrani ispravljač koji u praznom hodu (mala izlazna struja, tek da dioda provodi) ima izlazni napon  $V_{OUT} = 16 \text{ V}$ , a pri struji potrošača od  $I_{OUT} = 0.1 \text{ A}$  ima izlazni napon  $V_{OUT} = 15 \text{ V}$ . Ulazni napon ispravljača je  $v_{IN} = 230\sqrt{2} \text{ V} \sin(100\pi(\text{rad/s})t)$ , napon na direktno polarisanoj diodi je  $V_D = 1 \text{ V}$ . Koristiti aproksimaciju malog ugla provođenja.

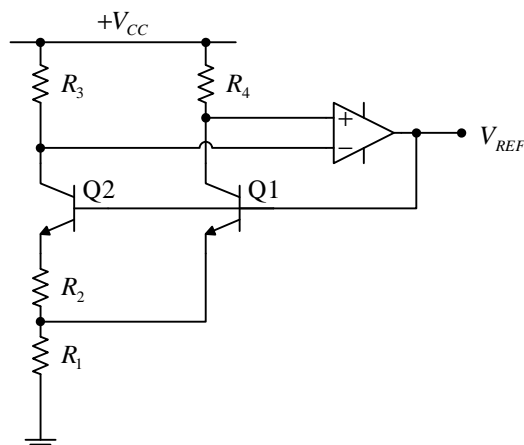
a) [1] Nacrtati šemu ispravljača.

b) [2] Odrediti prenosni odnos transformatora.

c) [2] Odrediti kapacitivnost kondenzatora.

d) [5] Za  $I_{OUT} = 0.1 \text{ A}$  nacrtati vremenske dijagrame izlaznog napona, struje kondenzatora i ulazne struje ispravljača.

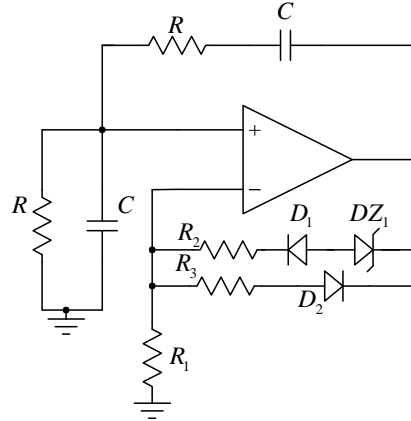
3. [10] Na slici 3 je prikazan izvor referentnog napona  $V_{REF}$ . Poznato je  $R_3 = R_4$ , površina emitera tranzistora Q2 je 10 puta veća od površine emitera tranzistora Q1 ( $A_{E2} = 10A_{E1}$ ),  $V_{BE1} = 0.65 \text{ V}$ ,  $\partial V_{BE}/\partial T = -2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ ,  $V_T = kT/q = 26 \text{ mV}$  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 Wien-ovim mostom sa slike poznato je:  $R = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 1 \text{ nF}$ ,  $R_1 = 3.3 \text{ k}\Omega$ ,  $V_D = 1 \text{ V}$ ,  $V_Z = 5 \text{ V}$ . Operacioni pojačavač je idealan i napaja se sa  $\pm V_{CC} = \pm 12 \text{ V}$ .

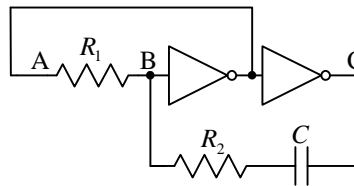
- [5] Odrediti vrednost kružne učestanosti oscilovanja  $\omega_0$ .
- [5] Ako je  $R_2 = 1.1 \text{ k}\Omega$ , odrediti vrednost otpornosti otpornika  $R_3$  tako da se na izlazu oscilatora dobijaju neizobličene oscilacije. Kolika je amplituda ovih oscilacija?
- [5] Odrediti vrednosti otpornosti otpornika  $R_2$  i  $R_3$  tako da se na izlazu oscilatora dobijaju neizobličene oscilacije maksimalne moguće amplitude.



Slika 4

5. U kolu sa slike 5 upotrebljeni su idealni CMOS invertori sa zaštitnim diodama na ulazu. Poznati parametri kola su:  $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{DD} = 5 \text{ V}$ .

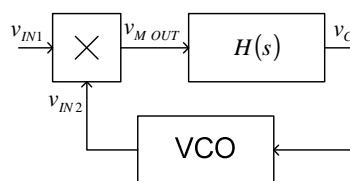
- [9] Izračunati i nacrtati vremenske dijagrame napona u tačkama A, B i C.
- [3] Odrediti vrednost kapacitivnosti kondenzatora  $C$  tako da učestanost oscilovanja bude 1 MHz.
- [3] Odrediti maksimalni moguć odnos otpornosti otpornika  $R_2$  i  $R_1$  tako da kolo još uvek može da osciluje.



Slika 5

6. Na slici 6 je prikazan PLL kod koga je  $v_{IN1} = 4 \text{ V} \sin(\omega_X t)$ ,  $v_{IN2} = 4 \text{ V} \sin(\omega_X t - \varphi)$ ,  $v_{M OUT} = (v_{IN1} v_{IN2}) / (2 \text{ V})$ ,  $H(s) = 1 / (1 + (s / \omega_p))$ ,  $f_{VCO} = 1 \text{ MHz} + 10 (\text{kHz/V}) v_C$ .

- [4] Odrediti prenosnu karakteristiku faznog detektora  $\overline{v_{M OUT}}(\varphi)$ .
- [6] Nacrtati vremenske dijagrame  $v_{IN1}$ ,  $v_{IN2}$ ,  $v_{M OUT}$  i  $v_C$  za  $v_{IN1} = 4 \text{ V} \sin(2\pi(1020 \text{ kHz})t)$ . Smatrati  $\omega_p \ll \omega_X$ .



Slika 6

Ispit traje tri sata