

Milan Prokin Radivoje Đurić

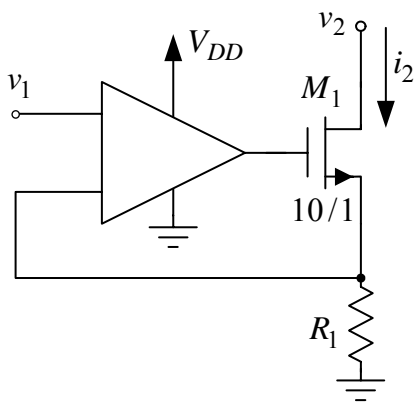
OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE

2006-domaći zadaci

1. domaći zadatak

- 1.1. a) [5] Nacrtati direktno spregnut pojačavač (bez upotrebe sprežnih kondenzatora) sa NPN tranzistorom na ulazu i PNP tranzistorom na izlazu i negativnom povratnom spregom koja povećava ulaznu otpornost i smanjuje izlaznu otpornost, napajan iz dve baterije za napajanje.
- b) [5] Nacrtati vremenske dijagrame napona na priključcima oba tranzistora za sinusoidalni napon pobudnog generatora.

Rešenje:



1.2. Parametri tranzistora u kolu sa slike su: $V_{TN} = 0,7\text{ V}$, $\mu_n C_{ox} = 110\mu\text{A/V}^2$, $W/L = 10/1$ i $\lambda_n = 0,04\text{ V}^{-1}$, operacioni pojačavač je idealan, dok je $V_{DD} = 3\text{ V}$ i $R_1 = 10\text{ k}\Omega$.

- [2] Odrediti polaritet ulaznih priključaka operacionog pojačavača tako da u kolu bude ostvarena negativna reakcija.
- [5] Ako je $v_2 = V_{DD}$, pod uslovom iz tačke a), odrediti i nacrtati zavisnost $i_2 = f(v_1)$, $-1\text{ V} \leq v_1 \leq 1\text{ V}$.
- [3] U okolini mirne radne tačke $V_1 = 1\text{ V}$, odrediti otpornost R_i koja se vidi između izlaza i mase.

Rešenje:

2. domaći zadatak

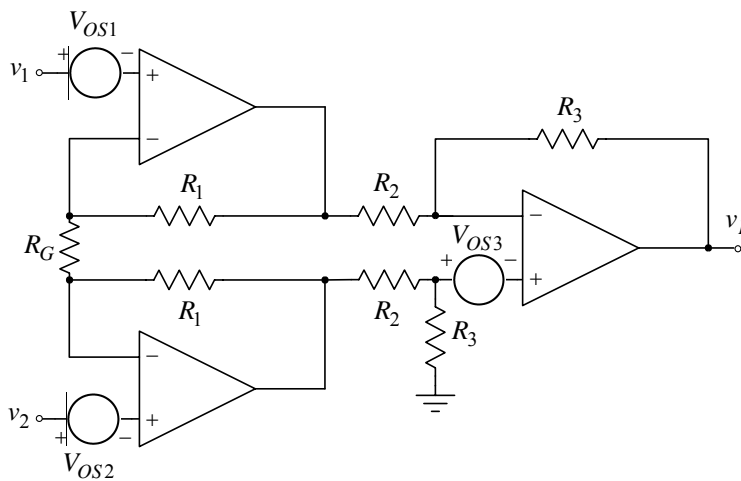
2.1. a) [4] Nacrtati precizni usmerač sa funkcijom prenosa:

$$v_I(v_g) = \begin{cases} v_g, v_g < 0 \\ 0, v_g \geq 0 \end{cases}$$

Na raspolaganju su jedna dioda sa naponom provodne diode $V_D = 0.6V$, jedan (idealni) operacioni pojačavač, jedan otpornik i dve baterije za napajanje.

- b) [2] Nacrtati dijagram zavisnosti napona na izlazu operacionog pojačavača od napona pobudnog generatora v_g .
- c) [2] Nacrtati vremenski dijagram napona na izlazu preciznog usmerača za sinusoidalni napon pobudnog generatora v_g .
- d) [2] Nacrtati vremenski dijagram napona na izlazu operacionog pojačavača za sinusoidalni napon pobudnog generatora v_g .

Rešenje:



2.2. U kolu instrumentacionog pojačavača sa slike upotrebljeni su operacioni pojačavači koji se mogu smatrati idealnim. Na ulazima ovih pojačavača nalaze se naponski generatori V_{OS1-3} , kojima se modeluje uticaj naponskog ofseta. Poznato je: $R_G = 1\text{k}\Omega$, $R_1 = 5R_G$, $R_2 = 10\text{k}\Omega$ i $R_3 = 10R_2$.

a) [8] Odrediti zavisnost izlaznog napona u odsustvu pobude u funkciji naponskog ofseta $V_I = f(V_{OS1}, V_{OS2}, V_{OS3})$.

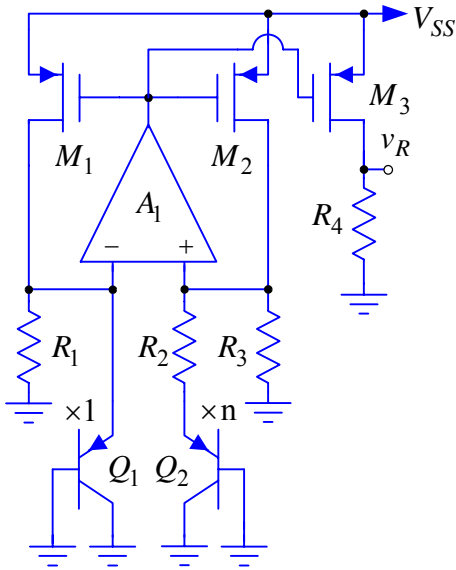
b) [2] Ako se naponski ofset operacionih pojačavača nalazi u opsegu $-1\text{mV} \leq V_{OS} \leq 1\text{mV}$, odrediti opseg vrednosti u kome se nalazi izlazni napon u odsustvu pobude $V_{I\min} \leq V_I \leq V_{I\max}$.

Rešenje:

3. domaći zadatak

- 3.1. a) [2] Nacrtati integrator sa prekidačem za reset, koristeći idealni operacioni pojačavač sa *npn* ulaznim tranzistorima, negativnim naponskim ofsetom V_{OS} (računajući prema referentnom smeru ulaznog napona operacionog pojačavača) i identičnim ulaznim strujama polarizacije I_B^+ and I_B^- .
- b) [4] Izvesti izraz i nacrtati napon na izlazu integratora iz tačke a) u funkciji vremena, za isključen pobudni generator, ako je pre trenutka $t = 0$ prekidač za reset bio zatvoren, a posle tog trenutka otvoren.
- c) [4] Izvesti izraz i nacrtati napon na izlazu integratora iz tačke a) u funkciji vremena pod uslovima iz tačke b), ako je integrator iz tačke a) modifikovan tako da se maksimalno smanji uticaj ulaznih struja polarizacije I_B^+ i I_B^- na izlazni napon.

Rešenje:



3.2. Parametri MOS tranzistora u izvoru referentnog napona sa slike su: $V_T = 0,7\text{ V}$, $B_1 = B_2 = B_3 = B$ i $\lambda \rightarrow 0$. Osim površina emitora, $A_{E2} = nA_{E1}$, $n = 100$, ostali parametri tranzistora Q_1 i Q_2 su identični, a operacioni pojačavač se može smatrati idealnim. Poznato je: $V_{SS} = 1\text{ V}$, $\beta_F \gg 1$, $V_{EB1}(27^\circ\text{C}) = 0,6\text{ V}$, $V_t(27^\circ\text{C}) = 25,7\text{ mV}$, $dV_{EB}/dT = -2\text{ mV}/^\circ\text{C}$ i $R_1 = R_3$. Smatrati da su svi MOS tranzistori u zasićenju, a operacioni pojačavač izvan njega.

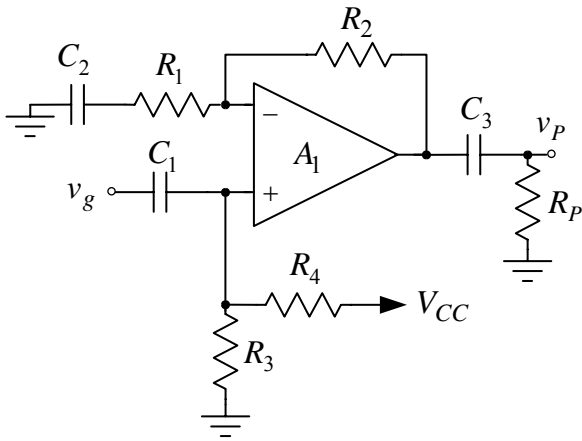
- [7] Odrediti zavisnost referentnog napona v_R u funkciji parametara kola.
- [3] Odrediti uslov pod kojim referentni napon ima nulti temperaturni koeficijent $dv_R/dT = 0$.

Rešenje:

4. domaći zadatak

- 4.1. a) [2] Nacrtati neinvertujući pojačavač sa operacionim pojačavačem sa jednopolnom prenosnom karakteristikom, napajan iz dve baterije za napajanje.
- b) [4] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku pojačanja pojačavača iz a).
- c) [4] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku pojačanja pojačavača iz a) kome je na red sa otpornikom vezanim između invertujućeg priključka operacionog pojačavača i mase povezan kondenzator.

Rešenje:



4.2. U pojačavaču sa slike upotrebljen je operacioni pojačavač koji se može smatrati idealnim, dok je: $V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_3 = R_4 = 100\text{ k}\Omega$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 9R_1$, $R_p = 2\text{ k}\Omega$, $C_1 = 2\text{ }\mu\text{F}$ i $C_2 = C_3 = 10\text{ }\mu\text{F}$.

c) [6] Odrediti naponsko pojačanje

$$A(s) = V_p(s)/V_g(s).$$

d) [4] Nacrtati asimptotsku amplitudsku karakteristiku naponskog pojačanja

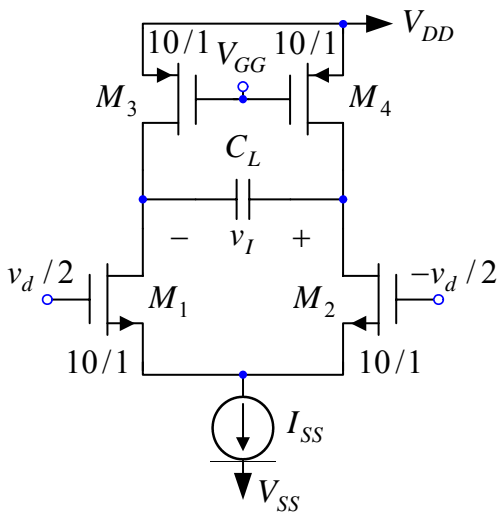
$$A(j\omega) = V_p(j\omega)/V_g(j\omega).$$

Rešenje:

5. domaći zadatak

- 5.1. a) [3] Na primeru pojačavača sa zajedničkim emiterom objasniti smanjenje gornje granične učestanosti pojačavača usled Milerovog efekta.
- b) [4] Nacrtati diferencijalni pojačavač sa mostnom povratnom spregom za kompenzaciju Milerovog efekta i objasniti način kompenzacije.
- c) [3] Nacrtati realizaciju pojačavača iz b) u integrisanoj tehnologiji.

Rešenje:



5.2. Parametri tranzistora u kolu pojačavača sa slike su:
 $\mu_n C_{ox} = 110 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $\mu_p C_{ox} = 50 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $\lambda_n = 0,04 \text{V}^{-1}$,
 $\lambda_p = 0,05 \text{V}^{-1}$, $V_{TN} = V_T = 0,7 \text{V}$, $V_{TP} = -V_T$,
 $C_{dbn} = C_{dbp} = 100 \text{fF}$, $C_{gdn} = C_{gdp} = 50 \text{fF}$ i
 $C_{gsn} = C_{gsp} = 100 \text{fF}$, dok je: $V_{DD} = 3 \text{V}$, $V_{GG} = 1,98 \text{V}$,
 $I_{SS} = 50 \mu\text{A}$ i $C_L = 500 \text{fF}$. Odrediti gornju graničnu učestanost pojačavača f_H .

Rešenje: