

OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE, JUN 2010.
Polaže se drugi kolokvijum (zadaci 3 i 4 - traje 2 sata), ili
kompletan ispit (svi zadaci - traje 3 sata)

IME I PREZIME

BR. INDEKSA

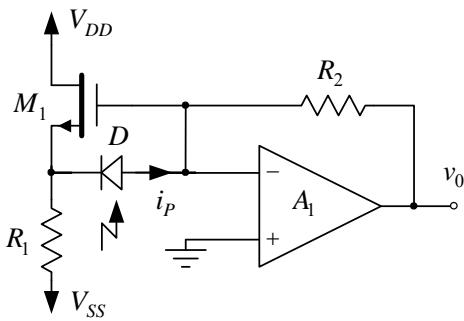
1	2	3	4	Σ

1. U kolu trorežimskog integratora sa brzim zadavanjem početnih uslova se koriste operacioni pojačavači, kao i otpornik za kompenzaciju uticaja ulaznih struja I_B^+ i I_B^- ulaznih *npn* tranzistora integratorskog operacionog pojačavača. Napon pobudnog generatora je $v_g = 0$, napon početnih uslova je $V_{PU} > 0$, a naponski offset je zanemarljiv.

- a) [4] Nacrtati navedeni integrator i ekvivalentne šeme u sva tri režima rada.
- b) [2] Izvesti tačan izraz za izlazni napon integratora na kraju režima zadavanja početnih uslova.
- c) [2] Izvesti izraz za izlazni napon integratora na kraju režima integracije koji traje t_1 .
- d) [2] Izvesti izraz za izlazni napon integratora na kraju režima pamćenja koji traje t_2 .

Smatrati da izlazi operacionih pojačavača ne rade u zasićenju.

Rešenje:



2. Parametri MOS tranzistora u kolu sa slike su:
 $B = \mu_n C_{ox} W / L = 1 \text{ mA/V}^2$, $V_T = -1 \text{ V}$ i $\lambda \rightarrow 0$, operacioni pojačavač ima naponsko pojačanje $a = 10^3$, dok su mu sve ostale karakteristike idealne. Pod dejstvom svetlosti foto-dioda D generiše struju i_P , dok je $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ i $V_{DD} = -V_{SS} = 3 \text{ V}$.

a) [2] Odrediti otpornost R_1 tako da u odsustvu svetlosti napon na foto-diodi bude nula.

b) [4] Odrediti transrezistansu $r_m = v_0 / i_p$ u okolini mirne radne tačke.

c) [3] Odrediti otpornost koju vidi foto-dioda u okolini mirne radne tačke.

d) [1] Odrediti izlaznu otpornost u okolini mirne radne tačke.

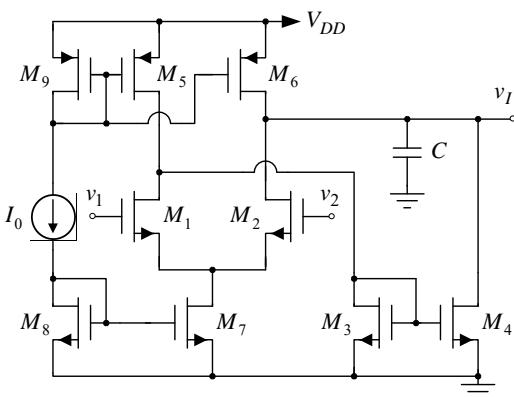
Rešenje:

- 3.** **a)** [2] Nacrtati diferencijalni pojačavač sa jednim idealnim operacionim pojačavačem napajanim iz dve baterije za napajanje.
- b)** [2] Zamenom odgovarajućih otpornika kondenzatorima modifikovati kolo pod a) tako da se dobije diferencijalni diferencijator (diferencijator razlike signala na ulazima kola).
- c)** [3] Izvesti funkciju prenosa kola iz tačke b) u kompleksnom domenu.
- d)** [3] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku pojačanja kola iz tačke b).

Rešenje:

4. Parametri tranzistora u pojačavaču sa slike su: $\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $\mu_p C_{ox} = 50 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_{TN} = 0,7 \text{ V}$, $V_{TP} = -V_{TN}$, $\lambda_n = 0,04 \text{ V}^{-1}$, $\lambda_p = 0,05 \text{ V}^{-1}$, $(W/L)_{1-9} = 50/1$, koeficijenti flicker šuma $K_{FNMOS} = 2K_{FPMOS} = 10^{-24} \text{ V}^2\text{F}$ i $C_{ox} = 2 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$, dok je: $V_{DD} = 1,5 \text{ V}$, $I_0 = 100 \mu\text{A}$, $C = 1 \text{ pF}$ i $KT = 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$.

a) [4] Ako je mirna radna tačka pojačavača izabrana tako da su svi tranzistori u zasićenju, odrediti funkciju prenosa $A_d(s) = V_i(s)/V_d(s)$, $V_d = V_1 - V_2$. Koliko iznosi gornja granična učestanost pojačavača f_H ?



- b) [3] Odrediti spektralnu gustinu snage ekvivalentnog naponskog generatora termičkog šuma na ulazu pojačavača e_{iT}^2 .
- c) [1] Odrediti spektralnu gustinu snage ekvivalentnog naponskog generatora flicker šuma na ulazu pojačavača e_{iF}^2 .
- d) [1] Odrediti graničnu učestanost f_c za koju su uticaji flicker šuma i termičkog šuma podjednaki.
- e) [1] Odrediti efektivnu vrednost napona šuma na ulazu pojačavača u opsegu učestanosti $1 \text{ Hz} \leq f \leq f_c$.

Rešenje: