

**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**

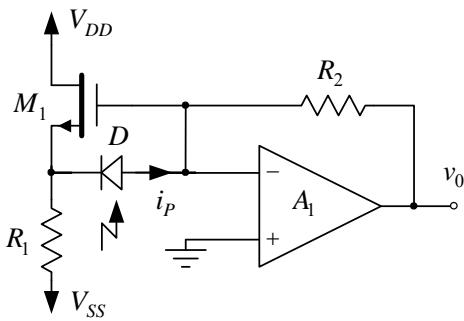
| 1 | 2 | 3 | 4 | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|----------|
|   |   |   |   |          |

**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.

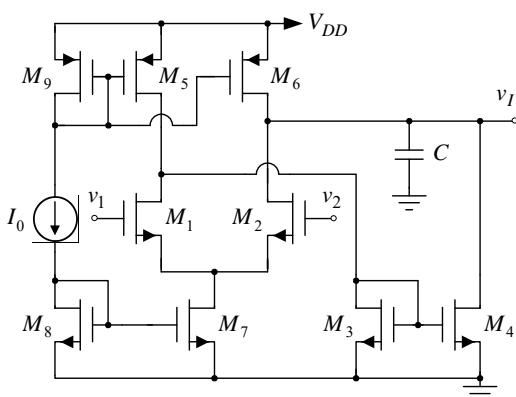
Rešenje:

- 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  $e_{iT}^2$ .
  - 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: