

**OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE, SEPTEMBAR 2016.**

**Polaže se drugi kolokvijum (zadaci 3 i 4 - traje 2 sata), ili  
kompletan ispit (svi zadaci - traje 3 sata)**

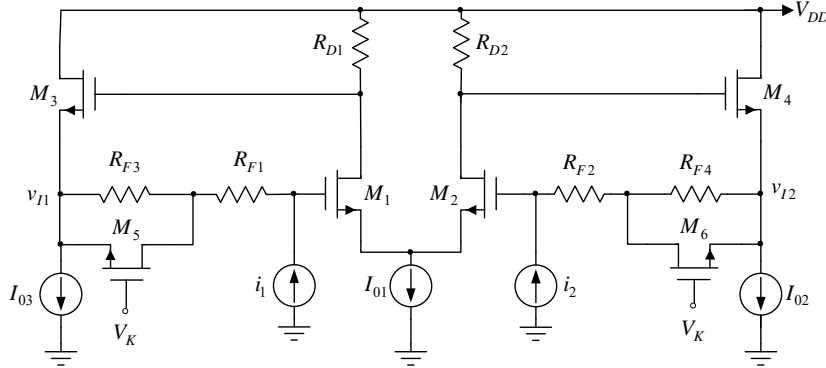
**IME I PREZIME** \_\_\_\_\_ **BR. INDEKSA** \_\_\_\_\_

K		Zaokružiti K za bodove sa prvog kolokvijuma		
1	2	3	4	$\Sigma$

1. a) [3] Nacrtati instrumentacioni pojačavač sa virtuelnom masom i jednostrukim napajanjem.
- b) [3] Izvesti izraz za naponsko pojačanje pojačavača iz tačke a).
- c) [2] Izvesti izraz za napon virtuelne mase iz tačke a) u zavisnosti od naponskog ofseta operacionog pojačavača.
- d) [2] Izvesti izraz za napon virtuelne mase iz tačke a) u zavisnosti od ulaznih struja operacionog pojačavača.

**Rešenje:**

2. Kolo pojačavača sa slike se napaja iz baterije  $V_{DD} = 1.8 \text{ V}$ , dok je  $I_{01} = 2I_{02} = 2I_{03} = 1 \text{ mA}$ ,  $R_{D1} = R_{D2} = 600 \ \Omega$ ,  $R_{F1} = R_{F2} = 100 \ \Omega$  i  $R_{F3} = R_{F4} = 1 \text{ k}\Omega$ . Parametri upotrebljenih tranzistora su:  $L = 0.18 \ \mu\text{m}$ ,  $W_{1-4} = 18 \ \mu\text{m}$ ,  $W_{5,6} = 3.6 \ \mu\text{m}$ ,  $\mu_n C_{ox} = 270 \ \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  $|V_T| = 0.45 \text{ V}$  i  $\lambda L = 0.08 \ \mu\text{m}/\text{V}$ .



a) [3] Odrediti kružno pojačanje  $\beta a$ . Smatrati da je  $V_{GS5,6} = 0$ .

b) [4] Odrediti diferencijalnu transzistansu  $r_m = v_i / i_d$ ,  $v_i = v_{i2} - v_{i1}$ ,  $i_d = i_1 - i_2$ . Smatrati da je  $V_{GS5,6} = 0$ .

c) [3] Odrediti zavisnost transzistanse pojačavača u funkciji kontrolnog napona

$V_K$ ,  $V_{I1,2} + V_T \leq V_K \leq V_{DD}$ , a zatim i opseg vrednosti transzistanse  $r_{m,\min} \leq r_m \leq r_{m,\max}$ .

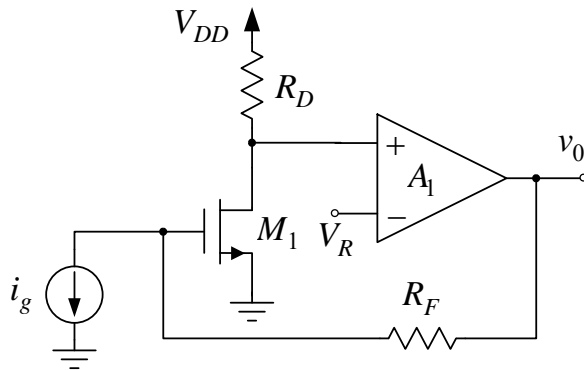
**Rešenje:**



3. a) [4] Nacrtati pojačavač sa bipolarnim tranzistorima i negativnom povratnom spregom koja povećava ulaznu otpornost i povećava izlaznu otpornost, koji je kapacitivno spregnut sa pobudnim sinusoidalnim generatorom preko kondenzatora  $C_G$ , pri čemu se emitorski kondenzator  $C_E$  koristi (gde je moguće) za povećanje naponskog pojačanja pojačavača.
- b) [6] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku naponskog pojačanja pojačavača iz tačke a) za konačne  $C_G$  i  $C_E$ .

**Rešenje:**

4. Kolo pojačavača sa slike se napaja iz baterije  $V_{DD} = 1.8 \text{ V}$ , operacioni pojačavač ima naponsko pojačanje  $a_1 = 50$  i sve ostale karakteristike mu se mogu smatrati idealnim, parametri tranzistora su:



$W/L = 1.8 \mu\text{m}/0.18 \mu\text{m}$ ,  $\mu_n C_{ox} = 270 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  
 $|V_T| = 0.45 \text{ V}$  i  $\lambda \rightarrow 0$ ,  $C_{ov}/W = 0,35 \text{ fF}/\mu\text{m}$ ,  
 $C_{db}/W = 0,50 \text{ fF}/\mu\text{m}$ ,  $C_{ox} = 8,5 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$ , dok je  
 $V_R = 1 \text{ V}$ ,  $R_D = 3,9 \text{ k}\Omega$  i  $KT = 4 \cdot 10^{-21} \text{ J}$ .

- a)[3] Odrediti propusni opseg pojačavača.  
 b)[2] Odrediti ekvivalentni napon termičkog šuma na ulazu pojačavača koji potiče od tranzistora  $M_1$ .  
 c)[2] Odrediti ekvivalentni napon termičkog šuma na ulazu pojačavača koji potiče od otpornosti u kolu.  
 d)[2] Odrediti ekvivalentni napon termičkog šuma na ulazu pojačavača koji potiče od šuma u operacionom pojačavaču. Smatrati da ekvivalentni naponski generator šuma na ulazu operacionog pojačavača ima vrednost  $V_{niop} = 20 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ .  
 e)[1] Odrediti ekvivalentni napon termičkog šuma na ulazu pojačavača.

**Rešenje:**

