

**OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE, SEPTEMBAR 2013.**

**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	$\Sigma$

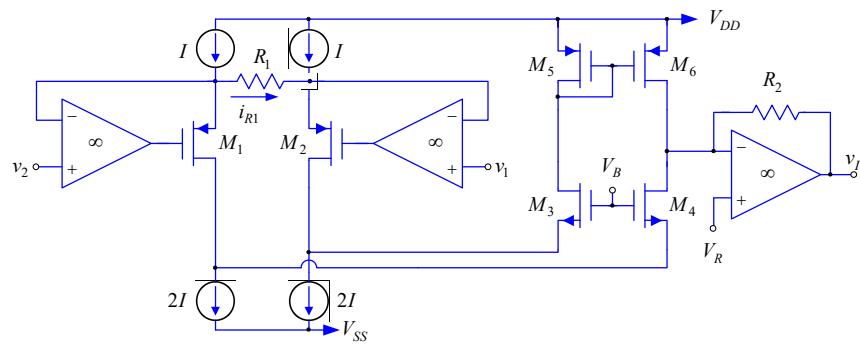
1. a) [3] Nacrtati precizni jednostrani usmerać sa operacionim pojačavačem i jednom diodom, napajan iz dve baterije za napajanje, čija je funkcija prenosa  $v_I = v_G$ , za  $v_G < 0$ , odnosno  $v_I = 0$  za  $v_G \geq 0$ . Smatrati da napon na direktno polarisanoj diodi iznosi  $V_D = 0.6V$ .
- b) [2] Nacrtati ekvivalentne šeme usmeraća iz a) u oba režima rada.
- c) [3] Nacrtati kolo za kompenzaciju naponskog ofseta usmeraća iz a).
- d) [2] Nacrtati kolo za kompenzaciju strujnog ofseta usmeraća iz a).

**Rešenje:**

2. U kolu CMOS instrumentacionog pojačavača sa slike svi tranzistori su u zasićenju, idealni operacioni pojačavači su izvan zasićenja, dok je  $(W/L)_1 = (W/L)_2$ ,  $(W/L)_3 = (W/L)_4$ ,  $(W/L)_5 = (W/L)_6$ ,  $V_{TN} = -V_{TP}$  i  $\lambda_p = \lambda_n \rightarrow 0$ .

**a) [5]** Odrediti zavisnost  $v_I = f(v_D)$ ,  $v_D = v_2 - v_1$ .

**b) [1]** Ako su tolerancije upotrebljenih otpornosti  $\pm 1\%$ , odrediti opseg vrednosti diferencijalnog pojačanja pojačavača  $a_{D\min} \leq a_D \leq a_{D\max}$ .



c) [1] Ako se naponi praga tranzistora  $M_1$  i  $M_2$  razlikuju za  $V_{T1} - V_{T2} = \Delta V_T$ , odrediti

vrednost izlaznog napona u mirnoj radnoj tački.

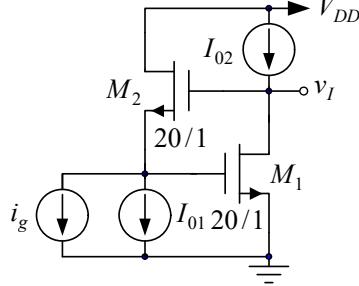
**d)** [3] Ako je naponski offset operacionih pojačavača, meren na njihovim ulaznim

priklučcima,  $-1 \text{ mV} \leq V_{OS1,2,3} \leq 1 \text{ mV}$ , odrediti opseg vrednosti izlaznog napona u mirnoj radnoj tački.

### Rešenje:

3. a) [2] Nacrtati ekvivalentnu unilateralizovanu šemu za male signale pojačavača sa zajedničkim emiterom na visokim učestanostima.  
b) [2] Nacrtati ekvivalentnu šemu za male signale kaskodnog pojačavača na visokim učestanostima sa unilateralizovanim ulaznim stepenom.  
c) [3] Aproksimativno izračunati gornju graničnu učestanost pojačavača iz a).  
d) [3] Aproksimativno izračunati gornju graničnu učestanost pojačavača iz b).

**Rešenje:**



4. U kolu pojačavača sa slike upotrebljeni su tranzistori čiji su parametri  $\mu_n C_{ox} = 110 \mu\text{A/V}^2$ ,  $V_T = 0,7\text{V}$ ,  $\lambda_n \rightarrow 0$ , dok je  $KT = 4 \cdot 10^{-21}\text{J}$ . Na slici je, pored svakog tranzistora, dat odnos širine i dužine kanala  $W/L$ , dok je  $V_{DD} = 3\text{V}$  i  $I_{01} = I_{02} = 100\mu\text{A}$ . U okolini mirne radne tačke:
- a) [5] Odrediti spektralnu gustinu snage ekvivalentne struje belog šuma na ulazu pojačavača.
  - b) [5] Ako je unutrašnja otpornost pobudnog generatora  $R_g = 10\text{k}\Omega$ , odrediti faktor šuma pojačavača.

**Rešenje:**