

OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE, SEPTEMBAR 2009.

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

IME I PREZIME _____ BR. INDEKSA _____

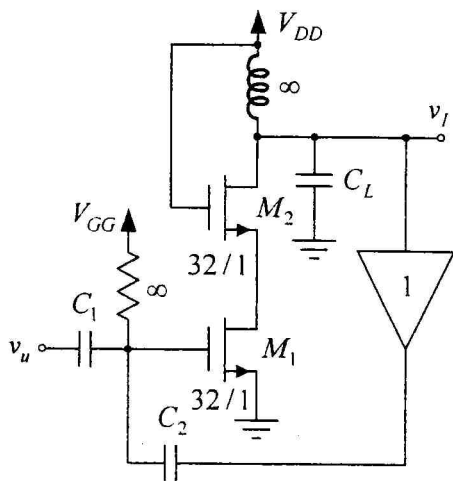
1	2	3	4	Σ

1. a) [5] Nacrtati direktno spregnut pojačavač (bez upotrebe sprežnih kondenzatora) sa NMOS tranzistorom na ulazu, NPN tranzistorom na izlazu i negativnom povratnom spregom koja povećava ulaznu impedansu i smanjuje izlaznu impedansu, napajan iz dve baterije za napajanje. Na raspolaganju su jedan NMOS i dva NPN tranzistora.
- b) [2] Napisati opšte izraze za izračunavanje ulazne i izlazne impedanse pojačavača iz tačke a).
- c) [3] Nacrtati vremenske dijagrame napona na svim priključcima ulaznog i izlaznog tranzistora za sinusoidalni napon pobudnog generatora.

Rešenje:

3. a) [2] Nacrtati idealni diferencijator sa operacionim pojačavačem, napajanim iz dve baterije za napajanje.
- b) [4] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku pojačanja kola iz tačke a) za slučaj idealnog operacionog pojačavača.
- c) [4] Nacrtati Bodeovu amplitudsku i faznu karakteristiku pojačanja kola iz tačke a) za slučaj operacionog pojačavača sa jednopolnom prenosnom karakteristikom.

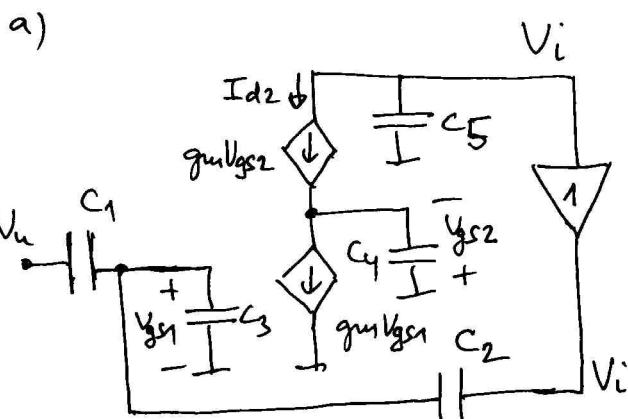
Rešenje:



4. U kolu sa slike parametri tranzistora su: $V_T = 0.7\text{ V}$, $\mu_n C_{ox} = 100\ \mu\text{A/V}^2$, $\lambda \rightarrow 0$, $C_{gs1} = C_{gs2} = 100\ \text{fF}$ i $C_{gd1} = C_{gd2} = 10\ \text{fF}$. Na slici je dat, pored svakog tranzistora, odnos širine i dužine kanala, dok je: $V_{DD} = 1.5\text{ V}$, $V_{GG} = 0.95\text{ V}$, $C_L = 500\ \text{fF}$ i $C_1 = C_2 = 100\ \text{fF}$. Pojačavač čije je pojačanje 1 ima $R_u \rightarrow \infty$ i $R_i = 0$ i pojačanje nezavisno od učestanosti.

- a) [7] Odrediti i nacrtati asimptotsku amplitudsku karakteristiku naponskog pojačanja $A(jf) = V_i(jf)/V_u(jf)$.
- b) [3] Odrediti propusni opseg pojačavača.

Rešenje:



$$G_{m1} = \frac{I_{d2}}{V_{gs1}} = \frac{g_{m1}}{1 + s C_4 / g_{m1}}$$

$$s C_5 V_i = -I_{d2} = -G_{m1} V_{gs1}$$

$$s C_1 (V_u - V_{gs1}) + s C_2 (V_i - V_{gs1}) - s C_3 V_{gs1} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{V_i}{V_u} = -\frac{C_1}{C_2} \frac{1}{1 + s \frac{C_5}{g_{m1}} \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_2}}$$

$C_3 \approx C_{gs1} + 2C_{gd1}$, $C_4 \approx C_{gs2} + 2C_{gd1}$
 $C_5 = C_L + C_{gd2}$;

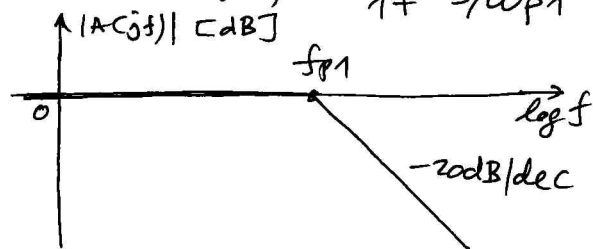
$$\Rightarrow \frac{V_i}{V_u} = -\frac{C_1}{C_2} \frac{1}{1 + (1 + s \frac{C_4}{g_{m1}}) \cdot s \frac{C_5}{C_2} \frac{C_1 + C_2 + C_3}{g_{m1}}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_i}{V_u} = -\frac{C_1}{C_2} \frac{1}{1 + s \frac{C_5}{g_{m1}} \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_2} + s^2 \frac{C_4 C_5}{g_{m1}^2} \frac{C_1 + C_2 + C_3}{C_2}}$$

$\omega_{p1} \ll \omega_{p2} \Rightarrow \omega_{p1} = \frac{g_{m1}}{C_5} \frac{C_2}{C_1 + C_2 + C_3} \Rightarrow f_{p1} = \frac{\omega_{p1}}{2\pi} = 78\ \text{MHz}$,

$\omega_{p2} = \frac{g_{m1}}{C_4} \Rightarrow f_{p2} = \frac{g_{m1}}{2\pi C_4} \approx 1\ \text{GHz} \gg \omega_{p1}$

$$\Rightarrow A(s) = \frac{V_i(s)}{V_u(s)} \approx \frac{-C_1/C_2}{1 + s/\omega_{p1}} = -\frac{1}{1 + \frac{s}{2\pi f_{p1}}}$$



b) $BW \approx f_{p1} = 78\ \text{MHz}$.