

1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege:  $1 + H(s) = 1 + K \frac{s+9}{(s+1)(s+3)^2} = 0$  za  $0 < K < \infty$ . [Pomoć pri izračunavanju tačaka odvajanja/spajanja: Pošto funkcija  $1/H(s)$  ima dvostruku nulu u  $s = -3$ , njen izvod ima prostu nulu u istoj tački, tj.  $s = -3$  je jedna od tačaka odvajanja/spajanja grana za  $-\infty < K < \infty$ .]

b) [13] Objasniti postupak za poništavanje nule u desnoj poluravni uvođenjem naponskog bafera kod dvostepenog MOS pojačavača kompenzovanog tehnikom razdvajanja polova. Nacrtati šemu modela kompenzovanog pojačavača kod kojeg je nula u desnoj poluravni poništena uvođenjem naponskog bafera i izvesti funkciju prenosa pojačavača u tom slučaju.

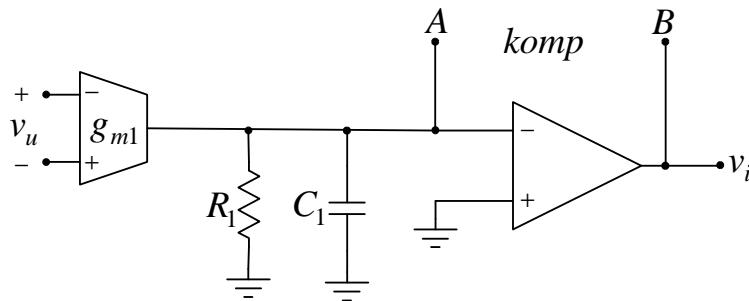
2. Na slici 2 je prikazana struktura dvostepenog operacionog pojačavača (OP). Poznato je da je ukupna otpornost u izlaznom čvoru prvog stepena  $R_1 = 100\text{k}\Omega$ , ukupna kapacitivnost u izlaznom čvoru prvog stepena  $C_1$  (koja stvara viši pol), dok transkonduktansa prvog stepena iznosi  $g_{m1} = 100\mu\text{S}$ . Poznato je i da drugi stepen, koga čini naponski pojačavač beskonačno velike ulazne i zanemarljivo male izlazne otpornosti, unosi samo jedan (niži) pol učestanosti  $f_2 = 2\text{ kHz}$  u prenosnu karakteristiku OP (pri čemu se može smatrati da je učestanost nižeg pola mnogo manja od učestanosti višeg pola).

Ako se od nekompenzovanog OP i dva otpornika u kolu povratne sprege napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 100 na niskim učestanostima, karakteristika dobijenog pojačavača je maksimalno ravna.

Ako se između priključka A i mase poveže kondenzator  $C_K = 8\text{pF}$ , a zatim se od tako modifikovanog OP napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 10 na niskim učestanostima (korišćenjem dva otpornika u kolu povratne sprege), fazna margina iznosi  $\pi/8$  **posmatrano na Bodeovoj aproksimativnoj faznoj karakteristici** kružnog pojačanja (pri čemu se i dalje može smatrati da je učestanost nižeg pola mnogo manja od učestanosti višeg pola).

a) [12] Za nekompenzovani OP odrediti ukupnu kapacitivnost  $C_1$  izlaznog čvora prvog stepena, pojačanje na niskim učestanostima i učestanost višeg pola.

b) [13] Odrediti kapacitivnost novog kompenzacionog kondenzatora  $C_{K1}$  koga treba vezati između kompenzacionih priključaka A i B (nakon što se ranije pomenuti kondenzator  $C_K$  ukloni iz kola) tako da fazna margina kompenzovanog OP sa otpornom povratnom spregom u najgorem slučaju bude jednaka  $60^\circ$ . Izračunati u tom slučaju i jediničnu učestanost i učestanosti polova kružnog pojačanja.



Slika 2