

1. a) [12] Objasniti uticaj povratne spregе na položaj polova pojačavačа sa dvopolnom funkcijom pojačanja. Za isti pojačavač nacrtati normalizovanu amplitudsку karakteristiku pojačanja sa povratnom spregom za nekoliko karakterističnih vrednosti faktora dobrote polova. Za koju vrednost faktora dobrote polova je pomenuta amplitudska karakteristika maksimalno ravna u koordinatnom početku, a za koju vrednost faktora dobrote polova funkcija prenosa pojačavačа sa povratnom spregom ima dvostruki realan pol?

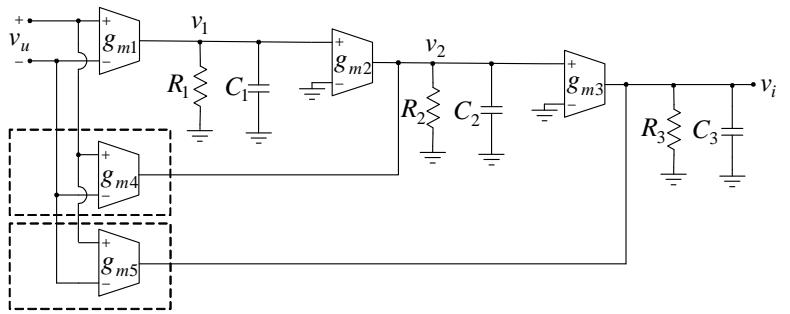
b) [13] Dvostepeni CMOS operacioni (transkonduktansni) pojačavač je kompenzovan tehnikom razdvajanja polova tako da mu je učestanost drugog pola veća od  $\omega_r$ . Objasniti postupak za poništavanje nule u desnoj poluravni uvođenjem strujnog bafera. Nacrtati šemu modela kompenzovanog operacionog pojačavačа kod kojeg je nula u desnoj poluravni poništena uvođenjem strujnog bafera i izvesti funkciju prenosa pojačavačа u tom slučaju.

2. Na slici 2 je prikazana struktura kompenzovanog trostopenog operacionog pojačavačа (OP). Transkonduktansni stepeni sa transkonduktansama  $g_{m1} = 75\mu\text{S}$ ,  $g_{m2} = 50\mu\text{S}$  i  $g_{m3} = 400\mu\text{S}$  čine strukturu nekompenzovanog OP, a transkonduktansnim stepenima  $g_{m4}$  i  $g_{m5}$  (na slici uokvireni isprekidanim linijom) pojačavač je kompenzovan tehnikom višestrukog premošćavanja. Poznato je da ukupne kapacitivnosti u izlaznim čvorovima prvog, drugog i trećeg stepena iznose  $C_1 = 300\text{pF}$ ,  $C_2 = 250\text{pF}$  i  $C_3 = 4\text{pF}$ , respektivno. Takođe, poznato je da ako se na ulaz nekompenzovanog OP priključi idealni generator sinusoidalnog napona veoma učestanosti i amplitude  $10\mu\text{V}$ , amplituda napona  $v_1$  iznosi  $2,5\text{mV}$ .

a) [12] Ako se u kolo pojačavača doda samo transkonduktansni stepen čija je transkonduktansa  $g_{m4} = 250\mu\text{S}$  (na način prikazan na slici 2), izvršava se poništavanje pola koji unosi drugi stepen nekompenzovanog OP. Izračunati ukupnu otpornost u izlaznom čvoru drugog stepena nekompenzovanog OP ( $R_2$ ).

b) [13] Ako se u kolo pojačavača doda i transkonduktansni stepen čija je transkonduktansa  $g_{m5}$  (na način prikazan na slici 2), izvršava se poništavanje pola koji unosi treći stepen nekompenzovanog OP, a jedinična učestanost kompenzovanog pojačavačа iznosi  $5\text{Mrad/s}$ . Izračunati ukupnu otpornost u izlaznom čvoru trećeg stepena nekompenzovanog OP ( $R_3$ ) i transkonduktansu  $g_{m5}$ .

NAPOMENA: Pri proračunu smatrati da se ukupne otpornosti i kapacitivnosti izlaznih čvorova drugog i trećeg stepena ne menjaju dodavanjem kompenzacijonih kola.



Slika 2

3. a) [12] Definisati strujni prenosnik prve vrste, napisati definiciju u matričnoj formi i nacrtati njegov simbol. Zatim nacrtati puš-pul realizaciju u bipolarnoj tehnologiji. Pokazati kako se korišćenjem ovakvog strujnog prenosnika može napraviti negativni konvertor impedanse.

b) [13] Nacrtati i objasniti bikvadratne sekcije sa tri operaciona pojačavača. Za jednu od njih (po izboru) izvesti funkciju prenosa filtra propusnika opseg učestanosti.

4. Projektovati filter propusnik niskih učestanosti koji zadovoljava sledeće specifikacije:

- gornja granična učestanost je  $f_0 = 20\text{kHz}$ ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima  $f < f_1 = 10\text{kHz}$  je manje od  $0,9\text{dB}$ ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima  $f > f_2 = 35\text{kHz}$  je veće od  $20\text{dB}$ .

a) [4] Izračunati gabarite normalizovanog NF filtra koji odgovara zadatim specifikacijama.

b) [4] Odrediti potreban red i funkciju prenosa Batervortovog normalizovanog NF filtra koji zadovoljava gabarite izračunate u prethodnoj tački.

c) [7] Realizovati dobijenu funkciju prenosa iz prethodne tačke kao pasivnu mrežu bez gubitaka pobuđenu naponskim generatorom unutrašnje otpornosti  $R_u = 1\Omega$ , otvorenu na izlaznim krajevima, a potom skalirati impedanse na nivo  $R_u = 600\Omega$ .

d) [5] Filtar sa skaliranim impedansama iz tačke c) realizovati pomoću otpornika, kondenzatora i FDNR komponenti. Svaku od korišćenih FDNR komponenti realizovati na bazi generalisanog konvertora imitanse. Predložiti vrednosti za korišćene pasivne komponente.

e) [5] Kolo filtra sa skaliranim impedansama iz tačke c) transformisati u filter propusnik opseg učestanosti na centralnoj učestanosti  $f_0 = 50\text{kHz}$  sa propusnim opsegom  $B=5\text{kHz}$ .

Studenti koji polažu prvi kolokvijum rade zadatke 1 i 2 u trajanju do 2 sata.

Studenti koji polažu drugi kolokvijum rade zadatke 3 i 4 u trajanju do 2 sata.

Studenti koji polažu integralni ispit rade sve zadatke u trajanju do 3 sata.