

1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege: $1 + H(s) = 1 + k \frac{1}{(s+1)(s^2 + 2s + 2)} = 0$ za $0 < k < \infty$.

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

c) [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.

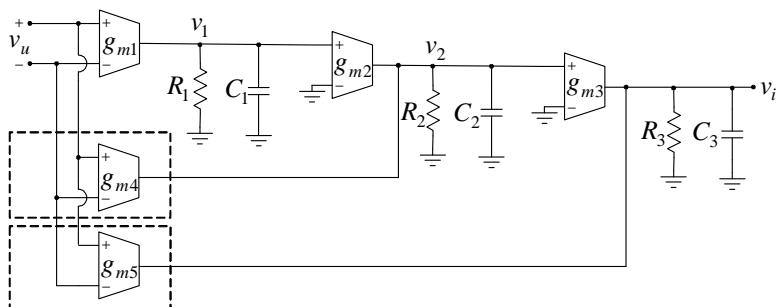
d) [13] Nacrtati i objasniti bikvadratne sekcije sa tri operaciona pojačavača. Za jednu od njih (po izboru) izvesti funkciju prenosa filtra propusnika opseg-a učestanosti.

2. Na slici 2 je prikazana struktura kompenzovanog trostopenog operacionog pojačavača (OP). Transkonduktansni stepeni sa transkonduktansama $g_{m1} = 75\mu S$, $g_{m2} = 50\mu S$ i $g_{m3} = 400\mu S$ 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 $C_1 = 300pF$, $C_2 = 250pF$ i $C_3 = 4pF$, respektivno. Takođe, poznato je da ako se na ulaz nekompenzovanog OP priključi idealni generator sinusoidalnog napona veoma učestanosti i amplitude $10\mu V$, amplituda napona v_1 iznosi $2,5mV$.

a) [12] Ako se u kolo pojačavača doda samo transkonduktansni stepen čija je transkonduktansa $g_{m4} = 250\mu S$ (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 pojačavača iznosi $5Mrad/s$. 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 kompenzacionih kola.



Slika 2

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

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

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-a učestanosti na centralnoj učestanosti $f_0 = 50kHz$ sa propusnim opsegom $B = 5kHz$.