

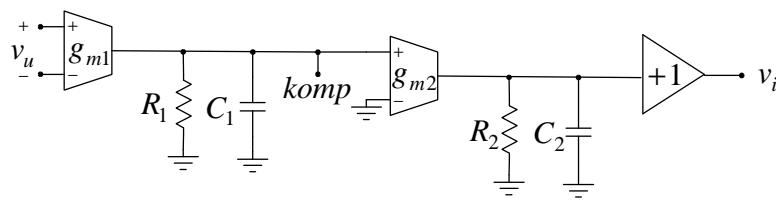
1. a) [12] Objasniti uticaj fazne margine relativnog kružnog pojačanja na karakteristike pojačavača sa povratnom spregom kada za pojačavač važi *Black*-ov model. Za isti pojačavač nacrtati normalizovanu amplitudsku karakteristiku pojačanja sa povratnom spregom kao i vremenski odziv na pobudu oblika Hevisajdove funkcije, za nekoliko karakterističnih vrednosti fazne margine relativnog kružnog pojačanja.

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 otpornika za podešavanje nule.

2. Na slici 2 je prikazana struktura trostopenog operacionog pojačavača (OP). Pojačanje OP na niskim učestanostima iznosi 5000. Prva dva stepena OP su transkonduktansna. Ekvivalentna otpornost i kapacitivnost izlaznog čvora prvog stepena su $R_1 = 50\text{k}\Omega$ i $C_1 = 10\text{pF}$, respektivno. Ekvivalentna otpornost izlaznog čvora drugog stepena je $R_2 = 500\text{k}\Omega$. Izlazni stepen je idealni bafer. Poznato je da prvi stepen u prenosu karakteristiku OP unosi pol na višoj učestanosti.

a) [9] Ako se od OP i dva otpornika napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 30 na niskim učestanostima, fazna margina kružnog pojačanja iznosi $\pi/4$. Izračunati ekvivalentnu izlaznu kapacitivnost C_2 drugog stepena i učestanosti polova OP.

b) [16] Kompenzovati OP dodavanjem redne veze kompenzacionih elemenata R_K i C_K između kompenzacionog priključka *komp* i mase, tako da fazna margina kružnog pojačanja neinvertujućeg pojačavača, formiranog od kompenzovanog OP i otporne povratne sprege, u najgorem slučaju bude jednaka 75° . Kompenzacija treba da kompenzacionom nulom poništi pol nekompenzovanog OP koji unosi drugi stepen OP. Odrediti vrednosti elemenata R_K i C_K , kao i učestanosti polova kompenzovanog OP.



Slika 2

3. a) [13] Izvesti izraz za slučajni („random“) ofset napon CMOS diferencijalnog pojačavača sa strujnim ogledalom. Na osnovu izvedenog izraza ukratko diskutovati mogućnosti smanjenja ovog ofset napona.

b) [12] Objasniti kaskadni način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra. Ukratko komentarisati probleme koje treba rešiti kod ovakvog načina realizacije filtra.

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

- donja granična učestanost je $f_0 = 20\text{kHz}$,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 10\text{kHz}$ je veće od 20dB ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f > f_2 = 30\text{kHz}$ je manje od 1dB .

a) [4] Izračunati gabarite normalizovanog VF filtra koji odgovara zadatim specifikacijama, a zatim odrediti gabarite odgovarajućeg normalizovanog NF filtra.

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

c) [5] Realizovati dobijenu funkciju prenosa korišćenjem potrebnog broja bikvadratnih sekacija sa dva OTA (operaciona transkonduktansna pojačavača) i predložiti vrednosti odgovarajućih elemenata.

d) [6] Realizovati dobijenu funkciju prenosa kao pasivnu mrežu bez gubitaka pobuđenu idealnim naponskim generatorom i zatvorenu otpornikom $R_p = 1\Omega$.

e) [6] Transformisati dobijeno kolo u VF filter koji zadovoljava zadate specifikacije pri čemu otpornik kojim je mreža zatvorena ima otpornost od 50Ω .

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.