

1. a) [12] Objasniti uticaj povratne sprege na položaj polova pojačavača sa dvopolnom funkcijom pojačanja. Za isti pojačavač nacrtati normalizovanu amplitudsku 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 pojačavača sa povratnom spregom ima dvostruki realan pol? Koju vrednost ima pomenuti dvostruki realan pol ako je poznato da su učestanosti polova pojačavača u otvorenoj sprezi ω_{p1} i ω_{p2} ?

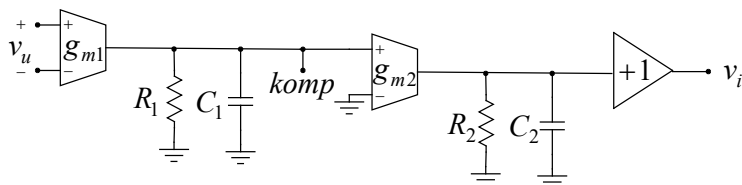
b) [13] Dvostepeni CMOS operacioni (transkonduktanski) pojačavač je kompenzovan tehnikom razdvajanja polova tako da mu je učestanost drugog pola veća od ω_T . Objasniti postupak za poništavanje nule u desnoj poluravni premošćavanjem.

2. Na slici 2 je prikazana struktura trostepenog operacionog pojačavača (OP). Pojačanje OP na niskim učestanostima iznosi 74dB. Prva dva stepena OP su transkonduktanska. Ekvivalentna otpornost i kapacitivnost izlaznog čvora prvog stepena su $R_1 = 50\text{k}\Omega$ i $C_1 = 10\text{pF}$, respektivno. Ekvivalentna kapacitivnost izlaznog čvora drugog stepena je $C_2 = 150\text{pF}$. Izlazni stepen je idealni naponski bafer. Poznato je da prvi stepen u prenosnu karakteristiku OP unosi pol na višoj učestanosti.

a) [10] Ako se od OP i dva otpornika napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 30 na niskim učestanostima, fazna margina relativnog kružnog pojačanja iznosi $\pi/4$. Izračunati ekvivalentnu izlaznu otpornost R_2 drugog stepena i učestanosti polova OP.

b) [15] Kompenzovati OP dodavanjem redne veze kompenzacionih elemenata R_K i C_K između kompenzacionog priključka *komp* i mase, tako da fazna margina relativnog kružnog

pojačanja neinvertujućeg pojačavača, formiranog od kompenzovanog OP i otporne povratne sprege, u najgorem slučaju bude jednaka 60° . 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) [12] Nacrtati osnovnu šemu dvostepenog CMOS pojačavača kompenzovanog metodom razdvajanja polova i objasniti ograničenje maksimalne brzine promene izlaznog napona ("slew-rate"). Izvesti izraz za "slew-rate" u tom slučaju. Definirati propusni opseg za velike signale.

b) [13] Definirati FDNR i diskutovati njegovu realizaciju korišćenjem GIC-a. Objasniti direktan način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra korišćenjem FDNR elemenata. Kako se može realizovati impedansa kapacitivnosti opterećenja ovakvog aktivnog filtra?

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

- gornja granična učestanost je $f_0 = 10\text{kHz}$,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 4\text{kHz}$ je manje od 0,5dB,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f > f_2 = 16\text{kHz}$ je veće od 15dB.

a) [3] Izračunati gabarite normalizovanog NF filtra koji odgovara zadatim specifikacijama.

b) [5] Odrediti potreban red i funkciju prenosa Batervortovog normalizovanog NF filtra koji zadovoljava gabarite izračunate u prethodnoj tački.

c) [6] Realizovati dobijenu funkciju prenosa iz prethodne tačke kao pasivnu mrežu bez gubitaka pobuđenu idealnim naponskim generatorom i zatvorenu otpornikom od 75Ω .

d) [5] Transformisati kolo pasivnog filtra iz prethodne tačke u filter propusnik opsega učestanosti na centralnoj učestanosti $f_0 = 50\text{kHz}$ sa propusnim opsegom $B=10\text{kHz}$.

e) [6] Induktivnosti realizovati korišćenjem OTA (operacionih transkonduktansnih pojačavača) i kondenzatora i predložiti vrednosti odgovarajućih parametara.

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.