

1. a) [11] Objasniti uticaj povratne sprege na položaj pola pojačavača čija je funkcija prenosa u otvorenoj sprezi jednopolna sa učestanošću pola ω_p i bez konačnih nula, a pojačanje na niskim učestanostima A_0 . Kolika je učestanost propusnog opsega ovog pojačavača u otvorenoj sprezi, a kolika za pojačavač sa reakcijom ako je faktor povratne sprege β ? Na istom dijagramu predstaviti Bodeove amplitudske karakteristike pomenutog pojačavača u otvorenoj sprezi i pojačavača sa reakcijom.

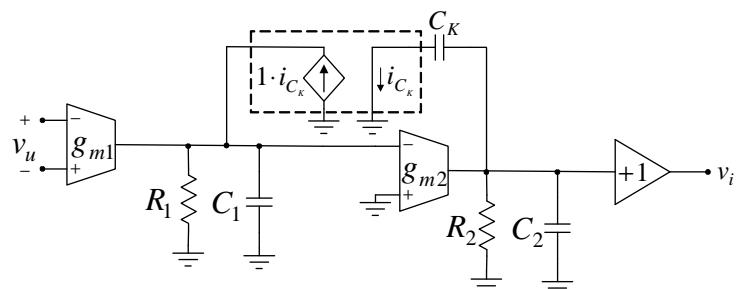
b) [14] Nacrtati šemu trostopenog pojačavača koji je kompenzovan primenom ugnježdene Milerove kompenzacije. Koje su mane ovog načina kompenzacije? Nacrtati šemu trostopenog pojačavača koji je kompenzovan primenom inverzne ugnježdene Milerove kompenzacije i uporediti taj način kompenzacije sa ugnježdenom Milerovom kompenzacijom.

2. Na slici 2 je prikazana struktura CMOS operacionog pojačavača (OP) kompenzovanog kondenzatorom C_K kod kojeg je nula u desnoj poluravni kompleksne učestanosti poništена primenom strujnog bafera. Prvi stepen nekompenzovanog OP (bez strujnog bafera i C_K) je transkonduktansni pojačavač čija transkonduktansa iznosi $g_{m1} = 0,1\text{mS}$. Ekvivalentna otpornost i kapacitivnost izlaznog čvora prvog stepena nekompenzovanog OP su $R_1 = 100\text{k}\Omega$ i $C_1 = 8\text{pF}$, respektivno. Drugi stepen nekompenzovanog OP je transkonduktansni pojačavač čija transkonduktansa iznosi $g_{m2} = 0,5\text{mS}$. Ekvivalentna otpornost i kapacitivnost izlaznog čvora drugog stepena nekompenzovanog OP su $R_2 = 1\text{M}\Omega$ i $C_2 = 80\text{pF}$, respektivno. Izlazni stepen je idealni naponski bafer.

a) [17] Odrediti kapacitivnost kompenzacijonog kondenzatora C_K , tako da fazna margin relativnog kružnog pojačanja jediničnog neinvertujućeg pojačavača, formiranog od kompenzovanog OP, bude 60° . Izračunati u tom slučaju i jediničnu učestanost i učestanosti polova kružnog pojačanja.

b) [8] Odrediti faznu marginu relativnog kružnog pojačanja jediničnog neinvertujućeg pojačavača, formiranog od nekompenzovanog OP.

NAPOMENA: jediničnu učestanost odrediti pomoću Bodeove aproksimativne amplitudske karakteristike, a faznu marginu pomoću tačne fazne karakteristike.



Slika 2

3. a) [12] Nacrtati osnovnu šemu dvostopenog CMOS pojačavača kompenzovanog metodom razdvajanja polova i objasniti ograničenje maksimalne brzine promene izlaznog napona ("slew-rate"). Izvesti izraz za "slew-rate" u tom slučaju. Definisati propusni opseg za velike signale.

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

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

- gornja granična učestanost je $f_0 = 10\text{kHz}$,
- slabljenje napomske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 5\text{kHz}$ je manje od $0,8\text{dB}$,
- slabljenje napomske funkcije prenosa na učestanostima $f > f_2 = 20\text{kHz}$ je veće od 20dB .

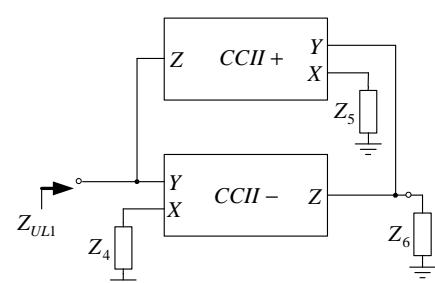
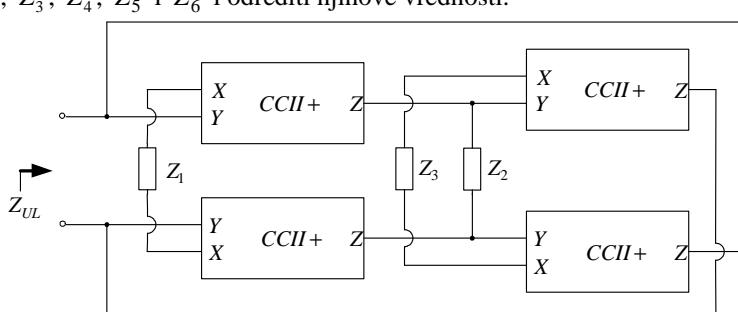
a) [3] Izračunati gabarite normalizovanog NF filtra koji odgovara zadatim specifikacijama.

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 naponskim generatorom unutrašnje otpornosti $R_g = 1\Omega$, otvorenu na izlaznim krajevima, a potom skalirati impedanse na nivo $R_g = 600\Omega$.

d) [5] Transformisati kolo pasivnog filtra iz prethodne tačke u filter propusnik opsega učestanosti sa centralnom učestanošću $f_C = 10\text{kHz}$ i propusnim opsegom $B = 1\text{kHz}$.

e) [6] Koristeći žiratore sa slike 4, realizovane pomoću strujnih prenosnika druge vrste, realizovati induktivnosti u filtru iz prethodne tačke. Za svaku od induktivnosti, predložiti minimalan broj pasivnih R i/ili C komponenti za realizaciju impedansi Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 , Z_5 i Z_6 i odrediti njihove vrednosti.



Slika 4

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.