

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

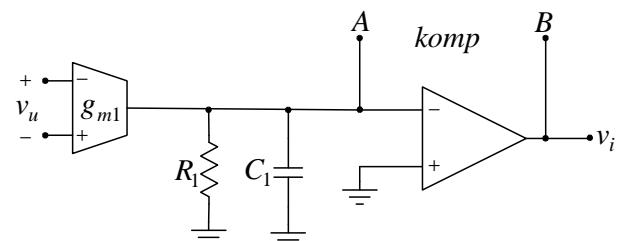
2. Na slici 2 je prikazana struktura dvostepenog operacionog pojačavača (OP). Poznato je da je ukupna otpornost u izlaznom čvoru prvog stepena $R_l = 100\text{k}\Omega$, ukupna kapacitivnost u izlaznom čvoru prvog stepena C_1 (koja stvara viši pol), dok transkonduktansa prvog stepena iznosi $g_{m1} = 100\mu\text{S}$. Poznato je i da drugi stepen, koga čini napredni pojačavač beskonačno velike ulazne i zanemarljivo male izlazne otpornosti, unosi samo jedan (niži) pol učestanosti $f_2 = 2\text{ kHz}$ u prenosnu karakteristiku OP (pri čemu se može smatrati da je učestanost nižeg pola mnogo manja od učestanosti višeg pola).

Ako se od nekompenzovanog OP i dva otpornika u kolu povratne sprege napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 100 na niskim učestanostima, karakteristika dobijenog pojačavača je maksimalno ravna.

Ako se između priključka A i mase poveže kondenzator $C_K = 8\text{ pF}$, a zatim se od tako modifikovanog OP napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 10 na niskim učestanostima (korišćenjem dva otpornika u kolu povratne sprege), fazna margina iznosi $\pi/8$ posmatrano na Bodeovoj aproksimativnoj faznoj karakteristici kružnog pojačanja (pri čemu se i dalje može smatrati da je učestanost nižeg pola mnogo manja od učestanosti višeg pola).

a) [12] Za nekompenzovani OP odrediti ukupnu kapacitivnost C_1 izlaznog čvora prvog stepena, pojačanje na niskim učestanostima i učestanost višeg pola.

b) [13] Odrediti kapacitivnost novog kompenzacionog kondenzatora C_{K1} koga treba vezati između kompenzacionih priključaka A i B (nakon što se ranije pomenuti kondenzator C_K ukloni iz kola) tako da fazna margina kompenzovanog OP sa otpornom povratnom spregom u najgorem slučaju bude jednaka 60° . Izračunati u tom slučaju i jediničnu učestanost i učestanosti polova kružnog pojačanja.



Slika 2

3. a) [12] Definisati pozitivni strujni prenosnik druge vrste, napisati definiciju u matričnoj formi i nacrtati njegov simbol. Zatim nacrtati realizaciju simetričnog CCII+ u CMOS tehnologiji. Pokazati kako se korišćenjem ovakvog strujnog prenosnika (i ostalih potrebnih komponenti) može napraviti pozitivni inverzor impedanse. Ako se između izlaznog priključka tog pozitivnog inverzora impedanse i mase poveže impedansa Z_P , izvesti izraz za ekvivalentnu impedansu koja se vidi između ulaznog priključka pozitivnog inverzora impedanse i mase.

b) [13] Nacrtati realizaciju GIC-a (generalisanog konvertora imitanse). Nacrtati kola za simulaciju uzemljene i neuzemljene induktivnosti pomoću GIC-a. Za oba kola izvesti izraze za ulaznu impedansu. Komentarisati tipove simulacije uzemljene induktivnosti.

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

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

b) [5] Odrediti potreban red i funkciju prenosa Batervortovog normalizovanog NF filtra koji zadovoljava gobarite 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 100Ω .

d) [4] Transformisati kolo pasivnog filtra iz prethodne tačke (sa skaliranim impedansama) u VF filter sa graničnom učestanostu $f_g = 20\text{kHz}$.

e) [6] Realizovati dobijenu funkciju prenosa VF filtra iz prethodne tačke korišćenjem potrebnog broja jednostavnih bikvadratnih sekcija sa dva OTA (operaciona transkonduktansna pojačavača) i predložiti vrednosti odgovarajućih elemenata.

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.