

1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege: $1 + GH(s) = 1 + k \frac{s+9}{(s+1)(s+3)^2} = 0$ za $0 < k < \infty$. [Pomoć pri izračunavanju tačaka odvajanja/spajanja: pošto funkcija

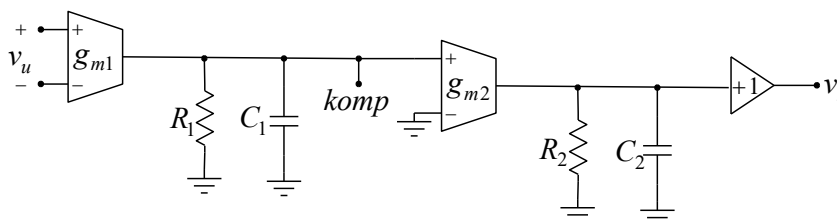
$1/GH(s)$ ima dvostruku nulu u $s = -3$, njen izvod ima prostu nulu u istoj tački.]

b) [13] Objasniti postupak za poništavanje nule u desnoj poluravni uvođenjem naponskog bafera kod dvostepenog MOS pojačavača kompenzovanog tehnikom razdvajanja polova. Nacrtati šemu modela kompenzovanog pojačavača kod kojeg je nula u desnoj poluravni poništena uvođenjem naponskog bafera i izvesti funkciju prenosa pojačavača u tom slučaju.

2. Na slici 2 je prikazana struktura trostepenog operacionog pojačavača (OP). Poznata je ukupna kapacitivnost u izlaznom čvoru prvog stepena $C_1 = 25\text{pF}$, kao i ukupna kapacitivnost u izlaznom čvoru drugog stepena $C_2 = 5\text{pF}$. Ukupna otpornost u izlaznom čvoru drugog stepena iznosi $R_2 = 240\text{k}\Omega$. Izlazni stepen je idealni naponski bafer. Pojačanje nekompensovanog OP na niskim učestanostima iznosi 80dB, a poznato je i da je pol koji u karakteristiku OP unosi prvi stepen na manjoj učestanosti od pola koji unosi drugi stepen.

a) [12] Ako se OP kompenzuje povezivanjem kompenzacionog kondenzatora $C_K = 7\text{nF}$ između kompenzacionog priključka *komp* i mase, fazna margina relativnog kružnog pojačanja pojačavača formiranog od kompenzovanog OP i otporne povratne sprege u najgorem slučaju iznosi 45° . Odrediti ukupnu otpornost u izlaznom čvoru prvog stepena R_1 .

b) [13] Nekompensovani OP (bez kondenzatora C_K) kompenzovati tehnikom premošćavanja ("feed-forward") pomoću dodatnog transkonduktansnog stepena, tako da naponska funkcija prenosa na ovaj način kompenzovanog OP bude jednopolna, sa polom na učestanosti nižeg pola nekompensovanog OP. Odrediti transkonduktansu dodatnog stepena.



Slika 2

3. a) [12] Nacrtati šemu pojačavača napona realizovanog pomoću pozitivnih strujnih prenosnika druge vrste i izvesti njegovu funkciju prenosa. Nacrtati šemu pojačavača napona sa povratnom spregom realizovanog pomoću pozitivnih strujnih prenosnika druge vrste i izvesti njegovu funkciju prenosa.

b) [13] Objasniti Čebiševljevu aproksimaciju karakteristike idealnog normalizovanog NF filtra. Navesti njene dobre i loše osobine i uporediti je sa Batervortovom aproksimacijom.

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 sekcija 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.