

1. a) [13] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne spregе: $1 + H(s) = 1 + k \frac{s+8}{(s+4)(s+1)^2} = 0$ za $0 < k < \infty$. [Pomoć pri izračunavanju tačaka odvajanja/spajanja: Pošto funkcija $1/H(s)$ ima dvostruku nulu u $s = -1$, njen izvod ima prostu nulu u istoj tački, tj. $s = -1$ je jedna od tačaka odvajanja/spajanja grana za $-\infty < k < \infty$.]

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.

c) [12] Nacrtati i objasniti blok šemu „current feedback“ operacionog pojačavača. Koristeći ovakav pojačavač i dva otpornika nacrtati invertujući naponski pojačavač sa povratnom spregom koji ima konačno pojačanje A_{vr} . Od čega zavisi propusni opseg ovog invertujućeg pojačavača? Objasniti. Smatrati da je transrezistansa „current feedback“ operacionog pojačavača R_t , i da ona zajedno sa ukupnom kompenzacionom kapacitivnošću C_t određuje dominantan pol ovog pojačavača.

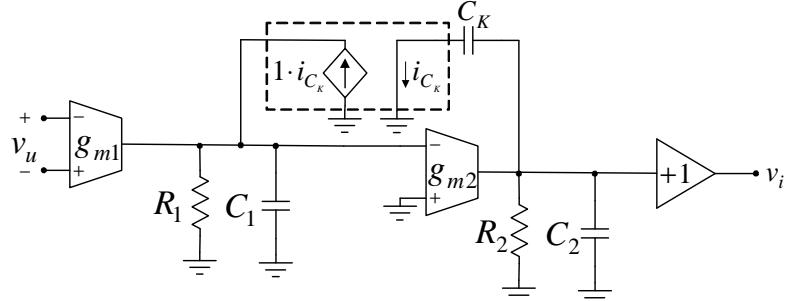
d) [12] Objasniti kaskadni način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra. Ukratko komentarisati probleme koje treba rešiti kod ovakvog načina realizacije filtra.

2. Na slici 2 je prikazana struktura CMOS operacionog pojačavača (OP) kompenzovanog kondenzatorom C_K kod kojeg je nula u desnoj poluravni kompleksne učestanosti poništena 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 kompenzacionog kondenzatora C_K , tako da fazna margin kružnog pojačanja jediničnog neinvertujućeg pojačavača, formiranog od kompenzovanog OP, bude 60° . Izračunati u tom slučaju i jediničnu učestanost i učestanost polova kružnog pojačanja.

b) [8] Odrediti faznu margin 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. Projektovati filter propusnik visokih učestanosti koji zadovoljava sledeće specifikacije:

- donja granična učestanost je $f_0 = 10\text{kHz}$,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 5\text{kHz}$ je veće od 25dB ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f > f_2 = 20\text{kHz}$ je manje od $0,9\text{dB}$.

a) [6] Izračunati gabarite normalizovanog VF filtra koji odgovara zadatim specifikacijama, a zatim odrediti gabarite odgovarajućeg normalizovanog NF filtra.

b) [6] 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 otvorenu na izlaznim krajevima i pobudenu naponskim generatorom unutrašnje otpornosti $R_u = 50\Omega$.

d) [7] Transformisati kolo pasivnog filtra iz prethodne tačke u VF filter koji zadovoljava zadate specifikacije. Koristeći simulaciju induktivnosti preko žiratora na bazi GIC konvertora, realizovati induktivnosti u filtru. Predložiti vrednosti elemenata u GIC konvertoru.