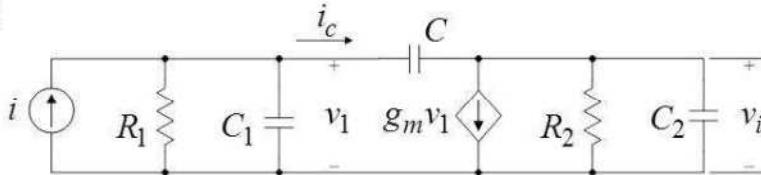


1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege: $1+GH(s)=1+K \frac{s+6}{(s+4)^2} = 0$ za $0 < K < \infty$. Dokazati da geometrijsko mesto korenova van realne ose predstavlja krug.

- b) [13] Na slici 1 je prikazan model dvostepenog pojačavača kompenzovanog tehnikom razdvajanja polova. Izvesti funkciju prenosa tog pojačavača i pokazati na koji način se ponašaju polovi te funkcije prenosa za kapacitivnosti kompenzacionog kondenzatora koje se menjaju u opsegu $0 < C < \infty$. Odrediti izraz za učestanost dominantnog pola kompenzovanog pojačavača, a zatim i njegovu aproksimativnu vrednost u slučaju kada je $C \neq 0, C \gg C_1, C_2$.



Slika 1

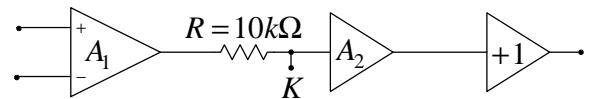
2. Na slici 2 je prikazana struktura trostepenog operacionog pojačavača (OP). Prenosne funkcije prva dva stepena su jednopolne i pri tome je jedan od tih polova na veoma niskim učestanostima. Treći stepen je jediničnog pojačanja i veoma širokog propusnog opsega. Ulagane impedanse sva tri stepena su veoma velike, a izlazne impedanse su zanemarljive.

Ako se od nekompenzovanog OP napravi jedinični neinvertujući pojačavač, kratkospajanjem invertujućeg ulaza sa izlazom, Q faktor polova njegove funkcije prenosa je mnogo veći od 1, a u odzivu na Heavisajdovu pobudu se javljaju oscilacije učestanosti 750kHz koje se smiruju sa vremenskom konstantom 2μs.

- a) [10] Ako se od nekompenzovanog OP napravi neinvertujući pojačavač, dodavanjem otpornika od 12kΩ između invertujućeg ulaza i izlaza OP i otpornika od 10kΩ između invertujućeg ulaza i mase, fazna margina iznosi $\pi/8$ posmatrano na **Bodeovoj aproksimativnoj faznoj karakteristici** relativnog kružnog pojačanja. Odrediti jediničnu učestanost relativnog kružnog pojačanja ovog neinvertujućeg pojačavača.

- b) [10] Ako se OP integralno kompenzuje pomoću redne veze R_K i $C_K = 500nF$ priključene između kompenzacionog priključka K i mase, a zatim pomoću dva otpornika formira neinvertujući pojačavač pojačanja 10 na niskim učestanostima, odrediti potrebnu otpornost R_K tako da amplitudska karakteristika neinvertujućeg pojačavača bude maksimalno ravna u koordinatnom početku.

- c) [5] Odrediti propusni opseg neinvertujućeg pojačavača iz prethodne tačke.



Slika 2

3. a) [12] Definisati strujni prenosnik prve vrste, napisati definiciju u matričnoj formi i nacrtati njegov simbol. Zatim nacrtati puš-pul realizaciju u MOS tehnologiji. Pokazati kako se korišćenjem ovakvog strujnog prenosnika može napraviti negativni konvertor impedanse.

- b) [13] Objasniti direktnu metodu realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra primenom tehnike promenljivih stanja. Izvesti funkciju pojačanja od ulaza filtra do izlaza k-tog integratora.

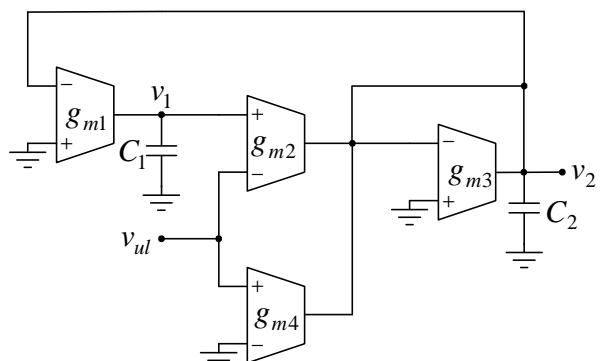
4. a) [7] Za kolo aktivnog filtra sa slike 4 odrediti funkcije prenosa

$$H_1(s) = \frac{v_1}{v_{ul}} \quad \text{i} \quad H_2(s) = \frac{v_2}{v_{ul}}. \quad \text{Svi operacioni transkonduktansni}$$

pojačavači (OTA) imaju beskonačnu ulaznu i beskonačnu izlaznu otpornost, dok je transkonduktansa svakog od njih označena na slici.

- b) [8] Izračunati osetljivosti sopstvene učestanosti i Q-faktora polova funkcije prenosa $H_1(s)$ iz tačke a) na promene vrednosti svih pasivnih elemenata i transkonduktansi pojačavača.

- c) [10] Korišćenjem aktivnih filtera sa slike 4, realizovati Batervortov NF filter četvrtog reda sa graničnom učestanošću $f_g = 15\text{kHz}$ i predložiti vrednosti odgovarajućih komponenata.



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.