

1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege:  $1 + GH(s) = 1 + k \frac{1}{(s+1)(s^2 + 4s + 5)} = 0$  za  $0 < k < \infty$ .

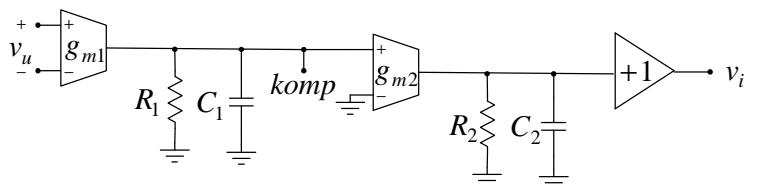
b) [13] Na primeru neinvertujućeg pojačavača realizovanog pomoću operacionog pojačavača i dva otpornika u kolu povratne sprege, objasniti postupak diferencijalne kompenzacije u kolu povratne sprege. Navesti prednosti i nedostatke ovog tipa kompenzacije.

2. Na slici 2 je prikazana struktura nekompenzovanog trostopenog operacionog pojačavača (OP). Prvi stepen OP je transkonduktansni pojačavač čija transkonduktansa iznosi  $g_{m1} = 0,2\text{mS}$ . Ekvivalentna otpornost i kapacitivnost izlaznog čvora prvog stepena su  $R_1 = 50\text{k}\Omega$  i  $C_1 = 10\text{pF}$ , respektivno. Drugi stepen OP je transkonduktansni pojačavač čija transkonduktansa iznosi  $g_{m2} = 1\text{mS}$ . Ekvivalentna otpornost izlaznog čvora drugog stepena je  $R_2 = 500\text{k}\Omega$ . Izlazni stepen je idealni naponski bafer. Poznato je i da je pol koji u karakteristiku OP unosi prvi stepen na većoj učestanosti od pola koji unosi drugi stepen.

a) [8] Ako se OP kompenzuje dodavanjem kompenzacionog kondenzatora  $C_{K1} = 5\text{pF}$  između kompenzacionog priključka *komp* i mase, fazna margina relativnog kružnog pojačanja neinvertujućeg pojačavača pojačanja 50 na niskim učestanostima (formiranog korišćenjem kompenzovanog OP i dva otpornika) iznosi  $45^\circ$ . Odrediti ekvivalentnu kapacitivnost izlaznog čvora drugog stepena  $C_2$ , učestanosti polova i jediničnu učestanost nekompenzovanog OP.

b) [17] Kompenzovati OP dodavanjem redne veze kompenzacionih elemenata  $R_{K2}$  i  $C_{K2}$  između kompenzacionog priključka *komp* i mase (umesto kompenzacionog kondenzatora)

$C_{K1} = 5\text{pF}$ ), tj. paralelnom kompenzacijom, tako da fazna margina relativnog kružnog pojačanja neinvertujućeg pojačavača, formiranog od kompenzovanog OP i otporne povratne sprege, u najgorem slučaju bude jednaka  $60^\circ$ . Kompenzacija treba da kompenzacionom nulom poništi pol nekompenzovanog OP koji unosi drugi stepen OP. Odrediti vrednosti elemenata  $R_{K2}$  i  $C_{K2}$ , učestanosti polova i jediničnu učestanost kompenzovanog OP.



Slika 2.

3. a) [13] Definisati strujni prenosnik treće vrste, napisati definiciju u matričnoj formi i nacrtati njegov simbol. Zatim nacrtati puš-pul realizaciju CCIII u CMOS tehnologiji. Opisati glavnu primenu CCIII. Nacrtati šemu pojačavača napona sa povratnom spregom realizovanog pomoću pozitivnih strujnih prenosnika druge vrste i izvesti njegovu funkciju prenosa.  
 b) [12] Objasniti kaskadni način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra. Ukratko komentarisati probleme koje treba rešiti kod ovakvog načina realizacije filtra.

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

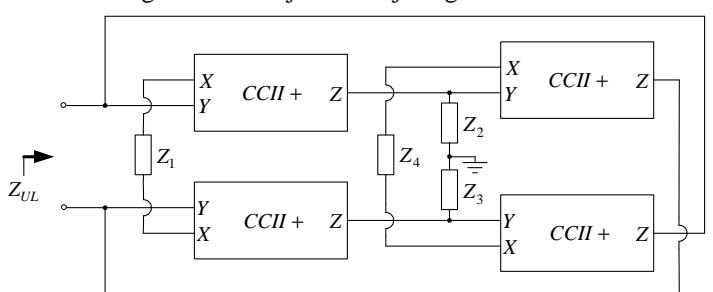
- gornja granična učestanost je  $f_0 = 10\text{kHz}$ ,
  - slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima  $f < f_1 = 4\text{kHz}$  je manje od  $0,5\text{dB}$ ,
  - slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima  $f > f_2 = 16\text{kHz}$  je veće od  $15\text{dB}$ .

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

- b) [6] Odrediti potreban red i funkciju prenosa Batervortovog normalizovanog NF filtra koji zadovoljava gabarite izračunate u prethodnoj tački.

- c) [8] Realizovati dobijenu funkciju prenosa iz prethodne tačke kao pasivnu mrežu bez gubitaka pobjuđenu idealnim naponskim generatorom i zatvorenu otpornikom od  $75\Omega$ .

- d) [7] Koristeći generalisani konvertor impedanse (GIC) prikazan na slici 4, realizovati induktivnosti (dobijene nakon skaliranja impedansi) u filtru iz prethodne tačke. Za svaku od induktivnosti, predložiti pasivne R i/ili C komponente za realizaciju impedansi  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  i  $Z_4$  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.**