

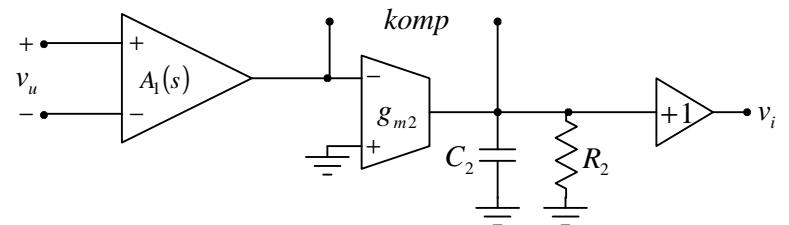
1. a) [12] Koristeći pravila za crtanje GMK skicirati geometrijsko mesto korenova karakterističnog polinoma funkcije povratne sprege:  $1+GH(s)=1+k \frac{1}{(s+1)(s^2+2s+2)}=0$  za  $0 < k < \infty$ .

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

2. Struktura jednog integrisanog operacionog pojačavača (OP) je prikazana na slici 2. Poznato je da frekventna karakteristika OP ima dva pola. Prvi stepen ima naponsko pojačanje na niskim učestanostima 25, zanemarljivo malu izlaznu otpornost i unosi pol na višoj učestanosti od drugog stepena. Drugi (transkonduktansni) stepen ima transkonduktansu  $g_{m2}=10\text{mS}$  i veoma veliku ulaznu otpornost. Ukupna kapacitivnost čvora na izlazu drugog stepena je  $C_2=10\text{pF}$ , dok je njegova ukupna otpornost  $R_2=200\text{k}\Omega$ . Treći stepen je idealni naponski bafer.

a) [8] Ako se od nekompenzovanog OP i dva otpornika napravi neinvertujući pojačavač pojačanja 250 na niskim učestanostima, fazna margina relativnog kružnog pojačanja iznosi  $\pi/8$  posmatrano na Bodeovoj **aproksimativnoj** faznoj karakteristici. Izračunati učestanosti polova nekompenzovanog OP.

b) [17] Dodavanjem redne veze kompenzacionog kondenzatora  $C_k$  i otpornika  $R_k$  između kompenzacionih priključaka *komp* kompenzovati OP tako da fazna margina jediničnog neinvertujućeg pojačavača formiranog od kompenzovanog OP bude  $60^\circ$ , posmatrano na **tačnoj** faznoj karakteristici relativnog kružnog pojačanja. Kompenzaciju izvršiti na način da nula kompenzatora poništi viši pol nekompenzovanog OP. Odrediti vrednosti kompenzacionih elemenata.



Slika 2

3. a) [12] Nacrtati i objasniti blok šemu „current feedback“ operacionog pojačavača. Koristeći „current feedback“ operacioni pojačavač, nacrtati šeme neinvertujućeg i invertujućeg naponskog pojačavača sa povratnom spregom i napisati izraze za naponsko pojačanje tih pojačavača na niskim učestanostima  $A_{vr}(0)$ . Od čega zavisi kružno pojačanje, a od čega propusni opseg ovih pojačavača? Na koji način se može dobiti maksimalni propusni opseg? Smatrati da je transrezistansa „current feedback“ operacionog pojačavača  $R_i$ , i da ona zajedno sa ukupnom kompenzacionom kapacitivnošću  $C$ , određuje dominantni pol ovog pojačavača.

b) [13] Objasniti realizaciju ulaznih funkcija RC mreže. Realizovati u Kauer II formi ulaznu funkciju RC mreže

$$Z(s) = \frac{s^2 + 4s + 3}{s^3 + 6s^2 + 8s}.$$

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  $f < f_1 = 7\text{kHz}$  je manje od  $0,4\text{dB}$ ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima  $f > f_2 = 16\text{kHz}$  je veće od  $20\text{dB}$ .

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

b) [4] Odrediti potreban red i funkciju prenosa Batervortovog normalizovanog NF filtra koji zadovoljava gabarite izračunate u prethodnoj tački.

c) [7] Realizovati dobijenu funkciju prenosa iz prethodne tačke kao pasivnu mrežu bez gubitaka pobuđenu naponskim generatorom unutrašnje otpornosti  $R_g = 1\Omega$ , otvorenu na izlaznim krajevima, a potom skalirati impedanse na nivo  $R_g = 600\Omega$ .

d) [5] Kolo filtra sa skaliranim impedansama iz prethodne tačke transformisati u filter propusnik opsega učestanosti na centralnoj učestanosti  $f_C = 50\text{kHz}$  sa propusnim opsegom  $B = 5\text{kHz}$ .

e) [5] Koristeći simulaciju induktivnosti preko žiratora na bazi GIC konvertora, realizovati induktivnosti u filtru iz prethodne tačke. Predložiti vrednosti elemenata u GIC konvertoru.

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.