

1. a) [12] Ukratko objasnitи Nikvistov kriterijum stabilnosti. Nacrtati primere Nikvistovog dijagrama stabilnog i nestabilnog kola sa povratnom spregom. Na dijagramima označiti faznu i amplitudsku marginu relativnog kružnog pojačanja.

b) [13] Dvostepeni CMOS operacioni (transkonduktansni) pojačavač je kompenzovan tehnikom razdvajanja polova tako da mu je učestanost drugog pola veća od ω_r . Objasnitи postupak za poništavanje nule u desnoj poluravni premoščavanjem.

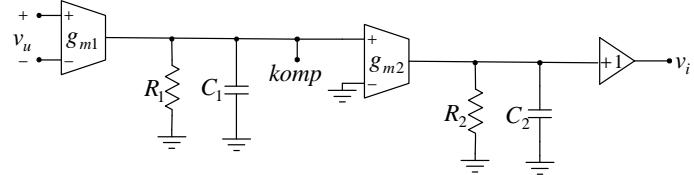
c) [12] Definisati strujni prenosnik druge vrste, napisati definiciju u matričnoj formi i nacrtati njegov simbol. Zatim nacrtati realizaciju simetričnog CCII+ u CMOS tehnologiji.

d) [13] Definisati FDNR i diskutovati njegovu realizaciju korišćenjem GIC-a. Objasnitи direktni način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra korišćenjem FDNR elemenata. Kako se može realizovati impedansa kapacitivnosti opterećenja ovakvog aktivnog filtra?

2. Na slici 2 je prikazana struktura trostopenog 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 $C_2 = 0,5\text{pF}$. Ukupna otpornost u izlaznom čvoru drugog stepena iznosi $R_2 = 2,4\text{M}\Omega$. Izlazni stepen je idealni napredni bafer. Pojačanje nekompenzovanog OP na niskim učestanostima iznosi $A_0 = 10^4$, 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 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] Nekompenzovani OP (bez kondenzatora C_K) kompenzovati tehnikom premoščavanja ("feed-forward") pomoću dodatnog transkonduktansnog stepena, tako da naponska funkcija prenosa na ovaj način kompenzovanog OP bude jednopolna, sa polom na učestanosti pola prvog stepena nekompenzovanog OP. Odrediti transkonduktansu dodatnog stepena. Smatrati da dodati transkonduktansni stepen ne utiče na promenu postojećih vrednosti R_2 i C_2 .



Slika 2

3. Projektovati filter propusnik visokih učestanosti koji zadovoljava sledeće specifikacije:

- donja granična učestanost je $f_0 = 20\text{kHz}$,
- slabljenje napomske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 10\text{kHz}$ je veće od 20dB ,
- slabljenje napomske 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 .