

1. a) [13] Nacrtati osnovnu šemu dvostepenog CMOS pojačavača kompenzovanog metodom razdvajanja polova i objasniti ograničenje maksimalne brzine promene izlaznog napona ("slew-rate"). Definisati propusni opseg za velike signale.

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

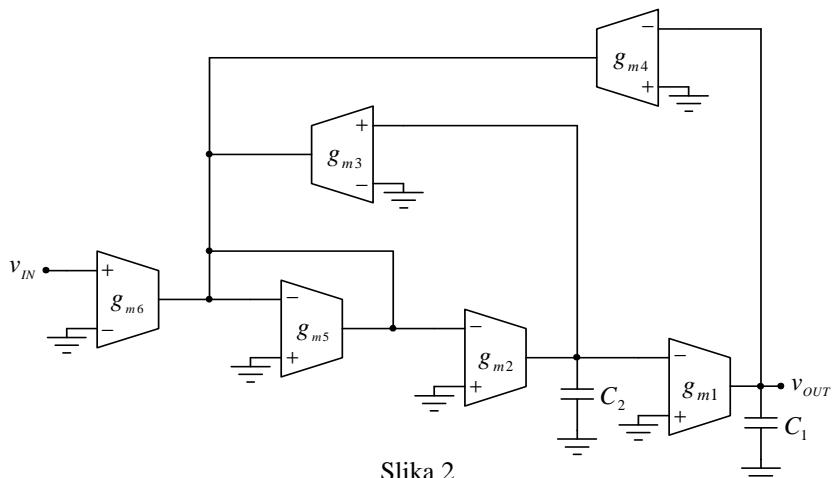
c) [13] Objasniti Čebiševljevu aproksimaciju karakteristike idealnog normalizovanog NF filtra. Navesti njene dobre i loše osobine i uporediti je sa Batervortovom aproksimacijom.

d) [12] Definisati FDNR i diskutovati njegovu realizaciju korišćenjem GIC-a. Objasniti direktni način realizacije funkcije prenosa aktivnog filtra korišćenjem FDNR elemenata. Kako se može realizovati impedansa kapacitivnosti opterećenja ovakvog aktivnog filtra?

2. a) [7] Za kolo aktivnog filtra sa slike 2 odrediti funkciju prenosa $H(s) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$. Svi operacioni transkonduktansni pojačavači (OTA) imaju beskonačnu ulaznu i beskonačnu izlaznu otpornost, dok je transkonduktansa svakog od njih označena na slici.

b) [5] Odrediti osetljivosti sopstvene učestanosti i Q-faktora polova funkcije prenosa $H(s)$ iz tačke a) na promene vrednosti pasivnih elemenata i transkonduktansi pojačavača.

c) [13] Funkciju prenosa $H(s)$ izvedenu u tački a) realizovati pomoću KHN bikvadratne sekcije za slučaj kada je $g_{m1} = g_{m6} = 2 \text{ mS}$, $g_{m2} = g_{m3} = g_{m5} = 1 \text{ mS}$, $g_{m4} = 4 \text{ mS}$, $C_1 = C_2 = 10 \text{ pF}$. Odrediti vrednosti svih elemenata u kolu KHN bikvadratne sekcije.



Slika 2

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

- donja granična učestanost je $f_0 = 20 \text{ kHz}$,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f < f_1 = 10 \text{ kHz}$ je veće od 20 dB ,
- slabljenje naponske funkcije prenosa na učestanostima $f > f_2 = 30 \text{ kHz}$ je manje od 1 dB .

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 sekacija 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 .