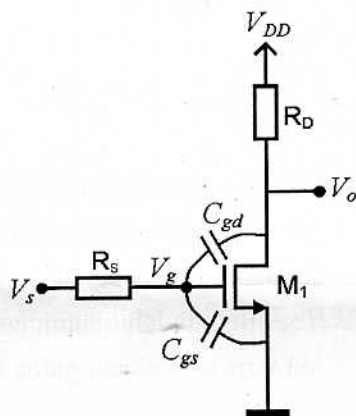


### S-87.2020 Elektroniikka II Tenti 4.9.2009

Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiseen paperiin (myös mahdollisiin liitteisiin). Kaikki laskimet sallittuja. Ei apukirjallisuutta.

1. Kuvassa 1 on NMOS kytkettynä yhteislähde-vahvistinasteeksi. Transistori  $M_1$  on esijännitetty niin, että se on saturaatiossa ja sen transkonduktanssi  $g_m = 2,5\text{mS}$ .  $M_1$ :n hila-lähde kapasitanssi  $C_{gs} = 1\text{pF}$  ja sen hila-nielu kapasitanssi  $C_{gd} = 0,12\text{pF}$ . Nieluvastus  $R_D = 10\text{k}\Omega$  ja lähteen sisäinen resistanssi  $R_s = 3\text{k}\Omega$ . Transistorin kanavakonduktanssin voi jättää huomiotta.

- Piirrä piirin piensignaalijaiskytkentä.
- Eliminoidi hila-nielu kapasitanssi  $C_{gd}$  Millerin teoreeman avulla ja laske vahvistimen siirtofunktio  $V_o/V_s$  s-tasossa (jos et saa laskettua kapasitansseille lukuarvoja, käytä symboleita).
- Laske siirtofunktion napojen taajuudet. Mistä vahvistimen dominoiva napa aiheutuu?



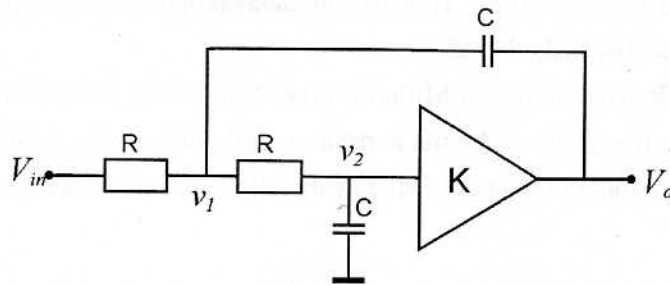
Kuva 1:

2. Vahvistimen siirtofunktio on s-tasossa

$$A(s) = \frac{10^5 s}{(s+10)(s+1000)}$$

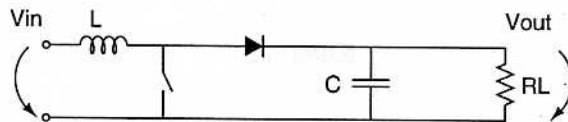
- Laske vahvistimen siirtofunktion napojen ja nollien taajuudet. Onko vahvistin stabiili (perustelee)?
- Hahmottele  $A(s)$ :n Bode-diagrammi (sekä amplitudi, että vaihe).

3. a) Johda kuvan 2 Sallen-Key bikvadin siirtofunktio s-tasossa ja siitä edelleen sen toteuttaman napaparin ominaistajuuden  $\omega_0$  ja hyvyysluvun  $Q$  lausekkeet.
- b) Mitoita bikvadi niin, että se toteuttaa 2. asteen Butterworth alipäästösuoittimen ( $Q = 1/\sqrt{2}$ , jonka päästökaistan reuna on taajuudella  $f_p = 10\text{kHz}$  ja päästökaistan aaltoilu  $A_{max}$  on korkeintaan 1dB kun  $R = 10\text{k}\Omega$ ).
- c) Mihin suuntaan napaparin hyvyyslukua pitäisi muuttaa, jos bikvadia käytettäisiin osana 3. asteen Butterworth suodatinta? Perustele vastauksesi.



Kuva 2:

4. a) Johda kuvan 3 hakkuriteholähteen  $V_{out}$  keskiarvon (aalloilu jätetään huomiotta) lauseke linjajännitteen  $V_{in}$  ja kytkimen ohjaussignaalin pulssisuhteen DC funktiona.
- b) Kuvan hakkuriteholähde nostaa linjajännitteen kaksinkertaiseksi. Mitoita  $C_1$ , kun  $R_L = 100\Omega$  ja hakkuritaajuus  $f_{sw} = 100\text{kHz}$ , niin että lähtöjännitteen  $V_o$  aalloilu on korkeintaan 1%. Kela  $L_1$  oletetaan niin suureksi, että sen virta ei koskaan putoa kuorman DC-virran alapuolelle.



Kuva 3: