

S-87.2113 Elektroniikan perusteet Tentti 21.11.2009 / Marko Kosunen

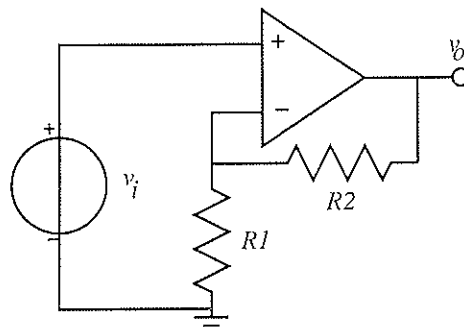
Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiseen paperiin (myös mahdollisiin liitteisiin). Kaikki laskimet sallittuja. Ei apukirjallisuutta.

1 a) Mitoita kuvan 1 operaatiovahvistinkytkentä niin, että sen suljetun silmukan vahvistus $A_{CL} = v_o/v_i$ on 20dB, kun $R1 = 1k\Omega$ ja operaatiovahvistimen avoimen silmukan vahvistus A_o oletetaan äärettömäksi.

b) Johda kytkennän suljetun silmukan s-tason siirtofunktio $A_{CL}(s)$ lauseke, kun operaatiovahvistimen differentiaalisen vahvistuksen s-tason siirtofunktiota approksimoidaan integraattorilla $A_o(s) = \omega_t/s$.

c) Mikä operaatiovahvistimen yksikkövahvistuksen taajuuden ω_t pitää olla a)-kohdan kytkennässä, jotta suljetun silmukan vahvistuksen A_{CL} -3dB ylärajataajuus on 200kHz?

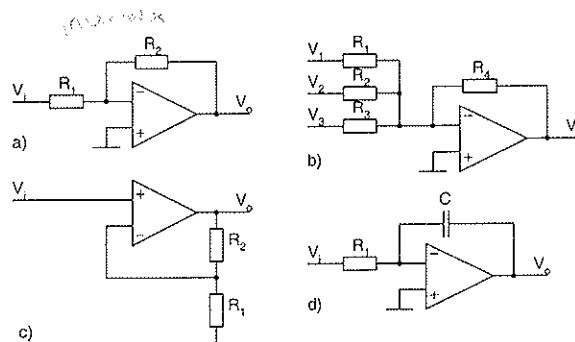
d) Piirrä $A_{CL}(s)$:n Boden diagrammi



Kuva 1:

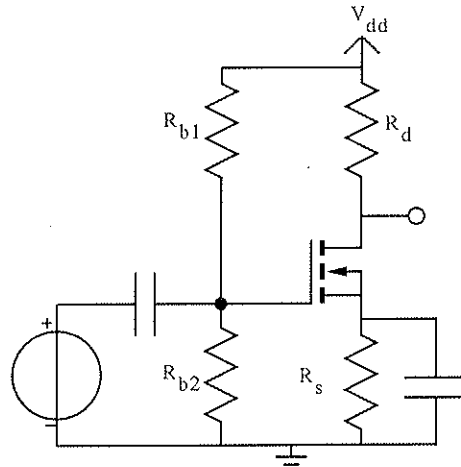
2 a) Johda kuvien 2a)-d) siirtofunktiot V_o/V_i (kuvan b tapauksessa lähtöjännite V_o tulojännitteiden V_1, V_2 ja V_3 funktiona). Operaatiovahvistimet ovat ideaalisia.

b) Muuten ideaalisen operaatiovahvistimen tuloesivirta $I_B^+ = I_B^- = 100 \cdot 10^{-9} A$. Kuinka suuren tasajännitekomponentin tuloesivirta aiheuttaa kuvan 2c lähtöön?



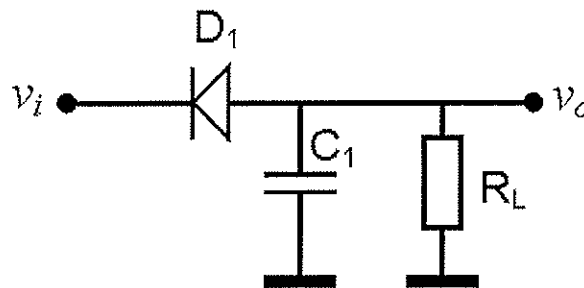
Kuva 2:

- 3 a) Mitoita kuvan 3 vahvistinkytkennän toimintapiste (vastukset R_{b1} ja R_{b2}) siten, että $I_D = 1\text{mA}$, kun $k' \frac{W}{L} = 1\text{mA}/V^2$, $V_t = 1V$, $R_s = 1k\Omega$ ja $V_{dd} = 5V$. Saturaatioalueella pätee $I_D = k' \frac{W}{2L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$. Kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon.
- b) Kuinka suuri voi vastus R_d olla, jos halutaan että lähdössä voi olla amplitudiltaan 1V jännitesignaali ilman että vahvistin tippuu pois saturaatioalueelta.
- c) Piirrä CMOS invertterin piirikaavio ja selitä sen toiminta.



Kuva 3:

4. a) Piirrä kuvan 4 piirin lähtöjännite aikatasossa jatkuvassa tilassa (ei alkutransienttia), kun tulojännite $v_i(t) = 1 + 3 \cdot \sin(2\pi 1\text{kHz} \cdot t)V$ ja kuormavastus R_L on ääretön. Voit olettaa, että diodi on ideaalinen (ei vastusta, ei sarjajännitelähdettä).
- b) Hahmottele kuvan 4 piirin lähtöjännite jatkuvassa tilassa, kun tulojännite $v_i(t) = 1 + 3 \cdot \sin(2\pi 1\text{kHz} \cdot t)V$, kuormavastus $R_L = 100k\Omega$ ja $C_1 = 1\mu F$ ja diodin myötäsuuntainen jännite on 0.7V. Ota lähdön painuma huomioon. (diodin dynaamista resistanssia ei edelleenkään oteta huomioon).



Kuva 4: