

**S-87.1010 Elektroniikka I, 1. välikoe 23.10.2013 / Marko Kosunen**

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

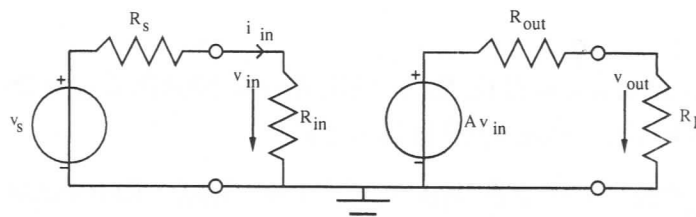
**HUOM:** Tehtävistä voi saada pisteitä, vaikka laskujen numeroarvot olisivat vastauksessa väärin. Arvostelun painopiste on symbolisessa laskemisessa, ts. sen osoittamisessa, että on ymmärtänyt mitä on laskemassa.

Vastaa ainakin normaalilla kirjasimella tehtyihin kysymyksiin. *Kursivoituista kysymyksistä saa lisäpisteitä.*

1. a) Muunna kuvan 1 jännitevahvistinkytkentä vastaavaksi siirtokonduktanssivahvistinkytkennäksi. Mikä on vahvistimen oikosulkusiirtokonduktanssi  $G_{ms}$ , kun jännitevahvistus  $A = 10$ ,  $R_{in} = 1k\Omega$ ,  $R_{out} = 100\Omega$ ,  $R_s = 50\Omega$  ja  $R_L = 100\Omega$ ? (5p)

b) Laske piirin siirtotehovahvistus ja yltötehovahvistus. Ilmoita tulos myös desibeleinä. Onko kuorma  $R_L$  sovitettu? (3p)

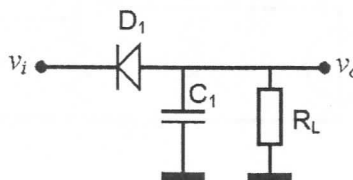
c) Jos kaksi a-kohdan vahvistinta kytketään peräkkäin, mikä on ketjun yltötehovahvistus desibeleinä? (2p)



Kuva 1:

2. a) Piirrä kuvan 2 piirin lähtöjännite aikatasossa, kun tulojännite  $v_i(t) = (1 + 3 \cdot \sin(2\pi 1kHz \cdot t))V$  ja kuormavastus  $R_L$  on ääretön. Jännite kondensaattorin yli alkutilassa on 0V. Voit olettaa, että diodi on ideaalinen (ei vastusta, ei sarjajännitelähdettä). (5p)

b) Hahmottele piirtämällä kuvan 2 piirin lähtöjännite, kun tulojännite  $v_i(t) = (1 + 3 \cdot \sin(2\pi 1kHz \cdot t))V$ , kuormavastus  $R_L = 100k\Omega$  ja  $C_1 = 1\mu F$  ja diodin myötäsuuntainen jännite on 0,7V. Ota lähdön painuma huomioon. (Diodin vastusta ei edelleenkään oteta huomioon). (5p)



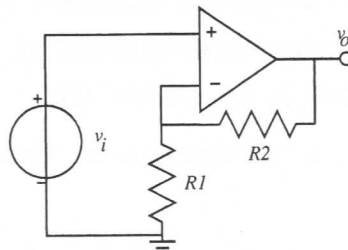
Kuva 2:

3. a) Mitoita kuvan 3 operaatiovahvistinkytkentä niin, että sen suljetun silmukan vahvistus  $A_{CL} = v_o/v_i$  on 20dB, kun  $R_1 = 1k\Omega$  ja operaatiovahvistimen avoimen silmukan vahvistus  $A_o$  oletetaan äärettömäksi. (5p)

b) Johda kytkennän suljetun silmukan s-tason siirtofunktio  $A_{CL}(s)$  lauseke, kun operaatiovahvistimen avoimen silmukan vahvistus ei ole ääretön, vaan likiarvona s-tasossa  $A_o(s) = \omega_t/s$ . (4p)

c) Mikä operaatiovahvistimen yksikkövahvistuksen taajuuden  $f_t$  pitää olla a)-kohdan kytkennässä, jotta suljetun silmukan vahvistuksen  $A_{CL}$  -3dB ylärajataajuus on 200kHz? (2p)

d) Piirrä  $A_{CL}(s)$ :n Boden diagrammi. (3p)



Kuva 3:

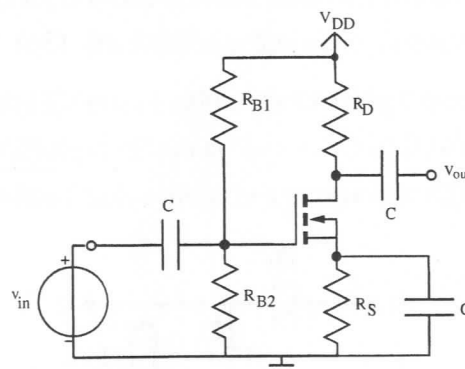
4. Kuvan 4 vahvistimessa  $R_D = 5k\Omega$ ,  $R_S = 1k\Omega$ ,  $R_{B1} = 100k\Omega$ ,  $R_{B2} = 25k\Omega$  ja  $V_{DD} = 15V$ . NMOS-transistorin  $k'W/L = 2mA/V^2$  ja  $V_t = 1V$ .

Saturaatioalueella pätee  $I_D = k' \frac{W}{2L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$ . Kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

a) Laske vahvistimen toimintapiste. (4p)

b) Mikä on kondensaattoreiden tehtävä kytkennässä? (1p)

c) Piirrä CMOS-invertterin piirikaavio ja selitä invertterin toiminta. (1p)



Kuva 4: