

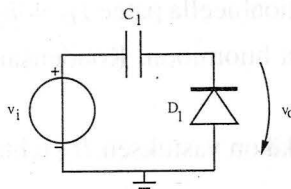
**S-87.1010 Elektronikka I, tentti 23.08.2010 / Marko Kosunen**

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

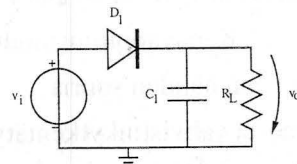
**HUOM:** Tehtävistä voi saada pisteitä, vaikka laskujen numeroarvot olisivat vastauksessa väärin. Arvostelun painopiste on symbolisessa laskemisessa, ts. sen osoittamisessa, että on ymmärtänyt mitä on laskemassa.

1. a) Piirrä kuvan 1 piirin lähtöjännite ajan funktiona, kun tulosignaali on  $v_i = 3V \cdot \sin(2\pi \cdot 1kHz \cdot t)$  ajalla  $t > 0$  ja  $v_i = 0$  ennen sitä. Voit olettaa, että diodi on ideaalinen (ei sarjavastusta, ei myötäsuentaista jännitettä. Kondensaattorin  $C_1$  alkujännite on nolla ).

b) Piirrä kuvan 2 piirin lähtöjännite ajan funktiona jatkuvassa tilassa (ei alkutransienttia), tulojännite on sama kuin a)-kohdassa, kuormavastus  $R_L = 50k\Omega$ ,  $C_1 = 2\mu F$  ja diodin  $D_1$  myötäsuntaainen jännite on 0,7V. Diodin dynaaminen resistanssi oletetaan edelleen mitättömän pieneksi.



Kuva 1:

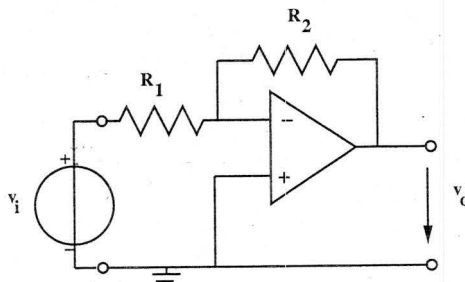


Kuva 2:

2. a) Mitoita kuvan 3 operaatiovahvistinkytkentä niin, että jännitevahvistus on -10 ja takaisinkytkentävastukseen  $R_2$  menevä virta on korkeintaan 1mA, kun lähdössä on 1V:n jännite. Oleta, aluksi että operaatiovahvistin on ideaalinen.

b) Operaatiovahvistin ei olekaan ideaalinen, vaan sen tulosiirrosjännite on  $V_O$  ja tuloesivirta  $I_B$ . Mikä on niiden vaikutus lähtöjännitteeseen?

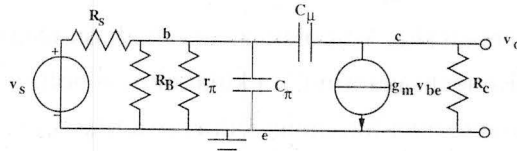
c) Operaatiovahvistimen yksikkövahvistuksen rajataajuus (vahvistus-kaistanleveys tulo) on  $\omega_t$ . Piirrä vahvistikytkenän Boden diagrammi. (Tuloesivirta ja tulosiirrosjännite eivät vaikuta tähän kohtaan mitenkään)



Kuva 3:

3. Kuvassa 4 on esitetty yhteisemitterikytketyn transistorivahvistimen piensignalisijaiskykettä. Transistorin  $\beta = 100$  ja  $V_T = 25\text{mV}$ , ja kollektorivirta toimintapisteessä  $I_C = 1\text{mA}$ . Lisäksi  $C_\pi = 30\text{pF}$ ,  $C_\mu = 6\text{pF}$ ,  $R_C = 5\text{k}\Omega$ ,  $R_B = 10\text{k}\Omega$  ja  $R_S = 50\Omega$ .

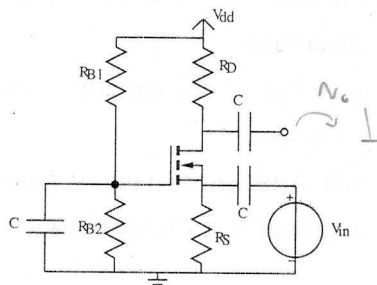
- a) Laske vahvistimen siirtofunktio  $v_o/v_s$  Millerin teoreeman avulla. Mitkä ovat napakulmataajuudet  $\omega_{p0}$  ja  $\omega_{p1}$ .
- b) Laske piirin 3-dB ylärajataajuus  $\omega_H$  avoimen piirin aikavakioiden menetelmällä. Miksi ylärajataajuus ja a-kohdan hallitseva napa eroavat toisistaan melko paljon?



Kuva 4:

4. Kuvan 5 vahvistimessa  $R_S = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_D = 5\text{k}\Omega$ ,  $R_{B1} = 100\text{k}\Omega$ ,  $R_{B2} = 25\text{k}\Omega$  ja  $V_{DD} = 15\text{V}$ . NMOS-transistorin  $k'_n W/L = 2\text{mA/V}^2$  ja  $V_t = 1\text{V}$ . Saturaatioalueella pätee  $I_D = k'_n \frac{W}{2L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$ . Kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

- a) Mikä kolmesta vahvistinkytkentätyypistä on kyseessä? Mikä on vastuksen  $R_S$  tehtävä esijännityksessä? Laske vahvistimen toimintapiste.
- b) Piirrä vahvistimen piensignalisijaiskykettä, ja laske vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus  $A_{vo}$ .
- c) Laske vahvistimen tuloresistanssi  $R_{in}$  ja lähtöresistanssi  $R_{out}$ .



Kuva 5: