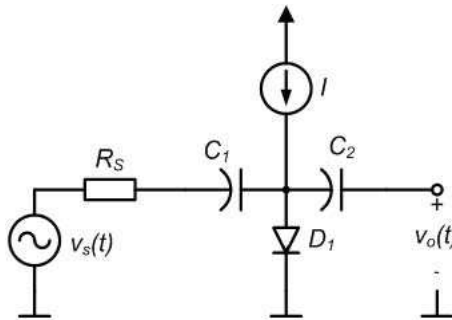


Elektroniikkasuunnittelun perusteet 521431A

Tentti 12.18.2009

—

1. Kuvan 1 diodipiirissä I on 1 mA:n dc-virta, $R_s = 100 \Omega$, diodi on tavallinen piensignaali-diodi ja kondensaattorien kapasitanssit ovat hyvin suuria. Mitä v_o on kun v_s on 10 mV:n ac-signaali (taajuudella, jolla kondensaattorit ovat oikosulkuja)? Piirrä tulo ja lähtö samaan asteikkoon. Miten lähtö muuttuu, jos I :lle asetetaan arvoksi $100 \mu\text{A}$? Mitä käyttöä tällaisella kytkennällä voisi olla?

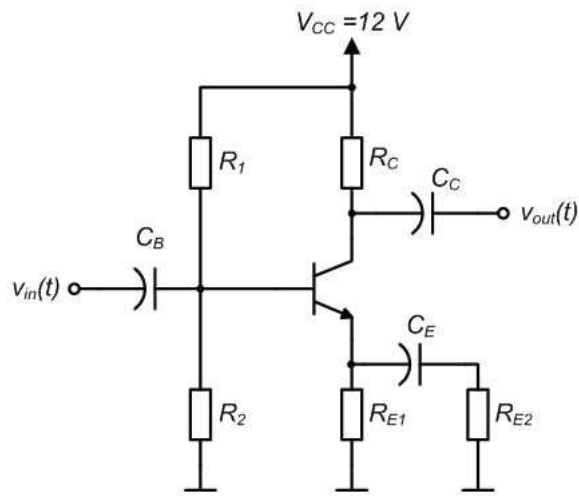


Kuva 1: Kuva tehtävään 1.

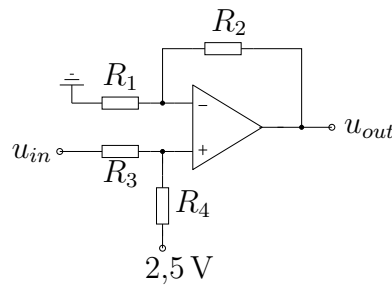
2. Kuvassa 2 on esitetty npn-transistorilla ($\beta \gg 1$) toteutettu jännitevahvistin.
- Millä nimellä vahvistinaste tunnetaan?
 - Mitoita vahvistimen dc-toimintapiste siten, että kollektorivastuksen R_C yli oleva jännite on $V_{CC}/3$ samoin kuin transistorin kollektorin ja emitterin yli jäävä jännite $V_{CE} = V_{CC}/3$. Transistorin emitterivirraksi halutaan $I_E = 1 \text{ mA}$ ja transistorivahvistimen tuloimpedanssin pitää olla välillä $1 \text{ k}\Omega - 10 \text{ k}\Omega$.
 - Mitoita lisäksi transistorin avoimen piirin jännitevahvistukseksi ($R_S = 0 \Omega$ ja $R_L \gg 1 \text{ k}\Omega$) $v_{out}/v_{in} = -10 \text{ V/V}$.
 - Mitkä ovat transistorivahvistimen tulo- ja lähtöimpedanssien arvot?

Kondensaattoreiden (C_B , C_C ja C_E) arvojen voit ajatella olevan hyvin suuret.

3. Kuvan 3 operaatiovahvistinkytkennässä $R_1 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ ja $R_2 = R_4 = 100 \text{ k}\Omega$.
- Mikä on kytkennän vahvistus ja lähtösignaalin amplitudi, jos tulosignaali on $u_{in} = 0,01 \sin(2\pi \cdot 1 \text{ kHz} \cdot t) \text{ V}$ (2p)
 - Mikä on dc-taso lähdössä? (1p)
 - Mikä on kytkennän tuloimpedanssi? (1p)
 - Haluat rajata kytkennän kaistanleveyden noin 16 kHz:iin siten, että kohdan (a) 1 kHz tulosignaali ja sitä pienempitaajuiset signaalit pääsevät lähtöön vaimentumatta. Miten muutat kytkentää? (1p)
 - Mikä on kytkennän siirtofunktio $\frac{u_{out}}{u_{in}}$ (symbolisesti s-tasossa) tekemäsi muutoksen jälkeen? (1p)

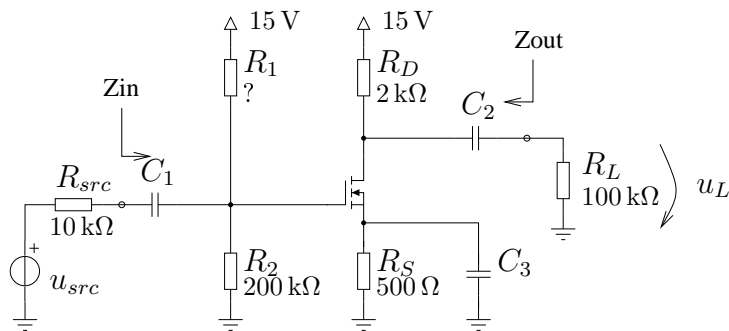


Kuva 2: Kuva tehtävään 2.



Kuva 3: Kuva tehtävään 3.

4. Mitkä ovat kuvan 4 MOSFET-vahvistinasteen tulo- ja lähtöimpedanssit? (1p) Piirrä vahvistimen piensignaalinmalli. (1p) Mitoita R_1 ja transistorin W/L siten, että vahvistimen vahvistus $|u_L/u_{src}| > 10$ ja transistorin läpi menevä virta on 4 mA. Transistorin $\mu_n C_{ox} = 25 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $\lambda = 0$ ja $U_t = 2 \text{ V}$. Kondensaattorit C_1 , C_2 ja C_3 ovat kytkentäkondensaattoreita joiden kapasitanssi on suuri. (4p)



Kuva 4: Kuva tehtävään 4.

$$i_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (u_{GS} - U_t)^2 (1 + \lambda \cdot u_{DS})$$

$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial u_{GS}} \right|_{u_{GS}=U_{GS}} = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (U_{GS} - U_t)$$