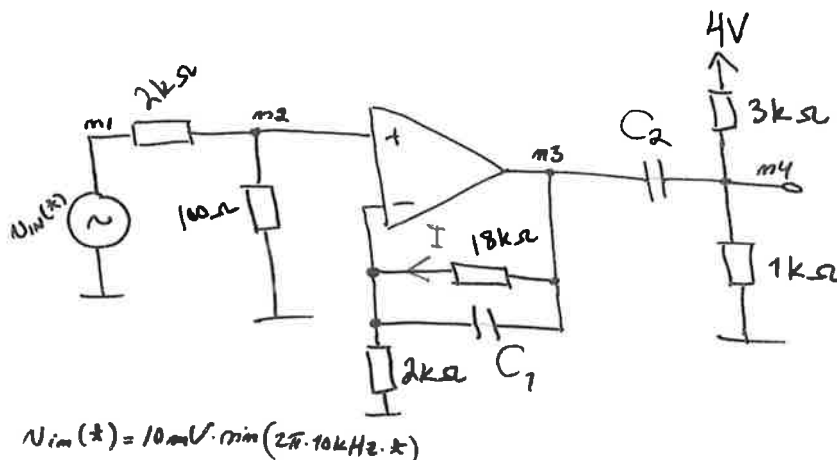


Oulun yliopisto/Piirit ja järjestelmät tutkimusyksikkö

Elektroniikkasuunnittelun perusteet Loppukoe/1. välikoe/2. välikoe 25.5.2015. Opiskelija voi valita haluamansa kokeen edellä mainituista. Valittu suorite tulee merkitä tentittävän opintojakson paikalle vastauspaperiin esim. Elektroniikkasuunnittelun perusteet 2. välikoe. Jos tarkentavaa merkintää ei ole, oletuksena on silloin loppukoe. Loppukoe sisältää kaikki neljä tehtävää, 1. välikoe sisältää tehtävät 1 ja 2 ja 2. välikoe sisältää tehtävät 3 ja 4.

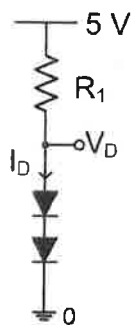
1. a) Piirrä kuvassa 1 olevan piirin jännitteiden aaltomuodot solmupisteissä m1, m2, m3 ja m4, kun tulosignaali on vahvistimen päästökaistalla (ts. kondensaattorit eivät vaikuta piirin toimintaan ko. taajuudella). Operaatiovahvistin on ideaalinen. (4p)
- b) Miten asetat piirin alarajataajuudeksi 1 kHz? (2p)



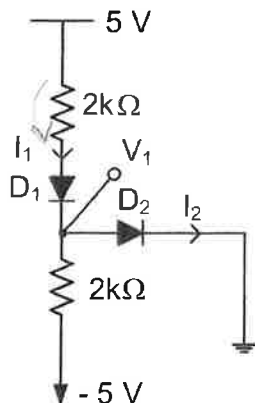
Kuva 1.

2. a) Laske kuvan 2 a) diodikytkennän diodien läpi menevän virran arvo I_D ja jännitteen V_D arvo. (1p)
- b) Laske kuvan 2 b) diodikytkennän diodien D_1 ja D_2 läpi menevien virtojen I_1 ja I_2 arvot ja jännitteen V_1 arvo. (2,5p)
- c) Piirrä kuvan 2 c) diodikytkennän jännitteen V_O arvo ajan funktiona, kun tulossa V_i on signaali $\Rightarrow V_i = 2V + 5V \cdot \sin(2\pi \cdot 1kHz \cdot t)$. (2,5p)

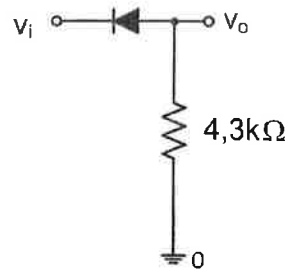
Kaikissa tehtävissä diodien yli on 0,7 V, kun ne johtavat virtaa.



a)



b)

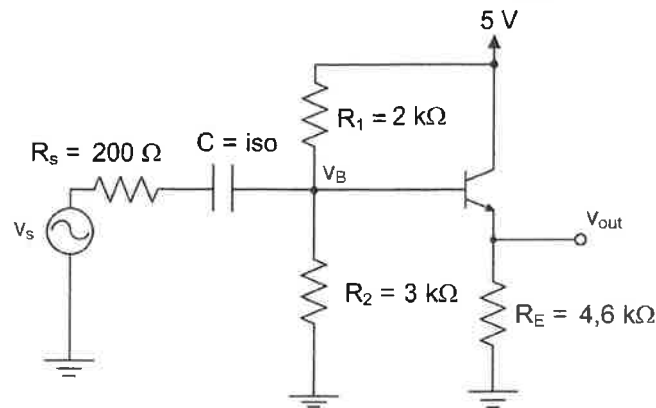


c)

Kuva 2.

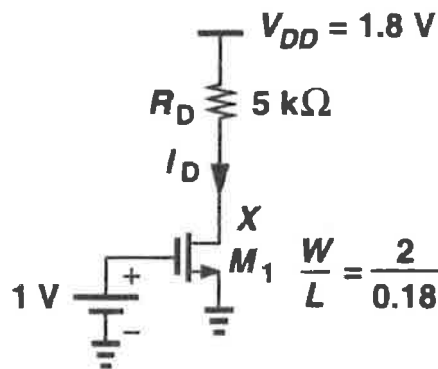
3. Laske kuvan 3 transistorivahvistimen

- DC-toimintapiste (1 p) (Voit olettaa, että $\beta = \infty$ DC:llä.)
- piensignaali vahvistuksen V_o/V_s arvo päästökaistalla, kun $\beta = 100$. (2 p)
- Piirrä kuvan 3 transistorivahvistimen jänniteiden V_B ja V_{out} arvot ajan funktiona, kun signaaligeneraattorin jännite $V_s = 10 \text{ mV} \cdot \sin(2\pi \cdot 1 \text{ kHz} \cdot t)$ (2p).
- Minkä komponentin arvoa/arvoja muuttaisit ja mihin suuntaan, jos vahvistimen vahvistusta pitäisi kasvattaa ilman, että transistorin biasvirta muuttuu (1p).



Kuva 3.

- Laske kuvan 4 piirin virta I_D ja tarkista onko transistori aktiivisella alueella. (2p)
 - Mitä voit sanoa CMOS-invertterin toiminnasta, tehonkulutuksesta, nopeudesta ja kippipisteen mitoituksesta? (4p)



Kuva 4.

MOS-transistorien prosessiparametrit

$$V_{tn} = |V_{tp}| = 0,8 \text{ V}$$

$$\mu_n C_{ox} = 175 \mu\text{A}/\text{V}^2$$

$$\mu_p C_{ox} = 65 \mu\text{A}/\text{V}^2$$

$$\lambda_{p\text{mos}} = 0,15 \text{ V}^{-1}$$

$$\lambda_{n\text{mos}} = 0,1 \text{ V}^{-1}$$

Kaavoja ja piensignaalmallit

Aktiivinen toiminta-alue

$$I_D = \frac{1}{2} \cdot \mu_n C_{ox} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{tn})^2$$

$$I_D = \frac{1}{2} \cdot \mu_p C_{ox} \cdot \frac{W}{L} (V_{SG} - |V_{tp}|)^2$$

Piensignaaliparametrit

$$g_m = \sqrt{2\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} I_D}$$

$$g_m = \sqrt{2\mu_p C_{ox} \frac{W}{L} I_D}$$

$$r_o = 1/(\lambda_{pmos} \cdot I_D)$$

$$r_o = 1/(\lambda_{nmos} \cdot I_D)$$

$$r_E = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} \text{ ja } V_{BE} = 0,7 \text{ V transistorin johtaessa.}$$

Triodialue

$$R_{eff} = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \cdot \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{tn})}$$

$$R_{eff} = \frac{1}{\mu_p C_{ox} \cdot \frac{W}{L} (V_{SG} - |V_{tp}|)}$$

