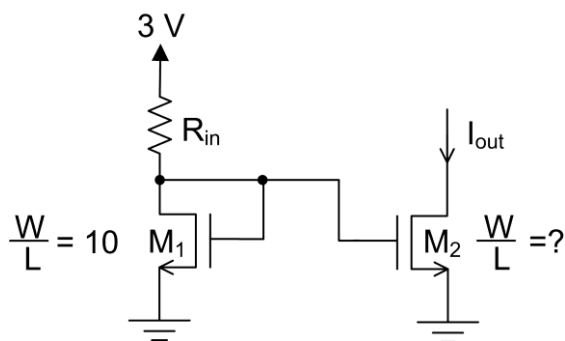


## Elektroniikkasuunnittelun perusteet

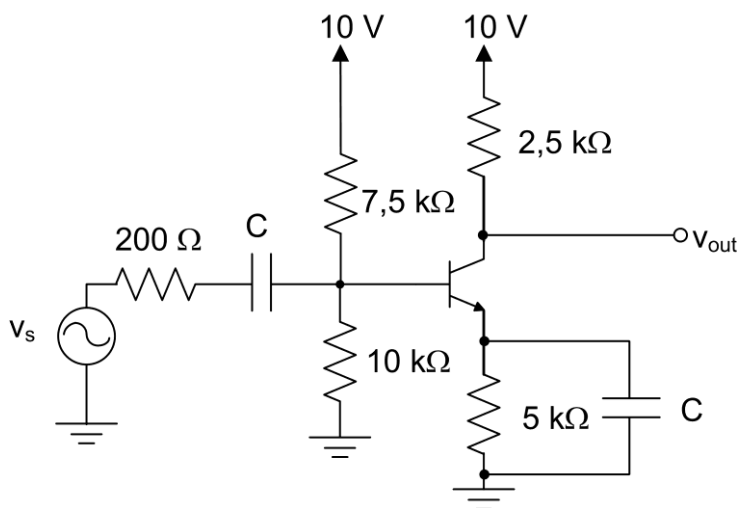
Kesätentti 29.6.2013

- Mitoita kuvan 1 virtapeilin vastus  $R_{in}$  (3p) ja NMOS-transistorin  $M_2$  W/L-suhde (2p) siten, että transistorin  $M_1$  läpi menevä virta on  $50 \mu\text{A}$  ja lähtövirta  $I_{out} = 300 \mu\text{A}$ . Mikä on virtapeilin lähtöresistanssi (1p)? Kaikki transistorit ovat aktiivisella toiminta-alueella ja  $\lambda_N = 0$ . Taulukossa 1 on esitetty MOS-transistorien prosessiparametrit.



Kuva 1.

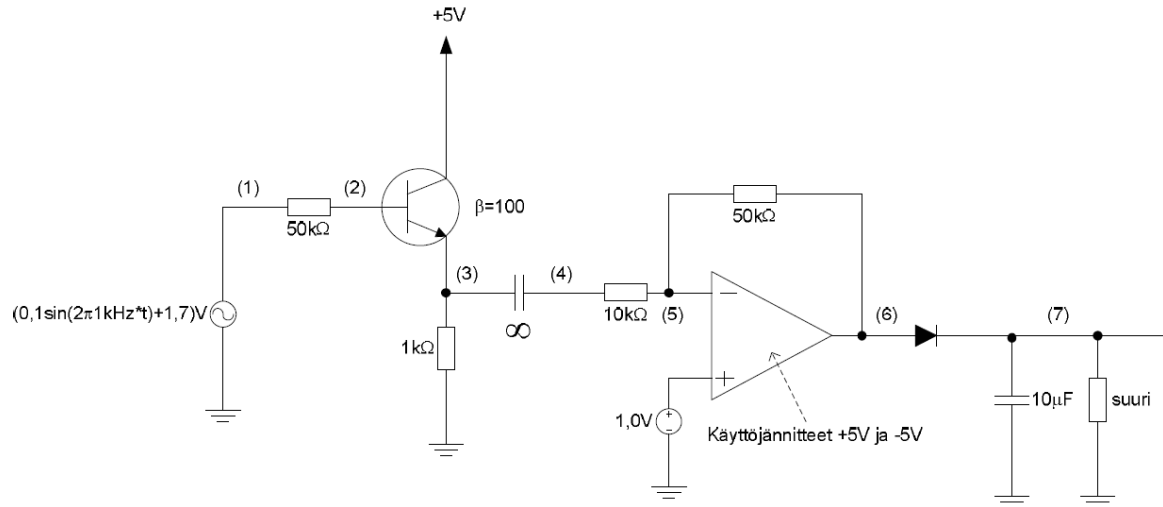
- Laske kuvassa 2 olevan vahvistimen DC-toimintapiste (2p) (DC-toimintapistelaskuissa voit olettaa, että  $\beta = \infty$ ). Laske tämän jälkeen vahvistimen jännitevahvistus  $v_{out}/v_s$  ja tulo- ja lähtöimpedanssit  $R_{in}$  ja  $R_{out}$  signaalin kaistalla (3p).  $\beta=100$  ja transistorin johtaessa  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ . Mikä on tulojännitteen  $v_s$  maksimiampplitudi, jolla lähtösignaalin amplitudi ei leikkaannu (1p)? Kondensaattorit C toimii kytkentäkapasitanssina (oikosulkuja signaalin kaistalla). Transistorin saturaatiojännite  $V_{CE-sat} = 0\text{V}$ .



Kuva 2.

3. Kirjoita essee aiheesta *Diodin sähköiset ominaisuudet ja yhden diodin sisältävän piirin piensignaalianalyysi.*

4. Piirrä kuvaan 3 merkittyjen solmupisteiden (1)-(7) signaalit. Diodin voit olettaa ideaaliseksi. (6p)



Kuva 3.

Taulukko 1. MOS-transistorien prosessiparametrit.

| Tyyppi | $V_{TH}$ | $\mu C_{ox}$    |
|--------|----------|-----------------|
| NMOS   | 0,5 V    | 100 $\mu A/V^2$ |
| PMOS   | -0,5 V   | 50 $\mu A/V^2$  |

Kaavoja:

$$\text{NMOS: } i_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (v_{GS} - V_{TH})^2$$

$$\text{BJT: } i_C = I_S \exp\left(\frac{v_{BE}}{V_T}\right), r_E = \frac{V_T}{I_C} \approx \frac{25mV}{I_C}$$