

**Elektroniikkasuunnittelun perusteet 521431A**

Tentti 27.03.2009

—

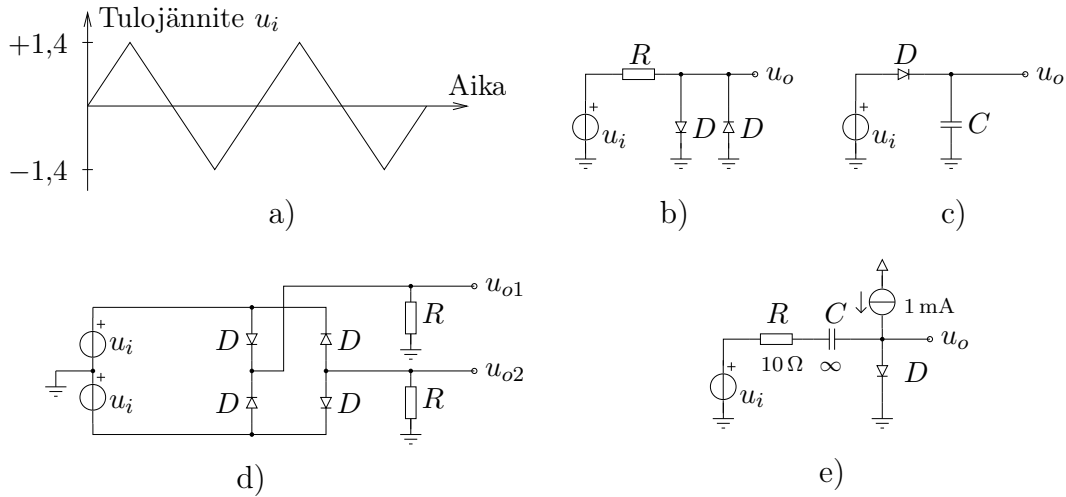
1. (a) Piirrä kuvien 1 b), c) ja d) kytkentöjen lähtöjännitteet kuvan 1 a) tulojännitteellä. (4p)  
(b) Mikä on kuvan 1 e) lähtöjännite, kun tulojännite on  $u_i = 10 \sin(2\pi ft)$  mV? (2p)

Voit olettaa  $U_D = 0,7$  V diodin johtaessa.

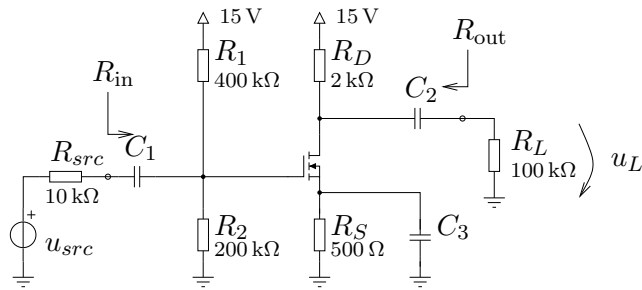
2. Kuvan 2 MOSFETin  $\mu_n C_{ox} = 25 \text{ uA/V}^2$ ,  $\lambda = 0$ ,  $W/L = 100$  ja  $U_t = 2$  V. Kondensaattorit  $C_1$ ,  $C_2$  ja  $C_3$  ovat kytkentäkondensaattoreita joiden kapasitanssi on suuri.
  - (a) Laske transistorin  $I_D$  ja  $g_m$  toimintapisteessä. (2p)
  - (b) Piirrä kytkennän piensignaalin malli. (1p)
  - (c) Laske tulo- ja lähtöresistanssit. (1p)
  - (d) Laske kytkennän vahvistus  $u_L/u_{src}$ . (2p)

$$i_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (u_{GS} - U_t)^2 (1 + \lambda \cdot u_{DS})$$
$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial u_{GS}} \right|_{u_{GS}=U_{GS}} = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (U_{GS} - U_t)$$

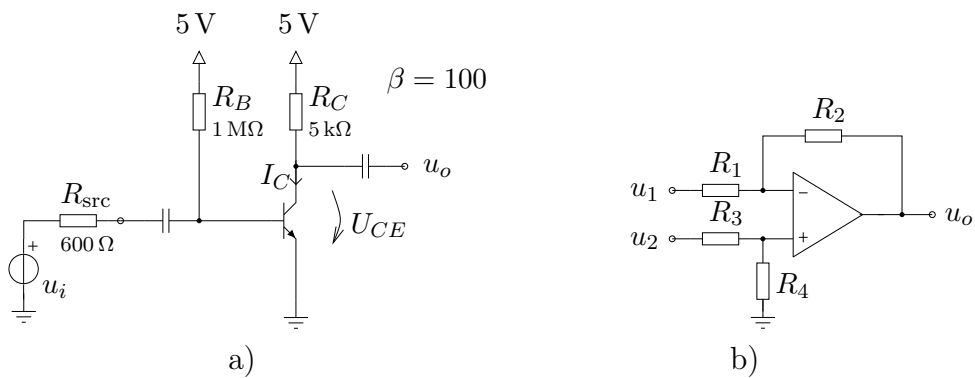
3. (a) Laske kuvan 3 a) kytkennän tuloimpedanssi ja jännitevahvistus. Transistorin  $\beta = 100$ . (3p)  
(b) Laske kuvan 3 b) kytkennän lähtöjännite  $u_o$ , kun  $R_2 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$  ja  $R_1 = R_3 = 2,5 \text{ k}\Omega$  ja  $u_1 = 1$  V sekä  $u_2 = 2$  V (1p)  
(c) Suunnittele operaatiovahvistimilla ja vastuksilla kääntävä vahvistin, jonka tuloimpedanssi on hyvin suuri ja vahvistus on  $-10$ . (2p)
4. (a) Piirrä CMOS-invertterin kytkentäkaavio ja sen  $V_{IN} - V_{OUT}$  -toistokäyrä (2p)  
(b) Mikä etu on CMOS-kytkimellä verrattuna yhden MOS-transistorin kytkimeen? (1p)  
(c) Millä periaatteella mitoitat transistorit kuvan 4 CMOS-logiikkaportin yleisessä rakenteessa? (1p)  
(d) Mihin tarvitaan SH-piiriä A/D-muuntimissa? (2p)



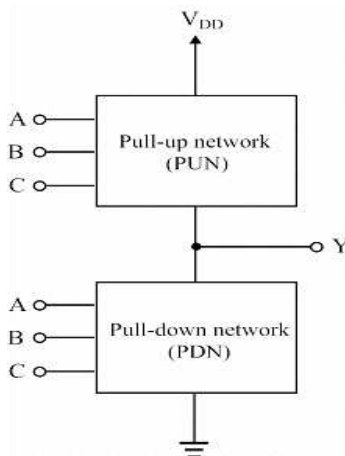
Kuva 1: Kuva tehtävään 1.



Kuva 2: Kuva tehtävään 2.



Kuva 3: Kuvat tehtävään 3.



Kuva 4: Kuva tehtävään 4.