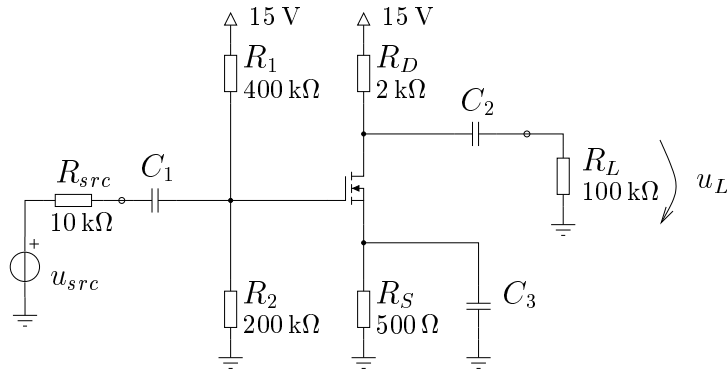


**Elektroniikkasuunnittelun perusteet 521431A**

Tentti 01.02.2008

1. Mitkä ovat kuvan 1 MOSFET-vahvistinasteen tulo- ja lähtöimpedanssit? Laske vahvistus  $u_L/u_{src}$ . Millä kuormavastuksella kytkennän vahvistus on enää  $1 \text{ V/V}$ ? Transistorin  $\mu_n C_{ox} = 25 \text{ uA/V}^2$ ,  $\lambda = 0$ ,  $W/L = 50$  ja  $U_t = 2 \text{ V}$ . Kondensaattorit  $C_1$ ,  $C_2$  ja  $C_3$  ovat kytkentäkondensaattoreita joiden kapasitanssi on suuri. (6p)



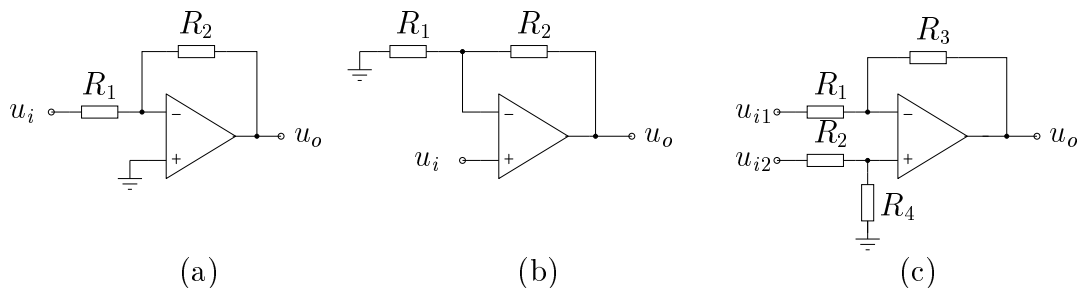
Kuva 1: Kuva tehtävään 1.

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

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

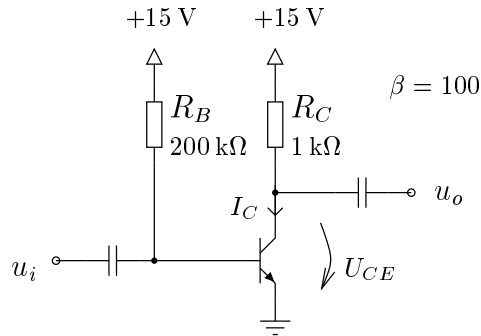
2. Kuvan 2 kytkennöissä operaatiovahvistin on ideaalinen ja  $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$  ja  $R_4 = 6 \text{ k}\Omega$ . Mikä on

- (a) kuvan 2 (a) kytkennän tuloresistanssi ja vahvistus  $u_o/u_i$ ? (2p)  
 (b) kuvan 2 (b) kytkennän tuloresistanssi ja vahvistus  $u_o/u_i$ ? (2p)  
 (c) kuvan 2 (c) kytkennän lähtöjännite  $u_o$  tulojännitteiden  $u_{i1}$  ja  $u_{i2}$  funktiona? (2p)



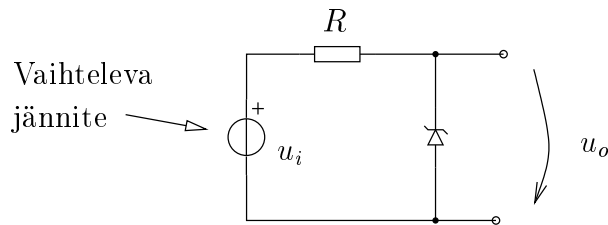
Kuva 2: Kuva tehtävään 2.

3. (a) Ratkaise  $I_C$  ja  $U_{CE}$  kuvan 3 piirissä. Entä, jos  $\beta = 300$ ? (2p)
- (b) Esitä bipolaaritransistorille kaksi piensignaalinmallia ja käytä jompaakumpaa kuvan 3 tuloimpedanssin ja vahvistuksen laskemisessa ( $\beta = 100$ ). (2p)
- (c) Miten muuttaisit kuvan 3 kytkentää, jotta piirin stabiilisuus paranisi (pitäen kytkennän edelleen yhden bipolaaritransistorin vahvistimena)? (2p)



Kuva 3: Kuva tehtävään 3.

4. (a) Kuvaile kuvan 4 kytkennän toiminta ja se, mihin sitä käytetään. (2p)
- (b) Mitä tarkoittaa CMOS-invertterin dynaaminen tehonkulutus eli mihin tehoa menee, kun CMOS-invertteri vaihtaa tilaa? (2p)
- (c) Millainen on ns. flash-A/D- muunnin ja mitä hyviä ja huonoja puolia sillä on? (2p)



Kuva 4: Kuva tehtävään 4.