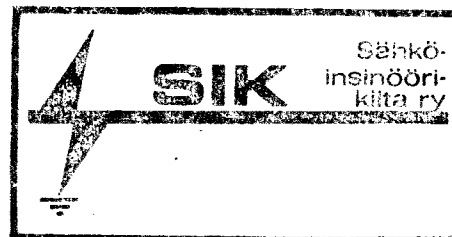
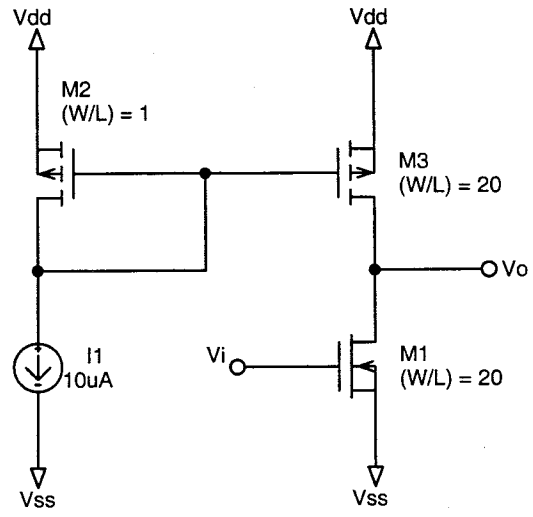


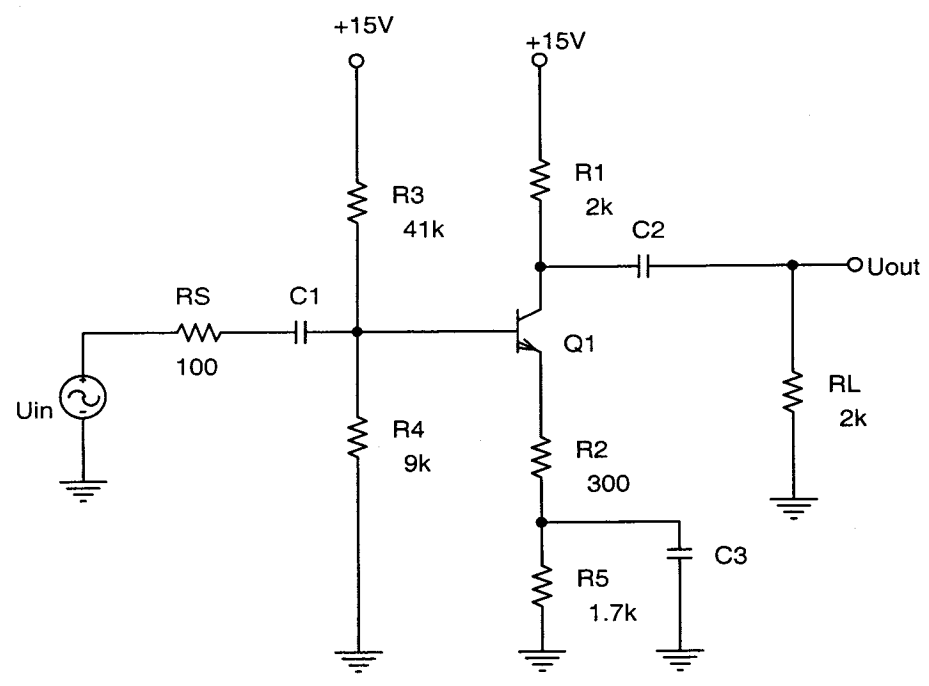
**Elektroniikkasuunnittelun perusteet (Principles of electronic design 521431A )**  
Tentti / Exam 11.4.2003

1. a) Mikä on kuvan 1 transistorin M1 toimintapistevirta ( $I_{DS}$ ) silloin, kun  $V_o$  on käyttöjännitteiden puolessavälissä (suurin piirtein)?  
b) Mikä tulisi tällöin M1:n  $V_{gs}$ :n olla (dc-bias)?  
c) Mikä on ac-vahvistus  $v_o/v_i$  toimintapisteen ympäristössä?
- 1 a) What is the operating point current ( $I_{DS}$ ) of the transistor M1, shown in Figure 1, when  $V_o$  lies in the middle of power supplies (about) ?  
b) What should the voltage  $V_{gs}$  of the M1 be (dc-bias)?  
c) What is the ac-amplification  $v_o/v_i$  around the operating point?
2. Piirrä kaksituloisen CMOS-NOR -portin piirikaavio transistoritasolla. Esitä siinä selvästi kunkin transistorin tyyppi, sekä tulojen ja lähtöjen sijainti. Esitä myös transistoreille järjelliset (W/L)-mitoitukset, kun käytettävässä teknologiassa  $L = 0.35 \mu m$  ja  $\mu_n C_{ox} = 3\mu_p C_{ox}$ .
2. Draw the schematic diagram of a two input CMOS-NOR- gate in transistor level. Show clearly the type of each transistor and location of input and output nodes. Show also the reasonable (W/L)-dimensions, when in the used technology  $L = 0.35 \mu m$  and  $\mu_n C_{ox} = 3\mu_p C_{ox}$ .
3. Signaalilähteen lähdön aaltomuoto on  $v_{in}(t) = 2V + 100mV \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 5kHz \cdot t)$ . Suunnittele operaatiovahvistinta, vastuksia ja kondensaattoria käyttäen kytkentä, jonka lähdössä on aaltomuoto  $v_{out}(t) = 1V \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 5kHz \cdot t)$  (siis tulo ja lähdön vaihe sama). Kytkennän tuloimpedanssin tulee olla  $100 k\Omega$  ja alarajataajuuden 1/10 signaalin taajuudesta.
3. Output waveform of a signal source is  $v_{in}(t) = 2V + 100mV \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 5kHz \cdot t)$ . Design by using an operational amplifier, resistors and a capacitor a circuit, whose output waveform is  $v_{out}(t) = 1V \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 5kHz \cdot t)$  (the phase of input and output is the same). The input impedance of the circuit should be  $100 k\Omega$  and lower corner frequency 1/10 of the signal frequency.
4. Laske piensignaali vahvistus sekä tulo- ja lähtöimpedanssit kuvan 2 bipolaaritransistori vahvistimelle, kun tiedetään, että  $\beta=100$  ja kondensaattorit ovat oikosulkuja päästökaistan taajuuksilla.
4. Calculate the small signal gain and input and output impedances for the bipolar transistor amplifier shown in figure 2. The capacitors act as short circuits in the pass band frequencies and  $\beta=100$ .





Kuva 1 / Figure 1



Kuva 2 / Figure 2

