

Elektroniikkasuunnittelun perusteet (Principles of electronic design 521431A)

Tentti / Exam 15.4.2011

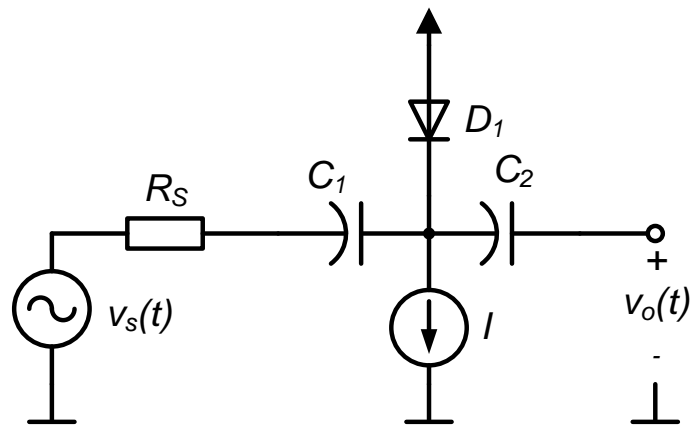
1. Kuvan 1 diodipiirissä I on 1 mA:n dc-virta, $R_s = 100 \Omega$, diodi on tavallinen piensignaali-diodi. Mitä on lähtöjännite v_o kun tulosignaali v_s on 10 mV:n sinisignaali (taajuudella, jolla kondensaattorit C_1 ja C_2 ovat oikosulkuja)? Piirrä tulo ja lähtö samaan asteikkoon. Miten lähtö muuttuu, jos virralle I asetetaan arvoksi 100 μA ? Mitä käyttöä tällaisella kytkennällä voisi olla?
 1. Draw on a same scale the output and input voltages of the circuit of Fig. 1 in case when current $I = 1\text{mA}$. The diode is a normal small-signal diode, $R_s = 100 \Omega$ and v_s is an sinus-signal with the amplitude of 10 mV and frequency such that capacitances C_1 and C_2 can be considered as short-circuits. How does the output change if I is changed to 100 μA ? Can you imagine any use for this circuit?
2. Kuvassa 2 on esitetty npn-transistorilla ($\beta \approx 300$ eli suuri) toteutettu jännitevahvistin.
 - a) Millä nimellä vahvistinaste tunnetaan?
 - b) Laske vahvistimen dc-toimintapiste V_B, V_C, V_E ja I_E ja piensignaali-parametri r_e .
 - c) Mikä on kuvan 2 vahvistimen jännitevahvistus v_{out} / v_{in} , tulo- ja lähtöimpedanssit R_{in} ja R_{out} ?
 - d) Vahvistimen tuloon kytketään signaalilähde $v_s(t)$, jonka lähderesistanssi on $R_s = 3.4\text{k}\Omega$. Mikä on signaalilähteen näkemä jännitevahvistus v_{out} / v_s ?
 - e) Kuinka muutat d)-kohdan kytkennän kokonaisjännitevahvistuksen v_{out} / v_s kohdassa c) laskemaasi arvoon ilman, että vahvistimen dc-toimintapiste muuttuu? Laske tarvittavat komponenttiarvot!
Kondensaattoreiden (C_B, C_C ja C_E) voit ajatella olevan oikosulkuja signaalin taajuudella.
2. A npn-transistor (whose $\beta \approx 300$ is large) amplifier stage is shown in Figure 2.
 - a) How is it called?
 - b) Calculate the dc-operating point of the amplifier V_B, V_C, V_E and I_E and small signal parameter r_e .
 - c) Calculate the voltage gain v_{out} / v_{in} , input resistance R_{in} and output resistance R_{out} of the amplifier shown in Figure 2.
 - d) A signal source $v_s(t)$ is connected to the input of the amplifier. The source resistance of the signal source is $R_s = 3.4\text{k}\Omega$. Calculate the voltage gain of the signal source v_{out} / v_s
 - e) How do you change the voltage gain v_{out} / v_s of the circuit in d) to be the same than you calculated in c)? Calculate the needed component values.
Capacitances (C_B, C_C and C_E) are short circuits at the frequency of the signal.

3. Suunnittele operaatiovahvistinta käyttäen kääntävä jännitevahvistinkytkentä, jolla on seuraavat ominaisuudet:
- tulojännitteen vaihdella välillä $-50\text{ mV} \dots +50\text{ mV}$ lähtöjännite vaihtelee alueella $+1\text{ V} \dots -1\text{ V}$.
 - vahvistin ei ota signaalilähteestä enempää virtaa kuin $5\text{ }\mu\text{A}$.
 - vahvistimen ylärajataajuus on 20 kHz
 - vahvistimen alarajataajuus on 16 Hz .
3. *Design by using an operational amplifier an inverting voltage amplifier which has following properties*
- when input voltage varies between $-50\text{ mV} \dots +50\text{ mV}$, output voltage varies $+1\text{ V} \dots -1\text{ V}$, respectively.*
 - The amplifier does not take current more than $50\text{ }\mu\text{A}$ from the signal source.*
 - The upper 3 dB corner frequency is 20 kHz .*
 - The lower 3 dB corner frequency is 16 Hz .*
4. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin
- Erään 12 bitin A/D-muuntimen tuloalue on $0\text{ V} - 5.0\text{ V}$. Mikä ja kuinka suuri on LSB?
 - Piirrä transresistanssivahvistimen piirimalli ja selosta sen tärkeimmät parametrit.
 - Piirrä kaksituloinen CMOS-NOR -portti transistoritasolla
 - N-CMOS-transistorin nieluvirtaa i_D saturaatioalueella kuvaa yhtälö (1). Mitä eri termit tarkoittavat? Laske MOS-transistorin r_o ja g_m .

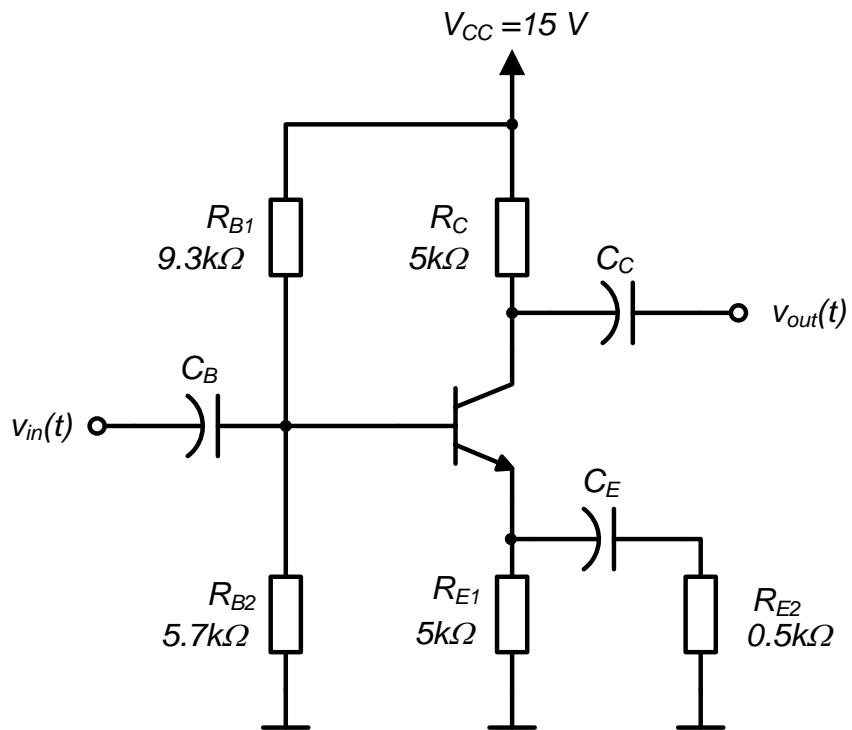
$$i_D = \frac{1}{2} \cdot \mu_n \cdot C_{ox} \cdot \frac{W}{L} \cdot (v_{GS} - V_t)^2 \cdot (1 + \lambda \cdot v_{DS}) \quad (1)$$

4. *Answer shortly to the following questions:*
- An 12 bit A/D converter has input range between 0 V and 5.0 V . What is and how large is LSB?*
 - Draw a circuit model of a transresistance amplifier and explain the most important parameters.*
 - Draw at transistor level the circuit diagram of a two input CMOS-NOR gate.*
 - The drain current i_D of a N-CMOS transistor in a saturation region can be described by the Equation (1). What is the meaning of the terms in the equation? Calculate the r_o and g_m of the MOS-transistor*

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



Kuva/Figure 1.



Kuva/ Figure 2.