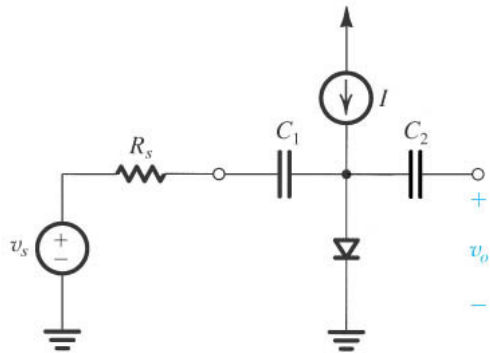


Elektroniikkasuunnittelun perusteet (Principles of electronic design 521431A)

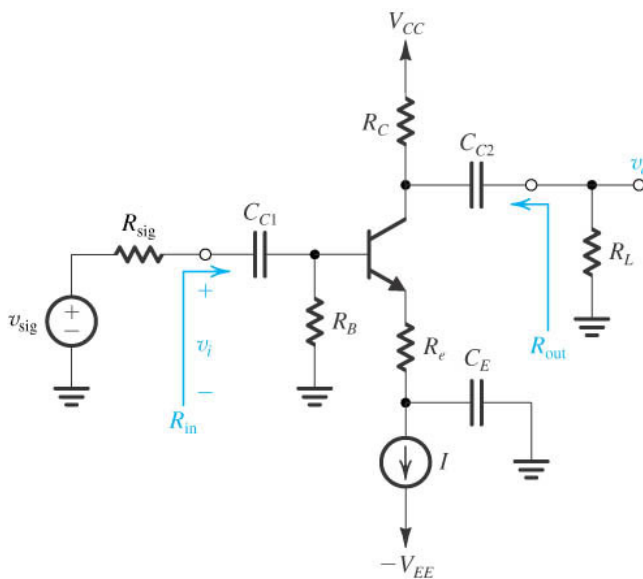
Tentti / *Exam* 11.2.2005

1. Kuvan 1 diodipiirissä I on 1mA :n dc-virta, $R_s = 100\Omega$, diodi on tavallinen piensignaali diodi ja kondensaattorien kapasitanssit ovat hyvin suuria. Mitä v_o on kun v_s on 10mV :n ac-signaali (taajuudella, jolla kondensaattorit ovat oikosulkuja)? Piirrä tulo ja lähtö samaan asteikkoon. Miten lähtö muuttuu, jos I :lle asetetaan arvoksi $100\mu\text{A}$? 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, capacitances are very large, $R_s = 100\Omega$ and v_s is an ac-signal with the amplitude of 10mV and frequency such that capacitances can be considered as short-circuits. How does the output change if I is changed to $100\mu\text{A}$? Can you imagine any use for this circuit?*
2. Kuvan 2 vahvistimessa tulosignaali v_{sig} on pieniamplitudinen sinisignaali. Laske kytkennästä R_{in} , R_{out} ja v_o/v_{sig} olettaen, että transistorin $\beta = \infty$. Jos β olisi hyvin pieni, esim. luokkaa 10, mikä muuttuisi? Kytkennässä $I = 1\text{mA}$, $R_{\text{sig}} = 100\Omega$, $R_B = 10\text{k}\Omega$, $R_e = 500\Omega$, $R_C = 5\text{k}\Omega$ ja $R_L = 10\text{k}\Omega$. Kondensaattoreiden kapasitanssit ovat hyvin suuria.
 2. *The input v_{sig} of the amplifier in Fig. 2 is a small ac-signal. What are the R_{in} , R_{out} ja v_o/v_{sig} of the amplifier is the transistor $\beta = \infty$? If β would be very small, say about 10, what would change and how? The values are $I = 1\text{mA}$, $R_{\text{sig}} = 100\Omega$, $R_B = 10\text{k}\Omega$, $R_e = 500\Omega$, $R_C = 5\text{k}\Omega$ ja $R_L = 10\text{k}\Omega$. Capacitances can be considered as short-circuits at ac.*
3. Kuvassa 3 on esitetty eräs operaatiovahvistinkytkentä. Vahvistimen tuloon V_{in} syötetään eräästä anturista suorakaidepulsseja, jonka taajuus on 500Hz , amplitudi $1\text{V}_{\text{p-p}}$ ja dc-komponentti on 0V . Tuloon V_{ref} syötetään jännitereferenssiä (= tarkka dc-jännitelähde) -2.5V :n suuruinen dc-jännite. Anturin ja jännitereferenssin lähtöimpedanssi on 0Ω .
 - a) Mikä on lähtöjännitteen V_{out} yhtälö tulojännitteiden funktiona, eli $V_{\text{out}} = f(V_{\text{in}}, V_{\text{ref}})$?
 - b) Piirrä tulo- ja lähtöjännitteen aaltomuodot ja merkitse jännitetasot.
 - c) Mikä on anturin ja jännitereferenssin vahvistimelle päin näkemä kuormittava impedanssi?
3. *In the amplifier of Fig. 3, V_{in} is stair-case signal from a transducer with a frequency of 500Hz , amplitude of $1\text{V}_{\text{p-p}}$ and dc-component of 0V . V_{ref} is a dc-voltage of -2.5V . The source impedances of the transducer and reference are 0Ω .
 - a) Define function $V_{\text{out}} = f(V_{\text{in}}, V_{\text{ref}})$?
 - b) Draw the input and output voltages as a function of time with the important voltage values.
 - c) What is the load impedance seen by the transducer and the voltage reference, respectively?*

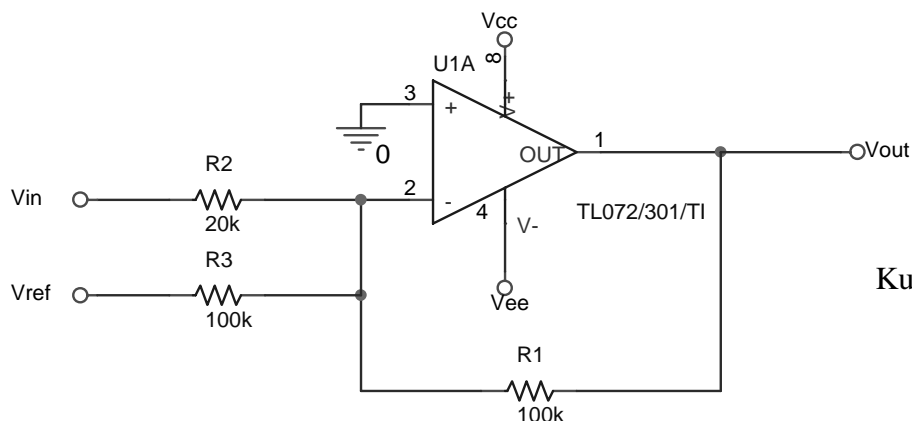
4. a) Mitoita $0.18\mu\text{m}$:n CMOS-teknoologiaan kaksituloinen NAND-portti.
 b) Miten CMOS-teknoologiaan perustuvan digitaalilogiikan tehonkulutus määräytyy?
4. a) Draw the circuit diagram of a two input CMOS NAND circuit ($0.18\mu\text{m}$ technology) at the transistor level with the corresponding W/L ratios and absolute values.
 b) What determines the power consumption of CMOS digital logic?



Kuva/Figure 1.



Kuva/ Figure 2.



Kuva/Figure 3.