

Elektroniikkasuunnittelun perusteet (Principles of electronic design 52431A)
Tentti / Exam 09.12.2003

1. a) Käytössäsi on $1k\Omega$:n vastuksia ja $\pm 3V$:n jännitelähde. Esitä kytkentä, jonka lähtöjännitteet ovat $\pm 1 V$.

b) Määritä kuvan 1 jännite U_1 ja diodien läpi kulkevat virrat. Oleta, että diodit ovat ideaalisia.

c) Kuvassa 2 olevat diodit ovat realistisia ja zenerdiodin I_{ZT} on 5 mA ja U_Z on $5V$. Määritä lähdöstä (output) saatava signaali, kun tulosignaalina on suorakaideaalto jonka amplitudi on $10V$.

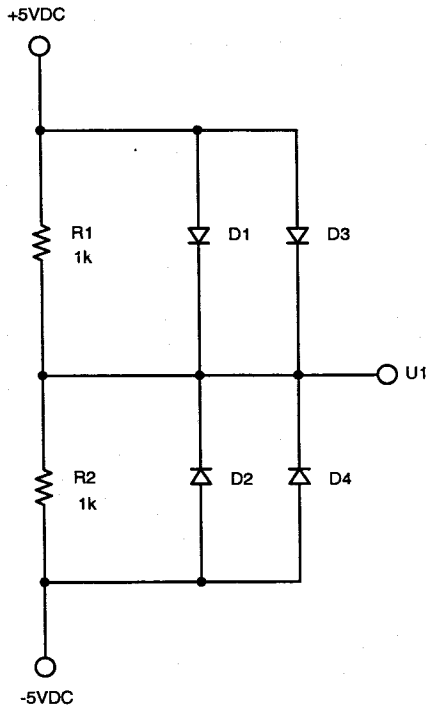
a) You have $1k\Omega$ resistors and a $\pm 3V$ power source. Draw a schematic circuit which outputs are $\pm 1 V$.
b) Determine voltage U_1 and diode currents in Figure 1. Assume diodes as ideal.
c) The diodes in Figure 2 are realistic and the parameters I_{ZT} and U_Z of the zener-diode are 5mA and $5V$, respectively. Determine the output signal for a square wave input the amplitude of which is $10V$.

2. a) Suunnittele suora vahvistin, joka summaa N kappaletta tulosignaaleja samalla painoarvolla jännitevahvistuksen ollessa 20 dB . (Vihje: Käytä kytkennässä kahta kääntävää operaatiovahvistinta.)

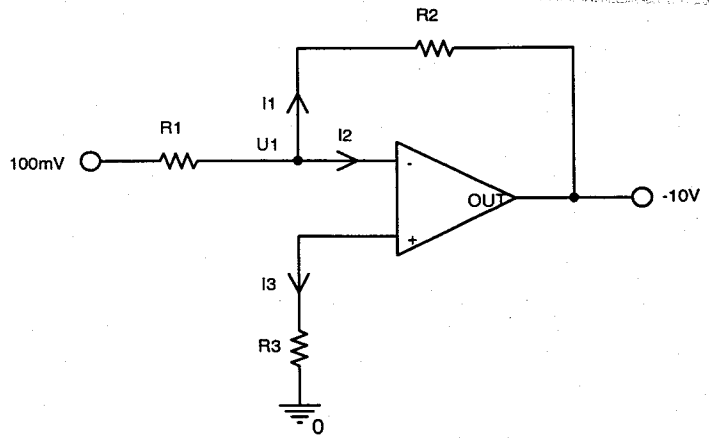
b) Mitoita kuvan 3 operaatiovahvistinkytkentä siten, että haluttu vahvistus toteutuu ja määritä arvot kuvassa oleville virroille (I_1, I_2, I_3) ja jännitteelle (U_1).

c) Mitoita kuvan 4 vahvistinpiirin toimintapiste (I_{CQ}, U_{CEQ}) siten, että lähtösignaalin amplitudin vaihtelualue on mahdollisimman suuri. Määritä kytkennän jännitevahvistus sekä tulo- ja lähtöimpedanssit. Transistorin virtavahvistuskerroin (β) on 100 .

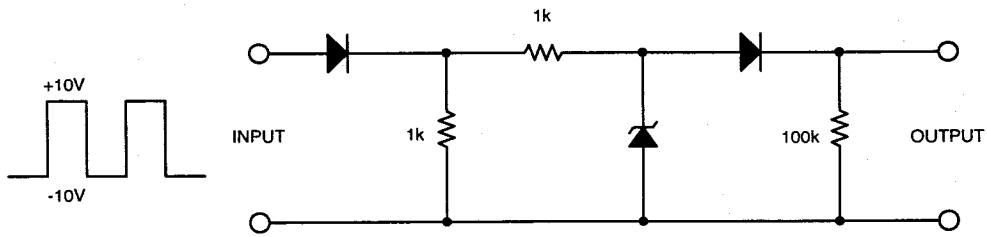
a) Design a non-invertive amplifier that sums N input signals with the same weighting factor and voltage amplification of 20 dB . (Tip: Use two invertive operational amplifiers.)
b) Find correct values of resistors in the operational amplifier circuit shown in Figure 3 and determine currents (I_1, I_2, I_3) and voltage (U_1).
c) Determine the operating point (I_{CQ}, U_{CEQ}) of the amplifier in Figure 4 so that the output range is as wide as possible. Calculate the voltage amplification, input impedance and output impedance. The current amplification factor (β) of the transistor is 100 .



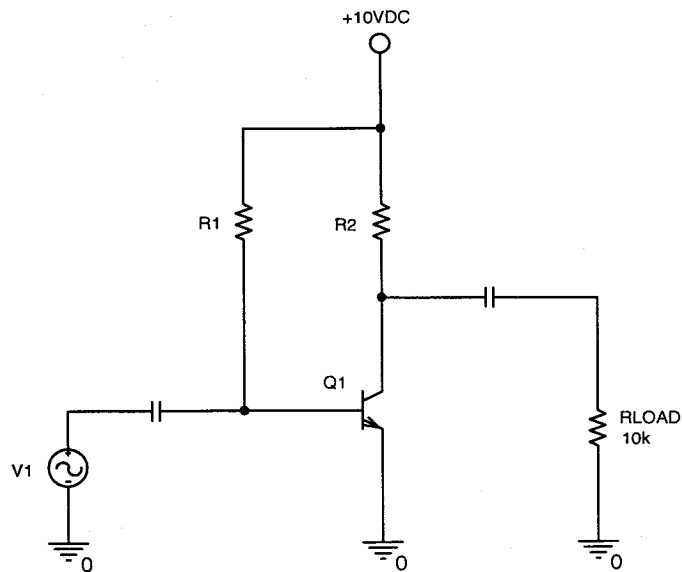
Kuva 1 / Figure 1



Kuva 3 / Figure 3



Kuva 2 / Figure 2



Kuva 4 / Figure 4

2/10

Vastaa tehtävien 3 ja 4 kysymyksiin lyhyesti sanoin, selkein kuvin tai kaavoin./
Short answers (explain, draw figures and/or give equations) for problems 3 and 4, please.

3. a) Mitä tarkoittaa parametri β BJ-transistorin yhteydessä ja mikä on sen suhde parametriin α ?
- b) Mitä tapahtuu, ja miksi, DA-muuntimen maksimi signaali-kohina -suhteelle, kun muuntimen bittilukua muutetaan?
- c) Piirrä CMOS-kytkimen piirikaavio. Vertaa CMOS-kytkimen ja yhdestä MOS-transistorista tehdyn kytkimen ominaisuuksia.
- d) Mistä suureista/parametreista riippuu CMOS-invertterin dynaaminen tehonkulutus?
- e) Piirrä MOS-transistorin piensignaalinmalli. Kuinka se eroaa BJ-transistorin hybridi- π -piensignaalinmallista?
- f) Mitä BJ-transistorin ominaisuutta kuvataan parametrilla $V_A = \text{Early-jännite}$? Kuinka ko. ominaisuus näkyy transistorin I_C/V_{CE} -ominaiskäyrästössä?
- a) *Considering BJ-transistors, what is the meaning of parameter β and how does it relate to parameter α ?*
- b) *How does the maximum signal-to-noise ratio of a DA converter behave, and why, when the number of input bits is changed?*
- c) *Draw the schematic diagram of a CMOS switch. Compare the properties of the CMOS switch to those of a switch made out of a single MOS transistor.*
- d) *Which quantities/parameters determine the dynamic power dissipation of a CMOS inverter?*
- e) *Draw the small-signal model of a MOS transistor. How does it differ from the hybrid- π small-signal model of a BJ-transistor?*
- f) *Which property of the BJ-transistor is modeled by parameter $V_A = \text{Early voltage}$? How does this property manifest itself in the transistor's I_C/V_{CE} characteristics?*

Lisää kysymyksiä toisella puolella ... !!! / *More questions on the flip side !!!*

4. a) Diodiin perustuva puoliaaltotasasuuntaaja: piirrä piirikaavio ja vaste sinimuotoiselle tulojännitteelle ($f_{in} = 50,0\text{Hz}$, $V_{p-p} = 2,0\text{V}$ ja $V_{DC} = 0,0\text{V}$) ilman rippelin suodatusta ja rippelin suodatuksen kanssa. HUOM! Käytä ideaalista diodin mallia.

b) Miten yhteisemitteri-, yhteiskanta- ja yhteiskollektorivahvistimien tulo- ja lähtöimpedanssit sekä jännitevahvistukset eroavat toisistaan (ei tarvitse kirjoittaa kaavoja, vertaile vain näiden keskinäisiä suuruuksia sanallisesti, LYHYESTI)?

c) Piirrä 2-bittisen R-2R -vastusverkkoon perustuvan DA-muuntimen piirikaavio ja johda lähtöjännitteen lauseke tulobittien funktiona.

a) *Diode-based half wave rectifier: draw the schematic and response for a sinusoidal input voltage ($f_{in} = 50.0\text{Hz}$, $V_{p-p} = 2.0\text{V}$ and $V_{DC} = 0.0\text{V}$) without and with ripple reduction. NOTE! Use ideal diode model.*

b) *How do the input impedance, output impedance and voltage gain of common-emitter amplifier, common-base amplifier and common-collector amplifier differ from each other? (Equations aren't necessary, just compare magnitudes with sort sentences.)*

c) *Draw the schematic of a 2-bit DA converter, which uses the R-2R resistor network. What is the output voltage as a function of the input bits (write down the equation)?*