

# 74501 Analogiatekniikka

Tentti 5.11.2001

Tentissä saa olla mukana kirjoitusvälineet ja laskin.

1 Suunnittele ja mitoita seuraavat yhtälöt toteuttavat operaatiovahvistinkytkennät.

a)  $V_{\text{out}} = 0.1V_{\text{in}}$

b)  $V_{\text{out}} = -10V_{\text{in}}$

c)  $V_{\text{out}} = 2V_{\text{in1}} + V_{\text{in2}}$

d)  $V_{\text{out}} = V_{\text{in1}} - V_{\text{in2}}$

e)  $V_{\text{out}} = kI_{\text{in}}$  ( $k = 1\text{V}/\text{mA}$ )

f)  $I_{\text{out}} = kV_{\text{in}}$  ( $k = 1\text{A}/\text{V}$ ,  $V_{\text{in}}(\text{max}) = 5\text{V}$ )

2 Suunnittele kytkentä, joka kytkee lämmitysvastuksen päälle lämpötilan laskiessa nollaan tai sen alapuolelle. Käytettävänäsi on 24 V:n tasajännite ja verkkojännite. Lämpötila mitataan NTC-vastuksella, jonka resistanssi on nolla-asteen lämpötilassa 33 k $\Omega$ . Lämmitysvastus kytketään 24 V:n releellä, jonka tarvitsema virta on n. 100 mA.

3 Suunnittele ja mitoita kytkentä, joka tuottaa verkkojännitteestä 12 V:n reguloidun tasajännitteen. Toteuta tasajännitelähteeseesi myös kiinteä yhden ampeerin virtaraja. Käytettävänäsi on 5 V:n referenssi, operaatiovahvistimia, vastuksia, kondensaattoreita, transistoreja ja diodeja sekä haluamasi arvot omaava muuntaja.

4 Operaatiovahvistin on kytketty kymmenen kertaa vahvistavaksi ei-invertoivaksi vahvistimeksi kahden vastuksen (90 k $\Omega$  ja 10 k $\Omega$ ) avulla. Ei invertoivaa tuloa syöttää pieni-impedanssinen jännitelähde. Vahvistimen avoimen silmukan vahvistus nollataajuudella on  $10^6$  ja avoimen silmukan vahvistuslauseke sisältää yhden navan 10 Hz:n taajuudella. Vahvistimen offset-jännite on 1mV ja bias-virta 100 nA.

a) Määritä vahvistimen suljetun silmukan vahvistuksen lauseke.

b) Laske biasvirrasta ja offset-jännitteestä aiheutunut maksimaalinen lähdön DC-jännitevirhe.

5 Suunnittele neljännen asteen Bessel-Thomson alipäästösuodin rajataajuudelle 1 kHz toisen asteen lohkojen kaskaditoteutuksena. Lohkojen normalisoidut rajataajuudet ja  $Q$ -arvot ovat  $\omega_1 = 1.430$ ,  $Q_1 = 0.522$  ja  $\omega_2 = 1.603$ ,  $Q_2 = 0.806$ . Käytä toteutuksessasi yksikkövahvistavia Sallen-Key (KRC) -lohkoja ja 10 k $\Omega$ :n vastuksia.