



ELT-21250 Operaatiovahvistinkytkenät

Tentti 25.08.2015 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa. Muistathan antaa palautetta Kaiku-järjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

1. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Mikäli väite on mielestäsi oikein, perustele lyhyesti miksi näin on. Mikäli väite on mielestäsi väärin, korjaa väite oikeaksi ja perustele tekemäsi korjaus lyhyesti. Oikeasta vastauksesta perusteluineen saa yhden pisteen, väärästä vastauksesta menettää yhden pisteen. Myös vastaamatta jääneestä kohdasta menettää yhden pisteen. Tehtävästä ei kuitenkaan kokonaisuudessaan voi saada miinuspisteitä (minimipistemäärä on 0). (12p)
 - a) Siirtofunktiossa esiintyvä nolla aiheuttaa navan jälkeisillä taajuuksilla amplitudivasteen kasvun 20 dB/dekadi.
 - b) PSRR kertoo kuinka paljon operaatiovahvistimen käyttöjännitteissä esiintyvistä häiriöistä näkyy operaatiovahvistimen tulossa.
 - c) Negatiivinen takaisinkytkentä kasvattaa jännitetuloisen vahvistimen tuloimpedanssia.
 - d) Reaalisen operaatiovahvistimen äärellinen Slew-rate eli lähtöjännitteen suurin mahdollinen muutosnopeus aiheutuu vahvistimen lähtöasteen äärellisestä biasvirrasta.
 - e) Ensimmäisen asteen suodattimen määrittämiseksi tarvitaan kaksi parametria – rajataajuus ω_0 ja hyvyysluku Q .
 - f) Open collector -tyyppisen komparaattorin lähdöstä puuttuu ylöspäin ohjaava transistori, joten kytkentään tarvitaan ulkoinen ylös vetovastus.
 - g) Jännitetakaisinkytketyn vahvistimen kaistanleveys on lähes riippumaton vahvistuksesta.
 - h) Komparaattorikytkentöjä analysoitaessa ei voida olettaa, että komparaattorin tuloterminaalien välinen jännite-ero on nolla.
 - i) Operaatiovahvistimen kohina mallinnetaan keskenään korreloimattomilla kahdella jännitekohinalähteellä ja yhdellä virtakohinalähteellä.
 - j) Takaisinkytketty suora kaskadikytkentä on sellaisenaan stabiili, koska kumpikin peräkkäin kytketyistä vahvistimista tuottaa napapisteen avoimen silmukan siirtofunktionsa.
 - k) Yhteismuotoisten häiriöiden minimoimisen kannalta ei-invertoiva kytkentä on parempi kuin invertoiva kytkentä.
 - l) Astabiili multivibraattori voidaan rakentaa invertoivasta Schmitt-triggerikytkennästä tekemällä takaisinkytkentä lähdöstä tuloon vastuksen ja kondensaattorin avulla.
2. Suunnittele ja mitoita seuraavat kytkennät käyttäen yhtä operaatiovahvistinta. Kytkentöjen tulee olla realistisia. Käytä miljoonalaatikosta löytyviä komponentteja. (3p)
 - a) $v_o = Av_I$, missä $A = -0,5 \text{ V/V}$
 - b) $v_o = -2v_{I1} - 5v_{I2}$
 - c) $i_o = kv_I$, missä $k = 0,3 \text{ mA/V}$
3. Suunnittele yksipuoleisella 5V käyttöjännitteellä toimiva kytkentä, joka kykenee mittaamaan anturilta saatavaa ac-jännitettä (maksimiamplitudi 200mV) ja vahvistamaan sen kymmenkertaiseksi. Sekä anturin lähtöresistanssi että suunniteltavan kytkennän kuormaresistanssi on $1\text{k}\Omega$. Tarvittavien operaatiovahvistimien lisäksi käytössäsi on miljoonalaatikosta löytyviä passiivikomponentteja. Perustele tekemäsi valinnat. (3p)



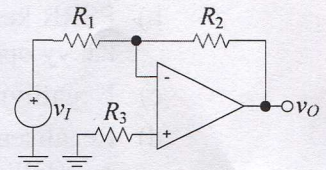
ELT-21250 Operaatiovahvistinkytkennät

Tentti 25.08.2015 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa. Muistathan antaa palautetta Kaiku-järjestelmän kautta saadaksesi opintasuorituksen.

4. Suunnittele kytkentä, joka kytkee verkkojännitteellä toimivan lämmitysvastuksen päälle lämpötilan laskiessa nollaan tai sen alapuolelle. Verkkojännitteen lisäksi käytettävissäsi on 24V tasajännite. Lämpötila mitataan NTC-vastuksella, jonka resistanssi on 0°C lämpötilassa noin 30kΩ. Lämmitysvastuksen kytkemiseen on käytettävissä rele, jonka ohjaamiseen tarvitaan 24V ja 100mA. Lisäksi käytettävissäsi on komparaattoreita, transistoreja ($\beta_{DC} \cong 50$), diodeja, 1kΩ ja 5kΩ säätövastuksia sekä miljoonalaatikosta löytyviä muita passiivikomponentteja. (6p)

5. Oheisen kuvan mukaisessa vahvistinkytkennässä $R_1 = 20\text{k}\Omega$, $R_2 = 200\text{k}\Omega$ ja $R_3 = 18\text{k}\Omega$. Käytössäsi ovat alla esitetyt kuvat operaatiovahvistimen datalehdeltä ja sen lisäksi tietojesi mukaan takaisinkytkemättömän vahvistimen lähtöimpedanssi taajuudella 50kHz on 10Ω.



- a) Piirrä vahvistimen Bode-piirros ja selvitä piirroksen perusteella vahvistimen vaihevara ja kaistanleveys. Määritä myös lähtöimpedanssi taajuudella 50kHz.
- b) Kuinka suuri kohinajännite näkyy vahvistimen lähdössä kaistalla joka rajoittuu alapäässä taajuuteen 50kHz ja yläpäässä vahvistimen -3dB rajataajuuteen? Muita kohinalähteitä kuin operaatiovahvistimen jännitekohina ei tarvitse huomioida. Ota huomioon vahvistimen amplitudivasteen äärellinen jyrkkyys. (6p)

----- Tehtävien ratkaisun avuksi -----

Miljoonalaatikko:	33 pF/390 pF/1,2 nF/2,2 nF/6,8 nF/8,2 nF/10 nF/12 nF/15 nF/68 nF/120 nF
	1 kΩ/2 kΩ/3,3 kΩ/4,7 kΩ/6,65 kΩ/10 kΩ/15 kΩ/20 kΩ/27 kΩ/30 kΩ/100 kΩ

N	1	2	3	4	5
NEB	1,57f ₀	1,11f ₀	1,05f ₀	1,03f ₀	1,02f ₀

