



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) Reaalisen operaatiovahvistimen äärellinen Slew-rate eli lähtöjännitteen suurin mahdollinen muutosnopeus aiheutuu vahvistimen lähtöasteen äärellisestä biasvirrasta.
  - b) Virtatakaisinkytketyn vahvistimen kaistanleveys riippuu vahvistuksesta.
  - c) Negatiivinen takaisinkytkentä pienentää jännitevahvistimen tuloimpedanssia.
  - d) PSRR kertoo, kuinka paljon operaatiovahvistimen käyttöjännitteissä esiintyvistä häiriöistä näkyy operaatiovahvistimen tulossa.
  - e) Open collector -tyyppisen komparaattorin lähdöstä puuttuu ylöspäin ohjaava transistori, joten kytkentään tarvitaan ulkoinen ylösvetotransistori.
  - f) Astabiili multivibraattori voidaan rakentaa invertoivasta Schmitt-triggerikytkennästä tekemällä takaisinkytkentä lähdöstä tuloon vastuksen ja kondensaattorin avulla.
  - g) Siirtofunktiossa esiintyvä nolla aiheuttaa nollan jälkeisillä taajuuksilla amplitudivasteen kasvun 20 dB/dekadi.
  - h) Takaisinkytketystä vahvistimesta saadaan oskillaattori, mikäli jollain taajuudella silmukavahvistus on yksi ja samaisella taajuudella negatiiviseen takaisinkytkentään tulevan signaalin vaihesiirto on 180 astetta.
  - i) Yhteismuotoisten häiriöiden minimoimisen kannalta invertoiva kytkentä on parempi kuin ei-invertoiva kytkentä.
  - j) Operaatiovahvistimen sisäisestä kompensoinnista on haittaa, kun operaatiovahvistinta käytetään komparaattorina.
  - k) Kaskadivahvistimen kaistanleveys on huomattavasti yksittäistä vahvistinta pienempi, kun suljetun silmukan vahvistus on suuri.
  - l) Operaatiovahvistimen kohina mallinnetaan keskenään korreloimattomilla kahdella jännitekohinalähteellä ja yhdellä virtakohinalähteellä.
2. Suunnittele ja mitoitte seuraavat kytkennät käyttäen yhtä operaatiovahvistinta. Käytössäsi on lisäksi diodeja sekä kääntöpuolen miljoonalaatikko. Kytkentöjen tulee olla realistisia. (3p)
  - a)  $v_o = AI_I$ , missä  $A = 3 \text{ V/mA}$
  - b)  $v_o = -3v_{I1} + v_{I2}$
  - c)  $v_o = v_I$  kun  $v_I < 0$  ja  $v_o = 0$  kun  $v_I \geq 0$
3. Suunnittele kytkentä, joka kytkee verkkovirralla toimivan 10 W LED-valaisimen päälle pimeinä iltoina. Valotehon mittaukseen on käytettävissä valovastus, jonka resistanssi on päivänvalossa noin  $500\Omega$  ja pimeässä noin  $1,5\text{M}\Omega$ . Kytkentäkohdan tulee olla säädettävissä valovastuksen resistanssiarvojen  $100\text{k}\Omega$ - $200\text{k}\Omega$  välillä. Valaisimen ohjauskytkennän tulee toimia yksipuoleisella 12V jännitteellä. Komponenttiarvot voit valita vapaasti (perustele kuitenkin tekemäsi valinnat). (6p)



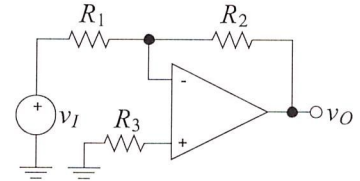
# ELT-21250 Operaatiovahvistinkytkenät

Tentti 15.11.2018 / Jouko Heikkinen

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

4. Suunnittele yksipuoleisella 5 V käyttöjännitteellä toimiva kytkentä, joka kykenee mittaamaan anturilta saatavaa ac-jännitettä (maksimiampplitudi 200mV) ja vahvistamaan sen kymmenkertaiseksi. Sekä anturin lähtöresistanssi että suunniteltavan kytkennän kuormaresistanssi on 1kΩ. Tarvittavien operaatiovahvistimien lisäksi käytössäsi on miljoonalaatikosta löytyviä passiivikomponentteja. Perustelee tekemäsi valinnat. (3p)

5. Oheisen kuvan mukaisessa vahvistinkytkenässä  $R_1 = 20k\Omega$ ,  $R_2 = 200k\Omega$  ja  $R_3 = 18k\Omega$ . 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/1,33 kΩ/2 kΩ/2,8 kΩ/4,7 kΩ/5,9 kΩ/10 kΩ/20 kΩ/24,3 kΩ/30 kΩ/41,2 kΩ/100 kΩ

<b>N</b>	1	2	3	4	5
<b>NEB</b>	1,57f <sub>0</sub>	1,11f <sub>0</sub>	1,05f <sub>0</sub>	1,03f <sub>0</sub>	1,02f <sub>0</sub>

