

Tentti 01.03.2021 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa.

Muistathan antaa palautetta Opintojaksopalautejärjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

1. Suunnittele ja mitoitte seuraavat kytkennät käyttäen yhtä operaatiovahvistinta. Käytössäsi on lisäksi diodeja sekä kääntöpuolen miljoonalaatikko. Kytkenneiden tulee olla realistisia. (3p)
 - a) $v_o = AI_I$, missä $A = 5 \text{ V/mA}$
 - b) $v_o = -4v_{i1} + v_{i2}$
 - c) $v_o = v_i$ kun $v_i > 0$ ja $v_o = 0$ kun $v_i \leq 0$

2. Suunnittele kytkentä, joka tarkkailee mopoauton akun napajännitteen V_0 suuruutta. Kytkennän tulee sytyttää valo vihreään LED:iin, mikäli $V_0 > 13 \text{ V}$, keltaiseen LED:iin jos $12 \text{ V} \leq V_0 \leq 13 \text{ V}$ ja punaiseen LED:iin mikäli napajännite putoaa alle 12 V (vain yksi LED saa palaa kerrallaan). Käytössäsi on operaatiovahvistimia, punaisia LED:ejä ($I_F \cong 10 \text{ mA}$, $V_F \cong 1,7 \text{ V}$), keltaisia LED:ejä ($I_F \cong 10 \text{ mA}$, $V_F \cong 2,1 \text{ V}$), vihreitä LED:ejä ($I_F \cong 10 \text{ mA}$, $V_F \cong 2,2 \text{ V}$), OC-komparaattoreita, passiivikomponentteja, transistoreja (DC-virtavahvistus = 10) sekä 2,5V jännitereferenssi, joka vaatii toimiakseen noin 2mA virran. Käytä ensisijaisesti miljoonalaatikosta löytyviä komponenttisarvoja (perustelee tekemäsi valinnat). (6p)

3. Suunnittele yksipuoleisella 5V käyttöjännitteellä toimiva kytkentä, joka kykenee mittaamaan anturilta saatavaa ac-jännitettä (maksimiampplitudi 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. Perustelee tekemäsi valinnat. (3p)

4. Mittaussignaalin kaistanleveyttä rajoitetaan aktiivisella toisen asteen alipäästösuotimella, jonka vahvistus päästökaistalla on 6 dB ja rajataajuus 10 kHz. Suotimen päästökaistalla sijaitsevan sinimuotoisen hyötysignaalin amplitudi vaihtelee välillä 10 mV – 50 mV.
 - a) Olettaen, että kytkennän kohina aiheutuu kokonaan aktiivikomponentin jännitekohinasta, kuinka suuri suotimen toteutuksessa käytetyn operaatiovahvistimen jännitekohinatiheys saa korkeintaan olla, jotta suotimen lähtösignaalin SNR on vähintään 80 dB?
 - b) Suunnittele ja mitoitte kyseinen suodin käyttäen Sallen-Key -lohkoa ja samansuuruisia komponentteja, eli $R_1 = R_2 = R$ ja $C_1 = C_2 = C$. Lähde liikkeelle alla annetuista yhtälöistä ja käytä miljoonalaatikosta löytyviä komponentteja. Kuinka suuri on suunnittelemasi suotimen Q -arvo? (6p)

Tentti 01.03.2021 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa.

Muistathan antaa palautetta Opintojaksopalautejärjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

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

Miljoona- laatikko:	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/3 kΩ/4,7 kΩ/7,5 kΩ/8,06 kΩ/10 kΩ/15 kΩ/20 kΩ/30 kΩ/56 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

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{K}{R_1 C_1 R_2 C_2 s^2 + [(1-K)R_1 C_1 + R_1 C_2 + R_2 C_2]s + 1} \quad T_{LP} = \frac{\omega_0^2}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2}$$

$$H_{0LP} = K \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}} \quad Q = \frac{1}{(1-K)\sqrt{R_1 C_1 / R_2 C_2} + \sqrt{R_1 C_2 / R_2 C_1} + \sqrt{R_2 C_2 / R_1 C_1}}$$