

EE.ELE.400 Operaatiovahvistinkytkennät

1/2

Tentti 28.02.2025 / Jouko Heikkinen

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

Muistathan antaa opintojaksopalautetta Norppa-järjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

1. Suunnittele ja mitoitte seuraavat kytkennät käyttäen yhtä operaatiovahvistinta. Käytössäsi on lisäksi diodeja sekä kääntöpuolen miljoonalaatikko. Kytkentöjen tulee olla realistisia. (3p)
 - a) $v_O = v_I$ kun $v_I < 0$ ja $v_O = 0$ kun $v_I \geq 0$
 - b) $v_O = -4v_{I1} - 5v_{I2}$
 - c) $v_O = Ai_I$, missä $A = 4 \frac{V}{mA}$

2. Takaisinkytketty vahvistin ($A = 1000$) on suunniteltu käyttäen operaatiovahvistinta OPA1602, jonka datalehdeltä löytyvät kuvaajat ohessa.
 - a) Selvitä ROC-menetelmän avulla takaisinkytketyn vahvistimen vaihevara, kaistanleveys, silmukkavahvistus taajuudella 100 Hz sekä lähtöimpedanssi taajuudella 1 kHz.
 - b) Takaisinkytketyn vahvistimen negatiivisessa käyttöjännitteessä on amplitudiltaan 100 mV ja taajuudeltaan 100 Hz oleva rippeli. Minkä suuruisena tämä näkyy lähdössä?
 - c) Takaisinkytketyn vahvistimen tuloon kytketään sinimuotoinen signaali, jonka amplitudi on 1 V ja taajuus on 40 kHz. Mikä on tällöin vahvistimen lähdössä näkyvän signaalin amplitudi? (6p)

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

4. Mittaussignaalin kaistanleveyttä rajoitetaan aktiivisella toisen asteen alipäästösuoitimella, jonka vahvistus päästökaistalla on 6 dB ja rajataajuus 10 kHz. Suoitemen päästökaistalla sijaitsevan sinimuotoisen hyötysignaalin amplitudi vaihtelee välillä 10 mV – 50 mV.
 - a) Olettaen, että kytkennän kohina aiheutuu kokonaan aktiivikomponentin jännitekohinasta, kuinka suuri suoitemen toteutuksessa käytetyn operaatiovahvistimen jännitekohinatiheys saa korkeintaan olla, jotta suoitemen 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 seuraavalla sivulla annetuista yhtälöistä ja käytä miljoonalaatikosta löytyviä komponentteja. Kuinka suuri on suunnittelemasi suoitemen Q -arvo? (6p)

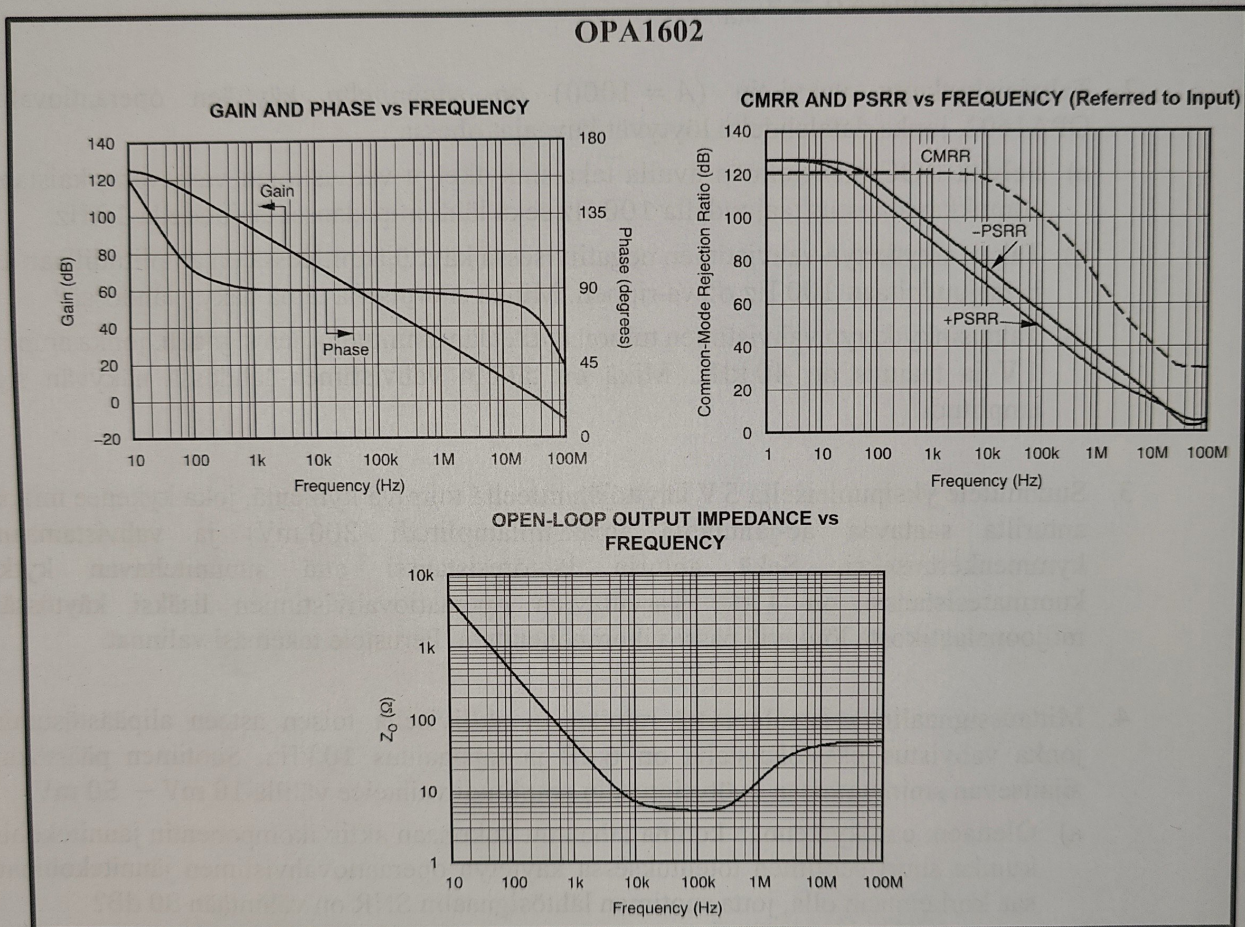
Tentti 28.02.2025 / Jouko Heikkinen

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

Muistathan antaa opintojaksopalautetta Norppa-järjestelmän 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/10 kΩ/12 kΩ/15 kΩ/20 kΩ/30 kΩ/68 kΩ/100 kΩ/3 MΩ



N	1	2	3	4	5
NEB	$1,57f_0$	$1,11f_0$	$1,05f_0$	$1,03f_0$	$1,02f_0$

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

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