



ELE-2200 Analogiatekniikka I

Tentti 08.04.2010 / Jouko Heikkinen

Tenttijän oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu



- Suunnittele ja mitoita seuraavat kytkennät käyttäen enintään yhtä operaatiovahvistinta. Kytkentöjen tulee olla realistisia. (6p)
 - $v_o = 0,25v_I$
 - $v_o = 5v_I$
 - $v_o = -3v_I$
 - $v_o = -2v_{I1} + v_{I2}$
 - $v_o = v_I$ kun $v_I < 0$ ja $v_o = 0$ kun $v_I \geq 0$
 - $i_o = kv_I$, missä $k = 0,5 \text{ mA/V}$
- Suunnittele kytkentä, joka kytkee verkkojännitteellä toimivan lämmitysvastuksen päälle lämpötilan ollessa $+5^\circ\text{C}$ tai sen alapuolella. Käytettävissäsi on 24 V tasajännite ja verkkojännite. Lämpötila mitataan NTC-vastuksella, jonka resistanssi $+5^\circ\text{C}$ lämpötilassa on $30 \text{ k}\Omega$. Lämmitysvastuksen kytkemiseen on käytettävissä rele, jonka ohjaamiseen tarvitaan 24 V ja 100 mA. Perustele tekemäsi valinnat ja mitoitukset. (6p)
- Suunnittele ja mitoita kytkentä, joka tuottaa 12 V reguloidun tasajännitteen ja antaa virtaa maksimissaan 2 A. Kytkennän tulojännite (valittavissa väliltä 12 V - 24 V) sisältää maksimissaan yhden voltin suuruisen rippelin. Miljoonalaatikostasi löytyy operaatiovahvistimia, vastuksia, kondensaattoreita, transistoreja, diodeja sekä 3 V jännitereferenssiä. Perustele tekemäsi valinnat ja mitoitukset. Älä käytä toteutukseen valmista regulaattoriipiiriä. (6p)
- Tehtävänäsi on suunnitella pari ei-invertoivaa vahvistinta. Käytössäsi on tarvittava määrä operaatiovahvistimia OPA134PA (näyte datalehdestä ohessa) sekä passiivikomponentteja. (6p)
 - Piirrä suunnittelemasi takaisinkytketyn vahvistimen ($A=10$) Bode-piirros ja selvitä piirroksen perusteella vahvistimen kaistanleveys, silmukkavahvistus taajuudella 1 kHz ja vaihevara.
 - Vahvistimen positiivisessa käyttöjännitteessä on amplitudiltaan 150 mV ja taajuudeltaan 100 Hz oleva rippeli. Minkä suuruisena tämä näkyy a)-kohdan vahvistimen lähdössä?
 - Suunnittele vahvistin, jonka suljetun silmukan vahvistus on 60 dB ja kaistanleveys vähintään 100 kHz. Vahvistimen lähtöjännitettä tulee pystyä säätämään välillä $0 - V_{\text{max}}$, missä V_{max} on tulojännite jota on vahvistettu 60 dB.
- Suunnittele ja mitoita seuraavat suodattimet. (6p)
 - Ensimmäisen asteen ali- ja ylipäästösuodattimesta koostuva kaistanpäästösuodatin, jonka rajataajuudet ovat 2 kHz ja 20 kHz. Päästökaistalle haluttu vahvistus on 1.
 - Toisen asteen ylipäästösuodatin, jonka rajataajuus on 1 kHz. Käytä Sallen-Key -yksikkövahvistintoteutusta ja mitoita se käyttäen 10 nF kondensaattoreita. Suotimen Q -arvon tulee olla 1.

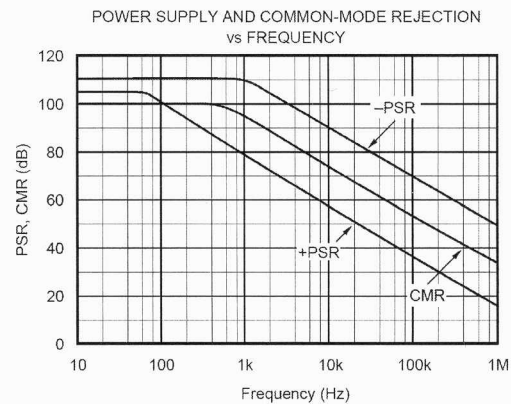
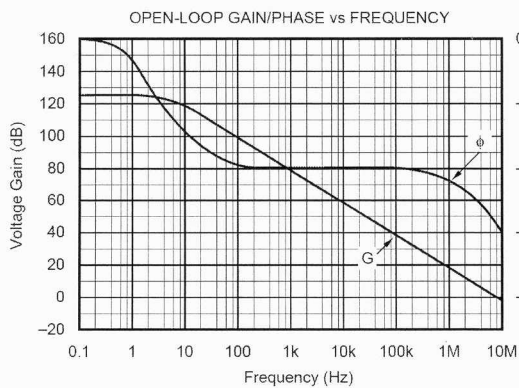
Käännä



Liite tehtävään 4: Otteita operaatiovahvistimen OPA134 datalehdeltä.

TYPICAL PERFORMANCE CURVES (CONT)

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, $R_L = 2\text{k}\Omega$, unless otherwise noted.



SPECIFICATIONS

At $T_A = +25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 15\text{V}$, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITION	OPA134PA, UA OPA2134PA, UA OPA4134PA, UA			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
AUDIO PERFORMANCE					
Total Harmonic Distortion + Noise	$G = 1$, $f = 1\text{kHz}$, $V_O = 3\text{Vrms}$ $R_L = 2\text{k}\Omega$ $R_i = 600\Omega$		0.00008 0.00015		% %
Intermodulation Distortion Headroom ⁽¹⁾	$G = 1$, $f = 1\text{kHz}$, $V_O = 1\text{Vp-p}$ THD < 0.01%, $R_L = 2\text{k}\Omega$, $V_S = \pm 18\text{V}$		-98 23.6		dB dBu
FREQUENCY RESPONSE					
Gain-Bandwidth Product		± 15	8		MHz
Slew Rate ⁽²⁾			± 20		V/ μs
Full Power Bandwidth			1.3		MHz
Settling Time 0.1%	$G = 1$, 10V Step, $C_L = 100\text{pF}$		0.7		μs
0.01%	$G = 1$, 10V Step, $C_L = 100\text{pF}$		1		μs
Overload Recovery Time	$(V_{IN}) \cdot (\text{Gain}) = V_S$		0.5		μs
NOISE					
Input Voltage Noise					
Noise Voltage, $f = 20\text{Hz}$ to 20kHz			1.2		μVrms
Noise Density, $f = 1\text{kHz}$			8		$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Current Noise Density, $f = 1\text{kHz}$			3		$\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$
OFFSET VOLTAGE					
Input Offset Voltage			± 0.5	± 2	mV
vs Temperature	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		± 1	$\pm 3^{(3)}$	mV
vs Power Supply (PSRR)	$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$		± 2		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Channel Separation (Dual, Quad)	$V_S = \pm 2.5\text{V}$ to $\pm 18\text{V}$ dc, $R_L = 2\text{k}\Omega$ $f = 20\text{kHz}$, $R_i = 2\text{k}\Omega$	90	106 135		dB dB
INPUT BIAS CURRENT					
Input Bias Current ⁽⁴⁾	$V_{CM} = 0\text{V}$		+5	± 100	pA
vs Temperature ⁽³⁾			See Typical Curve	± 5	nA
Input Offset Current ⁽⁴⁾	$V_{CM} = 0\text{V}$		± 2	± 50	pA

Liite tehtävään 5:

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

$$T_{LP} = \frac{\omega_0^2}{s^2 + \frac{\omega_0}{Q}s + \omega_0^2}$$

$$H_{0HP} = K$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$$

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