



## ELE-2200 Analogitekniikka I

Tentti 08.11.2010 / Jouko Heikkinen

Tenttijän oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

Tentin Tarjosi:  
Irene Z.

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) Jännitetakaisinkytketyn vahvistimen kaistanleveys on lähes riippumaton vahvistuksesta.
  - b) Vahvistinten kaskadikytkennässä ensimmäisen vahvistinasteen kohinaluvulla on hyvin pieni vaikutus kaskadikytkennän kokonaiskohinaan.
  - c) Resistiivinen takaisinkytkentä on vahvistinten yleinen epästabiilisuuden syy.
  - d) Offset-jännitteen vaikutuksesta operaatiovahvistimen lähtöjännite ei ole 0V, kun tulojännite on 0V.
  - e) Open collector -tyyppisen komparaattorin lähdöstä puuttuu alaspäin ohjaava transistori, joten kytkentään tarvitaan ulkoinen alasetovastus.
  - f) Reaalisen operaatiovahvistimen äärellinen Slew-rate eli lähtöjännitteen suurin mahdollinen muutosnopeus aiheutuu vahvistimen differentiaaliasteen äärellisestä biasvirrasta.
  - g) CMRR kertoo, kuinka paljon operaatiovahvistimen käyttöjännitteissä esiintyvistä häiriöistä näkyy operaatiovahvistimen lähdössä.
  - h) Regulaattorin lähtöjännitteen säädössä käytettävällä operaatiovahvistimella tulee olla mahdollisimman pieni suljetun silmukan vahvistus, jotta kytkennän reguloitukyky olisi mahdollisimman hyvä.
  - i) Negatiivinen takaisinkytkentä suurentaa jännitetuloisen vahvistimen lähtöimpedanssia.
  - j) Siirtofunktiossa esiintyvä nolla aiheuttaa amplitudivasteen kasvun 20 dB/dekadi navan jälkeisillä taajuuksilla.
  - k) Normaalista takaisinkytketystä järjestelmästä saadaan oskillaattori, mikäli jollain taajuudella silmukkavahvistus, on yksi ja negatiiviseen takaisinkytkentään tulevan signaalin vaihesiirto on 180 astetta.
  - l) Zener-regulaattorin sarjavastus mitoitetaan tulojännitteen minimiarvon ja kuormavirran maksimiarvon mukaan.
2. Suunnittele ja mitoita seuraavat kytkennät käyttäen enintään yhtä operaatiovahvistinta. Kytkentöjen tulee olla realistisia. (3p)
- a)  $v_o = 0,5v_i$
  - b)  $v_o = v_i$  kun  $v_i < 0$  ja  $v_o = 0$  kun  $v_i \geq 0$
  - c)  $v_o = -2v_{i1} + v_{i2}$
3. Suunnittele kytkentä, joka kytkee valaisimen päälle pimeinä iltoina. Valaisimen lampussa on merkintä 12V/50W. Valotehon mittaukseen on käytettävissä valovastus, jonka resistanssi on päivänvalossa noin 500Ω ja pimeässä noin 1,5MΩ. Kytkentäkohdan tulee olla säädettävissä valovastuksen resistanssiarvojen 50kΩ-150kΩ välillä. Kytkennän tulee toimia yksipuoleisella 12V jännitteellä. (6p)



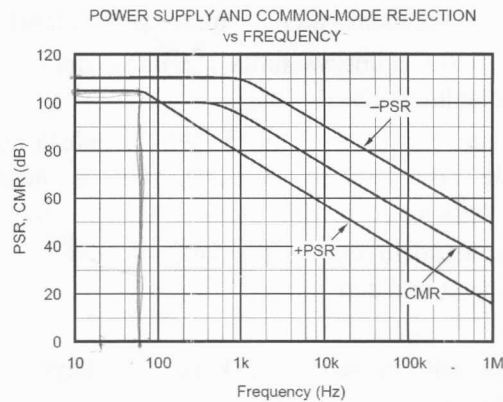
## ELE-2200 Analogiatekniikka I

Tentti 08.11.2010 / Jouko Heikkinen

Tenttijän oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

4. Operaatiovahvistimen avoimen silmukan vahvistus nolletaajuudella on  $10^6$  ja avoimen silmukan vahvistuksen lauseke sisältää napapisteet taajuuksilla  $10\text{ Hz}$  ja  $1\text{ MHz}$ . Käytössäsi ovat myös alla näkyvät, operaatiovahvistimen datalehdeltä poimitut tiedot. (6p)
- a) Piirrä tätä operaatiovahvistinta käyttäen suunnittelemasi takaisinkytketyn vahvistimen ( $A=10$ ) Bode-piirros ja selvitä piirroksen perusteella vahvistimen vaihevara, kaistanleveys, silmukkavahvistus taajuudella  $100\text{ Hz}$  sekä lähtöimpedanssi taajuudella  $10\text{ kHz}$ .
- b) Vahvistimen positiivisessa käyttäjännitteessä on amplitudiltaan  $150\text{ mV}$  ja taajuudeltaan  $50\text{ Hz}$  oleva rippeli. Minkä suuruisena tämä näkyy a)-kohdan vahvistimen lähdössä?
- c) Vahvistimen tuloon kytetään sinimuotoinen signaali, jonka amplitudi on  $1\text{ V}$  ja taajuus on  $1\text{ MHz}$ . Mikä on tällöin a)-kohdan vahvistimen lähdössä näkyvän signaalin amplitudi?
5. Suunnittele ja mitoita ensimmäisen asteen ali- ja ylipäästösuodattimesta koostuva kaistanpäästösuodatin, jonka rajataajuudet ovat  $1\text{ kHz}$  ja  $10\text{ kHz}$ . Päästökaistalle haluttu vahvistus on 1. (3p)

### Tehtävien ratkaisun avuksi



## SPECIFICATIONS

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

PARAMETER	CONDITION				UNITS
		MIN	TYP	MAX	
<b>OUTPUT</b>					
Voltage Output	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	(V-) +0.5		(V+) -1.2	V
	$R_L = 2\text{ k}\Omega$	(V-) +1.2		(V+) -1.5	V
	$R_L = 600\Omega$	(V-) +2.2		(V+) -2.5	V
Output Current			$\pm 35$		mA
Output Impedance, Closed-Loop <sup>(5)</sup>	$f = 10\text{ kHz}$		0.01		$\Omega$
Open-Loop	$f = 10\text{ kHz}$		10		$\Omega$
Short-Circuit Current			$\pm 40$		mA
Capacitive Load Drive (Stable Operation)			See Typical Curve		