



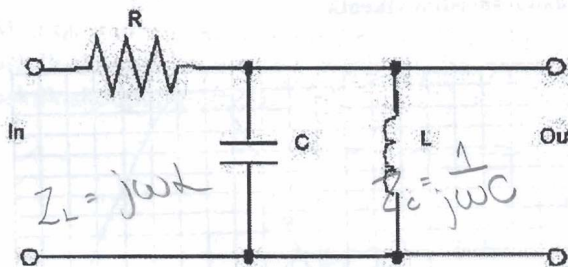
ELE-2050 Elektronikan työkurssi  
Tentti 22.9.2008

Vastaa vain neljään tehtävään. Voit valita viidestä vaihtoehdosta neljä mieleistäsi.

1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin

- Mitä haittoja transistorin lämpenemisestä johtuva kasvanut kollektorivirta aiheuttaa? Miten näitä haittoja voidaan kompensoida? Mainitse kaksi eri tapaa ja perustele niiden merkitys. (2p)
- Mitä haittapuolia elektronikan kehityksellä kohti yhä pienempiä ja edullisempia tuotteita voisi olla ympäristölle? (2p)
- Vahvistinkytkennän simulointi- ja mittaustulosten välillä on monesti eroavaisuuksia. Mistä nämä erot voivat johtua? Mainitse vähintään kaksi eri asiaa ja perustele vastauksesi! (2p)

2. Olet mitannut kuvan 1 mukaisen jakosuotimen amplitudivastetta ja saanut oheiset mittaustulokset:



Kuva 1. Jakosuodin

$V_{in}/V_{p-p}$	$f/Hz$	$V_{out}/V_{p-p}$
1	100	180m
1	500	0,54
1	1k	0,9
1	5k	1
1	10k	1,5
1	25k	2
1	50k	2
1	75k	1,8
1	100k	1,5
1	150k	1
1	200k	0,95
1	300k	0,5
1	600k	200m
1	1M	140m

a) Vastaa perustellen, voivatko saamasi mittaustulokset pitää paikkansa. Jos tulokset ovat mielestäsi virheellisiä, niin pohdi, mistä virheet voisivat mahdollisesti johtua. (2p)

b) Muokkaa kuvan 1 kytkentää siten, että pystyt mittaamaan ja laskemaan kondensaattorin impedanssin ja kapasitanssin arvot taajuuksilla 5kHz ja 50kHz. Olet saanut seuraavanlaiset mitta- ja laskutulokset:

Vastaa perustellen, miksi sinun on täytynyt mitata sekä  $V_R$  että  $V_C$ , jotta olet voinut laskea  $Z_C$ :n ja  $C$ :n. Vastaa myös perustellen, miksi  $V_R + V_C \neq V_{IN}$ . (2p)

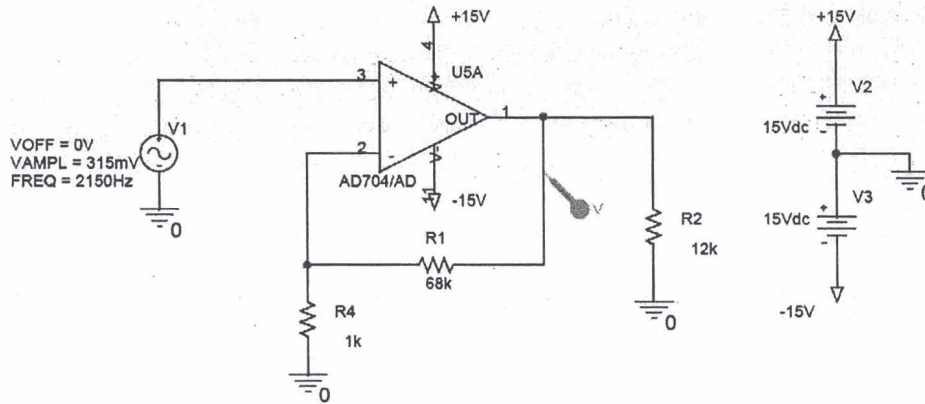
c) Vastaa perustellen, voivatko b)-kohdan mitta- ja laskutulokset pitää paikkansa. Jos tulokset ovat mielestäsi virheellisiä, niin pohdi, mistä virheet voisivat johtua. (2p)

	5kHz	50kHz
$V_{IN}$	1Vp-p	1Vp-p
$V_R$	1Vp-p	1Vp-p
$V_C$	105mVp-p	11mVp-p
$Z_C$	10,5 $\Omega$	1,1 $\Omega$
$C$	3,03 $\mu F$	2,89 $\mu F$

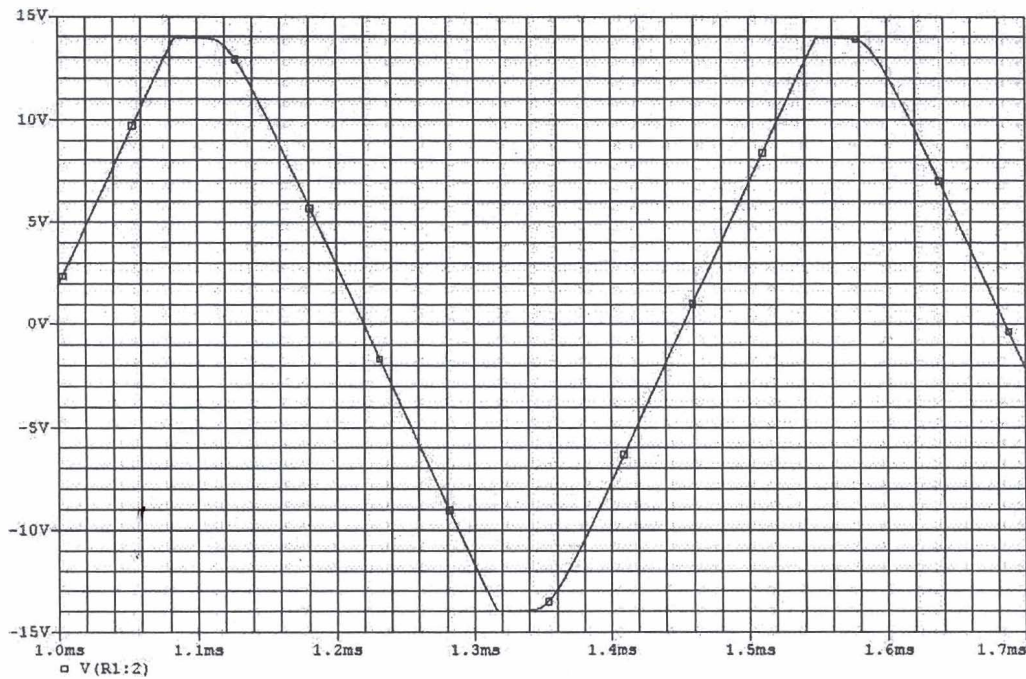


3.

- a) Kuvassa 2 on eräs operaatiovahvistinkytkentä ja kuvassa 3 sen lähtöjännitteen simuloitintulos. Sisäänmeno-jännite on sinimuotoista. Miksi lähtöjännite on vääristynyt? Mainitse kaksi syytä, ja perustele vastauksesi käyttäen apuna sivulla 5 olevaa datalehteä. (4p)



Kuva 2. Operaatiovahvistinkytkentä



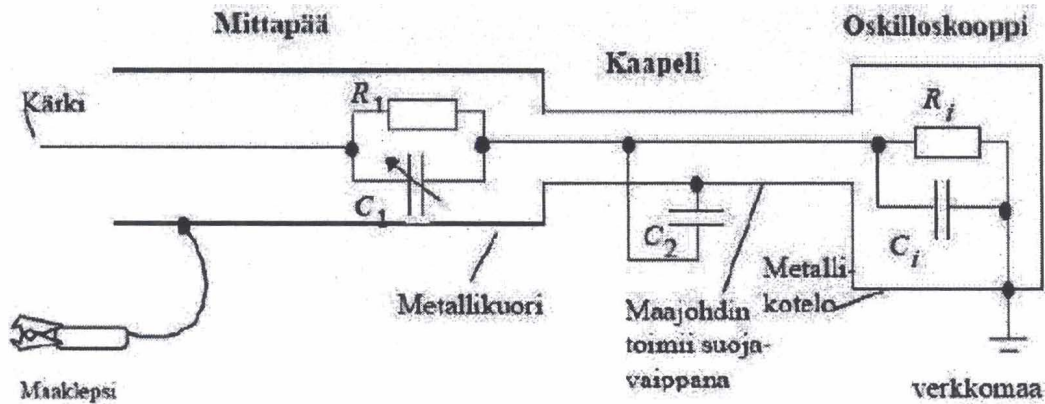
Kuva 3. Operaatiovahvistinkytkennän lähtöjännite

- b) Mitä hyviä ja huonoja puolia aktiivisuodattimella on passiivisuodattimeen nähden? Mainitse neljä asiaa ja perustele vastauksesi. (2p)

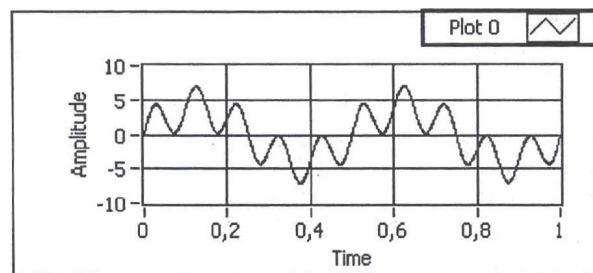


4.

- a) Mihin oskilloskoopin säätöön seuraava kuva liittyy? Selitä kytkennän toiminta ja kuvassa olevat komponentit/sijaiskytkennät sekä niiden merkitys. Mitä tapahtuu, jos säätö suoritetaan huolimattomasti? (2p)



- b) Mitä tarkoittaa oskilloskoopin liipaisu? Mittaat alla olevan kuvan esittämää signaalia "Plot 0" oskilloskoopin kanavalla 2, miten liipaisu tulisi asettaa? Miten väärin asetettu liipaisu näkyisi oskilloskoopin ruudulla? (2p)



- c) Kerro yleismittarin eduista ja rajoituksista oskilloskooppiin verrattuna? Millä perusteilla valitset mittalaitteen mittausta suoritettaessa? (2p)



5.

- a) Minkälaiseen sovellukseen sopisi teholähteeksi mielestäsi parhaiten lineaariregulaattori ja miksi? Entä hakkuriregulaattori ja varauspumppu? Pohdi sovelluksia ko. komponenttien ominaisuuksien perusteella. (3p)
- b) Olet Elektronikan työkurssin assistentti ja eräs ryhmä tuo PFM-ohjatulle laskevalle hakkurille mittaamansa oheiset tulokset sinulle tarkistettaviksi:

V <sub>in</sub>	V <sub>out</sub>	Ulostuloon kytketty kuormavastus	Kytkintransistorin T <sub>ON</sub> -aika	Kytkintransistorin T <sub>OFF</sub> -aika
10 V	5.1 V	15 Ω	10 μs	8 μs
10 V	5.09 V	10 Ω	10 μs	28 μs
10 V	5.03 V	5 Ω	10 μs	40 μs

Vastaa perustellen, voitko hyväksyä nämä mittaustulokset, vai pitääkö ryhmän mitata joku kohta uudelleen? (3p)



## AD704—SPECIFICATIONS (@ $T_A = 25^\circ\text{C}$ , $V_{CM} = 0\text{ V}$ , and $\pm 15\text{ V}$ dc, unless otherwise noted.)

Parameters	Conditions	AD704J/A			AD704K			AD704T			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
<b>INPUT OFFSET VOLTAGE</b>											
Initial Offset			50	150		30	75		30	100	$\mu\text{V}$
Offset	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		100	250		50	150		80	150	$\mu\text{V}$
vs. Temp, Average TC			0.2	1.5		0.2	1.0			1.0	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
vs. Supply (PSRR)	$V_S = \pm 2$ to $\pm 18\text{ V}$	100	132		112	132		112	132		dB
$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	$V_S = \pm 2.5$ to $\pm 18\text{ V}$	100	126		108	126		108	126		dB
Long-Term Stability			0.3			0.3			0.3		$\mu\text{V}/\text{month}$
<b>INPUT BIAS CURRENT<sup>1</sup></b>											
	$V_{CM} = 0\text{ V}$		100	270		80	150		80	200	pA
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$			300			200			250	pA
vs. Temp, Average TC			0.3			0.2			1.0		$\text{pA}/^\circ\text{C}$
$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	$V_{CM} = 0\text{ V}$			300			200			600	pA
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$			400			300			700	pA
<b>INPUT OFFSET CURRENT</b>											
	$V_{CM} = 0\text{ V}$		80	250		30	100		50	150	pA
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$			300			150			200	pA
vs. Temp, Average TC			0.6			0.4			0.4		$\text{pA}/^\circ\text{C}$
$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	$V_{CM} = 0\text{ V}$		100	300		80	200		80	400	pA
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		100	400		80	300		100	500	pA
<b>MATCHING CHARACTERISTICS</b>											
Offset Voltage				250			130			150	$\mu\text{V}$
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$			400			200			250	$\mu\text{V}$
Input Bias Current <sup>2</sup>				500			300			400	pA
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$			600			400			600	pA
Common-Mode Rejection <sup>3</sup>		94			110			104			dB
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	94			104			104			dB
Power Supply Rejection <sup>4</sup>		94			110			110			dB
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	94			106			106			dB
Crosstalk <sup>5</sup>	$f = 10\text{ Hz}$ $R_{\text{LOAD}} = 2\text{ k}\Omega$		150			150			150		dB
<b>FREQUENCY RESPONSE</b>											
<b>UNITY GAIN</b>											
Crossover Frequency			0.8			0.8			0.8		MHz
Slew Rate, Unity Gain	$G = -1$		0.15			0.15			0.15		V/ $\mu\text{s}$
Slew Rate	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		0.1			0.1			0.1		V/ $\mu\text{s}$
<b>INPUT IMPEDANCE</b>											
Differential			40  2			40  2			40  2		M $\Omega$   pF
Common-Mode			300  2			300  2			300  2		G $\Omega$   pF
<b>INPUT VOLTAGE RANGE</b>											
Common-Mode Voltage		$\pm 13.5$	$\pm 14$		$\pm 13.5$	$\pm 14$		$\pm 13.5$	$\pm 14$		V
Common-Mode Rejection Ratio	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$	100	132		114	132		110	132		dB
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	98	128		108	128		108	128		dB
<b>INPUT CURRENT NOISE</b>											
	0.1 to 10 Hz		3			3			3		pA p-p
	$f = 10\text{ Hz}$		50			50			50		fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
<b>INPUT VOLTAGE NOISE</b>											
	0.1 to 10 Hz		0.5			0.5	2.0		0.5	2.0	$\mu\text{V}$ p-p
	$f = 10\text{ Hz}$		17			17			17		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	$f = 1\text{ kHz}$		15	22		15	22		15	22	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
<b>OPEN-LOOP GAIN</b>											
	$V_O = \pm 12\text{ V}$ $R_{\text{LOAD}} = 10\text{ k}\Omega$	200	2000		400	2000		400	2000		V/mV
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	150	1500		300	1500		300	1500		V/mV
	$V_O = \pm 10\text{ V}$ $R_{\text{LOAD}} = 2\text{ k}\Omega$	200	1000		300	1000		200	1000		V/mV
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	150	1000		200	1000		100	1000		V/mV
<b>OUTPUT CHARACTERISTICS</b>											
Voltage Swing	$R_{\text{LOAD}} = 10\text{ k}\Omega$										V
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	$\pm 13$	$\pm 14$		$\pm 13$	$\pm 14$		$\pm 13$	$\pm 14$		V
Current	Short Circuit		$\pm 15$			$\pm 15$			$\pm 15$		mA
<b>CAPACITIVE LOAD</b>											
Drive Capability	Gain = 1		10,000			10,000			10,000		pF
<b>POWER SUPPLY</b>											
Rated Performance			$\pm 15$			$\pm 15$			$\pm 15$		V
Operating Range		$\pm 2.0$		$\pm 18$	$\pm 2.0$		$\pm 18$	$\pm 2.0$		$\pm 18$	V
Quiescent Current			1.5	2.4		1.5	2.4		1.5	2.4	mA
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		1.6	2.6		1.6	2.6		1.6	2.6	mA
<b>TRANSISTOR COUNT</b>											
	# of Transistors		180			180			180		