



ELE-2050 Elektronikan työkurssi
Tentti 19.9.2011

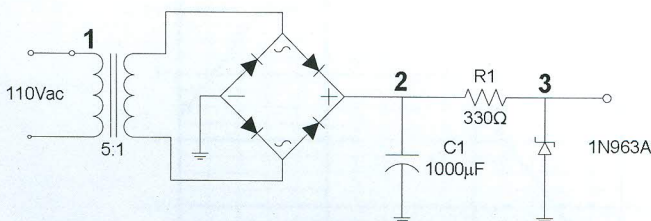
Vastaa kaikkiin kysymyksiin.
Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta.

1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin

- Mitä tarkoittaa oskilloskoopin mittapään kompensointi? Missä tilanteissa mittapään kompensointi on tarpeen? (2p)
- Missä tilanteissa yleismittari on mittausten tekemiseen parempi vaihtoehto kuin oskilloskooppi? Entä missä tilanteissa yleismittari on huonompi vaihtoehto? (2p)
- Olet simuloinut vahvistinkytettäsi PSpicellä, jonka jälkeen teet mittauksia samalla kytkennällä. Simulointi- ja mittaustuloksissa on eroa. Miksi? Perustele vastauksesi! (2p)

2. Mittaat oheista kokoalutasasuuntauskytkentää (Kuva 1.). Mittauspisteet on merkitty kuvaan numeroilla 1, 2 ja 3. Kytkennän zeneriodi on tyyppiä 1N963A ja osa komponentin datalehdessä löytyy alta. Tasasuuntaussillan diodit ovat tyyppiä 1N4001. Vastaa perustellen voivatko eri kohtien (a-c) saamasi mittaustulokset pitää paikkansa ja jos eivät, niin missä vika voisi olla. Mittaustuloksiesi ovat:

- $V_1=110V_{rms}$, $V_2\approx 30V_{dc}$ ja $V_3\approx 12V_{dc}$
 - $V_1=110V_{rms}$, $V_2\approx 30V_{dc}$ ja $V_3\approx 30V_{dc}$
 - $V_1=110V_{rms}$, $V_2=0V_{dc}$ ja $V_3=0V_{dc}$
- (6p)



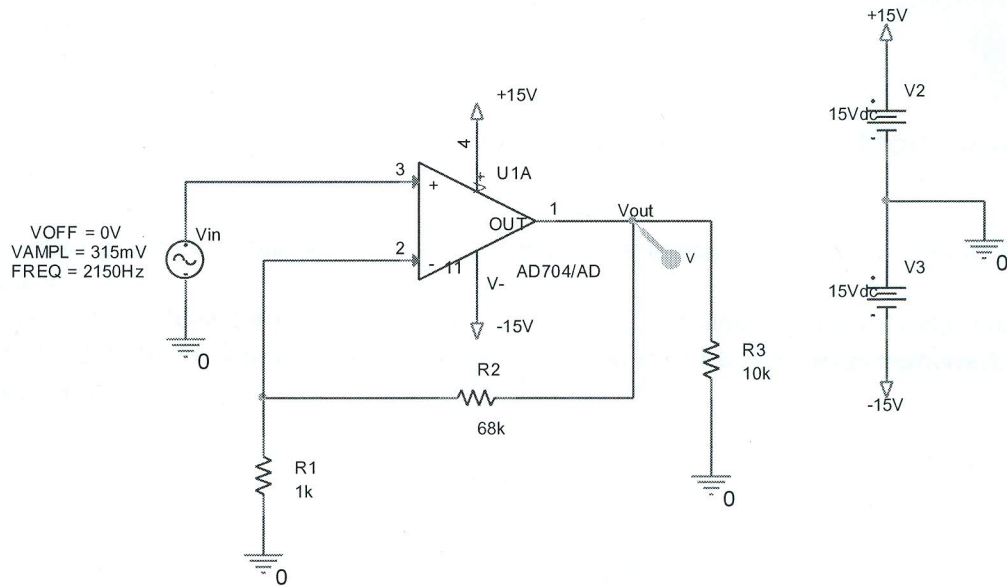
Kuva 1. Kokoalutasasuuntauskytkentä

Type Number	Nominal Zener Voltage V_z Volts	Test Current I_{ZT} mA	Maximum Zener Impedance			Maximum DC Zener Current I_{ZT} mA		Maximum Reverse Current		
			$Z_{ZT} @ I_{ZT}$ Ohms	$Z_{ZK} @ I_{ZK}$ Ohms	I_{ZK} mA			I_R Maximum μA	Test Voltage Vdc	
								5%	V_R	10%
1N957A	6.8	18.5	4.5	700	1.0	47	61	150	5.2	4.9
1N958A	7.5	16.5	5.5	700	0.5	42	55	75	5.7	5.4
1N959A	8.2	15	6.5	700	0.5	38	50	50	6.2	5.9
1N960A	9.1	14	7.5	700	0.5	35	45	25	6.9	6.6
1N961A	10	12.5	8.5	700	0.25	32	41	10	7.6	7.2
1N962A	11	11.5	9.5	700	0.25	28	37	5	8.4	8.0
1N963A	12	10.5	11.5	700	0.25	26	34	5	9.1	8.6
1N964A	13	9.5	13	700	0.25	24	32	5	9.9	9.4
1N965A	15	8.5	16	700	0.25	21	27	5	11.4	10.8
1N966A	16	7.8	17	700	0.25	19	37	5	12.2	11.5
1N967A	18	7.0	21	750	0.25	17	23	5	13.7	13.0
1N968A	20	6.2	25	750	0.25	15	20	5	15.2	14.4

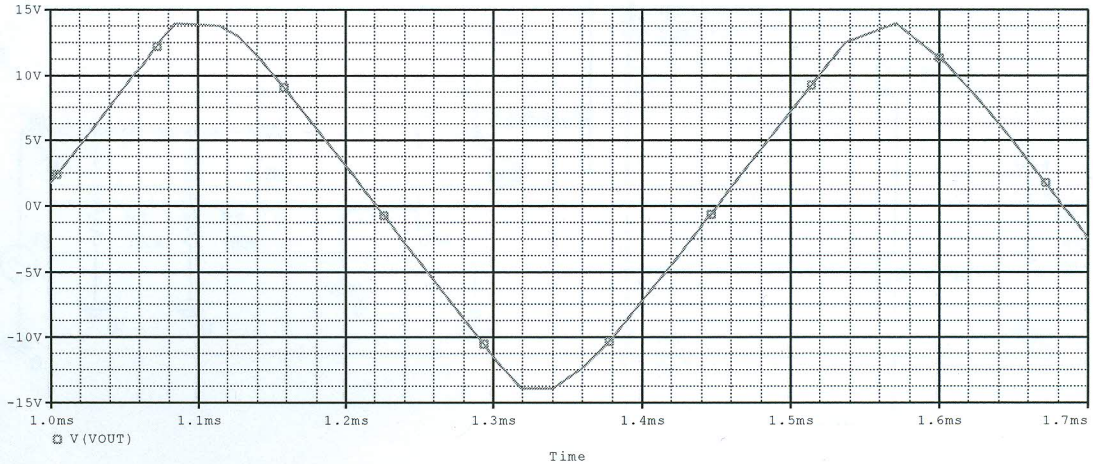


3.

- a) Kuvassa 2. on eräs operaatiovahvistinkytkentä ja kuvassa 3. sen lähtöjännitteen simulointitulokset. Sisäänmenojännite on sinimuotoista. Miksi lähtöjännite on vääristynyt? Mainitse kaksi syytä, ja perustele vastauksesi käyttäen apuna sivulla 5 olevaa operaatiovahvistimen 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)



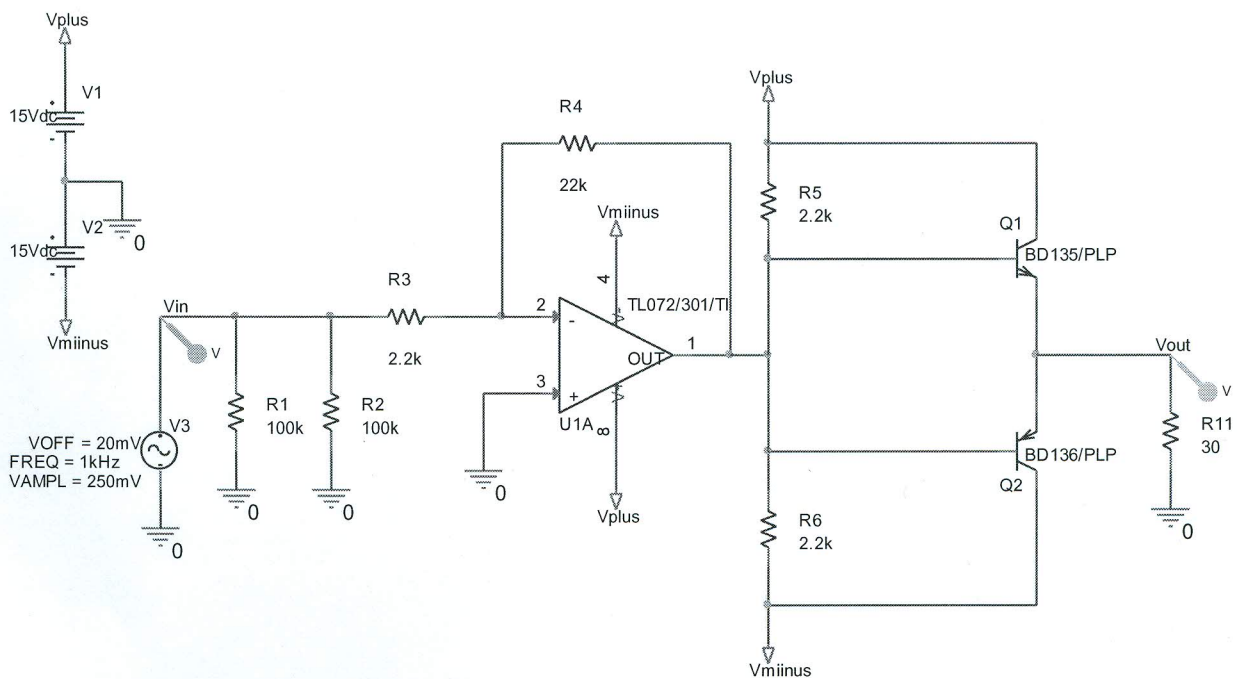
4. Tehtävänäsi on suunnitella yksinkertainen audiovahvistin, joka toteuttaa seuraavat määrittelyt:

- Jännitevahvistimena käytetään invertoivaa operaatiovahvistinkytkentää.
- Virtavahvistimena käytetään kahden transistorin push pull -kytkentää. Virtavahvistin toimii B/AB-luokassa.
- Ulostulosignaali ei saa esiintyä näkyvää säröä.
- Sisäänmeno on AC-kytketty.
- Jännitevahvistus päästökaistalla on 10.

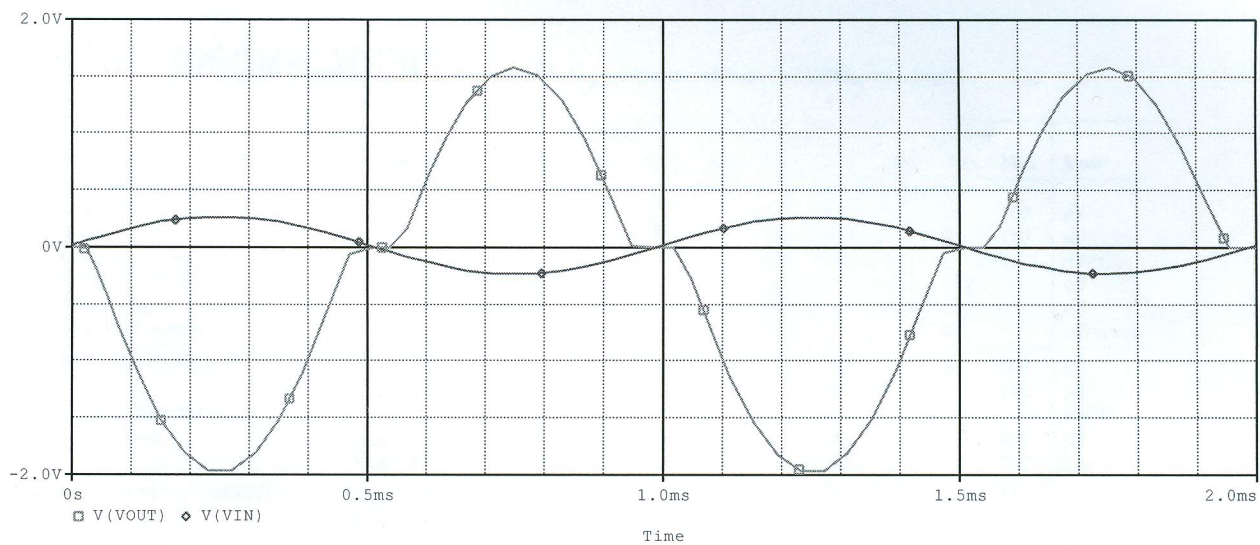
Kuvassa 4. on esitetty tämän hetkinen suunnittelmasi ja kuvassa 5. on PSpice-simulointikuva ulostulo- ja sisäänmenojännitteistä.

- Mitä sinun tulee muuttaa kytkennässäsi, jotta se toteuttaa annetut määrittelyt? Perustele vastauksesi.
- Mitä ongelmia transistorien lämpenemisestä johtuva kasvanut kollektorivirta voi aiheuttaa kytkentään? Millä eri keinoin voit kytkennässäsi ottaa transistorien lämpenemisestä aiheutuvat haitat huomioon?

(6p)



Kuva 4. Audiovahvistinkytkentä



Kuva 5. PSpice-simulointi



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	
INPUT OFFSET VOLTAGE											
Initial Offset			50	150	30	75		30	100		μV
Offset	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		100	250	50	150		80	150		μV
vs. Temp, Average TC			0.2	1.5	0.2	1.0		0.2	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			$\mu\text{V}/\text{month}$
INPUT BIAS CURRENT¹											
	$V_{CM} = 0\text{ V}$		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			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
INPUT OFFSET CURRENT											
	$V_{CM} = 0\text{ V}$		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			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
MATCHING CHARACTERISTICS											
Offset Voltage				250		130			150		μV
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$			400		200			250		μV
Input Bias Current ²				500		300			400		pA
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$			600		400			600		pA
Common-Mode Rejection ³		94			110			104			dB
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	94			104			104			dB
Power Supply Rejection ⁴		94			110			110			dB
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$	94			106			106			dB
Crosstalk ⁵	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$ $f = 10\text{ Hz}$ $R_{\text{LOAD}} = 2\text{ k}\Omega$		150		150			150			dB
FREQUENCY RESPONSE											
UNITY GAIN											
Crossover Frequency			0.8		0.8			0.8			MHz
Slew Rate, Unity Gain	$G = -1$		0.15		0.15			0.15			V/ μs
Slew Rate	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		0.1		0.1			0.1			V/ μs
INPUT IMPEDANCE											
Differential			40 2		40 2			40 2			M Ω pF
Common-Mode			300 2		300 2			300 2			G Ω pF
INPUT VOLTAGE RANGE											
Common-Mode Voltage			± 13.5	± 14	± 13.5	± 14		± 13.5	± 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
INPUT CURRENT NOISE											
	0.1 to 10 Hz		3		3			3			pA p-p
	$f = 10\text{ Hz}$		50		50			50			fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$
INPUT VOLTAGE NOISE											
	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/ $\sqrt{\text{Hz}}$
OPEN-LOOP GAIN											
	$V_O = \pm 12\text{ V}$		200	2000	400	2000		400	2000		V/mV
	$R_{\text{LOAD}} = 10\text{ k}\Omega$		150	1500	300	1500		300	1500		V/mV
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$										
	$V_O = \pm 10\text{ V}$		200	1000	300	1000		200	1000		V/mV
	$R_{\text{LOAD}} = 2\text{ k}\Omega$		150	1000	200	1000		100	1000		V/mV
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$										
OUTPUT CHARACTERISTICS											
Voltage Swing	$R_{\text{LOAD}} = 10\text{ k}\Omega$		± 13	± 14	± 13	± 14		± 13	± 14		V
	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$										
Current	Short Circuit			± 15		± 15			± 15		mA
CAPACITIVE LOAD											
Drive Capability	Gain = 1		10,000		10,000			10,000			pF
POWER SUPPLY											
Rated Performance			± 2.0	± 15	± 2.0	± 15		± 2.0	± 15		V
Operating Range			1.5	2.4	1.5	2.4		1.5	2.4		V
Quiescent Current	$T_{\text{MIN}}-T_{\text{MAX}}$		1.6	2.6	1.6	2.6		1.6	2.6		mA
TRANSISTOR COUNT											
	# of Transistors		180		180			180			