



ELT-21100 Elektroniikan työkurssi
Tentti 25.5.2015

Vastaa kaikkiin kysymyksiin. Tenttikysymyspaperia ei tarvitse palauttaa tenttivastausten mukana.

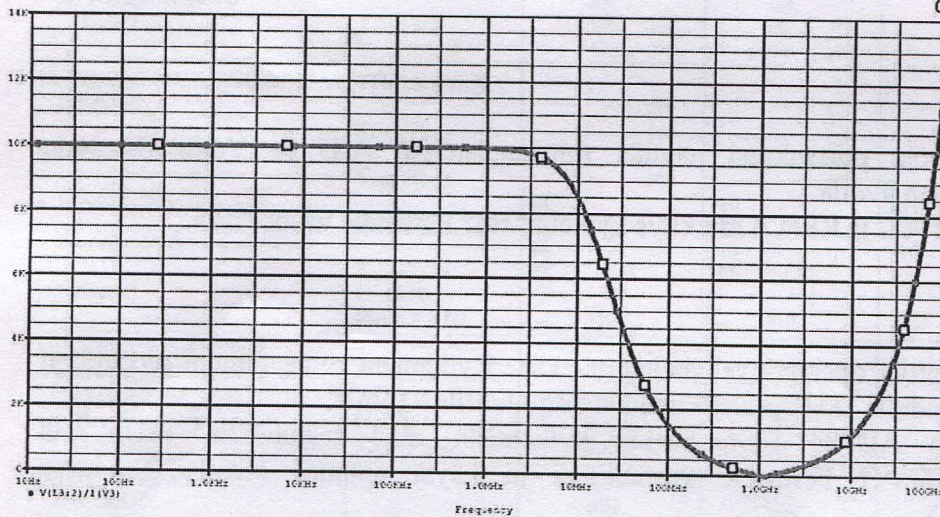
Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta.

Muistathan antaa palautetta opintojaksosta KAIKUssa.

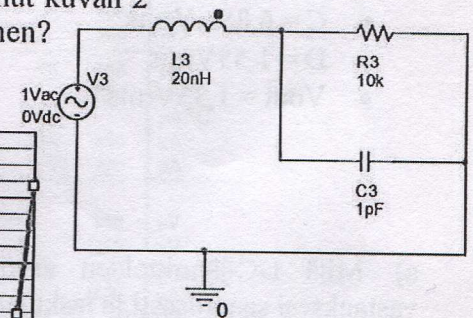
1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

a) Mitä tarkoittavat signaalin DC-taso ja DC-offset? (2p.)

b) Olet simuloinut kuvassa 1 olevaa vastuksen sijaiskytkentää ja saanut kuvan 2 mukaisen simulointituloksen. Miksi simulointitulokseksi on kuvan 2 mukainen? Perustele vastauksesi. (3p.)



Kuva 2. Simulointitulokseksi



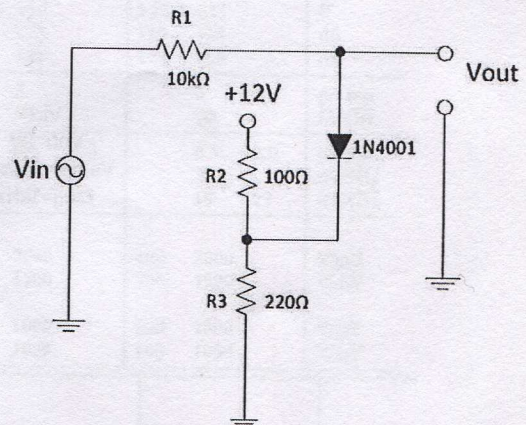
Kuva 1. Vastuksen sijaiskytkentä

2. Mittaat ja tarkastelet kuvassa 3 olevaa kytkentää. Sisäänmenosignaali V_{in} on siniaalto, jonka amplitudi on 18V.

a) Mikä on kytkennän käyttötarkoitus ja minkälaisissa sovelluksissa kytkentää voisi hyödyntää?

b) Piirrä sisäänmenosignaali V_{in} ja ulostulosignaali V_{out} samaan kuvaan ajallisesti kohdakkain. Perustele piirtämäsi kuvaaja.

(5p.)

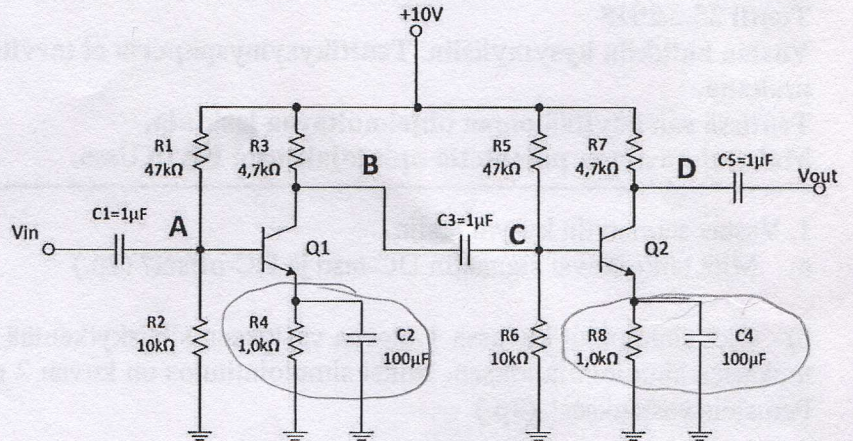


Kuva 3. Kytkentä



3. Mittaat kuvassa 4 näkyvästä kytkennästä AC- ja DC-jännitteitä. Sisäänmenosignaali on $100\mu\text{Vrms}$ ja 0Vdc . Molempien transistorien virtavahvistus $\beta=150$. Olet saanut mittauspisteistä A-D ja Vout oheiset AC-jännitteet:

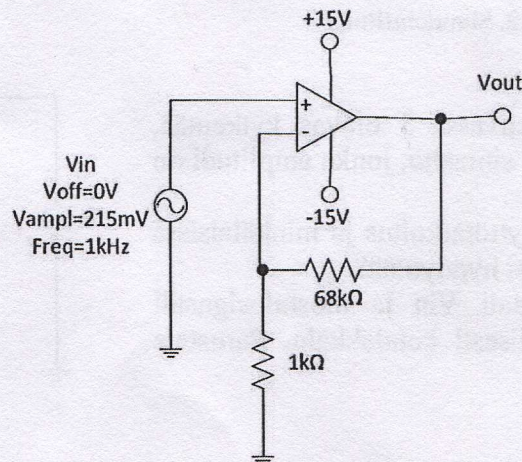
- A = $100\mu\text{Vrms}$
- B = $6,85\text{mVrms}$
- C = $6,85\text{mVrms}$
- D = $1,35\text{Vrms}$
- Vout = $1,35\text{Vrms}$



Kuva 4. Kytkenä

- a) Mitä DC-jännitteiden arvoja mittauksesi näyttää mittauspisteissä A-D ja Vout. Perustele vastauksesi sanallisesti ja laskujen avulla.
- b) Mikä on komponenttien R4+C2 ja R8+C4 merkitys kytkennässä? Perustele vastauksesi. (5p.)

4. Suunnittelet kuvassa 5 esitettyä operaatiovahvistinkytkentää. Kytkennän tulee tuottaa ulostuloon säröytymätöntä siniaaltoa taajuudella 1kHz ja sisäänmenon amplitudilla 215mV . Soveltuuko operaatiovahvistin AD704 käytettäväksi kytkentään sekä taajuudella 1kHz että sisäänmenon amplitudilla 215mV ? Perustele vastauksesi ja käytä apunasi sivulla 3 olevaa operaatiovahvistimen datalehteä. (5p.)



Kuva 5. Operaatiovahvistinkytkentä



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 vs. Temp, Average TC	$T_{MIN}-T_{MAX}$	100	250	50	150	80	150	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$			
vs. Supply (PSRR)	$V_S = \pm 2$ to $\pm 18\text{ V}$	100	132	112	132	112	132	dB			
Long-Term Stability	$T_{MIN}-T_{MAX}$	100	126	108	126	108	126	dB			
	$V_S = \pm 2.5$ to $\pm 18\text{ V}$		0.3		0.3		0.3	$\mu\text{V}/\text{month}$			
INPUT BIAS CURRENT¹											
vs. Temp, Average TC	$V_{CM} = 0\text{ V}$	100	270	80	150	80	200	pA			
$T_{MIN}-T_{MAX}$	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		300		200		250	pA			
	$V_{CM} = 0\text{ V}$	0.3		0.2		1.0		$\text{pA}/^\circ\text{C}$			
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		300		200		600	pA			
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		400		300		700	pA			
INPUT OFFSET CURRENT											
vs. Temp, Average TC	$V_{CM} = 0\text{ V}$	80	250	30	100	50	150	pA			
$T_{MIN}-T_{MAX}$	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		300		150		200	pA			
	$V_{CM} = 0\text{ V}$	0.6		0.4		0.4		$\text{pA}/^\circ\text{C}$			
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		300		200		400	pA			
	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$		400		300		500	pA			
MATCHING CHARACTERISTICS											
Offset Voltage	$T_{MIN}-T_{MAX}$		250		130		150	μV			
Input Bias Current ²	$T_{MIN}-T_{MAX}$		400		200		250	μV			
Common-Mode Rejection ³	$T_{MIN}-T_{MAX}$		500		300		400	pA			
Power Supply Rejection ⁴	$T_{MIN}-T_{MAX}$	94		110		104		dB			
Crosstalk ⁵	$T_{MIN}-T_{MAX}$	94		104		104		dB			
	$T_{MIN}-T_{MAX}$	94		110		110		dB			
	$T_{MIN}-T_{MAX}$	94		106		106		dB			
	$f = 10\text{ Hz}$							dB			
	$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$	150		150		150		dB			
FREQUENCY RESPONSE											
UNITY GAIN								MHz			
Crossover Frequency	$G = -1$	0.8		0.8		0.8		V/ μs			
Slew Rate, Unity Gain	$T_{MIN}-T_{MAX}$	0.15		0.15		0.15		V/ μs			
Slew Rate	$T_{MIN}-T_{MAX}$	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	$V_{CM} = \pm 13.5\text{ V}$	± 13.5	± 14	± 13.5	± 14	± 13.5	± 14	V			
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{MIN}-T_{MAX}$	100	132	114	132	110	132	dB			
	$T_{MIN}-T_{MAX}$	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			
$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$		150	1500	300	1500	300	1500	V/mV			
$T_{MIN}-T_{MAX}$											
$V_O = \pm 10\text{ V}$		200	1000	300	1000	200	1000	V/mV			
$R_{LOAD} = 2\text{ k}\Omega$		150	1000	200	1000	100	1000	V/mV			
$T_{MIN}-T_{MAX}$											
OUTPUT CHARACTERISTICS											
Voltage Swing	$R_{LOAD} = 10\text{ k}\Omega$	± 13	± 14	± 13	± 14	± 13	± 14	V			
Current	$T_{MIN}-T_{MAX}$		± 15		± 15		± 15	mA			
Short Circuit											
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			± 18		± 18		± 18	V			
Quiescent Current	$T_{MIN}-T_{MAX}$		1.5	2.4	1.5	2.4	1.5	2.4	mA		
	$T_{MIN}-T_{MAX}$		1.6	2.6	1.6	2.6	1.6	2.6	mA		
TRANSISTOR COUNT											
# of Transistors		180			180			180			