



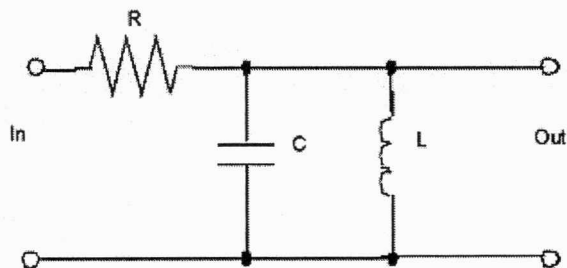
ELE-2050 Elektroniikan työkurssi
Tentti 24.9.2007

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

1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin

- Miten toimintalämpötilan nostaminen vaikuttaa bjt-transistorin toimintaan? Miten lämpötilan vaikutuksia transistorikytkentöihin voitaisiin vähentää? (2p)
- Mitä eri keinoja on ottaa ympäristönäkökulmat huomioon elektroniikkasuunnittelussa? Mainitse kaksi eri keinoa ja perustele niiden merkitys. (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

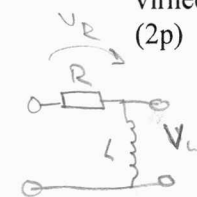
V_{in}/V_{p-p}	f/Hz	V_{out}/V_{p-p}
1	100	180m
1	500	0,54
1	1k	0,9
1	5k	1
1	10k	1,5
1	25k	2
1	50k	2
1	75k	1,8
1	100k	1,5
1	150k	1
1	200k	0,95
1	300k	0,5
1	600k	200m
1	1M	140m

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

b) Poistat kuvan 1 kytkennästä kondensaattorin, jolloin pystyt mittaamaan ja laskemaan kelan impedanssin ja induktanssin arvot taajuuksilla 1 kHz ja 2 kHz. Olet saanut oheiset mittausta- ja laskutulokset. Vastaa perustellen, miksi sinun on täytynyt mitata sekä V_R että V_L , jotta olet voinut laskea Z_L :n ja L :n. (2p)

	1 kHz	2 kHz
V_{IN}	1Vp-p	1Vp-p
V_L	0,4Vp-p	0,7Vp-p
V_R	0,9Vp-p	0,8Vp-p
Z_L	9,78Ω	19,3Ω
L	1,6mH	1,5mH

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



$$V_L = \frac{Z_L}{Z_L + Z_R} V_{in}$$

$$V_R = \frac{Z_R}{Z_R + Z_L} V_{in}$$

$$I_L = \frac{V_L}{Z_L}$$

$$I_R = \frac{V_R}{Z_R}$$



3.

Kerro elektronisen laitteen suunnitteluprosessista. Mitä eri vaiheita prosessiin kuuluu, mitä dokumentteja eri vaiheista saadaan ja mitä ongelmia kussakin vaiheessa voi esiintyä? (6p)

4.

a) Olet Elektroniikan työkurssin assistentti ja eräs ryhmä tuo PWM-ohjatulle laskevalle hakkurille mittaamansa oheiset tulokset sinulle tarkistettaviksi:

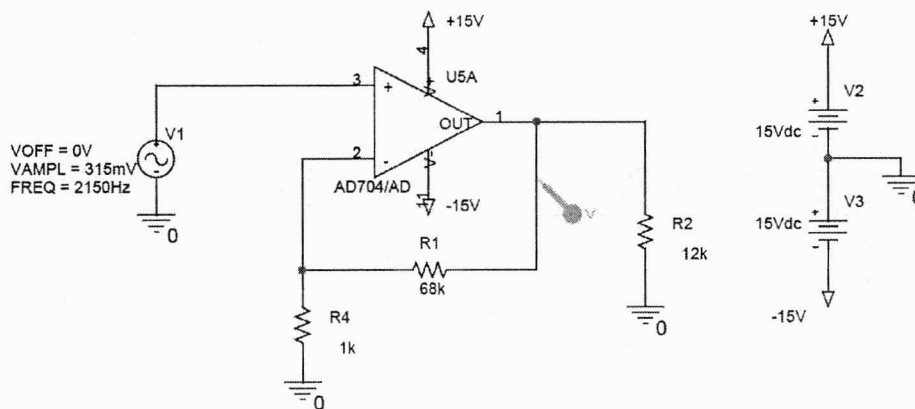
V _{in}	V _{out}	Ulostuloon kytketty kuormavastus	Kytkintransistorin T _{ON} -aika	Kytkintransistorin T _{OFF} -aika
10 V	5.1 V	15 Ω	10 μs	40 μs
10 V	5.09 V	10 Ω	12 μs	28 μs
10 V	5.03 V	5 Ω	14 μs	8 μs

Vastaa perustellen, voitko hyväksyä nämä mittaustulokset, vai pitääkö ryhmän mitata joku kohta uudelleen? Vihje: mieti asiaa siten, että ovatko tulokset tyypillisiä kyseiselle hakkurille. (3p)

b) Suunnittele kytkentä, jolla saat reguloitua 12V:n jännite 18V:n sisääntulosta, kun käytössäsi on sivulla 4 olevan datasivun zenerdiodit sekä E-12 -sarjan vastukset 180, 220 ja 270 Ω. Järjestelmän kuormaan syöttämä jännite tulisi olla kuormituksesta riippumaton mahdollisimman laajalla alueella. Millä kuormavastuksen arvoilla suunnittelemasi regulaattori toimii? (3p)

5.

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 datalehteä. (4p)



Kuva 2. Operaatiovahvistinkytkentä

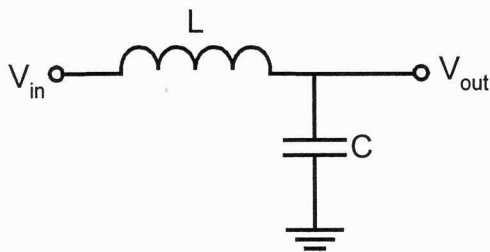


ELE-2050 Elektroniikan työkurssi

Tentti 15.5.2007

Vastaa neljään tehtävään. Voit valita viidestä vaihtoehdosta neljä mieleistäsi.

1. Olet suunnitellut kuvan 1 mukaisen jakosuodattimen bassokaiutinta varten. $L=10\text{mH}$, $C=220\mu\text{F}$. Kelan resistanssi on $1,2\Omega$. Viereisessä taulukossa on suodattimen mitattu amplitudivaste ilman kuormaa sekä 6Ω kuorman kanssa.



Kuva 1. Jakosuodatin

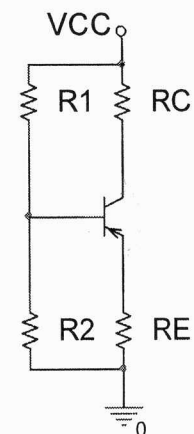
f	V_{out}/V_{in} ilman kuormaa	V_{out}/V_{in} 6 ohmin kuormalla
10 Hz	1,0	0,85
20 Hz	1,05	0,85
40 Hz	1,15	0,86
60 Hz	1,4	0,87
80 Hz	2,2	0,86
100 Hz	4,1	0,8
120 Hz	3,0	0,7
150 Hz	1,05	0,5
200 Hz	0,4	0,3
300 Hz	0,15	0,13
500 Hz	0,05	0,05

- a) Voivatko mittaustulokset pitää paikkansa? Perustele. Jos tulokset ovat mielestäsi virheellisiä, selitä mistä virheet voisivat johtua. (4p)
b) Kannattaisiko suodattimesta tehdä aktiivinen? Perustele. (2p)

2.

- a) Määritä kuvan 2 transistorivahvistimen RC ja RE niin, että $I_C = -2,09\text{mA}$ ja $V_{CE} = -10,7\text{V}$. Miten muuttaisit R1:n ja R2:n arvoja? Miksi? (3p)

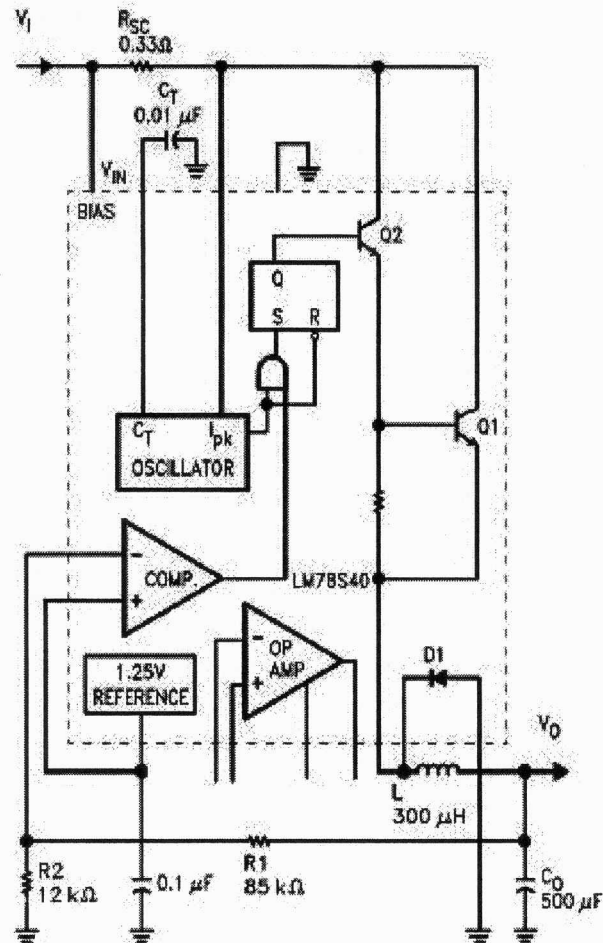
$V_{CC} = -18\text{V}$
 $R1 = 470\text{k}\Omega$
 $R2 = 100\text{k}\Omega$
 $\beta = 120$.



Kuva 2. Transistorivahvistin

- b) Kerro mitä hyötyä ja haittaa vaimentavan mittapään käytöstä on oskilloskooppimittauksissa. Miten passiivisesti toteutettu vaimentava mittapää eroaa rakenteellisesti tavallisesta vaimentamattomasta mittapäästä? (3p)

3. Kuvassa 3 on hakkurikytkentä. Katkoviivalla merkityn alueen sisällä olevat toiminnalliset lohkot sijaitsevat ohjainpiiri LM78S40:n kotelon sisällä.



Kuva 3. Hakkurikytkentä

- a) Tunnista kuvan 3 hakkurin tyyppi (Step-up / Step-down). (1p)
b) Selosta ohjainpiirin LM78S40 sisäinen toiminta yleisellä tasolla. Voit käyttää apuna alla olevaa S-R -kiikun totuustaulua. (2p)

S	R	Q_n
0	0	Q_{n-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	-

- c) Kerro lyhyesti lineaariregulaattorien, hakkuriregulaattorien ja varauspumppujen eduista ja haitoista. (3p)

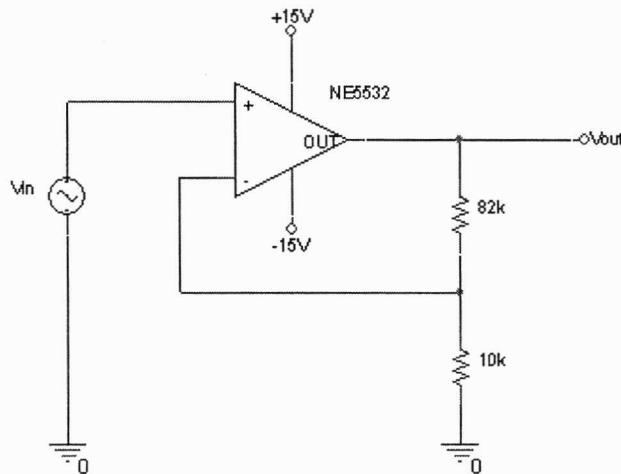


4. Kerro elektronisen laitteen suunnitteluprosessista. Mitä eri vaiheita prosessiin kuuluu, mitä dokumentteja eri vaiheista saadaan ja mitä ongelmia kussakin vaiheessa voi esiintyä? (6p)

5.

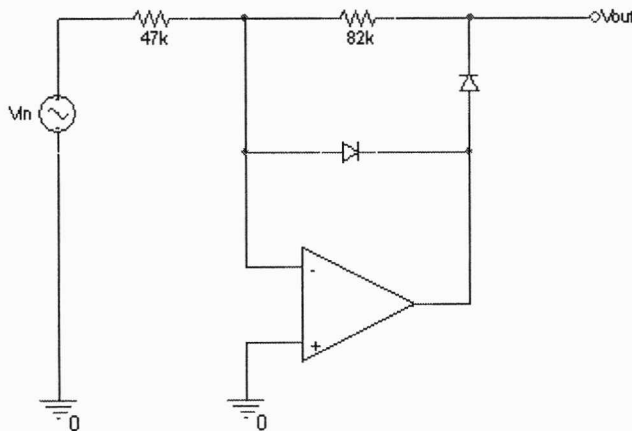
a) Kuinka suuri sisäänmenosignaalin amplitudi voi olla, ettei ulostulo ala leikkautumaan kuvan 4 kytkennässä? Kytkennässä käytetyn operaatiovahvistimen datalehdestä on osa kuvassa 6. (2p)

b) Millä taajuudella slew rate alkaa rajoittaa ulostuloa a-kohdan tilanteessa? (2p)



Kuva 4. Operaatiovahvistinkytkentä

c) Kuvan 5 kytkentään syötetään 50Hz 2Vp-p sisäänmenosignaalia. Piirrä kytkennän ulostulo- ja sisäänmenojännitteet samaan kuvaan oikean suuruisina ja ajallisesti kohdakkain. (2p)



Kuva 5. Operaatiovahvistinkytkentä.

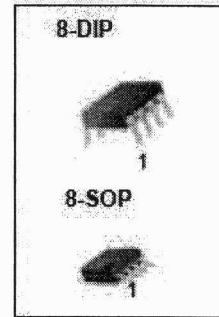


NE5532

Dual Operational Amplifier

Features

- Internal Frequency Compensation
- Slew Rate: 8V/ μ s
- Input Noise Voltage: 8nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ ($f_0 = 30\text{Hz}$)
- Full Power Bandwidth: 140KHz

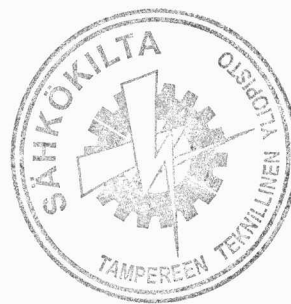


Electrical Characteristics

($V_{CC}=15\text{V}$, $V_{EE}=-15\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Input Offset Voltage	V_{IO}	-	-	0.5	4.0	mV
Input Offset Current	I_{IO}	-	-	10	150	nA
Input Bias Current	I_{BIAS}	-	-	200	800	nA
Supply Current	I_{CC}	-	-	6.0	16	mA
Input Voltage Range	$V_{I(R)}$	-	± 12	± 13	-	V
Common Mode Rejection Range	CMRR	$T_A = 25^\circ\text{C}$	70	100	-	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$T_A = 25^\circ\text{C}$	80	100	-	dB
Output Voltage Swing	$V_{O(P-P)}$	$R_L \geq 600\Omega$	± 12	± 13	-	V
Input Resistance	R_i	$T_A = 25^\circ\text{C}$	30	300	-	K Ω
Short Circuit Current	I_{SC}	-	-	38	-	mA
Overshoot	OS	$R_L = 600\Omega$, $C_L = 100\text{pF}$	-	10	20	%
Voltage Gain	G_V	$f = 10\text{KHz}$	2	2.2	-	V/mV
Gain Bandwidth Product	GBW	$C_L = 100\text{pF}$, $R_L = 600\Omega$	8	10	-	MHz
Slew Rate	SR	$R_L = 1\text{K}$, $C_L = 100\text{pF}$, $R_L = 600\Omega$	6	8.0	-	V/ μ s
Input Noise Voltage	e_N	$f_0 = 30\text{Hz}$ $f_0 = 1\text{KHz}$	-	8.0 5.0	-	nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$

Kuva 6. Osa NE5532:n datalehdessä.



ELE-2050 Elektroniikan työkurssi

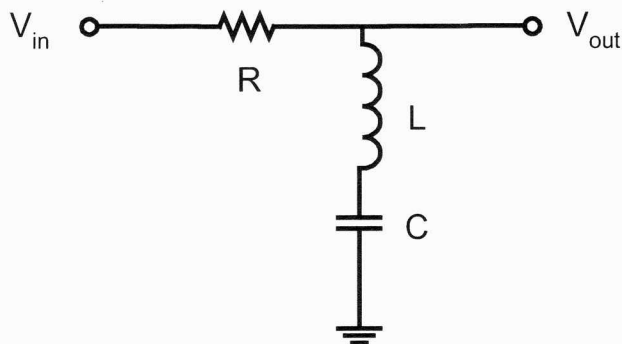
Tentti 23.5.2006

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

1. Vastaa seuraaviin kysymyksiin

- Miten toimintalämpötilan nostaminen vaikuttaa bjt-transistorin toimintaan? Miten lämpötilan vaikutuksia transistorikytkentöihin voitaisiin vähentää? (2p)
- Mitä eri keinoja on ottaa ympäristönäkökulmat huomioon elektroniikkasuunnittelussa? Mainitse kaksi eri keinoa ja perustele niiden merkitys. (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 kytkennän amplitudivastetta ja saanut oheisen taulukon mukaiset mittaustulokset. $V_{in} = 200\text{mV}_{p-p}$.



Kuva 1. Mitattu kytkentä

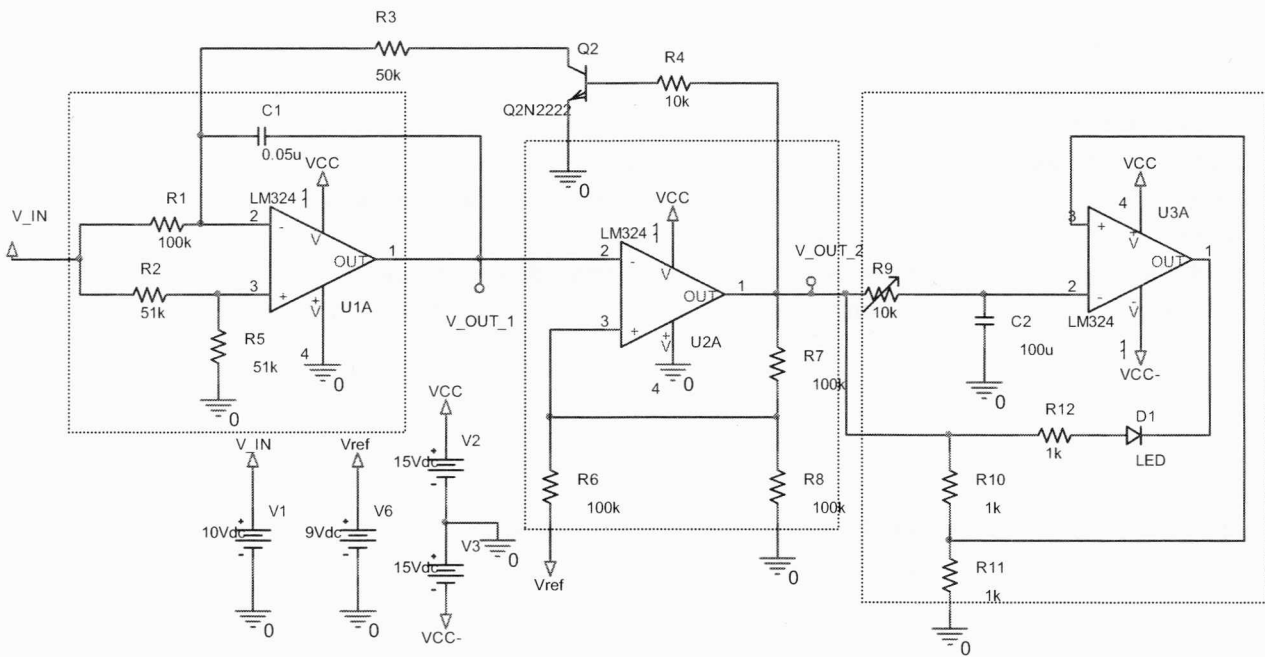
f / kHz	Vout / mV _{p-p}
1	200
3	210
5	260
7	325
8	365
9	410
10	415
11	380
12	315
13	245
14	195
16	135
18	100
20	75
25	45
30	30
40	18
50	11
70	6
100	2,7

- Vastaa perustellen, voivatko saamasi mittaustulokset pitää paikkansa. Jos tulokset ovat mielestäsi virheellisiä, pohdi mistä virheet voisivat mahdollisesti johtua. (3p)
- Onko sinun mahdollista laskea kondensaattorin C kapasitanssi, jos tiedät kelan L induktanssin, vastuksen R resistanssin, sekä jännitteiden V_{in} ja V_{out} amplitudit? Perustele vastauksesi ja mainitse mahdolliset oletukset. (3p)



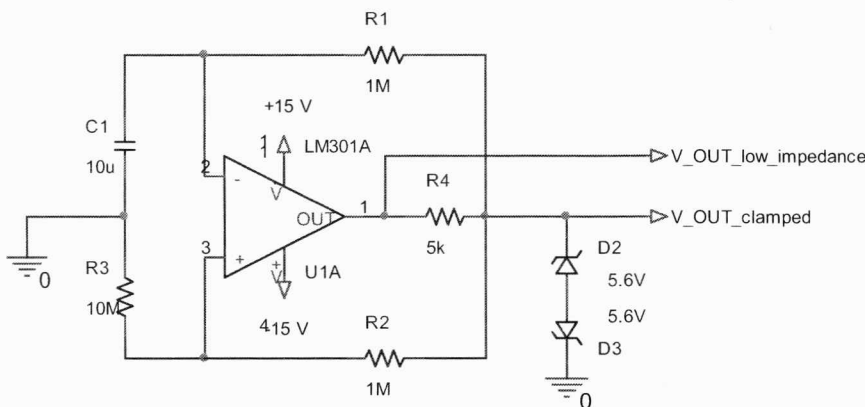
3.

a) Mitä kuvan 2 kytkentä tekee? (vinkki: mieti lohkot erikseen, ja oletta että viimeinen lohko ei kuormita merkittävästi edellisiä.) Mihin R9:n ja sisääntulojännitteen V_{IN} muuttaminen vaikuttaa ja miten? Miten kävisi jos vastuksen R9 pystyisi säätämään liian suuren arvoon?



Kuva 2. Operaatiovahvistinkytkentä

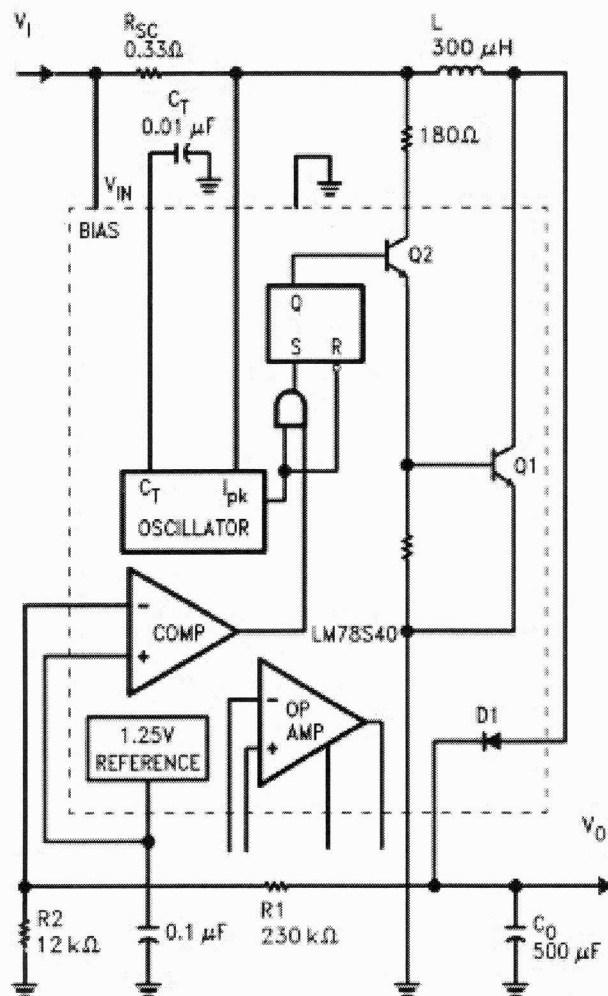
b) Mitä kuvan 3 kytkentä tekee? Miksi kytkentä tuottaa vain pientaajuuksisia signaaleja? Kerro mitä eroa kahdella eri ulostulolla on ja miksi diodit on kytketty kuvan esittämällä tavalla.



Kuva 3. Operaatiovahvistinkytkentä



4. Kuvassa 4 on hakkurikytkentä. Katkoviivalla merkityn alueen sisällä olevat toiminnalliset lohkot sijaitsevat ohjainpiiri LM78S40:n kotelon sisällä.



Kuva 4. Hakkurikytkentä

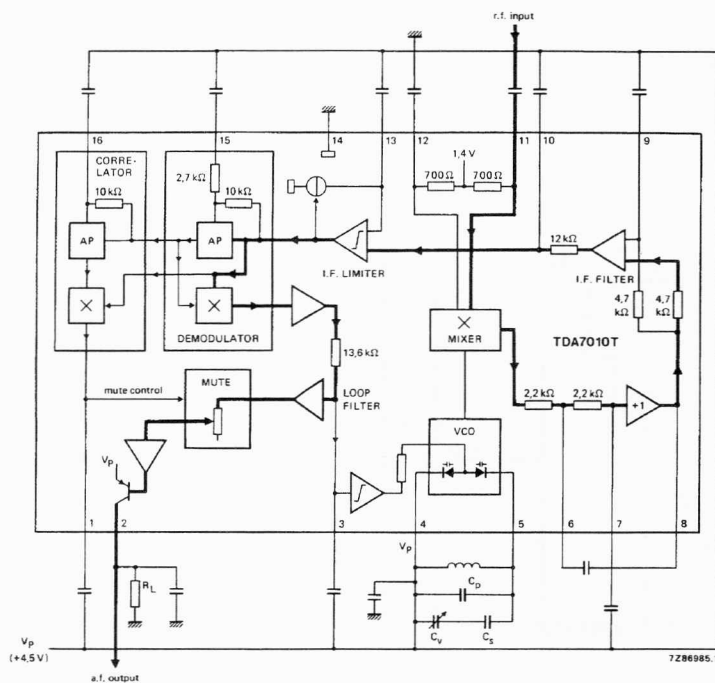
- Tunnista kuvan 4 hakkurin tyyppi (Step-up / Step-down). (1p)
- Selosta ohjainpiirin LM78S40 sisäinen toiminta yleisellä tasolla. Voit käyttää apuna alla olevaa S-R -kiikun totuustaulua. (2p)

S	R	Q_n
0	0	Q_{n-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	-

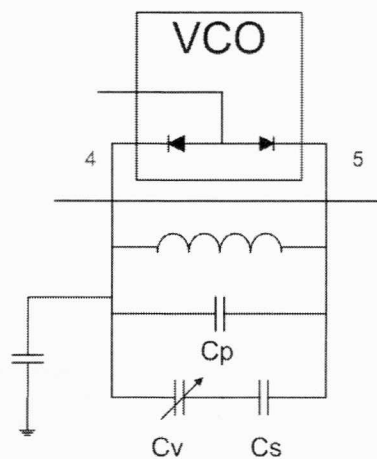
- Kerro lyhyesti lineaariregulaattorien, hakkuriregulaattorien ja varauspumppujen eduista ja haitoista. (3p)



5. Kuvassa 5. on TDA7010T-radiopiiri, joka vastaanottaa FM-radiolähetyksiä taajuudella 1,5MHz-110MHz ja muuntaa lähetykset audiotaajuuksille. Kuvassa 6 on radiokanavan viritysoasa.

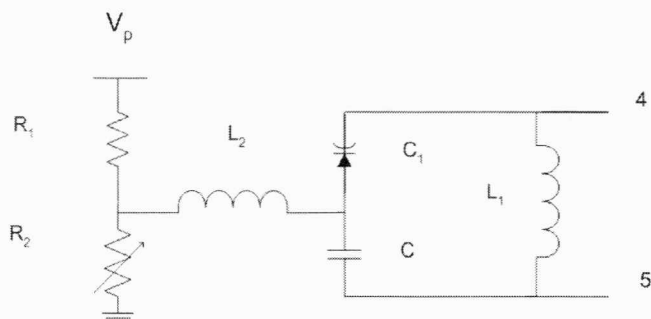


Kuva 5. TDA7010T



Kuva 6. Radiokanavan viritysoasa

- Mihin ilmiöön perustuu radion taajuuksien viritys? (1p)
- Virityspiiri voidaan korvata kuvan 7 mukaisella kytkennällä. Miten kyseinen piiri toimii? (vihje: Mikä on vastusten R_1 ja R_2 tehtävä? Entä kelan L_2 ?) (2p)
- Mitaita komponentit C ja vastusten R_1 ja R_2 arvot siten, että FM-radion taajuudet välillä 88MHz-108MHz saadaan kuulumaan. Käytä apuna kuvassa 8 olevaa BBY40:n datalehden osaa. $L_1=82\text{nH}$. (3p)



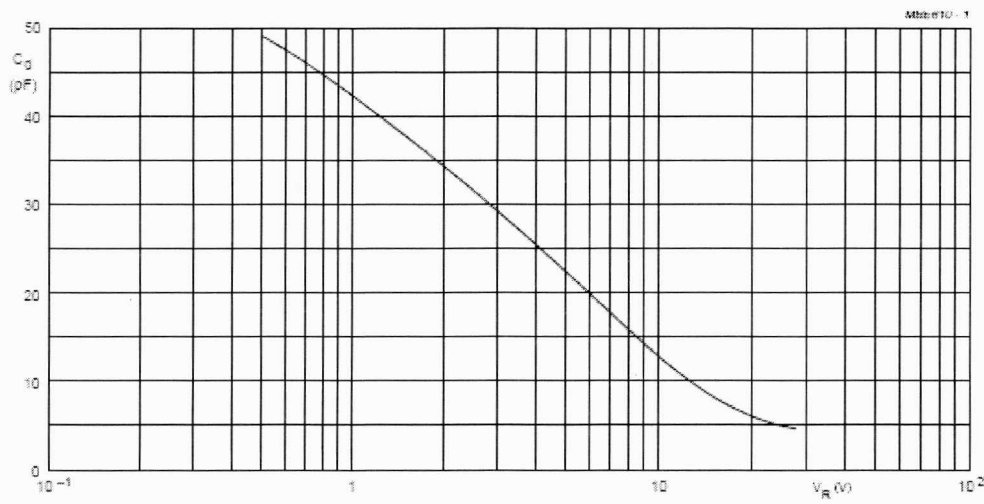
Kuva 7. Korvaava virityspiiri



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Elektroniikan laitos

Mika Oinonen



Kuva 8. BBY04:n datalehden osa