



# Tentamenskrivning i Elektronik fk. 5p för E2

Torsdagen 13 mars 2008 kl 09.00-13.00

Lärare: Christer Gullbrand tel 7121

Tillåtna hjälpmedel: Formelsamling i ellära, signaler & system och elektronik. Miniräknare.

Skrivningen omfattar totalt 30 poäng.

Det krävs 12 poäng för betyget 3, 18 poäng för betyget 4 och 24 poäng för betyget 5.

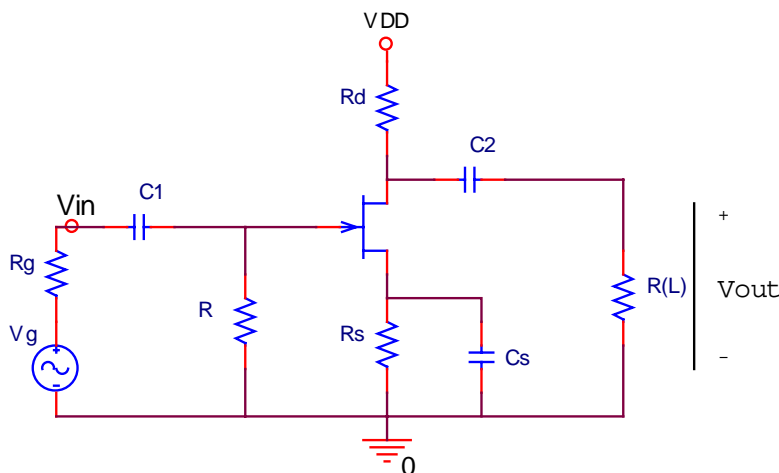
Fullständiga lösningar med förenklade svar skall lämnas. Alla antagande skall redovisas.

Var noga med att föra in alla använda storheter i kopplingschema.

## Lycka till!

1. (4p)

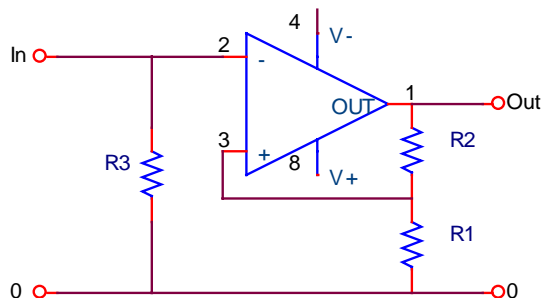
Bestäm övre gränshfrekvensen för förstärkarstegets in-, utgång och hela förstärkarsteget. Kondensatorerna  $C_1$ ,  $C_2$  och  $C_S$  anses stora. Det förenklade uttrycket kan användas vid bestämningen av gränshfrekvensen för hela steget.



$R=1,5 \text{ Mohm}$   
 $R_g=0,68 \text{ kohm}$   
 $R_S=2,0 \text{ kohm}$   
 $R_d=5,0 \text{ kohm}$   
 $R_L=10 \text{ kohm}$   
 $V_{to}=-2,5 \text{ V}$   
 $I_{DSS}=8,0 \text{ mA}$   
 $I_{DQ}=2,5 \text{ mA}$   
 $C_{gs}=3,5 \text{ pF}$   
 $C_{ds}=1,2 \text{ pF}$   
 $C_{gd}=1,5 \text{ pF}$   
 $r_d=100 \text{ kohm}$

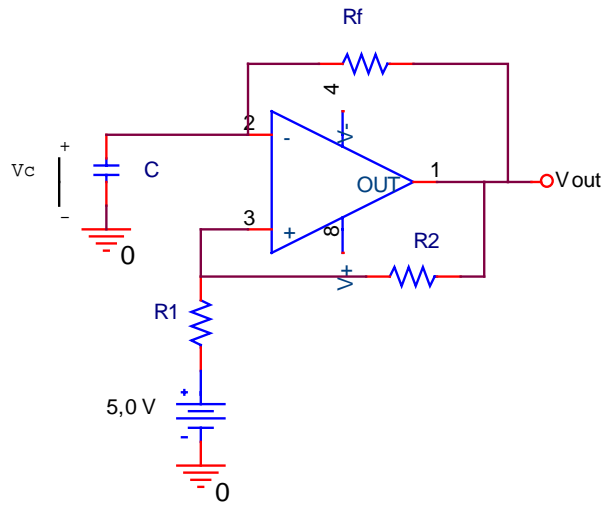
2. (4p)

Bestäm återkopplingsfaktorn  $\beta$ , in- och utresistansen för förstärkarsteget nedan. För motkopplingen gäller att  $\beta \cdot A \gg 1$  och för OP:n gäller att råförstärkning är 200000 ggr, inresistansen är 2,0 Mohm och utresistansen är 200 ohm.  $R_1=2,5 \text{ kohm}$ ,  $R_2=180 \text{ kohm}$  och  $R_3=50 \text{ kohm}$ .



3. (4p)

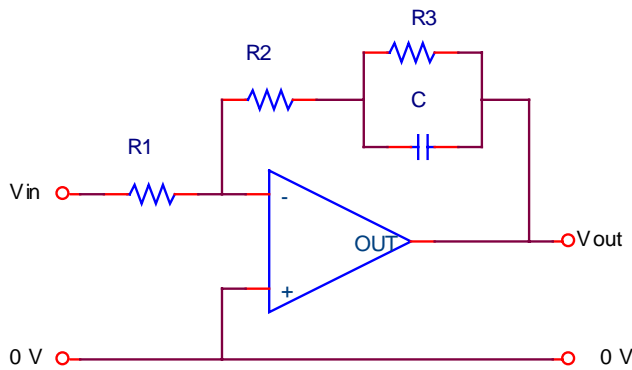
OP-förstärkaren matas med dubbel matningsspänning och bottenar vid  $\pm 10$  V, dvs  $V_{OUTMAX} = +10$  V och  $V_{OUTMIN} = -10$  V. För vilka kondensatorspänningar  $V_c$  fås omslag av Schmitt-triggern. Bestäm även  $V_{out}$ :s frekvens. OP-förstärkaren anses ideal.



$R_1 = 10$  kohm  
 $R_2 = 15$  kohm  
 $R_f = 5$  kohm  
 $C = 100$  nF

4. (4p)

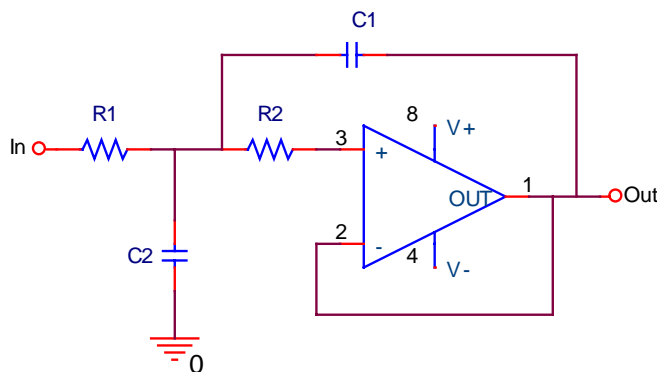
Bestäm det största och minsta värdet på förstärkningen och frekvenskurvas brytpunkter. Skissera den förenklade frekvenskurvan. OP:n antas vara ideal.



$R_1 = 1,2$  kohm  
 $C = 33$  nF  
 $R_2 = 12$  kohm  
 $R_3 = 108$  kohm

5. (4p)

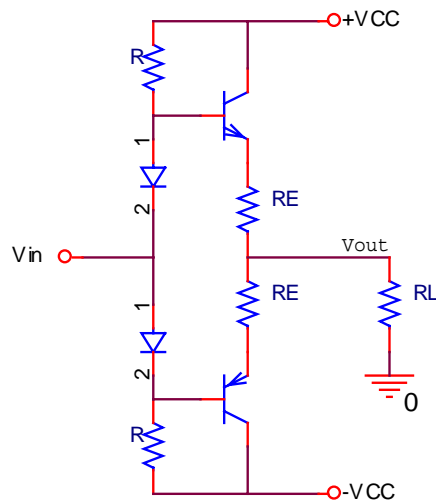
Beräkna filtrets gränshfrekvens och kapacitansvärden då  $R_1 = R_2 = 10$  kohm. Filtret skall ha polerna  $s_{1,2} = -6,0 \pm j5,0$  krad/s.



6. (5p)

Transistorernas termiska resistans mellan kristall-kapsel är  $1,5 \text{ }^\circ\text{C/W}$  och på transistorerna sitter kylare med termiska resistansen  $3,0 \text{ }^\circ\text{C/W}$ . Termiska resistansen mellan kapsel och kapsel och kylfläns är  $0,5 \text{ }^\circ\text{C/W}$ . Maximal kristalltemperatur är  $175 \text{ }^\circ\text{C}$  och maximal omgivningstemperatur är  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ . P. g. a. distorsionen så är minsta  $V_{CE}$  för transistorerna  $3,0 \text{ V}$ . Dimensionera klass B-steget nedan för symmetrisk fyrkantvåg. Utamplituden skall kunna ändras från 0 tills sitt max-värde (då  $V_{CE}$  når min-värdet).

- Beräkna maximal kollektorförbrukning för en transistor.
- Bestäm det minsta värdet på  $R_L$ .
- Vad blir maximal uteffekt?



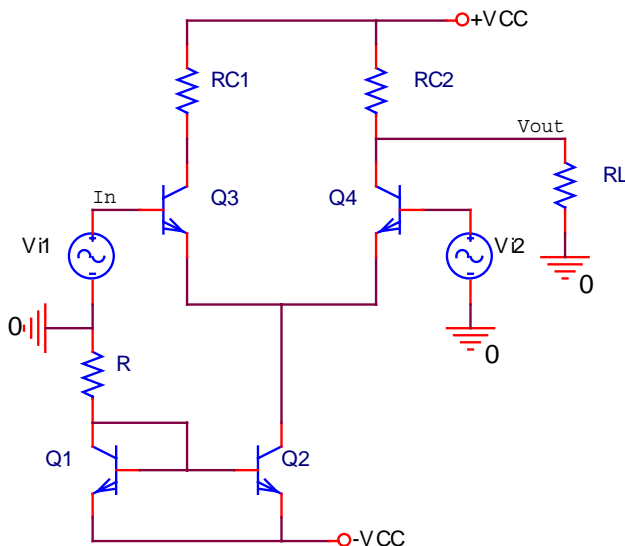
$$R_E = 0,25 \text{ ohm}$$

$$V_{CC} = 30 \text{ V}$$

7. (5p)

Alla transistorer anses lika. För transistorerna gäller:  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$ ,  $\beta = 200$  och utresistansen  $r_o = 100 \text{ kohm}$ .

- Bestäm  $Q_3$  och  $Q_4$ 's vilopunkt ( $I_{CQ}$  och  $V_{CEQ}$ ) då  $V_{in1} = V_{in2} = 0$ .
- Vad blir den differentiella signalförstärkningen  $(V_{out}) / (V_{in2} - V_{in1})$ ?
- Vad blir signalförstärkningen  $V_{out} / V_{in1}$  då  $V_{in2} = 0$ ?
- Beräkna CMRR-värdet för signalen på utgången.



$$R_{C1} = R_{C2} = 5,0 \text{ kohm}$$

$$V_{CC} = 15 \text{ V}$$

$$R_L = 10 \text{ kohm}$$

$$R = 3,0 \text{ kohm}$$