



## Tentamenskrivning i Elektronik 5p för D2, E2, Ö2 och Mek2

Måndagen 22 oktober 2007 kl 09.00-13.00

Lärare: Christer Gullbrand tel 7121

Tillåtna hjälpmedel: Formelsamlingar i ellära och elektronik. Fysikhandbok och miniräknare.

Skrivningen omfattar totalt 28 poäng.

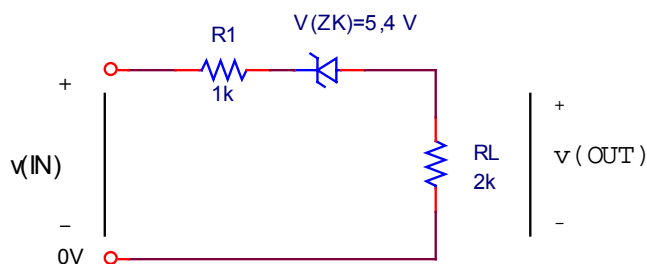
Det krävs 12 poäng för betyget 4 och 18 poäng för betyget 5 under förutsättning att 12 poäng har erhållits från duggor. Betygsgränser är inkl. duggor 12, 24 och 30 poäng.

Fullständiga lösningar med förenklade svar skall lämnas. Alla antagande skall redovisas. Var noga med att föra in alla använda storheter i kopplingarna.

Lycka till!

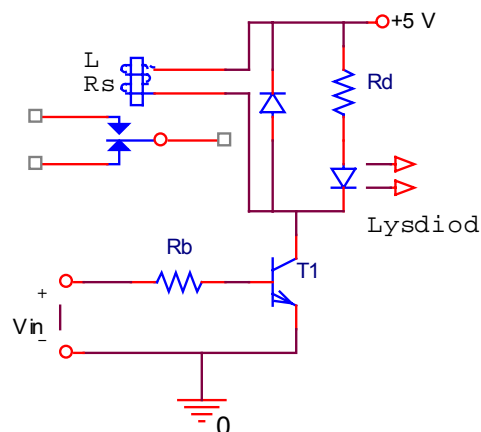
1. (3p)

Rita överföringsdiagrammet  $v_{OUT} = f(v_{IN})$  och ange funktionens brytpunkter och lutningar. Zenerdioden leder vid 0,7 V i framriktningen och 5,4 V i backriktningen.



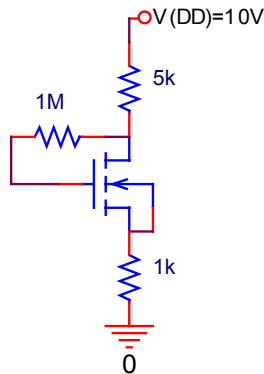
2. (3p)

Transistor T1 skall kunna koppla in en reläspole  $R_S = 100 \text{ ohm}$  och lysdioden skall indikera att reläet är inkopplat. Transistordata:  $\beta$  kan variera mellan 150 och 300,  $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$  och  $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$ . Lysdiodddata:  $V_D = 2,5 \text{ V}$  då  $I_D = 12 \text{ mA}$ . Bestäm  $R_D$  så att lysdioden får 12 mA då T1 bottnar. Beräkna största värdet på  $R_B$  om T1 skall bottna vid 0,2 V oberoende av transistor-exemplar.  $V_{in} = 5 \text{ V}$  då reläet drar och är strömlös då  $V_{in} = 0$ .



3. (3p)

MOSFET-transistorn har  $V_{t0} = 1,5 \text{ V}$ ,  $K = 0,24 \text{ mA/V}^2$  och  $\lambda = 0$ . Bestäm transistorns vilopunkt  $I_{DQ}$  och  $V_{DSQ}$ .



4. (3p)

En CMOS-inverterare har matningsspänningen  $V_{DD} = 5,0 \text{ V}$ .

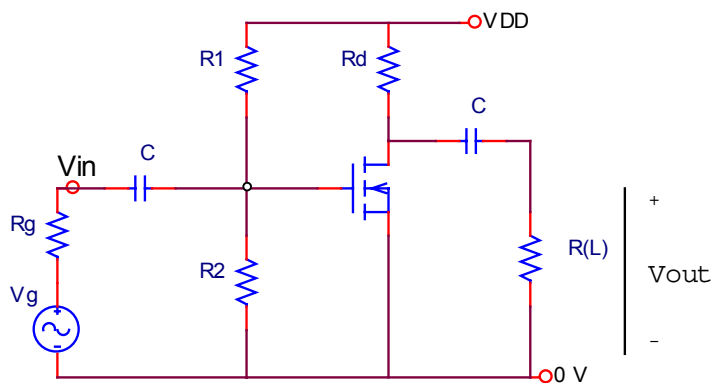
N-kanaltransistorn har  $(KP)_n = 60 \text{ } \mu\text{A/V}^2$ ,  $V_{t0n} = 1,0 \text{ V}$  och  $\lambda_n = 0$ .

P-kanaltransistorn har  $(KP)_p = 30 \text{ } \mu\text{A/V}^2$ ,  $V_{t0p} = -1,0 \text{ V}$  och  $\lambda_p = 0$ .

Bestäm förhållandet mellan kanalbredd och kanallängd ( $W/L$ ) för både N- och P-kanaltransistorn då N-kanaltransistorn skall kunna belastas med  $I_{OL} = 1,2 \text{ mA}$  då  $V_{OL} = 0,8 \text{ V}$  (nolla på utgången) och P-kanaltransistorn med  $I_{OH} = -100 \text{ } \mu\text{A}$  då  $V_{OH} = 3,0 \text{ V}$  vid etta på utgången. Inverterarens inspänning är antingen  $0 \text{ V}$  eller  $5 \text{ V}$  (etta).

5. (4p)

Bestäm spänningsförstärkningen  $V_{out}/V_g$  för förstärkarsteget nedan.  $R_L$  är stegets last,  $R_g$  är signalgeneratorns inre resistans och kondensatorerna antas vara stora. Transistordata:  $V_{t0} = 1,5 \text{ V}$ ,  $KP = 0,12 \text{ mA/V}^2$ ,  $W/L = 20$ ,  $I_{DQ} = 2,0 \text{ mA}$ ,  $\lambda \cong 0$  och  $r_d = 40 \text{ kohm}$ . Beräkna även stegets in- och utresistans.



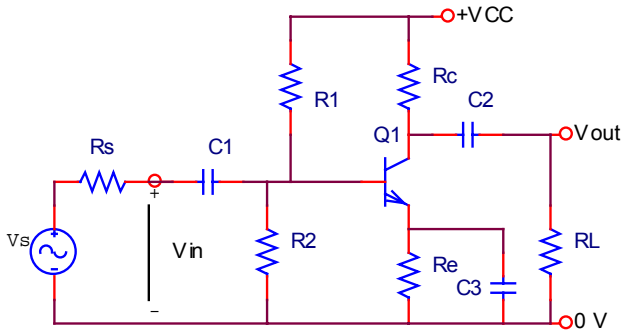
$V_{DD} = 15 \text{ V}$   
 $R_1 = 1,0 \text{ Mohm}$   
 $R_d = 4,0 \text{ kohm}$   
 $R_L = 10 \text{ kom}$   
 $R_g = 120 \text{ kohm}$

6. (4p)

a) Bestäm transistorens vilopunkt  $I_{CQ}$  och  $V_{CEQ}$ .

b) Beräkna förstärkarstegets effektförstärkning.  $R_L$  är lasten och  $R_s$  är signalkällans inre resistans.

Kondensatorerna antas vara stora.



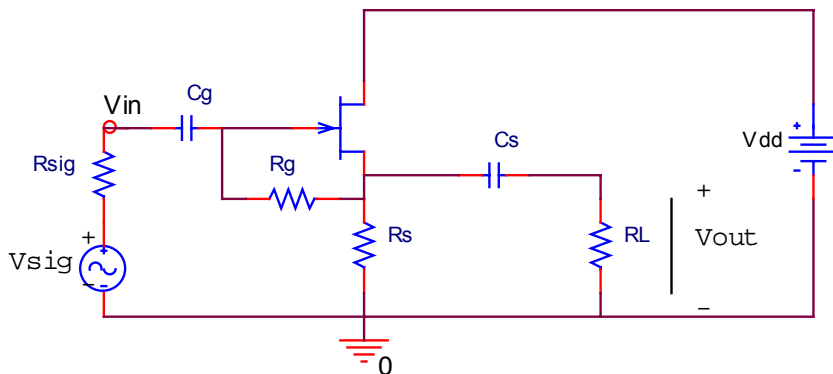
- $R_L = 10 \text{ kohm}$
- $R_e = 0,75 \text{ kohm}$
- $R_c = 3,0 \text{ kohm}$
- $R_1 = 100 \text{ kohm}$
- $R_2 = 25 \text{ kohm}$
- $R_s = 2,0 \text{ kohm}$
- $\beta = 250$
- $V_T = 0,026 \text{ V}$
- $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$
- $V_{CC} = 15 \text{ V}$
- $r_o = 100 \text{ kohm}$

7. (4p)

a) Rita det ekvivalenta småsignalschemat (kondensatorerna anses stora) för förstärkarsteget.

b) Bestäm med hjälp av det ekvivalenta småsignalschemat in- och utresistansen och effektförstärkningen för förstärkarsteget nedan.  $R_L$  är stegets last och kondensatorerna antas vara stora.

Transistordata:  $V_{t0} = -2,4 \text{ V}$ ,  $I_{DSS} = 12 \text{ mA}$ ,  $\lambda \cong 0$  och  $r_d = 50 \text{ kohm}$ .



- $V_{DD} = 15 \text{ V}$
- $R_{sig} = 0,5 \text{ Mohm}$
- $R_g = 1,0 \text{ Mohm}$
- $R_d = 5,0 \text{ kohm}$
- $R_L = 1 \text{ kohm}$
- $R_s = 820 \text{ ohm}$

8. (4p)

Bestäm  $I_{out}$  uttryckt i  $V_{in}$  och kopplingens resistanser. OP:n antas ideal.  $R_L$  är förstärkarens last.

