

ELEKTROTEKNIK

MASKINKONSTRUKTION

KTH

Inlämningstid

Kl:

## TENTAMENSUPPGIFTER I ELEKTROTEKNIK MED SVAR

Elektroteknik för MEDIA och CL, MF1035

2013-05-23

09:00-13:00

Du får lämna salen tidigast 1 timme efter tentamensstart.

*Du får, som hjälpmedel, använda räknedosa, kursens läroböcker (utan andra anteckningar än understrykningar och korta kommentarer) samt Elfymatabell eller liknande. Övningshäften, lab-PM, anteckningar etc är inte tillåtna.*

*ALTERNATIVT läroböckerna får ett eget formelblad användas, A4, med valfri information.*

Lösningar läggs ut på kurshemsidan kl 13:00.

Tentamensresultatet finns på "Mina sidor" den 2013-06-13.

Efternamn, förnamn (texta)
Namn-teckning
Personnummer

**OBS! Inga lösblad får användas. Alla svar ska göras i tentamenshäftet.**

**Räkna först på kladdpapper och för sedan in svaret samt så mycket av resonemanget att man vid rättning kan följa Dina tankegångar.**

**Svar utan motivering ger poängavdrag. (Gäller ej flervals- och kryssfrågor).**

**Vid behov kan Du skriva på baksidan.**

1	2	3	4	5	6	7	8

$\Sigma$ Poäng

1(2p) En likspänningskälla matar en krets enligt figuren.

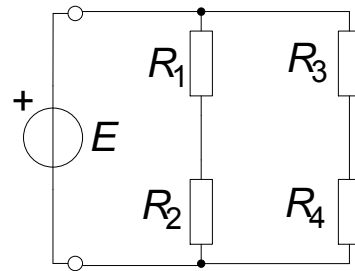
$$E = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = R_4 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 2 \text{ k}\Omega$$

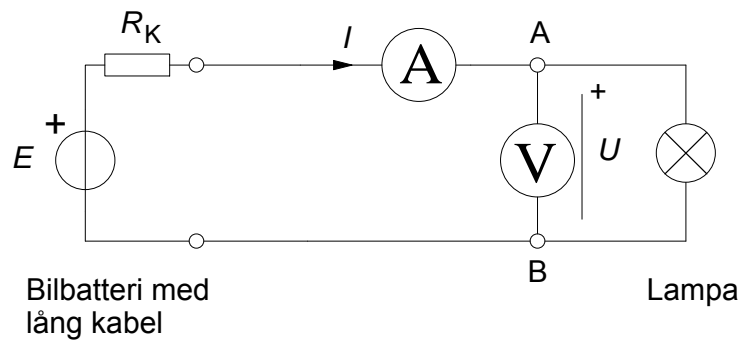
Beräkna:

- Beräkna Stömmen genom  $R_1$ .
- Beräkna Stömmen genom  $R_3$ .
- Beräkna kretsens resulterande resistans.
- Beräkna den totala effektutvecklingen i kretsen.



2(2p)

En lampa matas från ett bilbatteri. Batteriet och kabeln utgör tillsammans en spänningskälla, med uttagen (polerna) A och B. Denna källa kan ersättas av en ekvivalent krets, bestående av en ideal spänningskälla  $E$  i serie med en resistans  $R_K$ . Två mätningar gjordes. Först kopplades lampan bort och då avlästes 12,5 V på voltmeteren. Sedan anslöt man lampan och läste av 11,5 V och 10,0 A på volt- respektive amperemetern.



- Beräkna  $E$  och  $R_K$ . Instrumentens inverkan på kretsen får försummas.
- Hur stor skulle strömmen bli om man råkade kortsluta (dvs direkt förbinda) A och B?

3(2p) En spole kan ses som en resistor i serie med en induktans.

Då spolen ansluts till 24 V likspänning, uppmäts strömmen 0,12 A.

Då spolen ansluts till 230 V, 50 Hz växelspanning uppmäts strömmen 0,2 A.

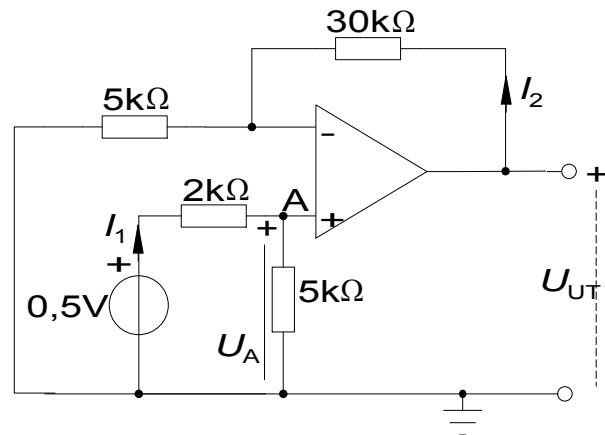
- Beräkna spolens resistans.
- Beräkna spolens induktans.
- Beräkna fasvinkeln mellan spänning och ström, då spolen matas med 230V, 50Hz.
- Beräkna effektutveckling i spolen då den matas med 230 V, 50 Hz.

4(2p)

Figuren visar en OP-förstärkoppling.

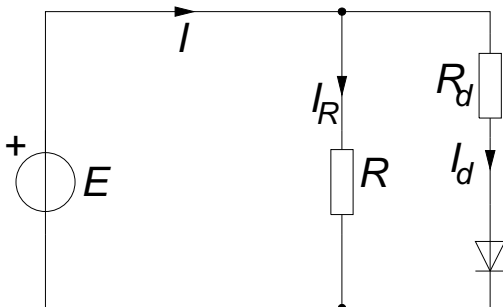
OP-förstärkaren kan betraktas som ideal.

- Beräkna strömmen  $I_1$
- Beräkna spänningen  $U_A$  mellan A (+ingången) och jord.
- Beräkna strömmen  $I_2$
- Beräkna spänningen  $U_{UT}$ .



5(2p)

Dioden har framspänningsfallet  $0,7\text{ V}$ .  $R = 20\Omega$  och  $R_d = 15\Omega$ .



- Beräkna  $I$  då  $E = 2,8\text{ V}$
- Beräkna  $I$  då spänningskällan är inkopplad med motsatt polaritet,  $E = -2,8\text{ V}$

6(1p)

I ett projekt ska man använda en lysdiod ansluten till en mikrokontroller.

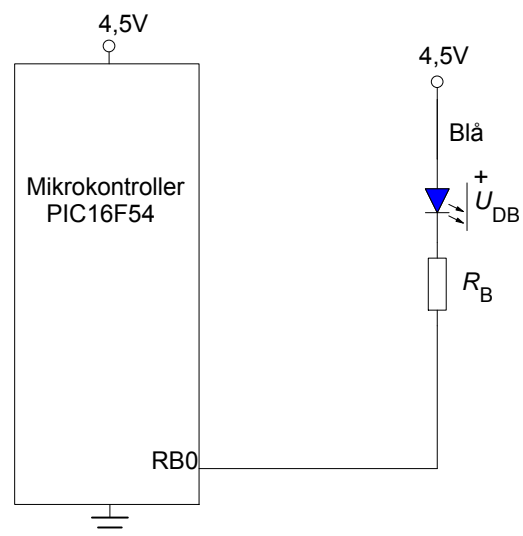
För att kontrollera att kopplingen inte ger för hög effektutveckling i den valda mikrokontrollern (PIC16F54) genomför man en värstafallet effektberäkning.

RB0 är en av mikrokontrollerns portpinnar.

För dioderna gäller:

$U_{DB} = 3\text{ V}$  och  $R_B = 110\Omega$ .

För Mikrokontrollern gäller enligt dess datablad:



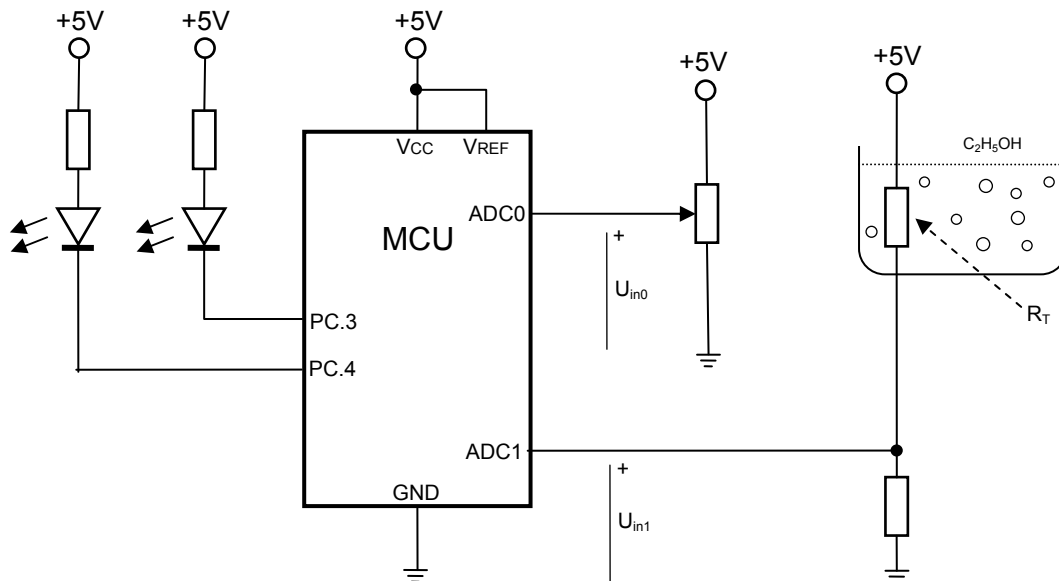
VOL	<b>Output Low Voltage</b>					
	I/O ports	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 8.5 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5 \text{ V}$
	OSC2/CLKOUT (RC mode)	—	—	0.6	V	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5 \text{ V}$
VOH	<b>Output High Voltage<sup>(2)</sup></b>					
	I/O ports <sup>(2)</sup>	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -3.0 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5 \text{ V}$
	OSC2/CLKOUT (RC mode)	$V_{DD} - 0.7$	—	—	V	$I_{OH} = -1.3 \text{ mA}$ , $V_{DD} = 4.5 \text{ V}$

På ett annat ställe i databladet står att Supply Current är max 7,0 mA vid den aktuella oscillatorfrekvensen och matningsspänning. (Den ström som mikrokontrollern behöver för att arbeta.)

a) Beräkna strömmen genom lysdioden.

b) Beräkna effektutvecklingen i lysdioden.

7(2p) En potentiometer ställs in på ett värde som motsvarar en önskad temperatur i en tank med vätska. Temperaturen mäts med ett temperaturberoende motstånd.



Skriv ett program för MET-kontrollern som kontinuerligt läser av A/D-omvandlarens kanaler 0 och 1 och redovisar deras amplitudförhållande enligt följande:

Om kanal 0 har störst värde skall enbart lysdioden kopplad till pc.3 lysa.

Om kanal 1 har störst värde skallenbart lysdioden kopplad till pc.4 lysa.

Om kanalerna har samma värde skall båda lysdioderna lysa.

Använd programskelettet nedan:

```
#include <gnu_met3.h>
void main(void)
{

while(1)
{

}

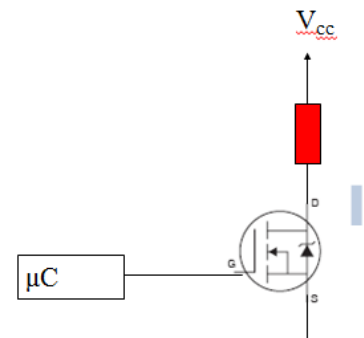
}
```

8(2p)

En FETtransistor av N-typ BUZ73L styr en resistiv last, denna last är på 5 Ohm. Matningsspänningen till lasten  $V_{cc}$  är 24 V.  $V_{GS}$  som styr transistorn är antingen 0,2 V eller 3,3 V för låg respektive hög nivå. Transistorn skruvas fast på en kylfläns med  $R_{\theta SA} = 10 \text{ K/W}$ . Termiska resistansen mellan transistor och kylfläns kan försummas. Transistorn sitter i rumstemperatur, dock kan en viss temperaturgradient uppstå invid transistorn. Anta omgivningstemperaturen, förslagsvis  $30^\circ$ .

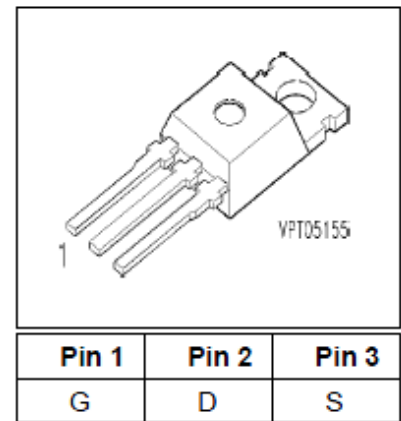
Skiss av koppling.

- Vilken resistans  $R_{DSon}$  antar transistorn vid hög insignal till transistorn? (Motivering krävs)
- Vilken förlusteffekt utvecklas i transistorn?
- Vilken temperatur kommer substratet (chippet eller die) i transistorn att anta?
- Kommer transistorn att hålla?



**SIPMOS® Power Transistor**

- N channel
- Enhancement mode
- Avalanche-rated



Type	$V_{DS}$	$I_D$	$R_{DS(on)}$	Package	Ordering Code
BUZ 73	200 V	7 A	0.4 $\Omega$	TO-220 AB	C67078-S1317-A2

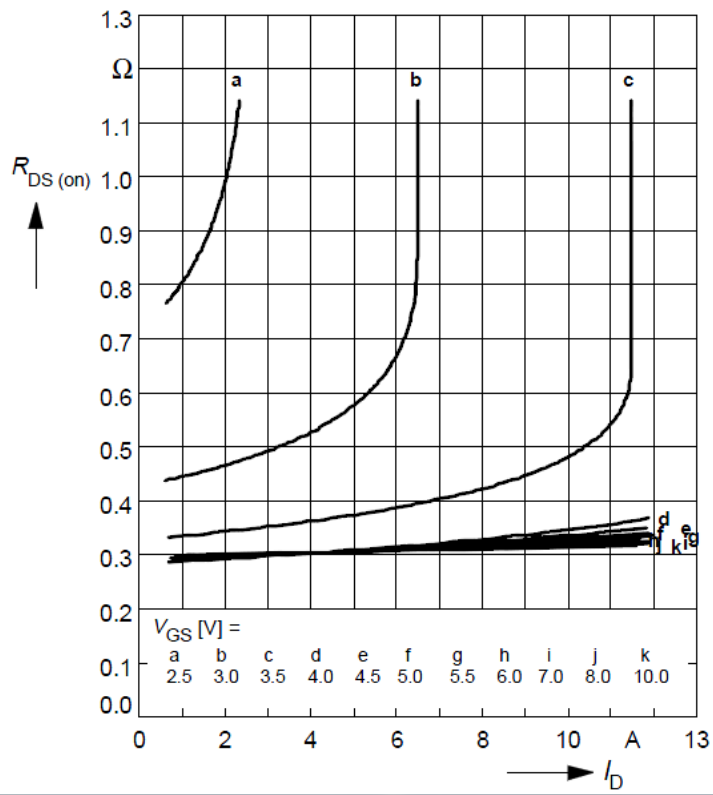
**Maximum Ratings**

Parameter	Symbol	Values	Unit
Continuous drain current $T_C = 28\text{ }^\circ\text{C}$	$I_D$	7	A
Pulsed drain current $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	$I_{Dpuls}$	28	
Avalanche current, limited by $T_{jmax}$	$I_{AR}$	7	
Avalanche energy, periodic limited by $T_{jmax}$	$E_{AR}$	6.5	mJ
Avalanche energy, single pulse $I_D = 7\text{ A}$ , $V_{DD} = 50\text{ V}$ , $R_{GS} = 25\text{ }\Omega$ $L = 3.67\text{ mH}$ , $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	$E_{AS}$	120	
Gate source voltage	$V_{GS}$	$\pm 20$	V
Power dissipation $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$	$P_{tot}$	40	W
Operating temperature	$T_j$	-55 ... + 150	$^\circ\text{C}$
Storage temperature	$T_{stg}$	-55 ... + 150	
Thermal resistance, chip case	$R_{thJC}$	$\leq 3.1$	K/W
Thermal resistance, chip to ambient	$R_{thJA}$	75	

### Typ. drain-source on-resistance

$$R_{DS(on)} = f(I_D)$$

parameter:  $V_{GS}$



LÖSNINGAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK FÖR MEDIA OCH CL,  
MF1035

1(2p) 2013-05-23

$$a) I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = 1mA$$

$$b) I_2 = \frac{E}{R_3 + R_4} = 1mA$$

c) Totala strömmen från  $E$  blir  $I = I_1 + I_3 = 2mA$

Resultande resistansen blir:  $R = \frac{E}{I} = 6k\Omega$

d) Effekten som tillförs kretsen utvecklas i kretsen:  $P = E \cdot I = 24mW$

2(2p)

a) Kirchhoffs spänningslag ger  $E - R_K I - U = 0$  eller  $U = E - R_K I$

Mätning 1. Lampan bortkopplad.

$I = 0$  och  $E = U = 12,5 V$ . Alltså är den sökta  $E = 12,5 V$

Mätning 2. Lampan ansluten.

$I = 10,0 A$  och  $U = 11,5 V$ . Insättning i ovanstående ekvation ger:

$$11,5 = 12,5 - R_K \cdot 10, \text{ dvs } R_K = 1,0/10 = 0,1\Omega$$

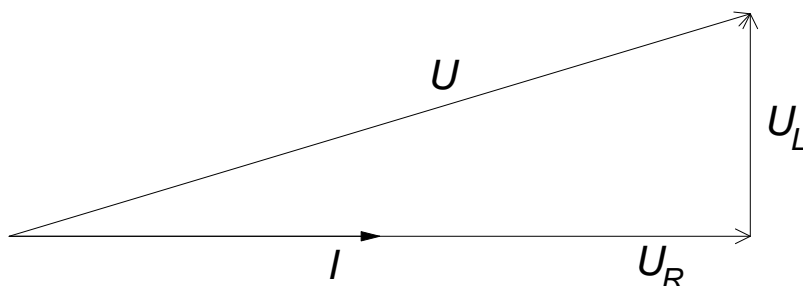
b) Vid en kortslutning blir  $U = 0$  och kortslutningsströmmen blir alltså  $I = E/R_K = 12,5/0,1 = 125 A$

3(2p)

a) Vid likström gäller att spänningen över  $L$  är noll ( $u_L = L \frac{di}{dt} = 0$  ty  $i = I$  som är konstant) och att hela spänningen ligger över  $R$ .

$$R = \frac{24V}{0,12A} = 200\Omega$$

b) Vid växelström gäller följande visardiagram





Lämpligt att välja den gemensamma storheten, i detta fall  $I$  eftersom det är en seriekrets, som riktfas (vinkel noll).

$$\underline{U} = R \cdot I + j\omega L \cdot I = U_R + jU_L \text{ inget streck under strömmen då den är reell.}$$

Beloppet av båda led och kvadrering ger:

$$U^2 = (R \cdot I)^2 + (\omega L \cdot I)^2$$

$$\text{Vi löser ut reaktansen: } \omega L = \frac{\sqrt{U^2 - (R \cdot I)^2}}{I} = \frac{\sqrt{230^2 - (200 \cdot 0,2)^2}}{0,2A} V = 1132\Omega$$

$$L = \frac{\omega L}{\omega} = \frac{1132\Omega}{100\pi \text{ rad/s}} = 3,6H$$

$$\text{Vinkeln mellan spänning och ström } \varphi = a \tan\left(\frac{U_L}{U_R}\right) = a \tan\left(\frac{\omega L}{R}\right) = a \tan\left(\frac{1132}{200}\right) = 80^\circ$$

(ser inte ut så i figuren)

$$\text{d) } P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = U_R \cdot I = R \cdot I \cdot I = 200 \cdot 0,2^2 W = 8W$$

4(2p)

a) Förstärkarkopplingen utgörs av en icke-inverterande koppling med spänningsdelning på A-ingången (+ingången).

) För strömmen  $I_1$  gäller:

$$0,5 = I_1 \cdot (2000 + 5000) \Rightarrow I_1 = \frac{0,5}{7000} = 0,07 \text{ mA}$$

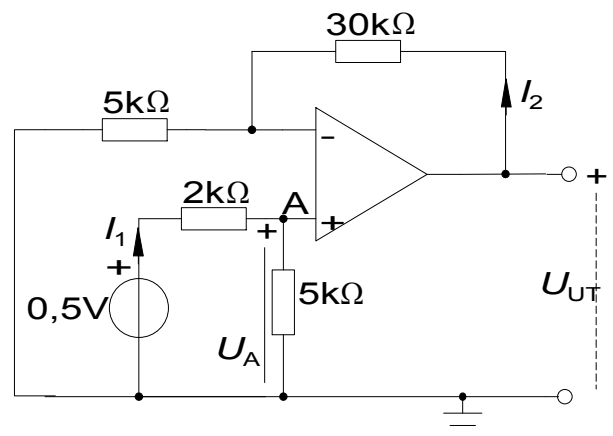
$$\text{b) } U_A = 5000 \cdot 0,07 \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ V}$$

c) Kirchhoffs spänningslag:

$$U_A - 0 - 5000 \cdot I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{0,36}{5000} A = 0,07 \text{ mA}$$

d) Kirchhoffs spänningslag:

$$U_{UT} - 30000 \cdot I_2 - 5000 \cdot I_2 = 0 \Rightarrow U_{UT} = 35000 \cdot 0,07 \cdot 10^{-3} V = 2,5V$$



$$\text{5(2p) a) } I_R = \frac{E}{R} = \frac{2,8V}{20\Omega} = 0,14A \quad I_d = \frac{E - 0,7V}{R_d} = \frac{2,8V - 0,7V}{15\Omega} = 0,14A$$

$$I = I_R + I_d = 0,14A + 0,14A = 0,28A$$

$$\text{b) } I_R = \frac{E}{R} = \frac{-2,8V}{20\Omega} = -0,14A \quad I_d = 0A$$

$$I = I_R + I_d = -0,14A + 0A = -0,14A$$

6(1p) a) Kirchhoffs spänningslag ger:

$$E - I \cdot R_G - U_{DG} - 0,6 = 0 \rightarrow I = \frac{E - U_{DB} - 0,6}{R_B} = \frac{4,5 - 3,0 - 0,6}{110} = 8,182 \text{ mA}$$

b)  $P_{Diod} = 3 \cdot 8,182 = 24 \text{ mW}$

7(2p)

```
#include <gnu_met3.h>           // Infogar bibliotek med kommandon
                                // och funktioner

void main(void)                // Själva programslingan
{
    int pot, temp;             // Deklaration av variablerna
                                // pot och temp

    init_met();

    while(1)                   // Evighetsloop!
    {
        pot = GET_AD(0);
        temp = GET_AD(1);

        if(pot > temp)
        {
            CLR_BIT(pc, 3);
            SET_BIT(pc, 4);
        }
        if(temp > pot)
        {
            SET_BIT(pc, 3);
            CLR_BIT(pc, 4);
        }
        if(temp == pot)
        {
            CLR_BIT(pc, 3);
            CLR_BIT(pc, 4);
        }
    }
} // Programslingans slut
```

8(2p) a)

Resistans antas ligga på sin lägsta nivå, detta för att kunna räkna ut en c:aström

$$I_{Dca} = 24/5+0,3 = 4,5 \text{ A}$$

Mha denna ström läses ett mer riktigt motståndsvärde ut ur diagram.

$$\Rightarrow R_{Dson} = 0,45 \text{ Ohm}$$

$$I_{D\text{verklig}} = 24/5 + 0,45 = 4,4 \text{ A}$$

b)

$$P_f = 0,45 * 4,4^2 = 8,7 \text{ W}$$

c)

$$T_j = P_f(3,1+10) + T_a = 8,7(13,1) + 30^\circ = 144^\circ. \text{ Här är } 30^\circ \text{ är antagen omgivningstemp.}$$

d)

Ja, med nöd och näppe... då tillåten temp för substrat är  $150^\circ$ . Högre  $V_{GS}$  bör övervägas.