

ELEKTROTEKNIK
MASKINKONSTRUKTION
KTH

TENTAMENSUPPGIFTER I ELEKTROTEKNIK

Elektroteknik för MEDIA och CL, MF1035

19/8-2019 08.00-12.00

Du får lämna salen tidigast 1 timme efter tentamensstart.

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

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

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.

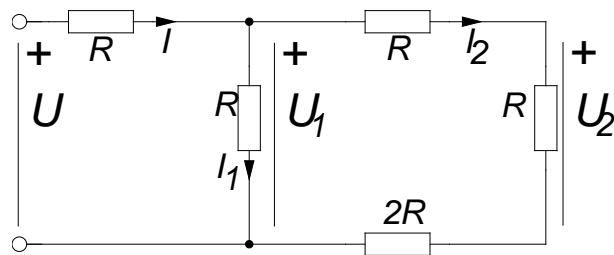
Svar utan motivering ger poängavdrag. (Gäller ej flervals- och kryssfrågor).

Vid behov kan Du skriva på baksidan.

OBS! Skriv ditt personnummer på varje blad.

Lösningar läggs ut på kursens hemsida 14.00

Uppgift: 1(2)



I kretsen ovan är $U = 18 \text{ V}$ och $R = 25 \Omega$.

a) Beräkna totala resistansen R_{tot} mellan kretsens två anslutningspunkter.

b) Beräkna strömmen I_2 .

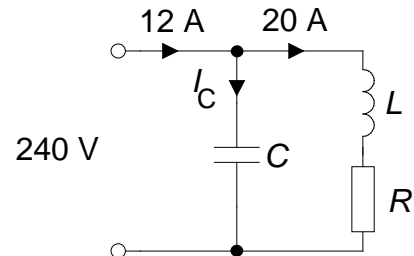
c) Beräkna spänningen U_1 .

d) Beräkna spänningen U_2 .

Uppgift: 2(2)

En elektrisk ugn hade i princip det kopplingsschema som visas här. Man ville bestämma R , L , C och tänkte därför mäta de tre strömmarna och den matande spänningen. Man hade tillgång till endast en sk tångamperemeter och med den kom man inte åt att mäta I_C . Man hade emellertid en wattmeter och kunde mäta den tillförda effekten, som visade sig vara 2880 W. Frekvensen är 50Hz.

a) Beräkna ugnens impedans.



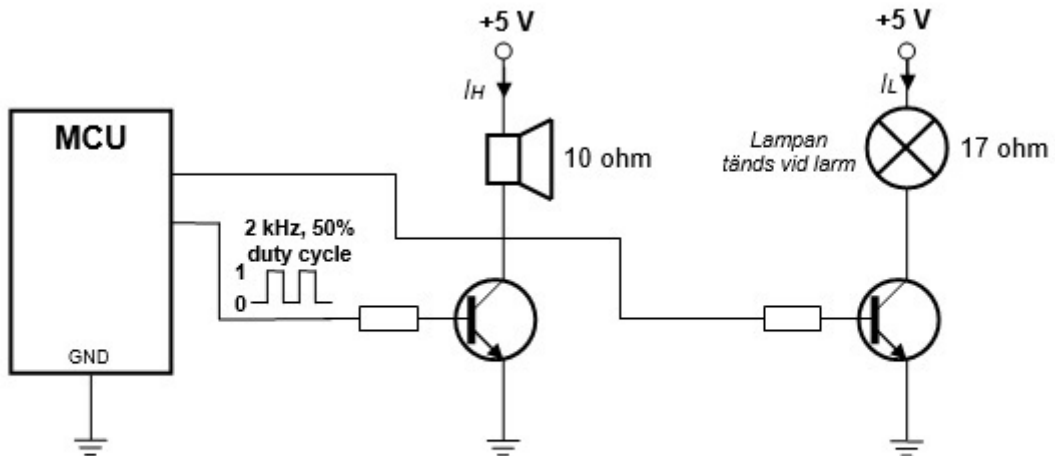
b) Beräkna RL grenens impedans (den högra grenens impedans).

c) Beräkna R .

d) Beräkna L .

Uppgift: 3(1)

En larmkrets består av en mikrokontroller som styr två laster enligt bilden. Ena lasten är en högtalare och den andra är en lampa.

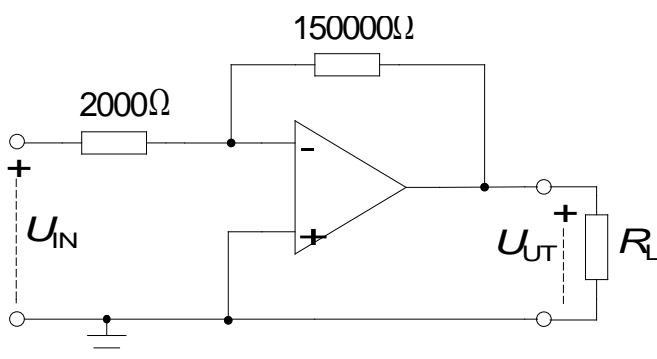


Antag att transistorerna är ideala switchar, dvs utan spänningsfall.

a) Bestäm larmkretsens medelströmförbrukning. Bortse från MCU:ns egenförbrukning och beräkna endast summan av lasternas medelströmmar, då larmet går.

Uppgift: 4(2)

En OP-förstärkare uppges ha $U_{CN} = \pm 12\text{ V}$ och $I_{CN} = \pm 5\text{ mA}$. För övrigt kan den anses vara helt ideal. Se figuren nedan. Man belastar utgången med ett motstånd (R_L) på $500\ \Omega$.



a) Vilken signalförstärkning får kretsen ?

Svar:

b) Man låter insignalen (U_{IN}) vara 0,01 V. Hur stor är spänningen U_{UT} ?

Svar:

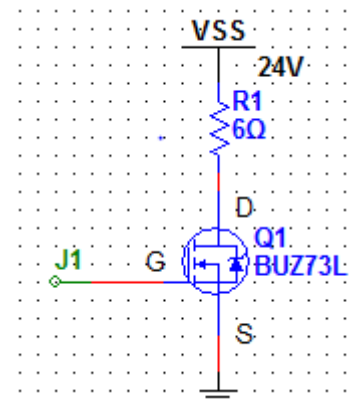
c) Beräkna det värde på insignalen (U_{IN}) vid vilket OP-förstärkaren når gränsen för sitt linjära område.

Svar:

Uppgift: 5(2)

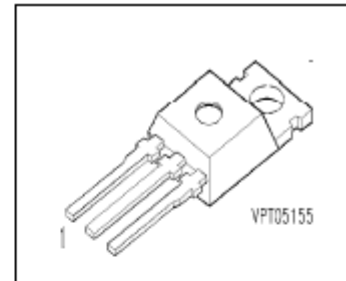
En resistiv last drivs med hjälp av en transistor av typen BUZ73L, se vidstående figur. Omgivningstemperaturen är 40° C. Gatepinnen ges en spänning av 3 V

a) Hur stor blir strömmen in på drainpinnen?



b) Vilken termisk resistans skall en kylfläns ha för att substratet (chip på engelska, vanligen indexerad j) ej skall bli överhettat? (Du kan anta att kylflänsen sitter monterad direkt mot transistorn utan termisk resistans).

- N channel
- Enhancement mode
- Avalanche-rated
- Logic Level



Pin 1	Pin 2	Pin 3
G	D	S

Type	V _{DS}	I _D	R _{DS(on)}	Package	Ordering Code
BUZ 73 L	200 V	7 A	0.4 Ω	TO-220 AB	C67078-S1328-A2

Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Values	Unit
Continuous drain current T _C = 28 °C	I _D	7	A
Pulsed drain current T _C = 25 °C	I _{Dpuls}	28	A
Avalanche current, limited by T _{Jmax}	I _{AR}	7	A
Avalanche energy, periodic limited by T _{Jmax}	E _{AR}	6.5	mJ
Avalanche energy, single pulse I _D = 7 A, V _{DD} = 50 V, R _{GS} = 25 Ω L = 3.67 mH, T _J = 25 °C	E _{AS}	120	mJ
Gate source voltage	V _{GS}	± 20	V
ESD-Sensitivity HBM as per MIL-STD 883		Class 1	
Power dissipation T _C = 25 °C	P _{tot}	40	W
Operating temperature	T _J	-55 ... + 150	°C
Storage temperature	T _{stg}	-55 ... + 150	°C
Thermal resistance, chip case	R _{thJC}	≤ 3.1	K/W
Thermal resistance, chip to ambient	R _{th,IA}	75	K/W



BUZ 73L

Electrical Characteristics, at T_J = 25°C, unless otherwise specified

Parameter	Symbol	Values			Unit
		min.	typ.	max.	

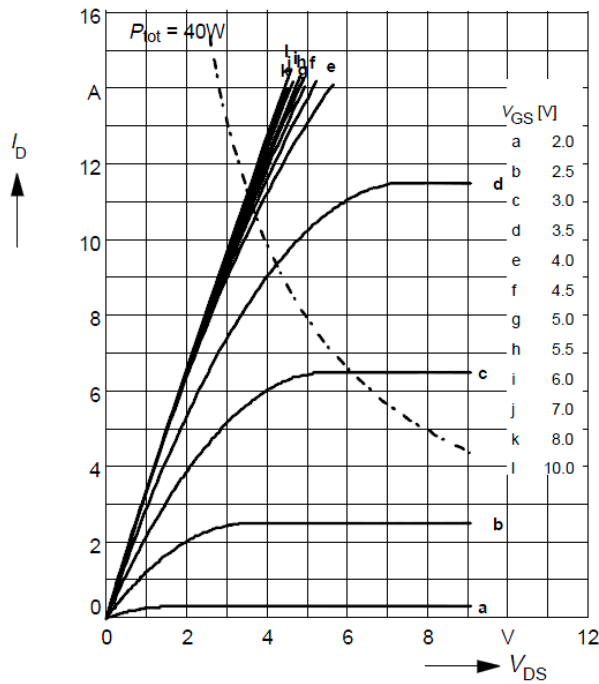
Static Characteristics

Drain-source breakdown voltage V _{GS} = 0 V, I _D = 0.25 mA, T _J = 25 °C	V _{(BR)DSS}	200	-	-	V
Gate threshold voltage V _{GS} = V _{DS} , I _D = 1 mA	V _{GS(th)}	1.2	1.6	2	
Zero gate voltage drain current V _{DS} = 200 V, V _{GS} = 0 V, T _J = 25 °C V _{DS} = 200 V, V _{GS} = 0 V, T _J = 125 °C	I _{DSS}	-	0.1 10	1 100	μA
Gate-source leakage current V _{GS} = 20 V, V _{DS} = 0 V	I _{GSS}	-	10	100	nA
Drain-Source on-resistance V _{GS} = 5 V, I _D = 3.5 A	R _{DS(on)}	-	0.3	0.4	Ω

Typ. output characteristics

$I_D = f(V_{DS})$

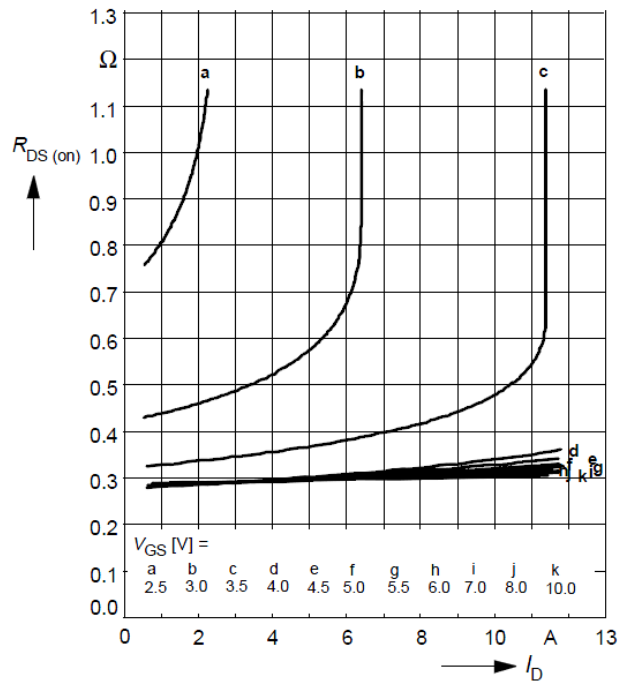
parameter: $t_p = 80 \mu s$



Typ. drain-source on-resistance

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

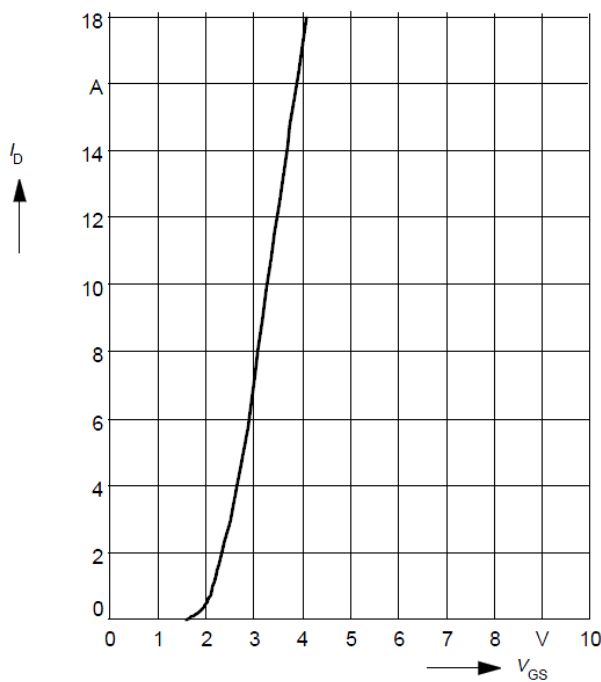
parameter: V_{GS}



Typ. transfer characteristics $I_D = f(V_{GS})$

parameter: $t_p = 80 \mu s$

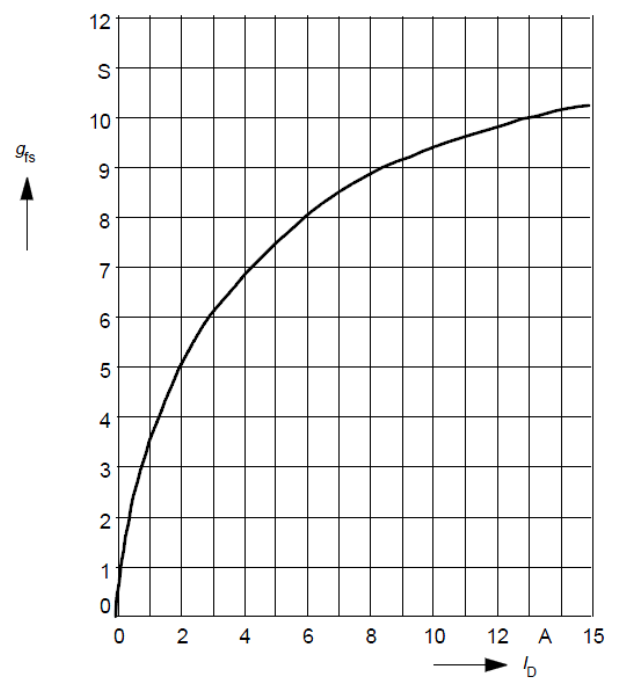
$V_{DS} \geq 2 \times I_D \times R_{DS(on)max}$



Typ. forward transconductance $g_{fs} = f(I_D)$

parameter: $t_p = 80 \mu s$,

$V_{DS} \geq 2 \times I_D \times R_{DS(on)max}$



Uppgift: 6(2)

En permanentmagnetiserad likströmsmotor matas med spänningen 230V.

Tomgångsvarvtalet är då 2400 varv/ minut.

När motorn belastas med momentet M , sjunker varvtalet till 2000 varv/ minut samtidigt som strömmen genom motorn blir 10A.

a) Beräkna spänningskonstanten $K_2\Phi$.

b) Beräkna motorns ankarresistans.

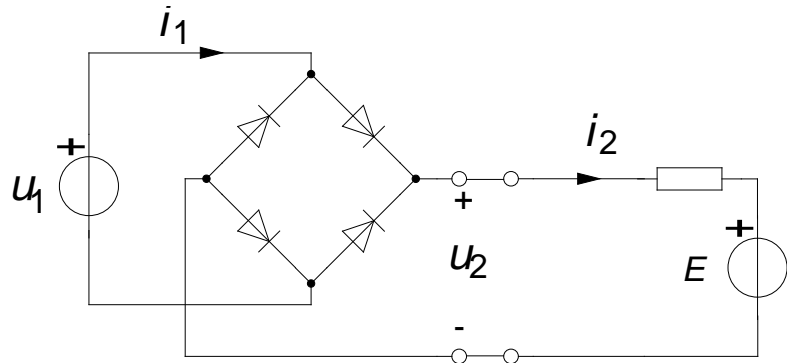
c) Beräkna momentet M

d) Beräkna den mekaniska axeleffekten

Uppgift: 7(2)

Till en likriktarbrygga är ett batteri anslutet. Batteriets EMK E är 12 V och dess inre resistans är $0,1 \Omega$. U_1 är en växelspänning med effektivvärdet 12 V.

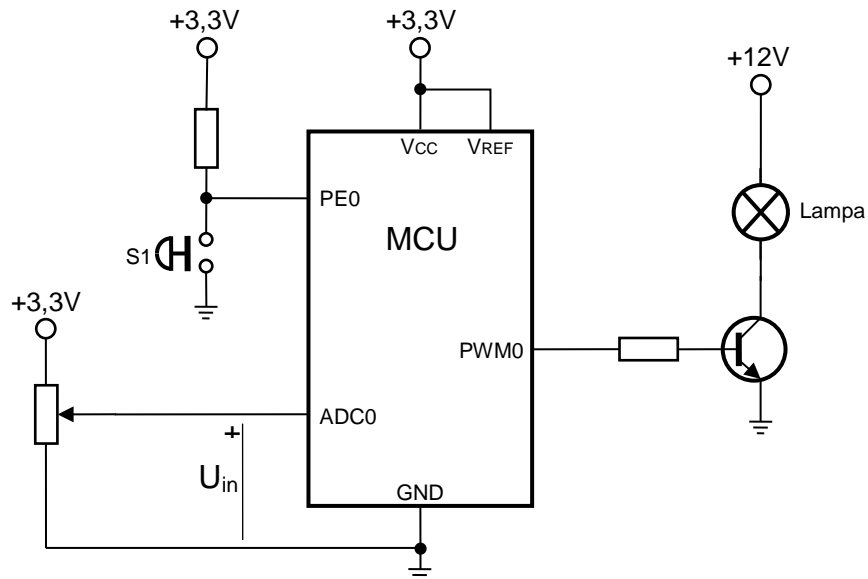
- a) Vid en tidpunkt är momentanvärdet $u_1 = 10$ V. Beräkna, vid detta tillfälle, momentanvärdena av i_1 och i_2 .



- b) Vid ett annat tillfälle är momentanvärdet $u_1 = -14$ V. Beräkna nu momentanvärdena av i_1 och i_2 .

Uppgift: 8(2)

Bosse tyckte att Mikro-labben var rolig och lärorik och bygger därför en datoriserad styrning av lampan på utedasset, vid hans sommarstuga.



Därefter skriver han ett program för att styra lampan så att den tänds då S1 trycks in och lyser under en tid som bestäms av läget på vridpotentiometern som är kopplad till ADC0 (10-bitars AD-omvandlare, $V_{REF}=3,3\text{ V}$).

Då denna tid förflutit börjar ljuset rampas ner, bara för att det är så coolt.

Analysera programmet på nästa sida och besvara sedan nedanstående frågor.

- Vilken är den längsta tid, i minuter, som man kan ställa in med vridpotentiometern?
- Under hur lång tid pågår nedrampningsfasen?
- Vad händer om man behöver mer tid på sig, när nedrampningen startar, och därför trycker frenetiskt på S1? Motivera.

```
/* Program dasslampe by Bosse */
#include "mik.h"
#define off 0
#define on 1
#define ramp 2

int main(void)
{
    int s1, state, time, duty_cycle, i;

    init_mik();
    init_pin( pe0, "in" );

    state = off;

    while (1)
    {
        s1 = GET_BIT(pe0);
        switch (state)
        {
            case off :
                if (s1 == 0)
                {
                    time = GET_AD(0);
                    duty_cycle = 100;
                    PWM0(duty_cycle);
                    state = on;
                }
                break;

            case on :
                for (i=0; i<time; i=i+1)
                {
                    Delay(1000);
                }
                state = ramp;
                break;

            case ramp :
                Delay(125);
                duty_cycle = duty_cycle - 1;
                PWM0(duty_cycle);
                if (duty_cycle == 0)
                {
                    state = off;
                }
                break;
        }
    }
}
```

SVAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK Elektroteknik för MEDIA och CL,
MF1035 19/8-2019

Uppgift: 1(2)

****SVAR***

$$a) R_{tot} = R + \frac{4R \cdot R}{4R + R} = R + \frac{4}{5}R \Rightarrow R_{tot} = 25\Omega + 20\Omega = 45\Omega$$

$$b) I = \frac{U}{R_{tot}} = \frac{18}{45} = 0,4A \quad U_1 = I \cdot \frac{4}{5}R = 0,4\Omega \cdot 20A = 8V$$

$$I_2 = \frac{U_1}{4R} = \frac{8V}{4 \cdot 25\Omega} = 0,08A$$

c) se b) 8V

$$d) U_2 = I_2 \cdot R = 0,08A \cdot 25\Omega = 2V$$

Uppgift: 2(2)

$$a) Z = \frac{240V}{12A} = 20\Omega$$

$$b) Z_{RL} = \frac{240V}{20A} = 12\Omega$$

Strömmen genom resistansen är 20 A och effekten är 2880 W. Enligt $P = RI^2$ får vi

$$R = \frac{2880}{20^2} = 7,2\Omega.$$

$$c) \text{ Den högra grenens impedans är } Z_{RL} = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \Rightarrow 12^2 = 7,2^2 + (\omega L)^2.$$

dvs $2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot L = 9,6\Omega$ och $L = 31 \text{ mH}$.

Uppgift: 3(2)

```
variant = 1;
var svar_upper = new Array();
var svar_lower = new Array();
// Itot = 0.544A
svar_upper[0] = 0.5442;
svar_lower[0] = 0.54;
// Approx 4.3*C/W
svar_upper[1] = 4.31;
svar_lower[1] = 4.254;
```

```
function markQuestion(answers) {
var insvar;
```

Svaren

```

// Summering av poäng
var points = 0;
for (var i=0;i<answers.length; i++) {
  strans = new String(answers[i]);           // Reads the first answer
  into a string variable
  strans = strans.replace(/^s+/g, '');       // Removes spaces at the
beginning of the string
  strans = strans.replace(/\s+$/g, '');     // Removes spaces at the end
of the string
  strans = strans.replace(/,/g, '.');       // Replaces comma (,) with a
dot (.)
  insvar = parseFloat(strans);
  if ( insvar>=svar_lower[i] & insvar<=svar_upper[i] ) {
    PP.scoreAlternative(i,1);
  }
}
}

```

Uppgift: 4(1)

- a) $F_s = 150000/2000 = 75$
 b) Med en insignal på 0,01 V och en signalförstärkning på 75 ggr borde utspänningen (U_{UT}) vara $0,01 \cdot 75 = -0,75V$.

Vi kontrollerar U_{CN} och I_{CN} : $-0,75V$ ligger mellan $-12V$ och $12V$ OK

Genom lastmotståndet går strömmen $\frac{U_{UT}}{R_L} = \frac{-0,75}{500} = -1,5 mA$ som ligger mellan -5

mA och 5 mA OK. (Vi försummar strömmen genom återkopplingsmotståndet = $-0,75/150 mA = -5 \mu A$).

- c) Med en utsignal $U_{CN} = \pm 12V$ blir strömmen genom lastmotståndet

$$\left| \frac{U_{UT}}{R_L} \right| = \frac{12}{500} = 24 mA \text{ vilken överskrider } I_{CN} \text{-värdet.}$$

Strömmen blir då $-5mA$ och därmed $U_{UT} = \frac{-5}{1000} 500 = -2,5V$.

Med en signalförstärkning på 75 ggr blir inspänningen $U_{TIN} = \frac{-2,5}{-75} = 33mV$.

(Vi försummar strömmen genom återkopplingsmotståndet)

Uppgift: 5(2)

- a) Då lasten på 6Ω är inkopplad ligger förhoppningsvis nästan hela spänningen på 24 V över lasten. Detta skall dock kontrolleras. Strömmen I_D blir då lite lägre än $24/6 = 4A$. I diagrammet "drain source on-resistance" finns ett antal kurvor för olika V_{GS} .

Svaren

Om vi går in på I_D axeln läser vi av olika R_{dson} beroende på vilken V_{GS} kurva vi väljer. V_{GS} är i detta fall 3 V läs av kurva b detta ger R_{dson} till c:a 0,52 ohm.

Nu kan vi göra en ny beräkning av I_D $24V - 6\Omega \cdot I_D - 0,52\Omega \cdot I_D = 0$ ger $I_D = 3,7$ A.

Noggrannare är svårt att få med tanke på det diagram vi har.

Uppgift: 6(2)

a) För likströmsmotorn gäller: $U_A = R_A \cdot I_A + K_2 \Phi \cdot \omega$

Vid tomgång är $I_A = 0$ som ger: $U_A = K_2 \cdot \Phi \cdot \omega_0$. Med insatta siffervärden:

$$230 = K_2 \Phi \cdot \frac{2400 \cdot 2\pi}{60} \rightarrow K_2 \Phi = \frac{230 \cdot 60}{2400 \cdot 2\pi} = 0,915 \text{Vs/rad}$$

b) Vid varvtalet 2000 rpm gäller: $230 = R_A \cdot 10 + 0,915 \cdot \frac{2000 \cdot 2\pi}{60} \rightarrow R_A = 3,8 \Omega$

c) Momentet $M = K_2 \Phi \cdot I_A$. Med insatta siffervärden: $M = 0,915 \cdot 10 \text{Nm} = 9,2 \text{Nm}$

d) $P = M \cdot \omega = 9,2 \cdot \frac{2000 \cdot 2\pi}{60} \text{W} = 1900 \text{W}$

Uppgift: 7(2)

a) Dioderna spärrar. $i_2 = 0$ A, $i_1 = 0$ A

b) Dioderna bidrar med vardera 0,7V i spänningsfall. Två dioder leder, nedre högra och övre vänstra. $i_2 = \frac{14 - 0,7 - 0,7 - 12}{0,1} = 6 \text{A}$, $i_1 = -i_2 = -6 \text{A}$

Uppgift: 8(2)

a) 17 minuter. time kan maximalt ha värdet 1023 (då ligger potentiometern i övre läget). For-slingan genomlöps då maximalt 1023 ggr och varje gång ökas tiden med $1000 \text{ms} = 1 \text{s}$ tidsfördröjning (Delay(1000)).

b) 12,5 sekunder. Duty_cycle är maximalt 100 och därför blir tiden för rampen maximalt $100 \cdot 125 \text{ms} = 12,5 \text{s}$.

c) Inget händer, utom att lampans nedrampning fortsätter. S1-värdet läses kontinuerligt i while-loopen, men if-satsen som använder S1-värdet exekveras endast då state är "off". Först i off-läget kan man tända lampan igen. Genom att möblera om i programmet kan man få sekvensen att starta om från början

igen, närhelst S1 trycks in.