

TENTAMENSUPPGIFTER I ELEKTROTEKNIK

Elektroteknik MF1016

2015-06-02 9.00-13.00

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 flerval- och kryssfrågor).

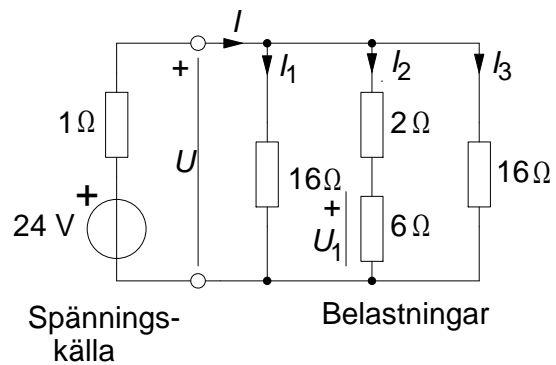
Vid behov kan Du skriva på baksidan.

OBS! Skriv ditt personnummer på varje blad.

Lösningar läggs ut på kursens hemsida 13.00

Uppgift: 1(2 poäng)

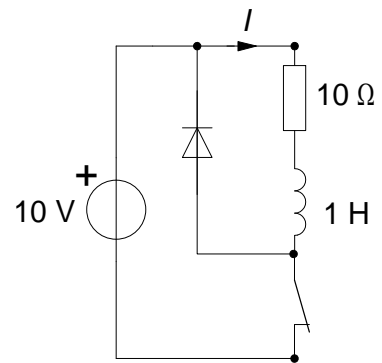
- Beräkna strömmen I och spänningen U .
- Beräkna de tre belastningsströmmarna I_1 , I_2 och I_3
- Beräkna spänningen U_1 över $6\ \Omega$ motståndet.
- Beräkna totala effektutvecklingen i Belastningarna.



Uppgift: 2 (2 poäng)

I elektroniska styrutrustningar sker ofta till- och frånkoppling av spänningen till spolar med hjälp av transistorswitchar som i princip är uppbyggda enligt figuren.

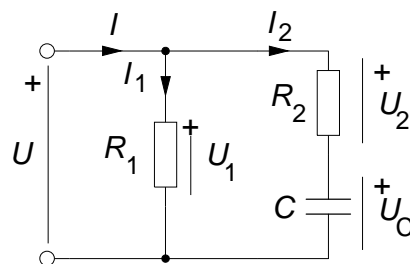
Transistorn fungerar som en strömbrytare. Dioden är resistansfri för ström i pilens riktning, men den har oändlig resistans i den motsatta riktningen. Dess verkan påminner således om ett frihjul.



Vi kan rita en ekvivalent krets i vilken transistorn är ersatt med en strömbrytare B. Spolens induktans och resistans är 1 H respektive 10 Ω , och spänningskällan lämnar 10 V.

- Hur stor ström flyter genom spolen då strömbrytaren varit sluten lång tid?
- Antag att B är sluten från början. Vid en tidpunkt som vi kallar $t = 0$ slås B ifrån. Efter hur lång tid har spolens ström sjunkit till 0,5 A?

Uppgift: 3 (2 poäng)



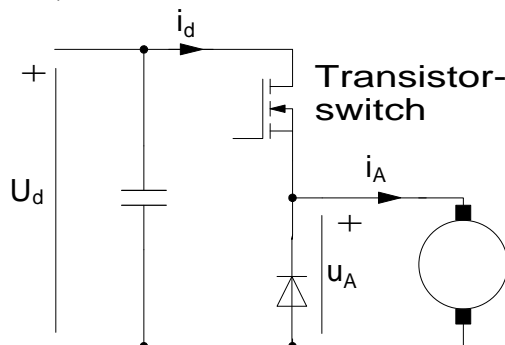
Figuren visar en krets som matas med en sinusformad växelspänning $U = 230\text{ V}$, 50 Hz. $R_1 = R_2 = 230\ \Omega$, $C = 16\ \mu\text{F}$

- Beräkna strömmarna I_1 och I_2 .
- Beräkna strömmen I .
- Hur stor är spänningen över kondensatorn?
- Vilka värden skulle de tre strömmarna få om kretsen matades med en likspänning på 230 V?

Uppgift: 4 (2 poäng)

En likströmsmotor med permanenta magneter matas via en PWM-styrd transistor från en likspänningskälla som lämnar en konstant likspänning $U_d = 150\text{V}$.

Transistorn arbetar med switchfrekvensen $f = 10\text{ kHz}$. Den avgivna spänningen har således periodtiden $T = 100\ \mu\text{s}$.



Fabrikanten uppger att emk i ankarlindningen är $E = 0,09 \cdot n$ [V], där n är varvtalet i varv per minut. Vid ett tillfälle arbetar motorn vid varvtalet $n = 750$ [varv/minut]. Man mäter spänning och ström och läser av $U_A = 80$ [V] och $I_A = 2$ [A]. Instrumenten visar medelvärde.

- Beräkna t_{ON} för transistorn, där t_{ON} är den tid som transistorn är till under varje period av ankarspänningen.
- Beräkna ankarresistansen R_A .
- Antag att man ändrar den tid som transistorn är tillslagen till 1,7 gånger det ursprungliga. Hur stort blir det nya varvtalet? Lastens vridmoment får antas vara oberoende av varvtalet.
- Hur stort blir varvtalet om lastens vridmoment ändras till 0,5 gånger det ursprungliga. Utgå från arbetspunkten enligt c).

Uppgift: 5 (2 poäng)

Vid kontinuerlig drift med märklast uppnår en asynkronmotor en slutövertemperatur som är $\vartheta_{öN}$.

Man planerar att låta en motor arbeta med följande arbetscykel: Drift med 20% överlast under 30 min, dvs med en ström som är 1,2 ggr märkströmmen, vila i 30 min och därefter drift med 20% överlast osv.

Under viloperioderna ska motorn vara helt bortkopplad från nätet men rotera, varför man kan anse att den termiska tidkonstanten är lika stor, nämligen 30 min, hela tiden. Omgivningstemperaturen är konstant liksom nätspänningen.

Motorns övertemperatur uttrycks som x ggr $\vartheta_{öN}$.

- Beräkna x efter den första belastningsperioden.
- Beräkna x efter den första viloperioden.
- Beräkna x efter den andra belastningsperioden.
- Beräkna x efter den andra viloperioden.

Frågedel

Uppgift: 6 (2 poäng)

En gokart skall drivas med en likströmsmotor.

Energien tas från två seriekopplade blybatterier som vardera är märkta 12 V / 75Ah och 250A (kortslutningsström). Vi antar att batteriets inre resistans är 0Ω och att batterispänningen alltid är 12V oavsett laddningsgrad.

Mellan likströmsmotorn och batteriet är ett matningsdon inkopplat som omvandlar batterispänningen till den spänning som matar motorn. Spänningen till motorn kan därför varieras kontinuerligt mellan -24V och 24V. Likströmsmotorn har nedanstående märkdata:

(2,5 hp) eller 1865 W, 24V, 16 kg, $R_A = 0,05 \Omega$, $K_2\Phi = 0,06 \text{ Nm/A}$

Gokarten har ett luftmotstånd och ett rullmotstånd enligt nedan:

$$F_{\text{luft}} = 0,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot v^2 \text{ och } F_{\text{rull}} = 20 \text{ N}$$

Utväxlingen är sådan att då motorn roterar ett varv så motsvarar det att gokarten förflyttas 0,4 m. Gokarten körs rakt fram på plan mark med en hastighet av 40 km/h och det krävs 44,7 N för framdriften (summan av rullmotstånd och luftmotstånd)

- a) Beräkna motorströmmen.
- b) Beräkna motorspänningen.

Mellan batteriet och motorn finns ett matningsdon (en H-brygga) som antas vara förlustfritt.

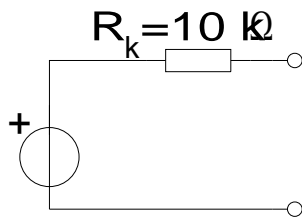
- c) Beräkna batteriströmmen.
- d) Beräkna hur lång tid det tar innan batterierna är urladdade (från att de var fulladdade).

Uppgift: 7 (2 poäng)

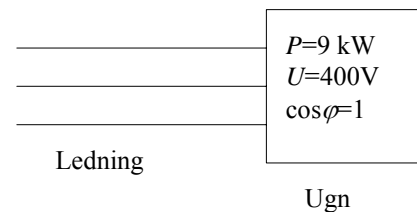
Ett lågpasfilter skall dimensioneras för att dämpa en störning 10 ggr (utspänningens effektivvärde skall vara $0,1 \cdot$ inspänningens effektivvärde). Störningens frekvens är 1000 Hz. Resistansen i filtret är vald till 10 k Ω .

a) Beräkna kondensatorns kapacitans.

b) Filtret kopplas in till en temperaturgivare. Givaren har en störning på 1000 Hz med effektivvärdet 0,1V på utgången då inget är ansluten till givaren. Givaren kan ses som en tvåpol enligt nedan. Rita in lågpasfiltret och beräkna störningens effektivvärde på filtrets utgång.

**Uppgift: 8 (1 poäng)**

Ett företag tillverkar en trefasig torkugn med den totala effekten 9 kW. Nätspanningen är 400 V huvudspänning. Värmspiralerna (motstånden) är Y-kopplade.



a) Hur stor blir linjeströmmen i nättilledarna?

b) Vilken resistans har värmspiralerna?

Uppgift: 9 (2 poäng)

En permanentmagnet synkron servomotor med data enligt nedan. Motorn matas från en Servoförstärkare som har 15A märkström. Servoförstärkaren matas trefasigt med 400 V. Data gäller vid omgivningstemperaturen 40 °C.

6SM107S-3000

Torque constant $K_T = 1,6 \text{ Nm/A}$

Voltage constant $K_E = 97 \text{ mVmin}$

Rated Torque 23 Nm

Winding resistance Phase-Phase 0.37 ohm

Winding inductance Phase-Phase 3,6 mH

Rotor moment of inertia 104 kgcm².

Motor pole no. 6

Thermal time constant 40 min

Weight standard 32,5 kg

a) Beräkna klämspänningen om motorn körs med 3000 varv per minut i tomgång.

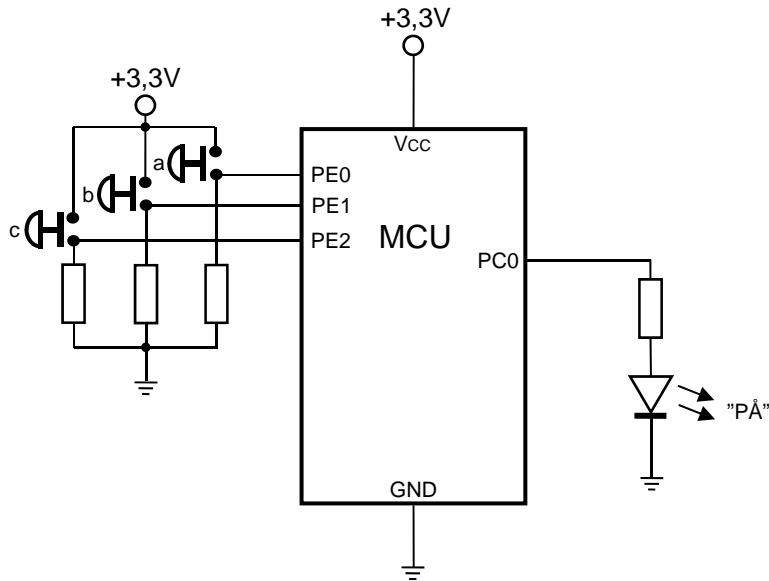
Frågedel

b) Kan motorn och matningsdon driva en last med belstningsmomentet 20 Nm och varvtalet 3000 varv/ minut. Omgivningstemperaturen är lägre än 40 °C.

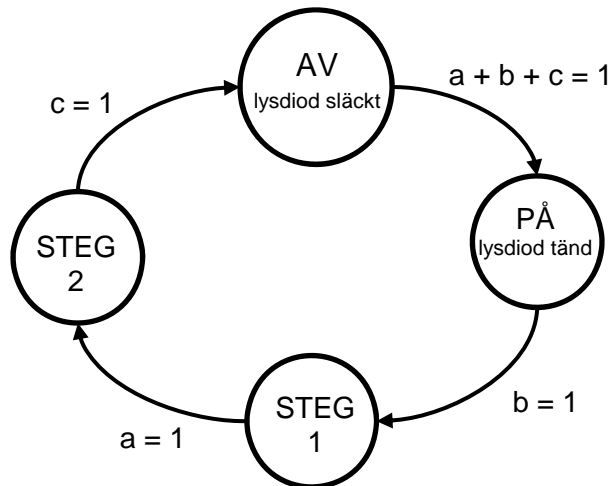
Uppgift: 10 (2 poäng)

Ett mikroprocessorkontrollerat larm aktiveras då man trycker in godtycklig knapp a, b eller c. Lysdioden som markerar "PÅ" tänds då.

Larmet stängs AV genom att man trycker in knapparna i sekvensen b-a-c varvid lysdioden som markerar "PÅ" släcks.



Tillståndsdigramet för larmet kan se ut på som nedan.



Skriv ett program för larmet genom att fylla i programskelettet på nästa sida.

```
#include "mik.h"

int a, b, c;
int state = 0;

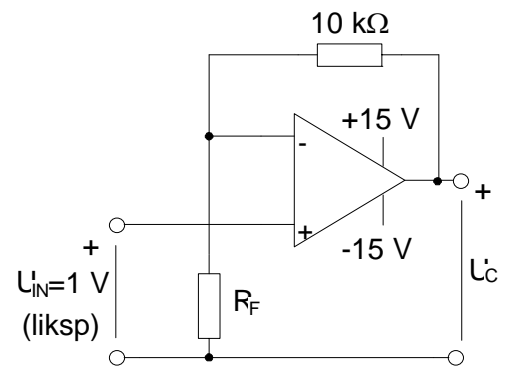
int main(void)
{
  init_pin( pe0, "in" );
  init_pin( pe1, "in" );
  init_pin( pe2, "in" );
  init_pin( pc0, "out" );

  while( 1 )
  {
    a = GET_BIT(pe0);
    b = GET_BIT(pe1);
    c = GET_BIT(pe2);

  }
}
```

Uppgift: 11(1 poäng)

Beräkna utspänningen U_C då $R_F = 1 \text{ k}\Omega$ och då $R_F = 0,1 \text{ k}\Omega$.



SVAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK MF1016 2015-06-02

Uppgift: 1(2 poäng)

a) För att beräkna spänningen U och strömmen I måste vi känna Belastningarnas totala impedans eller ställa upp ett ekvationsystem enligt Kirchoff lagar med samtliga 4 delströmmar.

Här väljer vi att beräkna totala resistansen. Enligt $\frac{1}{R_{RES}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ får vi

$$\frac{1}{R_{RES}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{1}{4} \text{ alltså } R_{RES} = 4 \Omega$$

Man kan alternativt först "slå ihop" de båda 16Ω resistanserna till en resistans på 8Ω

(enl $R_{RES} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$) Därefter ger 8Ω i parallell med 8Ω ($2 \Omega + 6 \Omega$) den resulterande

resistansen 4Ω .

Kretsen kan nu representeras med bredvidstående ekvivalenta schema.

Kirchoffs spänningslag ger här:

$$24 - R_K I - R_{RES} I = 0, \text{ dvs } I = \frac{24}{1+4} = 4,8 \text{ A}$$

(Lägg märke till att potentialen faller i strömmens riktning när man passerar en resistans.)

Spänningen U blir $R_{RES} \cdot I = 4 \cdot 4,8 = 19,2 \text{ V}$

Man kan alternativt använda

spänningsdelningslagen, som ger

$$U = 24 \frac{R_{RES}}{R_K + R_{RES}} = \frac{4}{1+4} 24 = 19,2 \text{ V}$$

b) Spänningen är $U = 19,2 \text{ V}$ över alla tre grenarna.

Ohms lag ger $I_1 = I_3 = \frac{19,2}{16} = 1,2 \text{ A}$ och $I_2 = \frac{16}{2+6} = 2,4 \text{ A}$

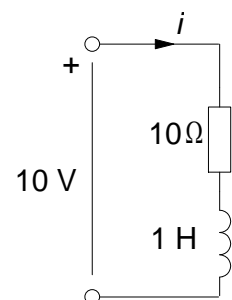
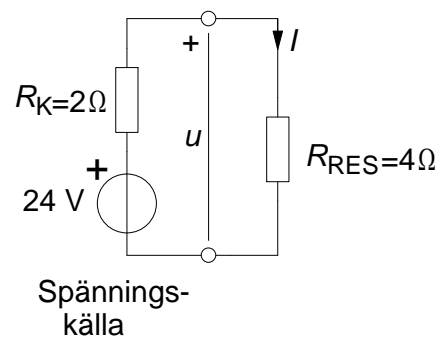
c) Ohms lag ger: $U_1 = 6 \Omega \cdot 2,4 \text{ A} = 14,4 \text{ V}$

d) Effektutvecklingen i Belastningarna är $P = U \cdot I = 19,2 \cdot 4,8 = 92,16 \approx 92 \text{ W}$

Uppgift: 2 (2 poäng)

a) Så länge B står i tillägg vill källan driva ström genom spolen och genom dioden, mot pilens riktning. Dioden har oändlig resistans och påverkar inte alls kretsen. Induktansens inverkan har sedan länge avklingat och strömmens värde är $i(\infty) = 10/10 \text{ A} = 1 \text{ A}$.

b) Vid $t = 0$ kopplas källan bort, brytaren B öppnas. Strömmen i spolen "vill" dock fortsätta att flyta. Den finner en väg genom dioden, som är resistansfri i den aktuella riktningen.

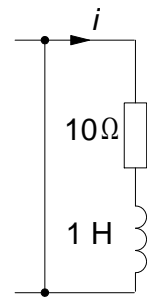


Strömmens slutvärde blir 0, och vi kan skriva $i = I_0 e^{-t/\tau}$ eller $i = 1 \cdot e^{-t/\tau}$

Vår uppgift är att bestämma hur länge, räknat från frånslaget, det dröjer till strömmen har hunnit sjunka till 0,5 A, dvs till halva begynnelsevärdet.

Vi får $0,5 = 1 \cdot e^{-t/\tau}$ vilket ger $\frac{t}{\tau} = 0,7$

således är $t = 0,7\tau = 0,7 \frac{L}{R} = 0,7 \frac{1}{10} = 0,07 \text{ s}$



Uppgift: 3 (2 poäng)

Vi låter U vara reell (riktfas). Inte enklast men det duger.

a) $\underline{I}_1 = U / R_1 = 1 \text{ A}$

Impedansen i gren 2 $\underline{Z} = R_2 + \frac{1}{j\omega C} = 230\Omega - j200\Omega$

$$\underline{I}_2 = U / \underline{Z} = \frac{230V}{230\Omega - j200\Omega} = 0,569A + j0,495A \quad I_2 = 0,75A$$

b) $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = 1A + 0,569A + j0,495A = 1,569A + j0,495A \quad I = 1,64A$

c) $\underline{U}_C = \frac{1}{j\omega C} \cdot \underline{I}_2 \Rightarrow U_C = \frac{1}{\omega C} \cdot I_2 = 200\Omega \cdot 0,75A = 150V$

d) Vid likspänning är kondensatorn ett avbrott och därför blir $I_2 = 0$. $I_1 = 1A$ samma som ovan och $I = I_1 + I_2 = 1A$

Alternativ lösning:

a) $\underline{I}_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{U}{R_1}$ (U är referens, dvs reell) $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{230}{230} = 1,0 \text{ A}$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega C U}{1 + R_2 j\omega C} \quad I_2 = \frac{\omega C U}{\sqrt{1 + (R_2 \omega C)^2}} = \frac{230}{200 \sqrt{1 + \left(\frac{230}{200}\right)^2}} = 0,75 \text{ A}$$

b) $\underline{I} = \underline{I}_1 + \underline{I}_2 = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{j\omega C}{1 + R_2 j\omega C} \right) = U \frac{1 + R_2 j\omega C + R_1 j\omega C}{R_1 (1 + R_2 j\omega C)} = U \frac{1 + j\omega C (R_2 + R_1)}{R_1 (1 + R_2 j\omega C)}$

$$I = U \frac{\sqrt{1 + (\omega C)^2 (R_2 + R_1)^2}}{\sqrt{R_1^2 + (R_1 R_2 \omega C)^2}} = 230 \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{230 + 230}{200}\right)^2}}{\sqrt{230^2 + \left(\frac{230 \cdot 230}{200}\right)^2}} \approx 1,64 \text{ A}$$

$$c) U_C = \frac{1}{\omega C} I_2 = 200 \cdot 1,03 = 206 \text{ V}$$

d) Det kommer inte att gå någon ström genom kondensatorn.

$$\text{Alltså är } I_2 = 0 \text{ och } I = I_1 = \frac{230}{230} = 1,0 \text{ A}$$

Uppgift: 4 (2 poäng)

$$a) \alpha = 80/150 = 0,53 \quad t_{ON} = \alpha \cdot T = 53 \mu\text{s}$$

$$b) \text{Spänningsekvationen: } U_A = R_A I_A + E \Rightarrow 80\text{V} = R_A \cdot 2\text{A} + 0,09 \cdot 750\text{V} \text{ ger } R_A = 6,25\Omega$$

$$c) \alpha = 1,7 \cdot 53/100 = 0,9 \quad U_A = R_A I_A + E = 6,25 \cdot 2 + 0,09 \cdot n = 0,9 \cdot 150$$

$$n = 1370 \text{ varv/minut}$$

d) Vridmomentet minskar till hälften och därmed minskar även strömmen till hälften, dvs 1A.

$$U_A = R_A I_A + E = 6,25\Omega \cdot 1\text{A} + 0,09 \cdot n = 0,9 \cdot 150\text{V}$$

$$n = 1440 \text{ varv/minut}$$

Uppgift: 5 (2 poäng)

a) Förlusteffekten är proportionell mot strömmen i kvadrat och slutövertemperaturen är proportionell mot förlusteffekten. Därför $\mathcal{G}_{\infty} = 1,2^2 \cdot \mathcal{G}_{ON}$. Begynnelsevärdet för övertemperaturen är noll, innan första belastningsperioden har motorn varit obelastad och svalnat fullständigt.

$$\mathcal{G}_{\infty} = \mathcal{G}_{\infty} - (\mathcal{G}_{\infty} - \mathcal{G}_{\infty})e^{-t/\tau} = 1,2^2 \cdot \mathcal{G}_{ON} - (1,2^2 \cdot \mathcal{G}_{ON} - 0)e^{-30/30} = 0,91 \cdot \mathcal{G}_{ON} \quad x = 0,91.$$

b) Avsvalningen har slutvärdet 0 och börjar vid $0,91 \cdot \mathcal{G}_{ON}$

$$\mathcal{G}_{\infty} = \mathcal{G}_{\infty} - (\mathcal{G}_{\infty} - \mathcal{G}_{\infty})e^{-t/\tau} = 0,91 \cdot \mathcal{G}_{ON} e^{-30/30} = 0,33 \cdot \mathcal{G}_{ON} \quad x = 0,33.$$

c) Uppvärmning börjar vid $0,33 \cdot \mathcal{G}_{ON}$ och slutar vid $\mathcal{G}_{\infty} = 1,2^2 \cdot \mathcal{G}_{ON} = 1,44 \cdot \mathcal{G}_{ON}$.

$$\mathcal{G}_{\infty} = \mathcal{G}_{\infty} - (\mathcal{G}_{\infty} - \mathcal{G}_{\infty})e^{-t/\tau} = [1,44 - (1,44 - 0,33)e^{-30/30}] \cdot \mathcal{G}_{ON} = 1,03 \cdot \mathcal{G}_{ON} \quad x = 1,03.$$

d) Avsvalningen har slutvärdet 0 och börjar vid $1,03 \cdot \mathcal{G}_{ON}$

$$\mathcal{G}_{\infty} = \mathcal{G}_{\infty} - (\mathcal{G}_{\infty} - \mathcal{G}_{\infty})e^{-t/\tau} = 1,03 \cdot \mathcal{G}_{ON} e^{-30/30} = 0,38 \cdot \mathcal{G}_{ON} \quad x = 0,38$$

Uppgift: 6 (2 poäng)

$$a) \text{Erforderlig drivkraft vid } 40 \text{ km/h} = 11,1 \text{ m/s är } F = 44,7\text{N}$$

Utväxling mellan linjärt och roterande kan ses som direktdrift av ett hjul med omkretsen 0,4m ger en fiktiv hjulradie $r = 0,4\text{m}/(2 \cdot \pi) = 0,064\text{m}$. Detta behöver inte vara hjulets verkliga radie utan den radie hjulet skulle ha om det vore direktdrift.

$$M = F \cdot r = 44,7\text{N} \cdot 0,064\text{m} = 2,8\text{Nm}$$

$$I_A = M / K_2 \Phi = 2,8\text{Nm}/(0,06\text{Nm/A}) = 47,4\text{A}$$

b) Vid 11,1 m/s roterar motoraxeln med 11,1/0,4 varv/s vilket är

$$2 \cdot \pi \cdot 11,1/0,4 \text{ rad/s} = 175 \text{ rad/s}$$

$$U_A = R_A I_A + E = 0,05 \Omega \cdot 47,4 \text{ A} + K_2 \Phi \cdot \omega = 2,37 \text{ V} + 0,06 \cdot 175 \text{ V} = 13 \text{ V}$$

c) Effekt från batteri lika med effekt till elmotor:

$$P = U_A \cdot I_A = 13 \text{ V} \cdot 47,4 \text{ A} = 609 \text{ W}$$

Ström från batteri: $I = 609 \text{ W} / 24 \text{ V} = 25 \text{ A}$

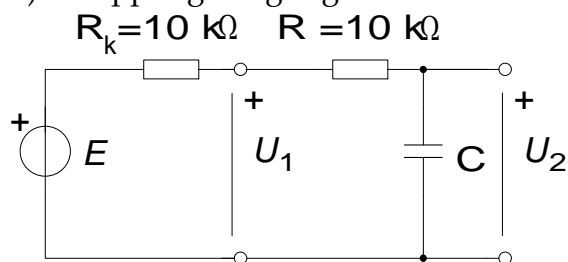
d) $Q = I \cdot t$ ger $t = 75 \text{ Ah} / 25 = 3 \text{ h}$

Uppgift: 7 (2 poäng)

$$\text{a) } \underline{I} = \frac{\underline{U}_1}{R + 1/j\omega C} \quad \text{och} \quad \underline{U}_2 = \frac{1}{j\omega C} \cdot \underline{I} = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{\underline{U}_1}{R + 1/j\omega C} = \frac{\underline{U}_1}{1 + j\omega RC}$$

$$\frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{1}{1 + j\omega RC} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \Rightarrow 0,1 = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \Rightarrow \omega RC \approx 10 \Rightarrow C \approx \frac{10}{\omega R} \approx 160 \text{ nF}$$

b) Inkoppling enligt figur.



Filtret belastar givaren så störningen är inte 0,1 V på givarutgången längre.

Då filtret ej är inkopplat är $U_1 = E = 0,1 \text{ V}$

Då filtret är inkopplat gäller: $\frac{U_2}{E} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega(R + R_k)C)^2}} \approx \frac{1}{20} \Rightarrow U_2 = 0,1 \text{ V} / 20 = 5 \text{ mV}$

Uppgift: 8 (1 poäng)

a) Vid 9 kW och oavsett om det är Y-koppling eller D-koppling kan linjeströmmen

beräknas med $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi \Rightarrow I = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 400} = 12,99 \approx 13 \text{ A}$.

Vid Y-koppling flyter denna ström genom varje motstånd.

b) Spänningen över motstånden är $U_F = \frac{U_H}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 230,94 \text{ V}$. Resistansen kan

beräknas som $R_F = U_F / I_L = U_H / \sqrt{3} I_L = 17,76 \approx 18 \Omega$ (Ström och spänning i fas vid växelström och resistiv last.)

Alternativ kan strömmen beräknas så här:

Effekten i varje motstånd ska vara 3000 W och $\cos \varphi = 1$ (resistiv last) vilket ger

$$P_F = U_F I_L \cos \varphi \Rightarrow 3000 = U_F I_L = R_Y I_L^2 \Rightarrow R_Y = \frac{3000}{12,99^2} = 17,76 \approx 18 \Omega$$

Uppgift: 9 (2 poäng)

a) I tomgång är $U_H = E_H = K_E \cdot n = 97 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 = 291 \text{ V}$

b) 20Nm mindre än 23 Nm ok!

$$I = \frac{M}{K_T} = \frac{20}{1,6} \text{ A} = 12,5 \text{ A} \text{ mindre än } 15 \text{ A ok!}$$

$$\frac{R}{2} I = \frac{0,37}{2} 12,5 \text{ V} = 2,3 \text{ V}$$

$$\omega_{\text{el}} = \omega \cdot \frac{6}{2} = 2\pi \cdot \frac{3000}{60} \cdot 3 = 942 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{el}} \cdot \frac{L}{2} I = 942 \cdot \frac{3,6 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 12,5 = 21,2 \text{ V}$$

$$E_F = E_H / \sqrt{3} = 291 / \sqrt{3} = 168 \text{ V}$$

$$U_F = \sqrt{(168 + 2,3)^2 + 21,2^2} = 172 \text{ V}$$

$$U_H = \sqrt{3} \cdot 172 \text{ V} = 297 \text{ V} \text{ mindre än } 400 \text{ V ok!}$$

Momentet är mindre än motorns märkmoment och strömmen är lägre än matningsdonets märkström och spänningen är lägre än spänningen som matningsdonet kan leverera. Ja det går.

Uppgift: 10 (2 poäng)

Programmet för larmet kan se ut på följande sätt:

```
#include "mik.h"

int a, b, c;
int state = 0;

int main(void)
{
    init_pin( pe0, "in" );
    init_pin( pe1, "in" );
    init_pin( pe2, "in" );
    init_pin( pc0, "out" );

    while( 1 )
    {
        a = GET_BIT(pe0);
        b = GET_BIT(pe1);
        c = GET_BIT(pe2);

        switch ( state )
        {
            case 0 : // AV
                CLR_BIT( pc0 );
```

Svaren

```
        if ( a || b || c )
        {
            SET_BIT( pc0 );
            state = 1;
        }
        break;

    case 1 :    // PÅ
        if ( b )
        {
            state = 2;
        }
        break;

    case 2 :    // STEG 1
        if ( a )
        {
            state = 3;
        }
        break;

    case 3 :    // STEG 2
        if ( c )
        {
            state = 0;
        }
        break;
    }
}
}
```

Uppgift: 11 (1 poäng)

$$U_C = \left(1 + \frac{R_A}{R_F}\right) \cdot U_{IN} \quad \text{ger för } R_F = 1 \text{ k}\Omega, U_C = 11 \text{ V}$$

Med $R_F = 0,1 \text{ k}\Omega$ är, enligt formeln, $U_C = 101 \text{ V}$ men spänningen kan ej bli högre än matningsspänningen. Alltså blir U_C något mindre än $+15 \text{ V}$.