

1(2)

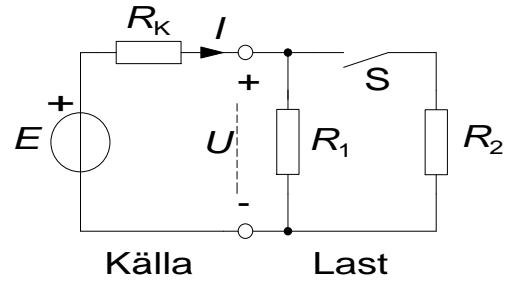
Källan i vidstående figur består av vanliga torrbatterier. Man gör några mätningar på kretsen och får följande resultat.

När S står i frånläge är $U = 9,6 \text{ V}$ och $I = 1,2 \text{ A}$

När S står i tilläge är $U = 9,2 \text{ V}$ och $I = 2,3 \text{ A}$

a) Beräkna R_1 och R_2 .

b) Beräkna E och R_K .



2(2) I vidstående krets är E en likspänningskälla på 10 V .

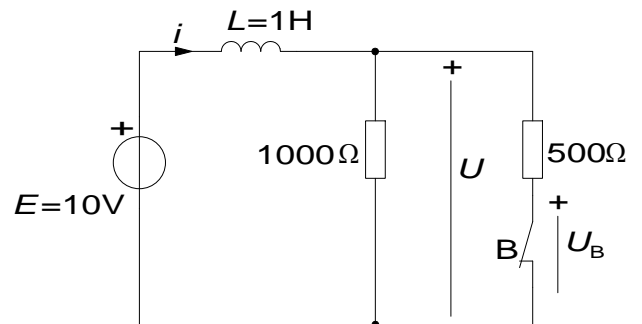
Vid tidpunkten $t = 0$ öppnas brytaren B som varit sluten en längre tid.

a) Beräkna strömmen från spänningskällan före $t = 0$.

b) Beräkna U direkt efter $t = 0$.

c) Beräkna strömmen från spänningskällan efter lång tid $t \gg 0$.

d) Beräkna U_B efter lång tid $t \gg 0$.

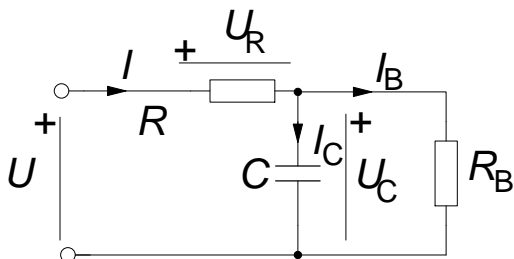


3(2) En växelspänningskälla med effektivvärdet $U = 14 \text{ V}$ och frekvensen $35,5 \text{ Hz}$ är ansluten till nedanstående krets.

Komponentvärdena är:

$$R_B = R = 6,8 \text{ k}\Omega$$

$$C = 330 \text{ nF}$$



Spänningen U_C uppmäts till $6,8 \text{ V}$.

a) Beräkna I_B .

b) Beräkna I_C .

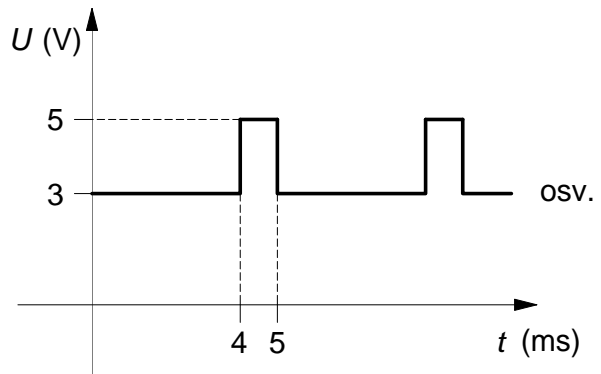
c) Beräkna I .

d) Beräkna U_R .

4(1)

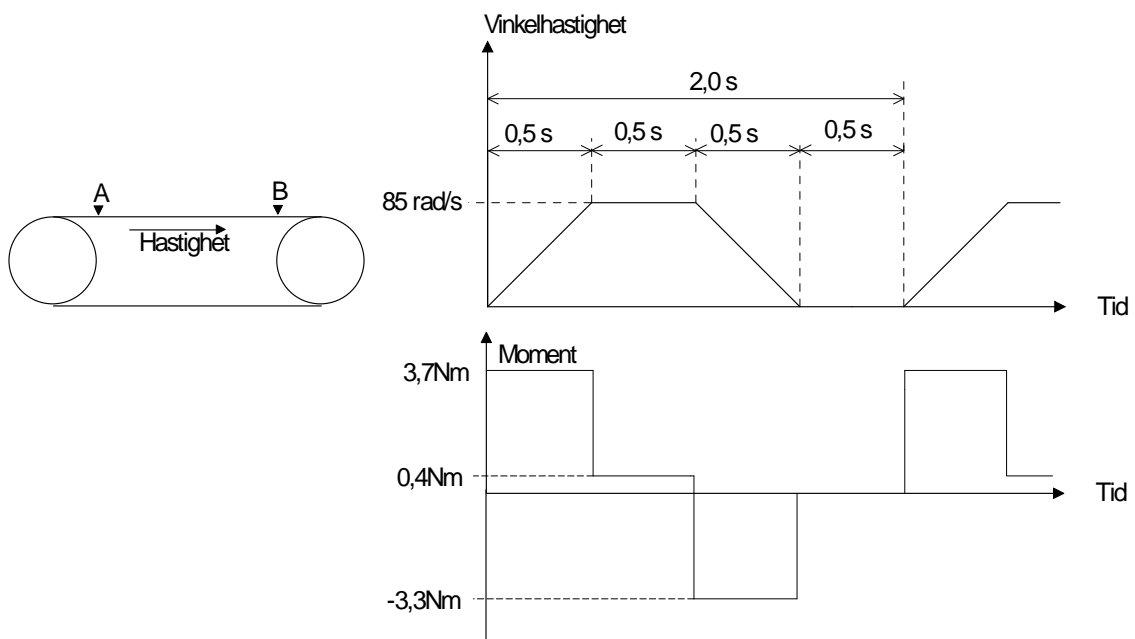
Spänningen U varierar enligt figuren till höger.

- Beräkna spänningens medelvärde
- Beräkna spänningens effektivvärde



5(2) En transportör drivs av en likströmsmotor, som matas av ett elektroniskt matningsdon. Anordningens funktionssätt kan beskrivas så här: Ett arbetsstycke som sätts ner vid A förflyttas till B, där det lyfts bort från bandet. Efter en kort paus då motorn står stilla placeras ett nytt, likadant, arbetsstycke på bandet och så vidare.

Motorns termiska tidkonstant är ca 10 minuter. En likströmsmotor med följande data finns till förfogande: $M_N = 3 \text{ Nm}$, $k_2\Phi = 0,23 \text{ Nm/A}$, $R_A = 1,0 \Omega$. Figuren nedan visar motoraxelns vinkelhastighet och motorns vridmoment under arbetscykeln.



Övriga förutsättningar är följande.

- Omgivningstemperaturen är $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Arbetsstyckets massa är 50 kg .
- Friktionsmomentet är $0,4 \text{ Nm}$.

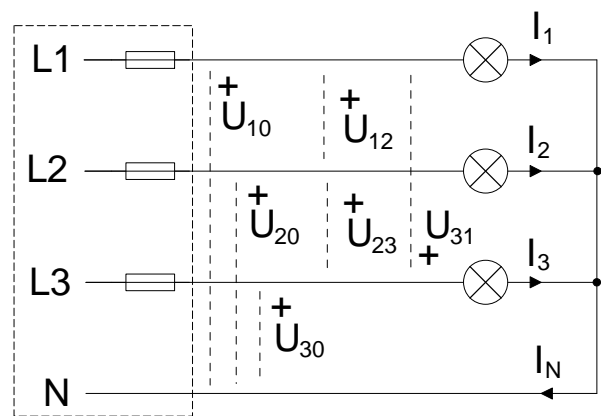
a) Kan motorn användas för att driva lasten utan att överhettas?

- b) Beräkna maximala motorströmmen under driftcykeln.
- c) Beräkna den maximala spänningen U_A under arbetscykeln.
- d) Till förfogande finns även ett matningsdon med märkströmmen 12 A och märkspänningen 36 V. Kan detta matningsdon användas för att driva motor med lasten.

6(1)

Tre glödlampor märkta 60W, 230V är anslutna till en trefascentral som i figuren. I centralen är huvudspänningen 400V.

- a) Beräkna I_1 .
- b) Beräkna I_N om säkringen i fas L3 har löst ut ("gått").



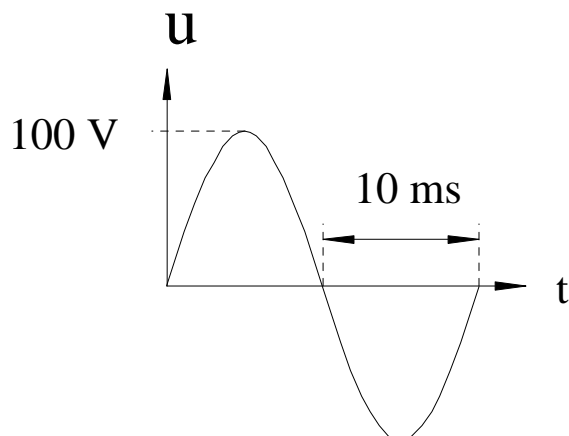
7(2)

En permanentmagnetiserad synkronmaskin med oanslutna klämmor roteras med 1000 varv/min (till exempel med en annan motor). Ett oscilloskop ansluts mellan två av PMSY-maskinens klämmor och vidstående spänning uppmättes.

- a) Vilket pöltal har maskinen?

PMSY-maskinen kopplas till ett matningsdon och används som motor.

- b) Hur stor blir axeleffekt och axelmoment om strömmen är 10 A vid 1000 varv/min ?
- c) Hur stor blir axeleffekt och axelmoment om strömmen är 10 A vid 500 varv/min ?
- d) Beräkna maskinens momentkonstant.



8(2)

Vid lösande av en styruppgift kom man fram till följande sanningstabell.

a) Fyll i Karnaughdiagrammen nedan och ta fram transmissionsfunktionen för A på så enkel form som möjligt. (A räcker)

b) Konstruera ett minimalt logiknät, uppbyggt av endast NAND-grindar, som ger utstorheten A. (NAND-grindarna får ha tre ingångar, det är även tillåtet att ha inverteringsringar på ingångarna)

		c d			
a b		00	01	11	10
00					
01					
11					
10					

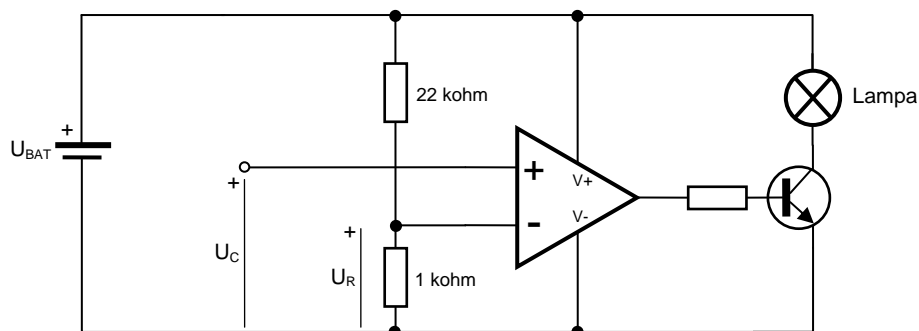
A

A=

a	b	c	d	A	B
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	ϕ
0	0	1	0	ϕ	0
0	0	1	1	ϕ	1
0	1	0	0	1	ϕ
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	ϕ	1
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	ϕ	0
1	0	0	1	0	ϕ
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	ϕ
1	1	0	1	ϕ	ϕ
1	1	1	0	ϕ	1
1	1	1	1	0	1

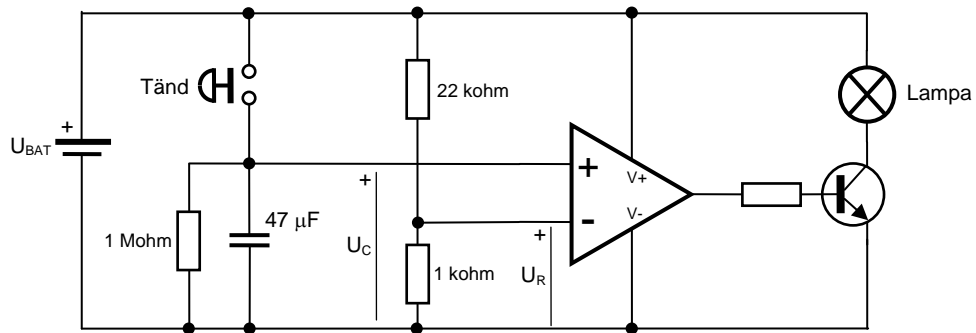
9(2)

En operationsförstärkare är kopplad som en komparator.



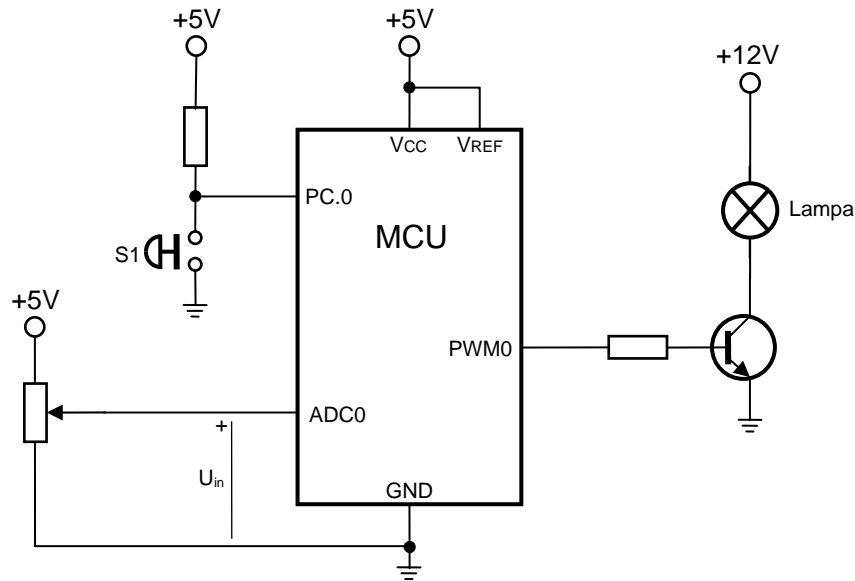
- Ska spänningen U_C vara lägre eller högre än U_R för att lampan ska tändas?
- U_{BAT} är 12 V. Beräkna spänningen U_R .

I mörkaste granskogen har Osquars kompis Bosse en sommarstuga med ett upplyst utedass. Osquar bygger en krets som tänder en lampa då man trycker in en knapp och fördröjer släckningen, då knappen släpps.



- c) Beräkna tiden t från det att knappen släpps tills lampan slocknar. (Operationsförstärkaren är **ideal**.)

10(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 vridpoten som är kopplad till ADC0 (10-bitars AD-omvandlare, $V_{REF}=5\text{ V}$).

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 vridpoten?
- 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 <gnu_met1.h>

#define off 0
#define on 1
#define ramp 2

int main(void)
{
    init_met();

    int s1, state, time, duty_cycle, i;

    state = off;

    while (1)
    {
        s1 = GET_BIT(pc, 0);
        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;
        }
    }
}

```

11(2)

Vid inbromsning av en hybridbil skall rörelseenergin tas tillvara och lagras i en kondensator (ultracap). Bilens vikt är 2000 kg. Den valda kondensatorn har bland annat följande data:

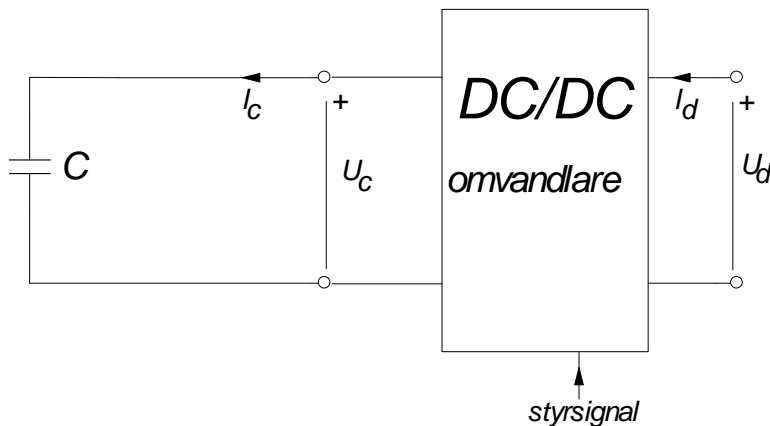
Kapacitans 16 F.

Rated voltage (märkspänning): 250 V.

Maximum continuous current (märkström vid gällande kylförhållanden): 120 A.

Vikt 60 kg.

Bilen har ett likströmsnät med spänningen $U_d = 250$ V. Till detta är bland annat en växeriktare med elmotor ansluten samt en kondensator som matas via en DC/DC omvandlare som i figuren nedan.



I de följande uppgifterna a), b) c) gäller: Antag att kondensatorns lagrade energi förlustfritt kan överföras till att accelerera bilen och att bara kondensatorenergin används vid accelerationen. Bilens hastighet är för närvarande 50 km/h och kondensatorspänningen u_C är 150V.

a) Beräkna den maximala effekt som kan tas från kondensatorn.

b) Beräkna strömmen i_d . (samma effekt som i a))

c) Beräkna storleken på dragkraften. (samma effekt som i a))

Antag att kondensatorn är laddad till märkspänning då ett accelerationsförlopp påbörjas. Då det avslutas är kondensatorspänningen 50% av märkspänningen.

d) Beräkna den energimängd som tas från kondensatorn vid accelerationsförloppet.

SVAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK

Elektroteknik MF1016

2012-05-30

1(2) Vi tillämpar Ohms lag på lastsidan.

$$\text{När S står i fränläge gäller: } R_1 = \frac{9,6}{1,2} = 8 \Omega$$

$$\text{När S står i tilläge gäller: } \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9,2}{2,3} = 4 \Omega$$

$$\text{Vi ser direkt att } R_2 = R_1 = 8 \Omega$$

På källsidan gäller enligt Kirchhoffs spänningslag

$$\text{med S i fränläge } E - 1,2R_K = 9,6 \text{ och med S i tilläge } E - 2,3R_K = 9,2$$

$$\text{Härur får vi } 1,1 \cdot R_K = 0,4 \Omega \text{ dvs } R_K = 0,36 \Omega$$

$$\text{och } E = 9,6 + 1,2 \cdot 0,36 = 10 \text{ V}$$

2(2)

a) Före $t = 0$ är den totala strömmen genom induktansen L summan av strömmarna genom 1000Ω och 500Ω motstånden. Över båda dessa motstånd ligger spänningen E .

$$\text{Sålunda blir totalströmmen och strömmen från spänningskällan: } \frac{10}{1000} + \frac{10}{500} = 0,03 \text{ A}$$

b) Strax efter $t = 0$ är strömmen genom L oförändrad och den måste flyta genom 1000Ω motståndet. Detta ger $U = 1000 \Omega \cdot 0,03 \text{ A} = 30 \text{ V}$

c) Efter lång tid ändras inte strömmen längre då blir spänningen över L noll. U blir därför lika med E . Strömmen blir $U / 1000 \Omega = 10 \text{ V} / 1000 \Omega = 0,01 \text{ A}$ och det är samma ström som lämnar spänningskällan.

d) Efter brytning är $U_B = U$ som enligt ovan är E efter lång tid. $U_B = 10 \text{ V}$.

3(2) a) U_C väljs som riktfas (reell) för den är gemensam för två komponenter, kondensatorn och motståndet R_B . Se även de komplexa storheterna som visare

$$\text{nedan. } I_B = \frac{U_C}{R_B} = \frac{6,8 \text{ V}}{6800 \Omega} = 0,001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$$

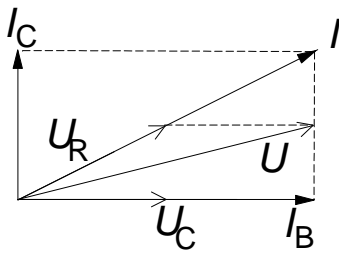
$$\text{b) } \underline{I}_C = j\omega C \cdot U_C = j2\pi \cdot 35,5 \cdot 330 \cdot 10^{-9} \cdot 6,8 \text{ A} = j0,0005 \text{ A} = j0,5 \text{ mA}$$

$$I_C = 0,5 \text{ mA}$$

$$c) \underline{I} = \underline{I}_B + \underline{I}_C = 1 \text{ mA} + j0,5 \text{ mA} \quad I = 1,1 \text{ mA}$$

$$d) \underline{U}_R = R \cdot \underline{I} = 6,8 \text{ k}\Omega \cdot (1 \text{ mA} + j0,5 \text{ mA}) = 6,8 \text{ V} + j 3,4 \text{ V}$$

$$U_R = 7,6 \text{ V}$$



$$4(1) \quad a) U_{\text{Medel}} = \frac{1}{T} \int_0^T u \, dt = \frac{1}{5} (3 \cdot 4 + 5 \cdot 1) = 3,4 \text{ V}$$

$$b) U_{\text{Effektiv}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 \, dt} = \sqrt{\frac{1}{5} (3^2 \cdot 4 + 5^2 \cdot 1)} \approx 3,49 \text{ V}$$

5(2) a) Det konstanta moment som ger samma temperaturstegring som det aktuella variabla momentet blir:

$$M_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (3,7^2 \cdot 0,5 + 0,4^2 \cdot 0,5 + (-3,3)^2 \cdot 0,5 + 0^2 \cdot 0,5)} = 2,5 \text{ Nm}$$

Motorn har märkmomentet $3 \text{ Nm} > 2,5 \text{ Nm}$ och blir därför inte termiskt överbelastad då omgivningstemp är $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$b) M = K_2 \Phi \cdot I_A \Rightarrow I_A = \frac{3,7 \text{ Nm}}{0,23 \text{ Nm/A}} = 16 \text{ A}$$

$$c) \text{Spänningsekvationen för likströmsmotorn ger } U_A = 1,0 \cdot 16 + 0,23 \cdot 85 = 35,6 \text{ V}$$

d) Spänningen som behövs är $35,6 \text{ V}$ och 36 V räcker med nöd och näppe. Strömmen som behövs är 16 A och matningsdonet ska ej belastas med mer än 12 A , så svaret är nej.

$$6(1) \quad a) \text{Fasspänningen blir } U_f = 400 / \sqrt{3} = 230 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{P}{U_f} = \frac{60}{230} = 0,26 \text{ A}$$

$$b) I_N = |\bar{I}_1 + \bar{I}_2| \quad \text{Vi låter } \bar{I}_1 \text{ vara riktfas. } \bar{I}_2 \text{ kommer att ligga antingen } 120^\circ \text{ före eller efter } \bar{I}_1 \text{ vilket ger } I_N = |0,26 + 0,26 \cdot e^{\pm j120^\circ}| = 0,26 \text{ A}$$

7(2)

a) 20 ms periodtid motsvarar 50 Hz eller 3000 varv/min för en tvåpolig maskin. Nedväxlingen är 3 vilket är detsamma som polpartalet. Poltalet är således 6.

b) Effektivvärdet av fasspänningen i tomgång blir $E_F = \frac{100}{\sqrt{3}\sqrt{2}} \text{ V}$

$$P = 3 \cdot \frac{100}{\sqrt{3}\sqrt{2}} \cdot 10 \text{ W} = 1,2 \text{ kW} \quad \text{Momentet blir } M = \frac{P}{\omega} = \frac{1200 \cdot 60}{2\pi \cdot 1000} \text{ Nm} = 12 \text{ Nm}$$

c) Eftersom momentet är proportionellt mot strömmen blir momentet samma som i föregående uppgift d v s $M = 12 \text{ Nm}$. Samma moment vid halva varvtalet gör att effekten måste vara hälften så stor som i föregående uppgift d v s 0,6 kW.

d) 10 A ger 12 Nm. Momentkonstanten blir 1,2 Nm/A.

8(2)

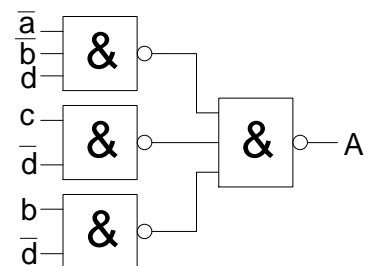
Vi ställer upp ett Karnaughdiagram för A och. $A = \phi$ betyder att vi kan låta A vara antingen 0 eller 1 vid de ingångstillstånd som svarar mot dessa rutor, ty de förekommer aldrig. Detta ger oss möjligheter att göra större hoptagningar.

		c d			
		00	01	11	10
a b	00	0	1	ϕ	ϕ
	01	1	0	0	ϕ
	11	1	ϕ	0	ϕ
	10	ϕ	0	0	1

A

$$A = \bar{a}\bar{b}d + b\bar{d} + c\bar{d}$$

Man kan göra hoptagningar på många olika sätt. Man strävar alltid efter att få så få och stora hoptagningar som möjligt.



9(2)

- a) Transistorn måste leda för att lampan skall tändas, alltså måste OP-förstärkarens utgång mata ut ström. För en ideal OP-förstärkare gäller:

$$U_{UT} = F \cdot (U_A - U_B)$$

I vårt fall är $U_A = U_C$ och $U_B = U_R$ vilket medför att $U_{UT} > 0$ då $U_C > U_R$.

$$b) \quad U_R = 12 \cdot \frac{1000}{22000 + 1000} = \underline{0,52V}$$

Kondensatorn laddas omedelbart upp till 12 V då knappen trycks in och laddas ur långsamt via motståndet på 1 Mohm, då knappen släpps.

(Den ideala OP-förstärkarens inimpedans är oändlig, så ingen urladdning sker den vägen.) Uttrycket för omladdning i en RC-krets:

$$u_C = u_{C\infty} - (u_{C\infty} - u_{C0})e^{-t/\tau} \quad \text{I vårt fall (urladdning) gäller: } u_{C\infty} = 0$$

$$\Rightarrow u_C = u_{C0}e^{-t/RC}$$

Lampan släcks då u_C sjunker under $U_R = 0,52$ V. Vi löser ut t :

$$u_C = u_{C0}e^{-t/RC} \Rightarrow \ln\left(\frac{u_C}{u_{C0}}\right) = -\frac{t}{RC} \Rightarrow t = -RC \cdot \ln\left(\frac{u_C}{u_{C0}}\right) = -10^6 \cdot 47 \cdot 10^{-6} \cdot \ln\left(\frac{0,52}{12}\right) = \underline{147s}$$

10(2)

- a) 17 minuter . time kan maximalt ha värdet 1023 (då ligger potentiometern i övre läget). För slingan genomlöps därför maximalt 1023 ggr och varje gång ökas tiden med 1000 ms = 1s tidsfördröjning (Delay(1000)).
- b) 12,5 sekunder. Duty_cycle är maximalt 100 och därför blir tiden för rampen maximalt 100*125 ms = 12,5 s.
- c) Inget händer, utom att lampans neddrampning fortsätter. S1 – värdet läses kontinuerligt 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.

11(2)

a) Effekt till kondensatorn $p = u_c \cdot i_c = 150 \cdot (-120) = -18 \text{ kW}$ dvs 18 kW tas från kondensatorn.

b) $p = U_d \cdot i_d = 250 \cdot i_d = -18000 \text{ W}$ $i_d = -72 \text{ A}$

c) $p = F \cdot v = 18000 \text{ W}$ $F = \frac{18000}{50 \cdot 1000 / 3600} = 1300 \text{ N}$

d) Till kondensatorn tillförs energin:

$$W = \int_0^{t_1} p \cdot dt = \int_0^{t_1} u_c \cdot i_c \cdot dt = \int_0^{t_1} u_c \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} \cdot dt = \int_{250\text{V}}^{125\text{V}} C \cdot u_c \cdot du_c = 16 \cdot (0,5 \cdot 125^2 - 0,5 \cdot 250^2) \text{ J} = -375 \text{ kJ}$$

Alltså levererar kondensatorn 375 kJ.

Kan även beräknas direkt som skillnad i lagrad energi $W = \frac{1}{2} CU^2$ vid 250V och 125V