

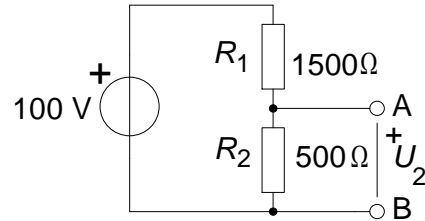
1(2)

Ett batteri med $E = 100 \text{ V}$ och försumbar inre resistans ansluts till en spänningsledare såsom figuren visar.

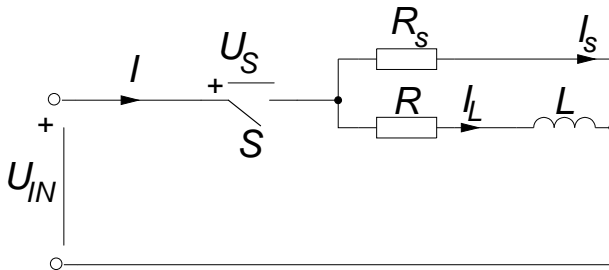
a) Hur stor blir spänningen U_2 om ingen yttre last är ansluten?

b) Hur stor blir strömmen mellan A och B om dessa anslutningspunkter kortsluts.

c) Hur stor blir U_2 om en belastning med resistansen 2000Ω ansluts mellan A och B?



2(1) Strömbrytaren S i figuren har under lång tid varit öppen. Vid tidpunkten sluts strömbrytaren.



Utgå ifrån att

$$U_{IN} = 12 \text{ V}$$

$$L = 40 \text{ mH}$$

$$R = 10 \Omega$$

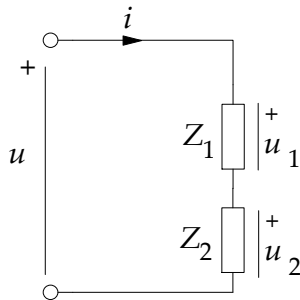
$$R_s = 1200 \Omega$$

a) Beräkna de tre strömmarna i , i_s och i_L strax efter slutning.

b) Beräkna de tre strömmarna i , i_s och i_L lång tid efter slutning.

3(2)

En växelspänningskälla u matar två seriekopplade impedanser med strömmen $i = \hat{I} \sin \omega t$. För kretsen gäller: $u_1 = \hat{U}_1 \sin(\omega t + \alpha)$ och där $\hat{U}_1 = 14 \text{ V}$ och $\hat{I} = 1 \text{ A}$ och $\alpha = 60^\circ$. Impedansen Z_2 är rent resistiv $R = Z_2 = 10 \Omega$.



a) Beräkna U_1 (effektivvärde av u_1).

b) Beräkna impedansen Z_1 .

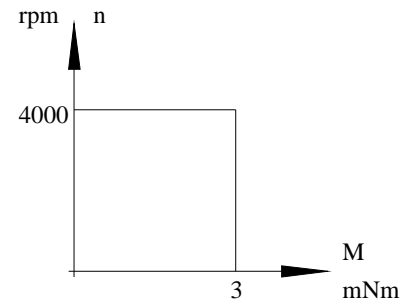
c) Beräkna U (effektivvärde av u).

d) Beräkna effektutvecklingen i kretsen.

4(2) En motor med data enligt tabellen ska driva en belastning som kräver högst 3mNm och högst 4000 rpm. Diagrammet visar det önskade arbetsområdet.

Measuring voltage	V	12
No-load speed	rpm	9100
Stall torque	mNm	8,3
Max. continuous current	A	0,37
Max. recommended speed	rpm	12000
Max. continuous output power	W	2,8
Back-EMF constant	V/1000rpm	1,30
Terminal resistance, R_A	ohm	18
Torque constant	mNm/A	12,4
Rotor inertia	$\text{kgm}^2 \cdot 10^{-7}$	1,9
Thermal time constant, rotor	s	7
stator	s	480
Thermal resistance rotor-body	$^{\circ}\text{C/W}$	5
Body-ambient	$^{\circ}\text{C/W}$	30
Max. permissible coil temperature	$^{\circ}\text{C}$	100

- Vilken spänning ska motorn matas med för att rotera 4000 rpm i tomgång ?
- Vilken spänning krävs vid 4000 rpm och 3mNm?
- Hur stor blir temperaturstegringen i lindningen om motorn belastas kontinuerligt med 3mNm? Antag att motorn ej har extra kylning med fläkt, kylplåt eller dylikt.



5(2)

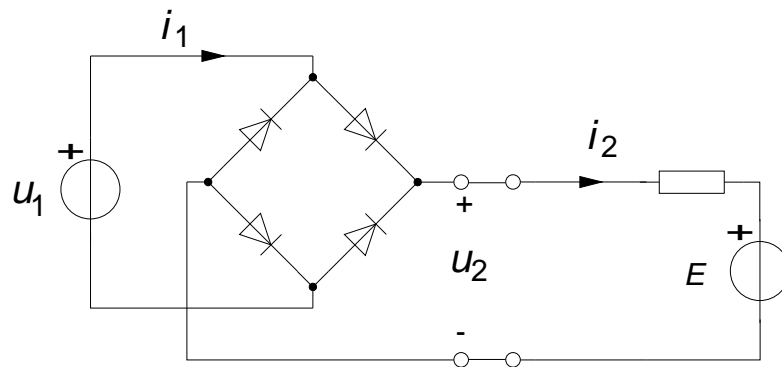
Till en likriktarbrygga är ett batteri anslutet. Batteriets EMK E är 12 V och dess inre resistans är $0,1 \Omega$. U_1 är en växelspänning med effektivvärdet 12 V.

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



6(2)

En asynkronmotor matas från ett trefasnät med spänningen 400V, 50Hz.

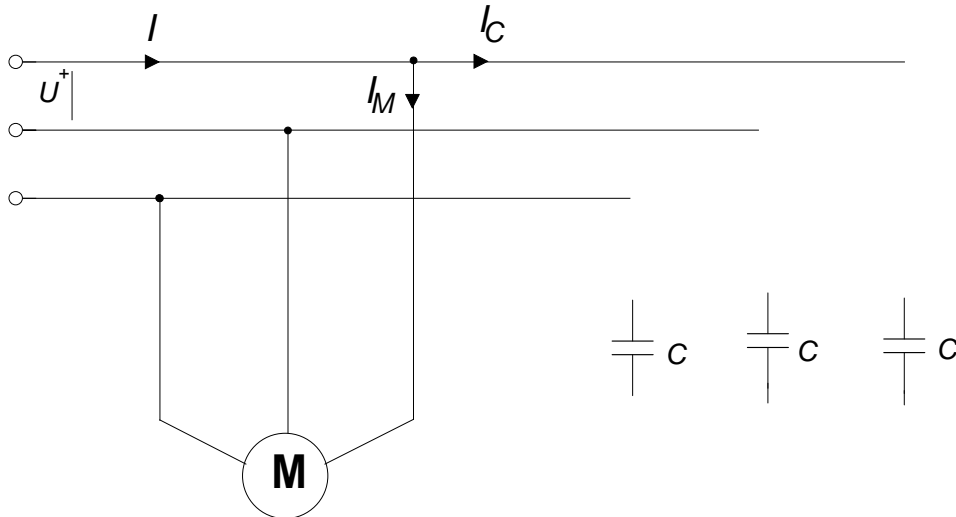
Asynkronmotorn drar i märkdrift 32,4 kW från elnätet vid $\cos\phi = 0,85$.

(Märkeffekten är 30 kW och verkningsgraden 92,5% vilket gör att 32,4 kW måste tillföras från elnätet)

a) Beräkna strömmen I då motorn går i märkdrift.

För att faskompensera kopplas ett kondensatorbatteri bestående av 3 D- kopplade kondensatorer om vardera $100\ \mu\text{F}$.

b) Rita klart D-kopplingen av kondensatorbatteriet i figuren.



c) Beräkna strömmen I i kabeln när motorn arbetar med märklast och kondensatorbatteriet är inkopplat?

d) Anläggningen matas av en 100 m lång kabel med ledararean $16\ \text{mm}^2$ (kopparledare). Spänningen är 400 V invid lasten. Hur stora är kabelförlusterna?

Koppars resistivitet är $0,017\ \Omega\ \text{mm}^2/\text{m}$.

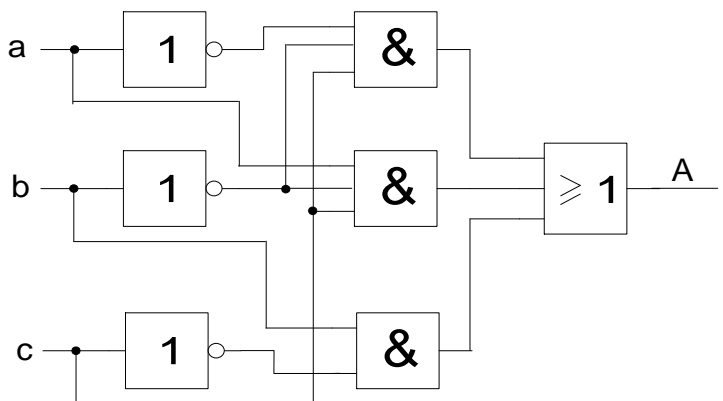
7(2) Studera grindnätet till höger

a) Tag fram transmissionsfunktionen för signalen A utan att förenkla.

b) Fyll i Karnaughdiagrammet för signalen A

		c	
		0	1
ab	00		
	01		
	11		
	10		

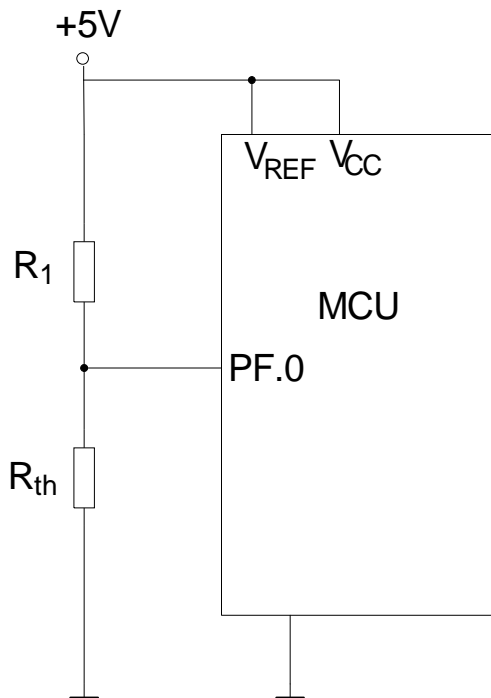
A



c) Förenkla om möjligt transmissionsfunktionen för A

8(2)

För att mäta temperatur används en termistor i en spänningsdelare. Spänningen över termistorn är kopplad till en av MET-kontrollerns A/D-omvandlarkanal enligt figuren där $R_1=15\text{ k}\Omega$. Termistorns temperaturberoende ges av nedanstående tabell:



ϑ [°C]	R_{th} [k Ω]
-10	44,6
0	28,1
10	18,2
25	10
40	6,406
50	5,758
70	2,954
100	1,229

- Beräkna spänningen över termistorn R_{th} om temperaturen är 25°C .
- Om spänningen A/D-omvandlas med en 10-bitars A/D omvandlare. Vilket tal blir resultatet av A/D omvandlingen om temperaturen är 25°C .
- Vid exekvering av nedanstående programsekvens får variabeln x värdet 320. Beräkna strömmen genom motståndet R_1 .
- Vid exekvering av nedanstående programsekvens får variabeln x värdet 320. Beräkna temperaturen.

```
int main(void)
{
int x;
x=GET_AD(0);
}
```

9(2)

En permanentmagnet servomotorer av fabrikat Kollmorgen SEIDEL Servoförstärkare av typ SERVOSTAR 600, ström 6 A (Matningsdon) som matas trefasigt med 400 V.

6SM57S-3000

Torque constant $K_T = 1,65 \text{ Nm/A}$

Voltage constant $K_E = 97 \text{ mV/min}$

Winding resistance Phase-Phase 6,3 ohm

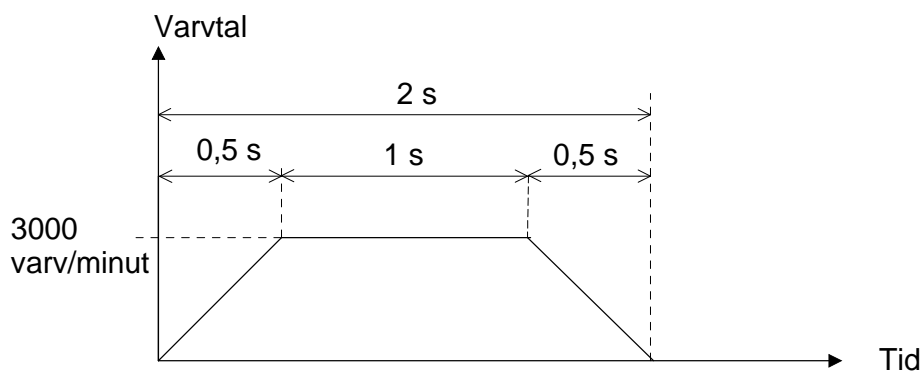
Winding inductance Phase-Phase 35 mH

Rotor moment of inertia 3,1 kgcm².

Motor pole no. 6

Thermal time constant 20 min

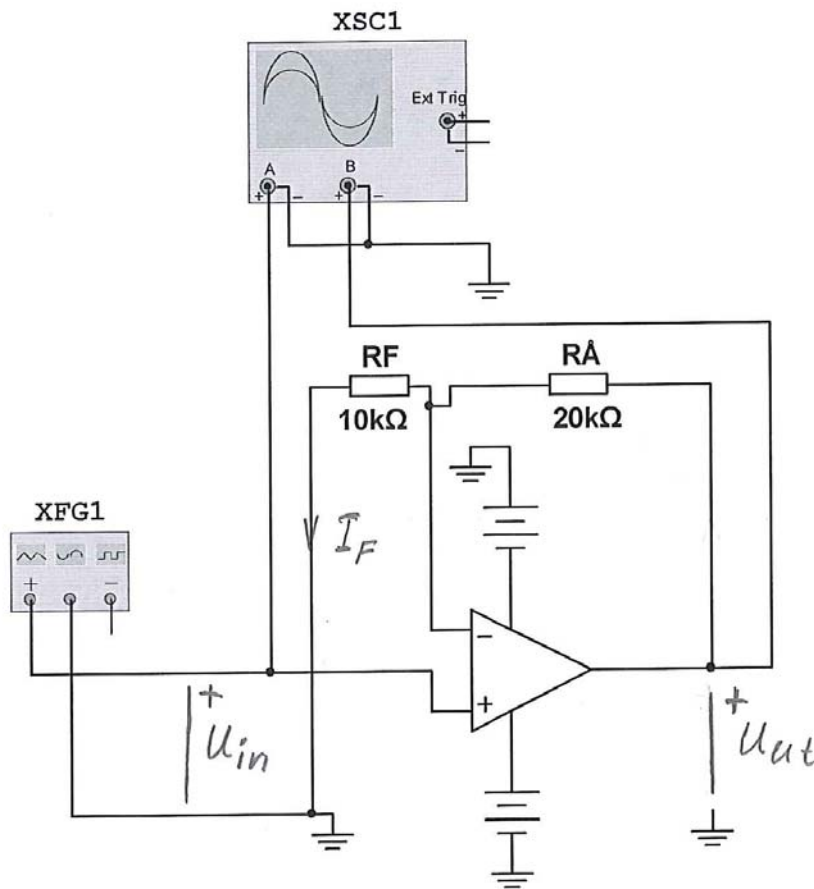
Motorn driver en last med ett tröghetsmoment som är 37 kgcm². Friktionsmomentet försummas. Lasten körs utan växel enligt nedanstående varvtalsprofil.



- Beräkna det maximala strömbehovet under driftcykeln.
- Beräkna spänningbehovet strax efter accelerationsförloppet (under konstant varvtalsperioden).
- Beräkna spänningsbehovet i slutet av accelerationsförloppet.

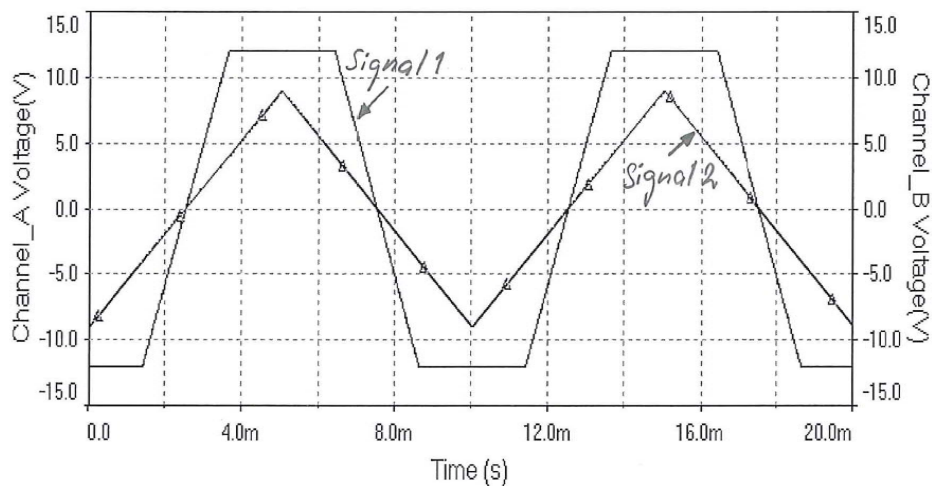
10(2)

I en OP-förstärkarkoppling har förstärkaren matningsspänningen $\pm 12V$. Insignalen kommer från tongeneratorn XFG1 i figuren. Insignalen mäts med en scopemeter symboliserad av XSC1 i figuren.



- Beräkna momentanvärdet u_{ut} då momentanvärdet $u_{in} = 1V$.
- Beräkna u_{ut} då $u_{in} = 5V$.

På scopemetern kan man se nedanstående bild.



- Vilken signal visas på scopemeterns kanal A och vilken visas på kanal B.

11(1) Rita schemat för ett enkelt lågpasfilter av RC-typ.

Antag att filtrets gränshfrekvens är 1000 Hz.

Vilken blir utspänningen ungefär (vid obelastat filter) om inspänningen är 10 V, 50 Hz?

SVAR TILL TENTAMEN I ELEKTROTEKNIK

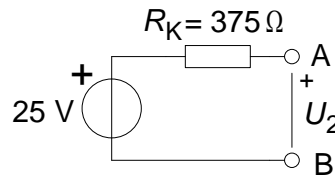
Elektroteknik MF1016 2011-08-19

1(2) a) Spänningsdelningslagen ger

$$U_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100 \frac{500}{1500 + 500} = 25 \text{ V}$$

b) Kortslutningsströmmen blir: $I_K = \frac{E}{R_1} = \frac{100}{1500} = 0,067 \text{ A}$

c) Kretsen till höger om anslutningspunkterna kan ersättas med den ekvivalenta



kretsen visas till höger (tvåpolssatsen).

$$R_K = \frac{25}{0,067} = 375 \Omega$$

Spänningsdelningslagen ger

$$U_2 = 25 \frac{2000}{2000 + 375} = 21 \text{ V}$$

2(1) a) I den brutna kretsen flyter igen ström och tex $i_L = 0 \text{ A}$. Strömmen genom L kan ej ändras språngvis $\Rightarrow i_L = 0$ strax efter slutning. $i_s = U_{IN} / R_S = 12 / 1200 = 10 \text{ mA}$ och $i_B = i_L + i_R = 0 \text{ A} + 10 \text{ mA} = 10 \text{ mA}$

b) Strömmen genom R_s ändras ej $i_s = 10 \text{ mA}$. För induktansen gäller $u_L = L \frac{di_L}{dt}$ efter

lång tid är det likström dvs konstant ström. Spänningen över induktansen u_L blir då noll, det vill säga

induktansen är en kortslutning för likström. $i_L = U_{IN} / R = 12 / 10 = 1,2 \text{ A}$

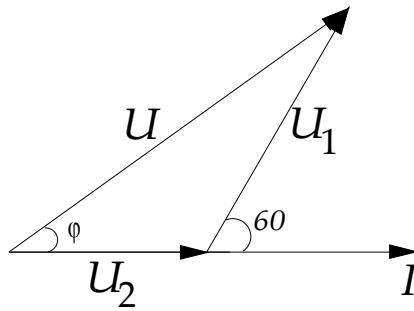
$$i = i_L + i_s = 1,2 \text{ A} + 10 \text{ mA} = 1,2 \text{ A}$$

3(2) a) Effektivvärdet av spänningen u blir $U_1 = \hat{U}_1 / \sqrt{2} = 14 / \sqrt{2} = 10 \text{ V}$.

b) Effektivvärdet av strömmen i blir $I = \hat{I} / \sqrt{2} = 1 / \sqrt{2} = 0,7 \text{ A}$ och

$$Z_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{10}{0,7} = 14 \Omega.$$

$$c) U_2 = I \cdot Z_2 = I \cdot R = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ V}$$



$$U = \sqrt{(U_2 + U_1 \cos 60)^2 + (U_1 \sin 60)^2} = \sqrt{(7 + 10 \cos 60)^2 + (10 \sin 60)^2} \approx 14,8$$

$$\text{d) } \tan \varphi = \frac{U_1 \sin 60}{U_2 + U_1 \cos 60} = \frac{10 \sin 60}{7 + 10 \cos 60} = 0,72 \Rightarrow \varphi = 35,8^\circ$$

$$\text{Effekten: } P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 21\text{V} \cdot 0,7\text{A} \cdot \cos(35,8^\circ) = 8,4\text{W}$$

$$4(2) \text{ a) } U_A = E = K_E \cdot n = 1,3 \cdot 4 = 5,2 \text{ V}$$

$$\text{b) } M = K_T \cdot I_A \Rightarrow I_A = \frac{3}{12,4} \text{ A} = 0,24 \text{ A}$$

$$U_A = R_A \cdot I_A + E = 18 \cdot 0,24 \text{ V} + 5,2 \text{ V} = 9,5 \text{ V}$$

c) Temperaturstegringen är $(5 + 30)^\circ\text{C} / \text{W} \cdot P_f$ och

$$P_f = R_A \cdot I_A^2 = 18 \cdot 0,24^2 \text{ W} = 1,04 \text{ W}.$$

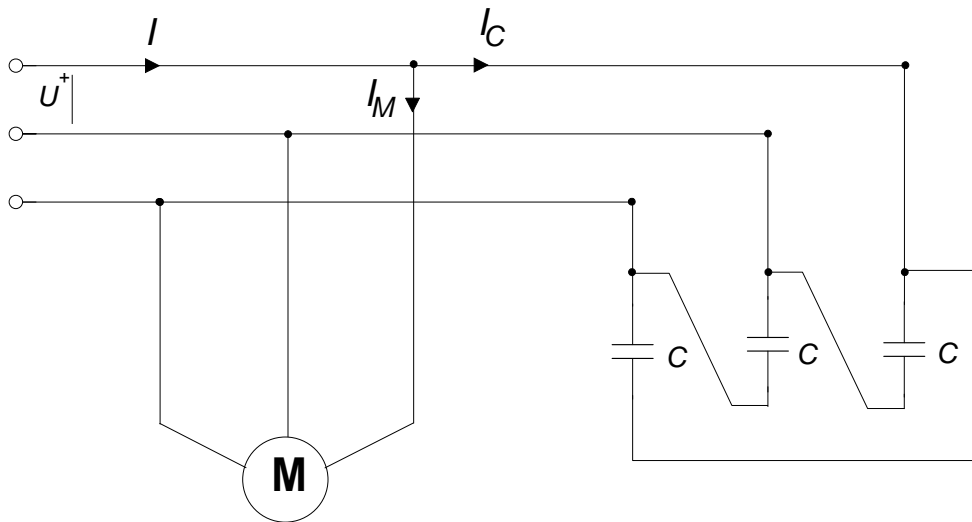
Temperaturstegringen blir därför $35 \cdot 1,04^\circ\text{C} = 36^\circ\text{C}$

$$5(2) \text{ a) Dioderna spärrar. } i_2 = 0 \text{ A, } i_1 = 0 \text{ A}$$

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

$$6(2) \text{ a) } P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \Rightarrow 32400 = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot I \cdot 0,85 \Rightarrow I (= I_M) = 55\text{A}$$

b)



c) $U = \frac{1}{\omega C} I_G$ där I_G är den grenström som flyter genom kondensatorerna \Rightarrow
 $400 = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 100 \cdot 10^{-6}} I_G \Rightarrow I_G = 13A \Rightarrow I_C = \sqrt{3} \cdot I_G = \sqrt{3} \cdot 13 = 22A \Rightarrow$
 $I_C = 22A$

Last	Karaktär	Cos ϕ	Sin ϕ	Ström	Aktiv ström	Reaktiv ström
Motor	ind	0,85	0,6	51	47	29
Konden- satorbatteri	kap	0	-1	22	0	-22
Totalt					$I_P = 47$	$I_Q = 7$

Den totala strömmen blir således $I = \sqrt{47^2 + 7^2} = 47,3A$

d) Kabelresistansen är

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017 \frac{100}{16} = 0,11\Omega$$

$$P_F = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \cdot 0,11 \cdot 47,3^2 = 712W$$

7(2) a) $A = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot c$

b) Se Karnaughdiagrammet till höger

c) $A = b \cdot \bar{c} + \bar{b} \cdot c$

		c	
		0	1
ab	00	0	1
	01	1	0
	11	1	0
	10	0	1

8(2) a) Ur tabell fås $R_{th} = 10 \text{ k}\Omega$

Strömmen in på A/D-omvandlingång är försumbar då inimpedansen är stor. Därför blir termistorn och R_1 seriekopplade med strömmen

$$I = \frac{5V}{15k\Omega + 10k\Omega} = 0,2mA$$

och spänningen över termistorn blir $U_{th} = 10 \cdot 0,2 \cdot V = 2V$

b) 10 bitar ger tal 0 till $2^{10} - 1 = 1023$ som motsvara 0 – 5V.

2V ger $2 \cdot \frac{1023}{5} = 409,2$ som ger 409.

c) $x = 320$ betyder att spänningen över termistorn är $5 \cdot \frac{320}{1023} = 1,564V$

Spänningen över R_1 blir $5 - 1,564 = 3,436V$ vilket ger strömmen $3,436/15 mA = 0,229mA$.

d) Termistorns resistans blir: $R_{th} = \frac{1,564}{0,229} = 6,8277k\Omega$.

Termistorns resistans är $6,406 k\Omega$ vid $40 C$ och $10 k\Omega$ vid $25 C$. Interpolering ger temperaturen: $40 + (6,8277 - 6,406) \cdot \frac{40 - 25}{6,406 - 10} = 40 - 1,760 = 38,24^\circ$

9(2) a) $M = J \frac{d\omega}{dt} = (3,1 + 37) \cdot 10^{-4} \cdot \frac{314}{0,5} = 2,52 Nm$

$$I = \frac{2,52}{1,65} = 1,53 A \text{ inga problem med strömmen}$$

b) Vid konstant varvtal är det tomgång om inget lastmoment finns.

$$U_H = 3000 \cdot 97 \cdot 10^{-3} = 291 V$$

c) Under accelerationen behövs $2,52 Nm$ och därmed $1,53 A$

Det resistiva spänningsfallet per fas blir: $\frac{R}{2} I = \frac{6,3}{2} 1,53 = 4,82 V$

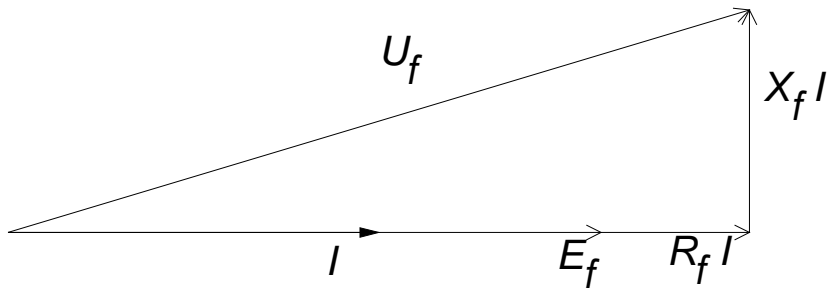
c) $314 rad/s$ mekaniskt motsvarar $942 rad/s$ elektriskt (6-polig maskin). Strömmen är detsamma som i början av accelerationen. Det induktiva spänningsfallet per fas blir:

$$\omega_{el} \cdot \frac{L}{2} I = 942 \cdot \frac{35 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 1,53 = 25,2 V$$

Tomgångsspänning per fas vid 3000 varv per minut:

$$E_f = 291 / \sqrt{3} = 168 V$$

$$U_f = \sqrt{(168 + 4,82)^2 + 25,2^2} = 175V$$



$$U_H = \sqrt{3} \cdot 175 \text{ V} = 303 \text{ V} \text{ går bra då, vi har tillgång till } 400 \text{ V.}$$

10(2)

$$\text{KVL (potentialvandring): (1) } U_{ut} - R_A \cdot I_F - R_F \cdot I_F = 0$$

$$(2) U_{in} - \Delta u - R_F \cdot I_F = 0$$

Där Δu är spänningen mellan OP-förtärkarens +(A) och -(B) ingång.

a) Antag OP-förstärkaren i linjära området $\Rightarrow \Delta u = 0$

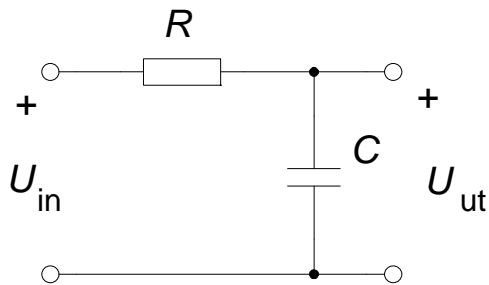
$$(2) \Rightarrow I_F = \frac{1\text{V}}{10\text{k}\Omega} = 0,1\text{mA}$$

$$(1) \Rightarrow U_{ut} = 30\text{k}\Omega \cdot 0,1\text{mA} = 3\text{V}$$

b) Samma antagande som i a) ger $U_{ut} = 15\text{V}$, men den kan max bli $12\text{V} \Rightarrow U_{ut} = 12\text{V}$.

c) Från a) har vi att $1\text{V} \rightarrow 3\text{V}$ och från b) har vi att $5\text{V} \rightarrow 12\text{V}$ vilket stämmer med att signal 2 \rightarrow signal 1. Signal 2 är U_{in} som är kopplad till kanal A. Signal 1 är kanal B som är U_{ut} .

11(1)



Utspanningen blir ca 10 V eftersom den aktuella frekvensen är 20 ggr lägre än gränshfrekvensen.