



# Tentamen i ET1545, ET1546, ET1459, ET1422 Automation 1 resp. Analog och Digitalteknik

Datum 2020-06-01

Tid: 09:00-14:00

Hemtentamen med zoomövervakning med anledning av COVID-19

Hjälpmedel: Räknedosa, kursbok, egna anteckningar och annat skriftligt material som t.ex. böcker utskrifter etc.

## Förslag på lösningar

### VIKTIGT

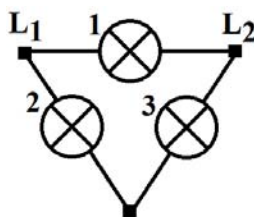
- Uppgifterna skall lösas så utförligt att din tankegång går att följa.
- Det räcker inte med enbart svar till räkneuppgifter.
- Använd inte RÖD penna!!!!
- Det är en klar fördel om du skriver läsligt!
- Ange tydliga svar på varje uppgift, dvs "Svar: a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_" etc.
- TIPS: Kontrollera antalet värdesiffror i både mellanresultat och svar!

**NOTERA att beroende på vilken tentamen man skriver så är det olika uppgifter i slutet av tentamenshäftet.**

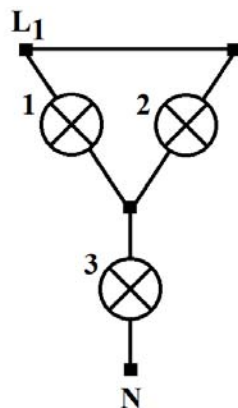
### Uppgift 1

Nedan finns fyra kopplingar (a, b, c resp. d) med tre glödlampor var, se bild. Glödlamporna har märkeffekten 60 W och märkspänningen 230 V. Om spänningen till en glödlampa överstiger 300 V, förkortas livslängden markant och lampan går i sönder efter en kort stund. De fyra kopplingarna är anslutna till ett symmetriskt trefasssystem (400V/230V) med faserna L1, L2, L3 samt neutralledaren N.

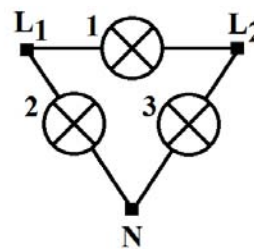
Krets A:



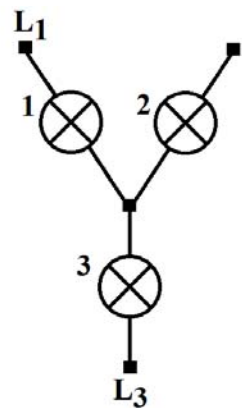
Krets B:



Krets C:



Krets D:



Tyvärr har den nyanställda elektrikern misslyckats med att koppla in lamporna korrekt. Några anslutningar fattas eller är felkopplade.

a) Analysera de fyra kretsarna och ange vilka lampor (1, 2 resp. 3) som **lyser normalt**, **lyser för svagt** eller **lyser så starkt att de går i sönder**. (Svaret består alltså av  $4 \times 3 = 12$  delsvar.)

b) Beräkna även den totala effekten för varje krets. (Svaret består alltså av 4 delsvar.)

Lösning:

a)

	Lampa 1		Lampa 2		Lampa 3	
Krets A	400 V	sönder	200V	svagt	200V	svagt
Krets B	$230/3 = 77 \text{ V}$	svagt	$230/3 = 77 \text{ V}$	svagt	$230 \cdot 2/3 = 153 \text{ V}$	svagt
Krets C	400 V	sönder	230 V	normalt	230 V	normalt
Krets D	200V	svagt	0V	svagt	200V	svagt

b)  $P = U^2/R \rightarrow R = U^2/P = 230^2/60 \approx \underline{881,67 \Omega}$

Krets A	$P = 400^2/881,67 + 2 \cdot 200^2/881,67 = 240000/881,67 \approx 272 \text{ W}$
Krets B	(Spänningsdelning ger $U_1 = U_2 = 230/3$ samt $U_3 = 230 \cdot 2/3$ ) $P = 2 \cdot (230/3)^2/881,67 + (230 \cdot 2/3)^2/881,67 = 40 \text{ W}$
Krets C	$P = 400^2/881,67 + 2 \cdot 230^2/881,67 = 265800/881,67 \approx 301 \text{ W}$
Krets D	$P = 2 \cdot 200^2/881,67 = 80000/881,67 \approx 91 \text{ W}$

Alternativ lösning:

Krets A	$R_{TOT} = (2 \cdot 881,67)/881,67 = 587,78 \Omega \rightarrow$	$P_{TOT} = 400^2/587,78 \approx 272 \text{ W}$
Krets B	$R_{TOT} = 881,67/881,67 + 881,67 = 1322,5 \Omega \rightarrow$	$P_{TOT} = 230^2/1322,5 = 40 \text{ W}$
Krets C	(Ingen alternativ lösning.)	
Krets D	$R_{TOT} = 2 \cdot 881,67 = 1763,3 \Omega \rightarrow$	$P_{TOT} = 400^2/1763,3 \approx 91 \text{ W}$

Svar:

	Lampa 1	Lampa 2	Lampa 3	Totaleffekt
Krets A	sönder	svagt	svagt	0,27 kW
Krets B	svagt	svagt	svagt	0,040 kW
Krets C	sönder	normalt	normalt	0,30 kW
Krets D	svagt	svagt	svagt	0,091 kW

( $4 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,5 = 4 \text{ p}$ )

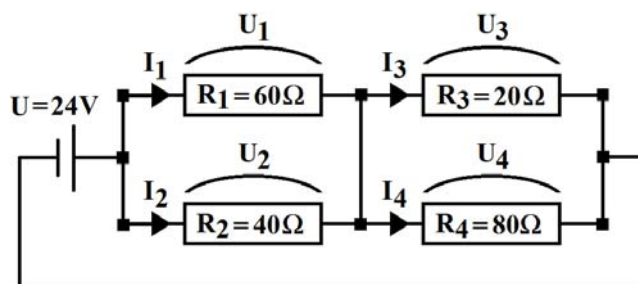
## Uppgift 2

Nedan visas en likströmskrets med fyra motstånd.

a) Beräkna spänningarna  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  och  $U_4$ .

b) Beräkna strömmarna  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  och  $I_4$ .

c) Beräkna den totala effekten  $P_{TOT}$  för hela kretsen.



**Lösning:**

$$R_1 // R_2 = 60 // 40 = \dots = 24 \, \Omega$$

$$R_3 // R_4 = 20 // 80 = \dots = 16 \, \Omega$$

$$R_{TOT} = 24 \, \Omega + 16 \, \Omega = 40 \, \Omega$$

$$I_{TOT} = U / R_{TOT} = 24 / 40 = 0,6 \, A$$

$$U_1 = U_2 = 24 / (24+16) * 24 = 14,4 \, V \approx 14 \, V$$

$$U_3 = U_4 = 16 / (24+16) * 24 = 9,6 \, V$$

$$I_1 = 40 / (60+40) * 0,6 = 0,24 \, A$$

$$I_2 = 60 / (60+40) * 0,6 = 0,36 \, A$$

$$I_3 = 80 / (20+80) * 0,6 = 0,48 \, A$$

$$I_4 = 20 / (20+80) * 0,6 = 0,12 \, A$$

$$P_{TOT} = U^2 / R_{TOT} = 24^2 / 40 = 14,4 \, W \approx 14 \, W$$

**Kontroll:**

$$P_{TOT} = U_1 * I_1 + U_2 * I_2 + U_3 * I_3 + U_4 * I_4 = 14,4 * 0,24 + 14,4 * 0,36 + 9,6 * 0,48 + 9,6 * 0,12 = 14,4 * 0,6 + 9,6 * 0,6 = 24 * 0,6 = 14,4 \, W \approx 14 \, W$$

**Svar:** a)  $U_1 = U_2 = 14 \, V$ ,  $U_3 = U_4 = 9,6 \, V$ ,

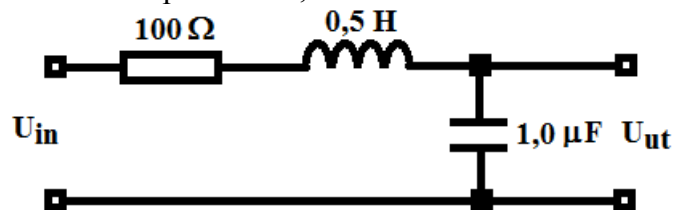
b)  $I_1 = 0,24 \, A$ ,  $I_2 = 0,36 \, A$ ,  $I_3 = 0,48 \, A$ ,  $I_4 = 0,12 \, A$

c)  $P_{TOT} = 14 \, W$

(1+1+1 = 3 p)

**Uppgift 3**

I kretsen nedan är effektivvärdet på  $U_{in} = 5,0 \, V$  medan frekvensen är  $200 \, Hz$ .



a) Beräkna storleken (beloppet) på utspänningen  $U_{ut}$ .

b) Beräkna vinkeln mellan  $U_{ut}$  och  $U_{in}$  (där  $U_{in}$  i detta fallet används som referens).

**Lösning:**

a)

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi 200 * 0,5 = 200\pi \approx 628,32 \, \Omega$$

$$X_C = 1/(\omega C) = 1/(2\pi f C) = 1/(2\pi 200 * 10^{-6}) = 2500/\pi \approx 795,77 \, \Omega$$

$$X_{TOT} = X_L - X_C = 628,32 - 795,77 = -167,45 \, \Omega$$

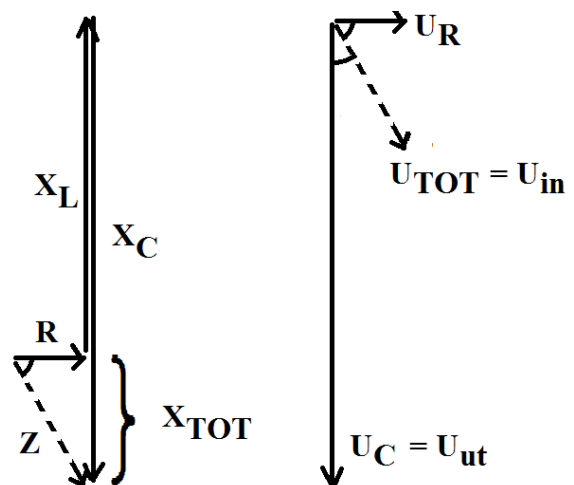
$$Z = \sqrt{(R^2 + X_{TOT}^2)} = \sqrt{100^2 + 167,445^2} = 195,04 \, \Omega$$

$$I = U_{TOT}/Z = U_{in}/Z = 5 / 195,04 = 0,025636 \, A$$

$$U_{ut} = U_C = X_C * I = 79,77 * 0,025636 = 20,400 \, V \approx 20 \, V$$

b)

$$\phi = \arctan (X_{TOT}/R)$$



(2+1 = 3p)

#### Uppgift 4

Sanningstabellen till höger beskriver funktionen hos en kombinatorisk krets med insignalerna A, B och C samt utsignalen U.

Insignaler			Utsignal
A	B	C	U
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- Tag fram det booleska uttrycket för U.
- Förenkla det booleska uttrycket för U så långt det är möjligt.
- Rita den nya minimala kretsen.

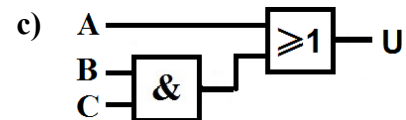
#### Lösning:

a) Leta upp alla rader där U=1:

$$U = A'BC + AB'C' + AB'C + ABC' + ABC$$

b) "Klona" ABC:

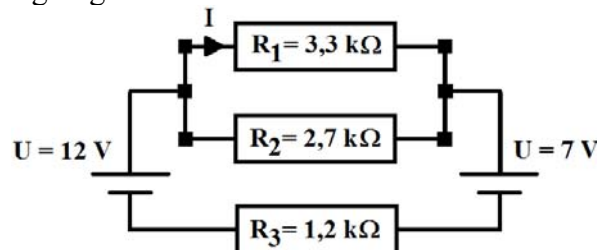
$$\begin{aligned} U &= ABC + A'BC + AB'C' + AB'C + ABC' + ABC = \\ &= (ABC + A'BC) + (AB'C' + AB'C) + (ABC' + ABC) = \\ &= BC(A + A') + AB'(C' + C) + AB(C' + C) = \\ &= BC \cdot 1 + AB' \cdot 1 + AB \cdot 1 = \\ &= BC + AB' + AB = BC + A(B' + B) = BC + A \cdot 1 = \underline{A + BC} \end{aligned}$$



(3 p)

#### Uppgift 5

Beräkna strömmen I som går igenom resistansen R1.



#### Lösning:

$$R_{TOT} = 1200 + 3300 // 2700 = 1200 + (3300 \cdot 2700) / (3300 + 2700) = 2685 \Omega$$

$$U_{TOT} = 12 - 7 = 5 \text{ V}$$

$$I_{TOT} = U_{TOT} / R_{TOT} = 5 / 2685 = 0,0018622 \text{ A}$$

$$I = [\text{strömdelning}] = 0,0018622 \cdot 2700 / (3300 + 2700) = 0,83799 \text{ mA} \approx \underline{0,84 \text{ mA}}$$

(2 p)

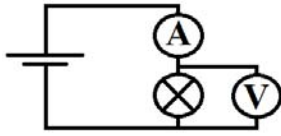
#### Uppgift 6

Man vill mäta hur stor effekt som utvecklas i en glödlampa när den lyser. Utrustningen som finns tillgänglig är ett likspänningsaggregat, en voltmeter, en amperemeter och sladdar.

- Rita en figur som visar hur man skall koppla för att kunna få fram effekten.
- Visa vilka beräkningar som måste göras för att få fram effekten.
- Om lampan har extremt låg effekt, vilket krav ställs på voltmeteren, förutom att den skall vara noggrann?
- Om lampan har extremt hög effekt, vilket krav ställs på amperemeteren, förutom att den skall vara noggrann?

Lösning:

a)



b)  $P = U \cdot I$

c)  $P_{\text{LAMP}} = U_{\text{LAMP}}^2 / R_{\text{LAMP}}$  betyder att låg effekt fås om  $R_{\text{LAMP}}$  är stort. För att inte strömmen skall smita via voltmeteren så måste denna vara höghögmig.

d)  $P_{\text{LAMP}} = U_{\text{LAMP}}^2 / R_{\text{LAMP}}$  betyder att hög effekt fås om  $R_{\text{LAMP}}$  är litet.

För att inte strömmen skall stoppas upp av amperemetern så måste denna vara låghögmig.

(4\*0,5 = 2p)

### Uppgift 7

I en Y-kopplad symmetrisk trefasbelastning är linjeströmmen 5,3 A och effektfaktorn 0,95. Huvudspänningen är 400 V. Hur stor är då strömmen i neutralledaren?

Lösning:

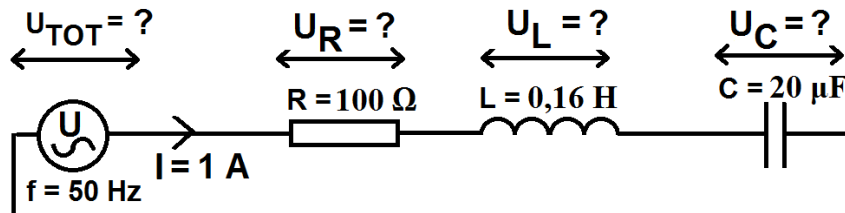
Vid en symmetrisk trefasbelastning går ingen ström i neutralledaren (nollan).

Svaret: 0 A

(1 p)

### Uppgift 8

Beräkna  $U_{\text{TOT}}$ ,  $U_R$ ,  $U_L$  och  $U_C$  i nedanstående växelströmskrets. Samtliga indata har två värdesiffror.



Lösning:

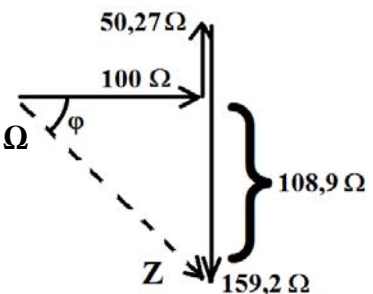
$R = 100 \, \Omega$

$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L = 2\pi 50 \cdot 0,16 = 16\pi \approx 50,27 \, \Omega$

$X_C = 1 / (\omega C) = 1 / (2\pi f \cdot C) = 1 / (2\pi 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6}) = 500/\pi \approx 159,2 \, \Omega$

$X = X_L - X_C = 16\pi - 500/\pi \approx -108,9 \, \Omega$

$\phi = \arctan(-108,9 / 100) \approx -47,44^\circ$



$U_R = R \cdot I = 100 \cdot 1 = 100 \, \text{V} \approx \underline{0,10 \, \text{kV}}$

$U_L = X_L \cdot I = 50,27 \cdot 1 = 50,27 \, \text{V} \approx \underline{50 \, \text{V}}$

$U_C = X_C \cdot I = 159,2 \cdot 1 = 159,2 \, \text{V} \approx \underline{0,16 \, \text{kV}}$

$U_{\text{TOT}} = \sqrt{(U_R^2 + (U_L - U_C)^2)} = \sqrt{(100^2 + (50,27 - 159,2)^2)} = 147,8 \, \text{V} \approx \underline{0,15 \, \text{kV}}$

Kontroll:

$Z = \sqrt{(R^2 - (X_L - X_C)^2)} = \sqrt{(100^2 - (50,27 - 159,2)^2)} = 147,8 \, \Omega$

$U_{\text{TOT}} = Z \cdot I = 147,8 \cdot 1 \approx 0,15 \, \text{kV}$

$\phi = -\arccos(R / Z) = -\arccos(100 / 147,8) \approx -47,44^\circ$

(3 p)

### Uppgift 9

I en verkstad finns belysning och två olika motorer enligt följande tabell:

Objekt	Aktiv effekt P	Effektfaktor $\cos\phi$
Belysning	5,50 kW	1,00
Motor 1	10,0 kW	0,800
Motor 2	5,00 kW	0,707

a) Vad är effektfaktorn  $\cos\phi$  för hela anläggningen?

b) I ett försök att faskompensera, kopplas en kondensator på 2 kVAr in. Den småländske automationsingenjören var emellertid för snål och köpte en alldeles för liten kondensator så den gjorde inte så stor nytta. Vad blir den nya effektfaktorn  $\cos\phi$ ?

c) För att höja effektfaktorn  $\cos\phi$  upp till önskat 0,900 behöver man koppla in ytterligare en kondensator. Beräkna reaktiva effekten på denna nya kondensator mätt i kVAr. (Man behöver inte räkna ut kapacitansen C.) Den gamla kondensatorn skall sitta kvar.

#### Lösning:

a) Från effekttriangeln:  $Q/P = \tan\phi \Rightarrow Q = P \cdot \tan\phi = P \cdot \tan(\arccos(\cos\phi))$

Då får vi:

$$Q_{\text{Motor1}} = P_{\text{Motor1}} \cdot \tan(\arccos(\cos\phi_{\text{Motor1}})) = 10 \cdot \tan(\arccos(0,8)) = 7,5 \text{ kVAr}$$

$$Q_{\text{Motor2}} = P_{\text{Motor2}} \cdot \tan(\arccos(\cos\phi_{\text{Motor2}})) = 5 \cdot \tan(\arccos(0,707)) = 3,5 \text{ kVAr}$$

Detta skriver vi in i tabellen och summerar:

Objekt	Aktiv effekt P	Reaktiv effekt Q	Effektfaktor $\cos\phi$
Belysning	5,50 kW	0 kVAr	(1,00)
Motor 1	10,0 kW	7,5 kVAr	(0,800)
Motor 2	5,00 kW	3,5 kVAr	(0,707)
Summa	20,5 kW	11,0 kVAr	

$$\text{Effektfaktor} = \cos\phi = \cos(\arctan(Q_{\text{tot}}/P_{\text{tot}})) = \cos(\arctan(11,0/20,5)) = \underline{0,854}$$

b) Vi kompletterar tabellen (notera tecknet på Q för kond.) samt summerar igen

Objekt	Aktiv effekt P	Reaktiv effekt Q	Effektfaktor $\cos\phi$
Belysning	5,50 kW	0 kVAr	1,00
Motor 1	10,0 kW	7,5 kVAr	0,800
Motor 2	5,00 kW	3,5 kVAr	0,707
Kond.	0 kW	-2 kVAr	0
Summa	20,5 kW	9,0 kVAr	

$$\text{Effektfaktor} = \cos\phi = \cos(\arctan(Q_{\text{tot}}/P_{\text{tot}})) = \cos(\arctan(9,0/20,5)) = \underline{0,890}$$

c)  $Q/P = \tan\phi \Rightarrow Q = P \cdot \tan\phi = P \cdot \tan(\arccos(\cos\phi)) \Rightarrow$

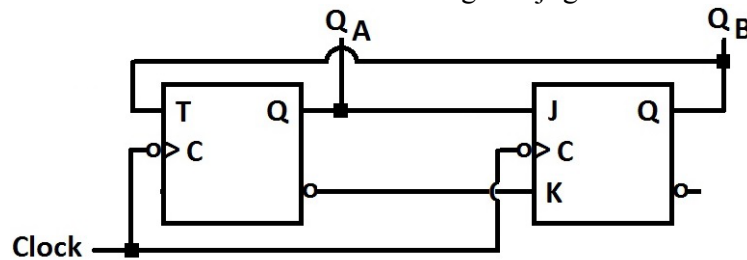
$$Q_{\text{TOT}} = P_{\text{TOT}} \cdot \tan(\arccos(\cos\phi_{\text{TOT}})) = 20,5 \cdot \tan(\arccos(0,9)) = 9,9286 \text{ kVAr}$$

Vi skall alltså sänka från 9,0 kVAr ned till 9,9286 kVAr, dvs den nya extra kondensatorn skall ha den reaktiva effekten  $9,9286 - 9,0 = \underline{0,9286 \text{ kVAr}}$

(2+1+1 = 4 p)

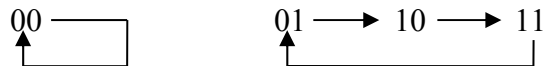
### Uppgift 10

Rita tillståndsdigram för sekvenskretsen nedan. Samtliga möjliga tillstånd skall vara med.



**Lösning:**

$Q_A Q_B$	$T (= Q_B)$		$J (= Q_A)$	$K (= Q_A')$		$Q_A^+ Q_B^+$
0 0	0	$(\Rightarrow Q_A^+ = Q_A)$	0	1	$(\Rightarrow Q_B^+ = 0)$	0 0
0 1	1	$(\Rightarrow Q_A^+ = Q_A')$	0	1	$(\Rightarrow Q_B^+ = 0)$	1 0
1 0	0	$(\Rightarrow Q_A^+ = Q_A)$	1	0	$(\Rightarrow Q_B^+ = 1)$	1 1
1 1	1	$(\Rightarrow Q_A^+ = Q_A')$	1	0	$(\Rightarrow Q_B^+ = 1)$	0 1



(2 p)

### Uppgift 11

Beräkna följande tal:

- Omvandla  $1100\ 1100_2$  till decimalt
- Omvandla  $3A_{16}$  till decimalt
- Hur många kombinationer kan man uppnå med 12 bitar?
- Omvandla  $1000\ 1101\ 0100\ 1100_2$  till hexadecimalt
- Omvandla  $35_8$  till hexadecimalt
- Omvandla  $349_{10}$  till binärt
- Omvandla  $1000\ 1101\ 0100\ 1100_2$  till oktalt
- Omvandla  $231_{10}$  till binärt
- Omvandla  $1000\ 0101\ 0110\ 0100_2$  till BCD-kod
- Omvandla  $112_{10}$  till hexadecimalt
- Utför subtraktionen  $001101_2 - 000111_2$  med hjälp av tvåkomplement

(**OBS!** Kompletta uträkningar skall finnas där man kan se exakt varje beräkningssteg. Att bara använda omvandlingsfunktion på räknedosa eller utelämna mellanled godkänns inte.)

**Lösning:**

a)  $2^7 + 2^6 + 2^3 + 2^2 = 128 + 64 + 8 + 4 = \underline{204}_{10}$

b)  $3 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0 = 48 + 10 = \underline{58}_{10}$

c)  $2^{12} = \underline{4096}$  kombinationer

d) Omvandla varje fyragrupp för sig. Då fås  $\underline{8D4C}_{16}$  (Rättingsreferens: 36172<sub>10</sub>)

e)  $35_8 = 011\ 101_2 = [\text{omgruppering}] = 0001\ 1101_2 = \underline{1D}_{16}$

f)

$349/2 = 174$	rest 1	LSB	$5/2 = 2$	rest 1	
$174/2 = 87$	rest 0		$2/2 = 1$	rest 0	
$87/2 = 43$	rest 1		$1/2 = 0$	rest 1	MSB
$43/2 = 21$	rest 1				
$21/2 = 10$	rest 1				
$10/2 = 5$	rest 0				

$349_{10} = \underline{101011101_2}$

g) Gör om till tregrupper och omvandla varje tre-grupp för sig:

$$001\ 000\ 110\ 101\ 001\ 100_2 = \underline{106514_8}$$

(Rättningsreferens:  $36172_{10}$ )

h)	$231/2 = 115$	rest 1	LSB	$7/2 = 3$	rest 1	
	$115/2 = 57$	rest 1		$3/2 = 1$	rest 1	
	$57/2 = 28$	rest 1		$1/2 = 0$	rest 1	MSB
	$28/2 = 14$	rest 0				
	$14/2 = 7$	rest 0				

$$216_{10} = \underline{11100111_2}$$

i)  $1000\ 0101\ 0110\ 0100_2 = 4 + 32 + 64 + 256 + 1024 + 32768 = 34148_{10}$

Omvandla varje decimal siffra till fyra binära, dvs  $\underline{0011\ 0100\ 0001\ 0100\ 1000}_{BCD}$

j)

$112/16 = 7$	rest 0	LSB	
$7/16 = 0$	rest 7	MSB	$112_{10} = \underline{70}_{16}$

k)  $001101_2 - 000111_2 = 001101_2 + 111001_2 = \dots = \underline{000110_2}$

Kontroll:  $13_{10} - 7_{10} = 6_{10} = \underline{000110_2}$

( $10 \cdot 0,5 + 1 = 6p$ )

### Uppgift 12:

I figuren visas en förenklad elinstallation i en villa där jordfelsbrytare är installerad. De tre faserna är avsäkrade med 10 A säkring vardera.

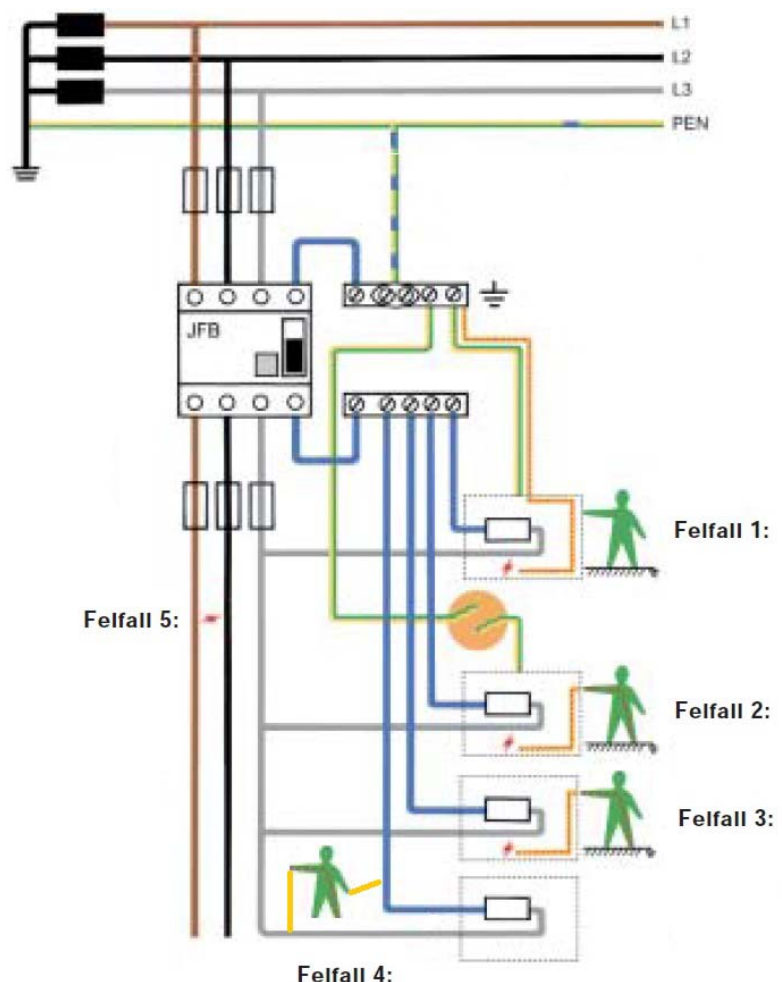
I figuren finns fyra små röda "åskblixnar" som var och en illustrerar ett elektriskt fel. I fall fyra finns ingen "åskblixn" men det är ändå fel.

Du skall (för varje vart och ett av de fem olika felfallen) med egna ord beskriva:

- Vad som är fel.
- Om INTE jordfelsbrytare finns: Hade felet kunna skada personen eller ej, och varför.
- Om jordfelsbrytaren finns: Hade felet kunna skada personen eller ej, och varför.

Kommentar om felfall 5 :

- Ingen person närvarande:
- Två fall:
  - Fullständig kortslutning.
  - Mindre isolationsfel med felströmmen på ca 1 A.





**Lösning:**

**a) (Vad som är fel)**

Felfall 1	Isolering sönder på fasledare. Överledning mot ledande hölje med skyddsjord.
Felfall 2,3	Isolering sönder på fasledare. Överledning mot ledande hölje utan skyddsjord.
Felfall 4	Isolering sönder på både fasledare och neutralledare. Överledning via ojordad människa
Felfall 5	I) och II) Isolering sönder på två fasledare och neutralledare. Överledning.

**b) (Personskada utan jfb? Och varför?)**

Felfall 1	Nej, pga. korrekt jordat skyddande hölje som gör att säkringen går.
Felfall 2,3	Ja, pga. ojordat skyddande hölje som blir ledande.
Felfall 4	Ja, pga. sluten strömkrets.
Felfall 5	I) Nej, Säkring går. II) Nej men säkring går inte. Brand kan uppstå.

**c) (Personskada med jfb? Och varför?)**

Felfall 1	Nej, men jfb gör ingen nytta. (Jfb kan förhindra brand.)
Felfall 2,3	Nej. Jfb skyddar (och förhindrar brand.)
Felfall 4	Ja, pga. sluten strömkrets. Jfb löser inte ut p.g.a. av saknad av jord.
Felfall 5	I) Nej, Säkring går. Jfb gör ingen nytta. II) Nej men säkring går inte. Brand kan uppstå. Jfb gör ingen nytta.

(3 p)

### Uppgift 13

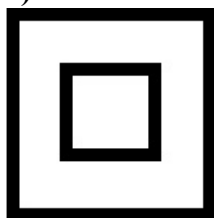
Vissa elapparater har ett extra lager isolering och kallas dubbelisolerade.

a) Rita symbolen

b) Rita hur elkontakten ser ut.

**Lösning:**

a)



b)



eller



Notera att den högra stickkontakten inte har några jordstift och är vanlig på apparater som dra mycket ström som t.ex. dammsugare. Den vänstra pluggen är vanligare men tåler bara 2,5 A

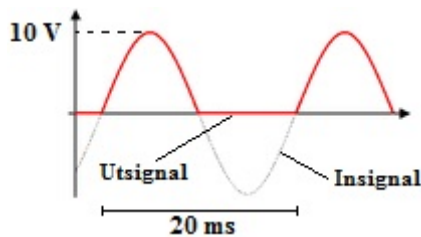
(1 p)

### Uppgift 14

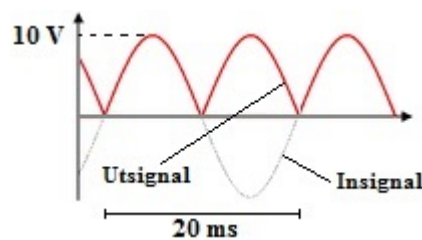
På vilket sätt är en halvågslikriktare bättre än en halvvågslikriktare?

**Lösning:**

**Halvvågsl riktare**



**Helvågsl riktare**



För en helvågsl riktare så tar man även tillvara på energin från den negativa spänningen medan för en halvvågsl riktare så "slösar bort" man bort hälften av all energi som blir värme.

(1 p)

**Uppgift 15**

Två förstärkare skall kopplas i serie (utgången på förstärkare 1 kopplas till ingången på förstärkare 2) så att man får en högre förstärkning. Data för förstärkarna är:

Förstärkare 1:

Förstärkning = - 5 ggr, Inresistans = 1,0 MΩ, Utresistans = 4,7 kΩ

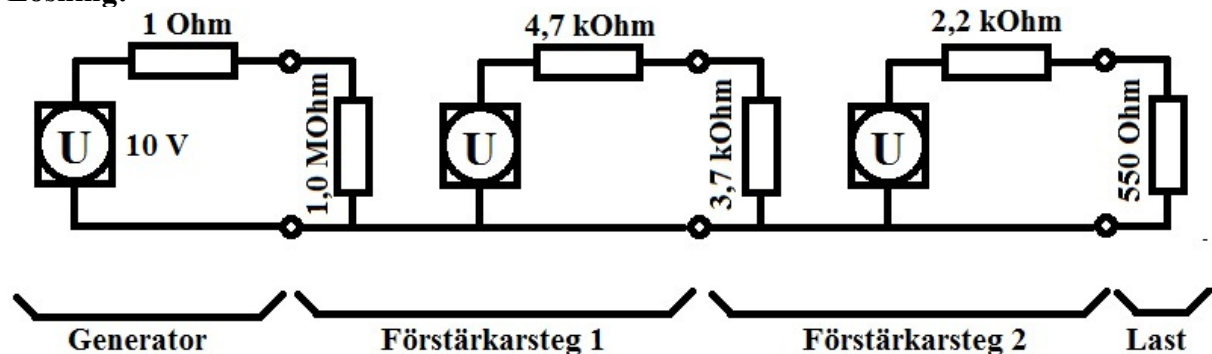
Förstärkare 2:

Förstärkning = - 100 ggr, Inresistans = 3,7 kΩ, Utresistans = 2,2 kΩ

a) Beräkna totala förstärkningen

b) På ingången till förstärkare 1 kopplar man till en spänningsgenerator på 10 V med utresistansen 1 Ω. På utgången till förstärkare 2 kopplar man till en last på 550 Ω. Vad blir effekten i lasten?

**Lösning:**



a) Mellan förstärkare 1 och förstärkare 2 får vi spänningsdelning, se figur ovan:

$$U_{in2} = U_{ut1} \cdot \frac{3,7}{(3,7+4,7)} \approx U_{ut2} \cdot 0,440476$$

Total spänningsförstärkning för steg 1 och steg 2 (utan generator och last):

$$A = (-5) \cdot (-100) \cdot 0,440476 = 220,238 \approx \underline{\text{ca } 220 \text{ ggr}}$$

b) Mellan generator och förstärkarsteg 1 är spänningsdelningen försumbar ty

$$U_{in1} = U_{utgen} \cdot \frac{1000000}{(1000000+1)} \approx U_{utgen} \cdot 1$$

Mellan förstärkarsteg 2 och lasten får vi spänningsdelning:

$$U_{inLast} = U_{ut2} \cdot \frac{550}{(550+2200)} = U_{ut2} \cdot 0,2$$

$$U_{inLast} = 10 \cdot 1 \cdot 220,238 \cdot 0,2 \text{ V} \approx 440,476 \text{ V}$$

$$\underline{\text{Effekt i last}} = P = U_{inLast}^2 / R = 440,476^2 / 550 = 352,762 \text{ W} \approx \underline{0,35 \text{ kW}}$$

(2 p)

### Uppgift 16

Operationsförstärkarkopplingar, OP:

- Vad är främsta användningsområdet för en spänningsföljare. (Förklara med exempel.)
- Vad skiljer en inverterande OP-förstärkare och en icke-inverterande OP-förstärkare. (Förklara med exempel samt rita exempelkurvor.)
- Förklara vad virtuell jord innebär och hur man kan använda detta vid beräkningar.

### Lösning

- "Producera" hög  $R_{in}$  och låg  $R_{ut}$  så att man inte förlorar effekt genom spänningsdelning på ingång resp. utgång på ett förstärkarsteg.
- Vid inverterande förstärkare ligger utsignalen i motfas jämfört med insignalen. Vid icke-inverterande förstärkare ligger utsignalen i fas jämfört med insignalen.
- Eftersom ingångarna på en OP ligger på i stort sett samma potential så kan man anta att de har samma spänningsnivå. Om t.ex. plusingången är jordad så kan man i beräkningarna att ven minusingången är jordad trots att minus och plus inte r sammankopplade.

(0,5 + 0,5 + 1 = 2 p)

### Uppgift 17

Rangordna följande alternativ efter hur jämn likriktning man får av utsignalen. OBS! Ange den bästa först.

- Helvågslikriktare med en fas.
- Halvvågslikriktare med tre faser.
- Helvågslikriktare med tre faser.
- Halvvågslikriktare med en fas.

### Lösning:

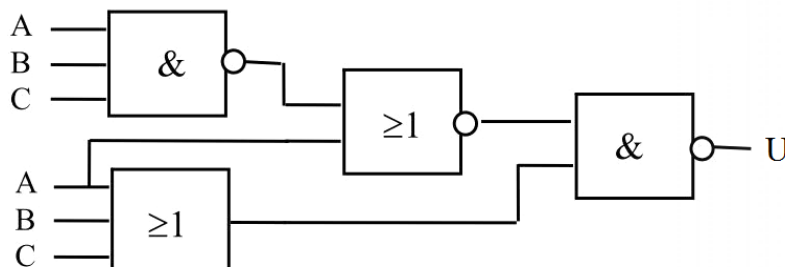
Fler faser ger jämnare utsignal. Helvågslikriktning ger jämnare utsignal (bäst först)

- Helvågslikriktare med tre faser.
- Halvvågslikriktare med tre faser.
- Helvågslikriktare med en fas.
- Halvvågslikriktare med en fas.

(1 p)

### Uppgift 18

Förenkla nedanstående kombinatoriska grindnät:



### Lösning:

$$[(ABC)' + A]' \cdot (A+B+C)]' = ((ABC)' + A)'' + (A+B+C)' = (ABC)' + A + A'B'C' = A' + B' + C' + A + A'B'C' = 1 \text{ ty } A' + A = 1 \text{ samt } 1 + \text{något} = 1$$

(1 p)

Notera att följande sidor innehåller frågor specifika för antingen kursen Automation 1 eller kursen Analog och Digitalteknik.

**Denna sida gäller endast Automation 1, ET1545, ET1459  
(Se annan sida för frågor till Analog- och Digitalteknik)**

**Uppgift 19 (Automation 1)**

Givare:

- a) Beskriv skillnaden i uppbyggnad mellan termoelement och motståndsgivare.
- b) Beskriv i detalj hur varför motstånden i en trådtöjningsgivare förändras (dvs hur motstånden är uppbyggda, hur man monterar dem på en balk som böjs, hur resistansen ändras och varför den ändras). Beskriv även hur man monterar dessa i en brygga (korrekt placering) samt analysera hur bryggan fungerar med ett exempel med insatta komponentvärden.
- c) I vilken givare använder man en bimetall.
- d) I vilken givare använder man en strypfläns

**Lösning:**

- a) I ett termoelement baseras mätningen på en emk-förändring mellan två metaller medan i en motståndsgivare baseras mätningen på en resistansförändring.
- b) Se sid 123 och 384 samt inspelad föreläsning.
- c) Termostat
- d) Flödesmätning enligt tryckdifferensprincipen

**(1+1+0,5+0,5 = 3 p)**

**Uppgift 20 (Automation 1)**

Reglering:

- a) Vad kallas är skillnaden mellan börvärde och ärvärde i ett kort perspektiv (innan processen har stabiliserat sig) respektive på lång sikt (efter att processen har stabiliserat sig) ?
- b) Till vilken form av reglering använder man en termostat?
- c) Vilken av reglerteknikerna PI resp. PD ger minst reglerfel.
- d) Vad är den största fördelen med PD-reglering framför PI-reglering? Finns det någon nackdel med PD-reglering? Vilken (eller vilka)?

**Lösning:**

- a) Regleravvikelse (före stabilisering) eller reglerfel/kvarstående fel (efter stabilisering).
- b) On-off-reglering vid t.ex. temperaturreglering i en elpanel i ett rum.
- c) PI-reglering
- d) Fördel: Snabbhet.    Nackdel: Instabilitet

**(2 p)**

Lycka till / Mikael Åsman

**Denna sida gäller Analog och Digitalteknik, ET1546, ET1422  
(Se annan sida för frågor till Automation 1)**

**Uppgift 19 (Analog och Digitalteknik)**

Störningar etc:

- a) Hur kan det komma sig att man förr använde BNC-kablar till nätverkstrafik medan man idag använder tvistade nätverkskablar? (Bortse från kostnad.) Förklara grundligt.
- b) Förklara i detalj vad en jordslinga är och hur man kan undvika att ge störningar. Ange minst två olika sätt för att reducera störningarna.
- c) Varför skall man inte ha mikrofonkabel och 230V-kabel i samma installationsrör?

**Lösning:**

- a) **BNC klumpig och dålig för lågfrekventa magnetiska fält.**
- b) **Om man kopplar utrustning (som samverkar med t.ex. sammankopplad jord) till två olika vägguttag så kan det hända att det är olika vägar bort till elcentralen från resp. vägguttag. Då får man en stor envarvig spole (jämför hörselslinga). Lösning: Koppla inte ihop jordningarna samt använd samma vägguttag. Optokopplare resp. skyddstransformator fungerar också.**
- c) **230 V stör ofta småsignalkablar som t.ex. mikrofonkabel.**

**(0,5+1+0,5 = 2 p)**

**Uppgift 20 (Analog och Digitalteknik)**

Digitala signaler:

- a) Om en människa kan urskilja frekvenser upp till 20 kHz efter att en signal har digitaliserats, hur snabbt måste man sampla? Motivera!
- b) En A/D-omvandlare med 16 bitar har inspänningsområdet 0-10V. Ange kvantiseringsintervallet (=upplösningen) i volt.
- c) En A/D-omvandlare med 16 bitar har inspänningsområdet 0-10V. Om insignalen är 4V, vad blir det digitala värdet?
- d) En av A/D-omvandlarna (som gått igenom i kursen) kan användas för mätning av mikrovägar. Vilken och varför? Motivera!
- e) En av A/D-omvandlarna (som gått igenom i kursen) har i princip ingen unik fördel. Vilken?
- f) En 8-bitars D/A-omvandlare med utspänningsområdet 0-10V har insignalen 01111011<sub>2</sub>. Vilken spänning får den analoga utsignalen?

**Lösning:**

- a) **Minst dubbla frekvensen teoretisk. I praktiken något mer. Jämför 44.1 kHz-standard i dator. Det krävs minst två sampel per period för att identifiera denna.**
- b)  **$10 \text{ V} / 2^{16} \text{ bitar} = 10 / 65536 \approx 0,15 \text{ mV/bit}$**
- c)  **$4/10 * 65536 = 26214$**
- d) **A/D-omvandlare av typ parallell ("flash") eftersom den är extremt snabb.**
- e) **A/D-omvandlare typ nivåramp**
- f)  **$01111011_2 = 123_{10}$ .  $123/256 * 10 \approx 4,8 \text{ V}$**

**(3 p)**

	Antal_stud.	%	Gränser
Max_poäng			49p
Betyg A	11	23%	Min 37p
Betyg B	5	11%	Min 33p
Betyg C	5	11%	Min 29p
Betyg D	9	19%	Min 25p
Betyg E	5	11%	Min 21p
Betyg F	12	26%	Min 0p
Totalt:	47	100%	
Godkända:	35	74%	