



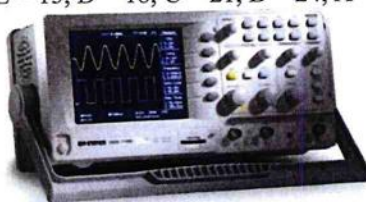
## Försättsblad Prov Original

Kurskod	Provkod	Tentamensdatum
E T 0 4 7 G	M 2 0 2	2 0 1 9 - 0 4 - 0 9
Kursnamn	Elektroteknik GR (A), Ellära och elektronik	
Provnamn	Växelströmsnät / Skriftlig examination	
Ort	Sundsvall	
Termin		
Ämne		

## Deltenta 2 AC-nät, Ellära och Elektronik (ET047G)

Hjälpmedel: Miniräknare, linjal, penna, suddgummi (formelsamling bifogas)

Preliminära betygsgränser: Fx = 13.5, E = 15, D = 18, C = 21, B = 24, A = 27 Max = 30



### 1. Oscilloskop och komplex beskrivning av spänning

Två växelspanningar mäts med ett oscilloskop. Frekvensen är 50 Hz. De två spänningarna skrivs i komplex form och effektivvärdesskala som:

$$V_1 = 2,00 \text{ V} \angle 15^\circ$$

$$V_2 = 1,50 \text{ V} \angle 35^\circ \text{ med } +1,00 \text{ V offset.}$$

Skriv spänningarna i matematisk form (sinusfunktion). Skissa den oscilloskopsbild som visar de båda sinusfunktionerna, med samma skala. Markera fasförskjutningen och förklara hur den mäts med oscilloskopet.

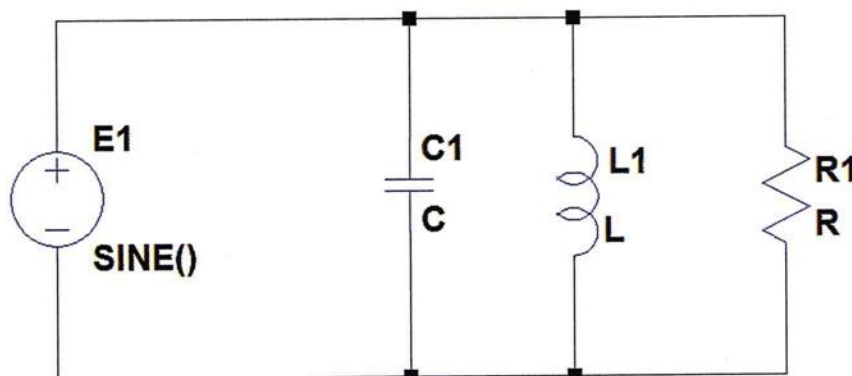
Beräkna spänningens rms-värde för  $V_2$ .

(6 p)

### 2. Parallellkoppling

För parallellkopplingen nedan, beräkna:

- Den totala impedansen  $Z_T$  för komponenterna.
- Strömmen  $I_S$  ut ur spänningskällan.
- Delströmmarna  $I_{C1}$ ,  $I_{L1}$  och  $I_{R1}$ .



#### Komponentvärden:

$$E_1 = 15 \text{ V} \angle 30^\circ$$

$$f = 5,0 \text{ kHz}$$

$$C_1 = 33 \text{ nF}$$

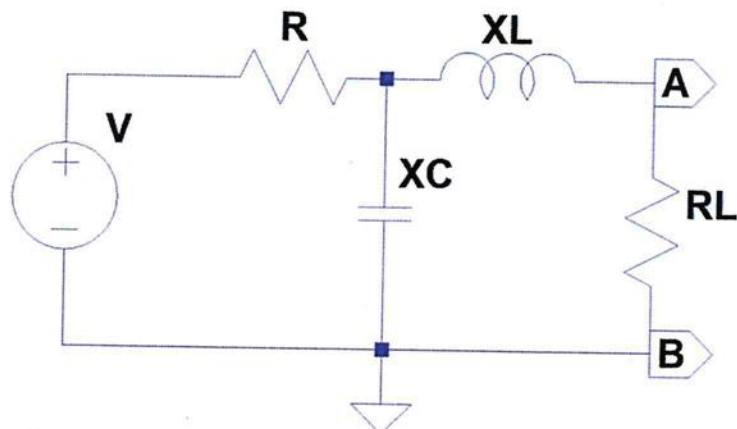
$$L_1 = 56 \text{ mH}$$

$$R_1 = 560 \ \Omega$$

(10 p)

### 3. Théveninekvivalent AC

- a) Ta fram Théveninekvivalenten för kretsen utanför  $R_L$  som är kopplad till punkterna A och B.



- b) Använd Théveninekvivalenten för att beräkna strömmen genom  $R_L$ , om  $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ .

**Komponentvärden:**

$$E = 12 \text{ V} \angle 0^\circ$$

$$R = 3 \text{ k}\Omega$$

$$X_L = 1,5 \text{ k}\Omega$$

$$X_C = 3 \text{ k}\Omega$$

(14 p)

Lycka till!

Ur svenska Wikipedia:

## Offset

Offset kan syfta på:



Svenskspråkiga Wiktionary har en ordboksartikel om *offset*.

- [Offsettryck](#) – en typ av tryckteknik
- [Offset \(signalförstärkning\)](#) – skillnader i elektroniska komponenter och kretsar
- [Offset \(artist\)](#) – rapparen Kiari Kendrell Cephus
- [Offset \(datavetenskap\)](#) – avståndet (heltal) från början (i en rad av objekt) till ett visst objekts position

## Moment 1 DC-nät

### Prefix före enheter

G	giga	$10^9$
M	mega	$10^6$
k	kilo	$10^3$
m	milli	$10^{-3}$
$\mu$	mikro	$10^{-6}$
n	nano	$10^{-9}$
p	piko	$10^{-12}$

### Resistans i ledare

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$\rho$  = ledarens resistivitet  $l$  = ledarens längd  $A$  = ledarens tvärsnitt area

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

### Resistorvärden

E12-serien för resistorer har tolerans 10 % och innehåller värdena 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100 osv.

### Resistorers färgkod

färg	sifra	exp	tolerans (%)
silver	-	0.01	10
guld	-	0.1	5
svart	0	1	20
brun	1	10	1
röd	2	100	2
orange	3	1k	3
gul	4	10k	
grön	5	100k	
blå	6	1M	
violett	7	10M	
grå	8		
vit	9		

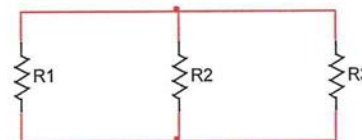
### Seriekoppling av resistorer

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3$$



### Parallellkoppling av resistorer

$$1/R_{tot} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$



### Ohms lag

$$U = R \cdot I$$

### Effektlagen

$$P = U \cdot I$$

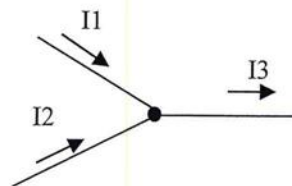
Effektlagen med resistorvärdet

$$P = U^2 / R$$

$$P = I^2 \cdot R$$

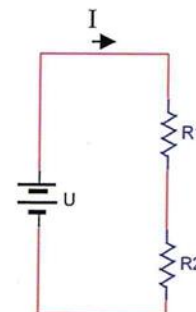
### Kirschhoffs strömlag (1:a lagen)

Summan av alla strömmar i en knutpunkt är noll  
 $I1 + I2 = I3$



### Kirschhoffs spänningslag (2:a lagen)

Summan av alla spänningar i en strömkrets är noll.  
 $IR1 + IR2 = U$



### Theveninekvivalent

*Theveninspänning*  $V_{th}$  mellan punkterna A och B i en krets. Beräkna spänningen mellan A och B förutsatt att komponenten utanför theveninekvivalentet tas bort.

*Theveninresistans*  $R_{th}$  mellan punkterna A och B i en krets. Beräkna resistansen mellan A och B förutsatt att komponenten utanför theveninekvivalentet tas bort. Spänningskällor ersätts med kortslutningar och strömkällor ersätts med avbrott.

*Till slut.* Sätt tillbaka komponenten utanför theveninekvivalenten mellan punkterna A och B.

### Nortonekvivalent

$$I_n = V_{th}/R_{th}$$

$$R_n = R_{th}$$

### Arbetsgång Nodanalys

- Rita ut noderna. En ensam spänningskälla kan inte åtskilja två noder.
- Jorda en nod.
- Inför potentialer i övriga noder.
- Ställ upp Kirschhoffs 1:a lag för strömmarna ut ur varje nod.

### Arbetsgång Slinganalys

- Rita ut strömslingorna. En strömkälla får inte ingå i en slinga.
- Numrera strömmarna.
- Ställ upp Kirschhoffs 2:a lag för strömmarna i varje slinga.

En resistor parallellt med en spänningskälla kan försummas. En resistor i serie med en strömkälla kan försummas. (Förutom vid beräkning av total effektförbrukning för kretsen.)

## Moment 2 AC-nät

### Kapacitans

$$C = Q / U$$

Q laddning (C), U spänning (V) C kapacitans (F)

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

### Plattkondensator

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 A / d$$

A plattornas area (m<sup>2</sup>), d avstånd mellan plattorna (m),  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $\epsilon_r = 1$  för luft

### Upladdning av kondensator

$$U_C(t) = E \cdot (1 - e^{-t/RC})$$

$U_C$  kondensatorspänning (V), E batterispänning (V), t tid (s), R resistans ( $\Omega$ ),

C kapacitans (F),  $e \approx 2,718$

### Urladdning av kondensator

$$U_C(t) = E \cdot e^{-t/RC}$$

### Tidskonstanten för kondensatorn

$$\tau = R \cdot C$$

Tiden tills spänningen når 63 % av batteriets spänning (tvärt om vid urladdning)

Mätning av tidskonstant

$$\tau = \frac{t_{(90\%)} - t_{(10\%)}}{2,2}$$

### Sinusformad spänning

$$u(t) = \hat{u} \sin(\omega t + \varphi_U) \Leftrightarrow U = \hat{u} e^{j\varphi_U}$$

### Frekvens

$f = 1/T$ , där T är tiden för en hel vågform, T mäts i s och f i Hz.

$\omega = 2\pi f$ , där  $\omega$  är vinkelfrekvensen mätt i radianer/s.

### Växelspänning

Effektivvärdet för sinusvåg

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \text{ och } I_e = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

Effektivvärde för fyrkantvåg

$$U_e = \hat{u} \text{ och } I_e = \hat{i}$$

Effektivvärde för triangelvåg

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} \text{ och } I_e = \frac{\hat{i}}{\sqrt{3}}$$

Effektivvärde för signal med offset

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{dc}^2 + U_{ac}^2}$$

### Komplex räkning:

Rektangulär form:  $a + jb$

Polär form:  $C \angle \varphi$

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$\varphi = \arctan(b/a)$ , om  $a \geq 0$ ,  $\varphi = \arctan(b/a) + 180^\circ$ , om  $a \leq 0$ ,

$$a = C \cdot \cos\varphi$$

$$b = C \cdot \sin\varphi$$

Ersättningskapacitans seriekoppling  $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$

Ersättningskapacitans parallellkoppling  $C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_N$

Ersättningsinduktans serie och parallellkoppling för spolar: Samma som för resistorer.

Reaktans Spole:  $X_L = \omega L$   
Kondensator:  $X_C = 1/\omega C$

Impedans Spole:  $Z_L = j\omega L$   
Kondensator:  $Z_C = 1/j\omega C$

Effekt

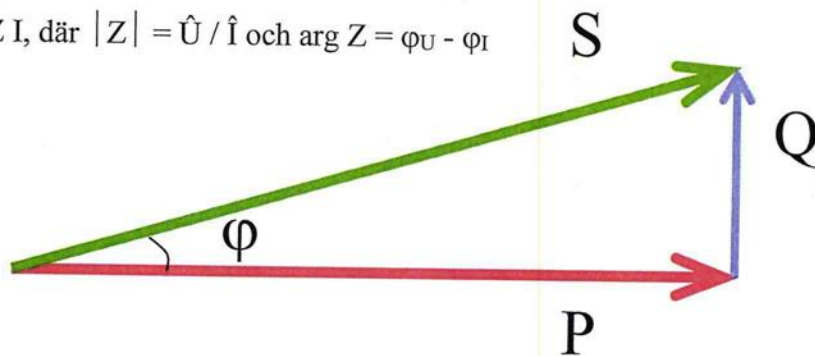
Skenbar effekt  $S = U I$  (VA)

Aktiv effekt  $P = U I \cos \varphi$ ,  $P = R \cdot I^2$  (W)

Reaktiv effekt  $Q = U I \sin \varphi$ ,  $Q = X_L \cdot I^2$  (VAr)

Effektfaktor  $\cos \varphi$

"Ohms lag för AC"  $U = Z I$ , där  $|Z| = \hat{U} / \hat{I}$  och  $\arg Z = \varphi_U - \varphi_I$



### Moment 3 Filter och OP

#### Filter

Gränsfrekvens: Då amplituden är faktorn  $1/\sqrt{2}$  lägre än maxvärdet.

1:a ordningens filter har gränsfrekvens  $f_g = 1/(2\pi RC)$  eller  $f_g = R/(2\pi L)$

#### Resonans

Vid resonans är  $X_L$  och  $X_C$  lika men motriktade, de tar ut varandra. All spänning över resistorn. För en RCL-krets gäller:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad B = \frac{R}{L} \quad Q_S = \frac{\omega_r}{B} \quad Q_S = \frac{\text{Reaktiv effekt}}{\text{Aktiv effekt}}$$

Där  $\omega_r$  är resonansfrekvens enligt  $\omega = 2\pi f$ , B är bandbredd och  $Q_S$  är godhetstal.

#### OP

##### Arbetsgång OP-uppgifter

- Negativ återkoppling ger  $\Rightarrow$  spänningarna på båda ingångarna är lika.
- Oändlig inresistans  $\Rightarrow$  ingen ström in i OP'n.
- Oändlig utresistans  $\Rightarrow$  OP'n ger den ström som behövs för att Kirschhoffs lagar ska vara uppfyllda.

##### OP-kopplingar

Inverterande:  $A_V = -R_f/R_1$

Icke-inverterande:  $A_V = 1 + R_f/R_1$