

# Ind. El., øving 5

Rendell Cale

Ønsker tilbakemelding :)

## Oppgave 1

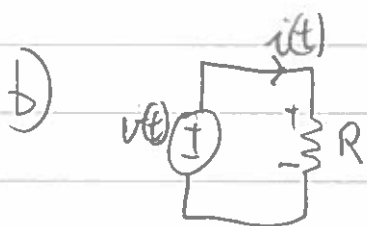
Brø! Godkjent!  
Akm 7/10-2016

$$v(t) = V_{\text{peak}} \sin(\omega t)$$

$$a) V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi/\omega} \int_{-\pi/\omega}^{\pi/\omega} \sin^2(\omega t) dt} V_{\text{peak}}$$

$$\int_{-\pi/\omega}^{\pi/\omega} \sin^2(\omega t) dt = \pi/\omega$$

$$\Rightarrow V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{\omega}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{\omega}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot V_{\text{peak}} \quad R$$



$$p(t) = v(t) i(t), \quad v = Ri \Leftrightarrow i = \frac{v}{R}$$

$$p(t) = \frac{v(t)^2}{R} \quad R$$

$$P_{\text{snitt}} = \frac{1}{2\pi/\omega} \cdot \frac{1}{R} \int_{-\pi/\omega}^{\pi/\omega} V_{\text{peak}}^2 \sin^2(\omega t) dt$$

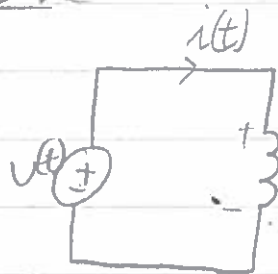
$$= \frac{\omega}{R 2\pi} \cdot V_{\text{peak}}^2 \cdot \frac{\pi}{\omega} = \frac{V_{\text{peak}}^2}{2R} \quad R$$

$$c) \quad \underline{V_x = V_{rms}}$$

$$\underline{V_{peak} = \sqrt{2} \cdot V_x}$$

d) RMS er ift. spenning ekvivalent med konstante kilder. R

## Oppgave 2



$$v(t) = V_m \cos(\omega t)$$

$$a) \quad v(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow i(t) = \frac{1}{L} \int v(\tau) d\tau$$

$$\Leftrightarrow i(t) = \frac{1}{L} \cdot \frac{V_m}{\omega} \sin(\omega t) \quad t > 0$$

$$b) \quad p(t) = v(t) i(t) = \frac{V_m^2}{L\omega} \sin(\omega t) \cos(\omega t)$$

$$= \frac{V_m^2}{2L\omega} \sin(2\omega t) \quad \text{R}$$

Snittverdien er null. R

$$c) \quad S = P + jQ = V \cdot I^*$$

$$v(t) = V_m \cos(\omega t) \rightarrow V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ$$

$$i(t) = \frac{V_m}{L\omega} \sin(\omega t)$$

$$= \frac{V_m}{L\omega} \cos(\omega t - 90^\circ) \rightarrow I = \frac{V_m}{\sqrt{2}L\omega} \angle -90^\circ$$

$$S = V \cdot I^* = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{V_m}{\sqrt{2}L\omega} \angle (0^\circ + 90^\circ)$$

$$= \frac{V_m^2}{2L\omega} \angle 90^\circ \quad R$$

Den tilsynelatende effekten blir  $j \frac{V_m^2}{2L\omega} = Qj$  og  $P = 0$   
 Bl ~~spurt~~ om spurt

$$d) \quad X_L = \frac{V}{I} = \frac{\frac{V_m}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{\frac{V_m}{\sqrt{2}L\omega} \angle -90^\circ}$$

$$= L\omega \angle 0 - (-90^\circ)$$

$$\underline{\underline{X_L = j\omega L}} \quad R$$

e) OKr siden han ikke bruker noen aktiv effekt. R

### Oppgave 3

a)  $v$  har periode  $T_v = 20 \text{ ms}$  og amplitude  $V_m = 5 \text{ V}$   
Det gir  $\omega = \frac{1}{2\pi T_v} = \frac{1}{40\pi} \text{ rad/ms}$   $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$   
 $v(t) = 5 \cos\left(\frac{t}{40\pi}\right)$

$i$  samme frekvens som  $v$ , men amplituden er  
 $i_m = 3 \cos\left(\frac{t}{40\pi} + \varphi\right)$

$i$  har maksimum 2,5 ms etter  $v$ , og det tilsvarer  
 $\frac{2,5}{20} = \frac{1}{8}$  av en periode. Som grader betyr det  
at  $\varphi = \frac{360^\circ}{8} = -45^\circ$  (\*)

Så forskjellen i fasevinkel er  $45^\circ$ . R

(\*) Negativt fordi strømmen ligger bak spg

$$b) p(t) = 5 \cos(\omega t) 3 \sin(\omega t - 45^\circ) \\ = 15 \cos(\omega t) \sin(\omega t - 45^\circ) \quad R$$

$$c) S = V \cdot I^*, \quad V = \frac{5}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ$$

$$I = \frac{3}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ$$

$$\Rightarrow I^* = \frac{3}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ$$

$$\text{Dette gir } S = \frac{5 \cdot 3}{\sqrt{2} \sqrt{2}} \angle 0^\circ + 45^\circ$$

$$= 7,5 \angle 45^\circ \quad R$$

Kretsen er induktiv, fordi spg. ligger foran strømmen. R

$$d) \text{ Vet at } V = Z_{eq} I \text{ s\aa}$$

$$Z_{eq} = \frac{V}{I} = \frac{\frac{5}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ}{\frac{3}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ}$$

$$= \underline{\underline{\frac{5}{3} \angle +45^\circ}} \quad R$$

$$\rightarrow S = 7,5 \angle 45^\circ \Rightarrow P = 5,3 \quad R \\ Q = 5,3 \quad R$$

e) Vkt  $S = V I^*$  og  $V = Z I$  og  $\underbrace{x \cdot x^* = |x|^2}_{\text{generell matematisk regel}}$

(1) (2)

(2) gir  $I = \frac{V}{Z}$

$\Rightarrow I^* = \frac{V^*}{Z^*}$

Sett inn i (1) får vi

$$S = V \cdot \frac{V^*}{Z^*} = \underline{\underline{\frac{|V|^2}{Z^*}}}$$

og  $S = Z I \cdot I^* = \underline{\underline{Z |I|^2}}$

## Oppgave 4

- a) I en seriekobling ville alt stoppet dersom én komponent svikket. Det ville også vært vanskelig å fordele spenningen på en forutsigbar / jevn måte (når en ny komponent kobles inn vil de andre komponentene miste spen.). R

230 V er rms-verdien så  $230 \cdot \sqrt{2} = 325,3$  V blir amplituden. R

b)  ~~$v(t) = 325,3 \cdot \sin(\omega t) = 230 \cos(\omega t - 90^\circ)$~~

~~På hver av kretsene vil  $I = \frac{V}{Z}$ ,~~

~~$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} e^{j\varphi}$$~~

~~$$= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} (\cos \varphi - j \sin \varphi)$$~~

~~$$= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} (\cos \varphi - j \sqrt{1 - \cos^2 \varphi})$$~~

D) Vaskemaskin:

$$\varphi = \cos^{-1}(0,95) = 18,19^\circ$$

$$\underline{I_{vm} = 6 \angle -18,19^\circ}$$

negativ fordi strømmen ligger bakt spg. i induktive kredsløb

TV:

$$\varphi = \cos^{-1}(0,98) = 11,48^\circ$$

$$\underline{I_{tv} = 4 \angle -11,48^\circ}$$

Panelovn:

$$\varphi = \cos^{-1}(1) = 0$$

$$\underline{I_{po} = 7,0 \angle 0^\circ}$$

R

$$I_{tot} = I_{vm} + I_{tv} + I_{po}$$

$$= (6 \cos(18,19^\circ) + 4 \cos(11,48^\circ) + 7)$$

$$-j(6 \sin(18,19^\circ) + 4 \sin(11,48^\circ) + 0)$$

$$= 16,62 - j 2,67$$

$$\underline{\underline{= 16,83 \angle -9,13^\circ}}$$

R

En del af strømmen som kræves er reaktiv



c) Vi bruker  $Z = \frac{V}{I}$  og får

$$\begin{aligned} \text{TV: } Z_{tv} &= R_{tv} + j\omega L_{tv} = \frac{230 \angle 0^\circ}{4 \angle -11,48^\circ} \\ &= 57,5 \angle +11,48^\circ \end{aligned}$$

$$\text{Dette gir } R_{tv} = 57,5 \cos(+11,48^\circ) = \underline{\underline{56,35 \, \Omega}}$$

$$L_{tv} = \frac{1}{\omega} 57,5 \sin(+11,48^\circ) = \underline{\underline{+0,04 \, \text{H}}}$$

fasit er ( $L_{tv} = 0,0364 \text{ H}$ )

$$\begin{aligned} \text{Vaskemaskin: } R_{vm} + j\omega L_{vm} &= \frac{230 \angle 0^\circ}{6 \angle -18,19^\circ} \\ &= 38,3 \angle +18,19^\circ \end{aligned}$$

$$\text{Dette gir } \underline{\underline{R_{vm} = 36,42 \, \Omega}}$$

$$\underline{\underline{L_{vm} = +0,04 \, \text{H}}}$$

fasit er ( $L_{vm} = 0,0381 \text{ H}$ )

$$\text{Panelovn: } R_{po} + j\omega L_{po} = \frac{230 \angle 0^\circ}{7,0 \angle 0^\circ} = 32,9 \angle 0^\circ$$

$$\text{Dette gir } \underline{\underline{R_{po} = 32,9 \, \Omega}}$$

$$\text{og } \underline{\underline{L_{po} = 0 \, \text{H}}}$$

$$d) S = P I^* = Z |I|^2 = \frac{|V|^2}{Z^*}$$

Vaskemaskin:

$$S_{vm} = 38,3 \angle 18,19^\circ \cdot 6^2$$

$$= \underline{1378,8 \angle 18,19^\circ \text{ va}}$$

$$\Rightarrow \underline{P_{vm} = 1309,9 \text{ W}}$$

$$\underline{Q_{vm} = 430,4 \text{ var}}$$

TV:

$$S_{tv} = 57,5 \angle 11,48^\circ \cdot 4^2$$

$$= \underline{920 \angle 11,48^\circ \text{ va}}$$

$$\Rightarrow \underline{P_{tv} = 901,6 \text{ W}}$$

$$\underline{Q_{tv} = 183,1 \text{ var}}$$

Panelovn:

$$S_{po} = 32,9 \cdot 7^2$$

$$= \underline{1612,1 \text{ va}}$$

$$\Rightarrow \underline{P_{po} = 1612,1 \text{ W}}$$

$$\underline{Q_{po} = 0 \text{ var}}$$

$$e) S_{tot} = V \cdot I_{tot}^*$$

$$= 230 \cdot 16,83 \angle 9,13^\circ$$

$$= 3870,9 \angle 9,13$$

$$\Rightarrow P_{tot} = 3821,86 \text{ W}$$

$$Q_{tot} = 614,22 \text{ Var}$$

$$P_{vm} + P_{po} + P_{tv} = 3823,6 \approx P_{tot}$$

↑ mulig avrundingsfeil  
↓

$$Q_{vm} + Q_{po} + Q_{tv} = 613,5 \approx Q_{tot}$$

Summene er "så og så" like totalene.

