



Kontrollskrivning KS2 i Ellära **med svar** (HE1027)

16 maj 2022

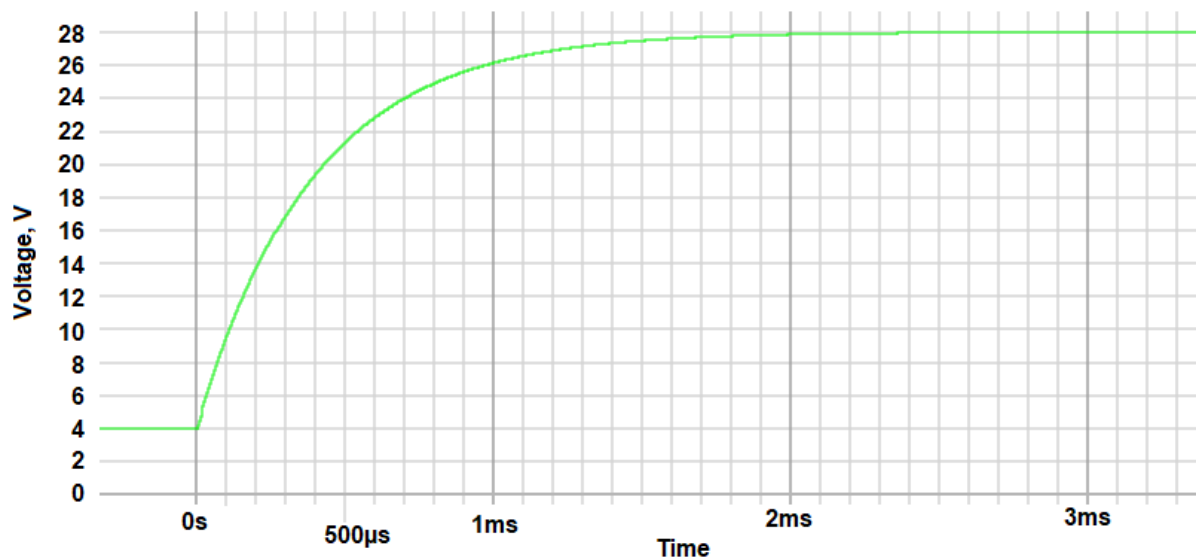
Hjälpmedel: Räknare och två sidor (ett blad) med handskrivna anteckningar (inga kopior).

Observera: Lösningarna måste vara skrivna med läsbar handstil.
Ange namn och personnummer på varje sida.
Tentamen består av 4 uppgifter.
För godkänt krävs 5 poäng av totalt 9 möjliga poäng.

Uppgift 1 [2p]

Ett 220Ω motstånd är anslutet till DC-spänningskällan och ytterligare en komponent (det finns bara tre komponenter i kretsen). Spänningen över motståndet mäts enligt nedan. Bestäm vad som är den tredje okända komponenten [0.5p] och dess värde [1p], och bestäm spänningen för DC-källan [0.5p].

A 220Ω resistor is connected to DC voltage source and one more component (there are only three components in the circuit). A voltage over the resistor is measured as seen below. Determine what is the third unknown component [0.5p] and its value [1p], and determine voltage of DC source [0.5p].



Svar: Maximum voltage is 28V and minimum is 4 based on the graph. It means that $E_{\max} = 28 - 4 = 24\text{V}$, which is a voltage of the DC source. Increasing voltage is a behaviour of a voltage over a capacitor or voltage over resistor that is connected to an inductor. Because this is rising voltage over resistor, the element is an inductor. We can learn inductance by finding tau. Time

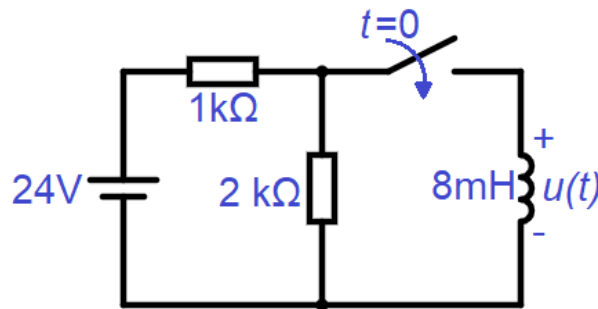
is equal to 1 tau when the capacitor is charged to 63% (and do not forget 4V offset) so $E = 24 \cdot 0,63 + 4 = 19.12V$. That is approximately 400μs. We know that $\tau = L/R$, so $L = \tau \cdot R = 400\mu \cdot 220 = 0,088 = 88mH$.

Answer: Third component is an inductor with 88mH and DC source is 24V.

Uppgift 2 [2p]

Bestäm $u(t)$ för $t > 0$ i kretsen nedan.

Determine $u(t)$ for $t > 0$ in the circuit below.



Svar: First we need to find R_{Th} and E_{Th} so we can do proper calculations on an inductor. $R_{Th} = 1k/2k = 667\Omega$. $E_{Th} = 24V - V_{1k\Omega \text{ resistor}} = 24 - 8 = 16V$.

We know that $\tau = L/R = 8m/667 = 12\mu s$ and $i_L(t) = E/R(1 - e^{-t/\tau}) = 16/667(1 - e^{-t/12\mu}) = 24m(1 - e^{-t/12\mu})$

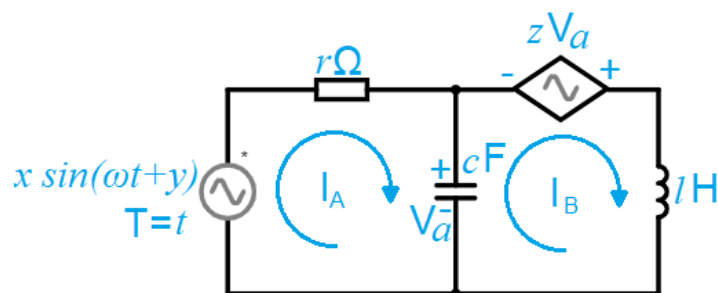
The voltage over the resistor is $v_R(t) = i_L(t) \cdot R$ and $v_L(t) = E - v_R(t) = 16 - 24m(1 - e^{-t/12\mu}) \cdot 667 = 16 - 16(1 - e^{-t/12\mu}) = 16 - 16 + 16e^{-t/12\mu} = 16e^{-t/12\mu}V$

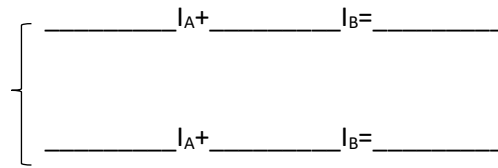
Answer: $v_L(t) = 16e^{-t/12\mu}V$

Uppgift 3 [3p]

Bamse försöker bestämma strömmarna I_A och I_B i kretsen nedan. $e = x \cdot \sin(\omega t + y)$ med period $T = t$, resistansen för motståndet är $r\Omega$, kondensatorn är cF , spolen är lH , beroende källa producerar spänning lika med z spänningen över kondensatorn. Hjälp Bamse att definiera korrekta ekvationer.

Bamse is trying to find current I_A and I_B in the following circuit. $e = x \cdot \sin(\omega t + y)$ with period $T = t$, resistance of the resistor is $r\Omega$, capacitor is cF , inductor is lH , depended voltage source produces voltage equal to z voltage over the capacitor. Help Bamse to define proper equations.





Svar: First lets convert voltage source to phasor form and find impedances for all elements:

$$E = x \sin(\omega t + y) = \frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ$$

$$Z_R = r\Omega, \quad Z_C = X_C \angle -90^\circ = \frac{1}{2\pi f C} \angle -90^\circ = \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ, \quad Z_L = \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ$$

Now applying mesh to the loops we having following equations:

$$I_A: \quad \frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ - r \cdot I_A - \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ (I_A - I_B) = 0$$

$$-r \cdot I_A - \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ I_A + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ I_B = -\frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ$$

$$-\left(r + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ\right) * I_A + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ * I_B = -\frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ$$

$$I_B: \quad -\frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ (I_B - I_A) + z \left(\frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ (I_A - I_B) \right) - \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ I_B = 0$$

$$-\frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ I_B + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ I_A + \frac{zT}{2\pi C} \angle -90^\circ I_A - \frac{zT}{2\pi C} \angle -90^\circ I_B - \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ I_B = 0$$

$$\left(\frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ + \frac{zT}{2\pi C} \angle -90^\circ \right) * I_A - \left(\frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ - \frac{zT}{2\pi C} \angle -90^\circ + \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ \right) * I_B = 0$$

$$\left(\frac{T + zT}{2\pi C} \angle -90^\circ \right) * I_A - \left(\frac{T - zT}{2\pi C} \angle -90^\circ + \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ \right) * I_B = 0$$

Answer:

$$\begin{cases} -\left(r + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ\right) * I_A + \frac{T}{2\pi C} \angle -90^\circ * I_B = -\frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ \\ \left(\frac{T + zT}{2\pi C} \angle -90^\circ\right) * I_A - \left(\frac{T - zT}{2\pi C} \angle -90^\circ + \frac{2\pi L}{T} \angle 90^\circ\right) * I_B = 0 \end{cases}$$

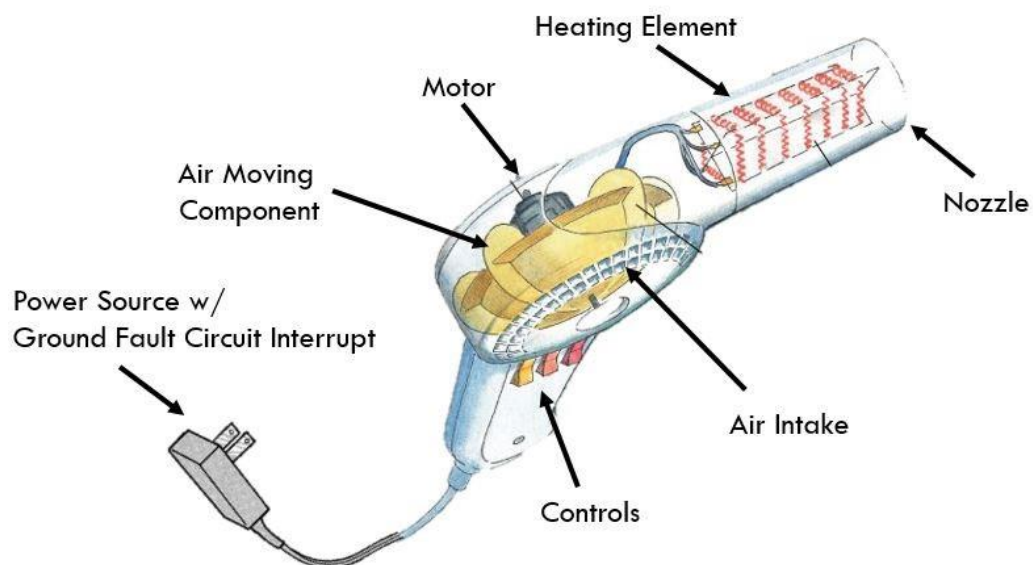
or

$$\begin{cases} \left(r + \frac{T}{2\pi C} i\right) * I_A - \frac{T}{2\pi C} i * I_B = -\frac{x}{\sqrt{2}} \angle y^\circ \\ -\left(\frac{T + zT}{2\pi C} i\right) * I_A - \left(-\frac{T - zT}{2\pi C} i + \frac{2\pi L}{T} i\right) * I_B = 0 \end{cases}$$

Uppgift 4 [2p]

Hårtorken är ansluten till AC med 220V och 60Hz. Den har en motor för att flytta luft och ett värmeelement för att värma luft. Aktiva effekt av motorn är 1kW och effektfaktorn $\cos\theta$ är 0.6 (induktiv). Aktiv effekt av värmeelementet är 2kW. Bestäm totala aktiva, reaktiva och skenbara effekter, och totala effektfaktorn.

Hair dryer is connected to AC with 220V and 60Hz. It has a motor to move air and a heating element to heat air. Active power of the motor is 1kW and the power factor $\cos\theta$ is 0.6 (inductive). Active power of the heating element is 2kW. Determine the total active, reactive and apparent powers and power factor.



Svar:

$$P_{\text{motor}}=1\text{kW}$$

$$S_{\text{motor}}=P/\cos\theta=1/0,6=1.667\text{kVA}$$

$$Q_{\text{motor}}=\sqrt{1.667^2-1^2}=1.333\text{kVAR}$$

$$P_{\text{värmeelementet}}=2\text{kW}$$

$$Q_{\text{värmeelementet}}=0$$

$$S_{\text{värmeelementet}}=P=2\text{kVA}$$

$$P_{\text{total}}=1\text{k}+2\text{k}=3\text{KW}$$

$$Q_{\text{total}}=1.333\text{k}+0=1.333\text{kVAR (induktiv)}$$

$$S_{\text{total}}=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{3^2+1.333^2}=3.282\text{kVA}$$

$$\cos\theta=P/S=3/3.282=0.913=91\%$$