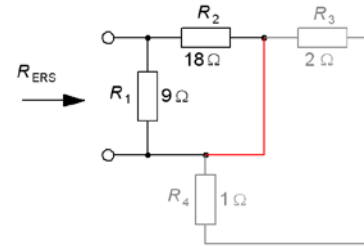


Omtentamen i
IE1206 Inbyggd elektronik tisdagen den 19 augusti 2014
Lösningsförslag

1. 2p

$R_{ERS} = R_1 \parallel R_2$ resistorena R_3 och R_4 blir strömlösa och ingår därför inte i kretsen.

$$R_{1,2} = \frac{9 \cdot 18}{9 + 18} = 6 \quad R_{ERS} = 6 \Omega$$



2. 4p

Kirchoffs strömlag:

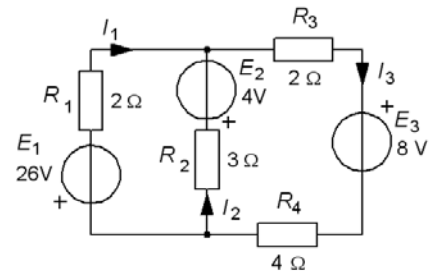
$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Kirchoffs spänningslag:

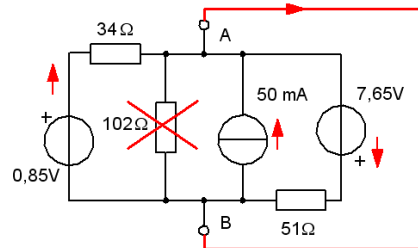
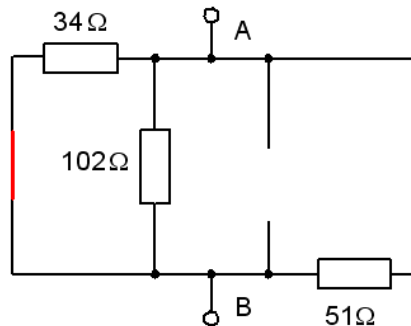
$$-E_1 - I_1 R_1 + E_2 + I_2 R_2 = 0 \Leftrightarrow -2I_1 + 3I_2 + 0I_3 = 22$$

$$-I_2 R_2 - E_2 - I_3 (R_3 + R_4) - E_3 = 0 \Leftrightarrow 0I_1 + 3I_2 + 6I_3 = -12$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & -1 \\ -2 & 3 & 0 \\ 0 & 3 & 6 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 22 \\ -12 \end{pmatrix} \quad I_1 = -6,5 \quad I_2 = 3 \quad I_3 = -3,5$$



3. 4p



a) R_I – vrid ner alla E och I . $R_I = 34 \parallel 102 \parallel 51$. $R_I = \frac{1}{\frac{1}{34} + \frac{1}{102} + \frac{1}{51}} = 17 \Omega$

I_K – kortslutningsströmmen – summera bidrag från de två emkerna och strömgeneratorn:

$$I_K = 50 + \frac{0,85}{34} - \frac{7,65}{51} = -75 \text{ mA}$$

b) Om $R_L = R_I = 20 \Omega$. Strömmen genom lasten är då $I_K/2$ och effekten

$$P_{MAX} = R_I \cdot \left(\frac{I_K}{2}\right)^2 = 17 \cdot \left(\frac{0,075}{2}\right)^2 = 24 \text{ mW}$$

4. 4p

Tidkonstanten får man genom att dra kurvans tangent i startpunkten mot asymptoten, alternativt genom att läsa av den tidpunkt då 63,2% av sluttemperaturen uppnåtts.

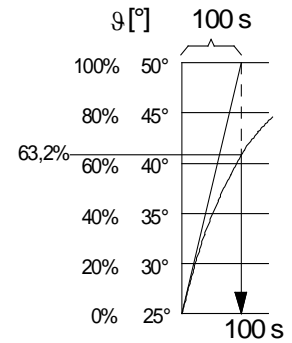
a) Tidkonstanten $\tau = 100$ s.

$$b) \vartheta(t) = 25 - (25 - -10)e^{-\frac{t}{\tau}} = 5(5 - 7e^{-0,01t})$$

$$c) t = \tau \cdot \ln \frac{\text{"hela"}}{\text{"resten"}} = 100 \cdot \ln \left(\frac{25 - -10}{25 - 0} \right) = 100 \cdot \ln \frac{35}{25} = 33,6 \text{ s}$$

d) "Elektriskt" får man tidkonstanten 100 s med tex. $R = 10 \text{ M}\Omega$ och $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$.

Om det *inte* skulle vara samma fördröjning från båda temperaturgivarna, utan rumstemperaturgivaren vore "snabbare", kan det bli problem. Antag att utrustningen tas in från minusgrader till rumtemperatur, batteriet skulle då hinna bli **överladdat** och **förstört innan** batteritemperaturgivaren skulle nå över rumstemperaturgivaren!



5. 4p

a) \underline{U}_2 väljs till **riktfas**, $\arg(\underline{U}_2) = 0$

$$\underline{U}_2 = 5 \quad \underline{I}_L = \underline{I}_{R2} = \frac{\underline{U}_2}{R_2} = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ A}$$

$$b) \underline{U}_L = j\omega L \cdot \underline{I}_L = j2\pi \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 6,3j$$

$$\underline{U}_L = 6,3 \text{ V}$$

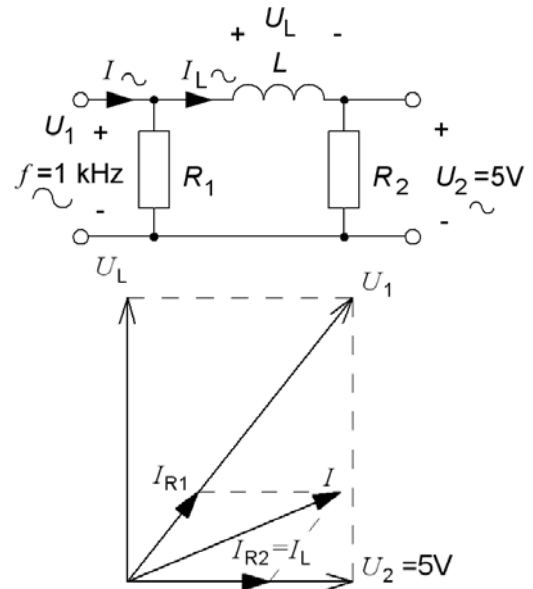
$$c) \underline{U}_1 = \underline{U}_2 + \underline{U}_L = 5 + 6,3j$$

$$U_1 = \sqrt{5^2 + 6,3^2} = 8 \text{ V}$$

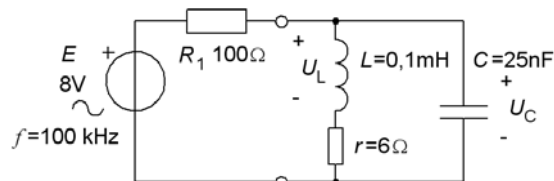
$$d) \underline{I}_{R1} = \frac{\underline{U}_1}{R_1} = \frac{5 + 6,3j}{100} = 0,05 + j0,063$$

$$\underline{I} = \underline{I}_{R1} + \underline{I}_L = 0,05 + j0,063 + 0,1 = 0,15 + j0,063$$

$$I = \sqrt{0,15^2 + 0,063^2} = 0,16 \text{ A}$$



6. 4p



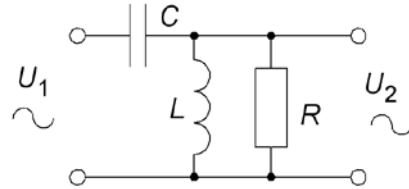
$$a) Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{2\pi f \cdot L}{r} = \frac{2\pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}}{6} = 10,5$$

$$b) R = Q^2 \cdot r = 10,5^2 \cdot 6 = 667 \text{ }\Omega \quad U_C = E \frac{R}{R + R_1} = 8 \cdot \frac{667}{667 + 100} = 6,96 \text{ V}$$

$$c) \underline{U}_L = U_C \frac{j\omega L}{r + j\omega L} = 6,96 \cdot \frac{j2\pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}}{6 + j2\pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}} = 6,89 + j0,65$$

$$U_L = \sqrt{6,89^2 + 0,65^2} = 6,93 \text{ V}$$

7. 4p

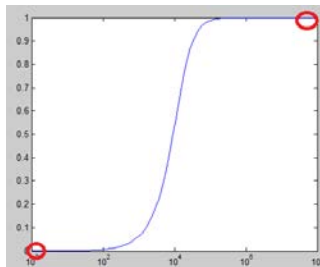


$$a) L \parallel R = \frac{j\omega L \cdot R}{R + j\omega L} \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{\frac{j\omega L R}{R + j\omega L}}{1 + \frac{j\omega L R}{R + j\omega L}} \cdot \frac{(R + j\omega L)j\omega C}{(R + j\omega L)j\omega C} = \frac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L}$$

$$d) \omega^2 LC - 1 = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{R}{0 - j \frac{L}{\sqrt{LC}}} = jR \sqrt{\frac{C}{L}} \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$b) \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L} \quad \omega \rightarrow 0 \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{0}{R - 0} \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = 0$$

$$c) \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L} = \frac{RLC}{R(LC - \frac{1}{\omega^2}) - \frac{j}{\omega}} \cdot \frac{\omega^2}{\omega^2} \quad \omega \rightarrow \infty \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{RLC}{RLC} \quad \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = 1$$



Delningsfiltret är till diskant högtalaren. Det går att konstruera ett liknande filter till bashögtalaren så att den totala impedansen (diskant + bas) blir konstant = R för *alla* frekvenser – men detta är en annan historia ...

8. 2p

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}\right)}$$

Järn koncentrerar flödet och ökar därmed flödestätheten och L . Alla metaller ger upphov till virvelströmsförluster och dessa motsvarar r i resonansfrekvensformeln. Effekten av ändringen av L vid järnföremål är större än effekten av virvelströmsförlusterna så olika metaller kan skiljas åt genom att iakta om resonansfrekvensen *ökar* eller *minskar*.

Hoppas det gick bra!