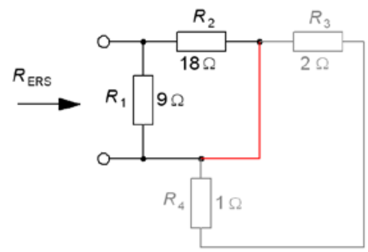
Tentamen i
IE1206 Inbyggd elektronik tisdagen den 19 augusti 2014
Lösningsförslag

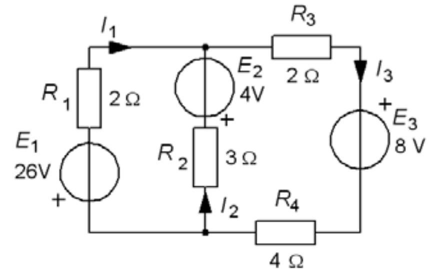
1. 2p



$R_{ERS} = R_1 \| R_2$ resistorerna 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:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

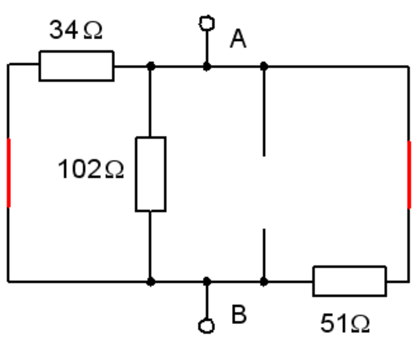
Kirchoffs spänningslag:

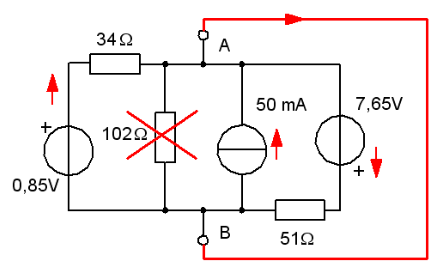
$$-E_1 - I_1R_1 + E_2 + I_2R_2 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad -2I_1 + 3I_2 + 0I_3 = 22$$

$$-I_2R_2 - E_2 - I_3(R_3 + R_4) - E_3 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad 0I_1 + 3I_2 + 6I_3 = -12$$

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

3. 4p





a) R_I – vrid ner alla E och I. $R_I = 34\|102\|51$. $\quad R_I = \dfrac{1}{\frac{1}{34}+\frac{1}{102}+\frac{1}{51}} = 20\,\Omega$

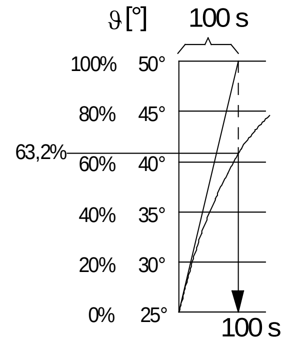
I_K – kortslutningsströmmen – summera bidrag från de två emkerna och strömgeneratorn:

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

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

$$P_{MAX} = R_I \cdot \left(\frac{I_K}{2}\right)^2 = \frac{20 \cdot 0{,}075^2}{2} = 56 \text{ mW}$$

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 τ = 100 s.

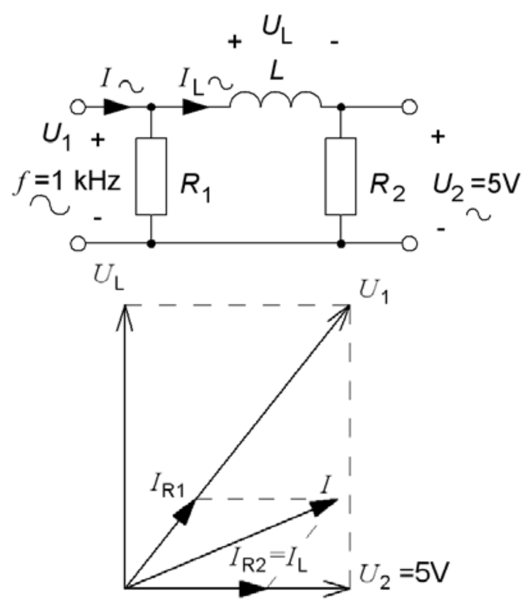
$$\vartheta(t) = 25 - (25 - -10)e^{-\frac{t}{\tau}} = 5(5 - 7e^{-0,01t})$$

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

c) ”Elektriskt” får man tidkonstanten 100 s med tex. R = 10 MΩ och C = 10 μF.

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 rumstemperatur, batteriet skulle då hinna bli **överladdat** och **förstört** *innan* batteritemperaturgivaren skulle nå över rumstemperaturgivaren!

5. 4p



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

$U_2 = 5 \quad I_L = I_{R2} = \dfrac{U_2}{R_2} = \dfrac{5}{50} = 0{,}1$ A

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

$U_L = 6{,}3$ V

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

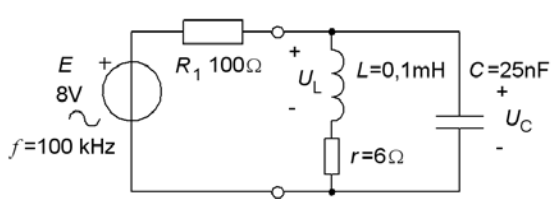
$U_1 = \sqrt{5^2 + 6{,}3^2} = 8$ V

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

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

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

6. 4p



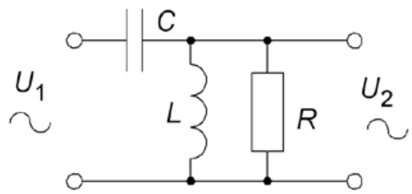
a) $Q = \dfrac{\omega L}{r} = \dfrac{2\pi f \cdot L}{r} = \dfrac{2\pi \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0{,}1 \cdot 10^{-3}}{6} = 10{,}5$

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

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

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

7. 4p

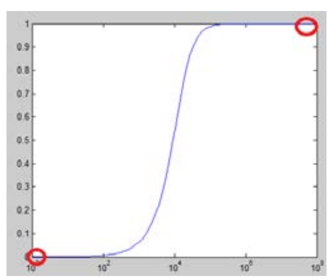


a) $L \,||\, R = \dfrac{j\omega L \cdot R}{R + j\omega L}$ $\qquad \dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{\dfrac{j\omega LR}{R + j\omega L}}{\dfrac{1}{j\omega C} + \dfrac{j\omega LR}{R + j\omega L}} \cdot \dfrac{(R + j\omega L)\, j\omega C}{(R + j\omega L)\, j\omega C} = \dfrac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L}$

$d)$ $\omega^2 LC - 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad \omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{R}{0 - j\dfrac{L}{\sqrt{LC}}} = jR\sqrt{\dfrac{C}{L}} \quad \dfrac{U_2}{U_1} = R\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

b) $\dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L} \quad \omega \to 0 \quad \dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{0}{R - 0} \quad \dfrac{U_2}{U_1} = 0$

c) $\dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{\omega^2 RLC}{R(\omega^2 LC - 1) - j\omega L} = \dfrac{RLC}{R(LC - \dfrac{1}{\omega^2}) - \dfrac{j}{\omega}} \cdot \dfrac{\omega^2}{\omega^2} \quad \omega \to \infty \quad \dfrac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \dfrac{RLC}{RLC} \quad \dfrac{U_2}{U_1} = 1$



Delningsfiltret är till diskanthögtalaren. 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

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

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 virvelströms-förlusterna så olika metaller kan skiljas åt genom att iakta om resonansfrekvensen *ökar* eller *minskar*.

Hoppas det gick bra!