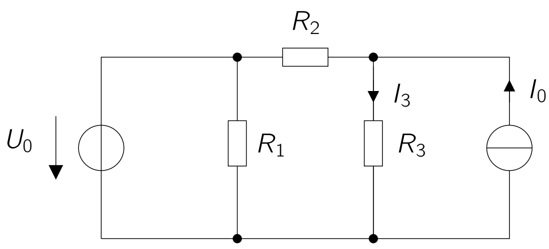
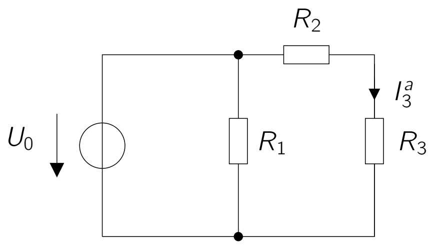
Aufgabe 1



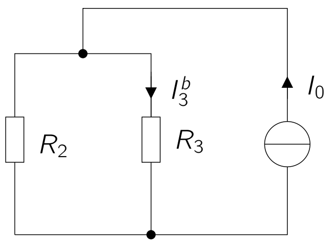
Superposition

a) $I_0 = 0 \Rightarrow$



$$\Rightarrow I_3^a = \frac{U_0}{R_2 + R_3}$$

b) $U_0 = 0 \Rightarrow$

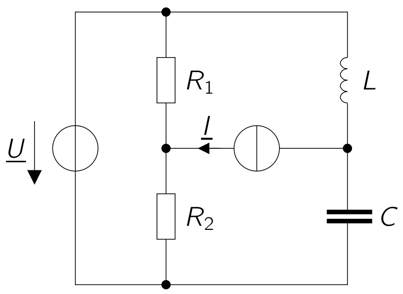


$$\Rightarrow \text{Stromteiler } I_3^b = \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I_0 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_0$$

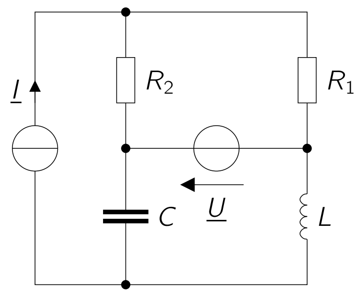
$$\Rightarrow \text{Gesamt } I_3 = I_3^a + I_3^b = \frac{U_0 + R_2 I_0}{R_2 + R_3}$$

Aufgabe 2

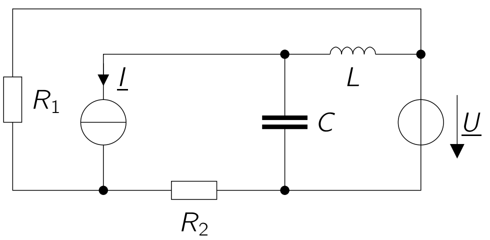
a) Was trifft bei den folgenden vier Schaltungen zu?



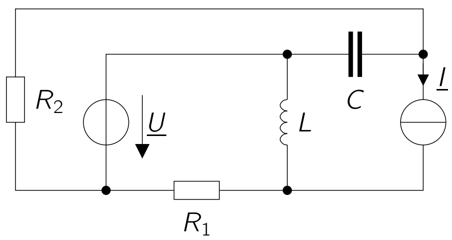
Schaltung 1.



Schaltung 2.



Schaltung 3.

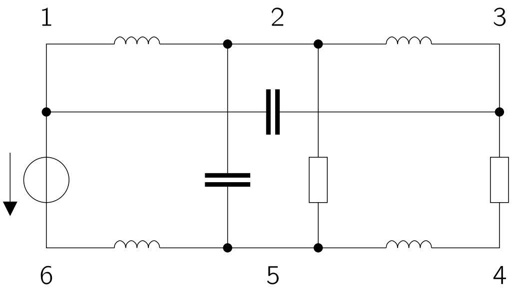


Schaltung 4.

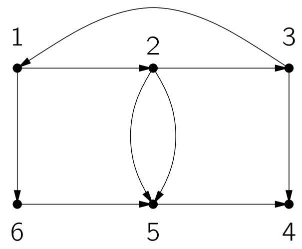
- [x] Schaltung 2 ist identisch zu Schaltung 1.
- [x] Schaltung 3 ist identisch zu Schaltung 1.
- [ ] Schaltung 4 ist identisch zu Schaltung 1.
- [ ] Schaltung 4 ist identisch zu Schaltung 2.
- [ ] Nichts trifft zu.

Fortsetzung der Aufgabe auf der nächsten Seite...

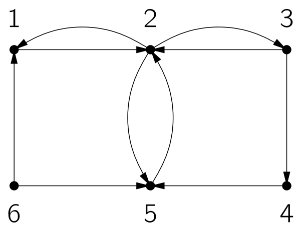
b) Welche der Graphen gehören zu dem abgebildeten Netzwerk? Beachten Sie die Nummerierung der Knoten!



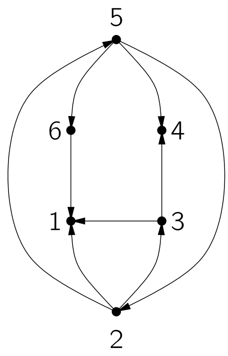
Netzwerk.



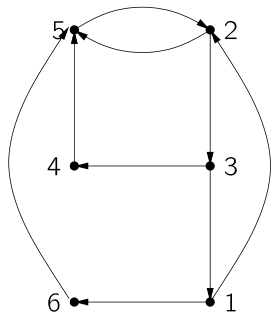
Graph 1.



Graph 2.



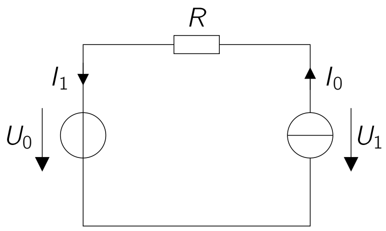
Graph 3.



Graph 4.

- [x] Graph 1.
- [ ] Graph 2.
- [x] Graph 3.
- [x] Graph 4.
- [ ] Nichts trifft zu.

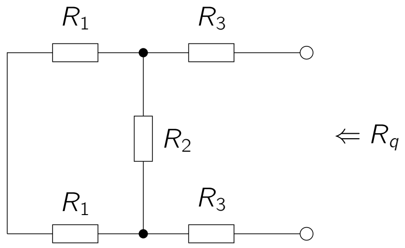
c) Was trifft allgemein auf die Spannungen und Ströme im rechts abgebildeten Netzwerk zu?

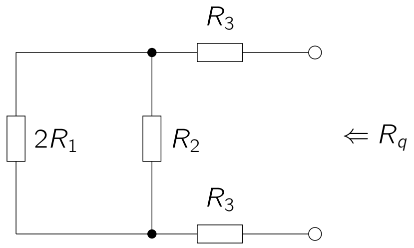


- [ ] $U_1 = U_0$
- [ ] $U_1 = -U_0$
- [x] $I_1 = I_0$
- [ ] $I_1 = -I_0$
- [ ] Nichts trifft zu.

Aufgabe 3

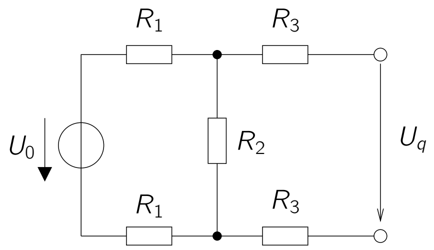
a)





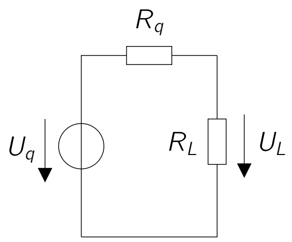
$$R_q = 2R_3 + (2R_1) \parallel R_2 = 2R_3 + \frac{2R_1R_2}{2R_1 + R_2}$$

b)



$$U_q = \frac{R_2}{R_2 + 2R_1}U_0$$

c)

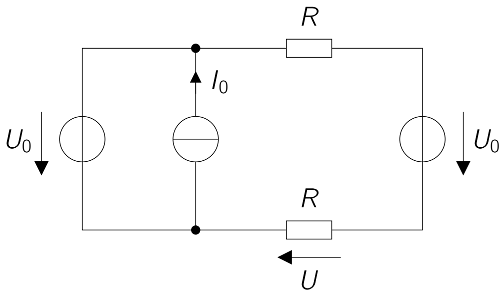


$$U_L = \frac{R_L}{R_q + R_L}U_q$$

$$U_L = \frac{R_L}{2R_3 + \dfrac{2R_1R_2}{2R_1 + R_2} + R_L} \quad \frac{R_2}{R_2 + 2R_1}U_0 = \frac{R_LR_2}{2R_1R_2 + (R_2 + 2R_1)\,(R_L + 2R_3)}U_0$$

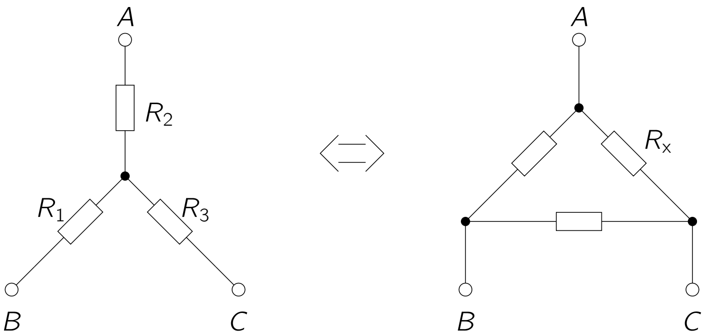
Aufgabe 4

a) Was gilt für die Spannung U im rechts abgebildeten Netzwerk?



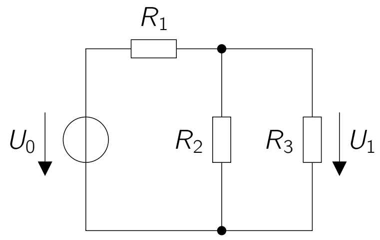
- [ ] $U = 2U_0$
- [x] $U = 0$
- [ ] $U = 2U_0 + I_0\,R.$
- [ ] $U = 2U_0 - 2I_0\,R$
- [ ] Nichts trifft zu.

b) Was trifft für die folgende Stern-Dreieck-Umformung zu?



- [ ] $R_\mathrm{x} = \dfrac{R_2\,R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$
- [x] $\dfrac{1}{R_\mathrm{x}} = \dfrac{\frac{1}{R_2}\,\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$
- [ ] $R_\mathrm{x} = \dfrac{\frac{1}{R_1+R_2+R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$
- [ ] $\dfrac{1}{R_\mathrm{x}} = \dfrac{\frac{1}{R_1}\,\frac{1}{R_2}\,\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$
- [ ] Nichts trifft zu.

c) Welche der folgenden Ausdrücke gelten für das rechts abgebildete Netzwerk?



☒ $U_1 = \dfrac{\dfrac{1}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}}{R_1 + \dfrac{1}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}} U_0$

☐ $U_1 = \dfrac{1}{1 + \dfrac{R_1}{R_2} + \dfrac{R_1}{R_3}} U_0$

☐ $U_1 = \dfrac{\dfrac{R_2\,R_3}{R_2+R_3}}{R_1 + \dfrac{R_2\,R_3}{R_2+R_3}} U_0$

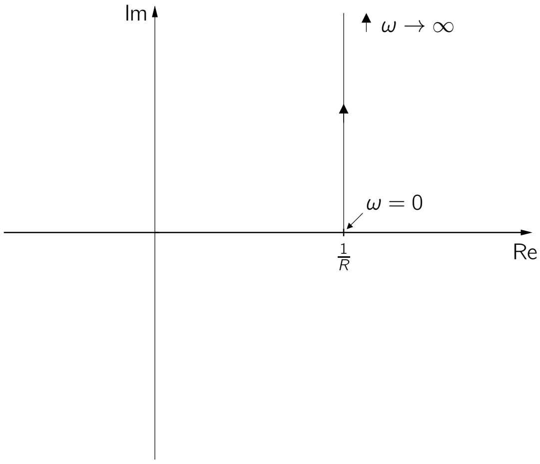
☐ $U_1 = \dfrac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2+R_3}} U_0$

☐ Nichts trifft zu.

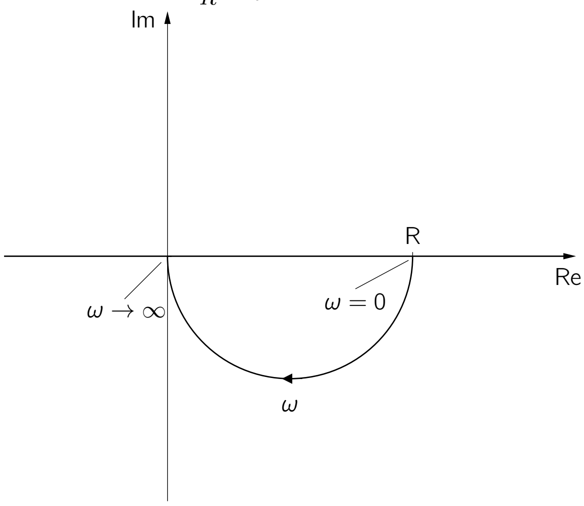
Aufgabe 5

a) $\underline{Z} = \mathrm{j}\,\omega L + \left(R \parallel \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C}\right) = \mathrm{j}\,\omega L + \dfrac{1}{\frac{1}{R} + \mathrm{j}\,\omega C}$

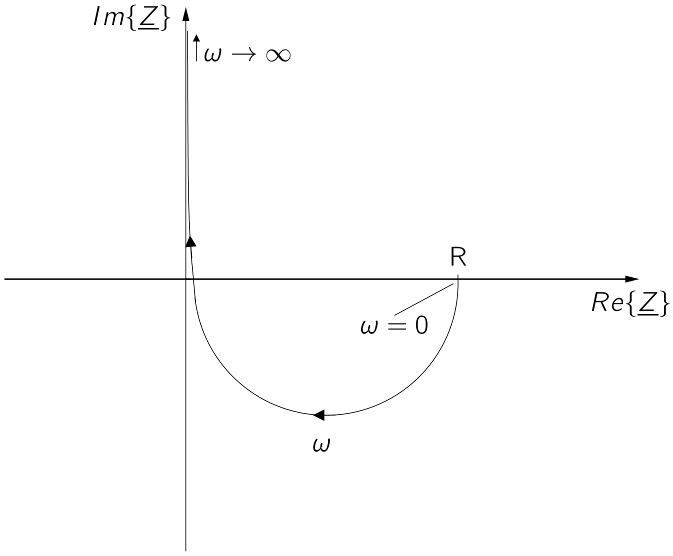
b) Ortskurve von $\frac{1}{R} + \mathrm{j}\,\omega C$



Ortskurve von $\dfrac{1}{\frac{1}{R} + \mathrm{j}\,\omega C}$



Ortskurve von $\underline{Z}$



c) siehe b)

d) $\underline{S} = \frac{1}{2}\underline{UI^*} = \frac{1}{2}\underline{ZII^*} = \frac{1}{2}\left(\mathrm{j}\,\omega L + \frac{1}{\frac{1}{R} + \mathrm{j}\,\omega C}\right)\|\underline{I}\|^2$

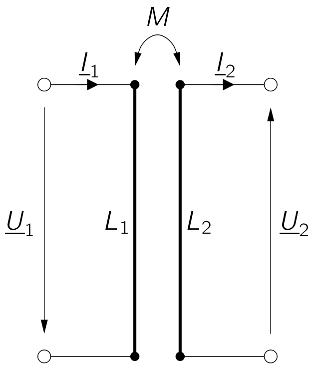
e) $Q = Im\{\underline{S}\}$

$$\underline{S} = \frac{1}{2}\left(\mathrm{j}\,\omega L + \frac{\frac{1}{R} - \mathrm{j}\,\omega C}{\frac{1}{R^2} + (\omega C)^2}\right)\|\underline{I}\|^2$$

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{1}{2}\left(\omega L - \frac{\omega C}{\frac{1}{R^2} + (\omega C)^2}\right)\|\underline{I}\|^2 \overset{!}{=} 0 \\
\Leftrightarrow \quad L &= \frac{C}{\frac{1}{R^2} + (\omega C)^2} \\
\Leftrightarrow \frac{1}{R^2} + (\omega C)^2 &= \frac{C}{L} \\
\Leftrightarrow \quad (\omega C)^2 &= \frac{C}{L} - \frac{1}{R^2} \\
\Leftrightarrow \quad \omega &= \frac{1}{C}\sqrt{\frac{C}{L} - \frac{1}{R^2}} \vee \omega = 0
\end{aligned}$$

Aufgabe 6

a) Gegeben seien die zwei rechts abgebildeten Leiterstücke L_1, L_2, die parallel angeordnet und damit magnetisch gekoppelt sind. Dies entspricht dem Modell gekoppelter Induktivitäten. Welcher Strom-Spannungs-Zusammenhang besteht bei der gezeigten Anordnung?



☐ $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & +\mathrm{j}\,\omega M \\ +\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$

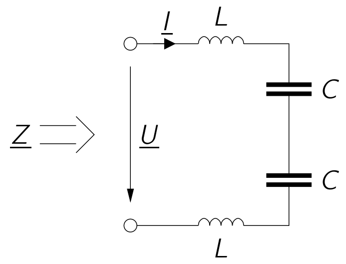
☐ $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & -\mathrm{j}\,\omega M \\ +\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$

☐ $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & +\mathrm{j}\,\omega M \\ -\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$

☒ $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & -\mathrm{j}\,\omega M \\ -\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$

☐ Nichts trifft zu.

b) Was gilt für die Ersatz-Impedanz $\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$ des rechts abgebildeten Netzwerks?



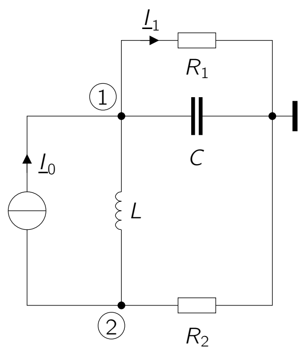
- [ ] $\underline{Z} = \mathrm{j}\,\omega 2L + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega 2C}$.
- [x] $\underline{Z} = \mathrm{j}\,\omega 2L + \dfrac{2}{\mathrm{j}\,\omega C}$
- [ ] $\underline{Z} = \dfrac{1}{\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega 2L} + \mathrm{j}\,\omega \frac{C}{2}}$
- [ ] Schaltung 4 ist identisch zu Schaltung 2.
- [ ] Nichts trifft zu.

c) Gegeben sei eine stationäre, zeitharmonische Anregung $u_1(t) = U_1 \cos(\omega_0 t)$ mit Amplitude U_1 und Kreisfrequenz ω_0. Der zugehörige Phasor lautet $\underline{U}_1$. Es sei $\underline{U}_2 = \underline{U}_1 e^{j\varphi}$ mit $\varphi \in \mathbb{R}$. Was gilt für die Zeitdarstellung von $\underline{U}_2$?

- [x] $u_2(t) = \mathrm{Re}\left\{\underline{U}_1\, e^{j\varphi}\, e^{j\omega_0 t}\right\}$
- [x] $u_2(t) = U_1\ \mathrm{Re}\left\{e^{j(\varphi+\omega_0 t)}\right\}$
- [ ] $u_2(t) = e^{j\varphi}\,\mathrm{Re}\left\{\underline{U}_1\, e^{j\omega_0 t}\right\}$
- [X] $u_2(t) = U_1 \cos(\omega_0 t + \varphi)$
- [ ] Nichts trifft zu.

Aufgabe 7

a)



b)

$$\left[\underline{Y}_n\right] = \begin{pmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C & -\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \\ -\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} & \frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \frac{1}{R_2} \end{pmatrix}$$

$$\left[\underline{I}_{qn}\right] = \begin{pmatrix} \underline{I}_0 \\ -\underline{I}_0 \end{pmatrix};$$

$$\left[\underline{U}_n\right] = \begin{pmatrix} \underline{U}_{n1} \\ \underline{U}_{n2} \end{pmatrix}$$

$$\rightarrow \left[\underline{Y}_n\right]\left[\underline{U}_n\right] = \left[\underline{I}_{qn}\right]$$

c) $\underline{I}_1 = \dfrac{\underline{U}_{n_1}}{R_1}$

d)

$$\underline{U}_{n1} = \frac{\begin{vmatrix} \underline{I}_0 & -\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \\ -\underline{I}_0 & \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \dfrac{1}{R_2} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C & -\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \\ -\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} & \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \dfrac{1}{R_2} \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{\underline{I}_0 \left(\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \dfrac{1}{R_2} - \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \right)}{\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C \right) \left(\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \dfrac{1}{R_2} \right) - \left(\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \right)^2}$$

$$\rightarrow \underline{I}_1 = \frac{\underline{I}_0}{R_1 R_2} \frac{1}{\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C \right) \left(\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \dfrac{1}{R_2} \right) - \left(\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} \right)^2}$$

$$= \frac{\underline{I}_0}{R_1 R_2} \frac{1}{\dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L R_1} + \dfrac{C}{L} + \dfrac{1}{R_1 R_2} + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega L R_2} + \dfrac{\mathrm{j}\,\omega C}{R_2}}$$