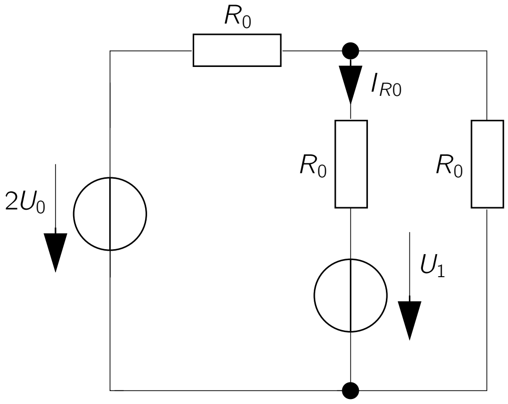
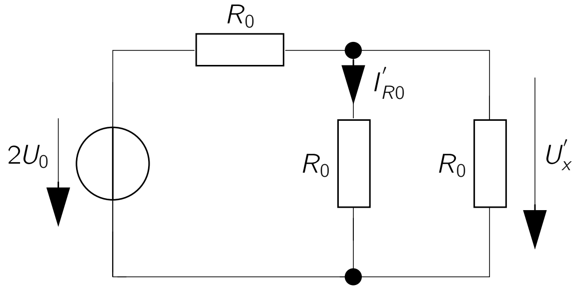
Aufgabe 1) *Gleichstromnetzwerkberechnung.*



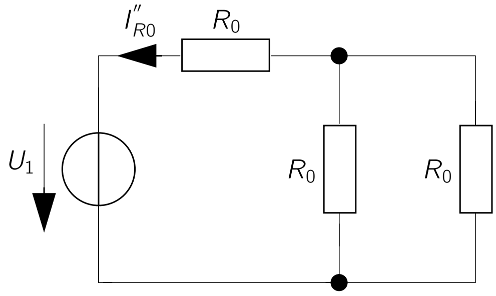
Für $U_1 = 0$



$$U'_x = 2U_0 \frac{\frac{R_0}{2}}{R_0 + \frac{R_0}{2}}$$

$$I'_{R_0} = \frac{U'_x}{R_0} = \frac{U_0}{R_0 + \frac{R_0}{2}}$$

Für $2U_0 = 0$

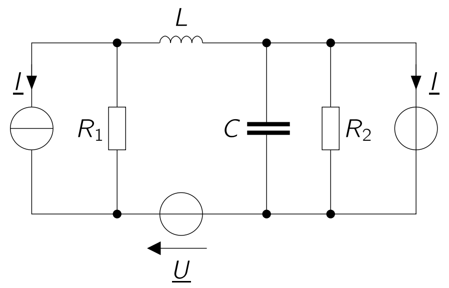


$$I''_{R_0} = -\frac{U_1}{R_0 + \frac{R_0}{2}}$$

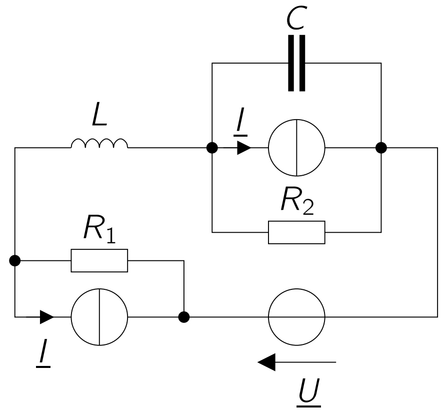
$$I_{R_0} = I'_{R_0} + I''_{R_0} = \frac{U_0}{R_0 + \frac{R_0}{2}} - \frac{U_1}{R_0 + \frac{R_0}{2}} = \frac{2(U_0 - U_1)}{3R_0}$$

Aufgabe 2) *Netzwerktopologie.*

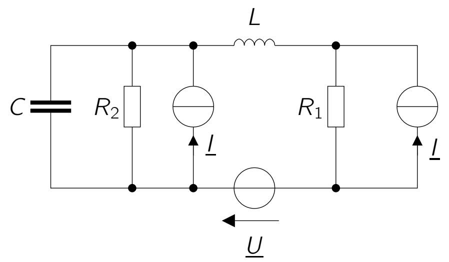
a) Was trifft bei den folgenden vier Schaltungen zu?



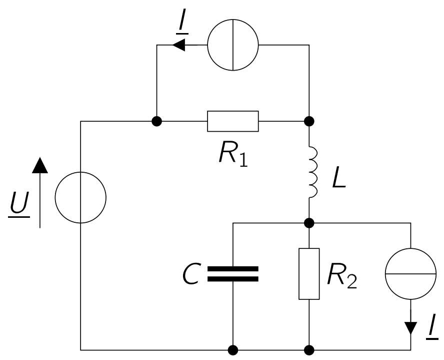
Schaltung 1.



Schaltung 2.



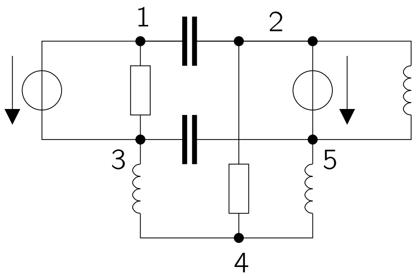
Schaltung 3.



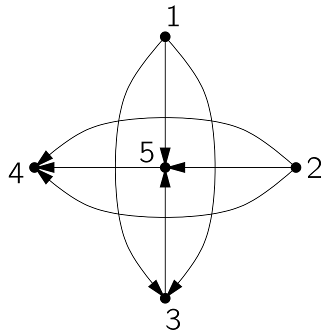
Schaltung 4.

- ☒ Schaltung 2 ist identisch mit Schaltung 1.
- ☐ Schaltung 3 ist identisch mit Schaltung 1.
- ☒ Schaltung 2 ist identisch mit Schaltung 4.
- ☐ Schaltung 3 ist identisch mit Schaltung 4.
- ☐ Nichts trifft zu.

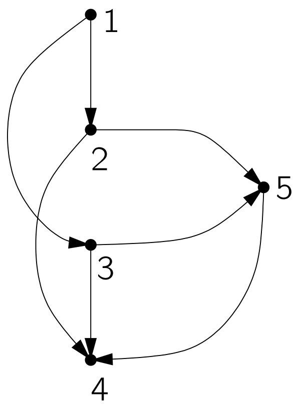
b) Welche der Graphen gehören zu dem abgebildeten Netzwerk? Beachten Sie die Nummerierung der Knoten!



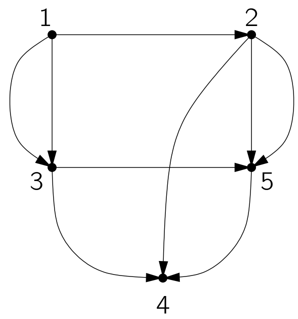
Netzwerk.



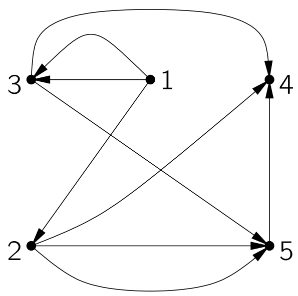
Graph 1.



Graph 2.



Graph 3.

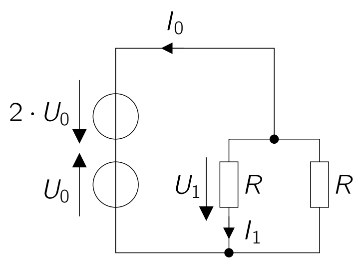


Graph 4.

- ☐ Graph 1.
- ☐ Graph 2.
- ☒ Graph 3.
- ☒ Graph 4.
- ☐ Nichts trifft zu.

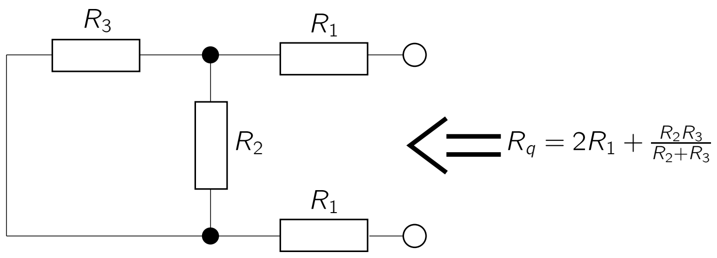
c) Was trifft allgemein auf die Spannungen und Ströme im rechts abgebildeten Netzwerk zu?

- ☐ $U_1 = 3 \cdot U_0$
- ☒ $U_1 = U_0$
- ☐ $I_1 = 2I_0$
- ☒ $I_1 = -\frac{I_0}{2}$
- ☐ Nichts trifft zu.

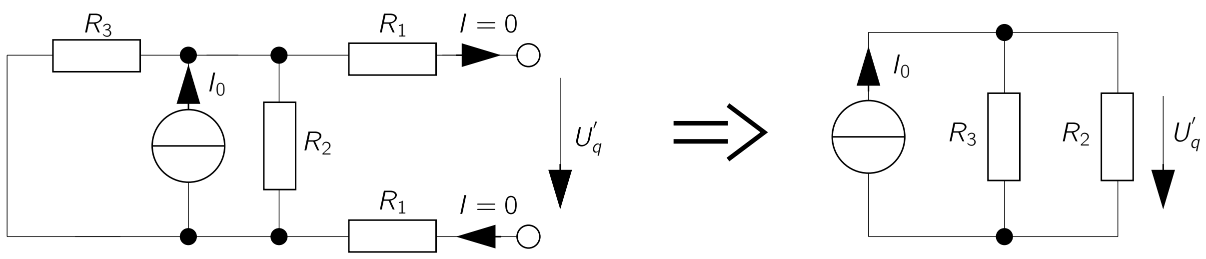


Aufgabe 3) *Ersatzspannungsquelle.*

a) R_q?
$\Rightarrow$ alle Quellen zu Null

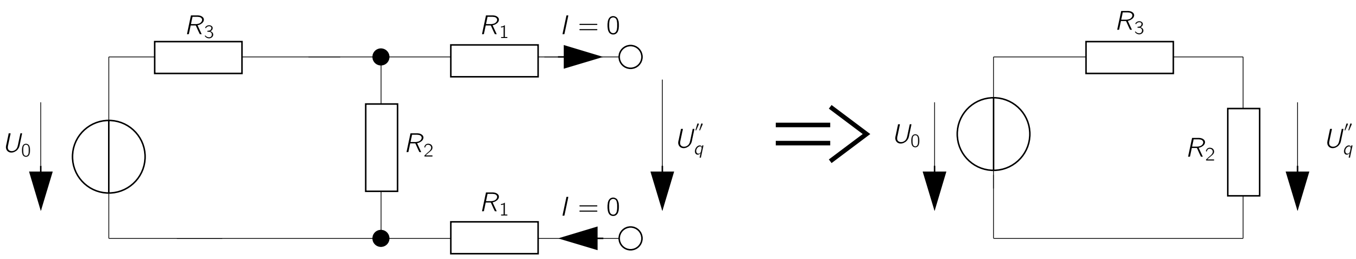


b) U_q?
für $U_0 = 0$ gilt:



$$U_q' = I_0 \frac{R_3 R_2}{R_3 + R_2}$$

für $I_0 = 0$ gilt:



$$U_q'' = \frac{R_2}{R_2 + R_3} U_0$$

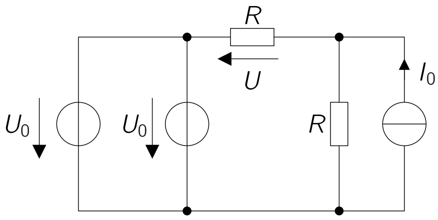
$$U_q = U_q' + U_q'' = I_0 \frac{R_3 R_2}{R_2 + R_3} + U_0 \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

c)

$$\begin{aligned} U_L = \frac{R_L}{R_q + R_L} U_q &= \frac{R_L}{2R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2+R_3} + R_L} \left(I_0 \frac{R_3 R_2}{R_2 + R_3} + U_0 \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right) \\ &= \frac{R_L}{2R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2+R_3} + R_L} \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} (R_3 I_0 + U_0) \right) \end{aligned}$$

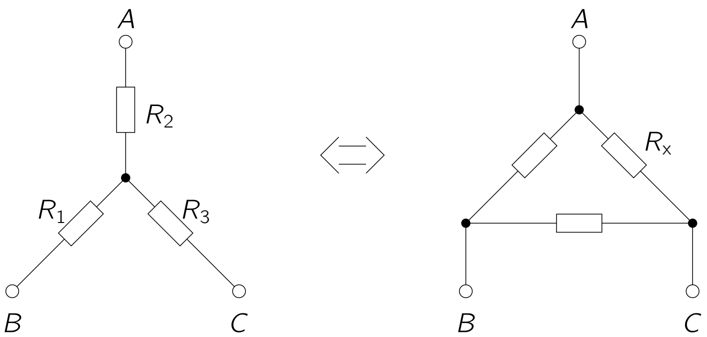
Aufgabe 4) *Gleichstromnetzwerke.*

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



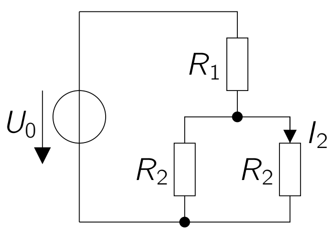
- ☐ $U = \frac{U_0}{2} + \frac{I_0}{2}R$
- ☐ $U = \frac{I_0}{R}$
- ☐ $U = -2U_0$
- ⊠ $U = -\frac{U_0}{2} + \frac{I_0}{2}R$
- ☐ Nichts trifft zu.

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



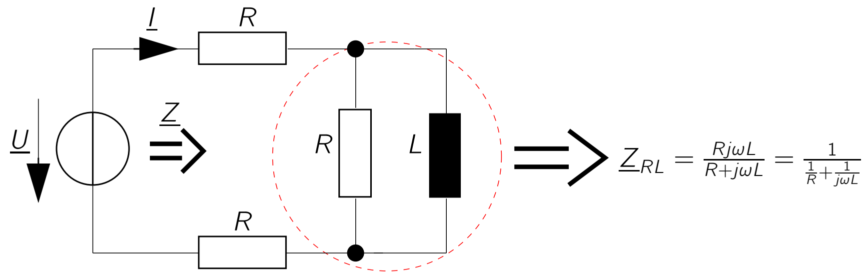
- ☐ $R_x = \frac{R_1 R_1}{R_1+R_2+R_3}$
- ☐ $\frac{1}{R_x} = \frac{\frac{1}{R_1}\frac{1}{R_2}\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$
- ☐ $\frac{1}{R_x} = \frac{\frac{1}{R_1}\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$
- ☐ $R_x = \frac{\frac{1}{R_1+R_2+R_3}}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$
- ⊠ Nichts trifft zu.

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



- ☐ $I_2 = \frac{2U_0}{R_1+2R_2}$
- ☐ $I_2 = \frac{\frac{1}{2}R_2}{R_1+\frac{1}{2}R_2}U_0$
- ☐ $I_2 = \frac{\frac{1}{2}U_0}{R_1+R_2}$
- ⊠ $I_2 = \frac{\frac{1}{2}U_0}{R_1+\frac{1}{2}R_2}$
- ☐ Nichts trifft zu.

Aufgabe 5) *Ortskurve, Leistungsberechnung.*

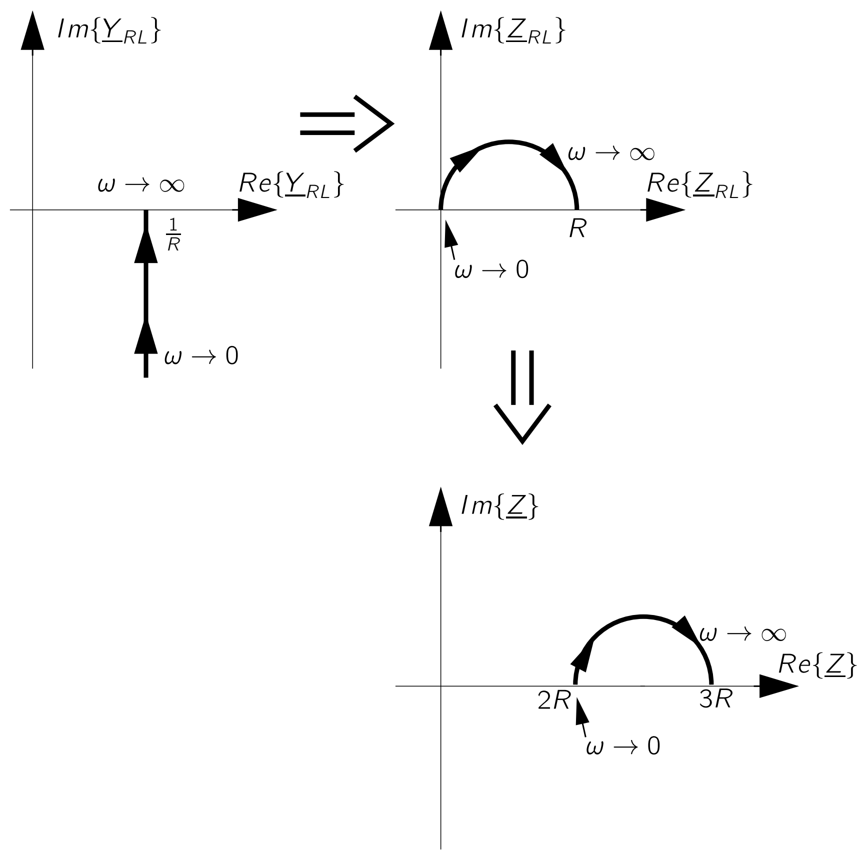


a)

$$\underline{Z} = 2R + \frac{Rj\omega L}{R + j\omega L} = 2R + \underline{Z}_{RL} = 2R + \frac{1}{\underline{Y}_{RL}}$$

b)+c)

$$\underline{Y}_{RL} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} \begin{cases} \omega \to 0 \to \underline{Y}_{RL} \to -j\infty \\ \omega \to \infty \to \underline{Y}_{RL} \to \frac{1}{R} \end{cases}$$



d)

$$\underline{S} = \frac{1}{2}\underline{U}\ \underline{I}^* = \frac{1}{2}\underline{Z}\ \underline{I}\ \underline{I}^* = \frac{1}{2}\underline{Z}|\underline{I}|^2 = \frac{1}{2}\left(2R + \frac{Rj\omega L}{R + j\omega L}\right)|\underline{I}|^2$$

Vorsicht bei Spannung:

$$\underline{S} = \frac{1}{2}\underline{U}\ \underline{U}^* \frac{1}{\underline{Z}^*} = \frac{1}{2}|\underline{U}|^2 \frac{1}{\underline{Z}^*}$$

e)

$$\begin{aligned}\underline{Z} = 2R + \frac{Rj\omega L(R - j\omega L)}{R^2 + (\omega L)^2} &= 2R + \frac{j\omega L R^2 + R\omega^2 L^2}{R^2 + (\omega L)^2} \\ &= 2R + \frac{R\omega^2 L^2}{R^2 + (\omega L)^2} + j\frac{\omega L R^2}{R^2 + (\omega L)^2}\end{aligned}$$

$$\mathrm{Im}\{\underline{S}\} = 0 \text{ ,wenn } \mathrm{Im}\{\underline{Z}\} = 0$$

$$Q \to 0 \text{ für } \begin{cases}\omega \to 0 \\ \omega \to \infty\end{cases}$$

Aufgabe 6) *Komplexe Wechselstromrechnung.*

a) Gegeben seien die rechts abgebildeten gekoppelten Induktivitäten L_1 und L_2 mit Kopplung M. Welcher Strom-Spannungs-Zusammenhang besteht bei der gezeigten Anordnung?

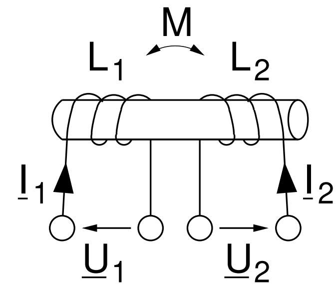
☐ $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -j\omega L_1 & +j\omega M \\ +j\omega M & -j\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$

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

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

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

☐ Nichts trifft zu.



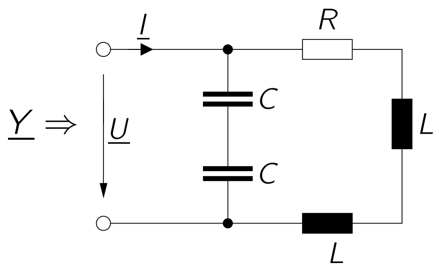
b) Was gilt für die Ersatz-Impedanz $\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$ des rechts abgebildeten Netzwerks?

☐ $\underline{Z} = j\omega \frac{C}{2} + \frac{1}{R+j\omega 2L}$

☒ $\underline{Z} = \frac{\frac{1}{j\omega \frac{C}{2}}(R+j\omega 2L)}{R+j\omega 2L+\frac{1}{j\omega \frac{C}{2}}}$

☐ $\underline{Z} = \frac{\frac{1}{j\omega 2C}\left(R+j\omega \frac{L}{2}\right)}{R+j\omega \frac{L}{2}+\frac{1}{j\omega \frac{C}{2}}}$

☐ Nichts trifft zu.



c) Gegeben sei eine stationäre, zeitharmonische Anregung $u_1(t) = U_1 \cos(\omega_0 t - \varphi)$ mit Amplitude U_1 und Kreisfrequenz ω_0. Der zugehörige Phasor lautet $\underline{U}_1$. Es sei $\underline{U}_2 = \frac{1}{\underline{U}_1}$ mit $\varphi \in \mathbb{R}$. Was gilt für die Zeitdarstellung von $\underline{U}_2$?

☒ $u_2(t) = \frac{1}{U_1}\cos(\omega_0 t + \varphi)$

☒ $u_2(t) = \mathrm{Re}\{\frac{e^{j\omega_0 t}}{U_1 e^{-j\varphi}}\}$

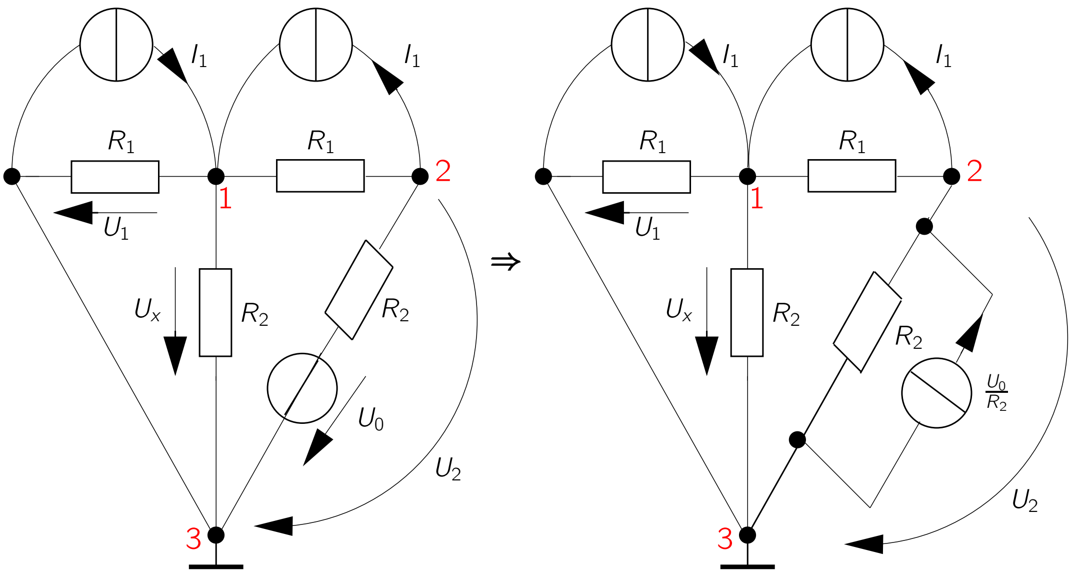
☐ $u_2(t) = \mathrm{Re}\{\frac{1}{\underline{U}_1}\}e^{j\omega_0 t}$

☐ $u_2(t) = \frac{1}{\underline{U}_1}\cos(\omega_0 t - \varphi)$

☐ Nichts trifft zu.

Aufgabe 7) *Knotenpotenzialverfahren.*

a) Bezugsknoten → Knoten 3



b)

$$[\underline{\mathbf{Y}}_\mathrm{n}] = \begin{pmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{R_1} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{pmatrix} \qquad [\underline{\mathbf{I}}_\mathrm{qn}] = \begin{pmatrix} I_1 + I_1 \\ -I_1 + \frac{U_0}{R_2} \end{pmatrix}$$

$$[\underline{\mathbf{U}}_\mathrm{n}] = \begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix}$$

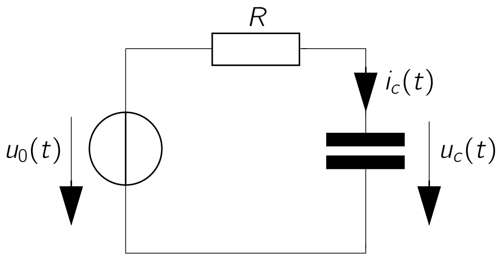
c)

$$U_x = U_1$$

d)

$$U_1 = U_x = \frac{det \begin{bmatrix} 2I_1 & -\frac{1}{R_1} \\ -I_1 + \frac{U_0}{R_2} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{bmatrix}}{det\,[\underline{\mathbf{Y}}_\mathrm{n}]}$$

Aufgabe 8) *Schaltvorgänge in einfachen RC- und RL-Netzwerken.*



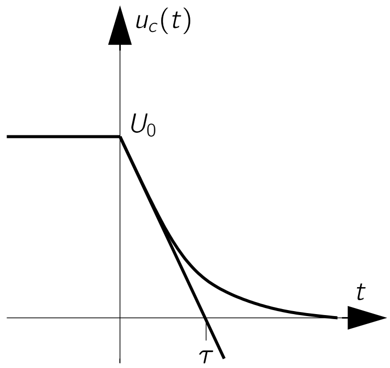
a)

$$
\begin{aligned}
0 &= u_c(t) + Ri_c(t) = u_c(t) + RC\frac{du_c(t)}{dt} \\
0 &= u_c(t) + RC\frac{du_c(t)}{dt}
\end{aligned}
$$

b) Ansatz homogene Lösung: $u_c(t) = K_0 e^{\lambda t}$

$$
\begin{aligned}
\Lsh \qquad 0 &= K_0 e^{\lambda t} + RC\lambda K_0 e^{\lambda t} \\
0 &= 1 + RC\lambda \\
\lambda &= -\frac{1}{RC} \\
\Rightarrow \qquad u_c(t) &= K_0 e^{-\frac{t}{RC}}
\end{aligned}
$$

c) Randbedingung: $u_c(0) = U_0$



$$
\begin{aligned}
U_0 &= K_0 e^{-\frac{0}{RC}} = K_0 \\
u_c(t) &= U_0 e^{-\frac{t}{RC}}
\end{aligned}
$$