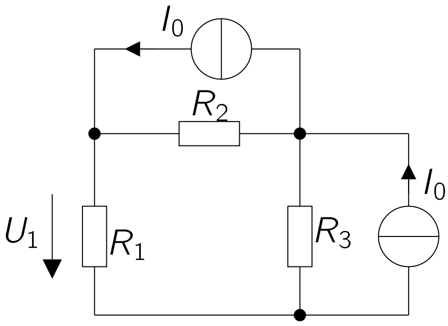
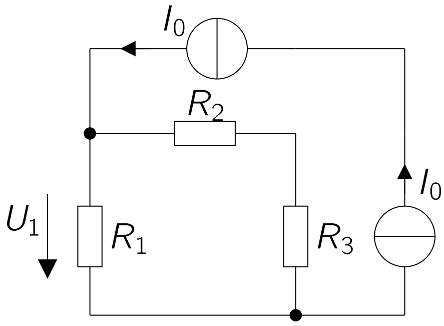
Aufgabe 1

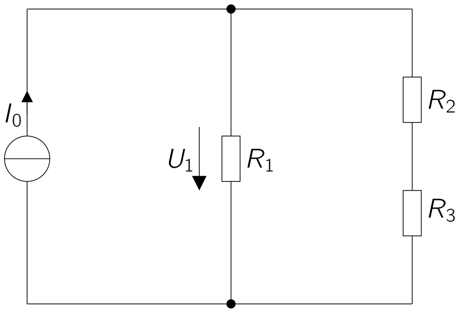


Schaltung vereinfachen/ zusammenfassen:

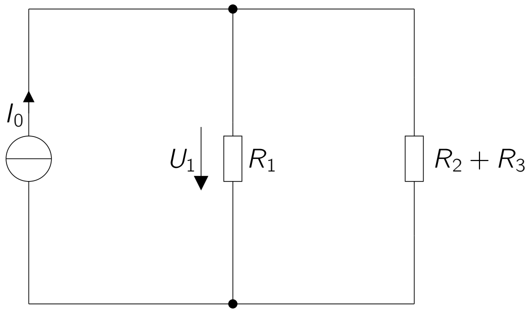
$\Leftrightarrow$



$\Leftrightarrow$



$\Leftrightarrow$



$$\Rightarrow U_1 = I_0 \cdot (R_1 \parallel (R_2 + R_3)) = I_0 \cdot \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Aufgabe 2

a) Was trifft bei den folgenden vier Schaltungen zu?

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

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

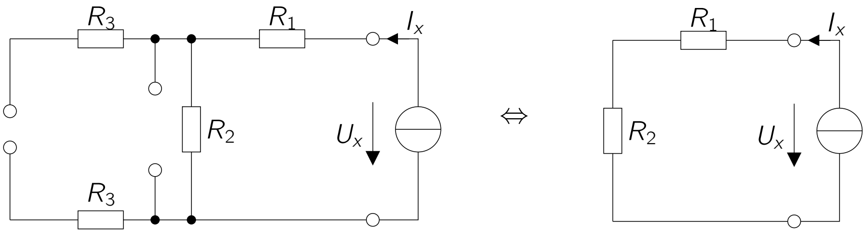
- [x] Graph 1.
- [ ] Graph 2.
- [x] Graph 3.
- [x] Graph 4.
- [ ] Nichts trifft zu.

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

- [x] $U_1 = U_0$
- [ ] $U_1 = -U_0$
- [ ] $I_1 = 2I_0$
- [x] $I_1 = I_0$
- [ ] Nichts trifft zu.

Aufgabe 3

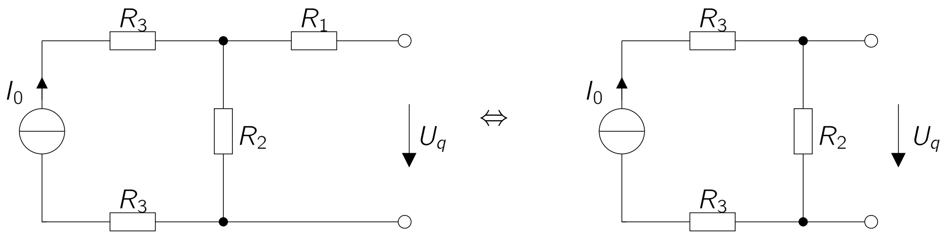
a) $\rightarrow$ Alle inneren Quellen zu Null setzen



$$R_q = \frac{U_x}{I_x}\bigg|_{I_0=0, I_1=0} = R_1 + R_2$$

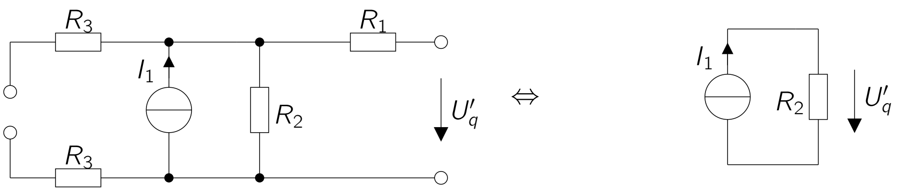
b) Lösung über Superposition

$\rightarrow$ Setzte I_1 zu Null



$$U_q\text{'}\bigg|_{I_1=0} = I_0 \cdot R_2$$

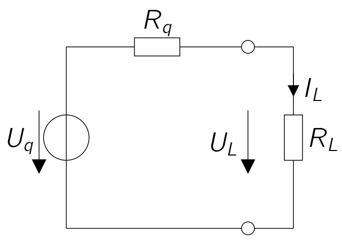
$\rightarrow$ Setzte I_0 zu Null



$$U_q\text{"}\bigg|_{I_0=0} = I_1 \cdot R_2$$

$\rightarrow U_q = U_q\text{'} + U_q\text{"} = I_0 \cdot R_2 + I_1 \cdot R_2 = (I_0 + I_1) \cdot R_2$

c) Ersatzspannungsquelle:



Spannungsteiler:

$$U_L = U_q \frac{R_L}{R_L + R_q} = (I_0 + I_1) \cdot R_2 \frac{R_L}{R_L + R_1 + R_2}$$

Aufgabe 4

a) Was gilt für den Strom I im rechts abgebildeten Netzwerk?

- [ ] $I = \frac{U_0}{3R}$
- [ ] $I = I_0 + \frac{U_0}{R}$
- [x] $I = \frac{I_0}{2} + \frac{U_0}{2R}$.
- [ ] $I = I_0$
- [ ] Nichts trifft zu.

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

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

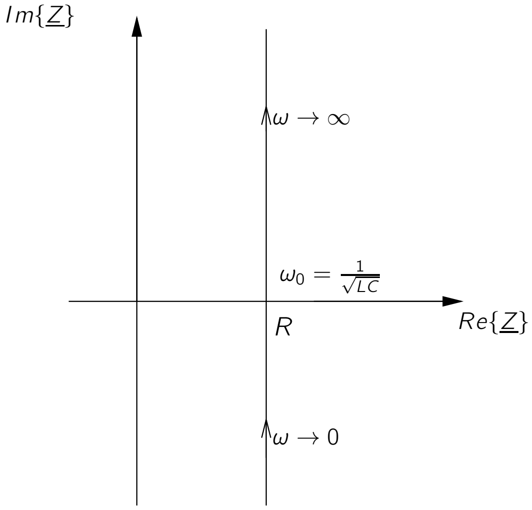
c) Welche der folgenden Ausdrücke gelten für das rechts abgebildete Netzwerk?

- [ ] $I_3 = \dfrac{\dfrac{1}{R_1 + R_2 + R_3}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \dfrac{1}{R_3}} I_0$
- [ ] $I_3 = \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} I_0$
- [ ] $I_3 = \dfrac{R_3}{R_2 + R_3} I_0$
- [ ] $I_3 = \dfrac{(R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)} I_0$
- [x] Nichts trifft zu.

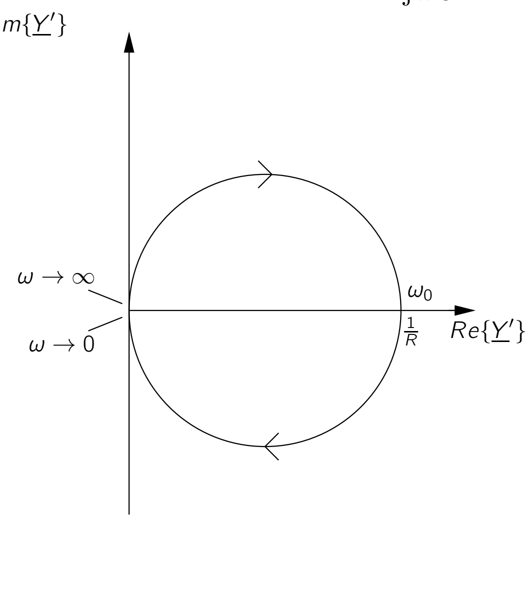
Aufgabe 5

a) $\underline{Y} = \dfrac{\underline{I}}{\underline{U}} = \dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{R + \mathrm{j}\,\omega L + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C}}$

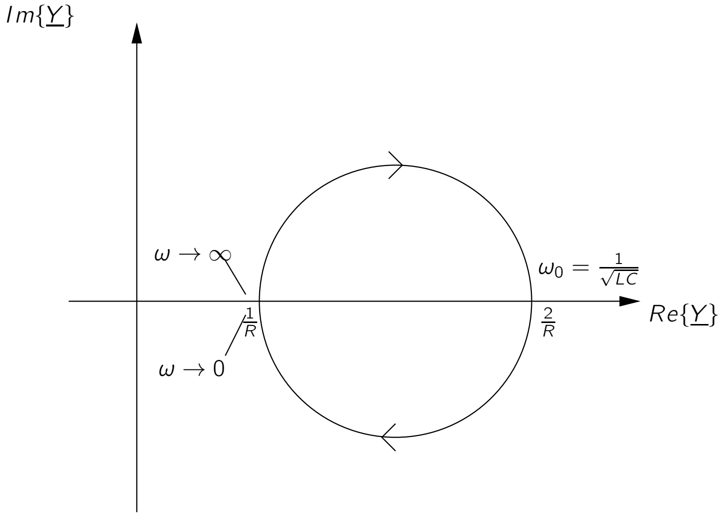
b) Ortskurve von $\underline{Z} = R + \mathrm{j}\,\omega L + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C}$



Ortskurve von $\underline{Y}' = \dfrac{1}{R + \mathrm{j}\,\omega L + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C}}$



Ortskurve von $\underline{Y}$



c) siehe b)

d) $\underline{S} = \frac{1}{2}\underline{U}\ \underline{I}^* = \frac{1}{2}\underline{U}(\underline{Y}\ \underline{U})^* = \frac{1}{2}\underline{Y}^*|\underline{U}|^2$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R + \mathrm{j}\,\omega L + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C}}\right)^* |\underline{U}|^2$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{R} + \frac{R}{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2} - \frac{\mathrm{j}\left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)}{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}\right)^* |\underline{U}|^2$$

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

alternativ auch:

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

erste Darstellung für Aufgabenteil e) vorteilhaft, da Real- und Imaginärteil sofort ablesbar sind

e) $Q = Im\{\underline{S}\} \stackrel{!}{=} 0$

$$\Rightarrow Q=\frac{\omega L-\dfrac{1}{\omega C}}{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}\stackrel{!}{=}0$$

$$\Leftrightarrow \omega L-\frac{1}{\omega C}=0$$

$$\Leftrightarrow \omega^2=\tfrac{1}{LC}$$

$$\Leftrightarrow \omega=\tfrac{1}{\sqrt{LC}}$$

Aufgabe 6

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?

- [ ] $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & +\mathrm{j}\,\omega M \\ +\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$
- [ ] $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & -\mathrm{j}\,\omega M \\ +\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$
- [ ] $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & +\mathrm{j}\,\omega M \\ -\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$
- [ ] $\begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{j}\,\omega L_1 & -\mathrm{j}\,\omega M \\ -\mathrm{j}\,\omega M & \mathrm{j}\,\omega L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ \underline{I}_2 \end{pmatrix}$
- [x] Nichts trifft zu.

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

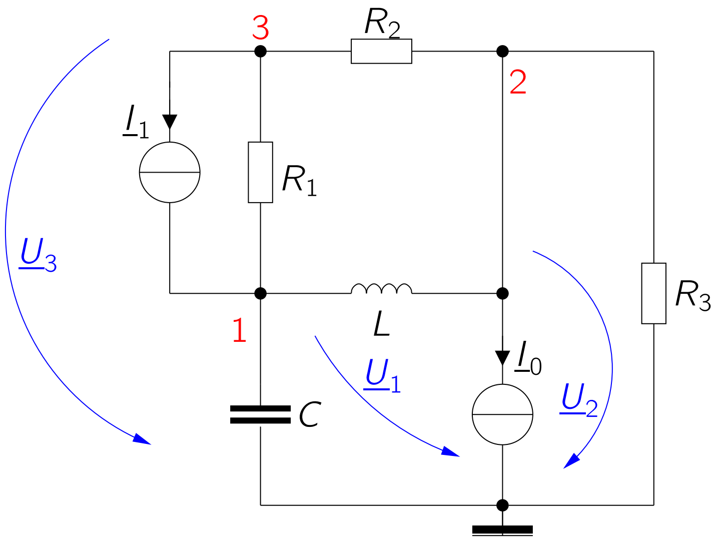
- [ ] $\underline{Y} = \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega C} + \mathrm{j}\,\omega \dfrac{L}{2} + R.$
- [x] $\underline{Y} = \mathrm{j}\,\omega C + \dfrac{1}{\mathrm{j}\,\omega \frac{L}{2} + R}$
- [ ] $\underline{Y} = \mathrm{j}\,\omega C + \dfrac{1}{R + \mathrm{j}\,\omega 2L}$
- [ ] Nichts trifft zu.

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

Aufgabe 7

a)



b)

$$[\underline{Y}_n] = \begin{pmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C & -\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} & -\frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \frac{1}{R_3} & -\frac{1}{R_2} \\ -\frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_2} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{pmatrix}$$

$$[\underline{I}_{qn}] = \begin{pmatrix} \underline{I}_1 \\ -\underline{I}_0 \\ -\underline{I}_1 \end{pmatrix};$$

$$[\underline{U}_n] = \begin{pmatrix} \underline{U}_1 \\ \underline{U}_2 \\ \underline{U}_3 \end{pmatrix}$$

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

c) $\underline{U}_x = \underline{U}_2$

d)

$$\left[\underline{M}\right] = \begin{pmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} + \mathrm{j}\,\omega C & \underline{I}_1 & -\frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{\mathrm{j}\,\omega L} & -\underline{I}_0 & -\frac{1}{R_2} \\ -\frac{1}{R_1} & -\underline{I}_1 & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{pmatrix}$$

$$\underline{U}_x = \underline{U}_2 = \frac{\det(\left[\underline{M}\right])}{\det(\left[\underline{Y}_n\right])}$$

Aufgabe 8

a) $U_0 = u_L(t) + u_R(t)$

mit $u_L(t) = L\frac{di_R(t)}{dt}$ und $u_R(t) = R \cdot i_R(t)$

$\Rightarrow U_0 = L\frac{di_R(t)}{dt} + R \cdot i_R(t)$

b) homogene Lösung: $i_{R,h}(t)$

$\Rightarrow$ Ansatz: $i_{R,h}(t) = a \cdot e^{\lambda t}$

$$
\begin{aligned}
0 &= L\frac{di_R(t)}{dt} + R \cdot i_R(t) \\
0 &= L \cdot \lambda \cdot a \cdot e^{\lambda t} + R \cdot a \cdot e^{\lambda t} \\
0 &= L \cdot \lambda + R \\
\lambda &= -\frac{R}{L}
\end{aligned}
$$

$i_{R,h}(t) = a \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$

c) partikuläre Lösung: $\Rightarrow$ Ansatz der rechten Seite

$U_0 =$ konst. $\Rightarrow i_{R,p}(t) =$ konst. $= I_p$

$$U_0 = L\underbrace{\frac{di_{R,p}(t)}{dt}}_{=0} + R \cdot i_{R,p}(t)$$

$$
\begin{aligned}
U_0 &= R \cdot I_p \\
i_{R,p}(t) &= I_p = \frac{U_0}{R} \\
i_{R,p}(t) &= \frac{U_0}{R}
\end{aligned}
$$

d) $i_R(t) = i_{R,h}(t) + i_{R,p}(t) = a \cdot e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{U_0}{R}$
Anfangsbedingung : $i_R(0) = 0$

$$0 = a \cdot e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{U_0}{R}$$
$$0 = a + \frac{U_0}{R}$$
$$a = -\frac{U_0}{R}$$

$\Rightarrow i_R(t) = -\frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{U_0}{R} = \frac{U_0}{R} \cdot (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$

$u_R(t) = R \cdot i_R(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$