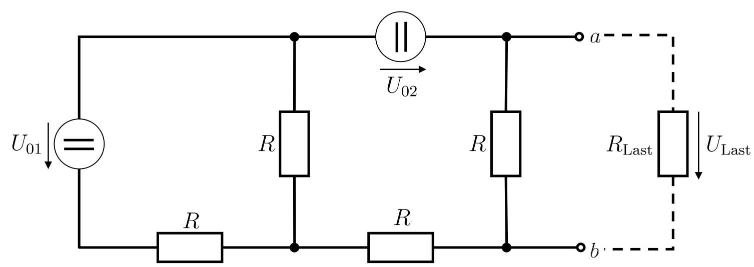
- **Aufgabe 1** **(9 Punkte)**

Gegeben ist nachfolgendes Netzwerk mit den idealen Spannungsquellen U_{01} und U_{02}, sowie den Ohmschen Widerständen R. Der Lastwiderstand R_{Last} ist zunächst nicht angeschlossen!



Gesucht sind die Größen der Ersatzstrom– und Ersatzspannungsquelle (R_i, I_K, U_L) für das Netzwerk bezüglich der Klemmen a und b als Funktion von U_{01}, U_{02} und R:

a) Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_i des Netzwerks.

b) Berechnen Sie den Kurzschlussstrom I_K (z.B. mit Hilfe des Superpositionsgesetzes).

c) Geben Sie die Leerlaufspannung U_L an.

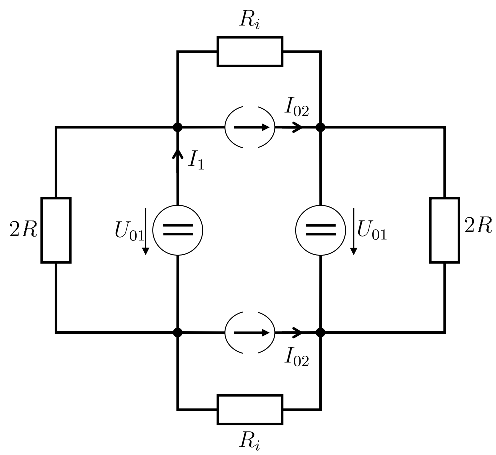
Nun wird das Netzwerk an den Klemmen a und b mit dem Lastwiderstand R_{Last} belastet:

d) Skizzieren Sie das Netzwerk mit Lastwiderstand, indem Sie es bezüglich der Klemmen a und b durch die in Aufgabenteil a) und c) hergeleitete Ersatzspannungsquelle ersetzen.

e) Berechnen Sie für den Fall der Leistungsanpassung die am Lastwiderstand abfallende Spannung U_{Last}, sowie die dort in Wärme umgesetzte Leistung P_{Last} als Funktion von U_{01} und U_{02}.

- **Aufgabe 2** **(7 Punkte)**

Das nachfolgende Netzwerk mit den Ohmschen Widerständen $2R$ und R_i ist mit Hilfe des Maschenstromverfahrens zu analysieren.



a) Wandeln Sie die Stromquellen I_{02} mit Innenwiderstand $R_i = R$ in geeignete Spannungsquellen mit der Quellenspannung U_{02} um. Geben Sie den Wert von U_{02} an und kennzeichnen die Pfeilrichtungen der umgewandelten Spannungsquellen.

b) Skizzieren Sie für das Netzwerk einen zusammenhängenden Graphen und kennzeichnen darin einen vollständigen Baum.

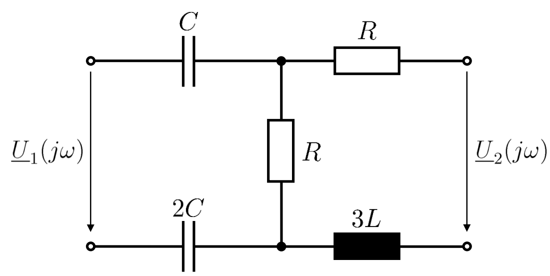
c) Berechnen Sie mit Hilfe von Aufgabenteil b) die Anzahl an unabhängigen Maschen formelmäßig. Definieren Sie für jede der Maschen einen Maschenstrom $\mathring{I}_1, \mathring{I}_2, \ldots$ mit eindeutiger Pfeilrichtung.

d) Stellen Sie das Gleichungssystem zur Berechnung der Maschenströme auf.

e) Bestimmen Sie den Stromfluss I_1 zahlenmäßig für $R = 1\,\mathrm{k}\Omega$, $U_{01} = 1\,\mathrm{V}$ und $I_{02} = 1\,\mathrm{mA}$.

- **Aufgabe 3** **(8 Punkte)**

Gegeben ist der nachfolgende Vierpol mit der Eingangsspannung $\underline{U}_1(j\omega)$ und der Ausgangsspannung $\underline{U}_2(j\omega)$, sowie mit den Kapazitäten C, den Ohmschen Widerständen R und der Induktivität L.



a) Berechnen Sie den Frequenzgang $\underline{H}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_2(j\omega)}{\underline{U}_1(j\omega)}$ des Vierpols.

b) Geben Sie den Betrag $|\underline{H}(j\omega)|$ und die Phase $\varphi(j\omega)$ des Frequenzgangs an.

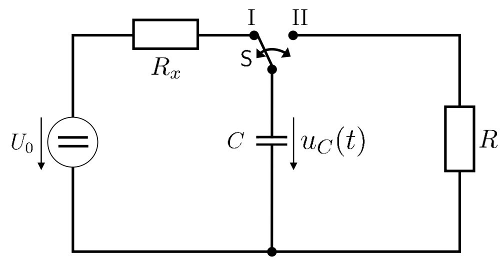
c) Rechnen Sie die Werte des Betrags und der Phase für $\omega = 0$, $\omega = \omega_\mathrm{g}$ und $\omega \to \infty$ aus.

d) Skizzieren Sie den Betrags– und Phasengang unter Angabe charakteristischer Werte. Achten Sie dabei auf eine vollständige Achsenbeschriftung.

e) Welches Übertragungsverhalten hat der Vierpol?

- **Aufgabe 4** **(10 Punkte)**

Der Schalter S des nachfolgenden Netzwerks mit den Ohmschen Widerständen R und R_x, der Kapazität C und der Gleichspannungsquelle U_0 ist für Zeiten $t < 0$ in Stellung I. Die Schaltung befindet sich im eingeschwungenen Zustand.



Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S in Stellung II gebracht:

(a) Bestimmen Sie den Wert der Spannung $u_C(t)$ am Kondensator zu den Zeitpunkten $t = 0-$ und $t = 0+$ (Anfangsbedingung).

(b) Zeichnen Sie das vollständige LAPLACE-Ersatzschaltbild der Schaltung mit allen relevanten Größen für Zeiten $t \geq 0$.

(c) Berechnen Sie die LAPLACE-Transformierte $\underline{U}_C(s)$ der Spannung $u_C(t)$ für Zeiten $t \geq 0$ und vereinfachen Sie auf geeignete Weise.

(d) Geben Sie $u_C(t)$ als inverse LAPLACE-Transformierte von $\underline{U}_C(s)$ unter Nutzung der Korrespondenztabelle für die LAPLACE-Transformation an.

Nachdem sich der Schalter S sehr lange Zeit T ($T \to \infty$) in Stellung II befunden hat (eingeschwungener Zustand), wird er zum Zeitpunkt $t = T$ wieder in Stellung I gebracht:

(e) Bestimmen Sie den Wert der Spannung $u_C(t = T)$ am Kondensator für den Umschaltzeitpunkt T.

(f) Zeichnen Sie das vollständige LAPLACE-Ersatzschaltbild der Schaltung für Zeiten $t \geq T$ unter Berücksichtigung der unter (e) bestimmten Anfangsbedingung für $u_C(t = T-) = u_C(t = T+)$.

(g) Berechnen Sie die LAPLACE-Transformierte $\underline{U}_C(s)$ für Zeiten $t \geq T$.

(h) Geben Sie die inverse LAPLACE-Transformierte $u_C(t)$ für Zeiten $t \geq T$ an.

(i) Skizzieren Sie in einem Diagramm den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_C(t)$ für $R_x = R$ und für $R_x = \frac{1}{2}R$ für Zeiten $t \geq 0$. Achten Sie dabei auf eine vollständige Achsenbeschriftung.

Zeitbereich ($t \geq 0$) ○—● Bildbereich	
$\delta(t) \cdot \sec^{-1}$ (Dirac-Stoß)	1
1 (Sprung)	$\frac{1}{s}$
t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
e^{-ct}	$\frac{1}{s+c}$
$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-ct}$	$\frac{1}{(s+c)^n}$
$1 - e^{-ct}$	$\frac{c}{s(s+c)}$
$\frac{1}{c_2 - c_1}(e^{-c_1 t} - e^{-c_2 t})$	$\frac{1}{(s+c_1)(s+c_2)}$
$\frac{1}{c_2 - c_1}(-c_1 e^{-c_1 t} + c_2 e^{-c_2 t})$	$\frac{s}{(s+c_1)(s+c_2)}$

Eigenschaft	Zeitbereich ○—● Bildbereich	
Transformation	$u(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \underline{U}(s) e^{st} ds$	$\underline{U}(s) = \int_{0+}^{\infty} u(t) e^{-st} dt$
$u(t)$ rein reell ...	$u(t) = u^*(t)$	$\underline{U}(s) = \underline{U}^*(s^*)$
Zeit-Verschiebung	$u(t - t_0)$	$\underline{U}(s) \cdot e^{-st_0}$
Frequenz-Verschiebung	$u(t) \cdot e^{-ct}$	$\underline{U}(s+c)$
Zeit- & Frequenz-Skalierung	$u(c \cdot t)$	$\frac{1}{\lvert c \rvert} \cdot \underline{U}(\frac{s}{c})$ $c \in \mathbb{R}, c > 0$
Differentiation	$\frac{du(t)}{dt}$	$s\underline{U}(s) - u(0+)$
Integration	$\int_0^t u(\tau) d\tau$	$\frac{1}{s}\mathfrak{L}\{u(t)\} + \frac{u(0+)}{s}$
Überlagerung	$c_1 \cdot u_1(t) + c_2 \cdot u_2(t)$	$c_1 \cdot \underline{U}_1(s) + c_2 \cdot \underline{U}_2(s)$
Faltung	$u(t) * h(t)$	$\underline{U}(s) \cdot \underline{H}(s)$
Anfangswerttheorem	$\lim_{t \to 0+} u(t)$	$\lim_{s \to \infty} s\underline{U}(s)$
Endwerttheorem	$\lim_{t \to \infty} u(t)$	$\lim_{s \to 0} s\underline{U}(s)$