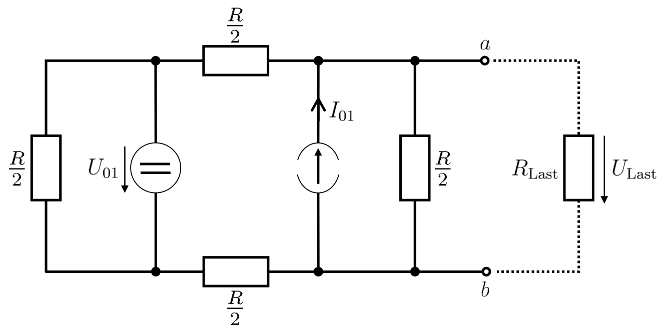
- **Aufgabe 1** **(8 Punkte)**

Gegeben ist nachfolgendes Netzwerk mit idealer Spannungsquelle U_{01}, idealer Stromquelle I_{01} und Ohmschen Widerständen $\frac{R}{2}$. 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}, I_{01} und R:

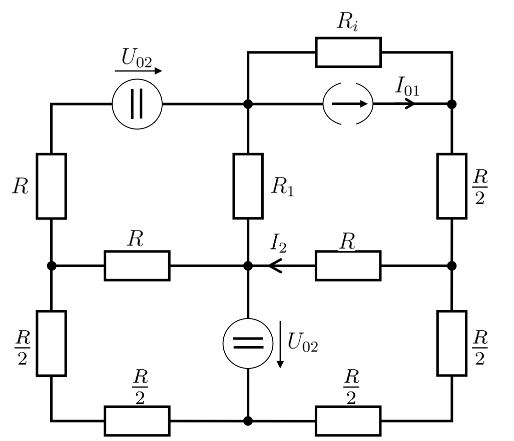
a) Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_i des Netzwerks.
b) Berechnen Sie den Kurzschlussstrom I_K (z.B. mit Hilfe des Superpositionsgesetzes).
c) Geben Sie die Leerlaufspannung U_L an.

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) Geben Sie den Lastwiderstand R_{Last} als Funktion von R für den Fall an, dass am Lastwiderstand die maximale Leistung $P_{\max}$ in Wärme umgesetzt wird (Leistungsanpassung). Wie groß ist $P_{\max}$?

- **Aufgabe 2** **(8 Punkte)**

Das nachfolgende Netzwerk mit den Ohmschen Widerständen R, $\frac{R}{2}$, R_1 und R_i ist mit Hilfe des Maschenstromverfahrens zu analysieren.



a) Wandeln Sie die Stromquelle I_{01} mit Innenwiderstand $R_i = \frac{R}{2}$ in eine geeignete Spannungsquelle mit der Quellenspannung U_{01} um. Geben Sie den Wert von U_{01} an und kennzeichnen Sie die Pfeilrichtung der umgewandelten Spannungsquelle.

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

c) Berechnen Sie die Anzahl der unabhängigen Maschen mittels einer geeigneten Formel.

Von nun an gelte $R_1 \to \infty$ (d.h. der Stromfluss durch R_1 wird unterbrochen):

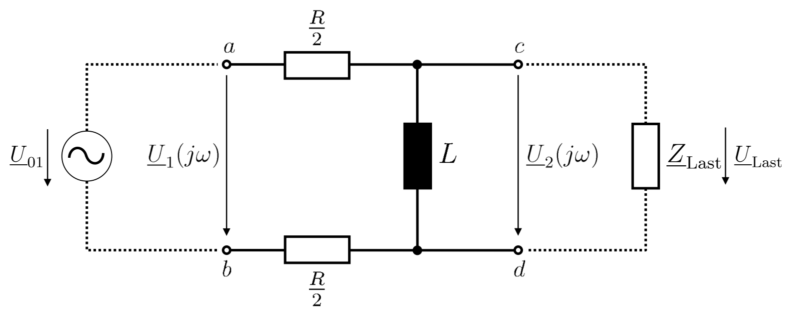
d) Geben Sie die daraus resultierende Anzahl an unabhängigen Maschen an und definieren Sie für jede der Maschen einen Maschenstrom $\mathring{I}_1, \mathring{I}_2, \ldots$ mit eindeutiger Pfeilrichtung.

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

f) Bestimmen Sie den Strom I_2 für $R = 1\,\mathrm{k\Omega}$, $I_{01} = 20\,\mathrm{mA}$ und $U_{02} = 1\,\mathrm{V}$.

- **Aufgabe 3** **(10 Punkte)**

Gegeben ist der nachfolgende Vierpol mit der Eingangsspannung $\underline{U}_1(j\omega)$ und der Ausgangsspannung $\underline{U}_2(j\omega)$, sowie dem Ohmschen Widerstand $\frac{R}{2}$ und der Induktivität L.
Die Wechselspannungsquelle $\underline{U}_{01}$ und die Lastimpedanz $\underline{Z}_{\text{Last}}$ sind zunächst noch nicht angeschlossen!



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 $\varphi(\omega)$ des Frequenzgangs an.

Nun wird die Wechselspannungsquelle $\underline{U}_{01}$ an die Klemmen a, b angeschlossen:

c) Bestimmen Sie den komplexwertigen Innenwiderstand $\underline{Z}_i$ des aktiven Zweipols bezüglich der Klemmen c, d.

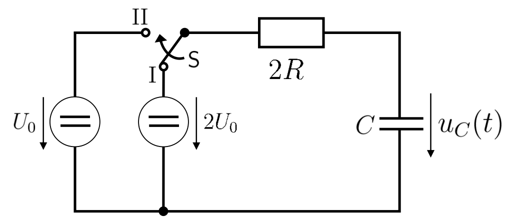
d) Bestimmen Sie den Kurzschlussstrom $\underline{I}_{\text{K}}$ bei Kurzschluss der Klemmen c, d.

Nun wird die Lastimpedanz $\underline{Z}_{\text{Last}}$ an die Klemmen c, d angeschlossen.

e) Ersetzen Sie das Netzwerk bezüglich der Klemmen c, d durch die in Aufgabenteil c) bis d) hergeleitete Ersatzstromquelle und berechnen Sie damit den Spannungsabfall $\underline{U}_{\text{Last}}$ an der Lastimpedanz $\underline{Z}_{\text{Last}} = \underline{Z}_i$ in Abhängigkeit von $\underline{U}_{01}$.

- **Aufgabe 4** **(8 Punkte)**

Der Schalter S des nachfolgenden Netzwerks mit den Gleichspannungsquellen U_0 und $2U_0$, dem Ohmschen Widerstand $2R$ und der Kapazität C ist seit sehr langer Zeit in Stellung I, so dass sich ein eingeschwungener Zustand eingestellt hat. 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.

e) Skizieren Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_C(t)$ 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	$u(t) = \frac{1}{2\pi j} \int\limits_{c-j\infty}^{c+j\infty} \underline{U}(s) e^{st} ds$	$\underline{U}(s) = \int\limits_{0+}^{\infty} u(t) e^{-st} dt$
$u(t)$ 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	$\int\limits_0^t u(\tau) d\tau$	$\frac{1}{s} \mathfrak{L}\{u(t)\} + \frac{u(0+)}{s}$
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	$\lim\limits_{t \to 0+} u(t)$	$\lim\limits_{s \to \infty} s\underline{U}(s)$
Endwerttheorem	$\lim\limits_{t \to \infty} u(t)$	$\lim\limits_{s \to 0} s\underline{U}(s)$