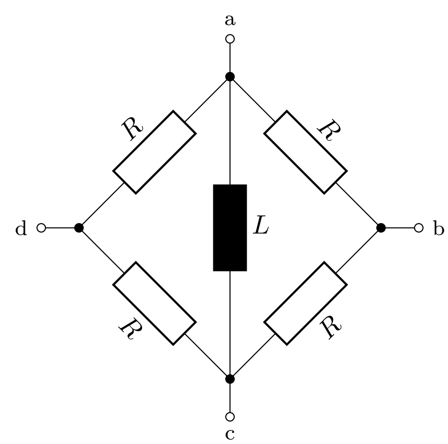
- **Aufgabe 1** **(6 Punkte)**

Gegeben ist nachfolgendes Netzwerk mit dem Widerständen R und der Induktivität L, sowie den Klemmen a, b, c und d.

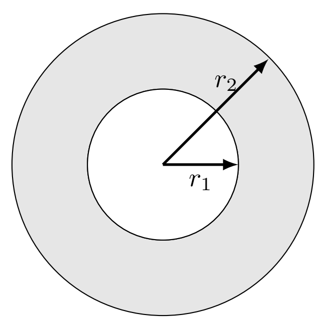


a) Bestimmen Sie die Impedanz $\underline{Z}_{bd}$ zwischen den Klemmen b und d.

b) Bestimmen Sie die Impedanz $\underline{Z}_{ac}$ zwischen den Klemmen a und c.

Im nachfolgenden Aufgabenteil wird die Induktivität L im Netzwerk als Ringspule mit dem Wert

$$L = \mu \frac{w^2 h}{2\pi} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

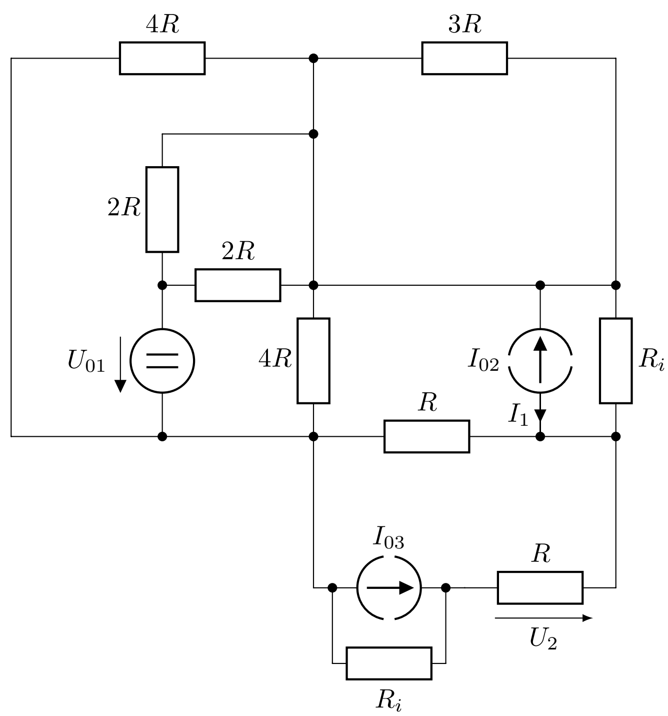


ausgeführt. Die Radien r_1 und r_2 der Ringspule entsprechen obiger Abbildung. Der Widerstand beträgt $R = 10\,\Omega$, die Frequenz $f = 1\,\text{kHz}$, der Innenradius der Ringspule $r_1 = 5\,\text{cm}$, der Außenradius $r_2 = 10\,\text{cm}$ und die Höhe $h = 7.18\,\text{cm}$. Die Magnetische Feldkonstante ist $\mu = \mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}\,\frac{\text{N}}{\text{A}^2}$.

c) Welche Windungszahl w muss die Spule haben, damit die Impedanz $\underline{Z}_{ac}$ eine Phasenverschiebung von 45° verursacht ($\text{Re}\{\underline{Z}_{ac}\} = \text{Im}\{\underline{Z}_{ac}\}$)?

- **Aufgabe 2** **(10 Punkte)**

Das nachfolgende Netzwerk mit den Ohmschen Widerständen R, $2R$, $3R$, $4R$ und $R_i = R$, der Spannungsquelle U_{01} und den beiden Stromquellen I_{02} und I_{03} ist mit Hilfe des Maschenstromverfahrens zu analysieren.



a) Wandeln Sie die Stromquellen I_{02} und I_{03} mit den jeweiligen Innenwiderständen R_i in geeignete Spannungsquellen mit den Quellenspannungen U_{02} und U_{03} um. Geben Sie den Wert und die Pfeilrichtung von U_{02} und U_{03} an. Vereinfachen Sie das Netzwerk geeignet und fassen Sie nach Möglichkeit auch Widerstände zusammen.

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

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

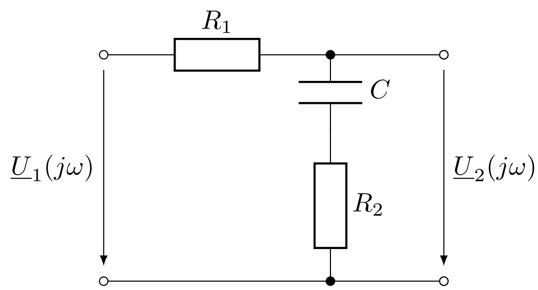
d) Stellen Sie das Gleichungssystem zur Berechnung der Maschenströme auf.

e) Geben Sie den Strom I_1 und die Spannung U_2 in Abhängigkeit Ihrer definierten Maschenströme $\mathring{I}_1, \mathring{I}_2, \ldots$ und der gegebenen Größen an.

f) Bestimmen Sie den Strom I_1 und die Spannung U_2 zahlenmäßig für $U_{01} = 24\,\text{V}$, $I_{02} = 25\,\text{mA}$, $I_{03} = 50\,\text{mA}$ und $R = 1\,\text{k}\Omega$.

- **Aufgabe 3** **(9 Punkte)**

Gegeben ist der nachfolgende Vierpol mit der Eingangsspannung $\underline{U}_1(j\omega)$, der Ausgangsspannung $\underline{U}_2(j\omega)$, der Kapazität C, sowie den Ohmschen Widerständen R_1 und R_2.



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) Berechnen Sie die Werte des Betrags und der Phase für $\omega = 0$ und $\omega \to \infty$.

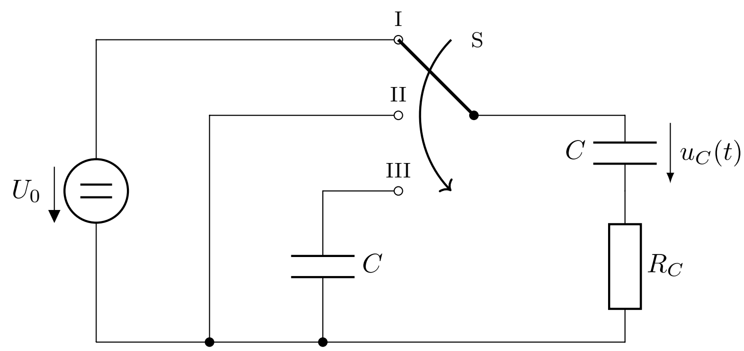
d) Skizzieren Sie den Betrags– und Phasengang unter Angabe charakteristischer Werte. Achten Sie dabei auf eine vollständige Achsenbeschriftung.

e) Welches Übertragungsverhalten hat der Vierpol?

f) Welchen Frequenzgang $\underline{H}_{\text{rück}}(j\omega) = \dfrac{\underline{U}_1(j\omega)}{\underline{U}_2(j\omega)}$ hat der Vierpol, wenn er ohne Last rückwärts betrieben wird ($\underline{U}_2(j\omega)$ ist hier die Quellenspannung, $\underline{U}_1(j\omega)$ die Ausgangsspannung)?

- **Aufgabe 4** **(Achtung: Leichte Aufgabe!)** **(9 Punkte)**

Gegeben ist ein Netzwerk mit dem Schalter S, den Ohmschen Widerständen R_1 und R_C, den Kapazitäten C und der Gleichspannungsquelle U_0. Für Zeiten $t < 0$ ist Schalter S 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 $t \geq 0$ (Schalter S in Stellung II).

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.

Zum Zeitpunkt T beträgt die Spannung $u_C(t = T) = 4.415\,\text{V}$ und der Schalter S wird in Stellung III gebracht. Die Quellenspannung $U_0 = 12\,\text{V}$, die Kapazität $C = 10\,\mu\text{F}$, sowie die Widerstände $R_C = 600\,\text{k}\Omega$ sind gegeben.

e) Wann ist der Zeitpunkt T?

f) Wie verhält sich die Spannung $u_C(t)$ für Zeiten $t \gg T$?

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}	$\frac{1}{s+c}$
$\frac{1}{(n-1)!}t^{n-1}e^{-ct}$	$\frac{1}{(s+c)^n}$
$1 - e^{-ct}$	$\frac{c}{s(s+c)}$
$\frac{1}{c_2-c_1}(e^{-c_1t} - e^{-c_2t})$	$\frac{1}{(s+c_1)(s+c_2)}$
$\frac{1}{c_2-c_1}(-c_1e^{-c_1t} + c_2e^{-c_2t})$	$\frac{s}{(s+c_1)(s+c_2)}$

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	$\lim\limits_{t\to\infty} u(t)$	$\lim\limits_{s\to 0} s\underline{U}(s)$