

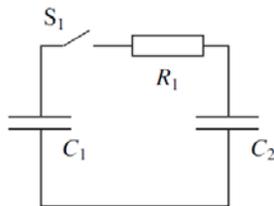
NTS1: Natur, Technik, Systeme
Semester Test 1, Oktober 2015

Erlaubte Hilfsmittel: **Bücher, persönlich verfasstes Journal und Zusammenfassung.**
Rechen- und Schreibzeugs.

Antworten müssen begründet und nachvollziehbar sein.

Dauer der Prüfung: 60 Minuten.

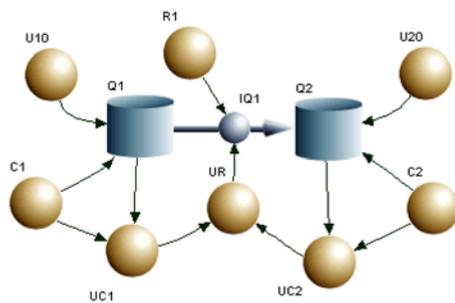
Zwei Kondensatoren und ein Widerstandelement



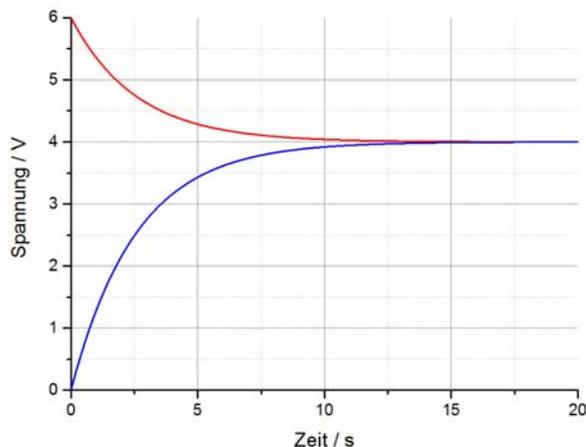
Eine Schaltung mit zwei Kondensatoren soll hier untersucht und modelliert werden.

Die zwei Kondensatoren C_1 und C_2 sind durch das Widerstandelement R_1 verbunden. Der erste Kondensator C_1 ist dabei am Anfang geladen, der zweite ist ungeladen. Zum Zeitpunkt $t=0$ wird der Schalter S_1 geschlossen. Die Kapazität von Kondensator C_1 beträgt $80 \mu\text{F}$. Die Anfangsspannung über den Kondensator C_1 ist 6.0 V .

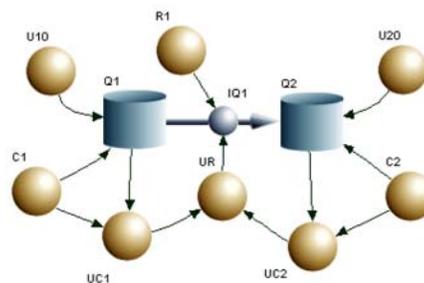
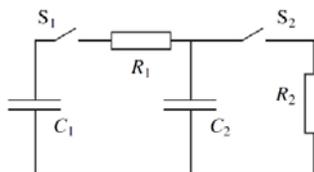
Für das System wird ein dynamisches Modell gemacht, für das das Diagramm wie folgt aussieht:



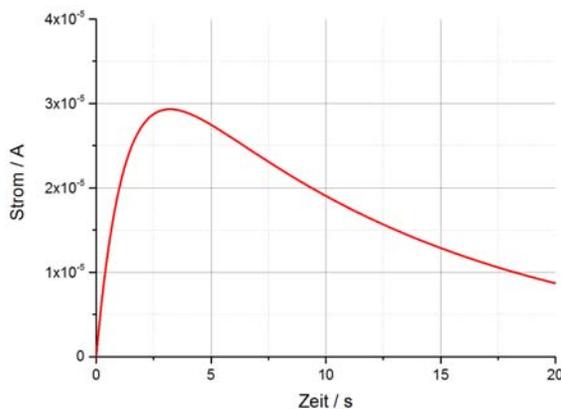
Q , U und C bedeuten Ladungen, Spannungen und elektrische Kapazitäten. I_Q ist die Ladungsstromstärke, R_1 der Widerstand des Widerstandelements. Eine Simulation, die gut mit dem gemessenen Verhalten übereinstimmt, zeigt folgenden Verlauf der Spannungen:



- Formulieren Sie alle Gleichungen des Modells. [0.5 P.]
- Bestimmen Sie die Kapazität des zweiten Kondensators. Geben Sie genau an, wie Sie zu Ihrem Resultat kommen. [0.5 P.]
- Bestimmen und zeichnen Sie die Ladungsstromstärke I_Q als Funktion der Zeit. [1 P.]
- Bestimmen Sie den Widerstandswert des Widerstandselementes R_1 (Sie sollten $100\text{ k}\Omega$ erhalten). [0.5 P.]
- Konstruieren Sie so genau wie möglich das IQ-UR-Diagramm (das charakteristische Diagramm) für den Ladungsstrom durch das Widerstandelement (d.h. mit konkreten korrekten Zahlen auf den beiden Achsen). [1 P.]
- Nehmen Sie an, das Widerstandelement würde ersetzt, so dass R_1 nur halb so gross wie in der gezeigten Simulation ist (alles andere bleibt gleich). Zeichnen Sie den Verlauf der Spannungen in das gegebene Spannung-Zeit Diagramm ein. Erklären Sie genau, wie Sie auf die neuen Funktionen kommen. [0.5 P.]
- Ergänzen Sie nun das Flowchart des Modells zeichnerisch so, dass ein Modell für die Schaltung mit einem zweiten Widerstandselement R_2 entsteht (wie im Diagramm links gezeigt). [0.5 P.]



- Formulieren Sie alle Gleichungen des neuen Modells. [0.5 P.]
- Eine Simulationen des neuen Modells mit $R_2=50\text{ k}\Omega$ ergibt die unterstehende Kurve für den Stromstärke durch R_2 . Skizzieren Sie so exakt wie möglich die Spannung U_{C2} über den Kondensator 2. [1 P.]



- Wie viel Ladung ist im Kondensator C_2 zwischen $t=0$ und $t=5$ s geflossen? [1 P.]

NTS1: Natur, Technik, Systeme
Semester Test 1, Oktober 2015

Musterlösung

a.
$$\frac{dQ_1}{dt} = -I_{Q1}$$

$$\frac{dQ_2}{dt} = I_{Q1}$$

$$Q_1(0) = C_1 U_{C1}(0)$$

$$Q_2(0) = C_2 U_{C2}(0)$$

$$I_{Q1} = \frac{1}{R1} U_{R1}$$

$$U_{C1} - U_{R1} - U_{C2} = 0$$

$$U_{C1} = \frac{Q_1}{C_1}$$

$$U_{C2} = \frac{Q_2}{C_2}$$

b.

$$Q_1(0) + Q_2(0) = Q_{1E} + Q_{2E}$$

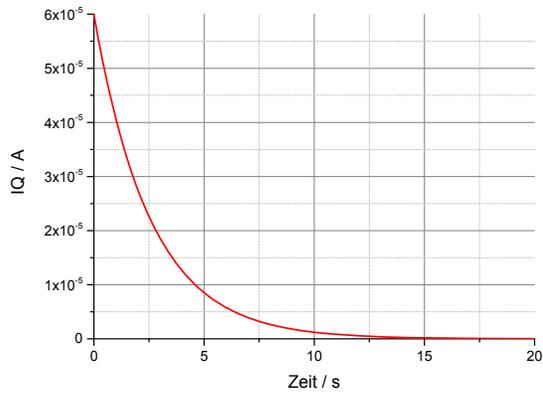
$$C_1 U_{C1}(0) + C_2 U_{C2}(0) = C_1 U_E + C_2 U_E$$

$$C_2 = C_1 \frac{U_{C1}(0) - U_E}{U_E} = 40\mu\text{F}$$

c.

$$I_{Q1} = \frac{dQ_2}{dt} = C_2 \frac{dU_{C2}}{dt}$$

$\frac{dU_{C2}}{dt}$ vom Plot zu bestimmen.

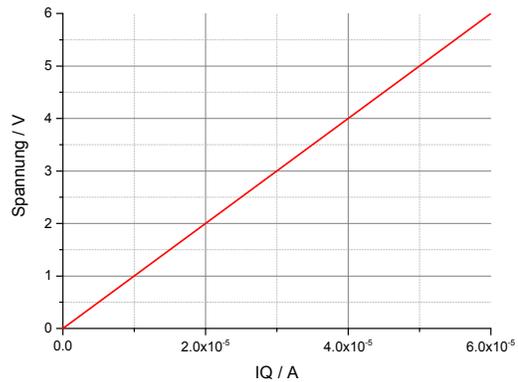


d.

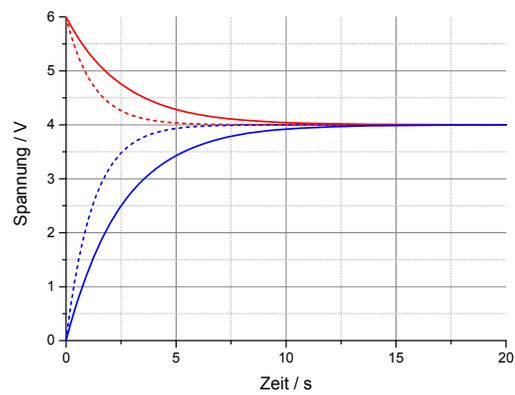
Für $t=0$ ist $I_{Q1}(0) = 6 \cdot 10^{-4} A$

$$R1 = \frac{U_{R1}}{I_{Q1}} = \frac{U_{C1} - U_{C2}}{I_{Q1}} = \frac{6 V}{6 \cdot 10^{-4} A} = 100 \text{ k}\Omega$$

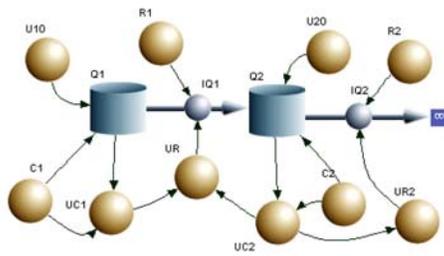
e.



f.



g.



h.

$$\frac{dQ_1}{dt} = -I_{Q1}$$

$$\frac{dQ_2}{dt} = I_{Q1} - I_{Q2}$$

$$Q_1(0) = C_1 U_{C1}(0)$$

$$Q_2(0) = C_2 U_{C2}(0)$$

$$I_{Q1} = \frac{1}{R_1} U_{R1}, I_{Q2} = \frac{1}{R_2} U_{R2}$$

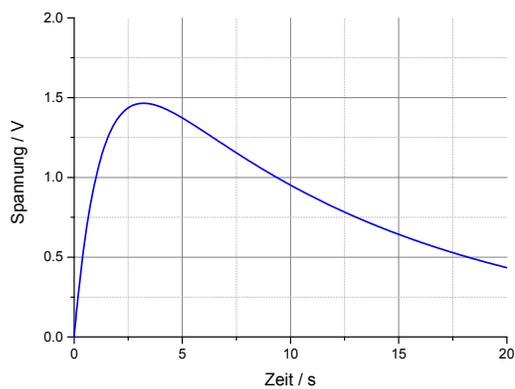
$$U_{C1} - U_{R1} - U_{C2} = 0$$

$$U_{R2} = U_{C2}$$

$$U_{C1} = \frac{Q_1}{C_1}, U_{C2} = \frac{Q_2}{C_2}$$

i.

$$U_{C2} = U_{R2} = I_{Q2} R_2$$



j.

Kann als Differenz der Ladung zwischen $t=0$ und $t=5s$ bestimmt werden.

$$\Delta Q_2 = Q_2(t = 5s) - Q_2(0) = U_{C2}(t = 5s) C_2 = 1.37 V \cdot 40 \cdot 10^{-6} F = 5.5 \cdot 10^{-5} C$$