

ÜBUNG IM FACH SCHALTUNGSTECHNIK I, WiSe 24/25

Blatt 4

Aufgaben 7–8; 4 Seiten

Abgabe: 18.11.2024, 22:00 Uhr, über ILIAS

Ansprechpartner: M. Sc. Rouven Klenk, rouven.klenk@int.uni-stuttgart.de, 2.406 ETI II

Hinweise: Es sind alle Aufgaben auf diesem Arbeitsblatt zu bearbeiten. Vergessen Sie nicht, auf jedes Blatt Ihren Namen, Vornamen und Matrikelnummer zu schreiben. Auf der ersten Seite bitte zusätzlich den Anfangsbuchstaben Ihres Nachnamens markieren und die Blätter möglichst vollständig beschreiben.

Bei allen Berechnungen sind Zwischenschritte anzugeben. Geben Sie ausschließlich das richtige Endergebnis an, bringt dies keine Punkte.

Name:	Vorname:	Anfangsbuchstabe:	Nummer:
Matrikelnummer:			

Bewertung – wird vom Institut ausgefüllt

(6)	(2)	(2)	(3)	(2)	(1)	
(4)	(6)					(26)
(5)	(1)	(4)	(9)	(4)	(7)	
(4)	(+3)	(+8)				(34 + 11)
(60 + 11)						+/-

Aufgabe 7

Schaltvorgang für Schaltung mit Kondensator und Spule

Zu untersuchen ist das Schaltverhalten der Schaltung in Abbildung 1. Zum Zeitpunkt $t = 0$ werde der Schalter S_1 geschlossen, zuvor sei er unendlich lang geöffnet gewesen.

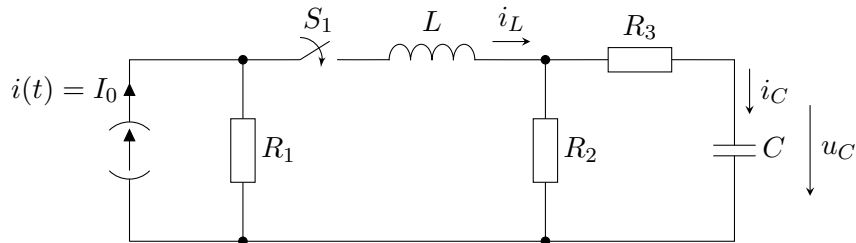


Abbildung 1: Schaltung mit Kondensator und Spule

- Bestimmen Sie allgemein die Differentialgleichung für die Spannung $u_C(t)$ am Kondensator in Abhängigkeit von $i(t)$ für $t > 0$. Geben Sie den Lösungsweg an.
- Wie kann $i_L(t)$ aus $u_C(t)$ bestimmt werden?

Hinweis: Wenn Sie die Differentialgleichung für die Spannung $u_C(t)$ am Kondensator nicht bestimmen können, so rechnen Sie mit folgender Differentialgleichung weiter:

$$i(t) = \alpha \left(\frac{d^2 u_C(t)}{dt^2} + 2\sigma \frac{du_C(t)}{dt} + \omega_0^2 u_C(t) \right).$$

- Geben Sie die Anfangsbedingungen für $u_C(t)$ zum Schaltzeitpunkt an.

Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter geschlossen. Im Folgenden soll der zeitliche Verlauf der Spannung $u_C(t)$ für $t > 0$ durch Lösen der Differentialgleichung bestimmt werden.

- Bestimmen Sie die Lösung der homogenen Differentialgleichung.

Hinweis: Die Schaltung sei so dimensioniert, dass für die Lösungen der charakteristischen Gleichung $\lambda_1 \neq \lambda_2$ gelte. Im Folgenden dürfen die Lösungen mit λ_1 bzw. λ_2 abgekürzt werden.

- Geben Sie eine partikuläre Lösung der Differentialgleichung an.
- Wie lautet die allgemeine Lösung der Differentialgleichung?
- Berücksichtigen Sie nun die Anfangsbedingungen aus c) zur Bestimmung der Konstanten.
- Es liege nun folgende Beschaltung vor:

$$R_1 = 4 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 2 \text{ k}\Omega, \quad R_3 = 500 \Omega, \quad L = 100 \mu\text{H}, \quad C = 10 \text{ pF}, \quad I_0 = 20 \text{ mA}.$$

Skizzieren Sie hierfür den zeitlichen Verlauf des Stroms $i_C(t)$ durch den Kondensator im Bereich $0 \text{ ns} \leq t \leq 130 \text{ ns}$.

Aufgabe 8

Passiver Vierpol mit einem Energiespeicher

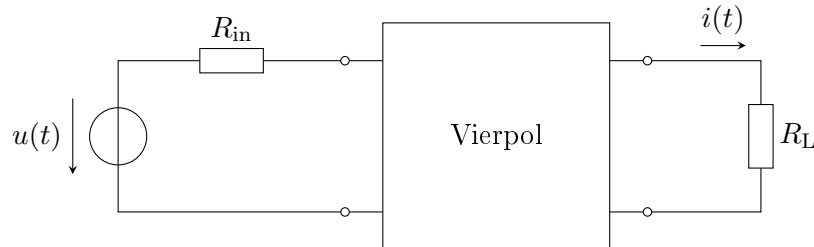


Abbildung 2: Schaltung mit zu bestimmendem Vierpol

Der in Abbildung 2 dargestellte Vierpol ist am Ausgang mit dem Widerstand R_L abgeschlossen. Er ist mit einer Gleichspannungsquelle verbunden.

Für $t < t_1$ ist die Spannung $u(t) = 0$. Zum Zeitpunkt $t = t_1$ wird die Spannungsquelle eingeschaltet. Der zeitliche Verlauf der Eingangsspannung $u(t)$ und der resultierende Strom $i(t)$ durch R_L sind in Abbildung 3 dargestellt.

In der folgenden Aufgabe sollen Vierpole bestimmt werden, die diesen Stromverlauf erzwingen.

- a) Zunächst soll rekapituliert werden, welche Wirkung eine ideale Spule und ein idealer Kondensator bei Schaltvorgängen besitzen. Beantworten Sie dazu (am besten tabellarisch) die folgenden Fragen zu den beiden idealen Bauelementen:

1. Wie lautet die Strom-Spannungsbeziehung im Zeitbereich?
2. Welche elektrische Größe verläuft stetig (darf nicht springen)?
3. Durch welches Bauelement kann die Spule bzw. der Kondensator modelliert werden
 - 3.1. zum Zeitpunkt eines Sprungs der Eingangsgröße, wenn der Energiesp. geladen ist,
 - 3.2. zum Zeitp. eines Sprungs der Eingangsgr., wenn der Energiespeicher ungeladen ist,
 - 3.3. für den Fall, dass Gleichgrößen am Eingang unendlich lange angelegen haben, d. h. alle Ausgleichsvorgänge innerhalb der Schaltung bereits abgeschlossen sind?

- b) Warum benötigt man zur Lösung der Aufgabe nur einen Energiespeicher?
- c) Der Energiespeicher, der für den exponentiellen Verlauf des Stroms benötigt wird, sei eine Kapazität. Wie sieht dann der Vierpol aus, der den Stromverlauf $i(t)$ erzwingt?
- d) Nun ist $i(t)$ zu berechnen. Die sich ergebende Funktion muss die Größen $\hat{U}$, R_L , R_{in} und die Schaltelemente des Vierpols enthalten. Bestimmen Sie dabei $i(t)$ zunächst nur mithilfe des Schaltbilds und des bekannten zeitlichen Verlaufs des Stromes.

R_L sei gegeben. Wie sind die Bauelemente des Vierpols und R_{in} in Abhängigkeit von i_0 , i_∞ , $\hat{U}$ und τ zu dimensionieren, wenn τ die Zeitkonstante des Entladevorgangs bezeichnet?

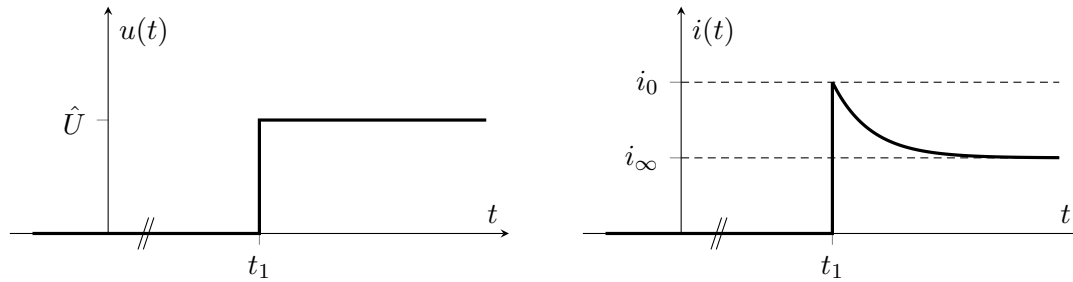


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Eingangsspannung $u(t)$ und des Stroms $i(t)$

- e) Bestimmen Sie die Differentialgleichung für die energietragende Größe $u_C(t)$.
- f) Bestimmen Sie $u_C(t)$ durch Lösen der Differentialgleichung.
- g) Wie kann $i(t)$ aus $u_C(t)$ im Zeitbereich berechnet werden? Bestimmen Sie $i(t)$.
- h) *Zusatzaufgabe (freiwillig):* Geben Sie den Verlauf von $\tilde{i}(t)$ für den Fall, dass die Spannungsquelle zum Zeitpunkt $t = t_2 = t_1 + 2\tau$ wieder ausgeschaltet wird, an und skizzieren Sie diesen.
- i) *Zusatzaufgabe (freiwillig):* Derselbe Stromverlauf kann mit einem Vierpol erzeugt werden, dessen Energiespeicher eine Induktivität ist. Geben Sie die Schaltung an und bestimmen Sie, welche Zusammenhänge zwischen den Bauelementen beider Vierpole hierfür gelten müssen.