

ÜBUNG IM FACH SCHALTUNGSTECHNIK I, WiSe 24/25

Blatt 12

Aufgaben 23–24; 4 Seiten

Abgabe: 27.01.2025, 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

(5)	(20)	(4)	(3)	(3)	(+10)	(+4)	(35 + 14)
-----	------	-----	-----	-----	-------	------	-----------

(3)	(8)	(7)	(2)	(+9)	(+2)	(20 + 11)
-----	-----	-----	-----	------	------	-----------

(55 + 25)	+ / 0 / -
-----------	-----------

Aufgabe 23

Rampe an RLC-Schaltung

An die in Abbildung 1 gezeigte Schaltung wird der rampenförmige Spannungsverlauf $u_0(t)$ aus Abbildung 2 (a) angelegt.

Im Folgenden soll die Ausgangsspannung $u_2(t)$ direkt im Zeitbereich und mithilfe der Laplace-Transformation bestimmt werden.

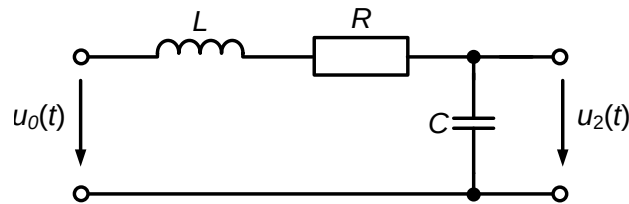


Abbildung 1: RLC-Schaltung.

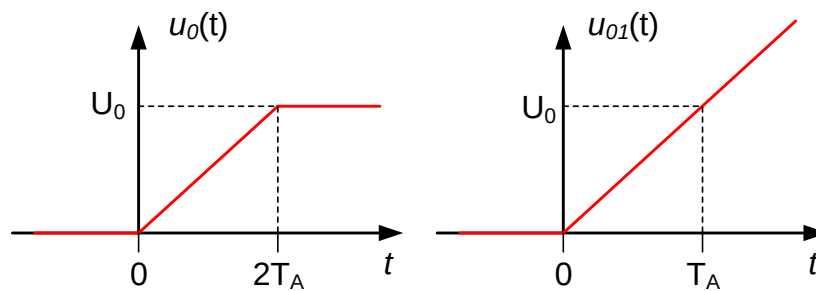
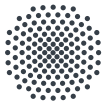


Abbildung 2: a) Spannungsverlauf von $u_0(t)$, b) Spannungsverlauf von $u_{01}(t)$

- Stellen Sie die Differentialgleichung für $u_2(t)$ auf.
- Zunächst liege am Eingang der Schaltung die Spannung $u_{01}(t)$ nach Abbildung 2 (b) an. Lösen Sie die Differentialgleichung für den Verlauf von $u_{01}(t)$.
Warum kann man hierbei für die partikuläre Lösung keinen konstanten Wert B annehmen?
Warum kann man für die partikuläre Lösung jedoch den Ansatz „ $B \cdot t + D$ “ verwenden?
- Durch geschickte Aufteilung der ursprünglichen Funktion $u_0(t)$ in zwei zeitverschobene Funktionen ergibt sich nun einfach die gesamte Lösung für $u_2(t)$. Wie lautet sie?
- Bestimmen Sie die Laplace-Transformierte $\underline{V}_0(p)$ der Rampenfunktion $u_0(t)$.
- Geben Sie die Laplace-Transformierte $\underline{V}_2(p)$ der Ausgangsspannung $u_2(t)$ an.
- Zusatzaufgabe (freiwillig):* $\underline{V}_2(p)$ kann als Partialbruchzerlegung in folgender Form dargestellt werden:

$$\underline{V}_2(p) = \frac{U_0}{2T_A LC} \left(\frac{I}{p} + \frac{K}{p^2} + \frac{L}{p - p_1} + \frac{M}{p - p_2} \right) (1 - e^{-p2T_A})$$



Bestimmen Sie die Konstanten $\underline{I}$, $\underline{K}$, $\underline{L}$ und $\underline{M}$, indem Sie die obigen Partialbrüche zu einem einzigen Bruch umformen und den Ausdruck mit dem Ergebnis für $\underline{V}_2(p)$ aus e) vergleichen (Koeffizientenvergleich).

$\underline{I}$, $\underline{K}$, $\underline{L}$ und $\underline{M}$ können dabei in Abhängigkeit der Polstellen p_1 und p_2 angegeben werden.

g) *Zusatzaufgabe (freiwillig)*: Transformieren Sie $\underline{V}_2(p)$ zurück in den Zeitbereich, um $u_2(t)$ zu erhalten.

Aufgabe 24

Schaltvorgänge

In dieser Aufgabe sollen einige Schaltvorgänge der in Abbildung 3 dargestellten RLC -Schaltung analysiert werden.

Vor dem Betrachtungszeitraum $t \geq 0$ haben die Schalter S_1 und S_2 so lange in den abgebildeten Positionen verweilt, dass sämtliche Ausgleichsvorgänge abgeschlossen sind.

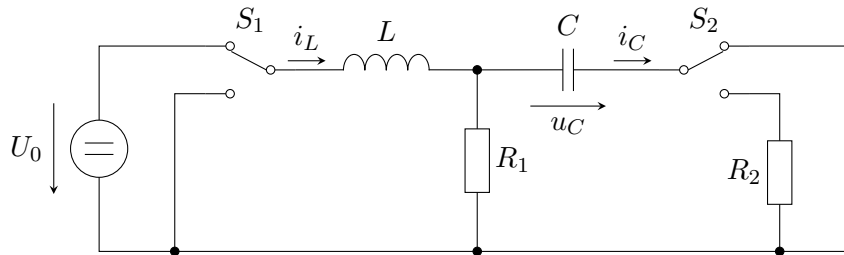


Abbildung 3: RLC -Schaltung

Zum Zeitpunkt $t = 0$ wechselt S_1 seine Position.

- Geben Sie für diesen Zeitpunkt an, welche Spannung u_C am Kondensator anliegt und welcher Strom i_L durch die Spule fließt. Begründen Sie, dass $\underline{V}_C(p) \bullet \circ u_C(t)$ von diesen Anfangsbedingungen abhängt.
- Bestimmen Sie sodann $\underline{V}_C(p)$ durch Transformation der zugehörigen Differentialgleichung für $u_C(t)$. Geben Sie an, welche Bedingung an die Bauelementwerte gestellt werden muss, dass der Fall schwacher Dämpfung vorliegt.
- Transformieren Sie $\underline{V}_C(p)$ unter dieser Bedingung zurück in den Zeitbereich, um den Verlauf von $u_C(t)$ zu erhalten.
- Geben Sie an, zu welchen Zeitpunkten $u_C(t)$ Nulldurchgänge besitzt.

Zu einem dieser Zeitpunkte $t = t_1$ soll auch S_2 seine Position wechseln und die Schaltung mit dem Widerstand R_2 belasten, der so gewählt ist, damit für $t > t_1$ der aperiodische Grenzfall vorliegt.

- Zusatzaufgabe (freiwillig):* Geben Sie an, welche Anfangswerte die energietragenden Größen u_C und i_L zum Zeitpunkt t_1 besitzen. Skizzieren Sie die Ersatzschaltung, welche diese Anfangsbedingungen durch ungeladene Speicher und ideale Quellen modellieren. Berechnen Sie hiermit direkt im Laplacebereich $\underline{V}_C(p)$ und durch Rücktransformation $u_C(t)$ für $t > t_1$.
- Zusatzaufgabe (freiwillig):* Wie ist R_2 zu dimensionieren? Die anderen Bauelementwerte betragen

$$C = 100 \text{ pF}, \quad L = 100 \text{ nH}, \quad R = 1 \text{ k}\Omega.$$