


Department Informations- und Elektrotechnik		Labor für Grundlagen der Elektrotechnik		 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg <i>Hamburg University of Applied Sciences</i>	
Studiengruppe:		ETP2		Protokollführer (Name, Vorname):	
Übungstag:				Weitere Übungsteilnehmer:	
Professor:				Testat:	
PSpice im PC-Labor Simulation transienter Vorgänge					

Übersicht

In diesem Labor simulieren Sie Auf- und Entladevorgänge an einem Kondensator und einer Spule. Diese Vorgänge bezeichnen wir allgemein als Schaltvorgänge oder transiente Vorgänge.

Sie werden

- lernen, eine Transientenanalyse in PSpice durchzuführen,
- die Simulationsergebnisse mit den theoretisch hergeleiteten Gleichungen vergleichen und
- charakteristische Größen der Schaltvorgänge graphisch ermitteln.

Vorbereitung

1. Es seien ein Widerstand R_1 und ein Kondensator C_1 in Reihe geschaltet und über einen Schalter mit einer Gleichspannungsquelle von $U_1 = 60\text{V}$ verbunden. Der Schalter wird zum Zeitpunkt $t = 0\text{ms}$ geschlossen. Es sei $R_1 = 2\text{k}\Omega$ und $C_1 = 10\mu\text{F}$.

Für einen

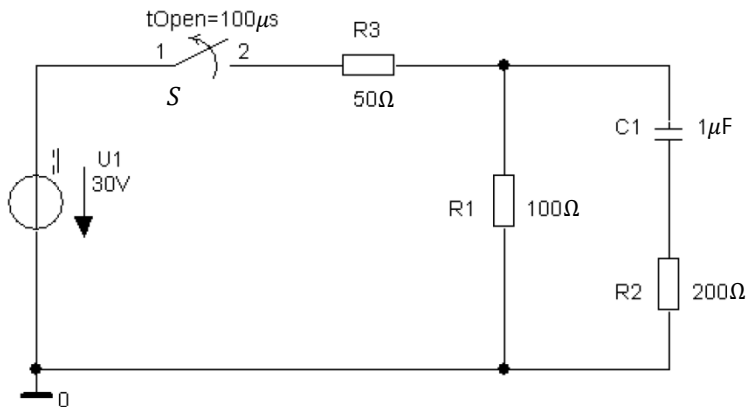
- a) anfangs ungeladenen Kondensator mit $u_C(0) = 0\text{V}$ und
- b) einen zu Beginn auf $u_C(0) = 10\text{V}$ aufgeladenen Kondensator

führen Sie die folgenden Vorberechnungen durch:

- Stellen Sie die Gleichung für die Kondensatorspannung u_C und den Strom $i_C(t)$ auf,
- stellen Sie diesen zeitlichen Verlauf graphisch dar und
- bestimmen Sie die Werte $u_C(t_1)$ und $i_C(t_1)$ zum Zeitpunkt $t_1 = 12\text{ms}$.

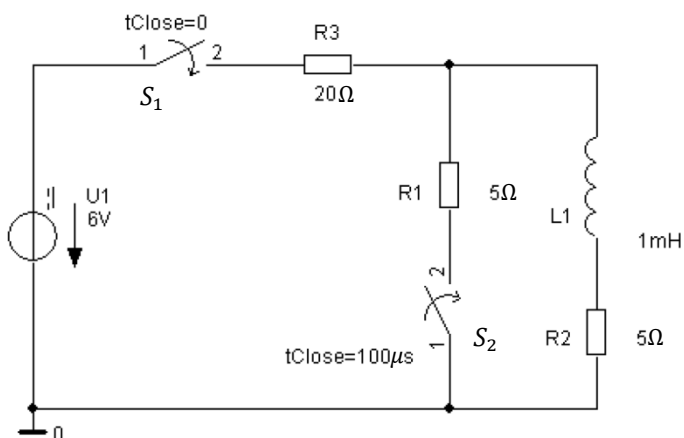
2. In der nachfolgend dargestellten Schaltung ist der Schalter S zunächst geschlossen, so dass sich das Netzwerk bei $t_0 = 0$ s im eingeschwungenen Zustand befindet. Zum Zeitpunkt $t_1 = 100 \mu\text{s}$ wird der Schalter geöffnet. Bestimmen Sie die folgenden Größen:

- die Anfangsspannung am Kondensator $u_C(0)$
- die Spannung am Kondensator für den eingeschwungenen Zustand $u_C(t)$ für $t \rightarrow \infty$
- die Zeitkonstante
- die Gleichungen für $u_C(t)$ und $i_C(t)$ in allgemeiner Form



3. In der folgenden Schaltung wird der Schalter S_1 zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s geschlossen und der Schalter S_2 zum Zeitpunkt $t_1 = 100 \mu\text{s}$ ebenfalls geschlossen. Die Spule sei zur Zeit t_0 ungeladen. Betrachten Sie L_1 als Lastimpedanz und wenden Sie das Prinzip der Ersatzspannungsquelle an, um die nachfolgend gefragten Größen zu bestimmen.

- Strom i_L durch L_1 für t_0
- i_L für $t \rightarrow \infty$ und den Fall, dass der Schalter S_2 stets offen bleibt
- die Zeitkonstante τ_0 für $t_0 < t < t_1$
- Stellen Sie die Gleichung für i_L für $t_0 < t < t_1$ auf und lösen Sie diese für $t = t_1$.
- i_L für $t \rightarrow \infty$ nach dem Schließen beider Schalter S_1 und S_2
- die Zeitkonstante τ_1 für $t_1 < t$
- Stellen Sie die Gleichung für $t_1 < t$ für den Strom i_L auf und lösen Sie diese für $t = 200 \mu\text{s}$.



Simulation

1. Schaltvorgang einer RC-Reihenschaltung

- a) Erstellen Sie ein Netzwerk mit einer Gleichspannungsquelle in Serie zu einem Schalter **SW_tClose**, einem Widerstand R_1 und einem Kondensator C_1 . Wählen Sie für die Bauelemente die in Aufgabe 1 der Vorbereitung gegebenen Werte.
- b) Untersuchen Sie die verfügbaren Parameter eines Schalters und finden Sie deren Bedeutung.
- c) Setzen Sie die folgenden Parameter für den Schalter:
ttrans = $1 \mu\text{s}$
tClose = 0 ms
Rclosed = 0.01 Ohm
Ropen = 1 MegOhm
- d) Wählen Sie die folgenden Simulationsparameter für die **transient analysis**:
Print step = 0
Final time = 100 ms
Step ceiling =
Skip initial transient solution: disabled

Anmerkung: Über step ceiling wird die Schrittweite bestimmt. Standardmäßig wird als Schrittweite Final time / 50 gesetzt. Dabei optimiert PSpice die Zeitpunkte der Simulation so, dass bei einer hohen Änderungsrate des Signals eine höhere Dichte von Stützstellen gesetzt wird. Wenn eine höhere Auflösung benötigt wird, kann an dieser Stelle ein Wert angegeben werden (in s).

- e) Starten Sie die Simulation und stellen Sie den Verlauf von u_C und i_C dar.
- f) Bestimmen Sie die Zeitkonstante graphisch aus den Diagrammen und vergleichen Sie diese mit dem theoretisch zu erwartenden Wert.
- g) Finden Sie eine Möglichkeit, die Startbedingung für die Kondensatorspannung auf 10 V zu setzen und wiederholen Sie die Schritte e) und f).

2. Schaltvorgang bei einem Netzwerk mit einem Kondensator (ein Schaltzeitpunkt)

- a) Erstellen Sie eine Schaltung entsprechend der Aufgabe 2 der Vorbereitungen und simulieren Sie den Verlauf von $u_C(t)$ und $i_C(t)$. Wählen Sie dazu die Simulationsparameter selbständig.
- b) Stellen Sie $u_C(t)$ halblogarithmisch dar. Die Zeitachse ist dabei linear zu skalieren. Bestimmen Sie aus diesem Diagramm die Zeitkonstante graphisch und beschreiben Sie Ihr Vorgehen.

3. Schaltvorgang bei einem Netzwerk mit einer Spule (zwei Schaltzeitpunkte)

- a) Erstellen Sie eine Schaltung entsprechend der Aufgabe 3 der Vorbereitung und simulieren Sie $u_L(t)$ und $i_L(t)$. Wählen Sie dazu selbständig die Simulationsparameter sinnvoll aus.
- b) Vergleichen Sie die vorausgerechneten Werte mit der Simulation.
- c) Stellen Sie die Gleichung für die Spannung $u_L(t)$ über der Induktivität auf.