



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

LABORBERICHT

Fach: Elektrotechnik

Datum: 15.12.2008

Übung: 1.3 Kondensator

Berichtführer: Malte Spiegelberg

Laborpartner: Dennis Wedemann

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

1. Materialliste

Voltmeter: ABB M 2032 (Nr. 01, 02, 18, 19, 21)

Amperemeter: Metraport 40 (Nr. 10)

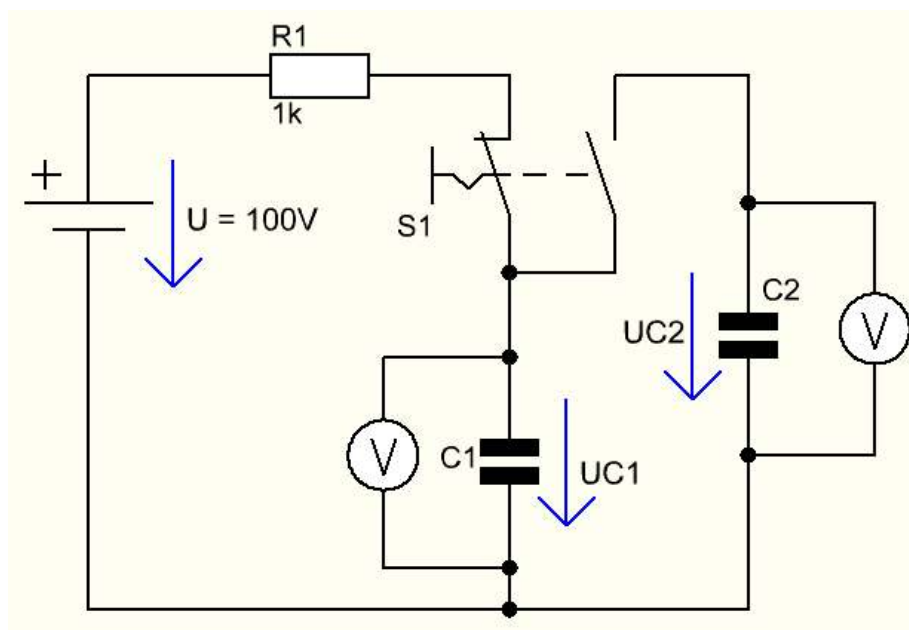
Multimeter: Fluke 183 RMS (Nr. EAW 1516)

Widerstände: 1x 1 k Ω , 4x 100 k Ω (47 k Ω Widerstand war nicht vorhanden, daher wurde bei Aufgabe 4 ein 50 k Ω (2x 100k Ω) genutzt)

Kondensatoren: 0 – 11,1 μ F Kapazitätsdekade (Nr. 18), 5x 10 μ F

2. zu Aufgabe 1

Schaltplan:



- a) Im Moment des Umschaltens verhält sich der geladene Kondensator genau wie eine Spannungsquelle mit geringem Innenwiderstand. Der ungeladene Kondensator wird durch die Spannung des geladenen solange aufgeladen, bis die Ladung ausgeglichen ist.

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

b) Vor dem Parallelschalten

Berechnung der Kondensatorspannung nach 5 Zeiteinheiten

$$\tau = R_1 \cdot C_1 = 1000 \frac{V}{A} \cdot 0,00001 \frac{As}{V} = 0,01s$$

$$\Rightarrow 5\tau = 0,05s$$

$$U_c = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 100 V \cdot (1 - e^{-5}) = 99,32 V$$

Berechnung der gespeicherten Energie W

$$W = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,00001 \frac{As}{V} \cdot 9864,462 V^2 = 0,04977 J$$

Die maximal gespeicherte Energie vor dem Parallelschalten beträgt 0,04977 Joule.

Nach dem Parallelschalten

Es gilt: $C_{ges} = C_1 + C_2 = 20\mu F$

Berechnung der gespeicherten Energie W:

$$W = \frac{1}{2} \cdot C_{ges} \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,00002 \frac{As}{V} \cdot 9864,462 V^2 = 0,09864 J$$

Die maximal gespeicherte Energie nach dem Parallelschalten beträgt 0,09864 Joule.

- c) Beide Kondensatoren haben dieselbe Kapazität von 10 μF , daher nehmen beide beim Parallelschalten auch dieselbe Spannung auf. Begründet werden kann dies über die Formel

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

In diesem Fall steht auf der rechten Seite eine 1, weil beide Kapazitäten gleich sind. Um bei einem Bruch eine 1 als Ergebnis zu bekommen, müssen Zähler und Nenner gleich sein, in diesem Fall also die Ladungsmengen Q_1 und Q_2 .

- d) Das Spannungsmessgerät sollte einen möglichst großen Innenwiderstand haben. Dies ist wichtig, weil der geladene Kondensator beim Parallelschalten als Spannungsquelle mit sehr geringem Innenwiderstand funktioniert. Je größer der Innenwiderstand des Spannungsmessers ist, desto weniger entlädt das Messgerät den Kondensator und beeinflusst damit die Messergebnisse.

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

Messergebnisse

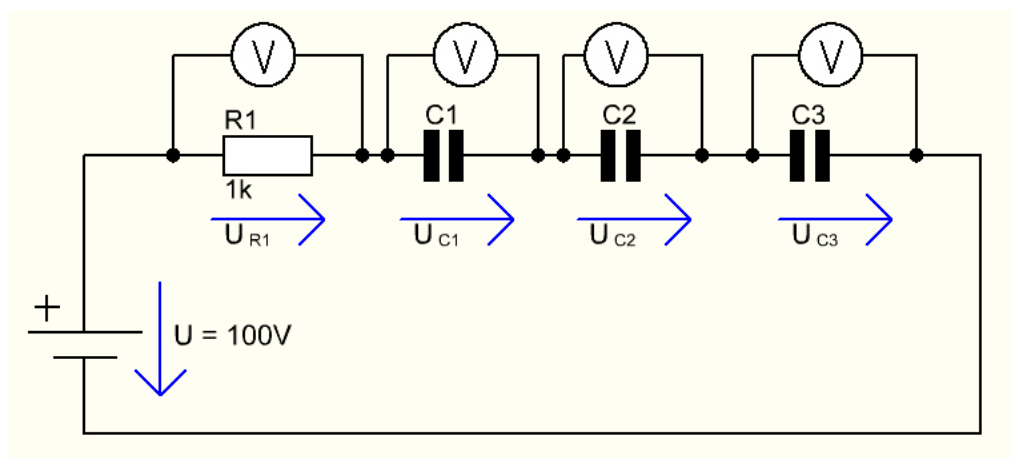
Messbereiche: beide Voltmeter → 200 V

Vor dem Parallelschalten: 100 V an C₁

Nach dem Parallelschalten: 49,7 V an beiden Kondensatoren

3. zu Aufgabe 2

Schaltplan:



a) Messung (Messwerte in V)

Messbereiche: Voltmeter an R₁ → 2 V, restliche Voltmeter: → 200 V

U	U _{R1}	U _{C1}	U _{C2}	U _{C3}
102,1	0,05	42,5	34	25,5

Die Messwerte an Widerstand und Kondensatoren ergeben in der Summe 102,1 V
Damit ist das Kirchhoffsche Gesetz $\sum U = 0$ bewiesen.

b) Berechnung

Der Wert kann über eine Ersatzschaltung berechnet werden. Dazu berechnet man zunächst den Wert des Ersatzkondensators.

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10\mu F} + \frac{1}{20\mu F} + \frac{1}{30\mu F} = 0,18 \frac{1}{\mu F}$$

$$\Rightarrow C_{ges} = \frac{1}{0,18} \mu F = 5,56 \mu F$$

Mit Hilfe der Ersatzkapazität und dem Widerstandswert von R₁ kann man die Zeitkonstante τ berechnen.

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

$$\tau = R_1 \cdot C_{ges} = 1000 \frac{V}{A} \cdot 0,00000556 \frac{As}{V} = 0,00556s = 5,56ms$$

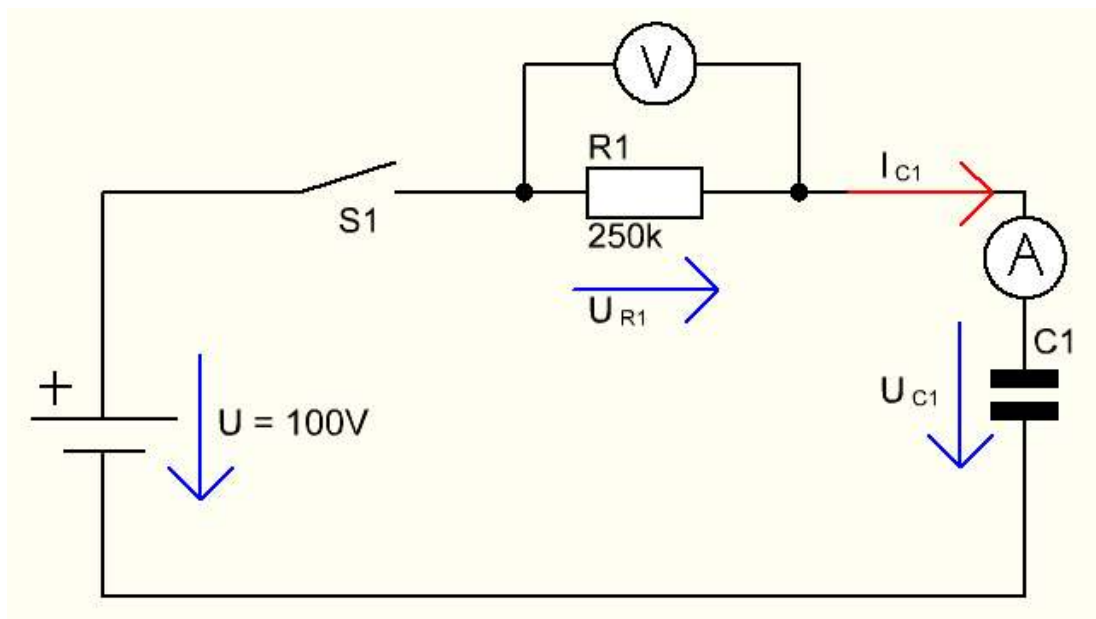
Der Kondensator wird beim Einschalten so schnell geladen, dass er bei der Messung auf jeden Fall voll geladen sein musste. Daher berechnet man die Spannung am Kondensator für 5τ , weil jene mit dem Messwert vergleichbar ist.

$$U_C = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 100 V \cdot (1 - e^{-5}) = 99,326 V$$

$$U_{R_1} = 100 V - 99,326 V = 0,67 V$$

4. zu Aufgabe 3

Schaltplan:



a) Diagramm s. Seite 9A

Messergebnisse

Messbereiche: Amperemeter → 200 μ A

t (in sek)	I (in μ A)
10	183
20	72
30	46
40	24
50	14,5
60	8,7

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

Berechnung der Zeitkonstante τ

$$\tau = R \cdot C = 250000 \frac{V}{A} \cdot 0,00005 \frac{As}{V} = 12,5 \text{ sek}$$

Bestimmung der Zeitkonstante aus dem Diagramm

Der Kondensatorstrom wird durch die Funktion

$$I_c = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{100 \text{ V}}{250000 \frac{V}{A}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 0,0004 \text{ A} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

beschrieben. Um τ zu bestimmen berechnet man den Strom nach einer Zeiteinheit und sucht im Diagramm den dazugehörigen Zeitwert. Dieser entspricht der

Zeitkonstante, weil $\frac{t}{\tau}$ an jener Stelle 1 ist und somit Zähler und Nenner des

Bruchs gleich sein müssen.

$$I_c = 0,0004 \text{ A} \cdot e^{-1} = 0,0001472 \text{ A} = 0,1472 \text{ mA}$$

Dieser Wert ist im Diagramm an der Stelle $t = 13$ Sekunden zu finden. Demnach wäre die Zeitkonstante $\tau = 13$ Sekunden.

- b) Der Graph zeigt die Funktionsweise eines Kondensators. Zu Beginn der Messung ist der Kondensator ungeladen, er besitzt keinen Widerstand und funktioniert wie ein Kurzschluss. Wird er nun geladen, steigt der Widerstand des Kondensators an, es fließt immer weniger Strom, bis der Kondensator schließlich voll geladen ist und kein Strom mehr fließt. Der Graph nähert sich dementsprechend aus dem unendlich positiven exponentiell immer weiter der 0.

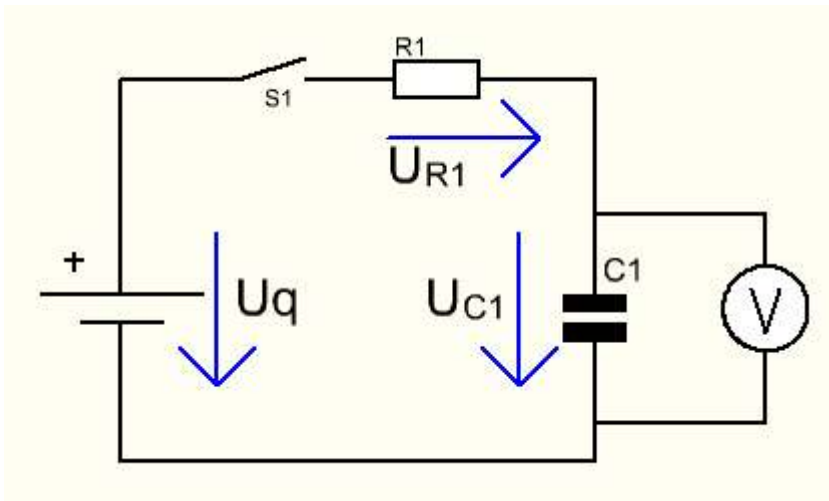
c) Messergebnisse

Messbereich: Voltmeter \rightarrow 200 V

t (in sek)	U_{R1} (in V)
10	46,4
20	22,2
30	11,3
40	5,8
50	3,7
60	2,2

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

d) Schaltplan:



e) Um den Graph zu zeichnen, nutzt man zwei Dinge. Zum einen die Zeitkonstante τ , die bereits bestimmt worden ist, zum Anderen die Eigenschaft, dass die Schaltung mit 100 V betrieben wird. Die 100 V können mit einer Kondensatorladung von 100 % gleichgesetzt werden. Daraus ergeben sich die benötigten Werte für das Diagramm.

Diagramm s. Seite 9A

5. zu Aufgabe 4

Schalteplan:

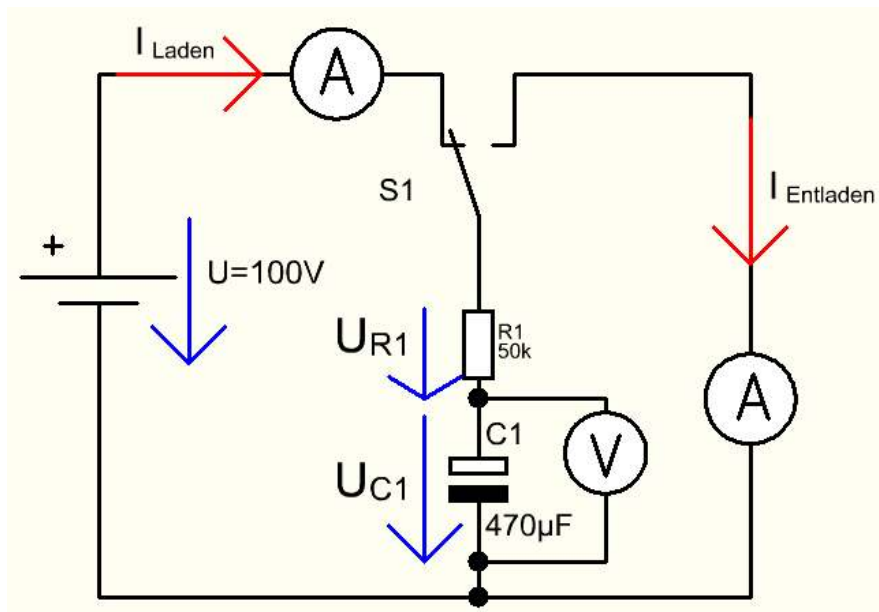


Diagramme s. Seiten 11A, 11B

Datum:	Fach:	Übung:
15.12.2008	Elektrotechnik	1.3 Kondensator

Messergebnisse:

Messbereiche: Voltmeter → 200 V, Amperemeter → 100 μ A

Laden:

t (in sek)	U_{C1} (in V)	I_{C1} (in μ A)
10	9,976	397,6
20	16,13	270
30	19,83	190,2
40	22,04	134,7
50	23,64	100,1
60	24,77	75,3
70	25,58	63
80	26,26	51,9
90	26,82	46,2
100	27,24	39

Entladen:

t (in sek)	U_{C1} (in V)	I_{C1} (in μ A)
10	18,66	- 399,1
20	12,52	- 258,9
30	8,45	- 175,3
40	5,67	- 119,2
50	3,882	- 80,3
60	2,684	- 55,1
70	1,816	- 37,8
80	1,261	- 26,3
90	0,883	- 18,3
100	0,609	- 13,1