

Entladen eines Kondensators

Versuchsziele

- Gleichzeitige Messung des zeitlichen Verlaufs von Stromstärke und Spannung beim Entladen eines Kondensators. Ermittlung der Zeitkonstanten, Vergleich mit dem theoretischen Wert.

Rechnerinfo

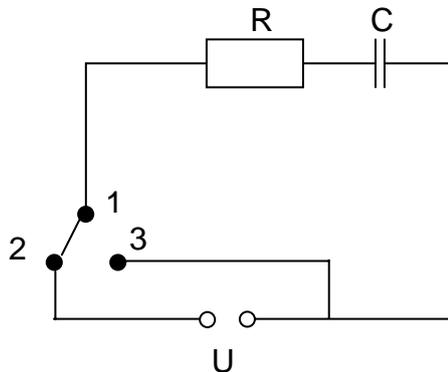
Sensoren: 2 Spannungssensoren

Messmodi: time graph

weiteres: Messung mit 2 Sensoren gleichzeitig, Kennenlernen der Triggerung, Anfitten von e-Funktionen.

Physik- und Messinfo:

Es wird eine Reihenschaltung von Widerstand und Kondensator aufgebaut (siehe auch [1]). Als Spannungsquelle wird eine Batterie benutzt. Mit einem Schalter werden die beiden Bauelemente von der Batterie getrennt und der Stromkreis kurzgeschlossen, so dass sich der Kondensator entlädt.



Der exponentielle Entladevorgang wird untersucht. Dazu wird mit einem „Spannungssensor“ der zeitliche Verlauf der Kondensatorspannung U_C gemessen. Prinzipiell könnte man gleichzeitig auch den Entladestrom messen – funktioniert mit dem „Stromsensor“ aber nicht (Vermutung: zu unempfindlich). Alternative: Spannungsverlauf am Widerstand messen. Dieser entspricht dem des Entladestroms, da $I = U_R/R$.

Die Zeitkonstante $1/RC$ wird durch Anfitten einer e-Funktion an die gemessene Kurve ermittelt und mit dem theoretischen Wert verglichen.

Achtung:

- CBL2 mit Batterien betreiben – mit Steckernetzteil funktioniert die Messung u. U. nicht.
- Wenn man die Spannungen an Kondensator und Widerstand gleichzeitig messen will, funktioniert das nicht mit den einfachen, zum Lieferumfang des CBL2 gehörenden Spannungsmessspitzen (ich weiß nicht, warum). Hier sollte man den speziellen

Spannungssensor benutzen.

- Schalter benutzen, der eine schnelle Umschaltung erlaubt und nicht lange in der „kontaktlosen“ Phase verharrt.

Da der Entladevorgang natürlich schnell geht, muss ein kleines Messintervall gewählt werden. Würde man die Messung starten und dann den Schalter zum Entladen umlegen, wäre die Messung schon vorbei, ehe man soweit ist.... Man muss also dafür sorgen, dass der eigentliche Messvorgang erst beginnt, wenn sich die Kondensatorspannung ändert. Dafür kann man den sogenannten „Trigger“ setzen. Man geht folgendermaßen vor:

Ermittlung der Trigger-Schwelle

- Experiment aufbauen
- Spannungssensoren für die Messung von U_C und U_R anschließen. Der Rechner zeigt dann die aktuellen Spannungswerte an. Spannungswert für den geladenen Kondensator ablesen
- Trigger-Schwelle muss geringfügig darunter liegen

Datamate-Hauptmenü aufrufen

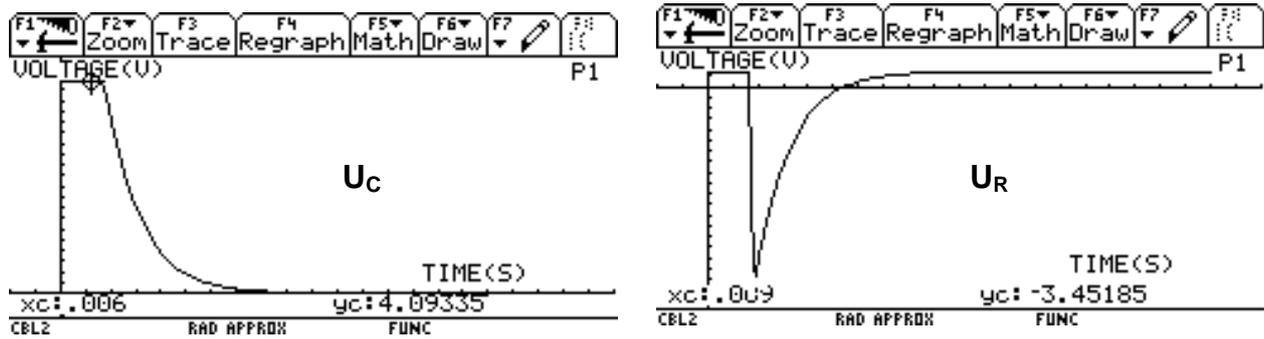
- 1: Setup
- Pfeil mit den Pfeiltasten auf „mode“, „enter“
- 2: time graph
- 2: change time settings
- Messparameter eingeben, z. B. Messintervall 0.001 s, 100 Messpunkte

Trigger einstellen:

- 3: advanced
- 3: change triggering
- 1: oder 2: - je nachdem an welchem Kanal U_C angeschlossen ist
- 2: decreasing (die Messung soll gestartet werden, wenn U_C fällt)
- Trigger-Threshold wird abgefragt – hier den vorher ermittelten Wert eingeben
- Prestore wird abgefragt – im Trigger-Modus misst das CBL2 so vor sich hin. Die Messwerte gibt es aber zunächst nicht an den Rechner weiter. Wenn allerdings die Messung bei Unterschreiten des Triggersignals gestartet wird, überträgt das CBL die davorliegenden Messwerte auch noch mit (damit der Anfang des untersuchten Prozesses auch noch in die Messung einfließen kann). Man kann hier wählen, wie viele das sind. Man gibt den Wert in Prozent von der Anzahl der Messpunkte ein.
- 1: ok
- 1: ok
- 1: ok
- 2: start

Nun legt man den Schalter um und entlädt damit den Kondensator. Wenn man alles richtig gemacht hat, beginnt die Messung bei Unterschreitung des Triggerwertes an zu laufen. Wenn nicht, hat man bei der Triggereinstellung was falsch gemacht.

Messbeispiel

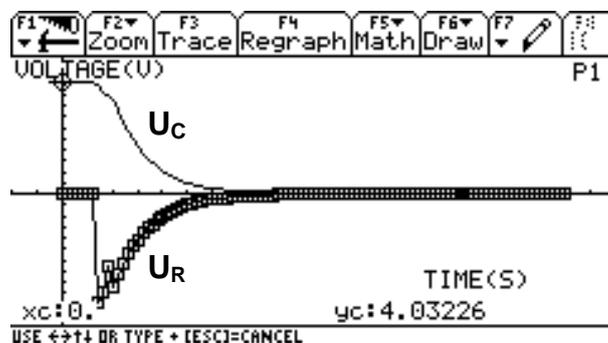


$C = 2.2 \mu\text{F}$, $R = 2.73 \text{ k}\Omega$ (mit Multimeter ermittelt)

Man kann die Spannungen auch in einem Diagramm darstellen:

Datamate-Hauptmenü

- 3: graph
- 4: more
- 6: L2 and L3 vs L1



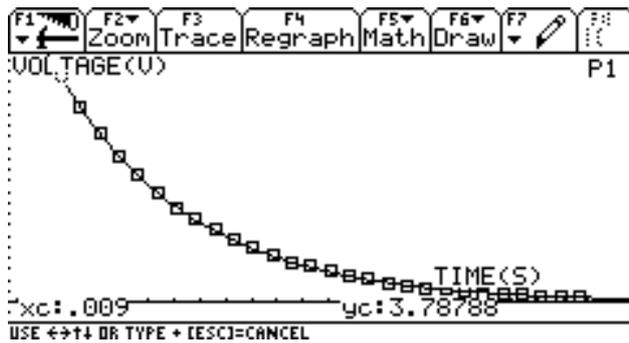
Fitten des exponentiellen Abfalls

Man sollte das zu fittende Signal in Ch1 messen (also U_C beim Entladen). In dem Fall kann man den exponentiellen Abfall direkt anfitten. Dazu muss man die Werte, die vor dem Entladen liegen abschneiden.

Datamate-Hauptmenü:

- 3: graph, Pfeil auf ch1
- 2: select region, mit Pfeiltasten und „enter“ Bereich auswählen
- Warten bis Kurve erscheint, „enter“
- 1: main screen
- 4: analyze
- 2: curve fit
- 7: more
- 6: exponent (ch1 vs time)

Für U_C (Messung oben) ergab sich:



$$y = ae^{-bx}$$

$$a = 13.83$$

$$b = 143.11$$

b sollte die Zeitkonstante $1/RC$ sein. Theoretischer Wert: 166.5

Die Übereinstimmung ist gar nicht so schlecht, wie sie auf den ersten Blick aussieht. Es wäre nämlich zu hinterfragen, wie die Toleranzen bei der Kapazität sind. Wäre die Kapazität eher $2.5 \mu\text{F}$ (also Abweichung in der Größenordnung 10%), würde Rechnung und Experiment recht gut übereinstimmen.

Hinweis: Man kann auch die Aufladung des Kondensators messen. Allerdings geht da der Innenwiderstand der Spannungsquelle mit ein, der bei einer Batterie erheblich über dem Wert des Widerstandes R liegen kann. Die Zeitkonstante entspricht daher nicht dem aus R und C erwarteten Wert, sondern weicht erheblich ab.