

Thema: Wachstumsprozesse - Ladevorgänge am Kondensator

Experimentieraufgabe

Nehmen Sie Spannungs-Zeit-Messreihen für das Auf- bzw. Entladen eines Kondensators auf und bestimmen Sie hieraus die Zeitkonstante und Halbwertszeit für das R-C-Glied!

Vorbetrachtungen

Auf- und Entladevorgänge im Kondensator verlaufen mit exponentiellem Wachstum. So fällt die Spannung beim Entladevorgang in gleichen Zeitintervallen immer um denselben Anteil des jeweiligen Ausgangswertes. Mathematisch lässt sich z.B. der Entladevorgang durch die folgende Funktion beschreiben:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-kt}$$

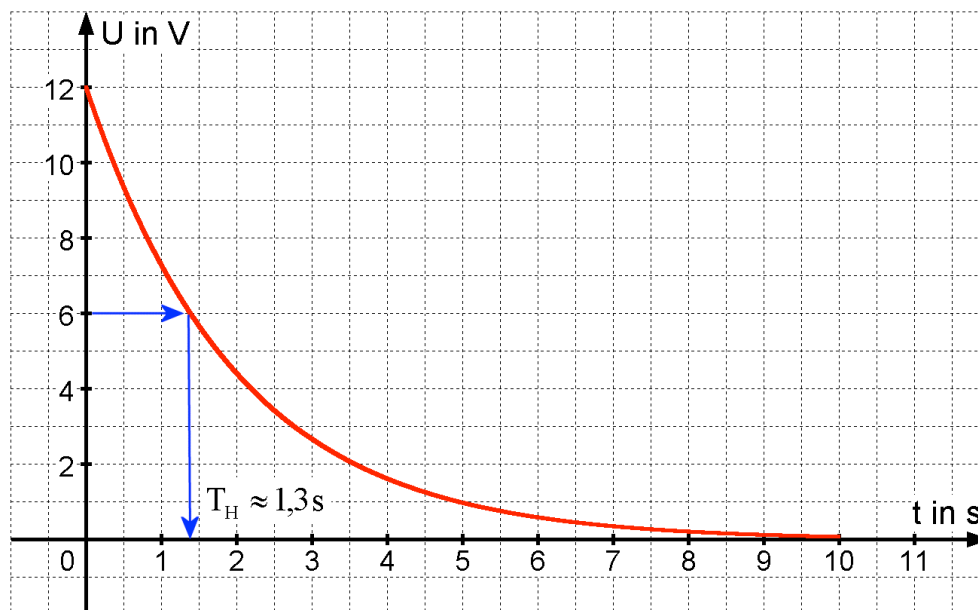
U_0 ist die Ladespannung, der Parameter k heißt Zeitkonstante, der die Schnelligkeit des Entladevorgangs beeinflusst. Er ist abhängig von der Kapazität C und vom ohmschen Widerstand R des R-C-Gliedes.

$$k = \frac{1}{R \cdot C}$$

Die Halbwertszeit T_H ist dabei der Zeitraum, in dem die jeweilige Ausgangsspannung auf die Hälfte dieses Wertes gesunken ist. T_H ergibt sich dann aus der folgenden Überlegung:

$$\frac{U_0}{2} = U_0 \cdot e^{-k \cdot T_H} \Rightarrow T_H = \frac{\ln 2}{k} \text{ bzw. } T_H = R \cdot C \cdot \ln 2$$

Im Diagramm ergibt sich für das dargestellte Beispiel bei einer Ausgangsspannung von 12 V eine Halbwertszeit von $T_H \approx 1,3\text{s}$.

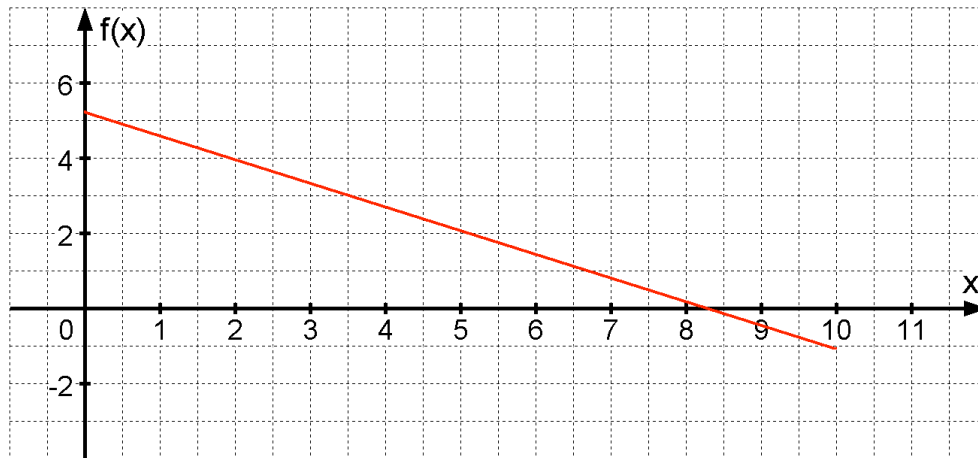


Für den Aufladevorgang gilt entsprechend die angegebene Gleichung:

$$U(t) = U_0(1 - e^{-kt})$$

Aufgaben zur Vorbetrachtung

1. Definieren Sie die Begriffe **Anstieg einer Geraden** und **Anstiegsdreieck!**
Bestimmen Sie den Anstieg der dargestellten Geraden!



2. Stellen Sie die Unterschiede zwischen zufälligen und systematischen Fehlern beim Messen von physikalischen Größen gegenüber, insbesondere beim Messen elektrischer Größen (strom- und spannungsrichtige Schaltungen)!
3. Erklären Sie den Begriff **Regression** als mathematisches Verfahren! Welche Fehlerart kann dadurch erfasst werden?
4. Der verwendete Kondensator hat eine Kapazität von $4700\mu\text{F}$ und der Widerstand hat eine Größe von $10\text{ k}\Omega$. Berechnen Sie aus diesen Werten die Zeitkonstante des R-C-Gliedes und die dazugehörige Halbwertszeit!
5. Erläutern Sie den Unterschied zwischen linearem und exponentiellem Wachstum!

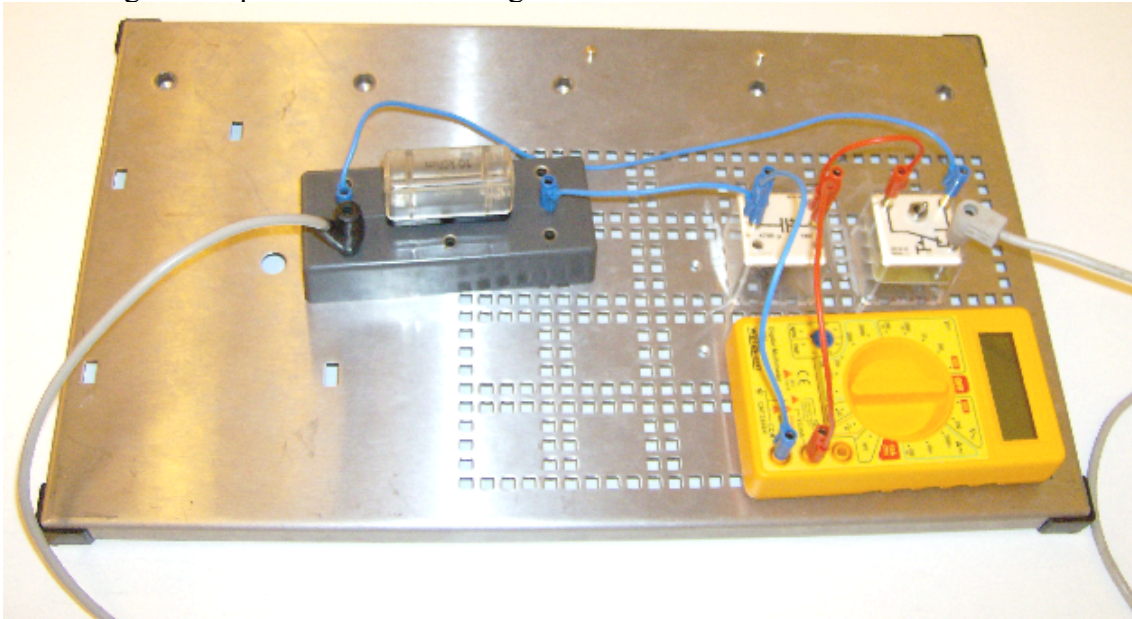
Hinweise zur Protokollführung

1. Fertigen Sie ein Versuchsprotokoll an! **Lösen Sie darin die Aufgaben zur Vorbetrachtung!**
2. Bereiten Sie die folgenden Diagramme auf Millimeterpapier (A4 quer) vor!
 - a) U-t-Diagramm (0 - 15 V, 0 - 120 s) für den Lade- und den Entladevorgang
 - b) $\ln(U/V)$ -t-Diagramm* (-3 - +3, 0 - 120 s) für den Entladevorgang
3. Für die Erfassung der Messwerte sowie die Zusammenstellung der Ergebnisse sollen die vorgegebenen Tabellen genutzt werden (Seite 4)!

* Der Logarithmus kann nur von einer Zahl und nicht von einer physikalischen Größe ermittelt werden. Deshalb ist das Argument des Logarithmus nur die Maßzahl des Spannungswertes.

Hinweise zur Versuchsdurchführung und Auswertung

Das Bild zeigt die Experimentieranordnung zur Aufnahme der Messwerte.



1. Entwickeln Sie aus dem Bild einen Schaltplan zur Messung von Lade- und Entladespannung eines Kondensators (Orientierung LB S.43/269)! Bauen Sie die Schaltung auf!
2. Testen Sie Experimentieranordnung auf deren Funktionsweise nach Einweisung durch den Fachlehrer!
3. Nehmen Sie die Messwerte auf und tragen Sie diese in die Messwertetabelle ein!
4. Fertigen Sie die Diagramme gemäß der Vorbetrachtung 2. a) an!
5. Bestimmen Sie aus den Regressionsfunktionen für Lade- und Entladevorgang die Zeitkonstante und die Halbwertszeit für das R-C-Glied!
Hinweis: Der Ladevorgang ist die zeitliche Umkehr des Entladevorganges.
6. Fertigen Sie aus den Messwerten das $\ln\left(\frac{U_E}{V}\right) - t$ -Diagramm für den Entladevorgang an und bestimmen Sie grafisch die **Regressionsgerade** und hieraus wiederum die Zeitkonstante sowie die Halbwertszeit!
7. Diskutieren Sie Ihre Ergebnisse hinsichtlich auftretender Abweichungen, Genauigkeit der Bestimmungsverfahren, Einfluss von Messfehlern! (Ergebnisse in Tabelle zusammenstellen!)
Der Bezug ist jeweils der Wert, der aus den Kenndaten der Bauelemente errechnet wurde (Richtwert).