

## Versuch C4\_Teil\_A – Vorbetrachtungen und Protokollhinweise

### Thema: Wachstumsprozesse - Ladevorgänge am Kondensator und deren Auswertung mit einer Tabellenkalkulation

#### 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:

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

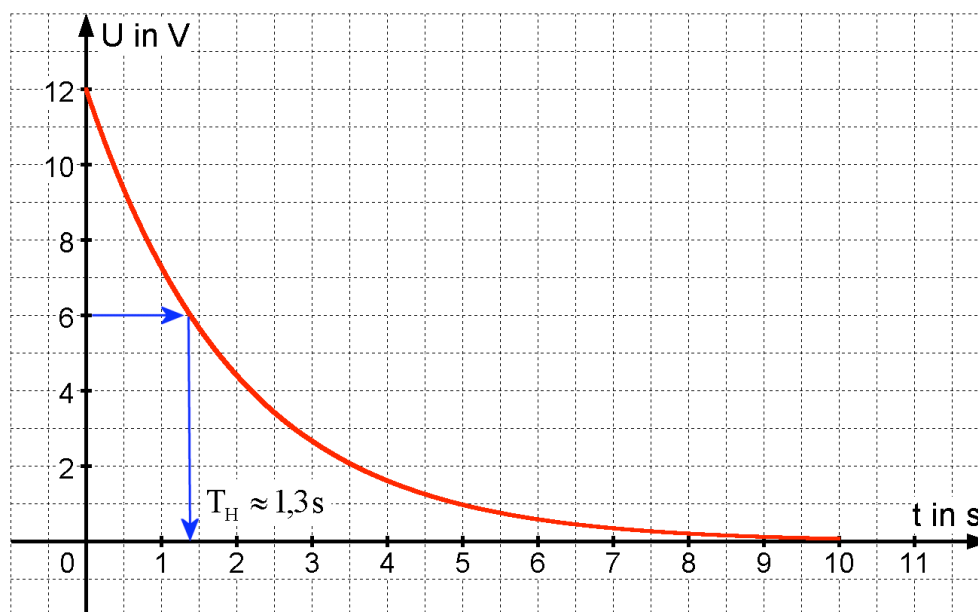
$U_0$  ist die Ladespannung, der Parameter  $k$  heißt Zeitkonstante, der die Schnelligkeit des Entladevorgangs beeinflusst. Er ist abhängig von der Kapazität  $C$  und vom ohmschen Widerstand  $R$  des R-C-Gliedes.

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

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  $T_H \approx 1,3\text{s}$ .

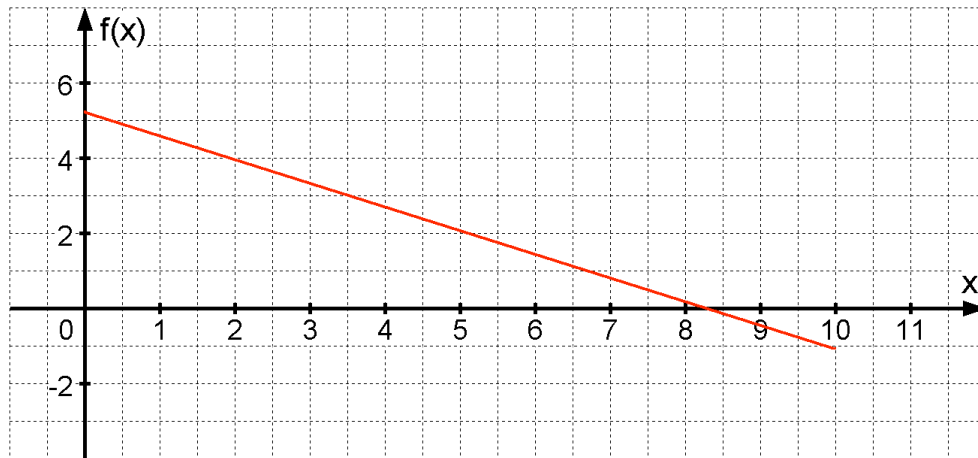


Für den Aufladevorgang gilt entsprechend die angegebene Gleichung:

$$U(t) = U_0(1 - e^{-k \cdot t})$$

### 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?

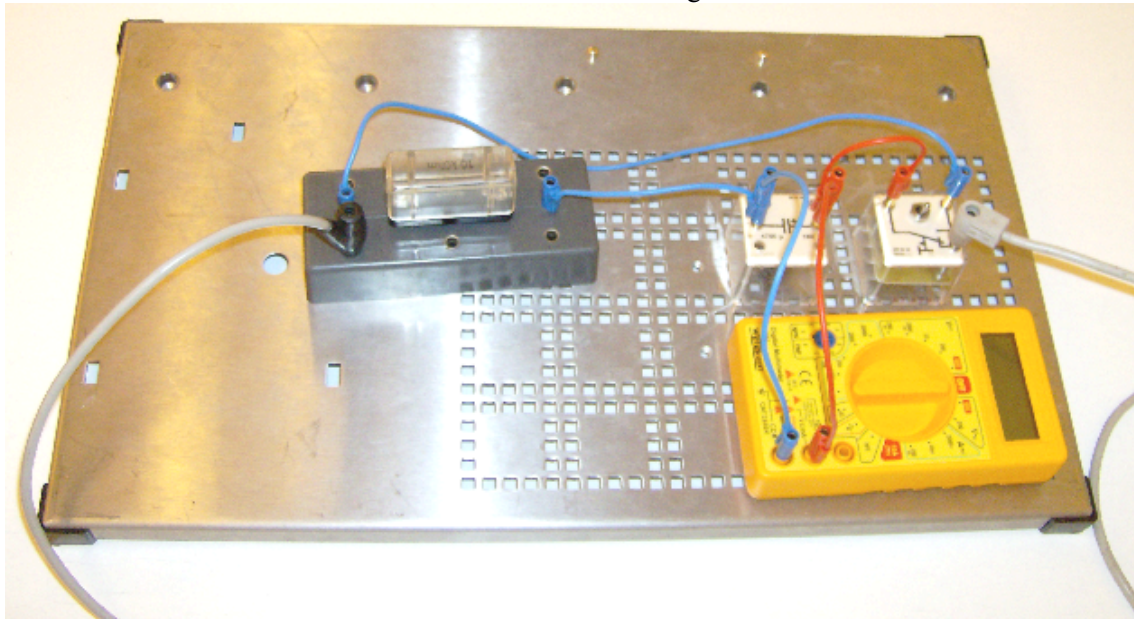
### Hinweise zur Protokollführung

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)
  - b)  $\ln(U/V)$ -t-Diagramm\* (-3 - +3, 0 - 120 s) für den Entladevorgang

\* 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.

## Versuch C4\_Teil\_A – Hinweise zur Versuchsdurchführung und Auswertung

Das Bild zeigt die Experimentieranordnung zur Aufnahme der Messwerte. Die Messwerte werden mithilfe einer Tabellenkalkulation erfasst und teilweise ausgewertet.



1. Entwickeln Sie aus dem Bild einen Schaltplan zur Messung von Lade- und Entladespannung eines Kondensators (Orientierung LB S.43/269)
2. 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! (Anschließend erfolgt die Protokollabnahme und die Zuweisung eines Messplatzes.)
3. Testen Sie Experimentieranordnung auf deren Funktionsweise nach Einweisung durch den Fachlehrer!
4. Öffnen Sie die Datei C4.xls und speichern Sie diese und dem Namen C4\_ <<Gruppe>>.xls ab (z.B. C4\_P5EG10.xls)!
5. Nehmen Sie nun die Messwerte auf und speichern Sie diese in Ihrer Datei!
6. Drucken Sie die Messwerte sowie die Diagramme aus!
7. Bestimmen Sie aus den Regressionsfunktionen die Zeitkonstante und die Halbwertszeit für das R-C-Glied!
8. 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!
9. Fertigen Sie aus den Messwerten das U-t-Diagramm für den Aufladevorgang an und entwickeln Sie eine grafische Methode zur Bestimmung der Halbwertszeit aus diesem Diagramm (s. Vorbetrachtungen)! Beschreiben Sie diese Methode und wenden Sie diese auf Ihr Diagramm an! Berechnen Sie aus dieser Halbwertszeit ebenfalls die Zeitkonstante!
10. 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!

Art der Bestimmung	a) aus den Bauelementen	b) aus der Computerauswertung	c) aus der grafischen Regression	d) aus dem Ladevorgang
Zeitkonstante				
Halbwertszeit				