

Laden und Entladen eines Kondensators

1. Für die Entladung eines Kondensators mit einer Spannung $U_0=6,0V$ wurden folgende Messwerte aufgenommen:

t in s	0	2	4	6	8	10
I in mA	3,0	2,43	1,96	1,58	1,28	1,04

- Bestimmen Sie den Entladewiderstand R bei diesem Experiment. Geben Sie die Gleichung $I=f(t)$ an.
- Ermitteln Sie die Entladestromstärke nach 15s?
- Wann beträgt die Entladestromstärke genau 0,5mA?
- Nach welcher Zeit ist die Entladestromstärke auf 1% von I_0 zurückgegangen?
- Bestimmen Sie aus der Fläche unter dem Graphen für die unter b) ermittelte Zeit die Ladung des Kondensators und daraus dessen Kapazität.
- Wie groß ist die Halbwertszeit T bei diesem Entladevorgang?
- Begründen Sie, dass zur Zeit T der Kondensator genau zur Hälfte entladen ist.
Bestimmen Sie die zur Zeit T abgegebene Ladung und berechnen Sie daraus die Kapazität des Kondensators.
- Berechnen Sie mit der Gleichung der Entladekurve und dem Entladewiderstand die Kapazität des Kondensators.

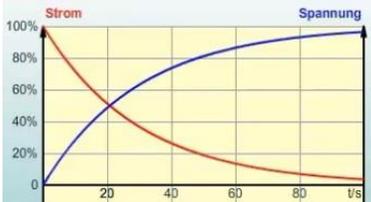
2. Ein Kondensator besitzt die Kapazität $C=250\mu F$ und wird mit einer Spannung $U_0=10,0V$ aufgeladen. Die Entladung erfolgt über einen Widerstand von $R=5k\Omega$.

- Wie groß ist die Halbwertszeit der Entladestromstärke?
- Berechnen Sie die Entladestromstärken zu den Zeiten $t=1s$; (2s; 4s; 5s).
- Nach welchen Zeiten betragen die Entladestromstärken $I=0,5mA$ (0,1mA, 0,05mA)?
- Zeichnen Sie mit den Werten der Ergebnisse von b) und c) die Entladekurve.
- Der gleiche Kondensator wurde über einen anderen Widerstand entladen. Dabei sank die Stromstärke nach 2s um 55% ab. Bestimmen Sie die Größe des Entladewiderstandes.

3. Betrachten Sie die Gleichungen für die Spannung und die Stromstärke bei Laden eines Kondensators im TW.

- Veranschaulichen Sie den Verlauf $U(t)$ und $I(t)$ grafisch.
- Interpretieren Sie den Zusammenhang beider Graphen.

Lösungen:

- $t = 0s: U = 6V \quad I = 3mA \quad R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{0,003A} = 2k\Omega$
 Exponentielle Regression (gerundet): $I = 3mA \cdot e^{-0,1t/s}$
 - $t = 15s$ grafische Lösung mit ClassPad: $I = 0,609mA$
 - $I = 0,5mA$
 $t = 16,86s$
 - $1\%: I = 0,03mA$
 $t = 43,35s$
 - grafische Integration [0 ; 15s]:
 Fläche entspricht der Ladung: $Q = 22,5mC$
 $C = \frac{Q}{U} = \frac{22,5mC}{6V} = 3,75mF = 3750\mu F$
 (hohe Fehlertoleranz, da nicht die vollständige Ladung abgegeben wurde)
 - $I = 1,5mA$ grafische Lösung: $T = 6,52s$
 - für $R=konstant$ gilt $U \sim I$, d.h. nach T ergibt sich $U_0/2$ und damit $Q = C \cdot \frac{U_0}{2}$
 abgegebene Ladung (grafische Integration): $Q(T)=14,11mC \quad C = \frac{Q}{U} = \frac{14,11mC}{3V} = 4,7mF=4700\mu F$
 - Gleichung: $I = 3mA \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \quad \frac{1}{R \cdot C} = 0,106 \quad C = \frac{1}{0,106 \cdot R} = 4,72mF=4720\mu F$
- $I_0 = \frac{U}{R} = 2mA$ bei T gilt $I_0/2$ $1mA = 2mA \cdot e^{-\frac{T}{5000 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}}$ $T = -\ln(0,5) \cdot 1,25 = 0,866s$
 - $I(t) = 2mA \cdot e^{-\frac{t}{5000 \cdot 250 \cdot 10^{-6}}}$ $I(1s)=0,899mA \quad I(2s)=0,404mA \quad I(4s)=0,082mA \quad I(5s)=0,037mA$
 $t(0,5mA)=1,73s \quad t(0,1mA)=3,74s \quad t(0,05mA)=4,61s$
 - ...
 - $\frac{I}{I_0} = 0,45 = e^{-\frac{2s}{R \cdot 250 \cdot 10^{-6}}} \quad R=10k\Omega$
- 
 - Spannung steigt exponentiell an
 Stromstärke nimmt exponentiell ab
 Die vom Kondensator im Zeitintervall ΔT aufgenommene Ladung $\Delta Q=I(t) \cdot \Delta t$ führt zur Zunahme der Spannung am Kondensator mit $\Delta Q=C \cdot \Delta U$

