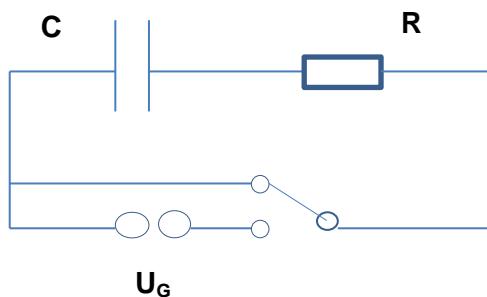


1. Aufgabe – Platten- und Kugelkondensatoren (50 Punkte)

1. Ein sehr großer Plattenkondensator (Startbedingungen: Plattenabstand $d=6\text{mm}$, Plattendurchmesser $D=2r=120\text{cm}$, Luftgefüllt $\epsilon_r \approx 1$) wird auf $U_C=480\text{V}$ aufgeladen.
 - a. Berechne die Energie, um nach dem Aufladen ein einzelnes Elektron von der positiven zur negativen Platte zu bringen in eV und in Joule. (4P)
 - b. Berechne seine Kapazität C , die auf ihm dann vorhandene Ladung Q und die gespeicherte elektrische Feldenergie W_{el} . (6P)
 - c. Die Platten werden auf den doppelten Abstand auseinandergezogen, ohne die Spannungsquelle zu trennen. Erläutere die Veränderungen bezüglich U , Q , C und W_{el} . (8P)
 - d. Die Platten werden auf den doppelten Abstand auseinandergezogen, nachdem die Spannungsquelle getrennt wurde. Erläutere die Veränderungen bezüglich U , Q , C und W_{el} . (8P)
 - e. Die Platten werden unverändert gelassen und die Spannungsquelle abgetrennt. Nun wird ein Dielektrikum mit $\epsilon_r=100$ in den Kondensator eingeführt, so dass dieser damit vollständig ausgefüllt ist. Berechne C , Q , U und W_{el} und erläutere die Veränderungen besonders unter dem Aspekt der Energieerhaltung. (10P)
 - f. Nun werden anstelle der Platten 2 Kugeln des Radius $r_1=120\text{cm}$ und $r_2=121\text{cm}$ konzentrisch angeordnet (ohne Dielektrikum) und eine Spannung von 120V an sie angelegt („Kugelkondensator“). Leite die Formel zur Berechnung der Kapazität einer solchen Anordnung kommentiert her und berechne die Kapazität dieser Anordnung. (14P)

2. Aufgabe: Einfache Schaltungen mit Kondensatoren (50P)

2. Betrachte nun folgendes Schaltbild:



- a. Stelle für die Fälle des Aufladens und des Entladens getrennt die entsprechenden Kirchhoffsschen Gleichungen auf und leite daraus die korrespondierenden DGL her, ohne diese zu lösen. (4P)
- b. Zeige, dass für das Entladen $Q(t) = Q_0 \cdot \exp(-t/T)$ gilt. Bestimme Q_0 und T formelmäßig aus den gegebenen Größen R , C und U_G . (6P)
- c. Zeige, dass die Einheit von T die Sekunde ist und erläutere den Begriff „Halbwertszeit t_H “, wobei diese aus T hergeleitet wird. (6P)
- d. Skizziere und erläutere für das **Auf- und Entladen** den zeitlichen Verlauf von U_C , U_R und U_G in einem Diagramm. Gehe dabei davon aus, dass immer nach einer Zeit $t >> T$ der Schalter umgelegt wird. (8P)

- e. Zunächst wird der unbekannte, als ideal anzunehmende Kondensator mittels der realen Spannungsquelle auf $U_0=3V$ aufgeladen. Dabei ergibt sich der folgende Stromverlauf (nur Betrag!):

| | | | | |
|-------------------|------|------|-----|-----|
| t in sec | 15 | 30 | 60 | 120 |
| I(t) in mA | 22,1 | 16,4 | 9,1 | 2,8 |
| | | | | |

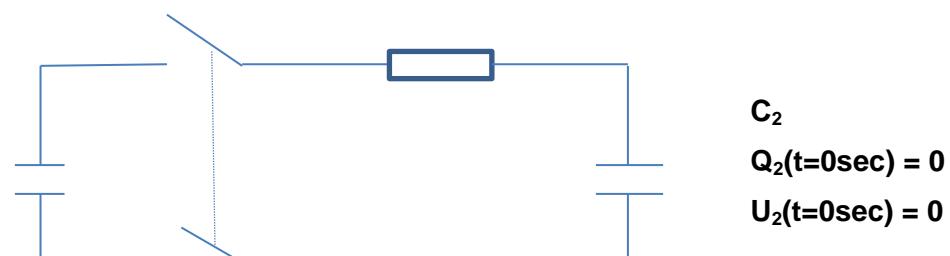
Berechne aus diesem Verlauf zunächst I_0 , T und daraus R_{Ges} und C, in dem die Messwerte **in geeigneter Darstellung** aufgetragen und **graphisch ausgewertet** werden. (8P)

- f. Beim Entladen ergibt sich folgender Stromverlauf (wieder nur Betrag!):

| | | | | |
|-------------------|------|------|-----|-----|
| T in sec | 20 | 40 | 60 | 80 |
| I(t) in mA | 22,7 | 13,6 | 8,3 | 5,0 |
| | | | | |

Bestimme aus diesen Werten wiederum graphisch in geeigneter Darstellung I_0 und T und daraus R, C und den Innenwiderstand der Spannungsquelle. (10P)

- g. Betrachte nun eine andere Schaltung, in welcher ein aufgeladener Kondensator 1 nach Umlegen eines Doppelschalters bei $t=0sec$ einen vorher leeren Kondensator 2 über einen Widerstand R auflädt. Beide Kondensatoren können als ideal angesehen werden. Stelle die zugehörige DGL auf und berechne U_1 , U_2 für $t>>T$ (Gleichgewicht!) sowie T für diese Anordnung. Berechne ebenfalls die Feldenergien vorher und nachher und erläutere Abweichungen. (8P)



C_1

$$Q_1(t=0\text{sec}) = Q_0$$

$$U_1(t=0\text{sec}) = U_0$$

C_2

$$Q_2(t=0\text{sec}) = 0$$

$$U_2(t=0\text{sec}) = 0$$