

Versuchsanleitungen
zum
Praktikum
Grundlagen der Elektrotechnik

Versuch Nr.:5

Auf- und Entladung eines Kondensators



Fachhochschule Fulda
Fachbereich Elektrotechnik
Pf / Stand: 2/96

Gruppe Nr: _____

Namen: _____ (Protokollant)

Auf- und Entladung eines Kondensators

Einführung:

Gegeneinander isolierte leitende Flächen beliebiger Größe und Krümmung bilden zusammen ganz allgemein einen Kondensator. Die Kapazität eines Kondensators ist definiert als der Quotient

$$C = \frac{Q}{U}$$

der auf jeder Fläche sitzenden Ladung Q und der zwischen den Flächen liegenden Spannung U .

Maßeinheit:

$$1F(\text{"Farad"}) = \frac{1C(\text{"Coulomb"})}{1V(\text{"Volt"})}.$$

Der Prototyp eines Kondensators besteht aus zwei im Abstand d einander gegenüberstehenden parallelen Platten der Fläche F . Die Kapazität dieses Plattenkondensators beträgt:

$$C = \epsilon_o \epsilon_r \frac{F}{d},$$

mit $\epsilon_o = 8,8542 \cdot 10^{-12} A \cdot s / V \cdot m$, elektrische Feldkonstante
 ϵ_r = Dielektrizitätskonstante des Mediums zwischen den Platten.

Schaltet man zwei Kondensatoren der Einzelkapazitäten C_1 und C_2 parallel, so ist die Gesamtkapazität dieser Parallelschaltung:

$$C_{ges} = C_1 + C_2.$$

Die Kapazität der Reihenschaltung ergibt sich zu:

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}.$$

Legt man an die Reihenschaltung eines ohmschen Widerstandes und eines entladenen Kondensators eine Gleichspannung, so fließt solange Strom, bis die Spannung am Kondensator U_c gleich der angelegten Spannung U_o ist; der Kondensator lädt sich auf. U_c und der Ladestrom I hängen dabei in folgender Weise von der Zeit ab:

$$U_c(t) = U_o \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right), \quad I(t) = \frac{U_o}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}.$$

Entlädt man einen auf die Spannung U_o aufgeladenen Kondensator über einen Widerstand R , gelten die Beziehungen:

$$U_c(t) = U_o \cdot e^{-\frac{t}{RC}}, \quad I(t) = -\frac{U_o}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}.$$

Die Größe $\tau = R \cdot C$ wird als Zeitkonstante des Netzwerkes bezeichnet. Sie gibt die Zeit an, in der Strom und Spannung auf den e-ten Teil abgefallen bzw. auf den (1-e)-ten Teil angestiegen sind. Bestimmt man diese Zeitkonstante aus einer der Funktionen $I(t)$ oder $U(t)$ und kennt den Widerstand R , so kann man die Kapazität des betreffenden Kondensators berechnen.

Aufgaben:

1. Bestimmung der Kapazität der beiden dem Versuch beigegebenen Kondensatoren.
2. Bestimmung der Kapazität der Parallel- und der Reihenschaltung der beiden Kondensatoren und Vergleich mit den berechneten Werten.
3. Herleitung der Formeln für die Kapazität von Reihen- und Parallelschaltung.

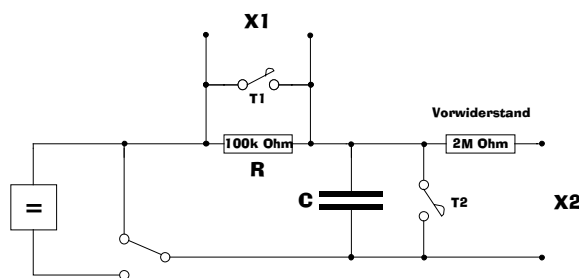
Durchführung:

Abb. 1:

Schaltung zur Auf- und Entladung eines Kondensators, gleichzeitige Registrierung von Strom und Spannung mit einem 2-Kanal-Schreiber.

X1, X2 - Kanäle des Schreibers

T1, T2 - Taster



Man baue die Schaltung nach Abb. 1 auf. $U_c(t)$ und $I(t)$ werden dabei gleichzeitig registriert. Der Strom wird aufgezeichnet, indem man den hierzu proportionalen Spannungsabfall am Widerstand R abgreift.

Vor Beginn der Messung sollten Spannungsquelle und Schreiber geeignet eingestellt werden, die beiden Taster dienen zur schnellen Auf- und Entladung des Kondensators. Wegen des geringen Eingangswiderstandes des Schreibers (im Volt-Bereich nur 200kOhm) wird vor dem Eingang zur Aufnahme der Kondensatorspannung ein Vorwiderstand (hier 2MOhm) benötigt. Aus demselben Grund muß beim Entladeversuch der Umschalter schnell umgelegt werden, da sich der Kondensator über den Schreiber entlädt.

Zur Bestimmung der Zeitkonstante ist eine Kalibrierung des Schreibers nicht erforderlich (Warum?), man benötigt nur die Geschwindigkeit des Papiervorschubs. Zu ihrer Kontrolle ist eine Stoppuhr vorhanden. Man wähle eine Geschwindigkeit, bei der die Kurven deutlich und auswertbar erscheinen, ohne dabei meterweise Papier zu erzeugen, da sonst zur Auswertung ein Tapezierertisch benötigt wird.

Spannung und Strom werden zunächst bei der Aufladung eines der beiden Kondensatoren aufgezeichnet, dann bei der Entladung. Die Zeitkonstante wird auf folgende Weisen bestimmt:

1. Aus dem Abfall der Spannung auf den e-ten Teil, wobei der Anfangszeitpunkt beliebig gewählt werden kann (Warum?).
2. Aus dem Zeitintervall unter der Tangente an den gewählten Startwert.

3. Aus der Steigung der Geraden einer jeweils geeignet zu wählenden halblogarithmischen Darstellung. Man beachte den Unterschied zwischen natürlichem und dekadischen Logarithmus.
Logarithmus-Papier ist im Labor erhältlich.

Bei den übrigen Messungen kann man sich auf das 1. Verfahren beschränken.