

Mathematik-Messtechnik-Projekt / 4. Laboraufgabe Messtechnik 1

In diesem Versuch werden die Verläufe der Lade- bzw. Entladeströme sowie die zugehörigen Spannungen am Kondensator messtechnisch erfasst und ausgewertet.

1. Kondensatoren

a) Kapazität

Grundsätzlich bildet jede Anordnung, die aus zwei Elektroden besteht, aus elektrischer Sicht eine Kapazität. Die Kapazität C kann interpretiert werden als die Speicherfähigkeit von Ladungen Q bei einer vorgegebenen Elektrodenspannung U . Formelmäßig gilt:

$$C = Q / U$$

Die einfachste geometrische Anordnung bildet der Plattenkondensator mit einer Kapazität:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r A / d$$

Mit	ϵ_0 :	Elektrische Feldkonstante
	ϵ_r :	Dielektrizitätszahl
	A :	Plattenfläche
	d :	Plattenabstand

b) Bauformen

Bei industriell gefertigten Kondensatoren sind aufgewickelte Metallfolien, die durch feste Isolierschichten (meist Kunststoffe mit $\epsilon_r = 3 \dots 5$) getrennt sind, üblich. Hierbei handelt es sich um ungepolte Kondensatoren, d.h. eine Gleichspannung darf in jeder Polarität angelegt werden. Typische Kapazitätswerte liegen zwischen 10pF und einige μF .

Bei **Elektrolytkondensatoren** wird eine der beiden Elektroden durch ein mit einer leitfähigen Elektrolytflüssigkeit getränktes Papier gebildet. Auf der anderen Elektrode, einer stark aufgerauten (positiven) Metallfolie bildet sich beim Anlegen einer Gleichspannung eine sehr dünne Aluminiumoxydschicht aus, die eine relativ hohe Durchschlagsfestigkeit und eine große relative Dielektrizitätskonstante ($\epsilon_r = 8 \dots 9$) besitzt. Dieser Kondensatortyp weist hohe Kapazitätswerte (typ. $22\mu\text{F} \dots 100.000\mu\text{F}$) bei geringer Baugröße auf.

Er ist allerdings ein gepoltes Bauelement; Gleichspannungen dürfen nur in der aufgedruckten Polarität angelegt werden, sonst wird der Kondensator zerstört (Explosionsgefahr!).

c) Schaltvorgang

Aufgrund des Energieerhaltungssatzes kann die Spannung an den Platten des Kondensators sich nicht sprunghaft ändern (der Strom kann dies sehr wohl!). Daher ist bei einem Lade- oder Entladevorgang immer darauf zu achten, dass unbedingt ein ohmscher Widerstand R in den Stromkreis eingefügt wird. Dieser begrenzt den Strom direkt nach dem Schaltvorgang auf einen endlichen Wert.

Ladevorgang (Kondensator sei zu Beginn ungeladen; $U_c = 0$)

Den Ladestrom des Kondensators erhält man nach Lösen einer Differentialgleichung:

$$i_C(t) = \frac{U_0}{R} \cdot e^{-t/\tau}$$

Für die zugehörige Spannung am Kondensator gilt:

$$u_C(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

Darin seien U_0 die angelegte Gleichspannung und $\tau = R C$ die sog. Zeitkonstante.

Entladevorgang (Kondensator sei zu Beginn geladen; $U_C = U_0$)

Entladestrom:

$$i_C(t) = - \frac{U_0}{R} \cdot e^{-t/\tau}$$

Kondensatorspannung:

$$u_C(t) = U_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

2. Versuchsdurchführung

Wichtiger Hinweis: Kondensatoren dürfen nur über ohmsche Widerstände geladen oder entladen werden!

- a) Messen Sie den Ladestrom und die Kondensatorspannung während eines Ladevorgangs
- Wählen Sie das Netzgerät $U_0 = 5V$; Stromregler auf Maximum
 - Entladen Sie den Kondensator $C = 4700\mu F$ über einen niederohmigen Widerstand $R_v = 47\Omega$
 - Bereiten Sie die Messschaltung vor; Ladestrom und Ladespannung sind mit Digitalmultimeter (DC Spannung) zu messen; **Beachten Sie unbedingt die Polung des Kondensators!**
 - Beginnen Sie den Ladevorgang über einen hochohmigen Widerstand $R = 27k\Omega$
 - Lesen Sie anfänglich alle 10s die Messwerte ab und verlängern Sie die Zeitabstände
- b) Messen Sie den Entladestrom und die Kondensatorspannung während eines Entladevorgangs
- Laden Sie den Kondensator $C = 4700\mu F$ über einen niederohmigen Widerstand $R_v = 47\Omega$ auf $U_0 = 5V$ auf; **Beachten Sie unbedingt die Polung des Kondensators!**
 - Bereiten Sie die Messschaltung vor; Entladestrom und Entladespannung sind mit Digitalmultimeter (DC Spannung) zu messen
 - Beginnen Sie den Entladevorgang über einen hochohmigen Widerstand $R = 27k\Omega$
 - Lesen Sie anfänglich alle 10s die Messwerte ab und verlängern Sie die Zeitabstände