

Schülerlabor für Elektrotechnik und Elektronik

Versuch:GS2

Zeitliche Vorgänge bei Laden und Entladen eines Kondensators

Grundlagen:

Ein Kondensator besteht aus zwei elektrisch leitenden Flächen, die durch einen Isolator getrennt sind.

Beim Anlegen einer Gleichspannung werden die beiden Kondensatorplatten entgegengesetzt aufgeladen; die mit dem negativen Pol der Spannungsquelle verbundene Platte erhält zusätzlich Elektronen und wird daher negativ, während aus der mit dem positiven Pol der Spannungsquelle verbundenen Platte Elektronen abgesaugt werden.

Zwischen den beiden entgegengesetzten Ladungen wirken elektrische Kräfte. Den Raum, in dem elektrische Kräfte existieren, nennt man ein **elektrisches Feld**.

Wird der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt, so verbleiben die Ladungen auf den Kondensatorplatten; **der Kondensator kann elektrische Ladungen speichern**.

Verbindet, man die beiden Kondensatoranschlüsse durch einen Leiter, so gleichen sich die Ladungen aus; die Elektronen fließen von der negativen zur positiven Kondensatorplatte. Dabei zerfällt das elektrische Feld.

Erfolgt das Laden und Entladen über einen Widerstand, so benötigen diese Vorgänge eine bestimmte Zeit, die von der Größe des Widerstandes R und **der Speicherfähigkeit oder Kapazität des Kondensator C** abhängt.

Versuchszubehör:

Experimentierplatte

PC-Messinterface COBRA 3 mit PC

Gleichspannungsnetzgerät

verschiedene Kondensatoren und Widerstände

Drucker

1. Aufgabe:

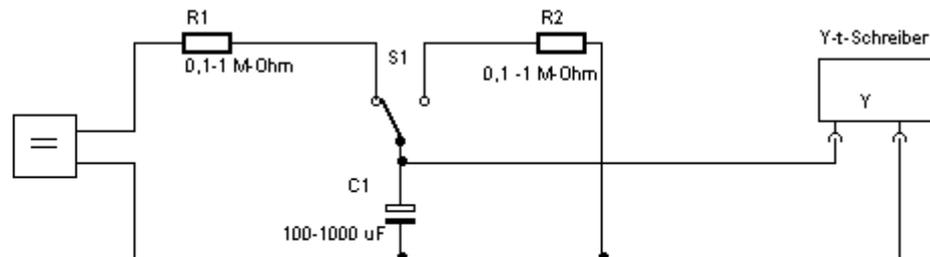
Unter Verwendung eines Messinterfaces ist der zeitliche Verlauf der Spannung beim Aufladen und Entladen von Kondensatoren verschiedener Kapazität über verschiedene Widerstände zu untersuchen.

Versuchsdurchführung:

Der zeitliche Verlauf des Lade- und Entladevorganges soll bei diesem Experiment untersucht werden. Dazu wird beim Ladevorgang der Kondensator über einen Widerstand mit einer Gleichspannungsquelle verbunden und die Spannung U_c am Kondensator mit Hilfe eines Messinterfaces als Funktion der Zeit t dargestellt.

Die Messkurven können ausgedruckt werden.

Beim Entladevorgang wird die Kondensatorspannung registriert, nachdem die beiden Kondensatoranschlüsse über einen Widerstand miteinander verbunden wurden. Der Übergang vom Lade- zum Entladevorgang erfolgt mit Hilfe des Umschalters S1. Über die Bedienung des Messinterfaces informieren Sie sich bitte durch die ausliegende Bedienungshinweise oder durch den Betreuer.



Schaltung zur Darstellung der Lade- und Entladevorgänge

Auswertung:

1. Bestimmen Sie die Zeit, bei der die Kondensatorspannung beim **Ladevorgang bis auf 37% den Endwert** erreicht hat. Diese Zeit nennt man die **Zeitkonstante τ** .

Der Wert der Zeitkonstanten τ hängt von den Werten der Kapazität C und des Widerstandes R ab. Es gilt:

$$\tau = R C$$

Bilden Sie das Produkt der Werte des Ladewiderstandes und der Kapazität und vergleichen Sie es mit dem Messwert der Zeitkonstanten τ_1 .

2. Bestimmen Sie die Zeit, nach der beim **Entladevorgang die Kondensatorspannung bis auf 37 % des Maximalwertes abgesunken** ist und vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Produkt der Werte von Entladewiderstand und Kapazität.

Führen Sie diese Versuche mit verschiedenen Werten von R und C durch.

Ergebnis:

Beim **Ladevorgang** steigt die Kondensatorspannung nicht gleichmäßig an; sie nimmt zunächst schnell und dann immer langsamer zu. Der Vorgang kann durch ein **Exponentialgesetz** beschrieben werden. Es lautet:

$$U(t) = U_0 (1 - e^{-t/RC}).$$

Hierbei ist $e = 2,718...$ die Basis der natürlichen Logarithmen

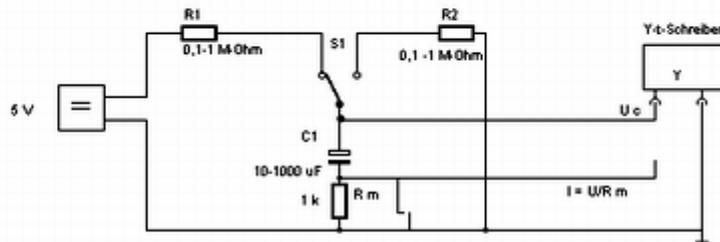
Nach der Zeit $t = R C = \tau$ hat die Spannung bis auf den **e-ten** Teil, also bis auf etwa 37 % den Endwert erreicht.

Für den **Entladevorgang** gilt entsprechend:

$$U(t) = U_0 e^{-t/RC}.$$

2. Aufgabe:

Untersuchen Sie, wie sich die Stromstärke beim Laden und Entladen zeitlich verhält. Da das Messinterface wie ein Spannungsmessgerät arbeitet, muss für die Darstellung von Strömen in den zu untersuchenden Stromkreis ein Messwiderstand R_M eingefügt werden, an dem der Strom einen Spannungsabfall $U_{RM} = I R_M$ erzeugt. Vergleichen Sie die zeitlichen Verläufe von Kondensatorspannung und Stromstärke beim Laden und Entladen und erläutern Sie die Zusammenhänge zwischen den beiden Vorgängen.



Schaltung zur Darstellung der Lade- und Entladevorgänge

Auswertung:

Die Fläche unter der Kurve, die den zeitlichen Verlauf der Stromstärke beim Laden und Entladen beschreibt, liefert den Wert der gespeicherten Ladung Q .

Versuchen Sie diese Fläche annähernd zu bestimmen.

Bemerkung: Eine exakte Bestimmung wird durch die Integralrechnung ermöglicht.

Es ist $Q = \int I dt$

Das verwendete Messprogramm MEASURE von Phywe ermöglicht die Bestimmung der Ladung durch Berechnung der Fläche unter der Stromstärke-Zeit-Darstellung.