

Lade- und Entladevorgang eines Kondensators

Grundsätzlicher Aufbau und Funktion eines Kondensators:

Ein Kondensator besteht prinzipiell aus zwei Metallplatten, die sich in einem geringem Abstand gegenüberstehen (s. nebenstehende Abbildung). Dieser stellt eine Unterbrechung des Stromkreises dar.



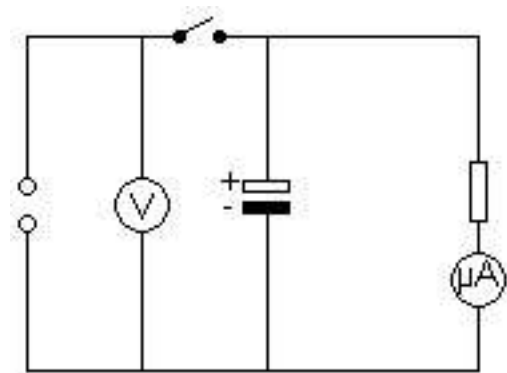
Ladevorgang

Beginn:

Schließt man den Kondensator allerdings an eine Spannungsquelle an, fließt dennoch Strom, bis die Platten komplett aufgeladen sind und keine Ladungen mehr aufnehmen können. Dies geschieht, wenn die Kondensatorspannung $U(t)$ gleich der angelegten Spannung U_m (von Spannungsquelle) ist. Die eine Platte ist nun positiv, die andere negativ elektrisch geladen.



Versuchsskizze (Schaltung):



Einige Formeln zum Ladevorgang:

Nach dem Anlegen der Quellenspannung gilt für $U(t)$ zum Zeitpunkt t folgende Formel:

$$U(t) = U_m \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

Da im Einschaltmoment der Kondensator einen Kurzschluss verursachen würde, muss dieser über einen Vorwiderstand aufgeladen werden. Daher gilt:

$$I_{\max} = \frac{U_m}{R}$$

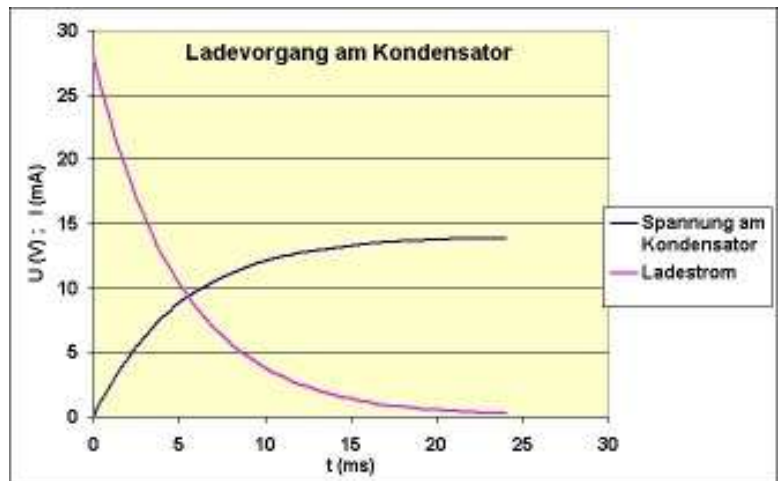
Nachdem die Quellenspannung angelegt wurde, gilt für die Stromstärke $I(t)$:

$$I(t) = I_{\max} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Ladevorgang eines Kondensators:

Der Kondensator wird über einen Vorwiderstand von der Spannungsquelle geladen (vgl. Versuchsskizze). Im ersten Moment fließt der maximale Ladestrom I_0 . Je stärker der Kondensator geladen ist, desto geringer wird die wirksame Ladenspannung. Daraus folgt ein Ladestrom, der mit dem Ladezustand abnimmt und gegen 0A geht, wenn die Spannung am Kondensator gleich der Quellspannung ist.

Die Spannung am Kondensator steigt zunächst wegen des relativ starken Ladestroms rasch an. Der weitere Spannungsanstieg am Kondensator verlangsamt sich aber immer mehr, je stärker der Kondensator geladen ist und bleibt schließlich auf der konstanten Quellspannung, d.h. er ist vollständig geladen (vgl. Grafik).



Entladevorgang

Einige Formeln zum Entladevorgang:

Nach dem Anlegen des Verbrauchers gilt für $U(t)$ zum Zeitpunkt t folgende Formel:

$$U(t) = U_m \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$U(0) = U_m$$

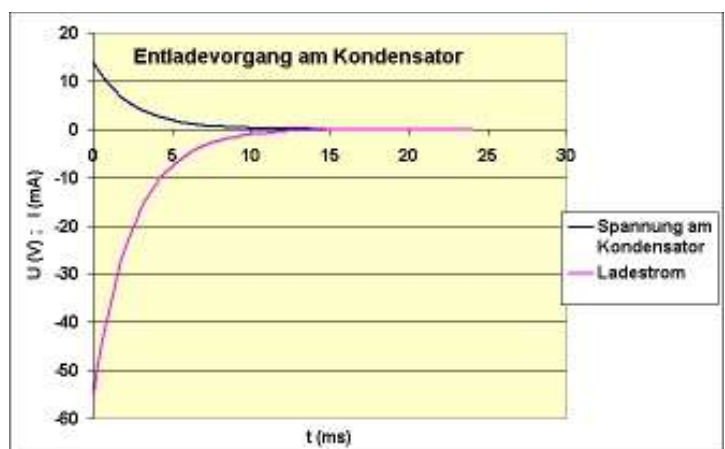
Der Entladestrom I_{max} :

$$I_{max} = \frac{U_m}{R}$$

Entladevorgang eines Kondensators:

Der Kondensator kann über einen elektrischen Widerstand entladen werden. Es fließt im ersten Moment der maximal Entladestrom I_{max} . Je stärker der Kondensator entladen ist, desto geringer wird die Spannung am Kondensator. Hierdurch folgt ein mit der Entladung abnehmender Entladestrom, der gegen 0A geht, wenn die Spannung am Kondensator 0V beträgt.

Anfangs sinkt die Spannung am Kondensator sehr rasch aufgrund des relativ starken Entladestroms. Der weitere Spannungsverlust am Kondensator verlangsamt sich aber immer weiter, je stärker der Kondensator bereits entladen ist und bleibt schließlich auf 0V konstant, d.h. er ist vollständig entladen (vgl. Grafik).



Praktische Aspekte mit dem Kondensator:

Wir wollten herausfinden, wie das Lade- und Entladeverhalten von Kondensatoren ist. Dies ist auch oben beschrieben.

Des weiteren haben wir untersucht, was geschieht, wenn bei einem Plattenkondensator ein Dielektrikum (also eine Platte z.B. aus Glas, Keramik, Holz...) eingeführt wird. Dafür haben wir einen Kondensator geladen und die Spannung zwischen den Platten gemessen. Danach wurde der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt und das Dielektrikum zwischen die Platten geführt. Daraus hat sich ergeben, dass die Spannung zwischen den Platten beim Einführen des Dielektrikums geringer wurde.

Weiterführende Links:

Für weitere Informationen gibt es ein Java Applet von Prof. Fu-Kwun Hwang, das die Vorgänge beim Auf- bzw. entladen zeigt:

http://schulen.eduhi.at/riedgym/physik/10/elektrizitaet/kondensator/applet/circuit_rc.html