

Fenómenos transitorios: Carga y Descarga de un Condensador

Fundamento teórico

Los **condensadores** o capacitores, representados de esta manera $\text{--}\text{||}\text{--}$, son elementos de circuitos destinados a almacenar y retener carga eléctrica en sus componentes conductores (armaduras o placas), y por ende, “almacenan” la **energía** del campo eléctrico **confinado** en su interior. En la siguiente foto se muestra el aspecto de algunos condensadores.



El condensador más simple de todos es el **condensador plano**. Este consiste en dos “chapas” de material conductor, denominadas **armaduras**, con áreas y formas iguales y enfrentadas entre sí, y separadas entre ellas por una capa fina de un material dieléctrico (“aislante”) de grosor uniforme (se parece a un sánduche). Cada armadura se carga con idéntica cantidad de carga eléctrica, pero de signos **opuestos**, tal que el voltaje entre ellas **no** supere cierto valor denominado **tensión disruptiva**. Cuando el voltaje entre las armaduras alcanza la tensión disruptiva, “salta” una chispa eléctrica entre ellas que perfora el dieléctrico. Si esto ocurre, el condensador se considera quemado^a.

^aSuperado el voltaje máximo que puede tolerar un condensador, algunos de ellos ¡¡¡pueden explotar!!!

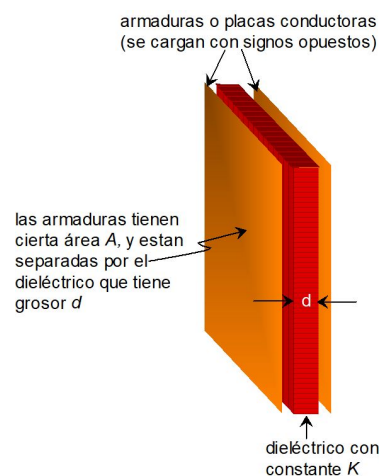
Existe una relación de **proporcionalidad directa** entre la carga eléctrica (q) en cada armadura del condensador¹ y el voltaje (ΔV) entre ellas, siendo el **factor de proporcionalidad** la **capacitancia** (C) del condensador, es decir:

$$q = C \cdot \Delta V \quad \text{o sea:} \quad C = \frac{q}{\Delta V}$$

La capacitancia de un condensador se mide con faradímetros (o capacitímetros), y se expresa en submúltiplos del **faradios** (F). Por definición:

$$1 \text{ faradio} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ voltio}} \quad \text{o en símbolos:} \quad 1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}}$$

¹En una armadura $+q$ y en la otra $-q$... y por lo tanto, ¡¡¡la carga neta en el condensador es cero!!!



Como una carga de 1 coulomb es muy grande, también lo es 1 faradio, razón por la cual para expresar la capacitancia de un condensador suelen usarse submúltiplos del faradio, como el milifaradio ($\text{mF} = 10^{-3}\text{F}$), o el microfaradio ($\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$), o el nanofaradio ($\text{nF} = 10^{-9}\text{F}$).

Cuando se conecta un condensador directamente a la fuente de voltaje, **con cuidado de no superar la tensión disruptiva**, se carga rápidamente. Una vez cargado, si se pone en cortocircuito (por ejemplo, poniendo una patita en contacto con la otra), **se descarga violentamente**. Para enlentecer la carga y la descarga del condensador, **se conecta en serie con un resistor, formando así un circuito RC**. En esta práctica, los valores de resistencia y capacitancia *se eligieron de manera que el condensador se cargara hasta el 63 % de su carga total en aproximadamente 100 segundos*.

La **teoría** predice que el voltaje y la intensidad de la corriente en un circuito RC varían con el tiempo durante la carga y la descarga del condensador. Es decir, el voltaje y la intensidad de la corriente son **funciones** del tiempo. Más concretamente, son funciones del tipo “exponenciales negativas”, que se dan explícitamente a continuación:

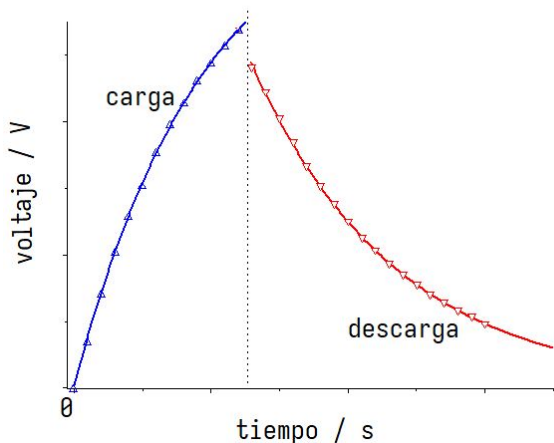
durante la carga	durante la descarga
$\Delta V(t) = \Delta V_0 \cdot \left(1 - e^{-t/RC}\right)$	$\Delta V(t) = \Delta V_0 \cdot e^{-t/RC}$
$I(t) = I_0 \cdot e^{-t/RC}$	$I(t) = -I_0 \cdot e^{-t/RC}$

donde ΔV_0 e I_0 son respectivamente, el voltaje inicial y la intensidad de corriente inicial (cuando $t = 0$), R la resistencia del resistor, y C la capacitancia del condensador.

Pregunta: durante la descarga del condensador, el amperímetro muestra valores negativos de intensidad de corriente, ¿qué interpretación física se le puede dar a este signo (–)?.

Las gráficas correspondientes a cada una de las funciones anteriores, se muestran a continuación:

Variación del Voltaje durante la Carga y Descarga de un Condensador



Variación de la Intensidad de Corriente durante la Carga y Descarga de un Condensador

