

Introducción  
a la Ingeniería  
Electrónica (86.02)

# Capacitor

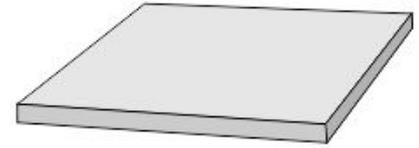
# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

Una placa metálica conductora



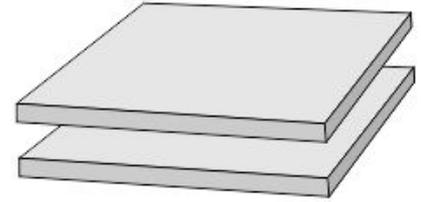
# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

Dos placas conductoras  
aisladas entre sí



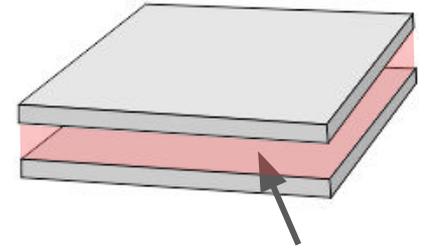
# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

Dos placas conductoras  
aisladas entre sí



Aislante  
(aire o dieléctrico)

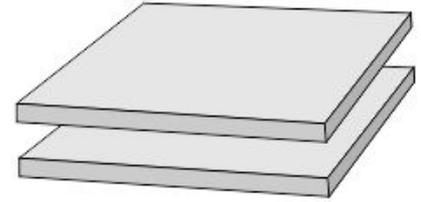
# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

Dos placas conductoras  
aisladas entre sí



# Capacitor

---

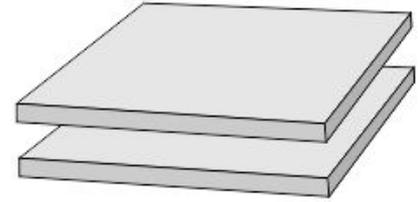
## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

Agregamos una pila o fuente



Dos placas conductoras aisladas entre sí

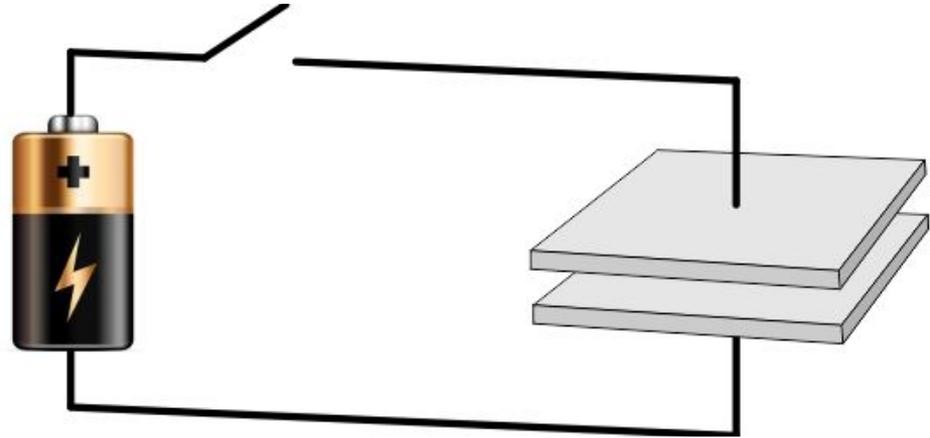


# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico



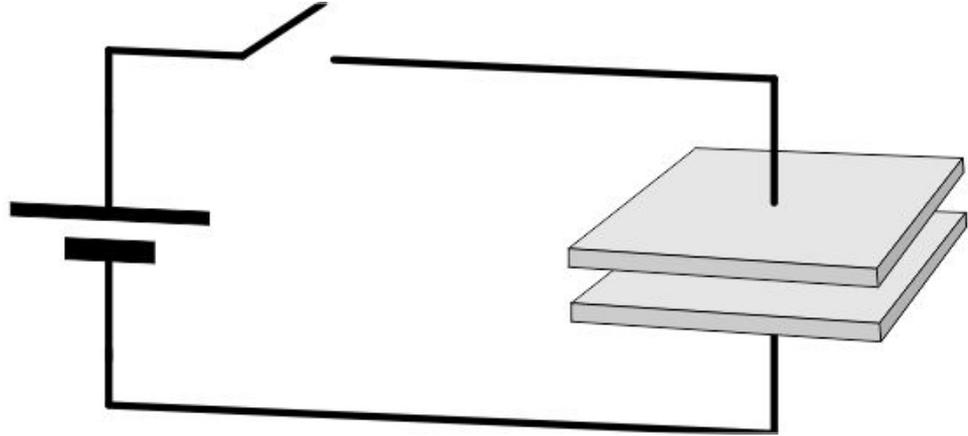
Se conecta una pila entre los extremos de las placas

# Capacitor

---

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

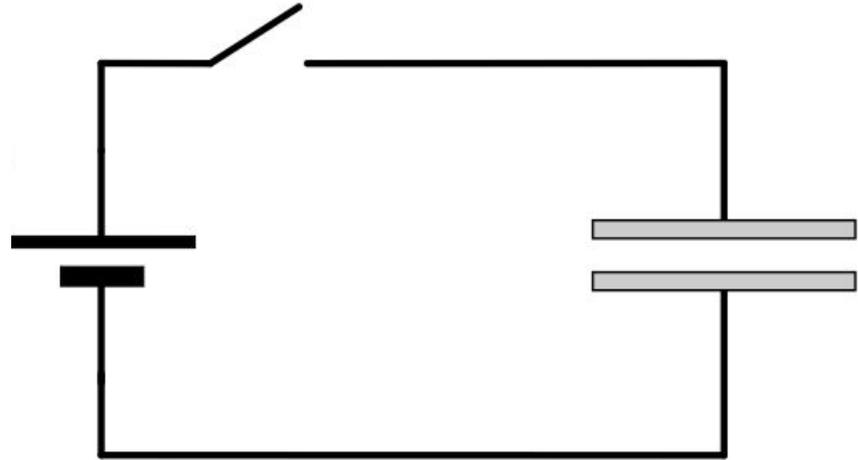


Se conecta una pila entre los extremos de las placas

# Capacitor

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico

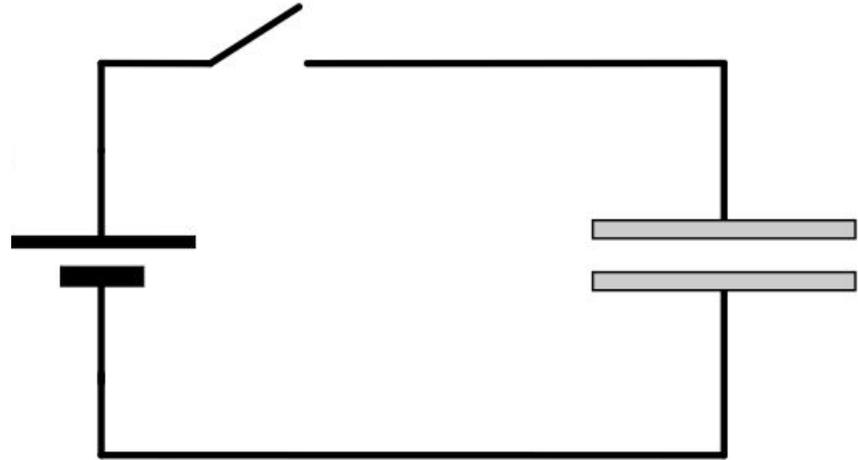


Se conecta una pila entre los extremos de las placas

# Capacitor

## Conceptos básicos

### Dispositivo físico



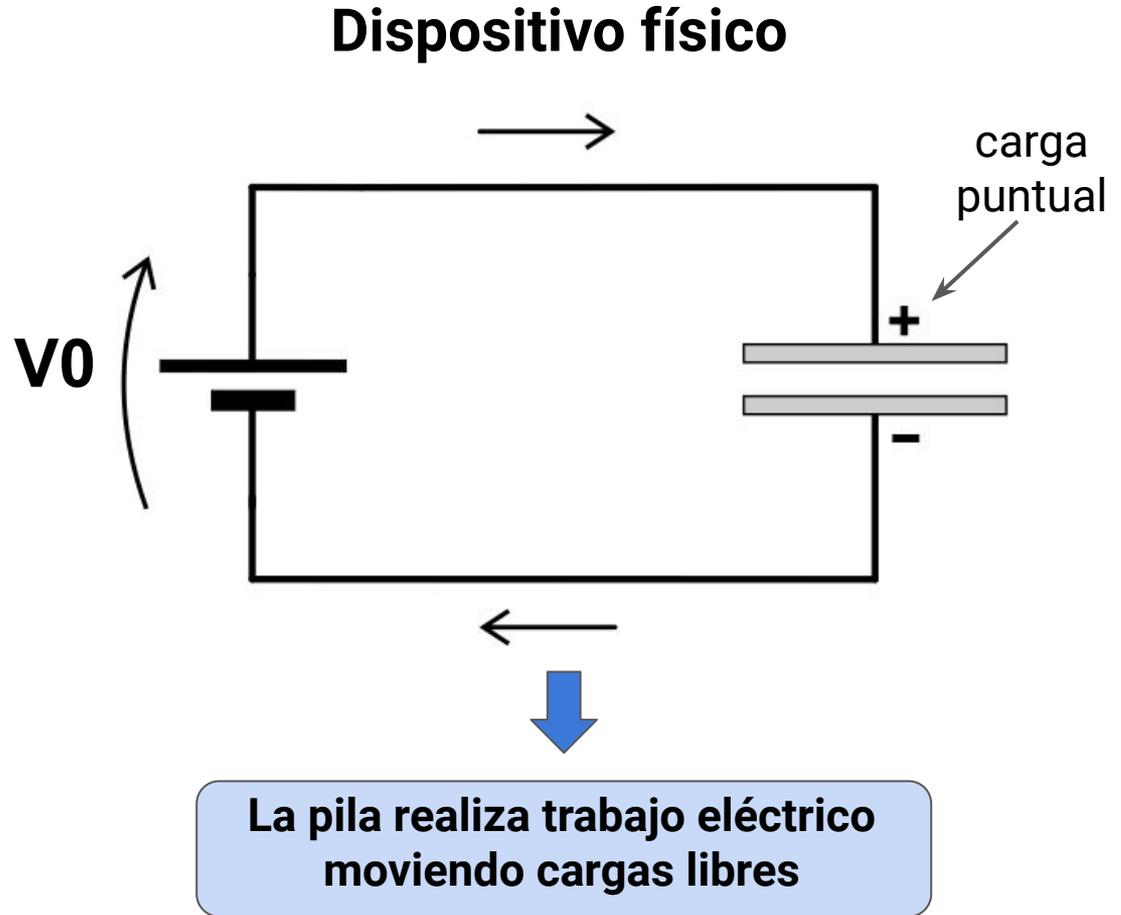
Se conecta una pila entre los extremos de las placas



¿Qué produce la pila al conectarla entre las placas?

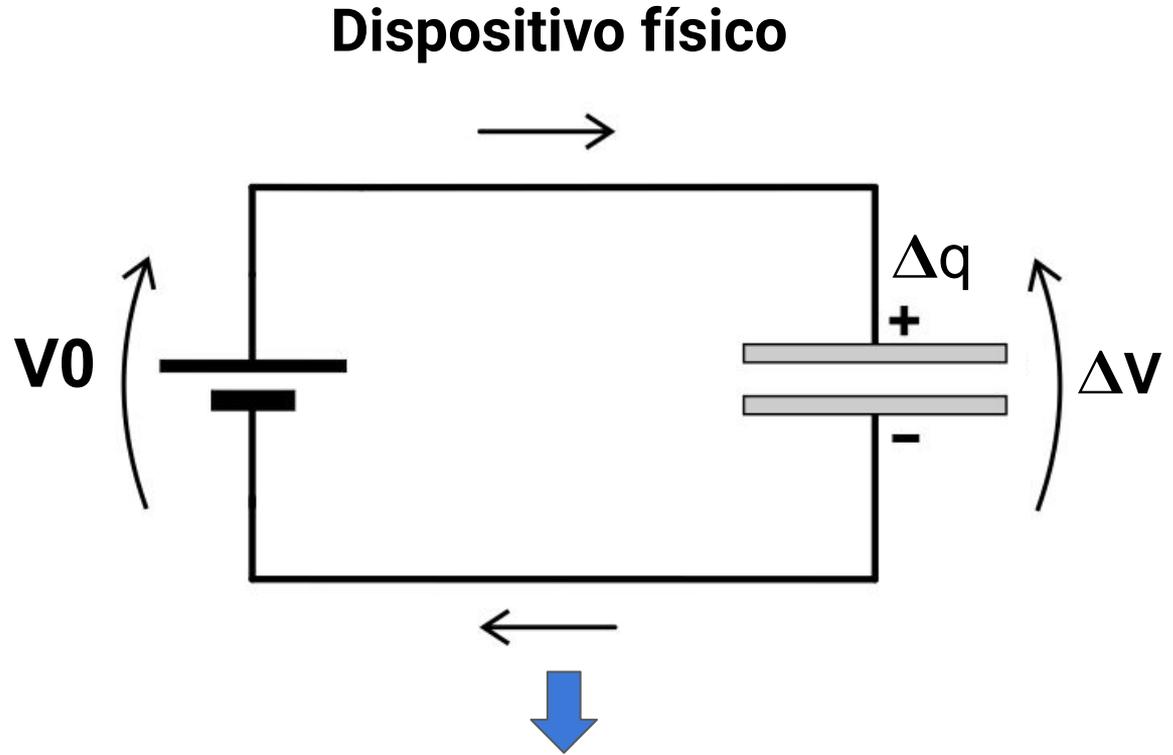
# Capacitor

## Conceptos básicos



# Capacitor

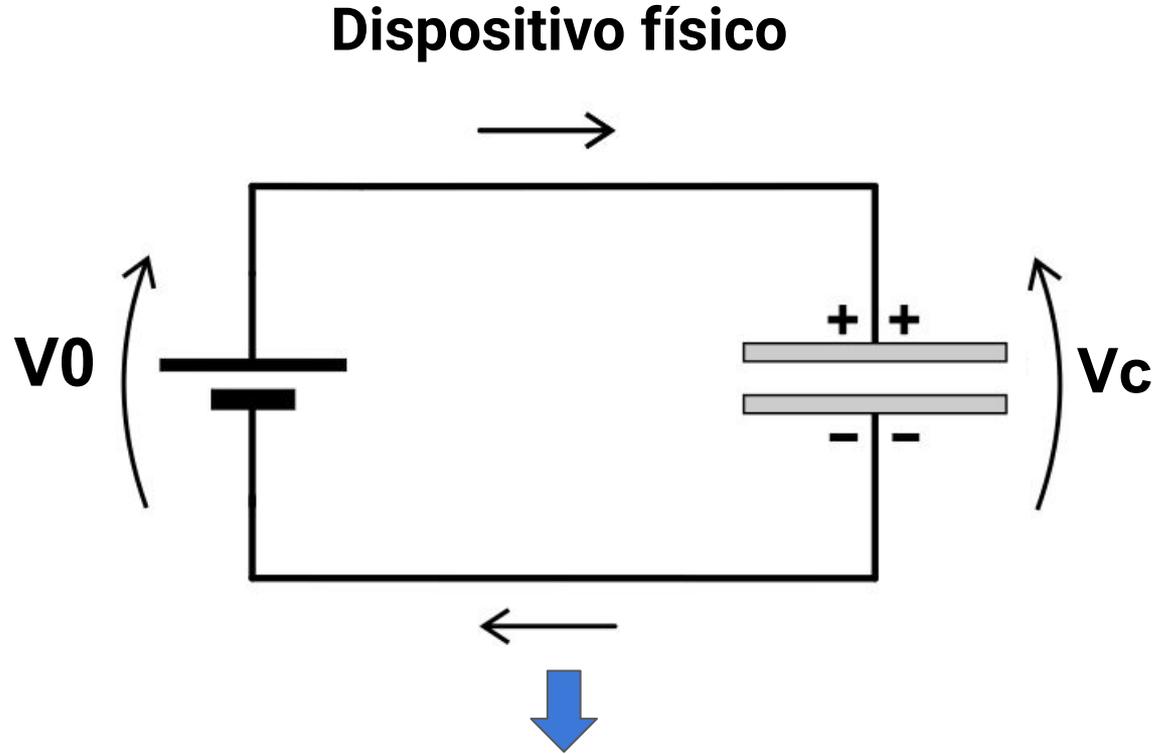
## Conceptos básicos



**La pila realiza trabajo eléctrico  
moviendo cargas libres**

# Capacitor

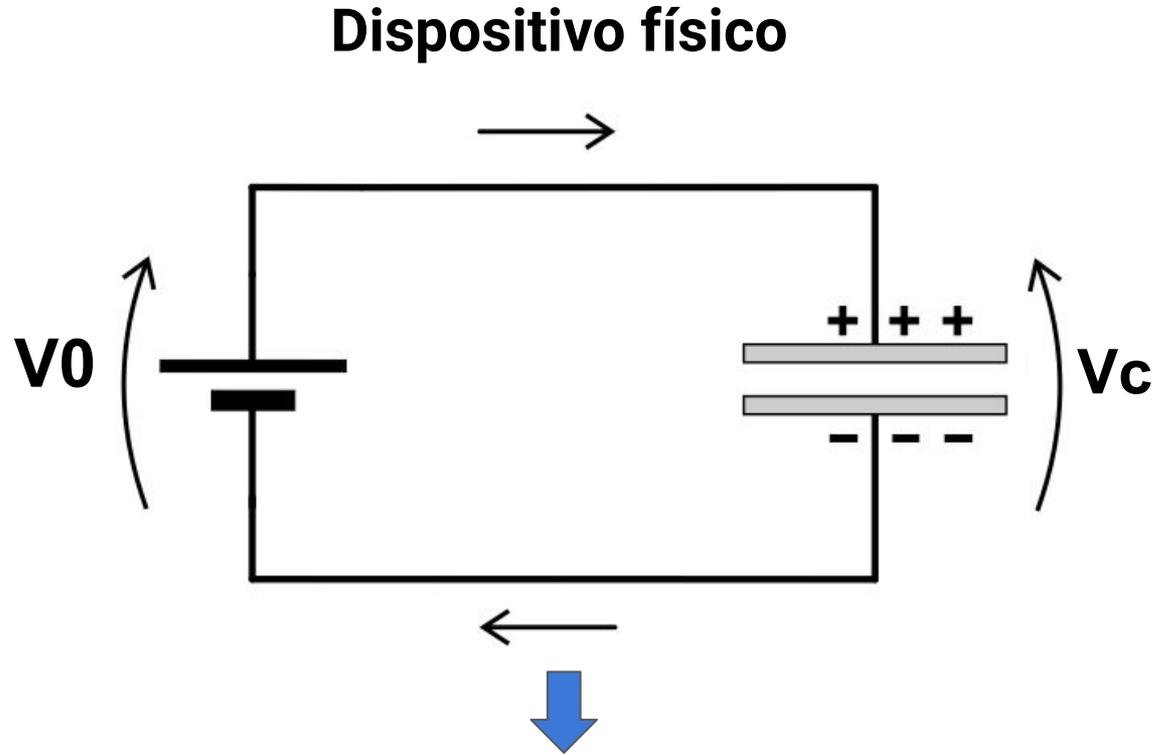
## Conceptos básicos



**A medida que desplazan cargas, se produce una diferencia de potencial entre las placas**

# Capacitor

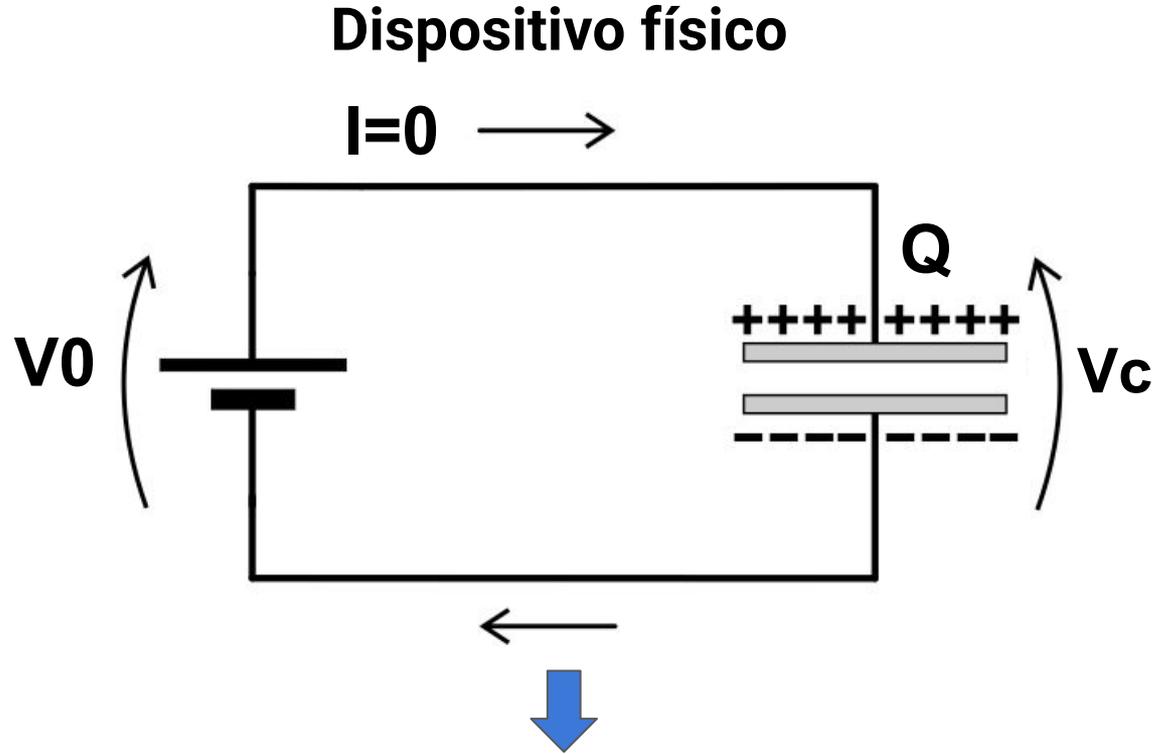
## Conceptos básicos



**A medida que desplazan cargas, se produce una diferencia de potencial entre las placas**

# Capacitor

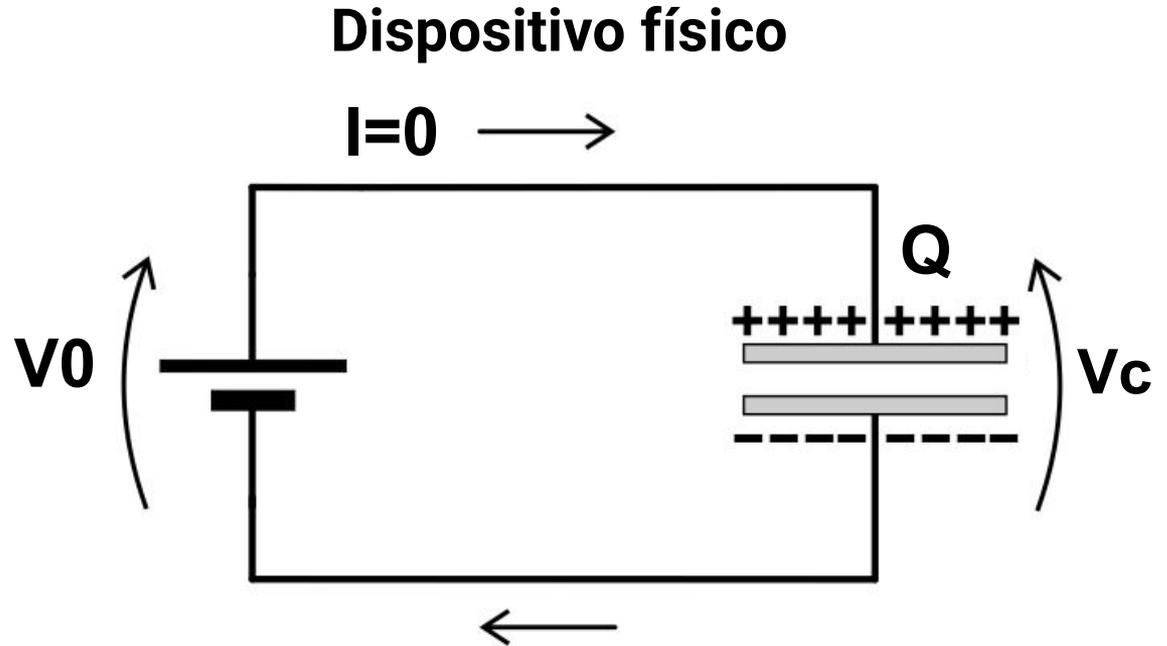
## Conceptos básicos



Cuando la diferencia de potencial  $V_c$  entre las placas alcanza  $V_0$ , el proceso se detiene

# Capacitor

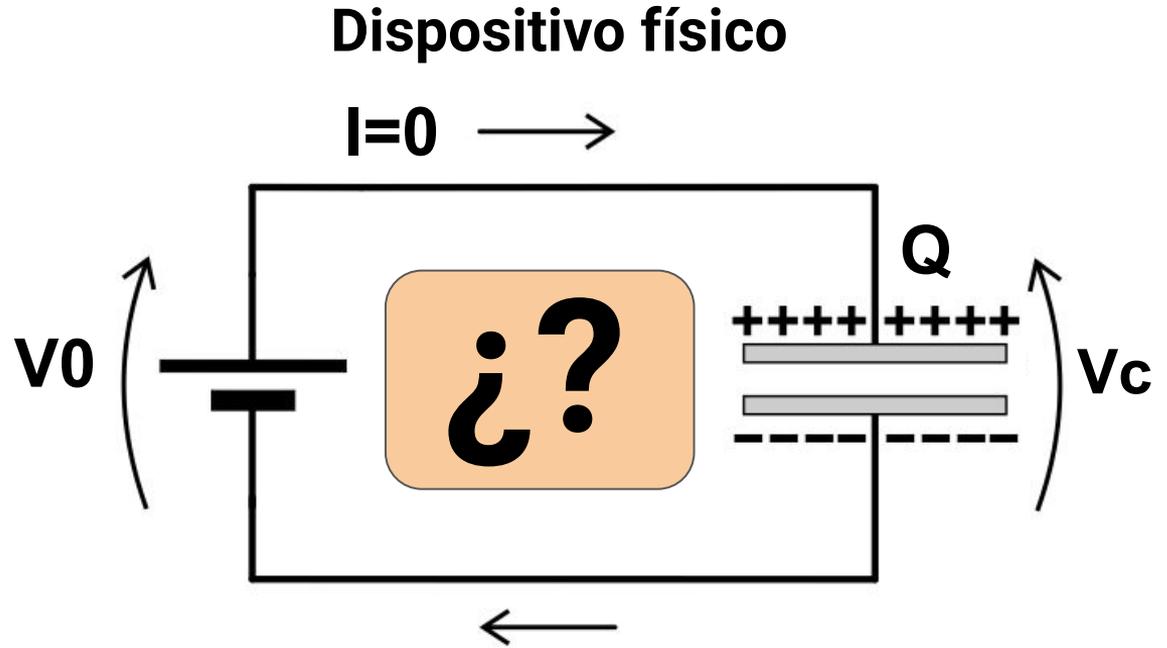
## Conceptos básicos



¿Qué implica que el proceso haya finalizado?  
¿Cómo se podría reactivar?

# Capacitor

## Conceptos básicos



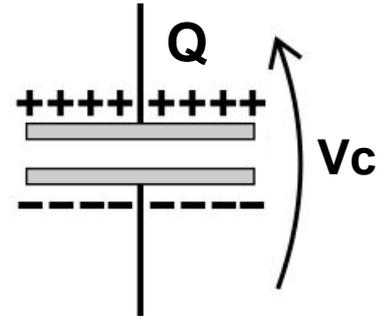
Dejemos la pregunta planteada...

¿Qué implica que el proceso haya finalizado?  
¿Cómo se podría reactivar?

# Capacitor

# Proceso de carga

Hasta acá se evidencia  
el siguiente fenómeno...

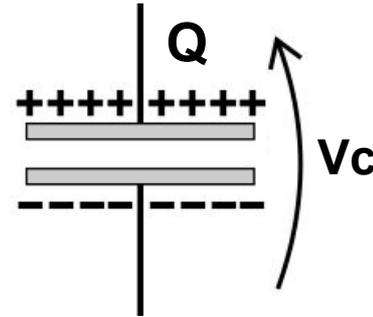


# Capacitor

# Proceso de carga

Hasta acá se evidencia  
el siguiente fenómeno...

$$Q = \alpha V_c$$



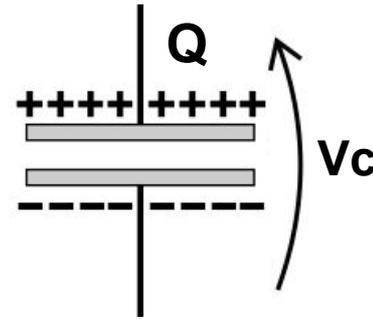
# Capacitor

# Proceso de carga

Hasta acá se evidencia  
el siguiente fenómeno...

$$Q = \alpha V_c$$

$$Q = CV_c$$

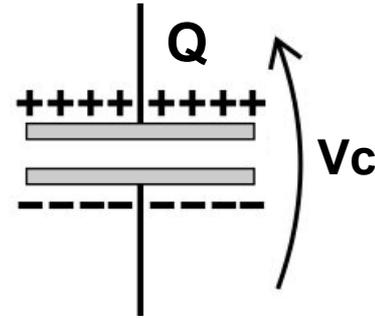


Hasta acá se evidencia  
el siguiente fenómeno...

$$Q = \alpha V_c$$

$$Q = CV_c$$

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



Hasta acá se evidencia el siguiente fenómeno...

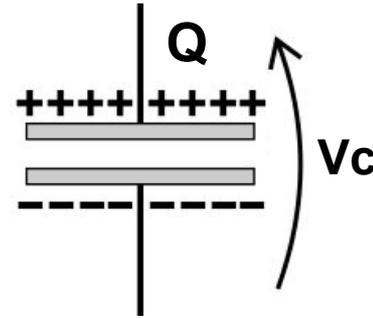
$$Q = \alpha V_c$$

$$Q = CV_c$$

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

# C

**Capacitancia** = Es la propiedad del capacitor que representa la energía que el capacitor almacena



# Capacitor

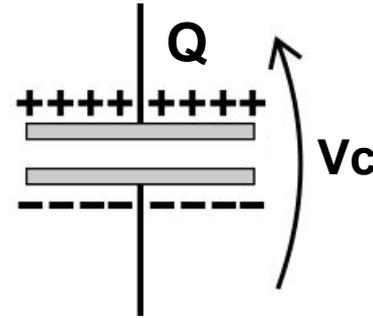
# Definición de capacidad

Hasta acá se evidencia  
el siguiente fenómeno...

$$Q = \alpha V_c$$

$$Q = CV_c$$

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



La capacitancia **no depende** ni de la carga ni de la tensión aplicada. Depende exclusivamente de la **geometría** y el **material aislante**

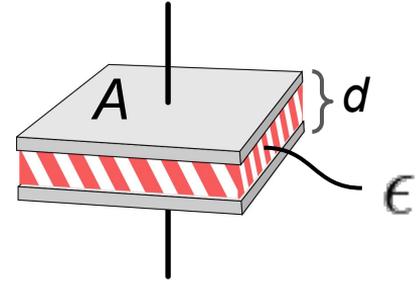
# Capacitor

## C en función de la geometría

Capacitor de placas planas paralelas:

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Aunque existen diversas geometrías, en todos los casos la capacidad o capacitancia, **depende** sólo de la **geometría** y el **material aislante**



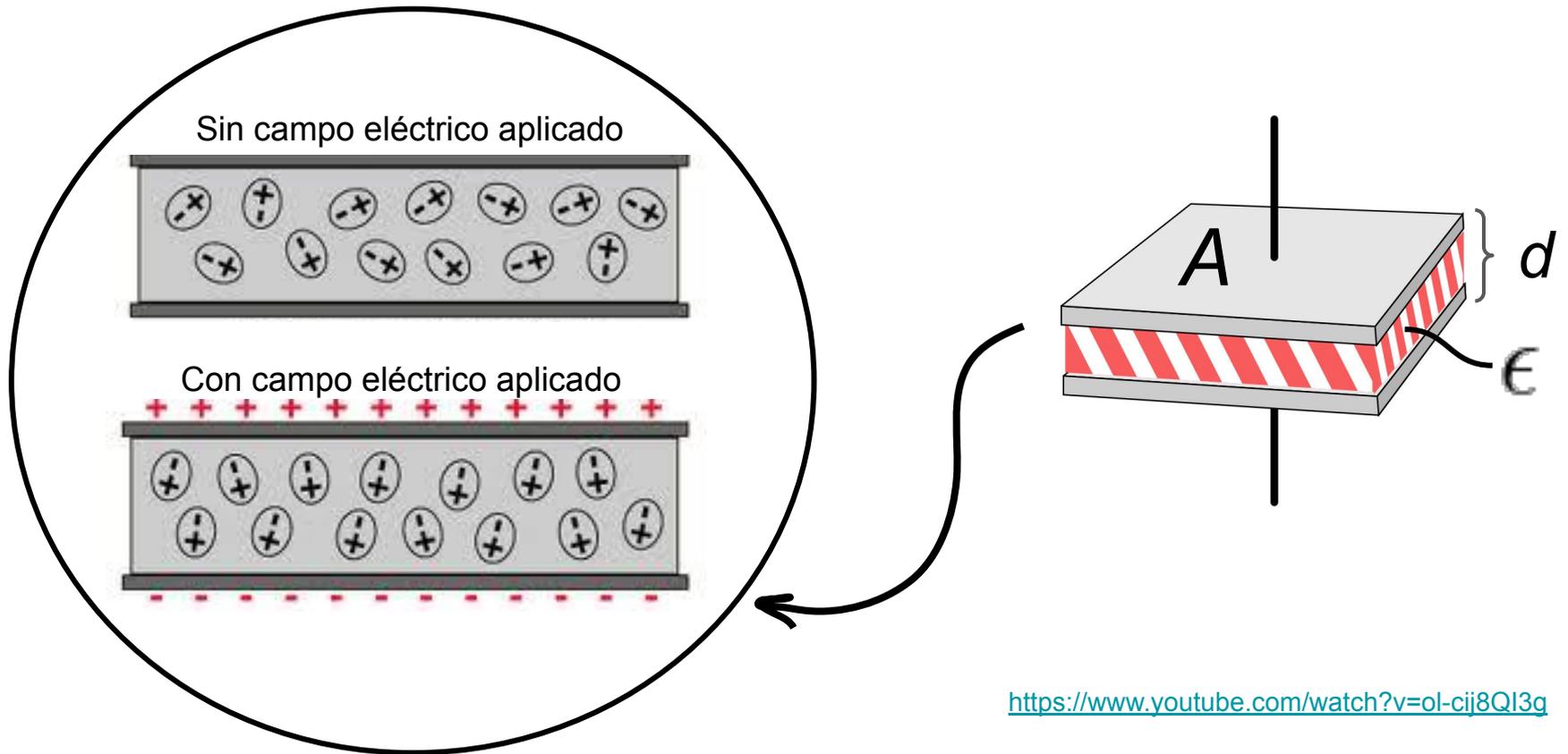
**A** = área de las placas

**d** = distancia entre placas

**$\epsilon$**  = permitividad. Material “dieléctrico” (aislante)

# Capacitor

$C$  en función de la geometría

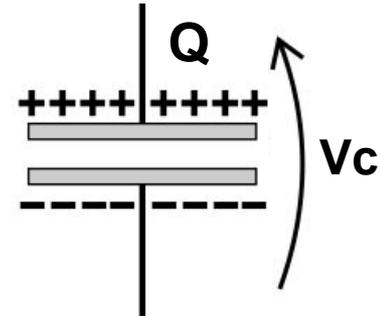


<https://www.youtube.com/watch?v=ol-cij8QI3g>

La unidad que indica la capacidad de un capacitor es:

farad

$$[F] = \frac{[C]}{[V]}$$



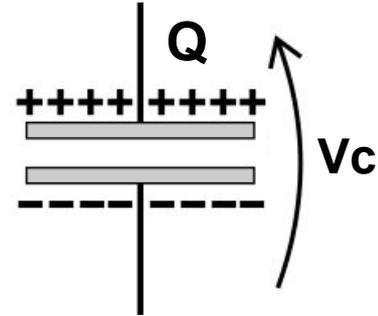
La unidad que indica la capacidad de un capacitor es:

farad

$$[F] = \frac{[C]}{[V]}$$

coulomb

volt



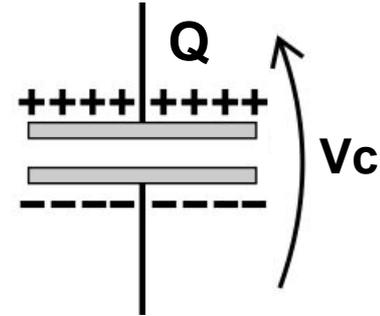
La unidad que indica la capacidad de un capacitor es:

farad

$$[F] = \frac{[C]}{[V]}$$

coulomb

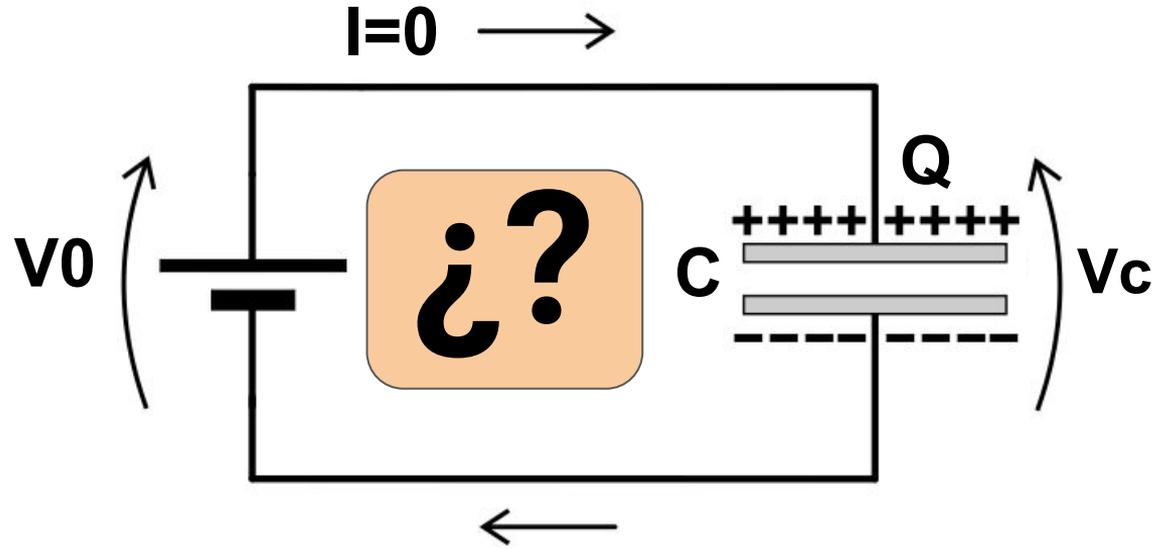
volt



- Generalmente suelen usarse submúltiplos: **pF**, **nF**, **uF**
- No tan habitualmente: **mF**
- Rara vez: **F**

# Capacitor

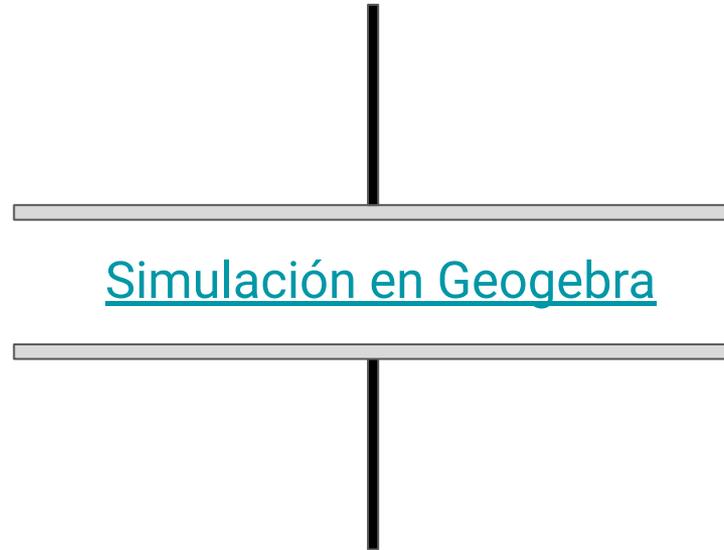
## Conceptos básicos



**Retomemos la pregunta planteada ...**

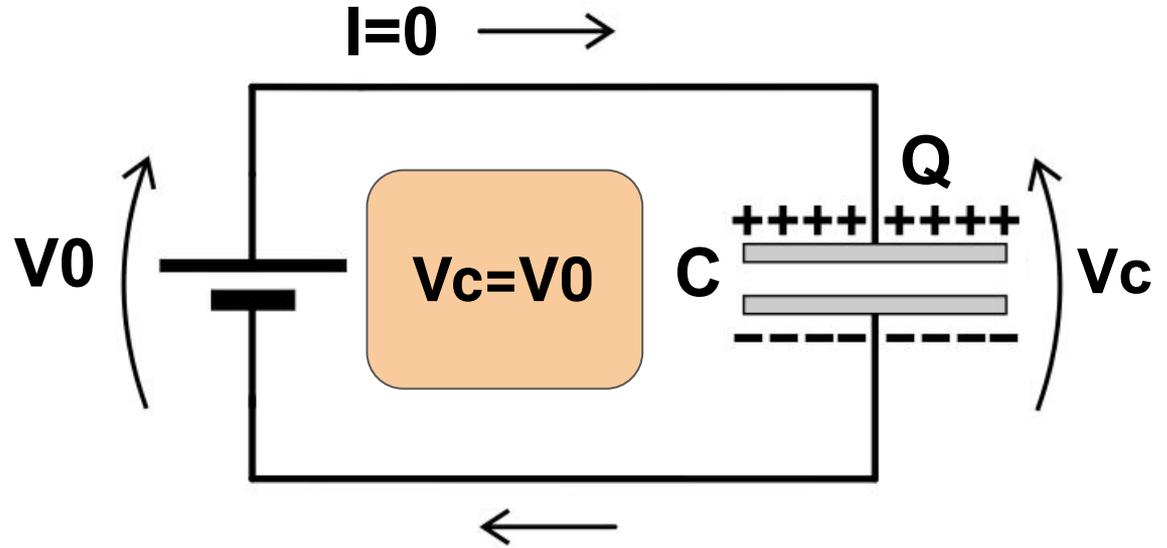
**¿Qué implica que el proceso haya finalizado?  
¿Cómo se podría reactivar?**

Veamos este proceso en vivo



# Capacitor

## Conceptos básicos

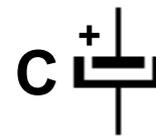
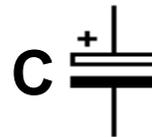
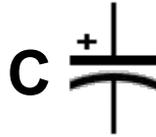
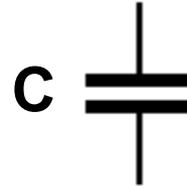


¿Qué implica que el proceso haya finalizado?  
¿Cómo se podría reactivar?

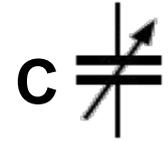
# Capacitor

Simbología y esquemáticos del componente

Símbolo general



Polarizado



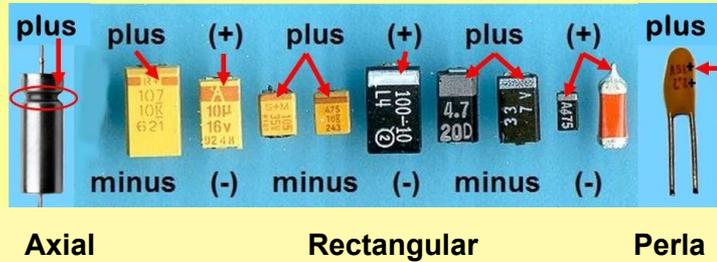
Variable

# Tecnologías y encapsulados

# Capacitor

# Formatos y tecnologías

## Capacitores electrolíticos de aluminio y tantalio



## SMD



## Tantalum



## Aluminum



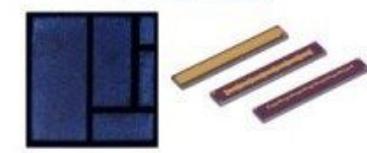
## Ceramic



## Trimmer



## Thin Film

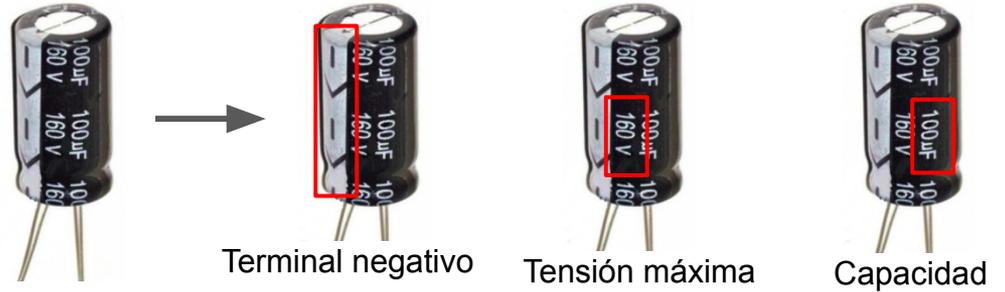


# Capacitor

# Especificaciones

## Electrolíticos

Altos valores de capacidad (típico: 1~5000uF)  
Altas pérdidas en DC  
Mal funcionamiento en altas frecuencias  
Tolerancias altas (dispersión del valor nominal)



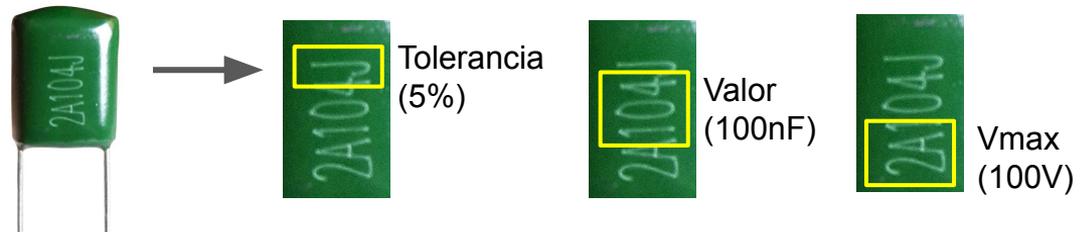
## Cerámicos

Bajos valores de capacidad (1pF-1uF)  
Buen funcionamiento en altas frecuencias  
Muy económicos



## Poliéster

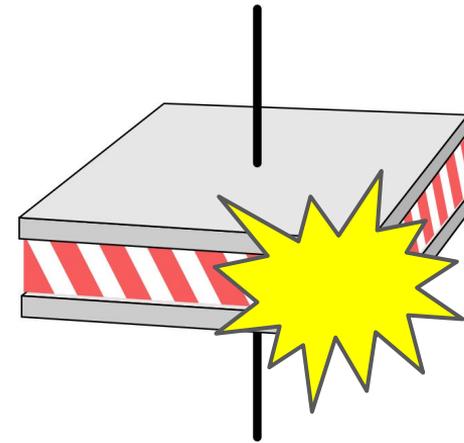
Valores intermedios (1nF-15uF)  
Buen funcionamiento en altas y bajas frec.  
Relativamente económicos



## MÁXIMA TENSION DE TRABAJO



RUPTURA DIELECTRICA



# Capacitor

# Super capacitores



## Ventajas

- Capacidad tremendamente elevada (hasta 5000 F)
- Permite corrientes de carga y descarga alta
- No contienen productos químicos ácidos o corrosivos

## Limitaciones

- Baja energía (sólo una fracción de una batería regular)
- Alta autodescarga;
- Baja tensión (2.3-2.75V)
- Muy caros



**Video**

**Algo sobre capacitores**



**¿Cómo se comporta  
a lo largo del tiempo?**

# Capacitor

# Relación corriente-tensión

Relación entre carga y diferencia de potencial (que define la Capacidad)

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow \Delta Q = C \Delta V$$

# Capacitor

## Relación corriente-tensión

Relación entre carga y diferencia de potencial (que define la Capacidad)

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow \Delta Q = C \Delta V$$

Consideremos  
la variación en  
el tiempo

$$q(t) = C v_c(t)$$

# Capacitor

# Relación corriente-tensión

Relación entre carga y diferencia de potencial (que define la Capacidad)

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow \Delta Q = C \Delta V$$

Consideremos la variación en el tiempo

$$q(t) = C v_c(t)$$

Derivemos respecto del tiempo

$$\frac{dq(t)}{dt} = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$

# Capacitor

## Relación corriente-tensión

Relación entre carga y diferencia de potencial (que define la Capacidad)

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow \Delta Q = C \Delta V$$

Consideremos la variación en el tiempo

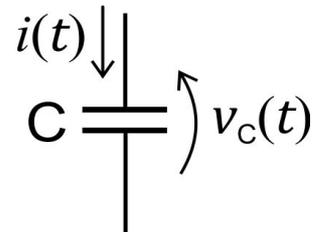
$$q(t) = C v_c(t)$$

Derivemos respecto del tiempo

$$\frac{dq(t)}{dt} = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$

La relación entre tensión y corriente en un capacitor está dada por la siguiente Ec.

$$i(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$



¿El capacitor tiene un comportamiento lineal?  
¿Por qué?

$$i(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$

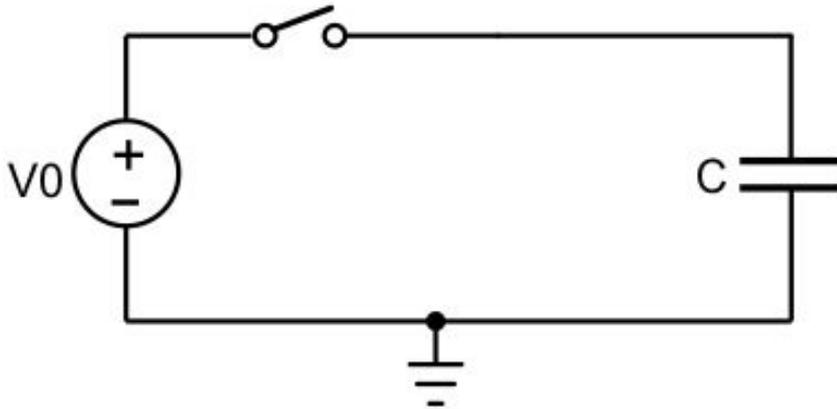
¿El capacitor tiene un comportamiento lineal?  
¿Por qué?

$$i(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$

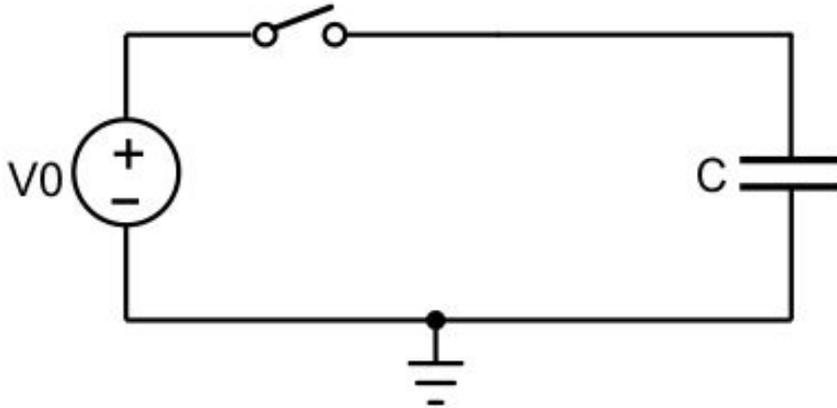
Sí, porque la diferenciación es  
una operación lineal

# Respuesta transitoria

**Al comienzo analizamos el siguiente circuito:**

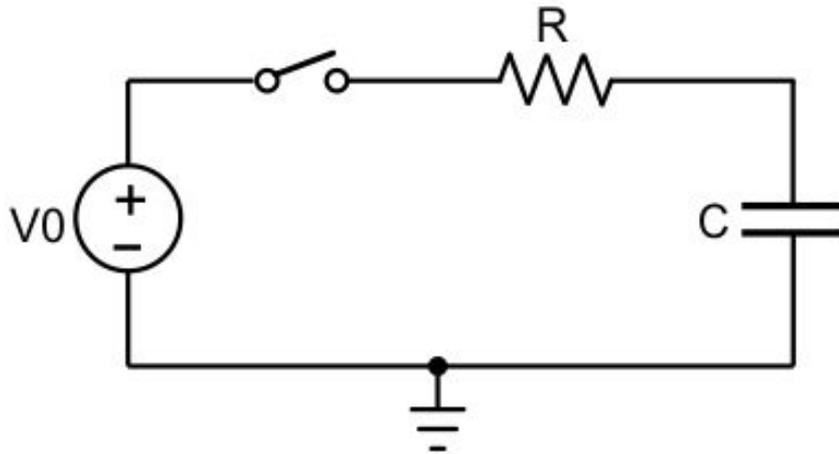


Al comienzo analizamos el siguiente circuito:

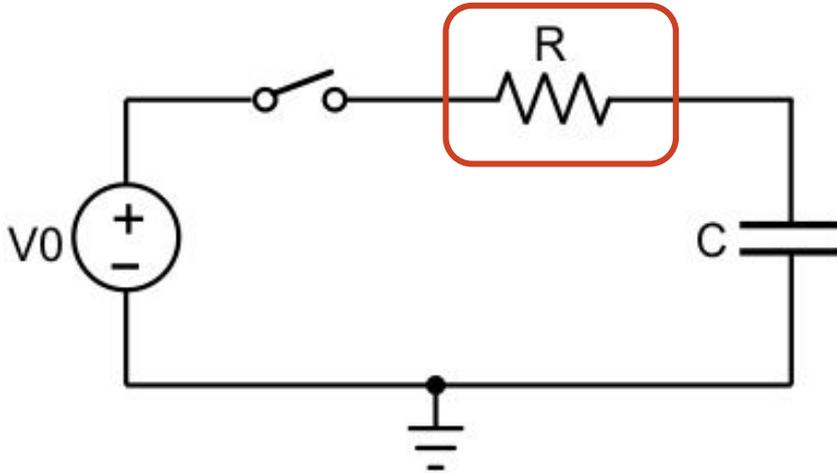


**Ahora consideremos un caso más realista ...**

Se plantea el siguiente circuito:

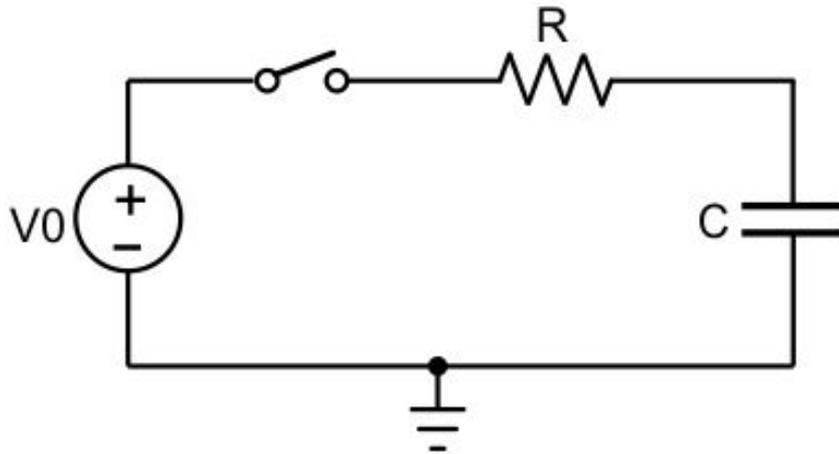


Se plantea el siguiente circuito:

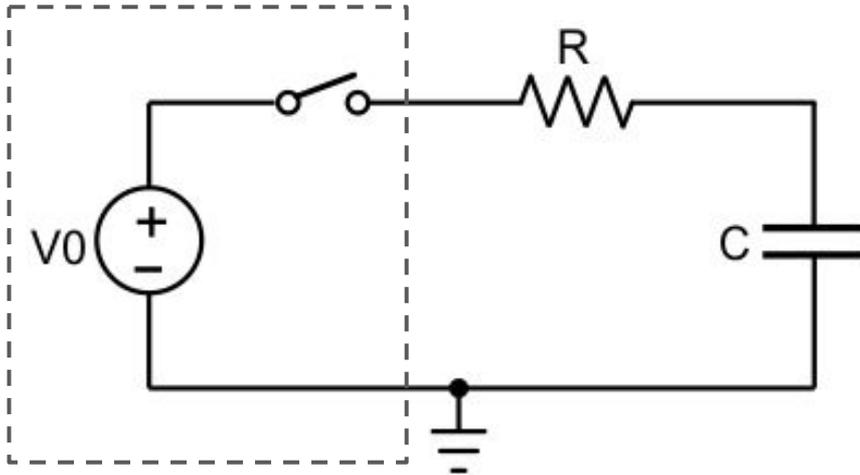


**Incluimos un  
resistor en serie.**

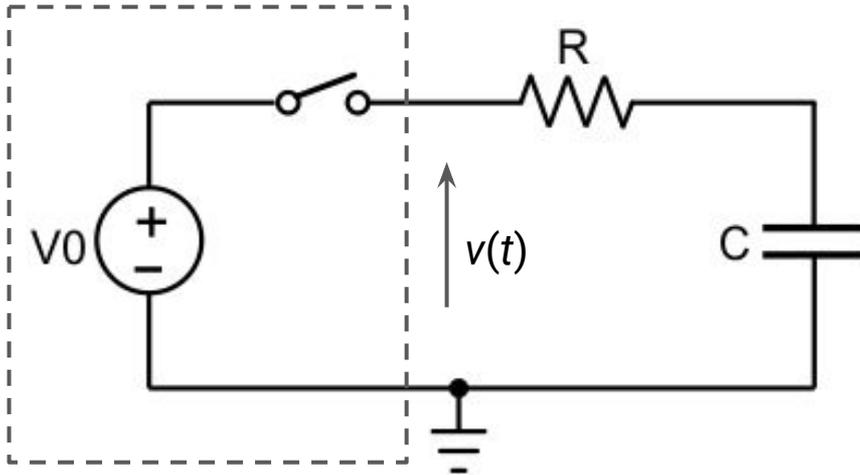
Se plantea el siguiente circuito:



Se plantea el siguiente circuito:



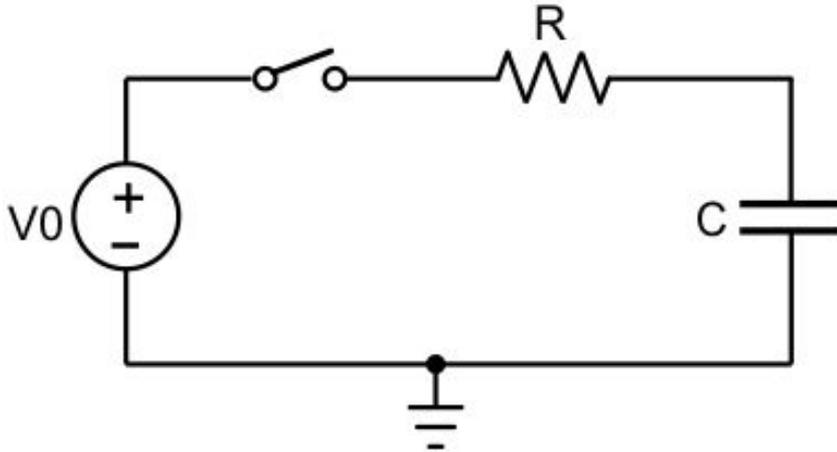
Se plantea el siguiente circuito:



# Capacitor

# Carga de de un capacitor

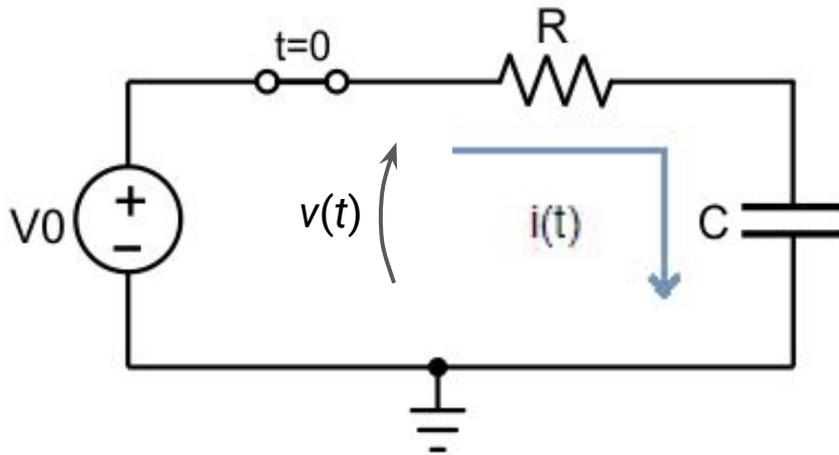
Se plantea el siguiente circuito:



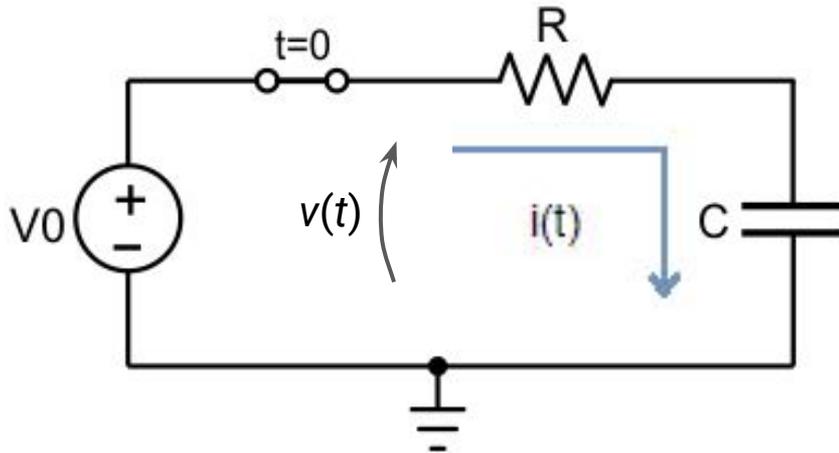
**¿Qué va a pasar si cerramos la llave?**

*Suponer condiciones iniciales nulas (capacitor descargado en  $t=0$ ).*

Se plantea el siguiente circuito:

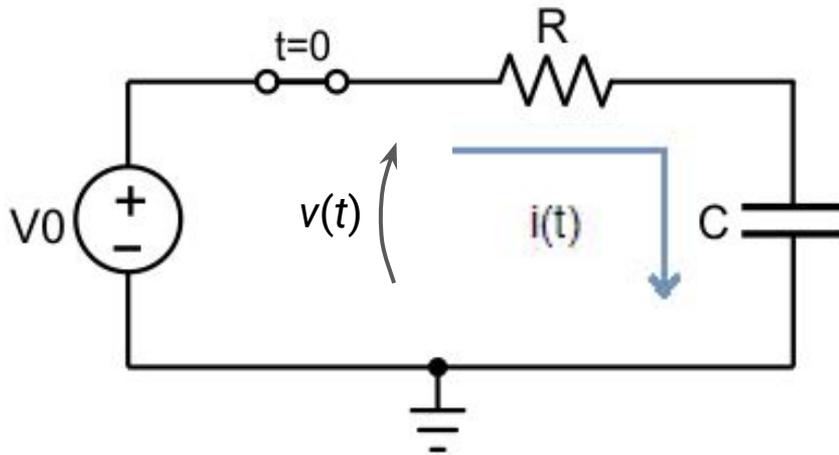


Se plantea el siguiente circuito:

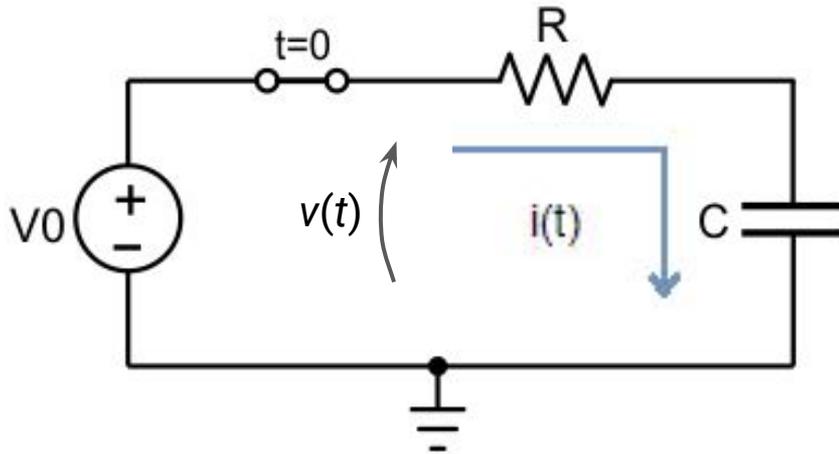


**Analizamos las ecuaciones del circuito ...**

Analicemos las ecuaciones del circuito ...

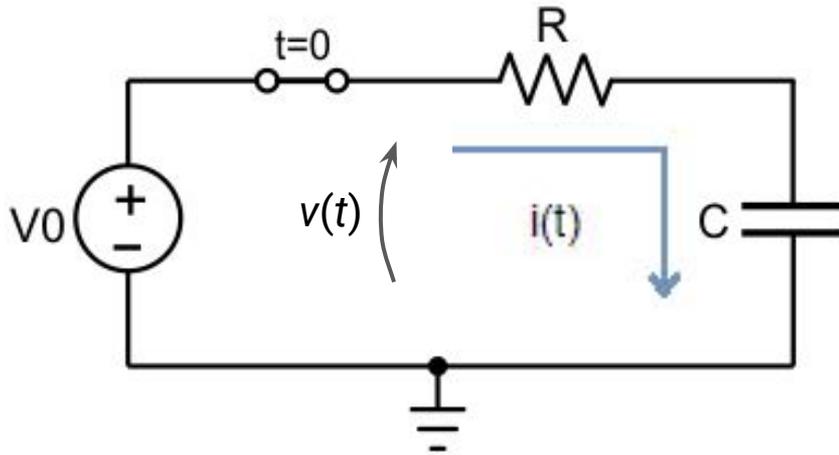


Analicemos las ecuaciones del circuito ...



$$v(t) = v_R(t) + v_C(t)$$

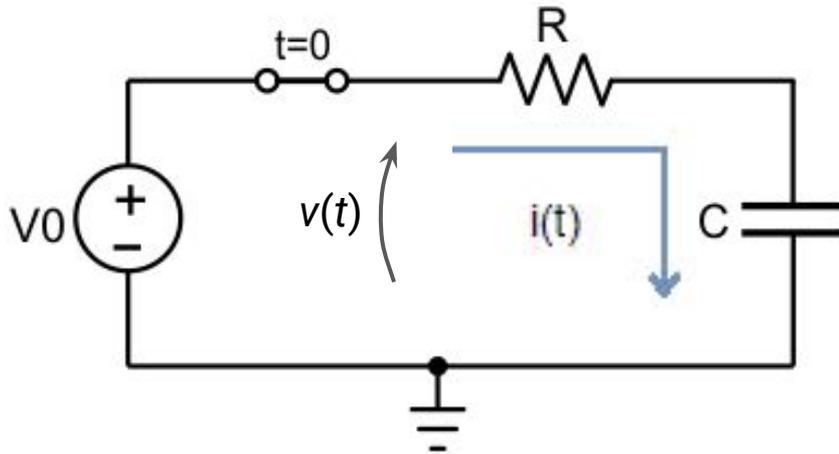
Analicemos las ecuaciones del circuito ...



$$v(t) = v_R(t) + v_C(t)$$

$$v(t) = i(t)R + v_C(t)$$

Analicemos las ecuaciones del circuito ...



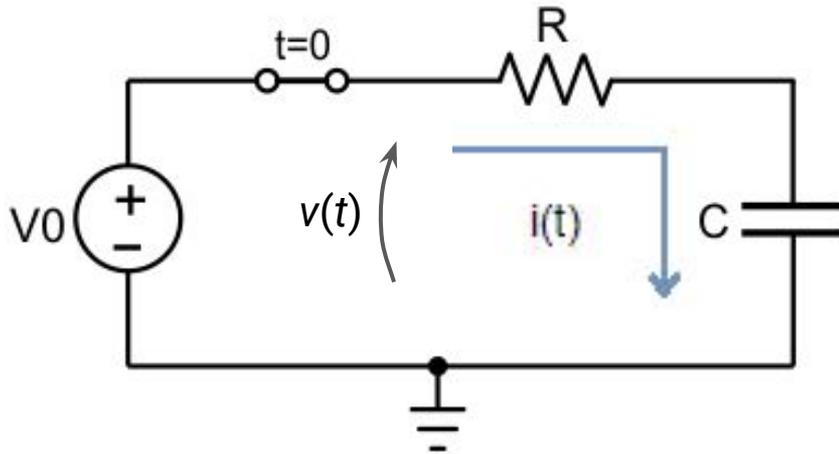
$$v(t) = v_R(t) + v_C(t)$$

$$v(t) = i(t)R + v_C(t)$$

$$i(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt}$$

**¡Pero ya sabemos  
cuanto vale  $i(t)$ !**

Analicemos las ecuaciones del circuito ...



$$v(t) = v_R(t) + v_C(t)$$

$$v(t) = i(t)R + v_C(t)$$

$$i(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt}$$

**¡Pero ya sabemos  
cuanto vale  $i(t)$ !**

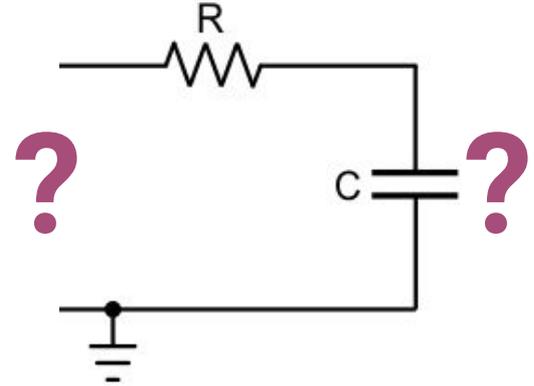
**Nos queda una ecuación  
diferencial de primer orden:**

$$RC \frac{dv_C(t)}{dt} + v_C(t) = v(t)$$

# Preguntas...

¿Cuál será la solución de la ecuación diferencial?

¿Qué forma de onda está excitando al circuito?

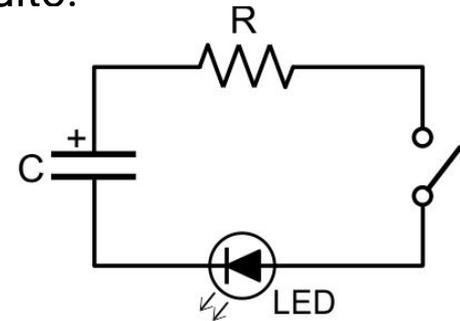


$$RC \frac{dv_C(t)}{dt} + v_C(t) = v(t)$$



## Experimento 1

Circuito:



1. Se carga el capacitor (con la llave abierta)
2. Se cierra la llave y se observa la descarga

