

Electricidad y Medidas Eléctricas I 2014

Carreras:

- Técnico Universitario en Electrónica y en Telecomunicaciones.
- Profesorado en Tecnología Electrónica.

<http://www.unsl.edu.ar/~eyme1/>

Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Físico-Mat. y Nat. UNSL



Bolella 8
 Condensadores.
 Capacidad.
 Asociación de condensadores.
 Efecto de un condensador en un circuito DC
 Circuito RC.
 Carga y descarga de un condensador.
 Constante de tiempo.
 Aplicaciones

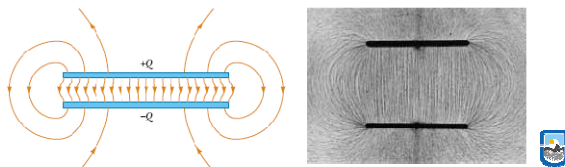
Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Físico-Mat. y Nat. UNSL

Capacitor: es un par de conductores con cargas de igual magnitud pero signos opuestas

Definición de Capacidad: $C = Q/\Delta V$

La capacitancia de un capacitor es la cantidad de carga que puede almacenar por unidad de Tensión.

Unidad [Faraday] = [Coulombs]/[Volts]



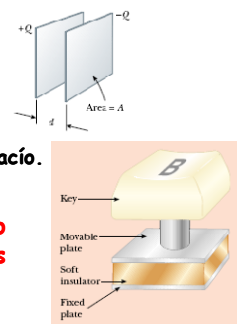
Calculando la Capacidad:

$$C = \epsilon_0 A/d$$

(Placas Paralelas)

ϵ_0 Ctte. de permitividad en el vacío.

La Capacidad sólo depende de factores geométricos !



Example 26.1 Parallel-Plate Capacitor

A parallel-plate capacitor with air between the plates has an area $A = 2.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ and a plate separation $d = 1.00 \text{ mm}$. Find its capacitance.

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{(8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2)(2.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{1.00 \times 10^{-3} \text{ m}} = 1.77 \times 10^{-12} \text{ F} = 1.77 \text{ pF}$$

Solution From Equation 26.3, we find that

Combinación de capacitores:

$$C = Q/\Delta V$$

Paralelo

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$$

$$C_{\text{Equiv}} \Delta V = C_1 \Delta V + C_2 \Delta V$$

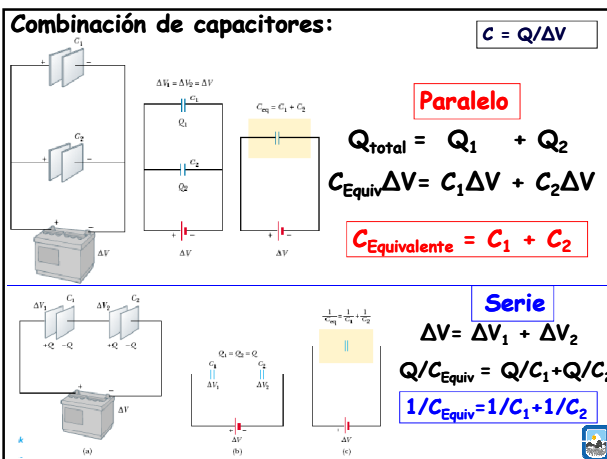
$$C_{\text{Equivalente}} = C_1 + C_2$$

Serie

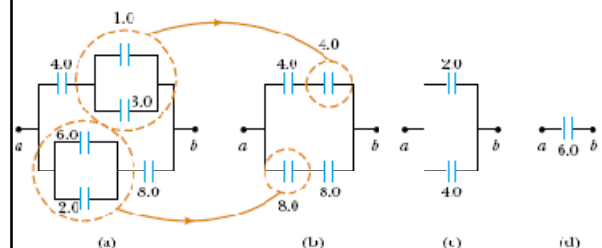
$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$Q/C_{\text{Equiv}} = Q/C_1 + Q/C_2$$

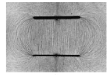
$$1/C_{\text{Equiv}} = 1/C_1 + 1/C_2$$



Ejemplo de Asociación de Capacitores:



Energía Almacenada en un capacitor cargado



$$dW = \Delta V dq = (q/C) dq$$

$$C = Q/\Delta V$$

$$W = Q^2/2C$$

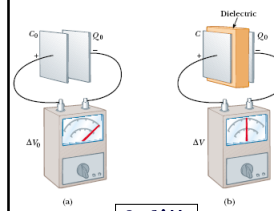
$$U = Q^2/2C = Q\Delta V/2 = C\Delta V^2/2$$



360 Joules en 2 ms.
3000 Veces la potencia de una Lamparita de 60 W!



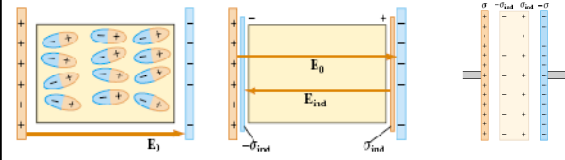
Capacitores con dieléctricos:



$$Q = C\Delta V$$

Dieléctrico: Material "no conductor"

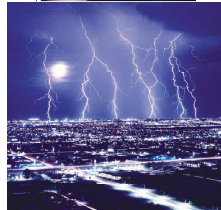
- Aumenta la capacidad.
- Se incrementa el $V_{\text{Máximo}}$.
- Mecanismo de soporte entre placas.



Esfuerzo Dieléctrico: Voltaje por unidad de longitud (E) para establecer conducción en el dieléctrico (chispa) = Voltaje de Ruptura

Approximate Dielectric Constants and Dielectric Strengths of Various Materials at Room Temperature

Material	Dielectric Constant κ	Dielectric Strength* (10^6 V/m)
Air (dry)	1.000 50	3
Bakelite	4.9	24
Fused quartz	3.78	8
Mylar	3.2	7
Neoprene rubber	6.7	12
Nylon	3.4	14
Paper	3.7	16
Paraffin-impregnated paper	3.5	11
Polystyrene	2.56	24
Polyvinyl chloride	3.4	40
Porcelain	9	12
Plex glass	5.6	14
Silicone oil	2.5	15
Siliconium titanate	233	8
Teflon	2.1	60
Vacuum	1.000 00	—
Water	80	—



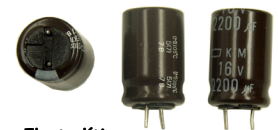
Corriente de Fuga



Tipos de Capacitores:



Poliéster
1µF/50V



Electrolítico
220F/16V



Cerámico 10pF a 0.05µF
100V a 6 kV



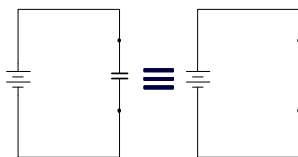
Comportamiento de los Capacitores en Continua.

$$Q = C\Delta V$$

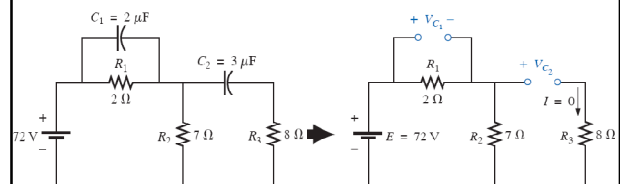
$$\Delta Q/\Delta t = C\Delta V/\Delta t$$

$$I = C dV/dt$$

En Continua, un capacitor se comporta como un circuito abierto



Ejemplo de capacitores en DC (estado estacionario):



$$V_{C1} = \frac{(2 \Omega)(72 \text{ V})}{2 \Omega + 7 \Omega} = 16 \text{ V} \quad V_{C2} = \frac{(7 \Omega)(72 \text{ V})}{7 \Omega + 2 \Omega} = 56 \text{ V}$$

$$Q = C\Delta V$$

$$Q_1 = C_1 V_{C1} = (2 \times 10^{-6} \text{ F})(16 \text{ V}) = 32 \mu\text{C}$$

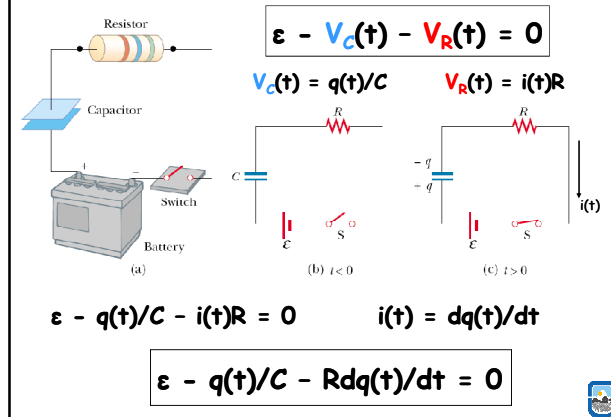
$$Q_2 = C_2 V_{C2} = (3 \times 10^{-6} \text{ F})(56 \text{ V}) = 168 \mu\text{C}$$



Estado Estacionario

Estado Transitorio

Transitorios en circuitos RC: Carga de un Capacitor



$$\epsilon - q(t)/C - R dq(t)/dt = 0$$

$$q(t) = \epsilon C (1 - e^{-t/(RC)})$$

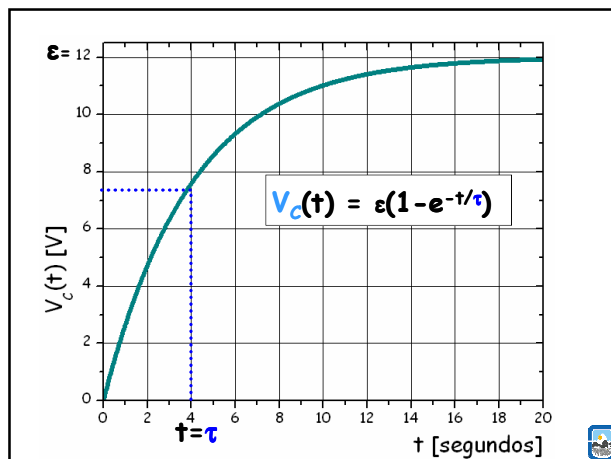
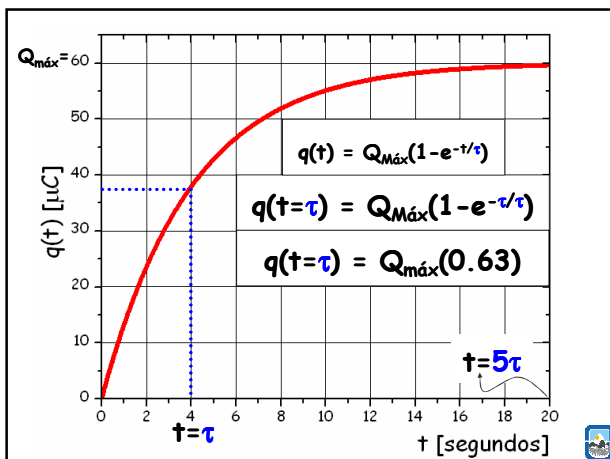
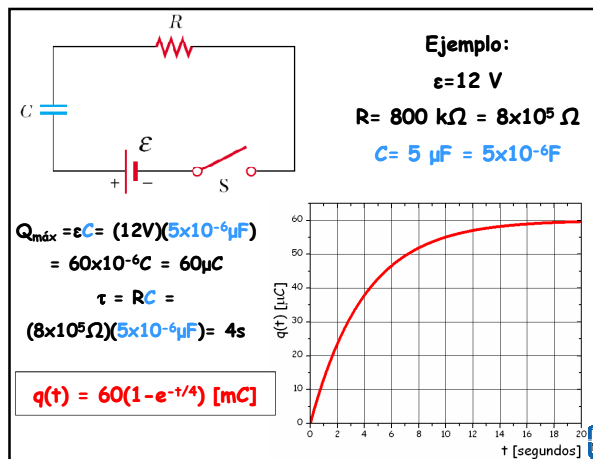
$$q(t) = Q_{\text{Máx}} (1 - e^{-t/\tau}) \quad Q_{\text{Máx}} = \epsilon C$$

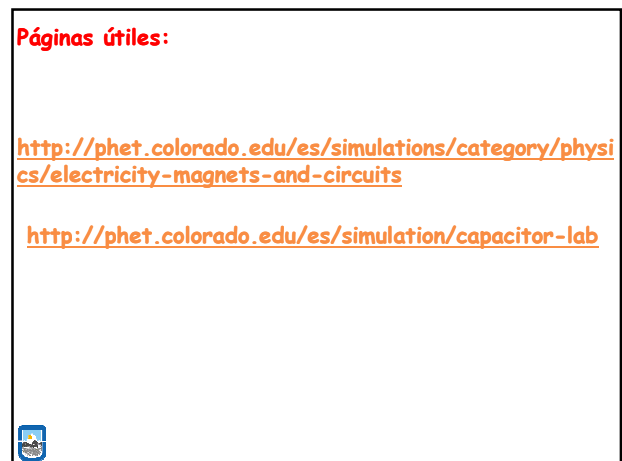
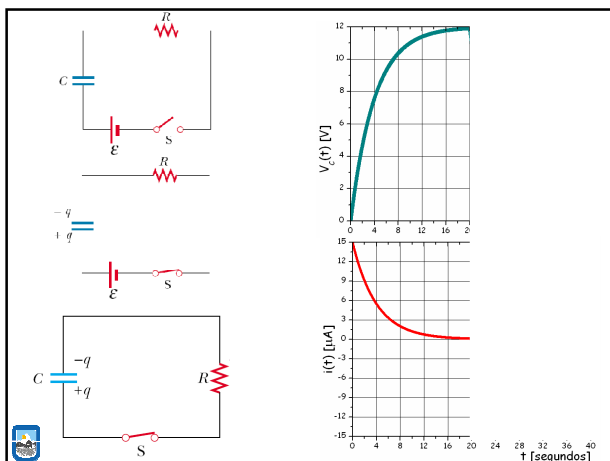
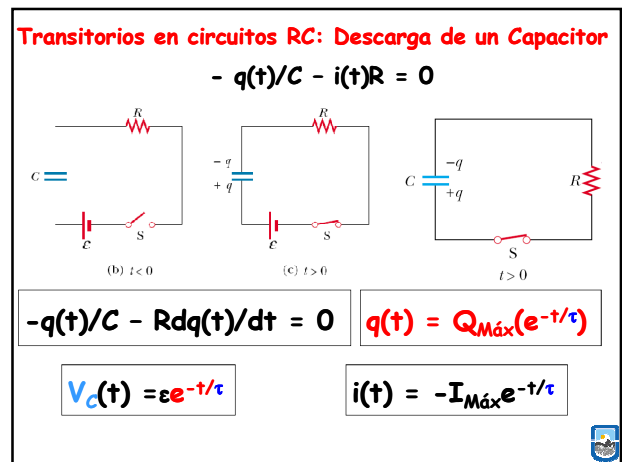
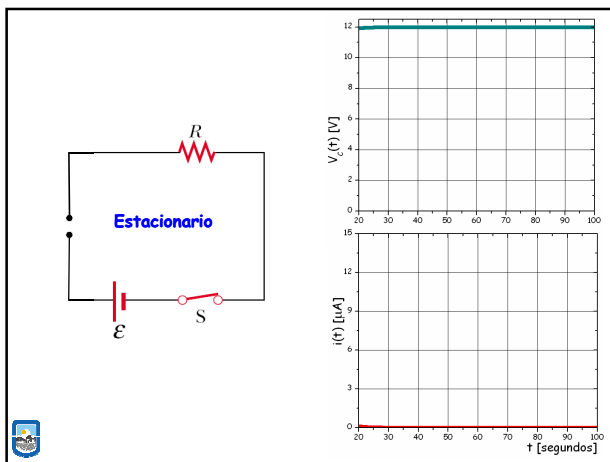
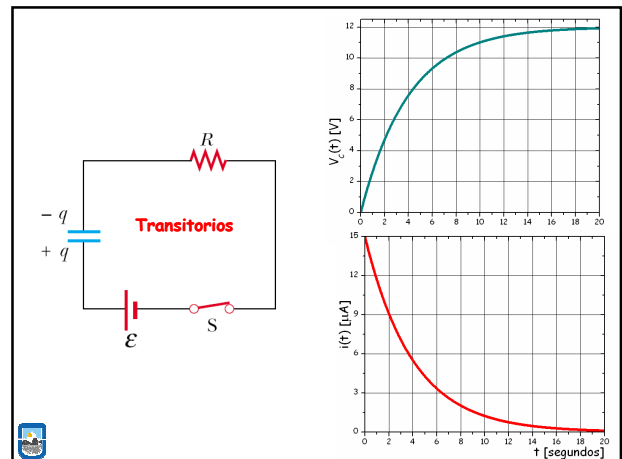
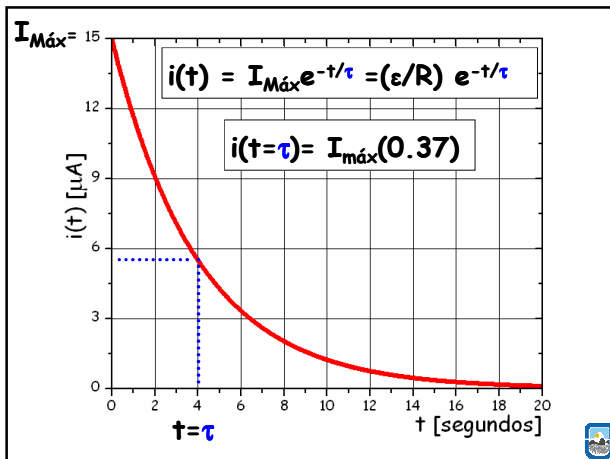
$$\tau = RC$$

$$V_C(t) = (Q_{\text{Máx}}/C) (1 - e^{-t/\tau}) = \epsilon (1 - e^{-t/\tau})$$

$$i(t) = dq(t)/dt$$

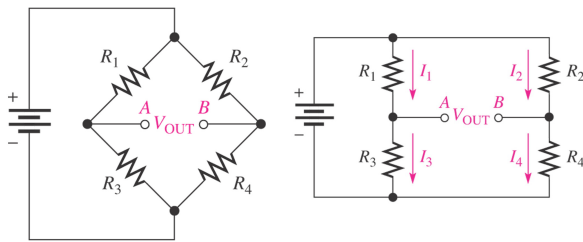
$$i(t) = I_{\text{Máx}} e^{-t/\tau} = (\epsilon/R) e^{-t/\tau}$$





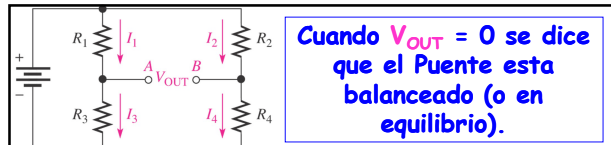
Circuito puente de Wheatstone

Inventado por Samuel Hunter Christie en 1833!



Se lo utiliza en conjunción con transductores¹ para medir propiedades físicas (temperatura, presión, etc)

¹ Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.



Cuando $V_{OUT} = 0$ se dice que el Puente está balanceado (o en equilibrio).

Solamente si el Puente está balanceado se cumple que:

Ley de Ohm

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 & \rightarrow & V_1/V_3 = V_2/V_4 \\ V_3 &= V_4 & \rightarrow & I_1 R_1 / I_3 R_3 = I_2 R_2 / I_4 R_4 \end{aligned}$$

En equilibrio $I_1 = I_3$ y $I_2 = I_4 \rightarrow R_1/R_3 = R_2/R_4$

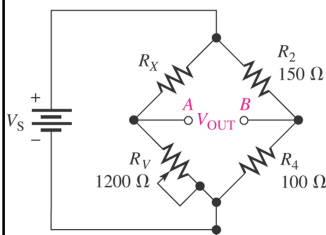
$$R_1 = R_3(R_2/R_4)$$

Esta relación nos permite encontrar el valor de una resistencia en función de las restantes.

Sólo si el puente está balanceado.



Utilizando el Puente de Wheatstone balanceado para determinar el valor de una resistencia desconocida.



$$R_X = R_V(R_2/R_4)$$

La razón (R_2/R_4) es el factor de escala.

R_V es una resistencia variable que se debe ajustar hasta que el puente esté balanceado.

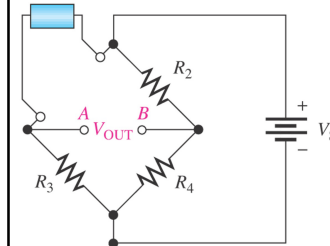
Para detectar la condición de equilibrio ($V_{OUT} = 0$) se debe utilizar algún instrumento que detecte la mínima variación de tensión y/o corriente.

Antiguamente se utilizaba un *galvanómetro*.



Aplicaciones: Circuito puente para medir temperatura.

Transductor



Cuando $V_{OUT} \neq 0$ el puente está desbalanceado, condición que se utiliza para medir distintas propiedades físicas. Esto se realiza conectando un transductor en una de las ramas del puente.

La resistencia del transductor cambia proporcionalmente con la propiedad a medir. Si el puente se balancea en un punto conocido ($V_{OUT} = 0$), entonces la cantidad que se desvía del equilibrio V_{OUT} será proporcional al cambio del parámetro físico que se desea medir.

