

# Clase 05

## Circuitos RC

### Laboratorio de física 2 para químicos

# 1) Explicación teórica

## Capacitor

- Un capacitor o condensador esta constituido por dos placas conductoras separadas por una distancia pequeña (respecto de las longitudes características de las placas).
- En general, entre ellas hay un medio dieléctrico.
- Si se conecta el capacitor a una fuente, las cargas se distribuyen llegando a una situación de equilibrio donde los dos conductores tienen igual cantidad de carga pero de signo contrario.
- La diferencia de potencial  $V$  entre las dos placas conductoras es proporcional a la carga  $q$  (medida en Coulomb) que hay en cada placa:

$$q = C.V \quad (1)$$

donde  $C$  la constante se llama capacidad eléctrica (unidades: 1 faradio = Coulomb/Volt).

- Esta constante depende de las características del capacitor (la superficie de las placas, la distancia de separación y el material entre las mismas).

# 1) Explicación teórica

## Capacitores

Existen diferentes tipos de condensadores en función de sus elementos constitutivos:

### Electrolíticos



### Tántalo



### Cerámico



### Condensadores plásticos:



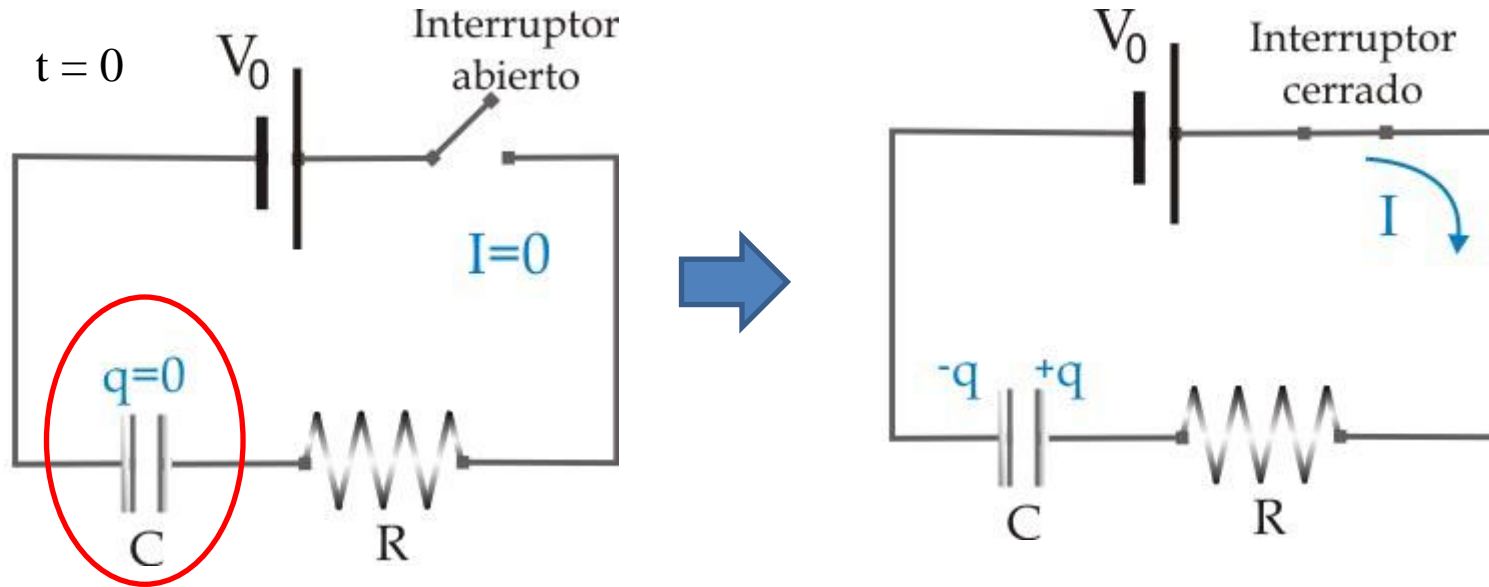
Símbolo: 

<https://docplayer.es/191978-Seguidores-de-clase-universidad-pontificia-de-salamanca-madrid-electronica.html>

# 1) Explicación teórica

## Circuito RC

### Ecuaciones de carga de un capacitor



-Si inicialmente el capacitor se encuentra descargado, cuando se cierra el interruptor comienza a circular corriente por el mismo hasta cargar el capacitor.

# 1) Explicación teórica

## Circuito RC

### Ecuaciones de carga de un capacitor

¿Cómo es  $I(t)$  y  $q(t)$ ?

$$V_0 = V_R + V_C \quad \Rightarrow \quad V_0 = R.I + \frac{q}{C} = R.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \quad \text{Ecuación diferencial}$$

Solución particular:  $q_p = C.V_0 \quad \Rightarrow \quad q(t) = q_h(t) + q_p = A.e^{-t/\tau} + C.V_0$

Solución homogénea:  $q_h(t) = A.e^{-t/\tau}$

Donde  $\tau = R.C$  denominado tiempo característico

La constante  $A$  se determina de acuerdo a las condiciones iniciales del problema.

En este caso, inicialmente el capacitor está **descargado** ( $q(t=0)=0$ )  $\Rightarrow A = -V_0.C$

$$\Rightarrow q(t) = C.V_0.(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow I(t) = \frac{V_0}{R}.e^{-t/\tau} \Rightarrow V_C(t) = V_0.(1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

**Ecuación de carga**

# 1) Explicación teórica

## Circuito RC

### Ecuaciones de descarga de un capacitor

-De la misma manera que en el apartado anterior se puede plantear las ecuaciones para la descarga de un capacitor, planteando como condición inicial que el capacitor está cargado:

$$V_c(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

### Ecuación de descarga

## 2) Objetivos de la práctica

- Estudiar el **régimen transitorio** de un circuito RC, midiendo los tiempos característicos de carga y descarga de un capacitor.
- Estudiar la respuesta del circuito al excitarlo con una **señal periódica** (filtros pasa bajos y pasa altos).

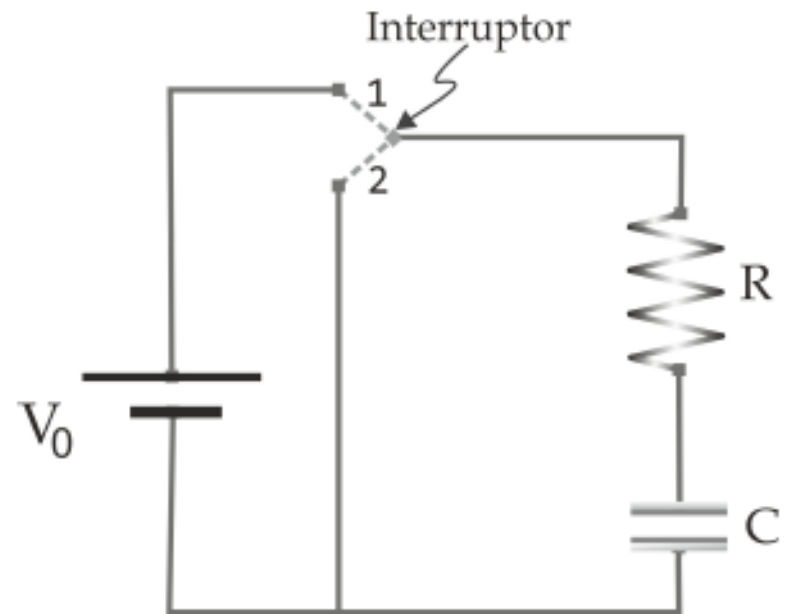
### 3) Arreglo experimental:

#### a) Carga y descarga del capacitor

-Para esta parte se estudia el proceso de **carga** y **descarga** de un capacitor, variando la posición del interruptor del circuito que se muestra en la figura.

-Para estudiar su comportamiento, cargar el circuito en el applet: <https://www.falstad.com/circuit/> (*Ejemplo de circuitos- Básicos–condensador*).

- Posicionar la llave para estudiar la **carga**.
- Detener la simulación donde le parezca conveniente y distinguir cuál es la curva de  $I(t)$  y  $V_c(t)$  en el osciloscopio.
- Tomar valores de  $V_c$  y  $t$  en el rango adecuado y grafique  $V_c$  vs  $t$ .
- Ajustar  $V_c$  vs  $t$  con una exponencial de acuerdo a la ec (2) y obtener  $\tau$ .



### 3) Arreglo experimental:

#### a) Carga y descarga del capacitor

- Repetir el análisis anterior para estudiar la **descarga**.
- Ajustar  $V_c$  vs  $t$  con una exponencial de acuerdo a la ec (3) y obtenga  $\tau$ .
- Linealizar la ec (3) y realizar un ajuste lineal por cuadrados mínimos para obtener  $\tau$ .

#### Para analizar y responder:

- ¿Cuál es el tiempo característico que se obtiene de ambas mediciones? Comparar el resultado con el producto  $R.C$  que da la simulación.
- ¿Cuál es el valor de tensión que alcanza el régimen estacionario en cada caso?
- Repetir las mediciones utilizando otro valor de tensión de fuente. ¿Debería cambiar el tiempo de carga/descarga?



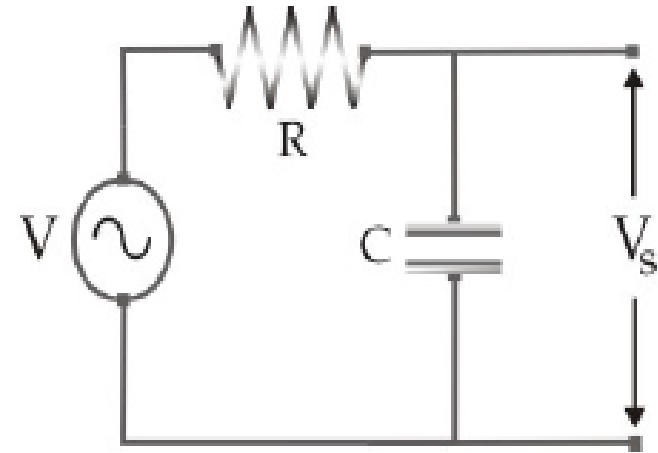
### 3) Arreglo experimental:

#### b) Filtro RC pasa bajos (integrador)

-En este circuito, se mide la tensión de salida,  $V_s$ , en la caída de tensión sobre el capacitor,  $V_C$ .

-Aplicando una **señal sinusoidal** de amplitud de 5V, estudiar la respuesta del sistema en función de la frecuencia.

-Para ello cargar al simulador el circuito del archivo **FiltroPasaBajos.txt**.



➤ Graficar el cociente entre las amplitudes de la señal de salida ( $V_s$ ) y la de entrada ( $V$ ), o sea, la **Transferencia** ( $T = |V_s/V|$ ) en función de  $\omega/\omega_0$  con  $\omega_0 = 1/RC$ .

➤ Los valores de  $V_s$  se puede obtener en el osciloscopio, pidiendo en la configuración que muestre el valor de pico y la frecuencia.

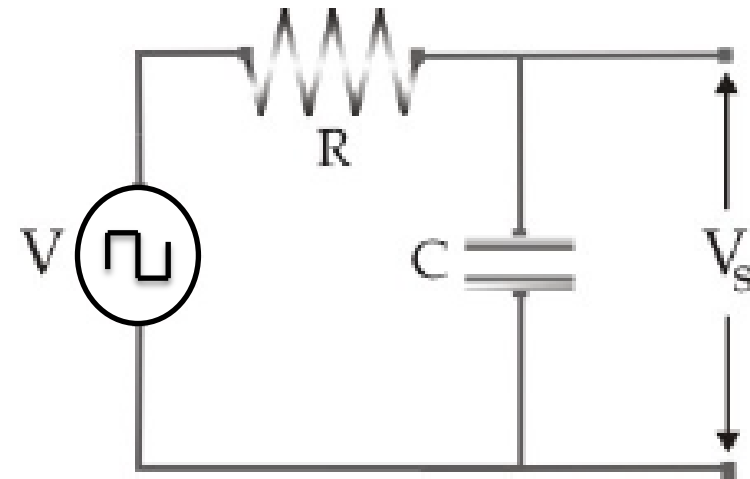
➤ Variar en principio la frecuencia alrededor de  $\omega_0$  y luego para todo el rango de  $\omega$  e ir obteniendo los valores de  $V_s$ . (Ir graficando y ver qué valores de la frecuencia hacen falta medir)

**Observación:** el simulador mide  $f$  pero se pide graficar en función de  $\omega/\omega_0$  (relación  $f = \omega/2\pi$ ).

### 3) Arreglo experimental:

#### b) Filtro RC pasa bajos (integrador)

- En el circuito anterior, aplicar una **señal cuadrada**.
- Estudiar la forma de la señal de salida en función de la frecuencia (**circuito integrador**).
- ¿Existe alguna relación entre la señal de salida y la de entrada? Describir los resultados mediante los modelos propuestos y comparar con las mediciones.



**Observación :** Ver los Anexo I y II para más información (apuntes del Profesor César Moreno).

### 3) Arreglo experimental:

#### c) Filtro RC pasa altos (derivador)

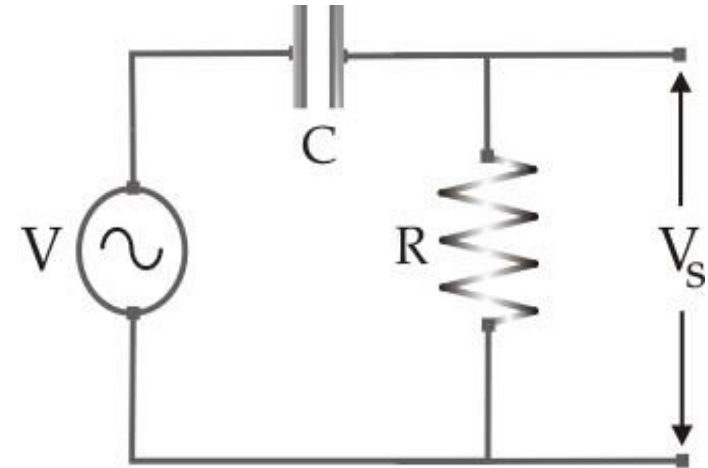
-Para estudiar este filtro se mide la tensión de salida,  $V_s$ , en la caída de tensión de la resistencia,  $V_R$ , aplicando una **señal sinusoidal**.

-Para ello cargar al simulador el circuito del archivo **FiltroPasaAltos.txt**.

➤ Medir la transferencia,  $T = |V_s/V|$  vs  $\omega/\omega_0$ , midiendo la caída de potencial sobre la resistencia.

➤ Luego, aplicar una **señal triangular** y estudiar la señal de salida (**circuito derivador**).

➤ Discutir las diferencias con el caso anterior



### 3) Arreglo experimental:

Observación sobre desfase de las señales en ambos filtros:

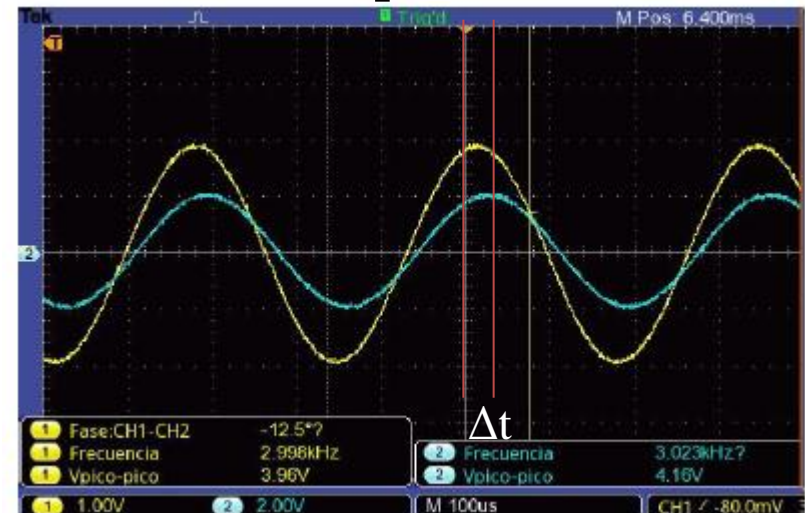
#### Filtro RC pasa bajos



➤ Desfase entre la tensión de entrada (curva azul) y la de salida (curva amarilla).

➤ La señal de salida **adelanta** con respecto a la de entrada.

#### Filtro RC pasa altos



➤ Desfase entre la tensión de entrada (curva azul) y la de salida curva amarilla).

➤ La señal de salida **atrás** con respecto a la de entrada.

Pausa

Volvemos en 10 min

# Armado de salas de trabajo con Zoom en grupos de 2 personas

Subir figuras a:

<https://docs.google.com/document/d/13XfvEAqEw4FOgbdiwSSQCFiPABBQ3m5GX7kXh0DRMdI/edit?usp=sharing>

# Trabajo en salas por 1 hora