

**Laboratorio de Física 1 (ByG)**  
**1er. cuatrimestre 2014**  
**Guía 7: circuito RC**

**1. Objetivo**

- Analizar el comportamiento no estacionario de un circuito compuesto por un capacitor y una resistencia.

**2. Introducción**

Un capacitor está constituido por dos placas conductoras separadas por una distancia pequeña (respecto de las longitudes características de las placas). Generalmente, entre ellas hay un medio dieléctrico. Si se conecta el capacitor a una fuente de tensión, las cargas se distribuyen en las superficies, llegando a un equilibrio como se muestra en la Figura 1. En cada placa, hay igual cantidad de carga pero de signo contrario. La diferencia de potencial que existe entre las dos placas conductoras es proporcional a la carga  $Q$  que hay en cada placa. Esto se expresa:

$$Q = C.V \tag{1}$$

donde  $C$  es la constante de proporcionalidad llamada capacidad o capacitancia. Esta constante depende de las características del capacitor (superficie de placas y distancia de separación, material entre placas). La unidad de la capacitancia es el *faradio* ( $F=Coulomb/Volt$ ).



**Figura 1.** Esquema de un capacitor de placas paralelas

Para estudiar las propiedades de un capacitor, podemos armar el circuito que se muestra en la **Figura 2**. En el caso que la llave conecta a la batería, la diferencia de potencial del circuito es igual a:

$$V_0 = V_R + V_C \tag{2}$$

donde  $V_C$  es la diferencia de potencial sobre el capacitor y  $V_R$  es la diferencia de potencial sobre la resistencia. Utilizando la ecuación (1) para  $V_C$  y la Ley de Ohm para expresar  $V_R$

( $V_R = I.R = \frac{dQ}{dt} R$ ) podemos escribir:

$$V_0 = \frac{Q}{C} + \frac{dQ}{dt}R \quad (3)$$

resolviendo esta ecuación, donde la variable es  $Q$  y la condición inicial es que el capacitor se encuentra descargado, resulta

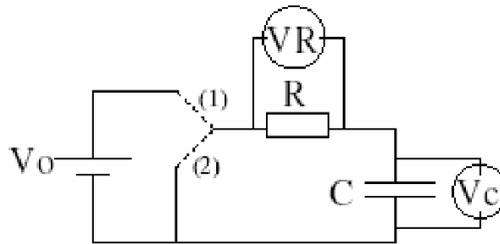
$$Q(t) = V_0 C (1 - e^{-t/RC}) \quad (4)$$

Utilizando la ecuación (1) para  $V_C$ , y que  $V_R = V_0 - V_C$ :

$$V_C(t) = V_0 (1 - e^{-t/RC}) \quad (5)$$

$$V_R(t) = V_0 e^{-t/RC} \quad (6)$$

estas expresiones indican cual es la evolución temporal de la diferencia de voltaje sobre la resistencia y capacitor cuando se conecta una batería al circuito RC.



**Figura 2.** circuito RC con dos posibles configuraciones: (1) conectado a la batería, (2) al desconectar la batería.  $V_C$  y  $V_R$  indican las mediciones de diferencia de potencial sobre cada uno de los elementos.

El circuito a armar es el de la **Figura 2**, donde la llave conecta primero con la batería permitiendo la carga del capacitor con carga límite  $Q_0 = V_0 \cdot C$  y luego desconecta la batería realizando la descarga del capacitor. Este circuito tiene particular importancia en biología ya que con estos elementos se “modela” la membrana celular.

### 3. Actividades

Se quiere ver qué pasa a tiempos cortos o cercanos al momento en que se enciende o se apaga una llave, intentando estudiar como varía la carga en función del tiempo ( $Q(t)$ ) en el capacitor durante los procesos de acumulación de carga y de descarga. El comportamiento del circuito a estos tiempos se lo llama transitorio. ¿Por qué recibe este nombre? ¿Qué son tiempos cortos y tiempos largos? ¿Cuáles son las condiciones del circuito en estado estacionario? ¿Qué pasa con la corriente?

Para estudiar la dinámica del circuito necesitamos medir  $V$  en función del tiempo. ¿Es posible medir la tensión en función del tiempo  $-V(t)-$  con un multímetro? Nosotros para ello utilizaremos el SensorDAQ, conectando a una de los canales un cable para medir la tensión

sobre la resistencia o sobre el capacitor. ¿Cómo haría para obtener  $I(t)$  o  $Q(t)$ ? ¿Qué otro instrumento suele utilizarse para medir diferencias de potencial en función del tiempo?

Construya un circuito RC como el de la **Figura 2**. Observe  $V(t)$  para la resistencia y para el capacitor mientras enciende y apaga la llave (voltaje de la fuente constante distinto de cero y voltaje cero), ¿cómo son las curvas  $V_R$  y  $V_C$ ?

Para simplificar las medidas en vez de utilizar una fuente de continua puede utilizar un generador de ondas con perfil rectangular, de base cero y voltaje máximo (con eso imita la llave). Elija una frecuencia para la onda rectangular de manera tal que vea todo el comportamiento de carga y descarga del circuito.

*Nota:* Tener cuidado al conectar el cable para medir la diferencia de potencial sobre alguno de los elementos del circuito, uno de los terminales del SensorDAQ está conectado a “tierra”. Si el generador de onda también está conectado a tierra se puede estar cortocircuitando parte del circuito. CONSULTAR CON EL DOCENTE. Discutir con el docente la función de la referencia de tierra en el laboratorio. ¿Qué significa “conectar a tierra”? ¿a dónde va la “tercera pata del enchufe”?

Repita la medición para diferentes valores de R y C. ¿Qué le sucede a las curvas  $V_R$  y  $V_C$ ? ¿Cuál es el tiempo característico del transitorio? ¿De qué variables experimentales depende?

Finalmente, si se busca ahora modelar la respuesta del circuito, ¿qué función elegiría? Tome un conjunto de parámetros de los utilizados con un tiempo característico adecuado para observar bien la carga y la descarga. Ajuste las curvas obtenidas siguiendo un ajuste no lineal. ¿Es posible linealizar para obtener el tiempo característico? Si es posible, realícelo y compare.