Laboratorio de Física I (BG)

1er. cuatrimestre 2007, cátedra Mariano Sigman

Guía 7: Circuito RC

Docentes: Ana Amador, Laura C. Estrada, Maia Brunstein (lunes)
Rodrigo Laje, Solange Di Napoli, Ana Narvaja (viernes)

1. Objetivo

Estudiar el comportamiento no estacionario de un circuito compuesto por un capacitor y una resistencia. En el camino, habrá una introducción a capacitores y sus aplicaciones.

2. Introducción

Un capacitor está constituído 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, 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 *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* $F = Coulomb/Volt$.

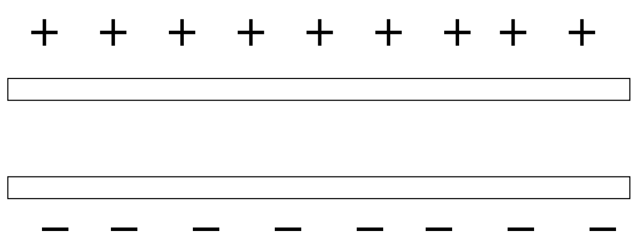

Figura 1: Esquema de un capacitor de placas paralelas.

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

$$V_0 = V_C + V_R$$

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 V_R ($V_R = I * R = dQ/dt$), podemos escribir

$$V_0 = \frac{Q}{C} + \frac{dQ}{dt} R \tag{2}$$

resolviendo esta ecuación, donde la variable es Q, resulta

$$Q(t) = V_0 * C(1 - e^{-t/RC}) \tag{3}$$

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

$$\begin{aligned} V_C(t) &= V_0 * (1 - e^{-t/RC}) && (4) \\ V_R(t) &= V_0 * e^{-t/RC} && (5) \end{aligned}$$

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

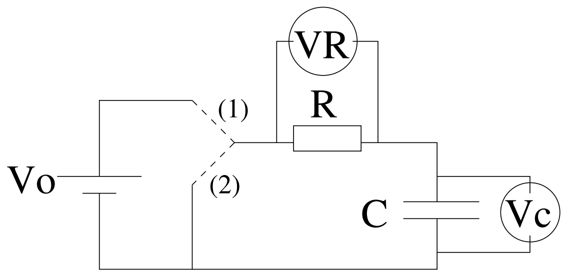

Figura 2: Circuito RC. Dos posibles configuraciones: (1) conectado a la batería, (2) sin conectar a la batería. V_R y V_C indican las mediciones de diferencia de potencial sobre cada uno de los elementos.

Este circuito tiene particular importancia en biología ya que con estos elementos se "modela" la membrana celular, según muestra la figura 3. En la página web del labo, estarán diponibles links interesantes de esto.

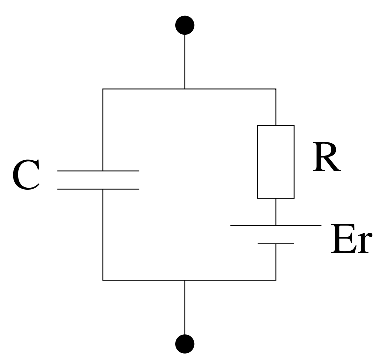

Figura 3: Modelo de membrana celular.

3. Actividades

En la práctica anterior (Práctica 8: Ley de Ohm) se midió la corriente y la diferencia de potencial en un circuito en estado estacionario, es decir que no había que preocuparse por lo que pasa cuando se cierra una llave sino que se asume que por el circuito instantáneamente circula una corriente igual a la medida o simplemente que se mide lejos del momento en que se enciende la llave, a tiempos en los cuales el sistema se encuentra en equilibrio. Ahora se quiere ver que pasa a tiempos cortos o cercanos al momento en que se enciende o se apaga una llave, al comportamiento (de este circuito particular al menos) a estos tiempos se lo llama transitorio. ¿Por qué recibe este nombre? ¿Qué son tiempos cortos y tiempos largos?

Por otro lado, ahora lo que se vuelve interesante es la dinámica, es decir como evoluciona V o I en función del tiempo, para ello se volverá a echar mano del MPLI.

3.1) Construir un circuito RC como el de la figura 2. ¿Qué parámetros pueden ser relevantes para la dinámica? ¿Qué parámetros pueden ser controlados experimentalmente?

3.2) Medir con el MPLI diferencia de potencial en función del tiempo (V(t)) ante la apertura de la llave. ¿Es igual V(t) para la resistencia (V_R) que para el capacitor (V_C)?

3.3) Repetir la medición para diferentes combinaciones de los parámetros. Idea: Dado que el tiempo de experimento es un limitante, no medir todas las combinaciones posibles de valores para el juego de parámetros elegido. Sino que variar uno manteniendo todos los demás fijos.

3.4) Ajustar con una función exponencial (¿sólo una exponencial?) la respuesta del circuito. Una alternativa puede ser linealizar... para ello siguiendo las mismas ideas que llevan a plantear una exponencial, hay que aplicar $ln()$. ¿será necesario hacer alguna otra operación más para poder llevar los datos a un gráfico que permita un ajuste lineal (y sea interpretable fácilmente)?

¿Cómo dependen los resultados obtenidos a partir de la linealización y el ajuste con los parámetros del circuito (discutidos en 3.2)? Si tienen suficientes datos pueden probar graficarlos y arriesgar una dependencia, sino simplemente describirlos cualitativamente y compararlos con algún modelo conocido.