



:: OBJETIVOS [7.1]

- En esta práctica se determina experimentalmente la constante de descarga de un condensador, también llamado capacitor ó filtro cuando está conectado en serie a una resistencia R .
- Se estudian asociaciones de condensadores en serie y en paralelo para determinar su capacitancia equivalente y descubrir cómo deben combinarse las capacitancias individuales para obtener el valor hallado experimentalmente.

:: PREINFORME [7.2]

Cuando un condensador con capacitancia C se descarga a través de una resistencia R en serie con él, es conveniente considerar tres cantidades, variables con el tiempo, que intervienen en el proceso:

- $Q(t)$ que es la carga en una de las placas del condensador (la otra placa necesariamente tiene una carga $-Q(t)$)
- $I(t)$ que es la corriente que circula a través del circuito;
- $V(t)$ que es la diferencia de potencial entre la placa positiva y la negativa del condensador y equivale para esta práctica de laboratorio a la *fem* E que suministra la fuente (por lo tanto será la diferencia de potencial a través de la resistencia que completa el circuito).

- a. Es posible establecer la siguiente relación entre la carga y la corriente

$$I = \pm \frac{dQ}{dt}, \quad (7.1)$$

donde la escogencia del signo depende de la dirección de la corriente con respecto a la placa que contiene la carga Q .



Asegúrese de comprender cuál signo corresponde en cada caso.

- b. En un circuito que contiene una resistencia y un capacitor, al utilizar la conservación de la energía ó al aplicar la ley de Kirchhoff de las mallas y la definición de capacitancia $C = \frac{Q}{V}$, cualquiera que sea el signo (**¿por qué?**) que se escoja en la ecuación (7.1), se obtiene la siguiente ecuación:

$$RI + \frac{Q}{C} = 0. \quad (7.2)$$

Al reemplazar (7.1) en (7.2) se llega a la **ecuación diferencial**

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{RC}Q. \quad (7.3)$$

- c. Verifique, que la solución de la ecuación (7.3) tiene la forma

$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC}}. \quad (7.4)$$

- d. Demuestre que la constante Q_0 puede tener cualquier valor para satisfacer la ecuación (7.3). Pero para satisfacer las condiciones físicas concretas, Q_0 debe ser la carga que tiene el condensador en $t = 0$. Compruébelo.

- e. Demuestre que para el proceso de carga del condensador por medio de una fuente DC con una *fem* E o su forma equivalente, como quiera que al considerar para este caso $E = V_0$, donde V_0 es la diferencia de potencial entre las placas del condensador, surge la ecuación diferencial (7.3) y asume la forma

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{RC}Q + V_0. \quad (7.5)$$

- f. La solución de la ecuación (7.5), después de aplicar la condición de que la carga inicial es cero, tiene la siguiente forma que **usted debe verificar**:

$$Q = CV_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}}).$$

- g. Al descargarse el condensador, para que la carga de una de las placas sea $\frac{Q_0}{e} = 0,3679 Q_0$, es decir, cerca del 37% de su valor inicial, se tendrá la constante de tiempo RC . Deduzca este hecho de la ecuación (7.4).

:: EQUIPOS Y MATERIALES [7.3]

- Fuente de alimentación de voltaje desde: 0... 20 V DC .
- Voltímetro análogo Leybold.
- Condensadores de diferentes características y valores.
- Cronómetro.
- Multímetro Fluke
- Resistencia eléctrica de $33 k\Omega$ o un valor similar
- 10 conductores.

:: FUNDAMENTO TEÓRICO [7.4]

Un elemento de un circuito en el cual se almacena una carga Q cuando se aplica una diferencia de potencial V , tendrá una capacitancia C , definida como la relación entre la carga almacenada por el elemento y el potencial aplicado entre sus bornes.

$$C = \frac{Q}{V}.$$

La unidad de capacitancia es el *farad* (F) y es igual a $\frac{\text{coulomb}}{\text{volt}}$. Un *farad*, sin embargo, es una unidad demasiado grande para las aplicaciones cotidianas, y se usa comúnmente el *microfarad*, igual a 10^{-6} *farad*, el cual se abrevia como μF , y el *picofarad* (10^{-12} *farad*), abreviado como pF .

Los elementos de un circuito que tienen valores específicos de capacitancia se conocen como condensadores. La mayoría de los condensadores constan de dos placas conductoras separadas por un aislante, como papel, mica, aire, etc. También existen condensadores de cerámica y de plástico en los cuales se han depositado películas metálicas sobre las superficies. Estos últimos condensadores tienen una alta resistividad. Los condensadores de cerámica y los plásticos, los de placas paralelas separados por aire o papel, etc., pueden usarse para corriente alterna o directa. Es decir, en este tipo de condensador no existe una polaridad preferencial. Su funcionamiento será el mismo si se invierte la polaridad de las placas.

Existe otro tipo de condensador en el cual la resistividad no es muy alta, pero con el cual se pueden alcanzar altos valores de la capacitancia. En estos condensadores, una película delgada de óxido sirve de dieléctrico (separador) entre una lámina metálica y una solución o mezcla conductora. Estos condensadores se conocen como **electrolíticos** y pueden usarse sólo si la lámina metálica nunca será negativa con respecto a la solución. Si la placa metálica es negativa, la película de óxido se destruye y el condensador no podrá usarse de nuevo.

Todo condensador electrolítico tendrá marcados los bornes positivo y negativo y hay que tener cuidado de usarlos adecuadamente.

:: PROCEDIMIENTO [7.5]

PRECAUCIÓN: Asegúrese de conectar los condensadores adecuadamente, borne positivo con el terminal positivo de la fuente. Nunca use el condensador con un voltaje por encima del marcado en él. Cuidado, ¡puede explotar!



Estudio del comportamiento de un condensador electrolítico alimentado con una fuente DC [7.5.1]:.

- a. De los condensadores suministrados para esta practica, anote sus características.

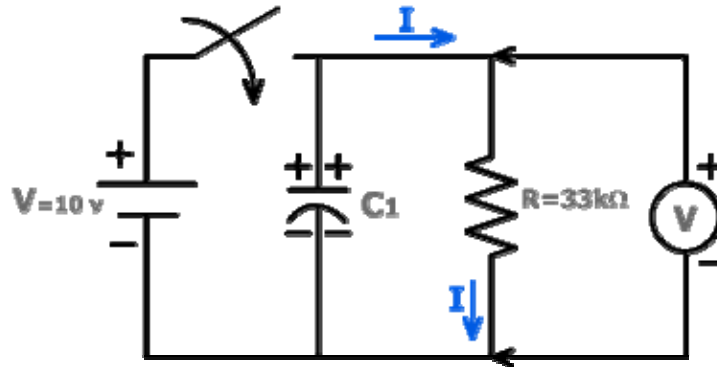


Figura 7.1

- b. Monte el circuito de la figura 7.1, con la fuente de alimentación DC en serie con el condensador C_1 (inicialmente la fuente debe marcar $V = 0 \text{ volt}$).
- c. De los terminales del condensador se conecta la resistencia de $33 \text{ k}\Omega$, (mídala previamente con el óhmetro Fluke) y registre este valor de R en su cuaderno de laboratorio.
- d. Desde los terminales de la resistencia R conecte respetando la polaridad, el voltímetro Leybold.
- e. Energice el circuito y aumente la tensión en la fuente hasta que la lectura del voltímetro marque 10.0 volt , además construya una tabla de dos columnas para reportar simultáneamente los valores de voltaje V y de tiempo t que serán medidos durante este laboratorio (aproximadamente 50 pares de datos).
- f. Cuando el voltaje máximo $V = 10 \text{ volt}$ sea alcanzado por el condensador anote en su cuaderno este valor, tome un cronómetro y póngalo en marcha tan pronto como desconecte el condensador de la fuente. Anote el voltaje a través del condensador cada 5 segundos, en la tabla por usted construida hasta que el voltaje caiga a menos de $\frac{1}{4}$ del valor inicial.
- g. Tome el segundo condensador y repita el procedimiento experimental 7.5.1.

Conexión de condensadores en paralelo [7.5.2]:.

- a. Conecte los dos condensadores en paralelo como aparecen en la figura 7.2.
- b. Energice el circuito y restablezca la condición de trabajo del numeral 7.5.1.

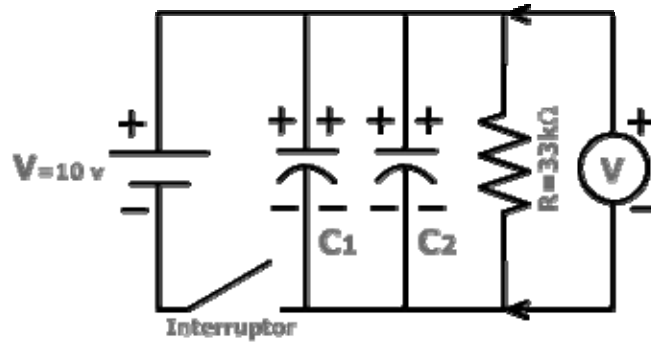


Figura 7.2

- c. Construyas las tablas correspondiente para almacenar los datos experimentales.
- d. Determine de sus datos la capacitancia equivalente de la asociación de los condensadores en paralelo.

Conexión de condensadores en serie [7.5.3]:.

- a. Conecte los dos condensadores en serie y alimente éste nuevo circuito con una fuente de corriente directa DC como se ilustra en la figura 7.3, hasta que el voltímetro indique que se ha alcanzado un valor máximo de 10volt . Mida y registre el voltaje en cada uno de los condensadores .
- b. Desconecte la fuente y mida el voltaje en los terminales de la resistencia R en intervalos de 5 segundos y llene la tabla respectiva.

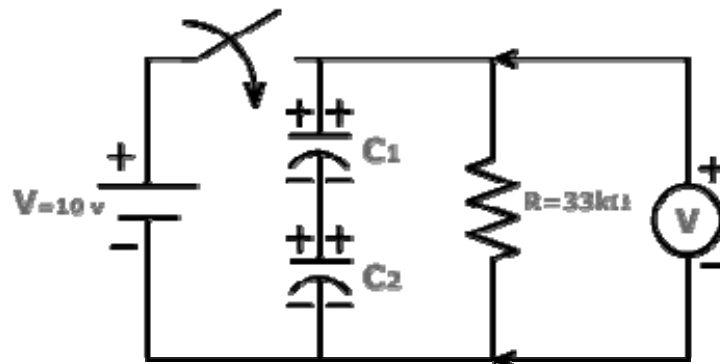


Figura 7.3

:: ANÁLISIS Y GRAFICOS [7.6] ::

- Con los datos del numeral 7.5.1 literales e. y g. construya gráficas de voltaje contra tiempo y de ellas, deduzca cuánto tarda el voltaje en caer a la mitad de su valor inicial. Compare esta magnitud con el valor de la constante de tiempo.
- Elabore sendas gráficas para los condensadores del numeral 7.5.1, tomando el logaritmo natural del voltaje contra el tiempo y de sus pendientes, encuentre cada valor de RC , a partir de la relación (recuerde que el voltaje es proporcional a la carga):

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{RC}},$$

donde

$$\ln V = \ln V_0 - \frac{t}{RC}.$$

- De la pendiente de la gráfica $\ln V$ contra t , encuentre C (recuerde que conoce R). compare este valor con el marcado en el condensador (puede diferir bastante, hasta en un 50%, del valor real). Si dispone de un puente universal, mida la capacitancia directamente.

::PREGUNTAS Y CONCLUSIONES [7.7] ::

- Con los datos del numeral 7.5.2 use un programa de mínimos cuadrados (de su calculadora o de un computador) para encontrar la pendiente de la gráfica $\ln V$ contra t . Compare el valor de la intercepción de la recta obtenida con el voltaje inicial.
- ¿Es la capacitancia obtenida en paralelo mayor que cada una de las capacitancias de los condensadores utilizados? Explique su respuesta.
- ¿Cómo se deben combinar las capacitancias de los condensadores individuales para obtener la capacitancia equivalente en paralelo?
- Con los datos del numeral 7.5.3 y empleando una regresión entre el logaritmo del voltaje y el tiempo, determine la capacitancia equivalente de los dos condensadores conectados en serie.
- En la asociación serie de capacitores ¿Es la capacitancia obtenida mayor o menor que la capacitancia de cada uno de los condensadores usados? Explique.
- ¿Cómo se deben combinar las capacitancias de los condensadores individuales para obtener la capacitancia equivalente serie?.
- ¿Cómo podría construir un condensador de placas paralelas con una capacitancia de 10 F?. Exprese sus hallazgos.