

GUIA 04

Asociaciones de resistencias y capacitores

Objetivos

- Analizar circuitos eléctricos en un nivel introductorio.
- Familiarizarse con el manejo de un multímetro digital y de una fuente de voltaje.
- Introducción al estudio de potencia eléctrica para corrientes continuas.

Introducción

0.- Lea la guía del experimento 1, y llévela al laboratorio para el desarrollo del experimento 2.

I.- Resistencia equivalente:

Llamamos resistencia equivalente a una resistencia imaginaria, que puede reemplazar a una serie de otras interconectadas. Por ejemplo, al conectar en serie "n" resistencias R_1, R_2, \dots, R_n , su resistencia equivalente vale:

$$R_{equivalente} = \sum_{i=1}^n R_i$$

Si en vez de conectarlas en serie, lo hacemos en paralelo, entonces, obtenemos:

$$\frac{1}{R_{equivalente}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

II.- Capacidad equivalente:

Llamamos capacidad equivalente a un capacitor imaginario, que puede reemplazar a una serie de otros interconectados. Por ejemplo, al conectar en serie "n" capacitancias C_1, \dots, C_n , su capacidad equivalente vale:

$$\frac{1}{C_{equivalente}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

Si en vez de conectarlas en serie, lo hacemos en paralelo, entonces, obtenemos:

$$C_{equivalente} = \sum_{i=1}^n C_i$$

Note que la forma de las equivalentes es al revés que en el caso de las resistencias. O sea, si queremos aumentar la capacidad, debemos conectar más capacitores en paralelo. En cambio, si quiero aumentar la resistencia debo agregar más resistencias en serie.

III.- Potencia eléctrica

Interesa saber cuánta energía puede entregar un circuito eléctrico, y de que depende. Para esto, tomemos un circuito como el de la figura 1, en el cual tengo algún elemento activo que genera una diferencia de potencial (como por ejemplo, una pila, una fuente, etc), y una "caja" que representa algún elemento que va a utilizar la energía.

El terminal A, está a mayor potencial que el terminal B. Si muevo un elemento de carga dq de A a B, esta carga disminuirá su energía potencial en dqV_{AB} , y por conservación de energía, este valor es el que tiene que transformarse, dentro de la caja, a otro tipo de energía. Tenemos entonces:

$$dU = dqV_{AB} = IdtV_{AB}$$

Ahora si queremos saber la rapidez de transmisión de la energía, tenemos:

$$\frac{dU}{dt} = IV_{AB} \equiv P \quad [1]$$

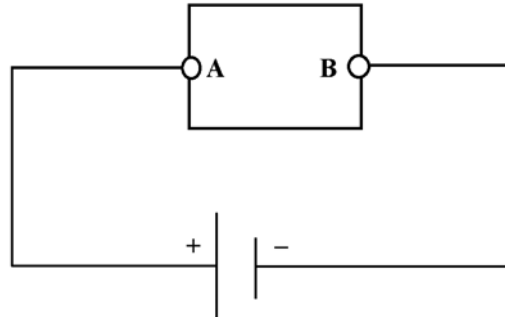


Fig. 1: Energía eléctrica

P se conoce como potencia eléctrica. Si en la fórmula anterior, I está en ampere y V_{AB} en volts, la potencia eléctrica se mide en watt. (W). La ecuación anterior es válida para corriente continua, y en cualquier instante dado para corriente alterna.

IV.- Analogías electromecánicas

Hay muchas analogías interesantes y útiles entre circuitos eléctricos y sistemas mecánicos. Uno de los más simples es la relación del circuito RC con el sistema mecánico que se muestra en la Fig. 2, que es una versión simplificada del amortiguador de un automóvil.

El pistón está perforado, y el aceite pasa por los agujeros cuando el pistón se mueve. El resultado es que hay una fuerza opuesta al movimiento que depende de la velocidad, por la viscosidad del aceite. Para velocidades moderadas, esta fuerza es proporcional a la velocidad y puede expresarse así: $F = -bv$, donde b es

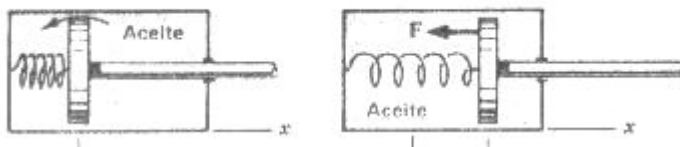


Fig. 2: Amortiguador de un automóvil

una constante de proporcionalidad y el signo negativo indica que la fuerza siempre se opone al movimiento. El resorte ejerce también una fuerza sobre el pistón en movimiento. Cuando se desplaza una distancia x de su posición de equilibrio, el resorte ejerce una fuerza $F = -kx$, donde k es la constante del resorte. La suma de estas dos fuerzas sobre el pistón debe ser igual a la masa del pistón multiplicada por su aceleración (de acuerdo con la segunda ley de Newton). Si la masa es despreciable, la suma de las dos fuerzas es cero, y tenemos

$$-kx - bv = 0 \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{k}{b} \cdot x$$

Esta ecuación diferencial tiene exactamente la misma forma que la ecuación de la descarga de un condensador (Guía anterior). El desplazamiento x corresponde a la carga Q , la velocidad v corresponde a la corriente I . Hay relaciones similares entre los parámetros de los componentes correspondientes; la constante de amortiguamiento b corresponde con la resistencia R , y la constante k del resorte es el inverso de la capacidad C . Así, este análisis demuestra inmediatamente que si al amortiguador se le da un desplazamiento inicial x_0 fuera del equilibrio, vuelve exponencialmente al equilibrio, según la ecuación:

$$x = x_0 e^{-kt/b}$$

Parte Experimental

PARTE A : Asociación de resistencias y potencia.

En esta parte estudiaremos resistencias en serie y en paralelo.

MONTAJE A1.

Conecte dos resistencias en paralelo. Anota sus valores reales.

MEDIDA A1

Mida la resistencia de la combinación.

ANÁLISIS A1

¿Está de acuerdo a la teoría esta medida?

Note la diferencia entre esta medida y los valores de las resistencias solas. Concluya qué ocurre cuando mide la resistencia de alguna componente sin aislarla del circuito.

MONTAJE A2

Desconecte el multímetro. Conecte la fuente al circuito. Mueva las perillas para que queden en cero. Encienda la fuente.

MEDIDA A2

Manteniendo la fuente de voltaje en 12V, mida las diferencias de potencial sobre cada resistencia. Luego desconecte el circuito y conecte los multímetros de manera de medir la corriente (sea cuidadoso, si conecta mal, puede dañar gravemente los multímetros. Si tiene dudas consulte con el profesor auxiliar) por cada resistencia, y la corriente total del circuito completo.

ANÁLISIS A2

¿Cuál es la magnitud relativa de las corrientes en relación a los valores de las resistencias?. ¿Esto se debe a la ley de Kirchhoff o de Ohm?. Concluya en términos tales como “la corriente más grande (valor en mA) fluye a través de la resistencia más ...”, etc. Esta configuración se denomina “*divisor de corriente*” Calcule la potencia sobre entregada por la fuente y la potencia disipada por cada resistencia, ¿qué puede decir al respecto?.

MONTAJE A3

Previamente mida los valores reales de las resistencias de las ampolletas. Luego monte las ampolletas en serie.

MEDIDA A3

Mida la resistencia de la combinación.

ANÁLISIS A3

¿Está de acuerdo el resultado con lo que Ud. espera?

MONTAJE A4

Desconecte el multímetro del circuito. Conecte la fuente de voltaje a la combinación de las dos ampolletas en serie y ajuste el voltaje a un valor de 12V.

MEDIDA A4

Ajuste el multímetro para medir voltaje y mida el voltaje sobre cada una de las ampolletas.

ANÁLISIS A4

¿Cuál debe ser la corriente que circula por todo el circuito?, ¿y la que circula por cada ampolleta? Un par de resistencias (que es una ampolleta) en serie forman un “*divisor de voltaje*”. Una vez realizadas estas mediciones, observe como cambia el brillo de las ampolletas como función del voltaje aplicado por la fuente y la intensidad de corriente en el circuito.

¿Qué voltaje se debe aplicar para que las dos ampolletas iluminen a su máxima intensidad posible (sin dañar las ampolletas)? ¿Cuál es el valor de la intensidad de corriente en el circuito en tales condiciones? . ¿Cuál es la potencia que ocupan ambas ampolletas en ese caso?. ¿Qué ocurre si en esta configuración, desconecta una ampolleta?. ¿De acuerdo a esto, como deben conectarse las ampolletas en una casa, en serie o en paralelo?

MONTAJE A5

Desconecte el multímetro del circuito. Conecta dos capacitores en paralelo.

MEDIDA A5

Ajuste el multímetro para medir la capacidad equivalente.

ANÁLISIS A5

¿Está de acuerdo con la teoría este valor?

PARTE B : Asociaciones de resistencias y capacitores.

En esta parte estudiaremos algunas características sobre asociaciones de resistencias y capacitores.

MONTAJE B1.

Conecta un capacitor en serie con una resistencia y la fuente (anota los valores que consideraste).

MEDIDA B1

Entrega 10 V, con la fuente, y mide el voltaje sobre la resistencia.

ANÁLISIS B1

¿Está de acuerdo a la teoría esta medida?

Recuerda que el voltaje sobre la resistencia viene dado por la Ley de Ohm, por lo tanto ¿qué cosa es cero sobre el circuito?. ¿Por qué no fluyen cargas en el circuito?, en este caso, ¿el capacitor está cargado o descargado?.

De acuerdo a Kirchoff, ¿cuánto debería medir la diferencia de voltaje sobre el capacitor?, compruébalo midiendo el voltaje que entrega la fuente y el voltaje sobre el capacitor.

Recuerda que el capacitor cargado funciona como un circuito abierto.

MONTAJE B2.

Arma el circuito de la figura 3, con $R_1=1\text{ K}\Omega$, $R_2=2,2\text{ K}\Omega$, $R_3 = 2,7\text{ K}\Omega$ y $C = 10\text{ }\mu\text{f}$.

MEDIDA B2

Entrega 10 V, con la fuente al circuito. Mide el voltaje sobre R_1 y R_3 , ahora observa qué ocurre con estos valores cuando conectas y desconectas un cable que va a la fuente.

ANÁLISIS B2

Describe en palabras que tipo de conexiones hay entre los componentes del circuito (en paralelo o en serie). Explica los valores que obtienes en la medida B. Deja conectado el circuito un rato, y mide ahora los voltajes sobre R_2 y sobre C, explica estos valores.

¿Cuánto vale la potencia disipada por R_3 ?

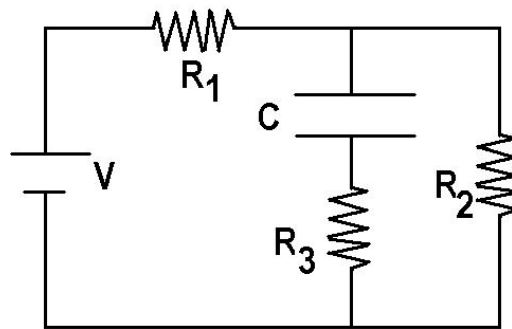


Fig. 3: Montaje B2