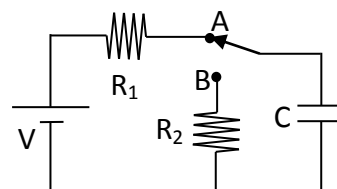


P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

TRABAJO PRÁCTICO Nº 10

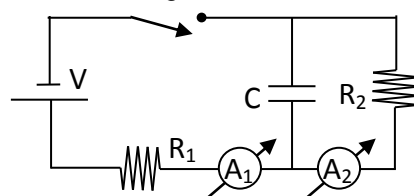
CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA EN ESTADO TRANSITORIO.

P1. Un capacitor de capacidad C , se conecta a dos resistencias, R_1 y R_2 y a una batería V tal como se muestra en la figura. Inicialmente la llave se localiza en la posición A con el capacitor descargado.



- Calcule la carga en el capacitor; la corriente a través de la resistencia y la diferencia de potencial entre las placas del capacitor y en los extremos de la resistencia, para todo instante de tiempo.
- Grafique las expresiones obtenidas en a) en función del tiempo.
- Encuentre la expresión de la energía almacenada en el capacitor como función del tiempo y la energía total almacenada en el mismo.
- Calcule la tasa de variación de la energía del capacitor en función del tiempo.
- Evalúe la potencia disipada en la resistencia y entregada por la batería en función del tiempo. Compare los resultados obtenidos con el calculado en c) y discuta qué sucede con la energía del sistema.
- ¿Con la presencia de qué magnitud física está asociada la energía almacenada en el capacitor?
- Si la llave es desplazada de la posición A a la B, encuentre las nuevas expresiones en función del tiempo para la carga y diferencia de potencial del capacitor y la corriente a través de la resistencia.
- Grafique las expresiones obtenidas en g) en función del tiempo.
- ¿Cuál será el tiempo de relajación del sistema cuando la llave se encuentra en A y cuando se encuentra en B? Suponiendo que $R_1 > R_2$, ¿qué proceso se producirá más rápidamente la carga o descarga del capacitor?

P2. El capacitor de $1 \mu\text{F}$ del circuito de la figura se encuentra inicialmente descargado, las resistencias valen $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$ y la batería entrega una diferencia de potencial de 12 V . Determine las lecturas de cada amperímetro,



- en el instante en que se cierra el interruptor;
- después que el interruptor se mantuvo cerrado durante un tiempo largo.
- Calcule la carga del capacitor.

C1. Un capacitor se descarga a través de una resistencia. Si la carga $Q(t)$ sobre el capacitor tarda un tiempo t_a en caer a la mitad de su valor inicial, ¿cuánto tiempo tarda la energía en caer a la mitad de su valor inicial?

C2. En un circuito RC conectado a una batería, si el tiempo característico se duplica manteniendo inalterada la capacidad del capacitor, ¿cómo afecta esta variación

- a la energía total almacenada?
- a la energía almacenada por unidad de tiempo?
- al tiempo necesario para almacenar $1/e$ de la energía final?

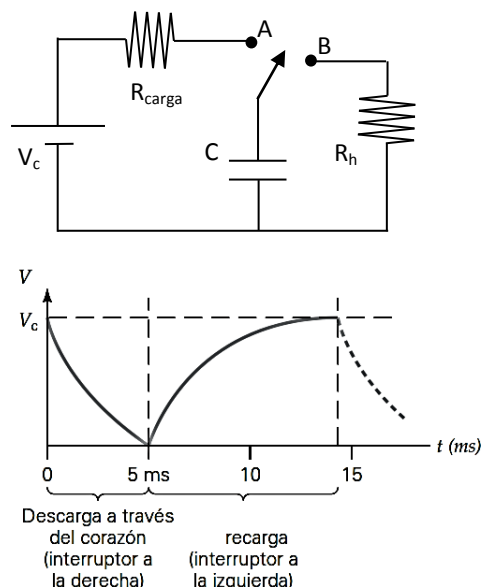
A1. Un dispositivo de desfibrilación (*revise la guía de trabajos prácticos Nº 5 y Nº 6*) proporciona un choque eléctrico en la zona del corazón descargando un capacitor cargado inicialmente a 5000 V . La resistencia eléctrica del cuerpo entre los electrodos es de 500Ω .

- ¿Cuál es la intensidad de corriente cuando el capacitor empieza a descargarse?
- Después de $6 \times 10^{-3} \text{ s}$, el voltaje del capacitor es de 250 V . ¿Cuál es la capacidad del dispositivo?
- ¿Cuánta energía se ha cedido al cuerpo durante la descarga?

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

A2. En muchas cámaras fotográficas, el flash integrado se enciende con la energía almacenada en un capacitor. Este último se mantiene cargado usando baterías de 9 V. Una vez que se enciende el flash el capacitor debe cargarse rápidamente por medio de un circuito RC interno. Si la capacidad del capacitor tiene un valor de 0,1 F, ¿cuál debe ser la resistencia para que el capacitor quede cargado al 80% de su carga máxima (cantidad mínima de carga para encender la luz de nuevo) en 5 segundos? (*revise la guía de trabajos prácticos N° 5*).

A3. Cuando un corazón deja de latir o sus latidos son irregulares puede recobrar su latido normal gracias a un dispositivo llamado marcapasos cardíaco. Estas unidades tienen el tamaño de una caja de fósforos, poseen una batería de larga vida y se insertan quirúrgicamente cerca del nodo sinoauricular. El marcapasos envía un estímulo eléctrico que puede repetirse en la frecuencia normal de los latidos. El circuito de activación envía una señal al marcapasos para que se “encienda” si el corazón deja de latir (llave en posición B); si late normalmente, el interruptor queda a la espera de una señal de encendido (llave en posición A). El marcapasos es un circuito RC, cuyo capacitor (por lo común de 10 μF) permanece cargado gracias a la batería y debe estar listo para liberar su energía tan rápido como 70 veces por minuto. La resistencia del dispositivo corresponde a la del músculo cardíaco, proporcionando una constante de tiempo de descarga de 1 ms.

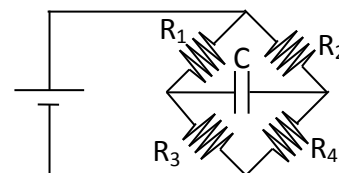


A4. Muchos automóviles están equipados con limpiaparabrisas que pueden funcionar intermitentemente durante una lluvia ligera. Los limpiadores son parte de un circuito RC cuya constante de tiempo puede variar al seleccionar diferentes valores de R a través de un interruptor de posiciones múltiples. Conforme aumenta el voltaje a través del capacitor, éste alcanza un punto en el que se descarga y activa los limpiadores. El intervalo de tiempo entre barridos individuales de los limpiadores está determinado por el valor de la constante de tiempo del circuito RC.

A5. En lugares como salas de operación en hospitales o fábricas de tableros de circuitos electrónicos se deben evitar chispas eléctricas. Una persona de pie, calzada y aislada del entorno tiene una capacidad corporal de 230 pF. La persona adquiere carga eléctrica estática al interactuar con muebles, ropa, equipo, materiales de empackado, etc. Un par de zapatos de calle con suela de goma puede presentar una resistencia equivalente de 5000 M Ω , mientras que un par de zapatos con suelas especiales disipadoras de estática puede tener una resistencia equivalente de 1 M Ω . Considere el cuerpo de la persona y los zapatos como formadores de un circuito RC serie con el suelo.

- ¿Cuánto tardan los zapatos con suela de goma en reducir el potencial de una persona de 3000 V a 100 V?
- ¿Cuánto tardan los zapatos disipadores de estática en hacer lo mismo?

P3. Las resistencias del circuito de la figura valen $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 8 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 2 \Omega$, la capacidad del capacitor es de 1 μF y la pila tiene una diferencia de potencial de 10 V. Si el circuito lleva conectado mucho tiempo,

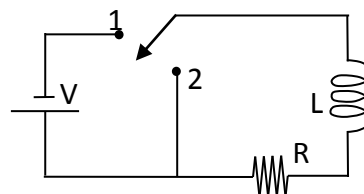


P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

- ¿cuál es la diferencia de potencial entre las placas del capacitor?
- Si se desconecta la batería, ¿cuánto tiempo tarda el capacitor en descargarse hasta la décima parte de su diferencia de potencial inicial?

P4. Suponga que el interruptor de la figura está inicialmente en la posición 1.

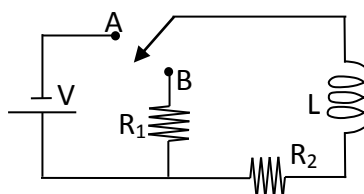
- Calcule la corriente a través de la resistencia y la diferencia de potencial en los extremos de la bobina y en los extremos de la resistencia para todo instante de tiempo.
- Encuentre la expresión de la energía almacenada en la bobina como función del tiempo y la energía total almacenada en la misma.
- Calcule la tasa de variación de la energía en la bobina como función del tiempo.
- Evalúe la potencia disipada en la resistencia y entregada por la batería como función del tiempo. Compare los resultados obtenidos con el calculado en c).
- Suponiendo que el interruptor se cambia de la posición 1 a la posición 2, calcule nuevamente la corriente, la diferencia de potencial, la energía almacenada en la bobina y la potencia disipada en la resistencia en función del tiempo.
- Muestre que la energía almacenada en la bobina se disipa como energía térmica en la resistencia.
- ¿Con la presencia de qué magnitud física está asociada la energía almacenada en la bobina?



P5. Una bobina, cuya resistencia es de $0,5 \, \Omega$, se conecta a una batería de $5 \, \text{V}$. Un segundo después de la conexión la corriente en el circuito es $4 \, \text{A}$. Calcule la inductancia del circuito.

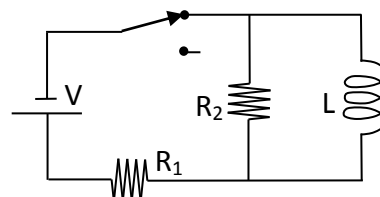
C3. Una lámpara se conecta en serie con una resistencia y en paralelo con una bobina de gran inductancia y resistencia muy pequeña. Cuando se cierra el interruptor que conecta ese circuito con una batería, la lámpara destella antes de perder brillo. Cuando el interruptor se abre, la lámpara vuelve a destellar y finalmente se apaga. Explique por qué sucede.

P6. En la generación de alto voltaje se puede utilizar un circuito RL como el que se representa en la figura. En este caso particular, el valor de la inductancia es $2 \, \text{H}$, las resistencias valen $R_1 = 100 \, \Omega$ y $R_2 = 12 \, \Omega$. La batería tiene una diferencia de potencial entre sus extremos de $12 \, \text{V}$.



- Calcule la corriente al cerrar el circuito con la llave en la posición A.
- ¿Cuál será el valor de la corriente transcurrido mucho tiempo?
- El interruptor se desplaza rápidamente de A a B. Calcule la corriente que circula por cada resistencia y la diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia inmediatamente después de cambiar la llave de posición.
- Obtenga la diferencia de potencial en los extremos de la bobina en el instante en que se lleva la llave a la posición B.
- ¿Cuánto tiempo se requiere para que la diferencia de potencial de la bobina disminuya hasta $12 \, \text{V}$?
- Calcule la constante de tiempo del circuito cuando la llave se localiza en la posición A y en la posición B. ¿En qué caso la corriente variará más rápidamente?

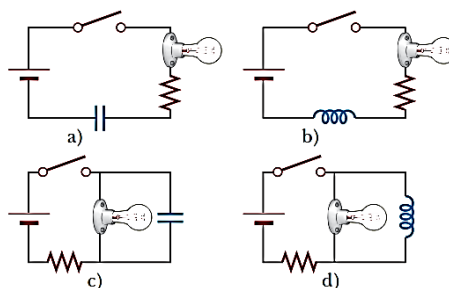
P7. La bobina tiene resistencia despreciable, $R_1 = 5 \, \Omega$, $R_2 = 1 \, \Omega$ y la batería entrega una diferencia de potencial de $6 \, \text{V}$. Cuando el interruptor se abre, después de haber estado cerrado por un largo tiempo, la corriente en la bobina disminuye a $0,25 \, \text{A}$ en $0,15 \, \text{s}$. ¿Cuál es la inductancia de la bobina?



P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa; L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

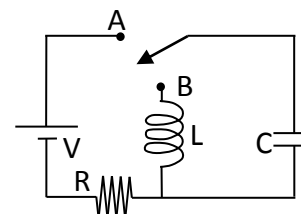
C4. Considere los cuatro circuitos que se muestran en la figura, donde cada uno consiste en una batería, un interruptor, una lámpara, una resistencia y un capacitor o una bobina. Suponga que el capacitor tiene una capacidad alta y que la bobina tiene una inductancia alta y una resistencia despreciable. La lámpara tiene alta eficiencia y brilla siempre que conduce corriente eléctrica.

- Describa que le sucede a la lámpara en cada uno de los circuitos después de que el interruptor se cierra.
- Describa que le sucede a la lámpara en cada circuito después de transcurrido mucho tiempo.
- Si el interruptor se abre, describa que le sucede a la lámpara en cada circuito.



P8. Una batería de 12 V se conecta, como se muestra en la figura, a una bobina de inductancia 2,81 mH y a un capacitor de capacidad 9 pF. El interruptor se pone en la posición A durante un tiempo considerablemente largo, de modo que el capacitor se carga. Luego el interruptor se pone en la posición B.

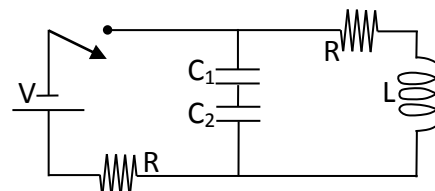
- Calcule la carga del capacitor y la corriente en todo instante de tiempo.
- Halle la frecuencia de oscilación del circuito.
- Calcule las energías almacenadas en cada elemento del circuito en función del tiempo. Analice las transformaciones de energía en el circuito.



A6. Para la sintonización de un radioteléfono en un barco se utiliza una inductancia de 1,05 mH en serie con un capacitor variable. ¿Qué capacidad es necesaria para sintonizar una señal proveniente de un transmisor que emite a 6,3 MHz?

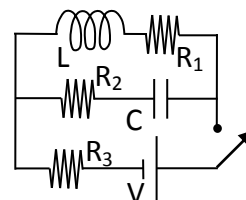
P9. En el siguiente circuito se sabe que $V = 12 \text{ V}$, $R = 60 \Omega$, $L = 120 \text{ mH}$, $C_1 = 0,47 \mu\text{F}$ y $C_2 = 0,33 \mu\text{F}$. Los capacitores se encuentran inicialmente descargados. Calcule:

- las corrientes en cada rama al cerrar la llave,
- las corrientes en cada rama después de mucho tiempo de haber cerrado la llave,
- la carga de cada capacitor.



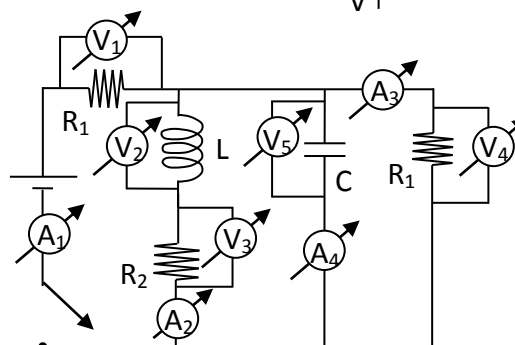
P10. Para el circuito de la figura, $V = 100 \text{ V}$, $R_1 = 195 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 5 \Omega$, $L = 1 \text{ mH}$ y $C = 3 \mu\text{F}$. Calcule:

- las corrientes en cada rama al cerrar la llave,
- las corrientes en cada rama después de mucho tiempo de haber cerrado la llave,
- la carga del capacitor.



P11. En el circuito de la figura el capacitor se encuentra inicialmente descargado. Las resistencias valen $R_1 = 50 \Omega$ y $R_2 = 100 \Omega$, la capacidad es $12 \mu\text{F}$ y la autoinductancia vale 5 mH. La batería entrega una diferencia de potencia del 40 W.

- Determine la lectura de cada amperímetro y voltímetro inmediatamente después de cerrar la llave.

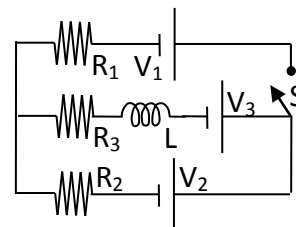


P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

- Determine la lectura de cada instrumento de medición después de que ha transcurrido un tiempo muy largo.
- Calcule la carga del capacitor.
- Realice un gráfico cualitativo de la lectura de los volímetros V_4 y V_5 como función del tiempo.

P12. En el circuito de la figura se tiene que $V_1 = 20V$, $V_2 = 40V$, $V_3 = 10V$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$. Si antes de cerrar el interruptor de la figura, por la malla inferior se había establecido una corriente estacionaria, encuentre:

- la corriente que circula por la malla inferior un instante previo de cerrar S,
- la corriente en cada rama del circuito inmediatamente luego de que se cerró el interruptor S,
- la corriente en cada rama del circuito transcurrido un tiempo muy largo después de cerrar S.



C5. En el circuito de la figura, el interruptor estuvo mucho tiempo en la posición A, de forma tal que el capacitor se ha cargado. Al cerrar la llave a la posición B, se espera que la energía almacenada en el circuito se disipe por la resistencia. La ecuación que corresponde al circuito es

$$-L \frac{dI}{dt} - IR + \frac{Q}{C} = 0,$$

donde las variables dependientes del tiempo son la corriente y la carga del capacitor. Además estas dos funciones están relacionadas mediante $I = -\frac{dQ}{dt}$. Al reemplazar esta expresión se encuentra la ecuación diferencial del circuito a resolver:

$$L \frac{d^2Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0.$$

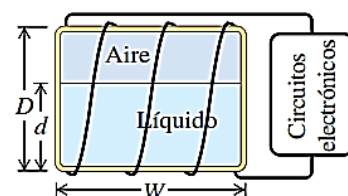
Esta ecuación diferencial tiene la misma forma que la correspondiente a un oscilador armónico amortiguado (ver libros de Física I). La solución se escribe como:

$$Q = Q_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos(\omega t + \varphi),$$


donde $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ es la frecuencia de oscilación y Q_0 es una constante que depende de la condición inicial y φ es la fase inicial. Analizando la frecuencia se tienen tres regímenes:

- subamortiguado donde $R^2 < \frac{4L}{C}$ ($\omega^2 > 0$),
- sobreamortiguado cuando $R^2 > \frac{4L}{C}$ ($\omega^2 < 0$),
- amortiguamiento crítico si $R^2 = \frac{4L}{C}$ ($\omega^2 = 0$).

A7. *Medidor de volumen.* Un tanque que contiene un líquido tiene espiras de alambre enrolladas, lo que hace que actúe como un inductor. El contenido líquido del tanque puede medirse usando su inductancia para determinar la altura que alcanza el líquido en el interior del tanque. La inductancia del tanque cambia de un valor de L_0 correspondiente a una permeabilidad relativa de 1, cuando el tanque está vacío, a un valor de L_f que corresponde a una permeabilidad relativa de K_m (permeabilidad relativa del líquido) cuando el tanque está lleno. Los circuitos electrónicos apropiados son capaces de determinar la inductancia con cinco cifras significativas y, por lo tanto, la permeabilidad relativa efectiva de la combinación de aire y líquido dentro de la cavidad rectangular del tanque. De esta forma se puede determinar la cantidad de líquido en el tanque.



L1. Determine la constante de tiempo de un circuito RC cuando obtuvieron los resultados de la tabla

P: problemas; C: ejercicios conceptuales para discutir en grupos; A: ejercicios de aplicación; E: experimentos para realizar en la casa;
L: ejercicios relacionados con el laboratorio; : ejercicios filmados

para la carga del capacitor.

t [s]	V_c [V]
0	0,00
5	1,70
10	2,83
15	3,57
20	4,06
25	4,38
30	4,59
500	5,00

- L2.** Determine la constante de tiempo de un circuito RC cuando obtuvieron los resultados de la tabla para la descarga del capacitor:

t [s]	V_c [V]
0	5,00
1	3,35
2	2,24
3	1,51
4	1,01
5	0,68
6	0,45
7	0,30

Nota: Interpolación lineal: Para obtener la coordenada x que se corresponde a un valor y entre dos valores y_1 e y_2 de una tabla, se realiza una interpolación lineal. El procedimiento implica obtener la recta que pasa por los puntos de coordenadas $(x_1; y_1)$ e $(x_2; y_2)$, es decir obtener la ordenada al origen y la pendiente. Con esta recta finalmente se obtiene el valor de x al considerar que la recta también pasa por y .