

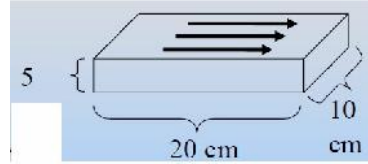


Práctica 4: Capacitores. Corriente y Resistencia. Circuitos R y RC de corriente continua.

1. Calcular la capacidad de las siguientes configuraciones de conductores (en todos los casos asumir que hay aire en el espacio entre los conductores):
 - a) Un capacitor plano con placas de área A separadas una distancia d (pequeña en relación a los lados de las placas). Si $d = 1$ mm encontrar el valor del área de las placas para que $C = 1$ nF.
 - b) Un capacitor esférico de radio interior R_i y exterior R_e . Analizar cómo se modifica el resultado para el caso R_e tendiendo a infinito.
 - c) Un capacitor cilíndrico de longitud L mucho mayor a los radios de la placa interior R_i y de la exterior R_e .
2. Las placas de un condensador plano tienen una superficie de 200 cm^2 y están separadas 2mm, el espacio entre sus placas está lleno con mica cuya constante dieléctrica $\kappa = 5$. Calcular:
 - a) La capacidad del capacitor.
 - b) La carga de cada placa cuando la diferencia de potencial entre ambas es de 1000 V.
 - c) La intensidad del campo eléctrico entre las placas y la energía almacenada en el capacitor.
 - d) Repetir los puntos a), b) y c) para el caso en que entre las placas hay aire, comparar los resultados e interpretarlos.
3. Un capacitor consiste en dos placas paralelas de superficie $0,118 \text{ m}^2$ separadas 1,2 cm. Una batería carga las placas hasta establecer una diferencia de potencial de $\Delta V = 120 \text{ V}$ entre las mismas y luego es desconectada. Posteriormente una lámina dieléctrica de $K_e = 4,8$ se introduce entre las placas, determinar:
 - a) La carga libre, la capacidad y la energía almacenada i) antes y ii) después de introducir la lámina dieléctrica.
 - b) El campo eléctrico y la diferencia de potencial entre las placas después de introducir la lámina dieléctrica.
 - c) ¿Cómo se modifican las respuestas anteriores si la lámina dieléctrica se introduce sin desconectar la fuente?
4. A los lados de la membrana plasmática hay una diferencia de potencial, originada por una separación de cargas. En la superficie intracelular de la membrana hay una acumulación de carga negativa y en la extracelular, carga positiva, ambas separadas por un medio dieléctrico (colas lipídicas). Por esto, el lado interno de la membrana está a un potencial menor con respecto al externo. Si el espesor de la membrana celular es de 10 nm y su constante dieléctrica $\kappa = 8$, sabiendo que la diferencia de potencial entre el interior y el exterior de la membrana es -70 mV, calcular:
 - a) La capacidad por unidad de área de la membrana (tratada como un capacitor esférico).
 - b) El campo eléctrico en el interior de la membrana (expresar en función de la distancia al centro de la célula e indicar su sentido).
 - c) El trabajo (en eV) necesario para transportar desde el interior de la célula hasta el exterior un ion de Na^+ , un ion de Cl^- y un ion de K^+ respectivamente. Discuta en cada caso el signo del trabajo.
5. Dos capacitores de capacidades $C_1 = 5 \text{ } \mu\text{F}$ y $C_2 = 12 \text{ } \mu\text{F}$, están conectados en paralelo, y la combinación correspondiente se encuentra conectada a una batería de 9 V.
 - a) ¿Cuál es el valor de la capacidad equivalente de la combinación?
 - b) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los terminales de cada capacitor?

- c) ¿cuál es la carga almacenada en cada uno de ellos?
 d) Repita los puntos anteriores si los capacitores están conectados en serie.

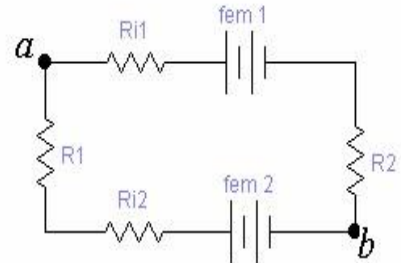
6. Una corriente $i = 200 \text{ mA}$ fluye en el conductor como se muestra en la figura. ¿Cuál es la magnitud de la densidad de corriente J ?



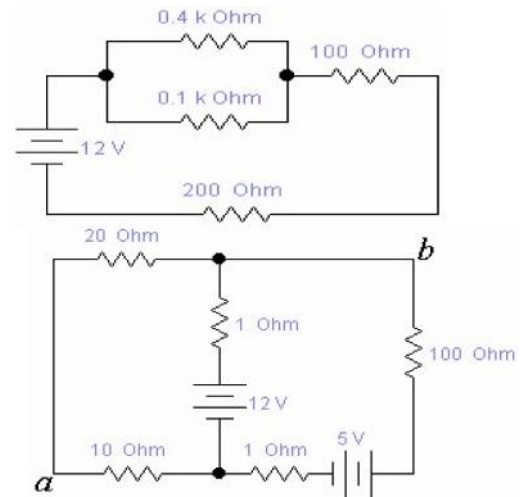
7. Una corriente de 470 mA fluye por un conductor cilíndrico de plata de resistividad $1,47 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ y $2,59 \text{ mm}$ de diámetro. Encontrar la magnitud del campo eléctrico en el interior del cable.

8. El circuito de la figura consta de dos baterías ($fem_1 = 16 \text{ V}$; $fem_2 = 8 \text{ V}$), ambas con resistencias internas de 1Ω , y dos resistores $R_1 = 9 \Omega$ y $R_2 = 5 \Omega$. Hallar:

- a) La corriente que circula por el circuito y su sentido de circulación.
 b) la diferencia de potencial entre los puntos a y b . ¿Cuál de estos dos puntos se encuentra a mayor potencial?



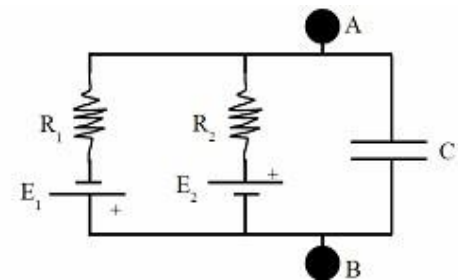
9. Dado el circuito de la figura, a) indicar cuáles resistencias están conectadas en serie, y cuales en paralelo. Determinar:
 a) la corriente que circula por cada resistencia, b) la potencia entregada por la batería y disipada en cada resistencia ¿Cómo se relacionan?



10. Para el circuito de la figura hallar:
 a) El valor y el sentido de circulación de todas las corrientes.
 b) La diferencia de potencial entre los puntos a y b indicando cuál de los dos se encuentra a mayor potencial. Realizar esta determinación yendo del punto a al punto b por otro camino.
 c) La potencia disipada en la resistencia de 10Ω .
 d) La potencia suministrada por la batería de 12 V .

11. *Potencial de membrana.* El siguiente circuito representa un modelo simple de una membrana celular típica. El punto A corresponde al interior celular y el punto B al exterior. Las ramas 1 y 2 representan el movimiento de los iones K^+ y Na^+ a través de la membrana, respectivamente. E_1 y E_2 son los potenciales de Nerst; R_1 y R_2 , las resistencias al flujo de los iones. Los valores de E_1 y E_2 se relacionan con las concentraciones exterior (C_{ext}) e interior (C_{int}) de cada ion a través de la ecuación de Nerst

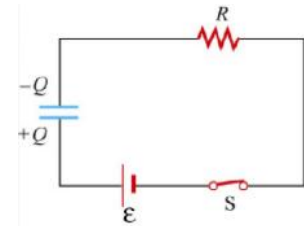
$$E_i = 60,8 \log \left(\frac{C_{ext}}{C_{int}} \right)$$



Considerar que el circuito se encuentra funcionando hace suficiente tiempo para que el capacitor esté totalmente cargado (estado estacionario) y que $E_1 = 80 \text{ mV}$; $E_2 = 50 \text{ mV}$; $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$; $R_2 = 10 \text{ M}\Omega$; $C = 50 \text{ pF}$.

- Encontrar las corrientes que circulan por R_1 y R_2 . Los iones K^+ y Na^+ ¿entran o salen de la célula?
- Calcular el potencial de membrana $V_A - V_B$ y la carga del capacitor.
- Se produce un cambio en la resistencia asociada al Na^+ (R_2) y en consecuencia se mide $V_A - V_B = +40 \text{ mV}$ (Esto es una simplificación de lo que ocurre al iniciarse un "potencial de acción"). Calcular la corriente que circula por R_2 y el valor que tomó R_2 .

12. Un capacitor inicialmente descargado se conecta a una batería y a una resistencia como indica la figura. El interruptor está inicialmente abierto y se cierra en $t = 0 \text{ s}$.



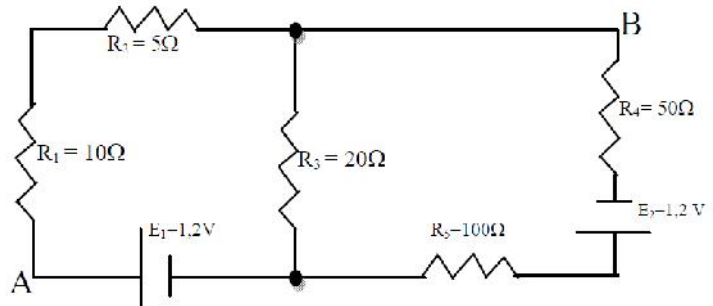
- Indicar cuál es el valor de la corriente en el instante inicial.
- Cuando pasa mucho tiempo después de cerrar la llave S ¿cuál es el valor de la corriente en el circuito? ¿Cuál es la carga del capacitor?
- Obtener una expresión para la corriente que circula por el circuito en función del tiempo. Graficar.
- Obtener una expresión para la diferencia de potencial en los extremos de la resistencia como función del tiempo. Graficar.
- Obtener una expresión para la diferencia de potencial en los extremos del capacitor como función del tiempo. Graficar.
- Si ahora se reemplaza la batería por un cable de manera que el capacitor cargado queda conectado solo a la resistencia. Obtener una expresión para la descarga del capacitor y la corriente que circula por el circuito. Graficar.

Problemas de repaso

- Considerar un capacitor de armaduras esféricas, de radio interior $R_i = 5 \text{ mm}$ y exterior $R_e = 6 \text{ mm}$. Si se carga la armadura interior con carga $8 \mu\text{C}$ y la exterior con $-8 \mu\text{C}$, calcular: a) el campo eléctrico en el espacio entre los conductores en función de r (distancia al centro de las esferas), b) la diferencia de potencial entre los conductores, c) la capacidad, y d) la energía almacenada. e) Si se libera un electrón en reposo en la región entre las armaduras a una distancia equidistante de las mismas, ¿en qué dirección se moverá y con qué velocidad alcanzará la chapa?
- Un capacitor de placas paralelas se carga a una diferencia de potencial V_0 y carga Q_0 . Luego se desconecta la batería y se reduce la distancia entre las placas a la mitad.
 - Analizar qué ocurre con: i) la carga de las placas, ii) El campo eléctrico en el interior del capacitor, iii) la energía almacenada y iv) la diferencia de potencial entre las placas.
 - ¿Cuánto trabajo hubo que hacer para reducir la distancia entre las placas?
 - ¿Cómo se modifican las respuestas anteriores si las placas se acercan sin desconectar la batería.
- La batería de un automóvil es de 12 V , con ella se alimentan, entre otras cosas, las luces bajas del mismo que consumen cada una 60 W . a) Calcular la corriente que circula por cada lámpara. b) Calcular de resistencia de la lámpara. c) ¿Cuántos coulomb de carga fluirán por la lámpara en 2 horas?
- Una batería ideal se conecta a una lamparita. Una segunda lamparita idéntica a la primera se conecta en paralelo. a) ¿La corriente eléctrica que circula en la batería luego que se conectó la segunda lamparita es mayor, menor o igual? b) ¿Cómo se modifica la respuesta si la segunda lamparita se conecta en serie?

5. Calcular para el circuito de la figura:

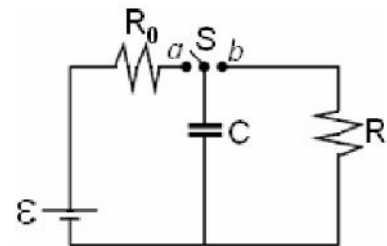
- las corrientes que circulan por cada resistencia,
- la diferencia de potencial V_{AB} ,
- la potencia disipada por R_2 y R_4 ,
- la potencia entregada por las fuentes.



6. En el circuito de la figura un capacitor de capacidad $C = 100 \mu\text{F}$ se conecta en serie a una resistencia

$R_0 = 1 \Omega$ y a una fuente $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ cerrando el interruptor S en el punto a .

- Graficar cómo varía la corriente en el circuito en función del tiempo ¿Cuál es su valor máximo?
- Graficar cómo varía la diferencia de potencial entre los extremos de la resistencia R_0 y entre los extremos del capacitor C en función del tiempo.
- ¿Cuál es la carga máxima que se acumulara en el capacitor?
- ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se conecta el interruptor hasta que la corriente alcanza el 10% del valor máximo? ¿Cuánto vale la carga acumulada en el capacitor en ese instante?
- Calcular el tiempo característico de este circuito R_0C .



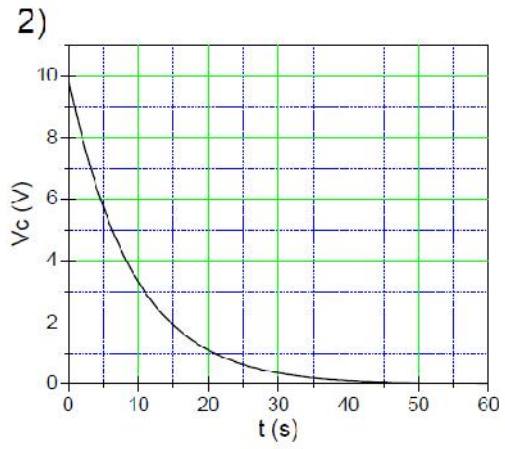
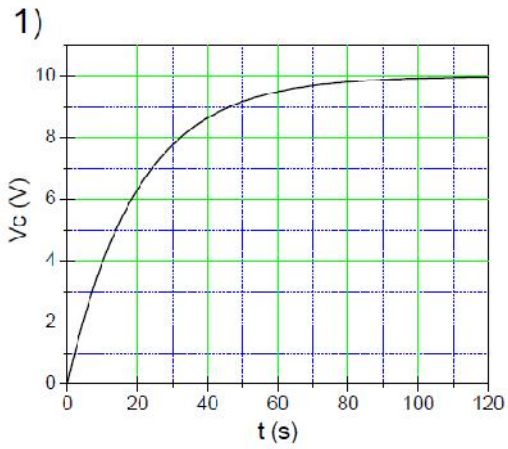
Suponiendo que se espera el tiempo suficiente para que el capacitor se haya cargado completamente:

f) ¿Cuánto vale la corriente que circula por el circuito y la diferencia de potencial entre los extremos del capacitor a partir de este momento? ¿Cómo cambian estos valores si se abre el interruptor?

A continuación se conecta el interruptor en el punto b :

- Graficar cómo varía la corriente en el circuito en función del tiempo.
- Graficar cómo varía la diferencia de potencial entre los extremos de la resistencia R_0 y entre los extremos del capacitor C en función del tiempo.
- Hallar el valor de la resistencia R para que la corriente máxima que circule por el circuito sea el doble que la corriente máxima que circuló por R_0 durante la carga del capacitor.
- ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se conecta el interruptor al punto b hasta que la corriente alcanza el 10% del valor inicial?
- Hallar el tiempo característico del circuito RC .

7. Se tiene un circuito RC serie conectado a una fuente de 10 V . Las gráficas 1) y 2) muestran las curvas de tensión en el capacitor en función del tiempo durante el proceso de carga y descarga, respectivamente. De las mismas, a) determinar el tiempo característico del circuito RC en el proceso de carga y en el de descarga, b) ¿cuál es el valor máximo de la tensión a la que se carga el capacitor? ¿Siempre será igual al de la fuente a la que estaba conectado el circuito? c) ¿Por qué no se usa como tiempo característico en un circuito RC el tiempo que tarda el capacitor en cargarse o descargarse completamente?



8. La siguiente gráfica muestra 3 curvas de la diferencia de potencial entre los extremos de un capacitor conectado en un circuito RC, mientras el mismo se descarga. Cada una de las curvas es obtenida cambiando la resistencia del circuito pero usando siempre el mismo capacitor. a) De la gráfica, determinar qué curva es la correspondiente al valor más grande, al intermedio y al más bajo de resistencia. b) Sabiendo que el valor del capacitor usado fue 100 pF ($p = \text{pico} = 10^{-12}$) determinar los valores de las resistencias usadas.

