UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Avellaneda

Física II - 2$^{\text{do}}$ 31

Guía de problemas de la unidad IV

Electrodinámica

Contenidos

Año 2023

19. Circuitos de corriente contínua

19.1 Un alambre de longitud L y resistencia $R = 6\,\Omega$ se estira hasta una longitud $3L$, conservando invariante su masa. Calcule la resistencia del alambre una vez estirado.

19.2 La especificación de la potencia de una bombilla eléctrica en Argentina (como las comunes de 40 W) es la potencia que disipa cuando se conecta a través de una diferencia de potencial de 220 V.

a) ¿Cuál es la resistencia de una bombilla de 40 W?

b) Cuando se mide su resistencia con un multímetro (mientras la bombilla está desconectada de la fuente de 220 V), la lectura es de unos $100\,\Omega$. ¿A qué se debe la diferencia de este valor con el resultado obtenido para el ítem *a*?

c) ¿Se cumple la ley de Ohm en estas bombillas?

d) Si se lleva esta bombilla a Estados Unidos, donde el voltaje estándar doméstico es 120 V, ¿cuál debería ser su especificación de potencia para ese país?

19.3 La diferencia de potencial a través de las terminales de una batería es 8,40 V cuando en esta hay una corriente de 1,50 A circulando desde la terminal negativa hacia la positiva. Cuando la corriente es 3,50 A en el sentido inverso, la diferencia de potencial es 10,20 V.

a) ¿Cuánto vale la resistencia interna de la batería?

b) ¿Cuál es la fem de la batería?

19.4 La batería de 12,6 V de un automóvil tiene una resistencia interna despreciable y se conecta a una combinación en serie de un resistor de $3{,}2\,\Omega$ que cumple la ley de Ohm, y a un termistor que no cumple la ley de Ohm, sino que sigue la relación $V = \alpha i + \beta i^2$ entre la corriente y el voltaje, con $\alpha = 3{,}8\,\Omega$ y $\beta = 1{,}3\,\Omega/\mathrm{A}$. ¿Cuál es la corriente a través del resistor de $3{,}2\,\Omega$?

19.5 Cuatro bombillas se encuentran conectadas a una batería como muestra el circuito de la figura 19.1. La batería ε es de 9,0 V y las resistencias de las bombillas valen: $R_1 = 2{,}0\,\Omega$, $R_2 = 18\,\Omega$, $R_3 = 24\,\Omega$ y $R_4 = 36\,\Omega$.

a) Calcule la corriente en cada bombilla.

b) ¿Cuál es la bombilla más brillante?

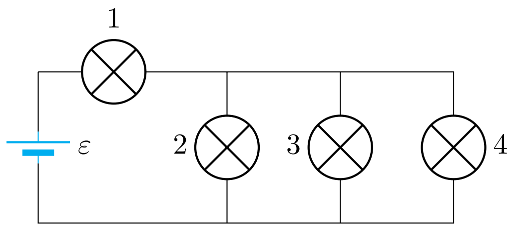

Figura 19.1: Problema 19.5

19.6 Considere el circuito mostrado en la figura 19.2.

a) ¿Cuál es la lectura en cada instrumento si se consideran ideales?

b) ¿Cuál es la lectura si la resistencia interna de cada amperímetro vale $10\,\Omega$ y la resistencia interna del voltímetro vale $100\,\mathrm{k\Omega}$?

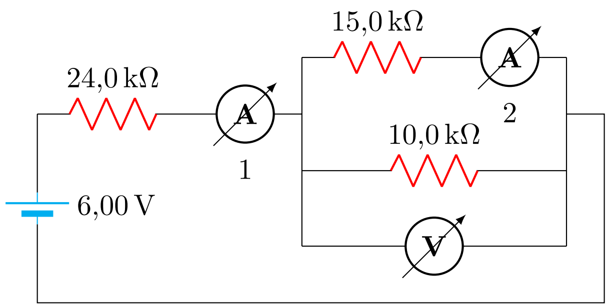

Figura 19.2: Problema 19.6

19.7 Usted está trabajando y necesita varios resistores para un proyecto. Lamentablemente, todo lo que tiene es una caja grande con resistores de $10\,\mathrm{k\Omega}$. Muestre cómo puede conseguir cada una de las siguientes resistencias equivalentes con una combinación de resistores de $10\,\mathrm{k\Omega}$:

i) $42\,\mathrm{k\Omega}$
ii) $3{,}33\,\mathrm{k\Omega}$
iii) $8\,\mathrm{k\Omega}$
iv) $12{,}5\,\mathrm{k\Omega}$

19.8 En el circuito de la figura 19.3, calcule:

a) La corriente que circula a través del resistor de $8{,}0\,\Omega$.

b) La potencia disipada en el resistor de $8{,}0\,\Omega$ y en las resistencias internas de las baterías.

c) En una de las baterías, la energía química se convierte en energía eléctrica. ¿En cuál sucede esto y con qué rapidez?

d) En una de las baterías la energía eléctrica se convierte en energía química. ¿En cuál ocurre esto y con qué rapidez?

e) Demuestre que la potencia total entregada por las baterías es igual a la potencia total disipada por las resistencias.

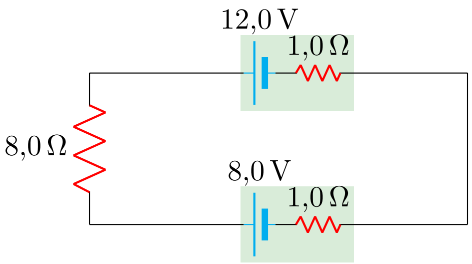

Figura 19.3: Problema 19.8

19.9 En el circuito que se ilustra en la figura 19.4, encuentre:

a) El valor de la corriente en el resistor de 3,00 Ω

b) Los valores de las *fem* desconocidas ε_1 y ε_2

c) El valor de la resistencia R.

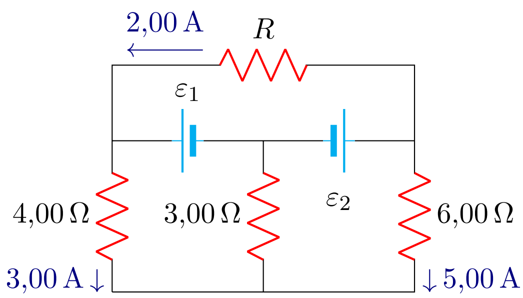

Figura 19.4: Problema 19.9

19.10 Para el circuito de la figura 19.5, calcular:

a) La corriente en la resistencia de 2,0 Ω.

b) La diferencia de potencial entre los puntos a y b, calculada como V_a - V_b.

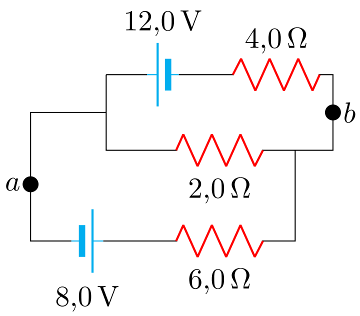

Figura 19.5: Problema 19.10

19.11 La figura 19.6 emplea una convención utilizada con frecuencia en diagramas de circuitos, donde la batería no se muestra de manera explícita. Se entiende que el punto superior, con la leyenda 36 V, está conectado a la terminal positiva de una batería de 36 V, que tiene resistencia despreciable y que el símbolo tierra en la parte inferior está conectado a la terminal negativa de la batería. El circuito se completa a través de la batería, aún cuando esta no aparezca en el diagrama.

a) ¿Cuánto vale la diferencia de potencial $V_a - V_b$ cuando el interruptor S se encuentra abierto?

b) ¿Cuánto vale la corriente que pasa a través del interruptor S cuando está cerrado?

c) ¿Cuál es la resistencia equivalente cuando el interruptor S está cerrado?

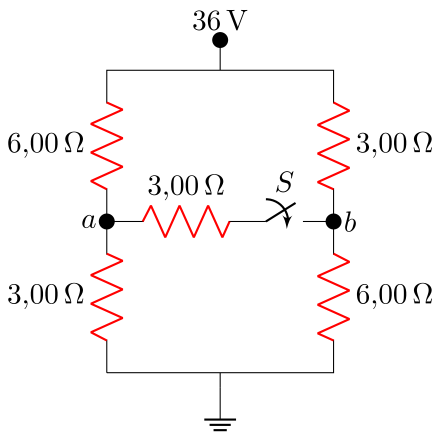

Figura 19.6: Problema 19.11

19.12 Calcule las corrientes I_1, I_2 e I_3 que se indican en el circuito de la figura 19.7.

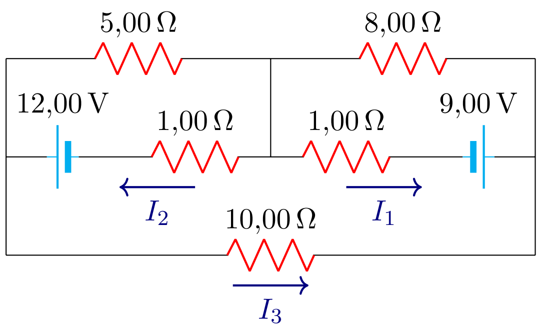

Figura 19.7: Problema 19.12

19.13 Los valores en el circuito de la figura 19.8 son: $R = 2\,\Omega$ y $\varepsilon = 10\,\text{V}$.

a) Calcule la diferencia de potencial $V_B - V_A$.

b) ¿En qué sentido circularía la corriente si los terminales A y B se cortocircuitaran?

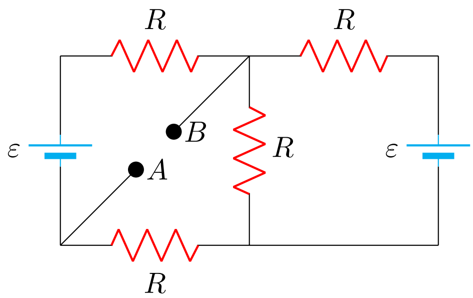

Figura 19.8: Problema 19.13

19.14 Calcule la corriente que circula por el cortocircuito de la figura 19.9.

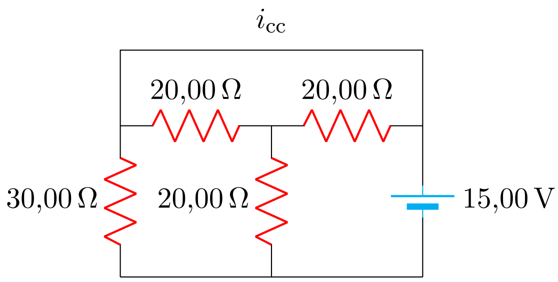

Figura 19.9: Problema 19.14

19.15 Como se muestra en la figura 19.10, una red de resistores de resistencias R_1 y R_2 se extiende infinitamente hacia la derecha. Demuestre que la resistencia total R_T de la red infinita es igual a

$$R_T = R_1 + \sqrt{R_1^2 + 2R_1R_2}$$

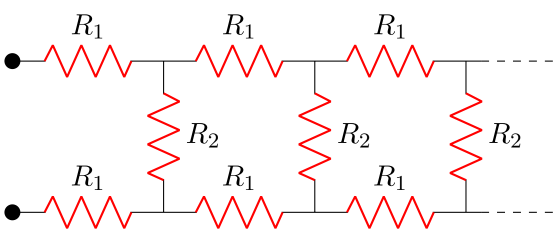

Figura 19.10: Problema 19.15

19.16 Un resistor R_1 consume una potencia eléctrica P_1 cuando se conecta a una fem ε. Cuando el resistor R_2 se conecta a la misma fem, consume una potencia eléctrica P_2. En términos de P_1 y P_2:

a) ¿Cuál es la potencia eléctrica total consumida cuando los dos están conectados a esta fuente fem en paralelo?

b) ¿Y cuándo están conectados en serie?

19.17 Se tienen una cafetera de 1200 W, un tostador de 1100 W y una wafflera de 1400 W de potencia. Los tres aparatos se conectan en paralelo a un circuito doméstico común de 220 V. ¿Qué corriente total se entrega a los electrodomésticos cuando todos operan simultáneamente?

20. Ley de Faraday - Lenz

20.1 Una espira de alambre con un área de $9 \times 10^{-2}\,\mathrm{m}^2$ se encuentra en un campo magnético uniforme que tiene un valor inicial de 3,80 T, es perpendicular al plano de la espira y está disminuyendo a una razón constante de 0,190 T/s.

a) ¿Cuál es la fem que se induce en esta espira?

b) Si la espira tiene una resistencia de 0,600 Ω, calcular la corriente inducida en la espira.

20.2 En un experimento en un laboratorio de física, una bobina con 200 espiras que encierra un área de $12\,\mathrm{cm}^2$ se hace girar en 0,040 s, desde una posición donde su plano es perpendicular al campo magnético de la Tierra, hasta otra donde el plano queda paralelo al campo. El campo magnético terrestre en la ubicación del laboratorio es $6{,}0 \times 10^{-5}\,\mathrm{T}$.

a) ¿Cuál es el flujo magnético total a través de la bobina antes de hacerla girar?

b) ¿Y después del giro?

c) ¿Cuál es la fem inducida media en la bobina?

20.3 Una bobina circular, que está formada por 100 espiras de 2 cm de radio y 10 Ω de resistencia eléctrica cada una, se encuentra colocada perpendicularmente a un campo magnético de 0,8 T.

a) Si el campo magnético se anula variando uniformemente al cabo de 0,1 s, determinar la fuerza electromotriz inducida y la intensidad de la corriente que recorre el circuito.

b) ¿Cómo se modifican las magnitudes anteriores si el campo magnético tarda el doble de tiempo en anularse?

c) Indicar en un esquema el sentido del campo magnético y el de la corriente eléctrica inducida en la espira.

20.4 Un solenoide de 200 vueltas y de sección circular de diámetro 8 cm está situado en un campo magnético uniforme de valor 0,5 T cuya dirección forma un ángulo de 60° con el eje del solenoide. Si en un tiempo de 100 ms disminuye el valor del campo magnético uniformemente a cero, determinar:

a) El flujo magnético que atraviesa inicialmente el solenoide.

b) La fuerza electromotriz inducida en dicho solenoide.

20.5 Una bobina de 50 espiras se halla próxima a dos conductores infinitos por los que circulan corrientes de intensidades $i_1 = 50\,\mathrm{A}$ e $i_2 = 200\,\mathrm{A}$, respectivamente. La bobina y los conductores son coplanares y están ubicados como se muestra en la figura 20.1. Calcular:

a) El flujo magnético que atraviesa la bobina.

b) El valor que debería tener i_2 para que el flujo sea nulo.

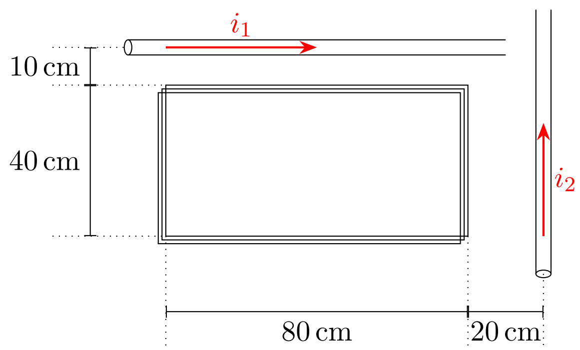

Figura 20.1: Problema 20.5

20.6 Fem de movimiento: Una varilla conductora, de 20 cm de longitud y 100 Ω de resistencia eléctrica, se desplaza paralelamente a si misma y sin rozamiento, con una velocidad de $v = 5\,\mathrm{cm/s}$, sobre un conductor en forma de U de resistencia despreciable. El sistema se encuentra en el interior de un campo magnético cuyo módulo es 0,1 T, en el sentido que se muestra en la figura 20.2.

a) Hallar la fuerza electromotriz inducida, la intensidad de la corriente eléctrica que recorre el circuito y su sentido.

b) Calcular el campo eléctrico en el interior de la varilla.

c) Calcular la fuerza magnética que actúa sobre la barra.

d) ¿Qué fuerza externa hay que aplicar para mantener el movimiento de la varilla?

e) Calcular la potencia necesaria para mantener el movimiento de la varilla.

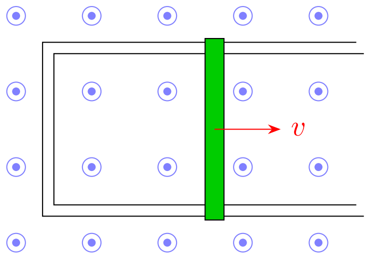

Figura 20.2: Problema 20.6

20.7 Una espira cuadrada de lado a y resistencia eléctrica R que se mueve con velocidad constante v hacia la derecha como se muestra en la figura 20.3, penetra en una región de ancho $b > a$ donde hay un campo magnético uniforme perpendicular al plano del papel y dirigido hacia fuera de módulo B. Calcular en los tres casos siguientes: cuando la espira está ingresando, cuando está dentro, y cuando está saliendo de la región que contiene al campo magnético:

a) El flujo en función de la posición x del centro de la espira.

b) La fem y el sentido de la corriente inducida, justificando la respuesta en términos de la ley de Lenz.

c) La fuerza que ejerce el campo magnético sobre la corriente inducida en los tres casos.

d) ¿Qué fuerza es necesario ejercer para que la espira se mueva con velocidad constante?

e) La potencia mecánica entregada por esa fuerza y la disipada en la resistencia. ¿Coinciden?

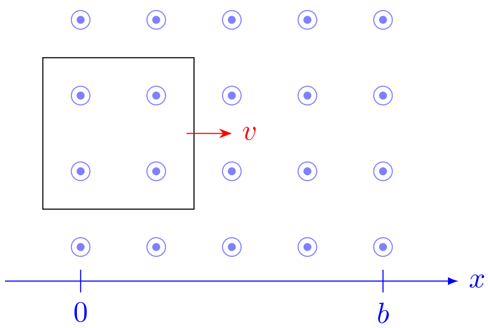

Figura 20.3: Problema 20.7

20.8 Una bobina de sección cuadrada gira en un campo magnético uniforme perpendicular al eje de giro, como se puede observar en la figura 20.4. Obtener una expresión para la fem inducida en función del tiempo si el lado de la espira es $a = 3\,\mathrm{cm}$ y la espira gira a razón de $500\,\mathrm{rpm}$ en un campo uniforme de $10\,\mathrm{T}$.

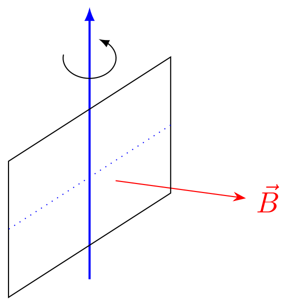

Figura 20.4: Problema 20.8

20.9 Por un hilo rectilíneo de gran longitud circula una corriente variable en el tiempo, tal que su valor es:

$$I(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ \dfrac{i_o t(T-t)}{T^2} & \text{si } 0 \leq t \leq T \\ 0 & \text{si } T < t \end{cases}$$

Junto al cable y coplanaria con él se encuentra una pequeña espira cuadrada de lado a con su centro situado a una distancia b ($b \gg a$) del hilo. Esta espira posee una resistencia eléctrica R y autoinducción despreciable. Calcular la corriente inducida en esta espira como función del tiempo.

20.10 Una espira rectangular se encuentra sumergida en un campo magnético uniforme que puede variar con el tiempo de tres formas distintas, como se indican en las gráficos de las figuras 20.5, 20.6 y 20.7. Para cada una las tres situaciones, grafique la *fem* inducida en la espira en función del tiempo y analice el sentido de circulación de la corriente.

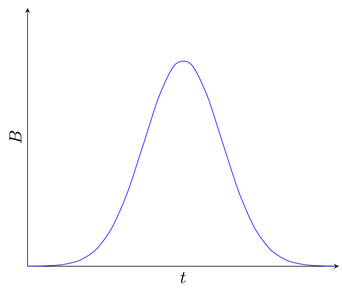

Figura 20.5: Problema 20.10

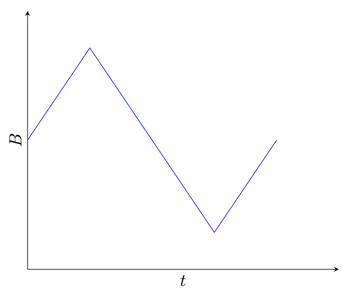

Figura 20.6: Problema 20.10

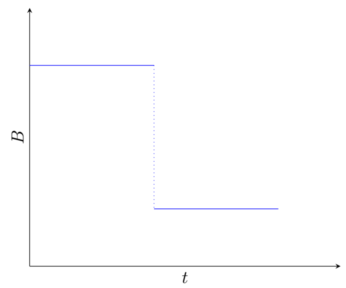

Figura 20.7: Problema 20.10

20.11 En la figura 20.8 se muestra una bobina cuadrada de 500 vueltas, cuyos lados miden 20 cm, ubicada sobre el mismo plano que un cable infinito a una distancia $d = 2\,\mathrm{cm}$.

a) Calcular la fem inducida en la bobina cuando la corriente que circula por el cable es $i(t) = 0{,}5\,\mathrm{A} + 0{,}1\,\mathrm{A/s}\,t$.

b) Encontrar una expresión para la fem inducida en la bobina en función del tiempo cuando la corriente que circula por el cable es $i(t) = i_o \mathrm{e}^{-t/\tau}$, siendo $i_o = 25\,\mathrm{A}$ y $\tau = 1\,\mathrm{s}$.

c) ¿En qué sentido circula la corriente inducida en la bobina en cada caso?

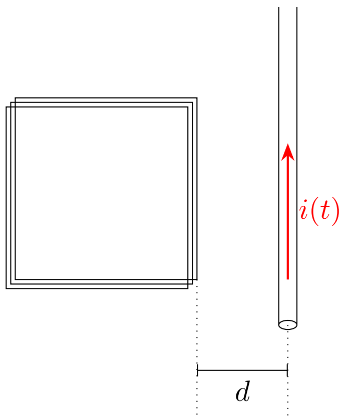

Figura 20.8: Problema 20.11

20.12 Una barra metálica con longitud L, masa m y resistencia R, está colocada sobre rieles metálicos sin fricción, que están inclinados a un ángulo α por encima de la horizontal. Los rieles tienen una resistencia eléctrica despreciable. Existe un campo magnético uniforme de módulo B dirigido verticalmente hacia abajo como se muestra en la figura 20.9. La barra se libera desde el reposo y comienza a deslizar sobre los rieles.

a) ¿El sentido de la corriente inducida en la barra es desde a hacia b, o desde b hacia a?

b) ¿Cuál es la rapidez terminal de la barra?

c) ¿Cuál es la corriente inducida en la barra cuando se ha alcanzado la rapidez terminal?

d) Después de haber alcanzado la rapidez terminal, ¿a qué razón la energía eléctrica se convierte en energía térmica en la resistencia de la barra?

e) Una vez que se llegó a la rapidez terminal, ¿a qué razón la fuerza gravitatoria realiza trabajo sobre la barra? Compare su respuesta con la del inciso *d*.

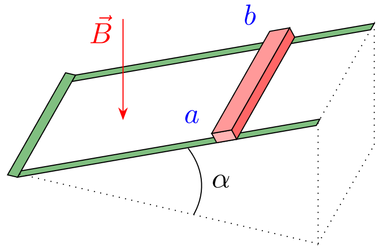

Figura 20.9: Problema 20.12

20.13 Una varilla conductora cuya masa es 10 g se de deja caer en contacto con dos carriles paralelos verticales distantes 20 cm entre sí. Los carriles, muy largos, se cierran por la parte inferior tal como se muestra en la figura 20.10. En la región existe un campo magnético uniforme y perpendicular al plano formado por los carriles y la varilla, de módulo igual a 1,5 T. La resistencia de la varilla es de $10\,\Omega$ y los carriles se suponen superconductores.

a) Determinar el sentido de la corriente inducida aplicando la ley de Lenz.

b) Si la varilla parte del reposo, su velocidad no se incrementa indefinidamente sino que alcanza un valor límite constante. ¿Cuánto vale esta velocidad?

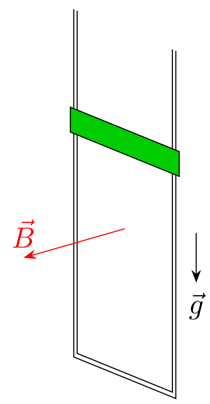

Figura 20.10: Problema 20.13

20.14 Una bobina de sección circular ($3\,\text{cm}^2$) gira en un campo magnético uniforme perpendicular al eje de giro. El valor máximo de la fem inducida es $50\,\text{V}$ cuando la frecuencia de giro es $60\,\text{Hz}$. Determinar el nuevo valor máximo de la fem inducida si:

a) La frecuencia se modifica a $180\,\text{Hz}$ en presencia del mismo campo magnético.

b) La frecuencia se modifica a $120\,\text{Hz}$ y el módulo del campo magnético se duplica.

20.15 Una espira cuadrada de 100 vueltas de $1{,}5\,\Omega$ de resistencia cada una está inmersa en un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0{,}03\,\text{T}\,\hat{\jmath}$. La espira tiene $2\,\text{cm}$ de lado y forma un ángulo α variable con el plano ik como se muestra en la figura 20.11.

a) Si se hace girar la espira alrededor del eje k con una frecuencia de rotación de $60\,\text{Hz}$, siendo $\alpha = \pi/2$ en el instante $t = 0$, obtenga una expresión para la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.

b) ¿Cuál debería ser la velocidad angular de la espira para que la corriente máxima que circule por ella sea de $2\,\text{mA}$?

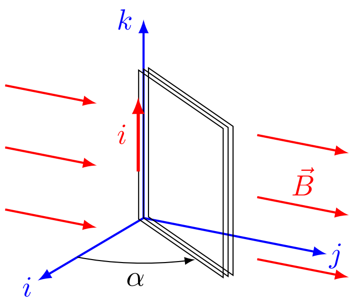

Figura 20.11: Problema 20.15

20.16 El inductor de la figura 20.12 tiene una inductancia de $0{,}260\,\text{H}$ y conduce una corriente en el sentido que se ilustra, que disminuye a una razón uniforme $di/dt = -0{,}0180\,\text{A/s}$.

a) Calcular la fem autoinducida.

b) ¿Cuál extremo del inductor, a o b, está a un mayor potencial?

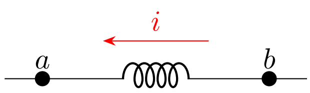

Figura 20.12: Problema 20.16

20.17 Obtener el coeficiente de inducción mutua de dos solenoides rectos, largos y concéntricos de N_1 y N_2 espiras, longitudes L_1 y L_2, y áreas de secciones transversales S_1 y S_2 respectivamente. Datos: $n_1 = 100\,\text{cm}^{-1}$ (espiras por centímetro), $n_2 = 150\,\text{cm}^{-1}$; $S_1 = 2{,}87\,\text{cm}^2$; $S_2 = S_1/3$; $L_1 = 20\,\text{cm}$ y $L_2 = 30\,\text{cm}$.

21. Capacitores

21.1 Las placas de un capacitor de placas paralelas están separadas 2,5 mm y cada una tiene una carga de magnitud igual a 80 nC. Las placas están en el vacío y el campo eléctrico entre las placas tiene un módulo de $4{,}0 \times 10^6$ V/m.

a) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre las placas?

b) ¿Cuál es la densidad superficial de carga en las placas?

c) ¿Cuál es el área de cada placa?

d) ¿Cuál es la capacidad de este capacitor?

e) ¿Cuánta energía hay almacenada en este capacitor?

f) ¿Cambian las respuestas anteriores si en lugar de vacío hubiera aire en su interior?

g) En el caso del aire, la ruptura del dieléctrico ocurre con una intensidad de campo eléctrico de 3×10^6 V/m. Si este capacitor tuviera aire en su interior, ¿cuál es el voltaje máximo que puede aplicarse sin que haya ruptura del dieléctrico?

21.2 Una esfera conductora de radio igual a 2,7 cm se mantiene a un potencial constante mediante una batería, como se muestra en la figura 21.1.

a) Calcular la capacidad de esta esfera.

b) ¿Cuánta energía electrostática almacena esta esfera si el voltaje de la batería es $\varepsilon = 120$ V?

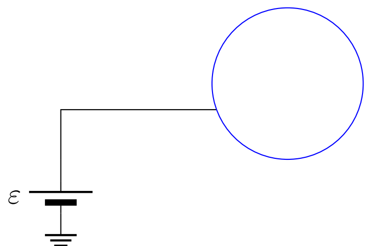

Figura 21.1: Problema 21.2

21.3 Dos placas paralelas tienen cargas de igual magnitud y signo contrario. Cuando se evacúa el espacio entre las placas, el módulo del campo eléctrico entre las placas es $3{,}2 \times 10^5$ V/m. Cuando el espacio se llena con un dieléctrico, el módulo del campo eléctrico es $2{,}5 \times 10^5$ V/m.

a) ¿Cuál es la densidad de carga en cada superficie del dieléctrico?

b) ¿Cuál es su constante dieléctrica?

21.4 Se conecta un capacitor de 12,5 µF a una fuente que mantiene una diferencia de potencial constante de 24,0 V a través de las placas. Entre las placas se coloca un trozo de material cuya constante dieléctrica es 3,75, llenando por completo el espacio que hay entre ellas. ¿Cuánto cambia la energía acumulada en el capacitor durante la inserción? ¿Aumenta o disminuye?

21.5 Un capacitor (A) de capacidad igual a 20,0 µF, se carga conectándolo a una diferencia de potencial de 800 V. Luego los terminales del capacitor cargado se desconectan de la fuente y se conectan entonces a los de un capacitor (B) descargado de capacidad igual a 10,0 µF. Calcular la carga en cada capacitor una vez alcanzado el equilibrio.

21.6 En la figura 21.2, cada capacitor tiene una capacidad de 4,00 µF y la diferencia de potencial entre los puntos a y b es $V_b - V_a = 28{,}0$ V. Calcular:

a) La carga en cada capacitor.

b) La diferencia de potencial a través de cada capacitor.

c) La diferencia de potencial $V_b - V_c$.

d) La diferencia de potencial $V_a - V_c$.

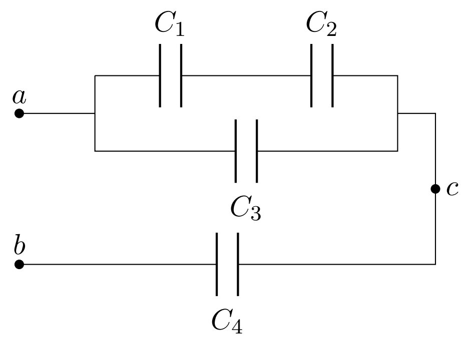

Figura 21.2: Problema 21.6

21.7 Para la red de capacitores que se ilustra en la figura 21.3, la diferencia de potencial entre los puntos a y b es de 12,0 V. Calcular:

a) La energía total almacenada en la red.

b) La energía almacenada en el capacitor de 4,80 µF.

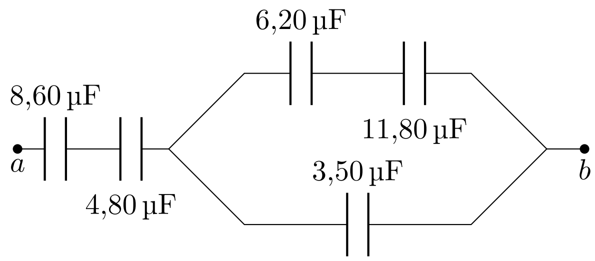

Figura 21.3: Problema 21.7

21.8 Para el circuito mostrado en la figura 21.4 se sabe que $C_1 = 3{,}0\,\mathrm{mF}$, $\varepsilon = 150\,\mathrm{V}$, la carga en el capacitor C_1 es $150\,\mathrm{mC}$ y la carga en C_3 es $450\,\mathrm{mC}$. ¿Cuáles son los valores de las capacidades C_2 y C_3?

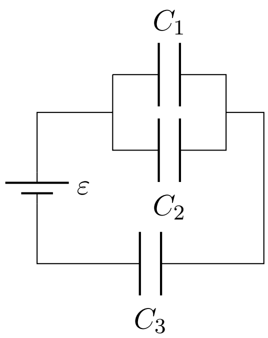

Figura 21.4: Problema 21.8

21.9 Un capacitor horizontal de placas paralelas separadas una distancia D, vacío entre sus placas, tiene una capacidad de $25{,}0\,\mathrm{mF}$. Un líquido no conductor, de constante dieléctrica igual a 6,50, se vierte en el espacio entre las placas, que llena una fracción del volumen de altura d, modificando de esta forma la capacidad de este dispositivo, como se muestra en la figura 21.5. ¿Qué fracción del volumen entre las placas hay que llenar con este líquido para que la capacidad resultante sea $50{,}0\,\mathrm{mF}$? Es decir, calcular la proporción d/D para obtener la capacidad mencionada.

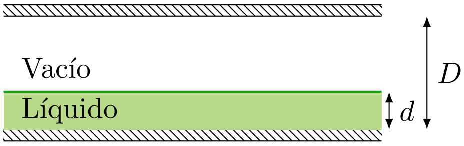

Figura 21.5: Problema 21.9

21.10 Un capacitor está hecho de dos cilindros coaxiales huecos de cobre, de longitud igual a $36{,}0\,\mathrm{cm}$, y el espacio entre ellos está vacío. El radio del cilindro interior vale $2{,}50\,\mathrm{mm}$ y $3{,}10\,\mathrm{mm}$ el radio del cilindro exterior. Si la diferencia de potencial entre las superficies de los dos cilindros es $80{,}0\,\mathrm{V}$:

a) ¿Cuál es la capacidad de este capacitor?

b) ¿Cuál es la carga almacenada?

c) ¿Cuánto vale el módulo del campo eléctrico en un punto entre los dos cilindros que se encuentra a $2{,}80\,\mathrm{mm}$ de su eje común y en el punto medio entre los extremos de los cilindros?

21.11 Un capacitor está construido con dos cilindros coaxiales huecos, de hierro, uno dentro del otro. El cilindro interior tiene carga negativa y el exterior tiene carga positiva; y la magnitud de la carga en cada uno es $10{,}0\,\mathrm{pC}$. El cilindro interior tiene un radio de $0{,}50\,\mathrm{mm}$ y el exterior de $5{,}00\,\mathrm{mm}$, y la longitud de cada cilindro es $18{,}0\,\mathrm{cm}$.

a) ¿Cuál es su capacidad?

b) ¿Qué diferencia de potencial es necesario aplicar para tener tales cargas en los cilindros?

22. Transitorios en circuitos

22.1 Considere el circuito mostrado en la figura 22.1. Los resistores tienen resistencias $R_1 = 6{,}00\,\Omega$ y $R_2 = 4{,}00\,\Omega$, y el capacitor una capacidad $C = 9{,}00\,\mu\text{F}$. Cuando el circuito se encuentra en régimen estacionario, la magnitud de la carga sobre las placas del capacitor es $36{,}00\,\mu\text{C}$. Calcular el valor de la fem ε.

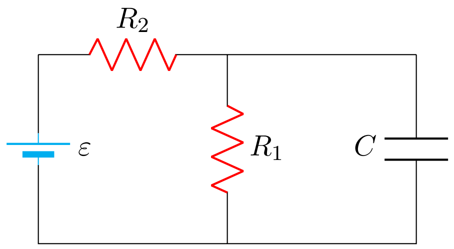

Figura 22.1: Problema 22.1

22.2 En el circuito de la figura 22.2, los dos capacitores están inicialmente cargados a 45 V.

a) ¿Cuánto tiempo después de cerrar el interruptor el voltaje de cada capacitor se reducirá a 10 V?

b) ¿Cuánto vale la corriente en el circuito, en el instante calculado en el ítem anterior?

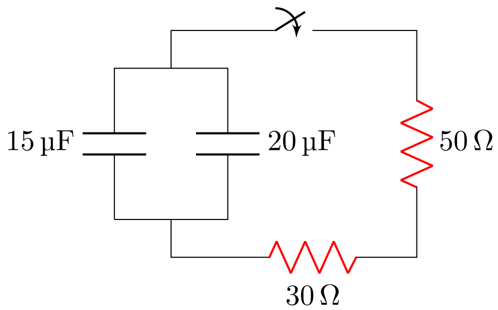

Figura 22.2: Problema 22.2

22.3 El capacitor de la figura 22.3 tiene una capacidad $C = 15\,\mu\text{F}$, el valor de la resistencia es $R = 980\,\Omega$ y la fuente de tensión es $\varepsilon = 18\,\text{V}$. Inicialmente, el capacitor está descargado y el interruptor se encuentra en la posición 1. Luego el interruptor se mueve a la posición 2, por lo que el capacitor comienza a cargarse. Después de que el interruptor ha estado en la posición 2 durante 10 ms, el interruptor se lleva de regreso a la posición 1. *a*) Calcular la carga en el capacitor justo antes de que el interruptor se lleve desde la posición 2 hasta la 1. *b*) Calcular las caídas de potencial a través de la resistencia y el capacitor en el instante del ítem anterior. *c*) Calcular las caídas de potencial a través de la resistencia y del capacitor justo después de que el interruptor se llevó dede la posición 2 hasta la 1. *d*) Calcular la carga en el capacitor 10 ms después de haber llevado el interruptor desde la posición 2 hasta la posición 1.

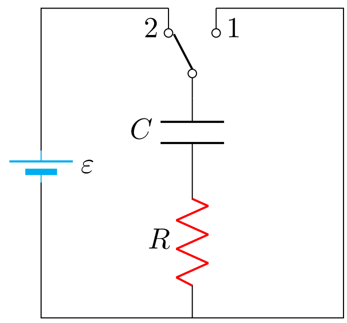

Figura 22.3: Problema 22.3

22.4 En el circuito que se ilustra en la figura 22.4, cada capacitor tiene inicialmente una carga de 3,5 nC. Después de que el interruptor se cierra, ¿cuál será la corriente en el circuito en el instante en que los capacitores hayan perdido el 80 % de su energía almacenada inicialmente?

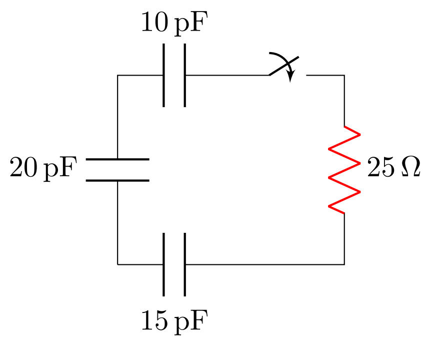

Figura 22.4: Problema 22.4

22.5 Un capacitor de $2{,}00\,\mu\text{F}$ inicialmente descargado se conecta en serie con una resistencia de $6{,}00\,\text{k}\Omega$ y una fuente de 90,0 V. El circuito se cierra en $t = 0$.

a) Inmediatamente después de cerrado el circuito, ¿cuál es la tasa a la que se disipa la energía eléctrica en la resistencia?

b) ¿En qué instante la tasa a la que la energía eléctrica se disipa en la resistencia es igual a la tasa a la que la energía eléctrica se almacena en el capacitor?

c) En el instante calculado en el ítem *b*, ¿cuál es la tasa a la que se disipa la energía eléctrica en la resistencia?

22.6 En el circuito de la figura 22.5, el capacitor se encuentra inicialmente descargado. *a*) Calcular la corriente en cada resistencia inmediatamente después de cerrar el interruptor. *b*) Calcular la carga en el capacitor luego de que el interruptor se ha mantenido cerrado mucho tiempo.

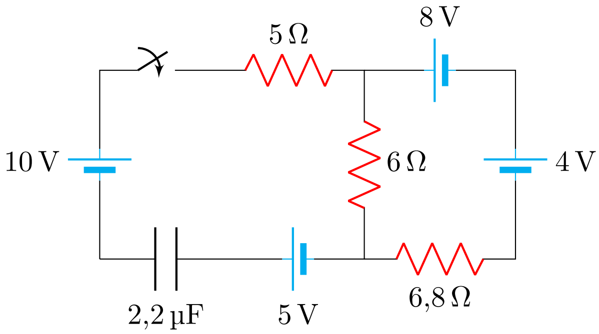

Figura 22.5: Problema 22.6

22.7 Cuando la llave recién se cierra, los capacitores de la figura 22.6 están descargados, y se observa que por la fuente circula una corriente de 4 mA. *a*) ¿Qué corriente circulará por la fuente después de mantener la llave cerrada mucho tiempo? *b*) ¿Qué energía acumula cada capacitor en esas condiciones? Datos: $R = 1{,}5\,\mathrm{k\Omega}$; $r = 2{,}0\,\mathrm{k\Omega}$; $C = 6{,}0\,\mu\mathrm{F}$

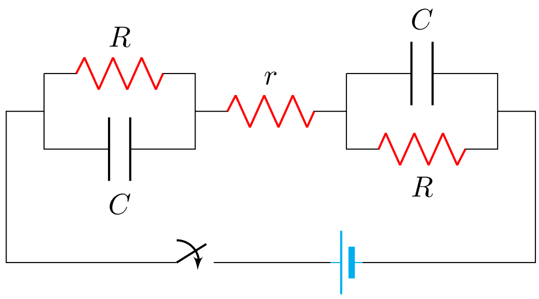

Figura 22.6: Problema 22.7

22.8 Un inductor con inductancia de 2,50 H y resistencia de 8,00 Ω está conectado a las terminales de una batería con una fem de 6,00 V y resistencia interna despreciable. Determinar:

a) La razón inicial de incremento de la corriente en el circuito.

b) La razón de aumento de la corriente en el instante en que esta última es igual a 0,500 A.

c) La corriente 0,250 s después de haber cerrado el circuito.

d) La corriente en el régimen estacionario final.

22.9 Una batería de 35,0 V con resistencia interna insignificante, un resistor de 50,0 Ω y un inductor de 1,25 mH con resistencia despreciable están conectados en serie con un interruptor abierto, y el interruptor se cierra de forma súbita.

a) ¿Cuánto tiempo después de cerrar el interruptor la corriente a través del inductor alcanzará la mitad de su valor máximo?

b) ¿Cuánto tiempo después de cerrar el interruptor la energía almacenada en el inductor será la mitad de su máximo valor?

22.10 En la figura 22.7, el valor de R es 15,0 Ω y la *fem* de la batería es 6,30 V. Inicialmente, el interruptor S_1 se encuentra cerrado y el interruptor S_2 abierto. Después de varios minutos se abre S_1 y simultáneamente se cierra S_2. Se observa que 2,00 ms luego del cambio, la corriente ha disminuido a 0,320 A.

a) Calcular la inductancia de la bobina.

b) ¿Cuánto tiempo después del cambio la corriente se reduce en un 90 %?

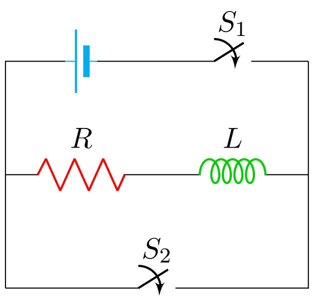

Figura 22.7: Problema 22.10

23. Preguntas para el análisis

En esta sección se requiere brindar respuestas argumentadas.

23.1 Se coloca una lámina de cobre entre los polos de un electroimán con el campo magnético perpendicular a la lámina. Cuando se tira de la lámina hacia afuera, se requiere una fuerza considerable, la cual aumenta con la rapidez. Explique este fenómeno.

23.2 En la figura 23.1, si la rapidez angular ω de la espira se duplica, entonces la frecuencia con la que la corriente inducida cambia de sentido también se duplica, al igual que la f.e.m máxima. ¿Por qué? ¿Cambia el torque requerido para hacer girar la espira?

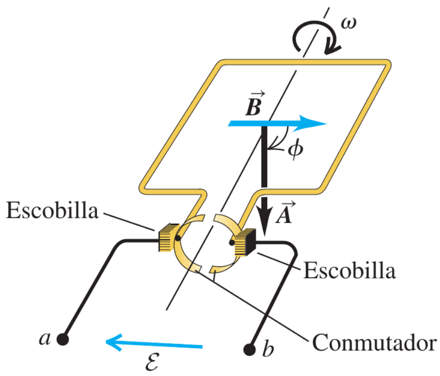

Figura 23.1: Pregunta 23.2

23.3 Dos espiras circulares se encuentran lado a lado en el mismo plano. Una está conectada a una fuente que suministra una corriente creciente; la otra es un anillo cerrado simple. ¿La corriente inducida en el anillo tiene el mismo sentido que la corriente en la espira conectada con la fuente o es opuesto? ¿Qué sucede si disminuye la corriente en la primera espira?

23.4 Un conductor largo y recto pasa por el centro de un anillo metálico, perpendicular a su plano. Si la corriente en el conductor aumenta, ¿se induce una corriente en el anillo?

23.5 Un estudiante asegura que, si se deja caer en forma vertical un imán permanente por un tubo de cobre, finalmente el imán alcanza una velocidad terminal, aunque no haya resistencia del aire. ¿Por qué tendría que ser así?

23.6 Un avión vuela horizontalmente sobre la Antártida, donde el campo magnético terrestre está dirigido mayormente hacia arriba alejándose del suelo. Vista por un pasajero que mira hacia el frente del avión, ¿el extremo del ala izquierda está a un potencial eléctrico mayor que el del ala derecha? ¿La respuesta depende de la dirección en que vuela el avión?

23.7 Un rectángulo de metal está cerca de un alambre largo, recto y que conduce corriente, con dos de sus lados paralelos al alambre. Si la corriente en el alambre está disminuyendo, ¿el rectángulo es repelido o atraído por el alambre? Explique por qué este resultado es congruente con la ley de Lenz.

23.8 En la situación que se muestra en la figura 23.2, ¿sería adecuado preguntar cuánta energía gana un electrón durante un recorrido completo alrededor de la espira de alambre con corriente I? ¿Sería adecuado preguntar a través de qué diferencia de potencial se mueve el electrón durante ese recorrido completo?

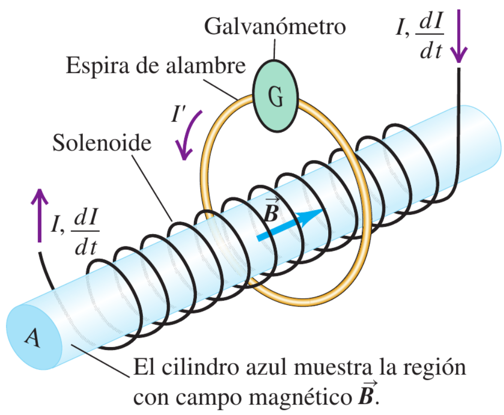

Figura 23.2: Pregunta 23.8

23.9 Una espira conductora cuadrada está en una región de campo magnético constante y uniforme. ¿La espira puede hacerse girar alrededor de un eje a lo largo de un lado sin que se induzca alguna fem en la espira? Explique lo que sucede en términos de la orientación del eje de rotación con respecto a la dirección del campo magnético.

23.10 Indique cuáles de los siguientes enunciados son verdaderos y justifique su elección.

- $\int\int \vec{B}\cdot d\vec{S} = 0 \Leftrightarrow \varepsilon_{ind} = 0$
- El signo negativo de la ley de Faraday es consecuencia del principio de acción y reacción.
- Un solenoide puede considerarse ideal si es muy largo.
- Una corriente variable no puede inducir una fem de valor constante.
- $\varepsilon_{ind} \neq 0 \Rightarrow \int\int \vec{B}\cdot d\vec{S} \neq 0$
- Una corriente estacionaria genera un campo magnético estacionario y no necesariamente uniforme.
- Una bobina almacena energía del campo eléctrico.
- La energía almacenada por una bobina es independiente del valor de la corriente que la circula.
- Un campo magnético variable siempre induce una f.e.m en toda espira sumergida en él.
- El campo magnético inducido es siempre opuesto al campo magnético externo.
- El signo negativo en la ley de Faraday-Lenz es consecuencia de la conservación de la energía.

23.11 Para resistencias muy grandes, es fácil construir circuitos RC que tengan constantes de tiempo de varios segundos o minutos. ¿Cómo se utilizaría este hecho para medir resistencias muy grandes, demasiado grandes como para medirlas con métodos más convencionales?

23.12 Cuando un capacitor, una batería y un resistor se conectan en serie, ¿el resistor afecta la carga máxima que se almacena en el capacitor? ¿Por qué? ¿Qué finalidad tiene el resistor?

23.13 En el circuito mostrado en la figura 23.3, cuando se cierra el interruptor, el potencial V_{ab} cambia súbitamente y en forma discontinua, a diferencia de la corriente. Explique por qué el voltaje puede cambiar de pronto, pero la corriente no.

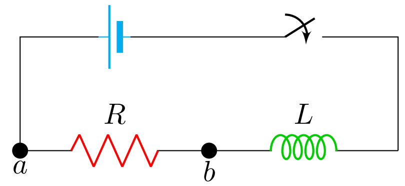

Figura 23.3: Pregunta 23.13

23.14 Suponga que hay una corriente estable en un inductor. Si trata de reducir la corriente a cero en forma instantánea abriendo rápidamente un interruptor, puede aparecer un arco donde el interruptor hace contacto. ¿Por qué? ¿Es físicamente posible detener la corriente de forma instantánea? Explique su respuesta.

24. Respuestas de la unidad IV

19.1 $54\,\Omega$

19.2 *a*) $1210\,\Omega$
d) $11{,}9\,\mathrm{W}$

19.3 *a*) $0{,}36\,\Omega$
b) $8{,}94\,\mathrm{V}$

19.4 $1{,}42\,\mathrm{A}$

19.5 *a*) $i_1 = 0{,}90\,\mathrm{A}$; $i_2 = 0{,}40\,\mathrm{A}$; $i_3 = 0{,}30\,\mathrm{A}$; $i_4 = 0{,}20\,\mathrm{A}$
b) La bombilla 2.

19.6 *a*) $i_1 = 0{,}200\,\mathrm{mA}$; $i_2 = 0{,}0800\,\mathrm{mA}$; $V = 1{,}20\,\mathrm{V}$
b) $i_1 = 0{,}202\,\mathrm{mA}$; $i_2 = 0{,}076\,\mathrm{mA}$; $V = 1{,}14\,\mathrm{V}$

19.8 *a*) $0{,}4\,\mathrm{A}$
b) $1{,}6\,\mathrm{W}$
c) $4{,}8\,\mathrm{W}$ en la batería de $12\,\mathrm{V}$
c) $3{,}2\,\mathrm{W}$ en la batería de $8\,\mathrm{V}$

19.9 *a*) $8\,\mathrm{A}$
b) $\varepsilon_1 = 36\,\mathrm{V}$ y $\varepsilon_2 = 54\,\mathrm{V}$
c) $R = 9\,\Omega$

19.10 *a*) $0{,}90\,\mathrm{A}$
b) $1{,}80\,\mathrm{V}$

19.11 *a*) $-12\,\mathrm{V}$
b) $1{,}71\,\mathrm{A}$
c) $4{,}20\,\Omega$

19.12 $I_1 = 0{,}85\,\mathrm{A}$; $I_2 = 2{,}14\,\mathrm{A}$; $I_3 = 0{,}171\,\mathrm{A}$

19.13 *a*) $8\,\mathrm{V}$
b) Desde B hacia A.

19.14 $0{,}75\,\mathrm{A}$

19.16 *a*) $P_1 + P_2$
b) $P_1 P_2/(P_1 + P_2)$

19.17 $16{,}8\,\mathrm{A}$

20.1 *a*) $17{,}1\,\mathrm{mV}$
b) $28{,}5\,\mathrm{mA}$

20.2 *a*) $1{,}44 \times 10^{-5}\,\mathrm{Wb}$
b) 0
c) $3{,}6 \times 10^{-4}\,\mathrm{V}$

20.3 *a*) $\varepsilon = 1\,\mathrm{V}$, $i = 1\,\mathrm{mA}$
b) Ambos valores se reducen a la mitad.

20.4 *a*) $0{,}251\,\mathrm{Wb}$
b) $2{,}51\,\mathrm{V}$

20.5 *a*) $6{,}44 \times 10^{-4}\,\mathrm{Wb}$
b) $100\,\mathrm{A}$

20.6 *a*) $|\varepsilon| = 1\,\mathrm{mV}$, $|i| = 10\,\mu\mathrm{A}$ en sentido horario.
b) $E = 5 \times 10^{-3}\,\mathrm{V/m}$
c) $F = 2 \times 10^{-7}\,\mathrm{N}$ hacia la izquierda.
d) De igual módulo y sentido opuesto a la fuerza magnética.
e) $1 \times 10^{-8}\,\mathrm{W}$

20.7 Considerando que la normal a la superficie sale de la pantalla:
a) Entrando: $\Phi = Ba(x + a/2)$; adentro: $\Phi = Ba^2$; saliendo: $\Phi = Ba(b + a/2 - x)$.
b) Entrando: $\varepsilon = -Bav$ y la corriente circula en sentido horario; adentro: $\varepsilon = 0$; saliendo: $\varepsilon = Bav$ y la corriente circula en sentido antihorario. En ambos casos ese sentido de la corriente es el que provoca una fuerza magnética hacia la izquierda, que se opone al movimiento que está provocando el cambio de flujo.
c) Entrando y saliendo: $F = B^2a^2v/R$ hacia la izquierda; adentro: $F = 0$.
d) Entrando y saliendo: $F = B^2a^2v/R$ hacia la derecha; adentro: $F = 0$.
e) Entrando y saliendo: la potencia mecánica es $P = Fv = B^2a^2v^2/R$ y la potencia disipada por R es $P = i^2R = B^2a^2v^2/R$. Adentro: ambos valen $P = 0$

20.8 $\varepsilon = 0{,}471\,\text{V}\,\sin\!\left(\frac{50}{3}\pi\,\text{s}^{-1}\,t + \phi_0\right)$

20.9 $i = 0$ si $t < 0$;
$i = \frac{\mu_0 a^2 i_0}{2\pi b R T^2}(2t - T)$ si $0 \le t \le T$;
$i = 0$ si $T < t$

20.11 *a*) $|\varepsilon| = 4{,}8\,\mu\text{V}$
b) $|\varepsilon| = 1{,}2\,\text{mV}\,\text{e}^{-t/1\,\text{s}}$
c) Sentido antihorario en el caso a y sentido horario en el caso b

20.13 *a*) Mirando de frente a la espira, con el campo magnético saliendo de la página: sentido antihorario.
b) $10{,}9\,\text{m/s}$

20.14 *a*) $150\,\text{V}$
b) $200\,\text{V}$

20.15 *a*) $\varepsilon = 0{,}452\,\text{V}\,\sin\!\left(120\pi\,\text{s}^{-1}\,t + \pi/2\right)$
b) $250\,\text{s}^{-1}$

20.16 *a*) $4{,}68\,\text{mV}$
b) $V_a > V_b$

20.17 $3{,}61\,\text{mH}$

21.1 *a*) $\Delta V = 10\,\text{kV}$
b) $|\sigma| = 35{,}4\,\mu\text{C/m}^2$
c) $A = 22{,}6\,\text{cm}^2$
d) $C = 8{,}0\,\text{pF}$
e) $U = 4{,}0\,\text{mJ}$
f) No cambian si se mantienen las mismas cifras singificativas.
g) $V_{\text{ruptura}} = 7{,}5\,\text{kV}$

21.2 *a*) $C = 3{,}0\,\text{pF}$
b) $U = 21{,}6\,\text{nJ}$

21.3 *a*) $0{,}62\,\mu\text{C}/{}^2\text{m}$
b) $1{,}28$

21.4 Aumenta $9{,}9\,\text{mJ}$

21.5 $Q_A = 10{,}7\,\mu\text{C}$ y $Q_B = 5{,}3\,\mu\text{C}$.

21.6 *a*) $Q_1 = Q_2 = 22{,}4\,\mu\text{C}$, $Q_3 = 44{,}8\,\mu\text{C}$, $Q_4 = 67{,}2\,\mu\text{C}$
b) $V_1 = V_2 = 5{,}6\,\text{V}$, $V_3 = 11{,}2\,\text{V}$, $V_4 = 16{,}8\,\text{V}$
c) $V_b - V_c = 16{,}8\,\text{V}$
d) $V_a - V_c = -11{,}2\,\text{V}$

21.7 *a*) $158\,\mu\text{J}$
b) $71{,}9\,\mu\text{J}$

21.8 $C_2 = 6{,}0\,\text{mF}$ y $C_3 = 4{,}5\,\text{mF}$

21.9 $C = 25{,}0\,\text{mF}/(1 - 0{,}8462 d/D)$. Por lo tanto: $d/D = 0{,}59$.

21.10 *a*) $93{,}0\,\text{pF}$
b) $7{,}44\,\text{nC}$
c) $133\,\text{kV/m}$

21.11 *a*) $4{,}35\,\text{pF}$
b) $2{,}30\,\text{V}$

22.1 $6{,}67\,\text{V}$

22.2 *a*) $4{,}22\,\text{ms}$
b) $125\,\text{mA}$

22.3 *a*) $133\,\mu\text{C}$
b) $V_R = 9{,}13\,\text{V}$; $V_C = 8{,}87\,\text{V}$
c) $V_R = V_C = 8{,}87\,\text{V}$
d) $67{,}4\,\mu\text{C}$

22.4 $13{,}6\,\text{A}$

22.5 *a*) $1{,}35\,\text{W}$
b) $t = 8{,}3\,\text{ms}$
c) $0{,}339\,\text{W}$

22.6 *a*) $i_{5\,\Omega} = 1{,}15\,\text{A}$; $i_{6\,\Omega} = 1{,}55\,\text{A}$; $i_{6{,}8\,\Omega} = 0{,}40\,\text{A}$
b) $2{,}1 \times 10^{-5}\,\text{C}$

22.7 *a*) $1{,}6\,\text{mA}$
b) $1{,}73 \times 10^{-5}\,\text{J}$, la misma en ambos capacitores.

22.8 *a*) $2{,}4\,\text{A/s}$
b) $0{,}8\,\text{A/s}$
c) $0{,}413\,\text{A}$
d) $0{,}75\,\text{A}$

22.9 *a*) 17,3 µs
b) 30,7 µs

22.10 *a*) 0,110 H
b) 0,77 ms