

FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

TEMA 4 (continuación): INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

PROBLEMAS

1. La varilla conductora de la figura (a) posee 30 cm de longitud y se mueve con una velocidad uniforme de 8 m/s en dirección perpendicular a un campo magnético uniforme de 500 G. Una vez alcanzado el equilibrio, calcular (a) la fuerza magnética ejercida sobre un electrón de la varilla; (b) el campo eléctrico E existente en la varilla; (c) la diferencia de potencial entre sus extremos. Consideremos ahora la misma varilla conectada a un circuito en forma de U como se muestra en la figura (b). Para que la varilla permanezca con movimiento uniforme en el seno del campo magnético, es preciso que se ejerza una fuerza externa de 0,15 N en la misma dirección y sentido del movimiento. (d) Calcular el valor y el sentido de la corriente inducida en el circuito. (e) Si la resistencia total del circuito es $R = 0,1 \Omega$, calcular la potencia que será suministrada por dicha fuerza externa (f) ¿Cuál es el valor de la fem inducida? (g) ¿Con qué velocidad se desplaza en este caso la varilla conductora. **Solución:** (a) $-6,5 \times 10^{-20} \vec{k}$ (N) (b) $-0,4 \vec{k}$ (V/m) (c) 0,12 V (d) 10 A en sentido antihorario (e) 10 W (f) 1 V (g) $66,7 \vec{i}$ (m/s)

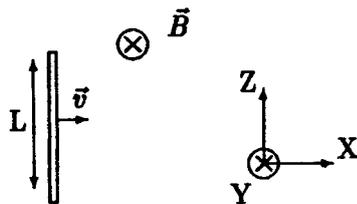


Figura (a)

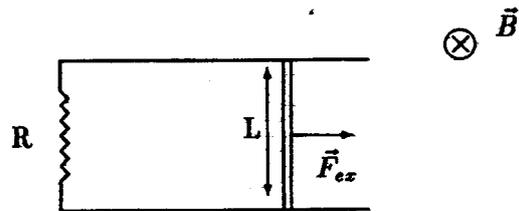
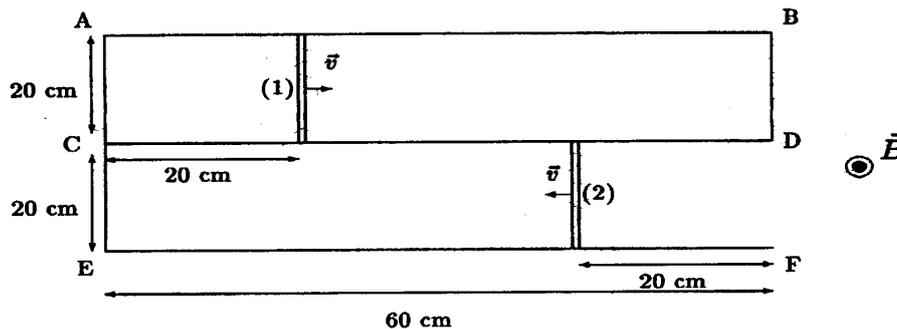
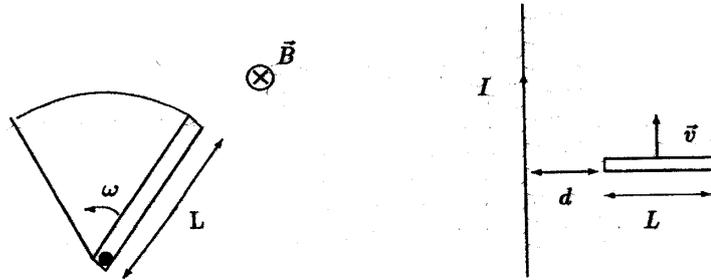


Figura (b)

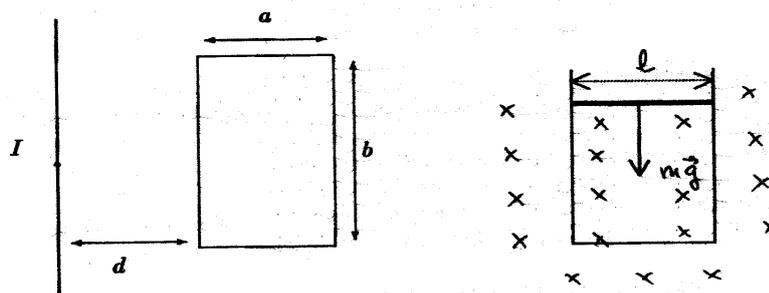
2. El cuadro conductor de la figura está abierto por DF. Las barras conductoras (1) y (2) se mueven paralelas a sí mismas apoyándose en los lados AB, CD y EF con velocidades iguales y opuestas de valor 3 m/s. Todo el conjunto está inmerso en un campo magnético uniforme y estacionario perpendicular al plano del papel y dirigido hacia el lector de módulo 5 T. La resistencia de las barras verticales AC, CE y DB está distribuida uniformemente a lo largo de ellas y vale $0,5 \Omega/\text{cm}$. El resto de las barras tienen resistencia despreciable. Determinar las intensidades que circulan por cada malla del circuito, cuando las barras (1) y (2) se encuentran en la posición de la figura. NOTA: La posición de las barras (1) y (2) en el instante inicial coincide con AC y DF respectivamente. **Solución:** 0,3 A en todos los casos.



3. Una varilla conductora de longitud L gira con velocidad angular ω constante en torno a uno de sus extremos, que se mantiene fijo, en un plano perpendicular a un campo magnético uniforme B , tal y como se muestra en la figura (abajo, izquierda) (a) ¿Cuál es la fuerza magnética que actúa sobre una carga q situada a una distancia r del extremo fijo de la varilla? (b) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los extremos de la varilla? (c) Calcular el valor de la fem inducida a partir de la ley de Faraday, y comparar el resultado con el obtenido en el apartado (b). **Solución:** (a) $qB\omega r$ radial y dirigida hacia el extremo fijo para cargas positivas. (b) $B\omega L^2/2$ (c) $B\omega L^2/2$.



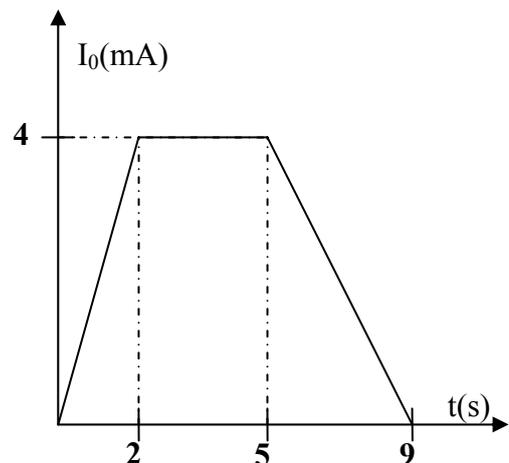
4. La barra conductora de la figura (arriba, derecha) se mueve con velocidad uniforme v paralelamente a un hilo de corriente indefinido que transporta una corriente I . Si el extremo de la barra más cercano al hilo conductor se encuentra a una distancia d , y la longitud de la barra es L , (a) calcular la diferencia de potencial que se genera entre los extremos de la barra. (b) Si la barra se encuentra paralela al hilo y se mueve alejándose de él a la misma velocidad v , calcular de nuevo la diferencia de potencial que se genera entre sus extremos considerando que inicialmente se encontraba a una distancia d del hilo. En ambas situaciones, razonar qué extremo de la barra se encuentra a mayor potencial. **Solución:** (a) $(\mu_0 I v / 2\pi) \ln[d/(d + L)]$ (b) $(\mu_0 I L v) / [2\pi(d + vt)]$
5. Considerar el hilo conductor rectilíneo e indefinido de la figura (abajo, izquierda) recorrido por una intensidad de corriente $I = I_0 \exp(-\lambda t)$, siendo λ e I_0 constantes positivas. (a) Encontrar la fuerza electromotriz que se induce en el circuito rectangular. (b) ¿Cuál será el sentido de la corriente inducida? **Solución:** (a) $[\lambda \mu_0 I_0 b / (2\pi)] \ln(1 + a/d) \exp(-\lambda t)$. (b) Horario.



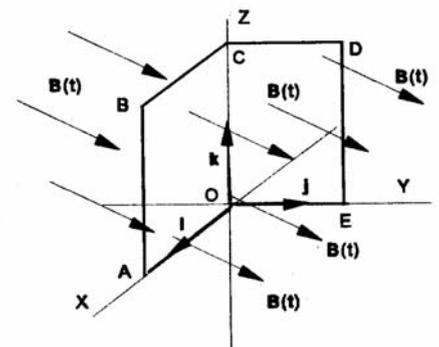
6. Una barra conductora móvil de 1 m de longitud y 1 kg de masa se desplaza sin rozamiento bajo la acción de la gravedad sobre un circuito vertical en forma de U, en el seno de un campo magnético uniforme de intensidad 1 T tal y como muestra la figura (arriba, derecha). La barra parte del reposo a una cierta altura y va descendiendo aumentando su velocidad hasta alcanzar un movimiento uniforme. Calcula el valor y el sentido de la intensidad de corriente inducida en régimen estacionario (transcurrido un tiempo suficientemente largo para que la velocidad sea constante). **Solución:** 10 A en sentido horario.

7. Un campo magnético cuyo valor en todos los puntos del espacio es $\vec{B} = (5t\vec{i} + 6t^2\vec{j} - 9t^3\vec{k})$, donde \vec{B} se expresa en teslas y el tiempo t en segundos, atraviesa una bobina formada por 10 espiras cuadradas de lado $L=1$ m paralelas al plano XY. La resistencia de la bobina es de 10Ω en cada espira. a) ¿Es \vec{B} un campo magnético uniforme? ¿Es estacionario? Razone sus respuestas. b) Obtenga el valor de la fuerza electromotriz inducida a través de la bobina en función del tiempo. c) ¿Cuánto vale la intensidad inducida en la bobina en $t=0,5$ s? Realice un esquema gráfico en el que se muestre el sentido de dicha intensidad. **Solución: (a) Campo uniforme y variable en el tiempo (b) fem=270 t² (c) 675 mA.**
8. Un campo magnético uniforme forma un ángulo de 30° con el eje de una bobina de 300 vueltas y radio 6 cm. Si la intensidad del campo magnético aumenta según la ecuación $B = B_0 + 40t$, siendo B_0 una constante positiva, calcular: **a)** Variación del flujo magnético a través de la bobina por unidad de tiempo. **b)** La fuerza electromotriz inducida en la bobina. **c)** La intensidad de la corriente inducida, si la resistencia de la bobina es 150Ω . **d)** ¿Cuál sería la fuerza electromotriz inducida en la bobina, si en las condiciones del enunciado el campo magnético disminuyera de acuerdo con la ecuación $B = B_0 - 40t$, en lugar de aumentar? Y la intensidad inducida, ¿sufriría algún cambio? Razone su respuesta. **Solución: (a) 0,06 Wb/s (b) -0,06 V (c) 0,4 mA (d) -0,06 Wb/s, -0,06 V y 0,4 mA en sentido contrario al anterior.**
9. El flujo magnético a través de un circuito por el que circula una corriente de 2 A es 0,8 Wb. (a) Encontrar la autoinducción L del circuito. (b) Calcular la fem inducida en el circuito si en un tiempo de 0,2 s: i) la intensidad de corriente se duplica, ii) se reduce a cero, iii) se invierte. **Solución: (a) 4 H (b) i) -40 V ii) 40 V iii) 80 V.**

10. Una bobina de $L=3,2$ mH, formada por N espiras iguales, es atravesada por una corriente eléctrica I_0 cuya variación en el tiempo se representa en la figura. (a) Calcule la fuerza electromotriz que se autoinduce en la bobina debido a la variación de la corriente en los siguientes intervalos: $0 < t < 2$ s, $2 \text{ s} < t < 5$ s y $5 \text{ s} < t < 9$ s. (b) Si el flujo magnético que atraviesa cada espira de la bobina en el intervalo $2 \text{ s} < t < 5$ s es igual a $1,28 \times 10^{-9}$ Wb, ¿cuál es el número total de espiras de la bobina? (c) Si la resistencia de cada una de las espiras vale $R_{es}=1 \text{ m}\Omega$, calcule el valor de la intensidad inducida en cada intervalo temporal. En cada caso, indique si la intensidad inducida lleva el mismo sentido o sentido contrario a la corriente eléctrica I_0 . **Solución: (a) y (c) $0 < t < 2$ s fem= -6,4 μ V e $I = 0,64 \mu$ A sentido contrario a I_0 ; $2 \text{ s} < t < 5$ s: fem = 0 e $I = 0$; $5 \text{ s} < t < 9$ s: fem = +3,2 μ V e $I = 0,32 \mu$ A de igual sentido que I_0 . (b) 10^4 espiras.**



11. Una espira rectangular ABCDEO está acodada 90° en los puntos C y O de los lados BCD y AOE, de forma que los lados CBAO y CDEO están contenidos en los planos ZX y ZY respectivamente, tal y como indica la figura. La espira está sometida a un campo magnético: $\vec{B}(t) = (-7t+3)\vec{i} + (2t+2)\vec{j}$ (T), donde t es el tiempo en segundos. Determinar: (a) La fuerza electromotriz inducida en la espira. (b) Si la espira tiene una resistencia total de 10Ω , hallar la intensidad que circula por la espira y su sentido.



DATOS: $BA=DE=40$ cm; $BC=AO=30$ cm; $CD=OE=20$ cm. (Febrero 2003) **Solución: (a) 0,32 V (b) 32 mA sentido O \rightarrow E.**