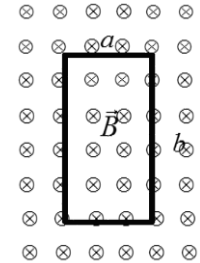
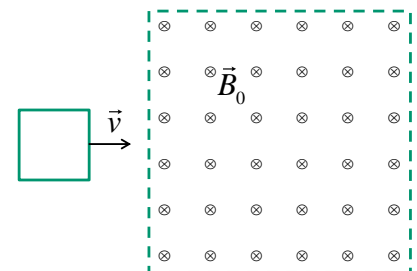


## Guía 7: Inducción electromagnética

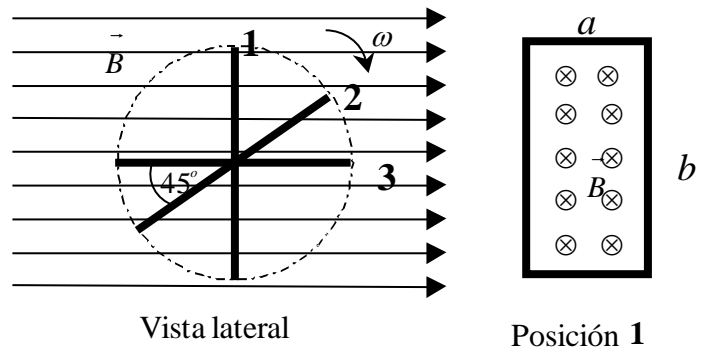
1. La bobina de la figura está dentro de un campo  $\vec{B}$  normal a su plano que varía como  $B = (0.04 + 0.01 t)$  T, para  $t$  medido en segundos. Si la bobina tiene 50 espiras, determinar el valor de la f.e.m. inducida en la bobina en función del tiempo e indique el sentido de la corriente que se induciría en la bobina. Considere que  $a = 5$  cm y  $b = 10$  cm.



2. El cuadro de la figura de 5 cm de lado, que se mueve a una velocidad uniforme de 3 m/s, penetra en una región de 20 cm de lado donde hay un campo  $\vec{B}$ , uniforme y normal a la dirección del movimiento, de intensidad  $B = 0.2$  T. Si el cuadro está formado por 50 espiras, determinar y graficar el valor de la f.e.m. inducida sobre él en función de su posición. Si el cuadro es de un material conductor, determinar el valor y el sentido de la corriente inducida.



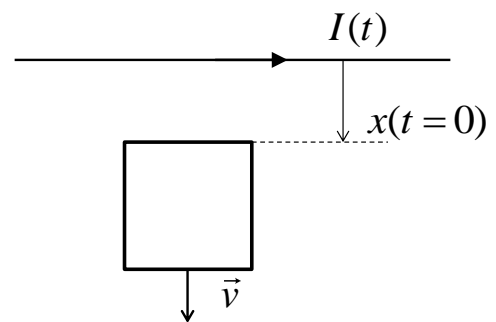
3. Una bobina rectangular con lados  $a = 5$  cm y  $b = 10$  cm, formada por 100 espiras gira con una frecuencia angular constante de 1500 r.p.m. en un campo  $\vec{B}$  uniforme con  $B = 1$  T. Graficar el valor de la f.e.m. inducida en función del ángulo de giro y hallar sus valores en las posiciones 1, 2 y 3.



4. Un conductor rectilíneo muy largo lleva una corriente variable en el tiempo  $I(t)$ .

a) Si el cuadro se aleja con velocidad constante  $\vec{v}$ , calcular la fuerza electromotriz inducida y el sentido de la corriente inducida en el cuadro si  $I(t)$  es creciente. Considerar  $x(0) = D$  (ver figura).

b) Repetir el cálculo si la velocidad del cuadro es paralela al conductor rectilíneo.



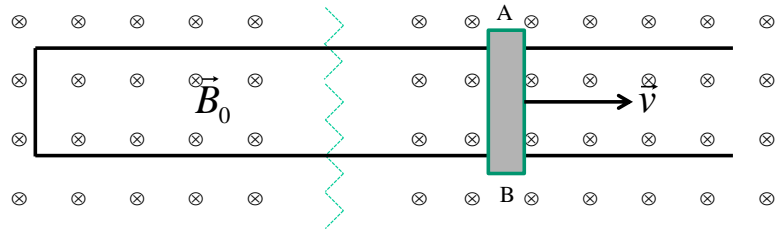
5. La barra metálica AB de largo  $L = 20$  cm y resistencia  $R = 10 \Omega$  desliza sobre un par de rieles conductores muy largos y de resistencia despreciable (ver figura) y se desplaza con velocidad constante  $v = 10$  m/s. Todo el conjunto se encuentra inmerso en un campo  $B_0 = 1$  T. Calcular:

a) la fuerza electromotriz inducida, la corriente inducida y el sentido de la misma.

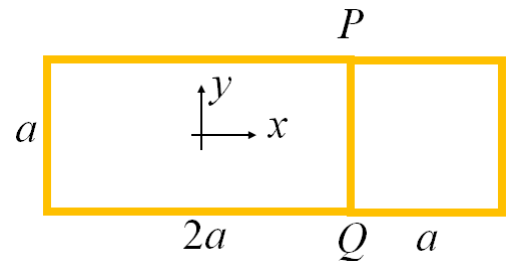
b) el valor de la fuerza necesaria para que la velocidad de la barra se mantenga constante.

c) la potencia disipada por la resistencia y la entregada por el agente externo que hace que se mueva con velocidad constante.

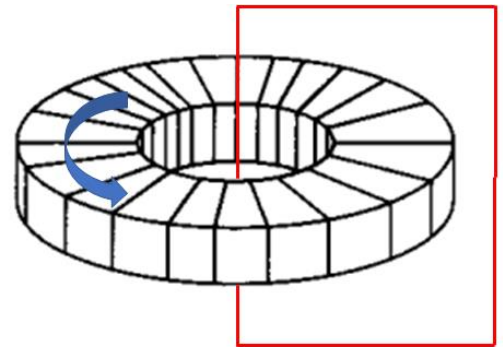
d) ¿Cómo evoluciona la velocidad de la barra en función del tiempo si se suprime la fuerza ejercida por el agente externo?



6 (Desafío). Los trazos amarillos de la figura son conductores cuya resistencia por unidad de longitud es  $2 \Omega/m$ . El conjunto está inmerso en un campo uniforme  $\vec{B} = (-1.5 + 0.1 \frac{1}{s} t) \hat{z} T$ . Si  $a = 50 \text{ cm}$ , determinar la corriente inducida en el tramo PQ.

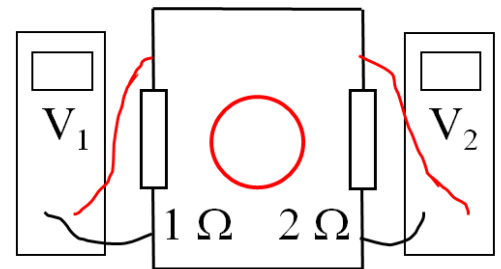


7. La figura muestra un toroide de radio interior  $a = 4 \text{ cm}$ , exterior  $b = 5 \text{ cm}$  y altura  $h = 1 \text{ cm}$ . El núcleo es de un material de permeabilidad  $\mu_r = 1000$ . Arrolladas sobre el toroide hay  $N_1 = 100$  vueltas de alambre por las que circula corriente, la que determina un campo como marca la flecha azul. El trazo rojo representa  $N_2 = 200$  vueltas de alambre superpuestas de resistencia  $R = 10 \Omega$  y bobinadas sobre un cuadrado de lado  $L = 10 \text{ cm}$ . Si la corriente que circula por el toroide está dada por  $I(t) = 10 \text{ A} e^{-(t/\tau)}$  ( $\tau = 0.5 \text{ s}$ ), determinar la corriente inducida en el trazo rojo.



8. La circunferencia roja, de radio  $R = 2 \text{ cm}$ , es la traza de un solenoide muy largo de 1000 vueltas por metro por el que circula una corriente que crece linealmente con el tiempo a razón de  $10 \text{ A/s}$  y que determina un campo B saliente al plano del papel. Determinar:

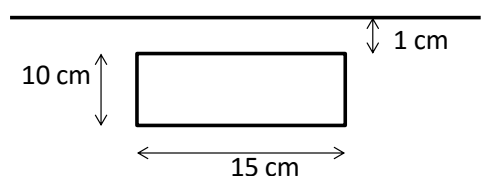
- a) La corriente inducida en las resistencias.
- b) La lectura de los voltímetros.



9. Obtener el valor aproximado de la autoinductancia por unidad de longitud de un solenoide de radio  $R = 1 \text{ cm}$  y largo  $L = 1 \text{ m}$  con un núcleo ferromagnético blando de permeabilidad relativa  $\mu_r = 1000$ . ¿Qué suposiciones realiza para calcularlo?

10. a) Calcular la inductancia mutua entre un conductor recto de largo  $10 \text{ m}$  y una bobina rectangular, de  $10 \text{ cm}$  por  $15 \text{ cm}$ , como la indicada en la figura.

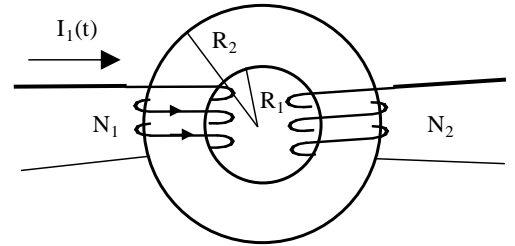
b) Si la resistencia de la bobina es  $R = 10 \Omega$  y por el conductor recto circula una corriente  $i = 5 \cos(9t)$  (donde  $i$  está en Ampere y  $t$  en segundos) calcular la fem y corriente inducida en la bobina. Discutir el signo de las mismas y su dependencia



con el sentido de la corriente en el conductor recto) ¿Cómo se modifican los valores obtenidos en b) si la bobina rectangular tiene  $N_1$  espiras estrechamente arrolladas?

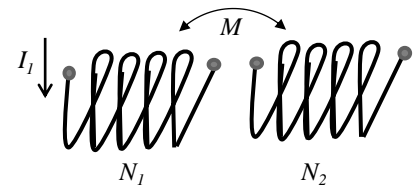
11. a) Calcular la autoinductancia de un núcleo toroidal de dimensiones  $R_1 = 2$  cm y  $R_2 = 3$  cm y  $h = 1$  cm, que tiene un arrollamiento de 300 espiras. Dicho núcleo está construido con un material ferromagnético blando con permeabilidad magnética relativa constante e igual a 800.  
 b) Repita el cálculo si  $R_1 = 2,9$  cm y  $R_2 = 3$  cm y  $h = 10$  cm.  
 c) Compare los resultados y discuta la diferencia que se obtendría al considerar que el campo es uniforme en el toroide.

12. Sobre el toroide delgado ( $\mu_r = 1200$ ) se han bobinado dos arrollamientos: uno con  $N_1 = 500$  espiras, por el que circula una corriente  $I_1 = (20 + 0.2 t)$  A, con  $t$  en segundos, y otro con  $N_2 = 200$  espiras, cuyos bornes están desconectados. La sección es  $S = 1$  cm<sup>2</sup>, y los radios interior y exterior de 7 y 8 cm, respectivamente. Calcular  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $M$  y el valor de la f.e.m. inducida en la bobina 2 y su polaridad, indicando bornes homólogos.



13. Un aparato de resonancia magnética para realizar imágenes del cuerpo humano es, en esencia, un solenoide. Suponga un equipo de 50 cm de diámetro y 3 m de longitud, con un devanado de 10000 vueltas por metro. En su interior el campo magnético es de 1.5 T. Considere la aproximación de solenoide infinito. Calcule:  
 a) La autoinductancia del solenoide.  
 b) La intensidad de corriente eléctrica necesaria para obtener el campo magnético de 1.5 T.  
 c) La energía magnética almacenada en la bobina.  
 d) Si la resistencia por unidad de longitud del hilo que forma la bobina es de  $0.1 \Omega\text{m}^{-1}$ , calcule la potencia que se disipa en forma de calor.

14. Dos solenoides  $N_1$  y  $N_2$  se hallan enfrentados como muestra la figura. Si  $L_1 = 1$  H;  $L_2 = 5$  H;  $M = 1.5$  H y por  $N_1$  circula la corriente  $I_1 = (2 + 0,5 t)$  A, y  $N_2$  está abierto, calcular las expresiones de la f.e.m. inducida sobre  $N_2$  y la energía almacenada.



15. Por dos solenoides con  $L_1 = 2$  H,  $L_2 = 5$  H,  $M = 2.2$  H (como los del Problema 14) circulan las corrientes  $I_1 = 5$  A e  $I_2 = 10$  A, respectivamente. Determinar:  
 a) La energía magnética almacenada en el sistema.  
 b) La energía magnética que tendría el sistema si  $L_2$  se encontrara muy alejado de  $L_1$ .  
 c) El trabajo necesario para traer  $L_2$  desde el infinito hasta la posición original.

16. Un núcleo cuadrado de material ferromagnético de 30 cm de lado posee una sección (también cuadrada) de  $1\text{cm}^2$ . Sobre el núcleo se colocan dos arrollamientos de  $N_1 = 100$  y  $N_2 = 500$  espiras. Por el primero circula una corriente  $I_1 = I_0 \exp(-t/\tau)$  siendo  $I_0 = 10\text{ A}$  y  $\tau = 5\text{ s}$ , y el segundo está abierto. Suponga que se puede considerar al material con una permeabilidad relativa  $\mu_r = 1000$ . Determine en qué sentido circularía la corriente ( $I_2$ ) si el segundo arrollamiento estuviera cerrado, sabiendo que P y S son bordes homólogos (¿sentido de P a Q o de Q a P?). Fundamente mediante la Ley de Lenz.

