

4.5 INDUCCIÓN. (26 Problemas)

1.- El circuito rectangular de la figura se mueve perpendicularmente a una línea de corriente rectilínea atravesada por una intensidad de 10 A con una velocidad uniforme de 1 m/s. Los valores de a y b son 5 y 10 cm respectivamente. Determinar la fuerza electromotriz inducida en el circuito en el instante en que se encuentra a 20 cm de él. ($x=20$ cm)

2.- Un alambre recto es paralelo al lado largo de una espira sencilla plana rectangular. Si la corriente en el alambre largo varía con el tiempo de la forma $i_1 = I_0 e^{-t/\tau}$ calcular:

- La f.e.m. inducida en la espira
- La intensidad inducida, su sentido y representarla gráficamente.
- El coeficiente de inductancia mutua entre los dos circuitos. (Ver figura)

3.- El hilo de la figura, supuestamente mucho más largo que el circuito, transporta una intensidad $i = i_0 \sin \omega t$.

Calcular y representar:

- El flujo magnético que atraviesa la espira rectangular.
- F.e.m. inducida en la espira.
- Intensidad de corriente en la espira.
- Coefficiente de inducción mutua.

Datos: $i_0=25$ A (hacia arriba), $\omega=100$ s⁻¹, $a=30$ cm, $b=25$ cm, $L=40$ cm, $R=10$ Ω .

4.- Una bobina circular de 400 vueltas de 15 cm de radio está girando alrededor de un eje perpendicular a un campo magnético de 0,02 T.

- ¿Cuál es la velocidad angular que producirá una f.e.m. inducida máxima de 4 V.
- Representar la f.e.m. en función del tiempo.
- Representar la f.e.m. si el número de espiras se duplica y la velocidad angular se reduce a la mitad.
- En este último caso calcular la intensidad inducida si la bobina tiene una resistencia de 2 Ω .

5.- La espira rectangular de la figura con una resistencia de 1 Ω . se mueve por una región de un campo magnético uniforme $B = 1$ T con una velocidad constante $v = 2$ cm /s. El extremo delantero de la espira entra en la región del campo magnético en el instante $t = 0$.

- Hallar el flujo que atraviesa la espira en función del tiempo y dibujar una gráfica del mismo.
- Hallar la f.e.m. y la intensidad inducidas en la espira en función del tiempo y representarlas gráficamente.

Considerar el tiempo desde que la espira comienza a entrar en la región del campo magnético hasta que sale completamente de ella.

6.- Una espira cuadrada de 25 cm² de superficie se coloca con su plano perpendicular a un campo magnético uniforme $B = 0,1$ T. La espira es de hilo de cobre de resistividad $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ $\Omega \cdot m$ y 1 mm² de sección.

- Si se anula el campo magnético hallar la carga inducida en la espira.
- Se restituye el campo magnético y se hace pasar por la espira una corriente de 1A en el sentido contrario a las agujas del reloj. Hallar la fuerza que ejerce el campo sobre cada lado de la espira y la fuerza resultante.

4.5 INDUCCIÓN. (26 Problemas)

7.- Un circuito está constituido por dos raíles rectilíneos, paralelos, horizontales, de resistencia despreciable, separados una distancia l (Ver figura). Por uno de sus extremos están unidos a una resistencia R . Una barra conductora de masa m puede deslizarse sin rozamiento entre los dos raíles. El conjunto está situado en un campo magnético uniforme B , vertical. Para $t=0$, la barra está en $x=0$ y es lanzada con una velocidad v_0 y luego abandonada a sí misma. Hallar la expresión de la velocidad v de la barra en el instante $t > 0$.

8.- Demostrar que si el flujo que atraviesa cada vuelta de una bobina de N vueltas y resistencia R varía desde ϕ_{m1} hasta ϕ_{m2} de cualquier manera, la carga total que pasa por la bobina viene dada por:

$$Q = N \frac{\phi_{m1} - \phi_{m2}}{R}$$

9.- Una varilla de masa m , longitud L y resistencia R se encuentra apoyada sobre el carril sin resistencia de la figura. El conjunto está sometido a un campo magnético uniforme vertical. En un instante se suelta el anclaje de la varilla, empezando está a moverse. Determinar la aceleración en función de la velocidad que adquiere la varilla e interpretarla cualitativamente. Determinar el valor más característico de la velocidad. Determinar el valor y el sentido de la intensidad inducida.

10.- Una varilla conductora de longitud $l = 120 \text{ mm}$ gira sobre uno de sus extremos mientras el otro desliza sobre un conductor circular perpendicular a un campo magnético uniforme de 400 mT (ver figura). La varilla gira en contra de las agujas del reloj con una velocidad angular constante de 370 rad / s . Suponer que toda la resistencia del circuito está contenida en la resistencia R de 1200Ω .

- Obtener una expresión para la corriente inducida en el circuito en función de l , B , ω y R .
- Calcular la corriente usando los valores dados.
- ¿ Qué sentido tienen la corriente inducida ?
- Calcular el valor del momento de la fuerza magnética sobre la varilla respecto de un eje paralelo a \vec{B} que pase por el punto de giro.

11.- Un hilo de Cu de 1 mm de radio, longitud l , resistividad $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ y densidad $d = 8,8 \text{ g/cm}^3$, se sitúa en un plano vertical, dentro de un campo magnético, perpendicular a dicho plano, de valor $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$. El hilo puede deslizarse sin rozamiento, sobre otro conductor de resistencia despreciable, como indica la figura.

- Dar la ecuación del movimiento del conductor l .
- Hallar el valor de su velocidad cuando ésta adquiere un valor constante.
- Hallar entonces, el valor de la corriente inducida.

12.- La barra de la figura posee una resistencia R y los raíles son de resistencia despreciable. Una batería de f.e.m ε y resistencia interna despreciable se conecta entre los puntos a y b de tal modo que la corriente en la barra está dirigida hacia abajo. La barra se encuentra en reposo en el instante $t=0$.

- Determinar la fuerza que actúa sobre la barra en función de la velocidad v y escribir la segunda ley de Newton para la barra cuando la velocidad es v .
- Demostrar que la barra alcanza una velocidad límite y determinar la expresión correspondiente.
- ¿Cuál es el valor de la intensidad de corriente cuando la barra alcanza su velocidad límite ?

4.5 INDUCCIÓN. (26 Problemas)

13.- Un cable coaxial muy largo está constituido por dos conductores, el interior es un cilindro de radio a y transporta una corriente I , el exterior es un tubo de radio interno b y externo c y transporta una corriente I en sentido contrario al del cilindro interno. Las intensidades de corriente están distribuidas uniformemente por las secciones transversales del tubo y del cilindro.

- Determinar el campo magnético en cualquier punto del espacio.
- El coeficiente de autoinducción por unidad de longitud.

14.- Se considera un marco circular de radio $R=5$ cm con $N=100$ espiras, formado por un hilo de cobre de diámetro 0,5 mm y resistividad $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$:

- Calcular el campo magnético B producido en el centro del arrollamiento cuando éste es recorrido por una corriente de 10^{-2} A. Precisar el sentido y la dirección de B definidos por el sentido de la corriente elegido.
- Calcular la resistencia del arrollamiento.
- Suponiendo que la inducción magnética tiene en todos los puntos del plano del marco el mismo valor que en el centro, calcular su coeficiente de autoinducción.
- El marco gira alrededor de uno de sus diámetros a la velocidad de 50 vueltas por segundo en un campo magnético uniforme de intensidad $B_0=0,1$ Wb/m² y de dirección perpendicular al eje de giro, calcular la f.e.m inducida.

15.- Un alambre hueco de paredes delgadas de radio a tiene su eje a lo largo del eje z y transporta una corriente I en el sentido positivo de z . Un segundo alambre idéntico al anterior con su eje a lo largo de la línea $x=d$, transporta una corriente I en el sentido negativo de z .

- Determinar el flujo magnético por unidad de longitud que atraviesa el espacio comprendido entre los alambres en el plano xz .
- Si los extremos de los alambres están conectados de modo que los alambres paralelos forman dos lados de una espira, determinar la autoinducción por unidad de longitud de la espira.

16.- Un anillo de hierro de sección cuadrada y de diámetro interior y exterior 10 y 15 cm lleva un arrollamiento de 500 vueltas. Determinar el coeficiente de autoinducción de este toroide. (Para el hierro $\mu' = 1200$)

17.- Un anillo de Rowland de 8cm de radio medio y 10 cm² de sección tiene arrolladas 800 vueltas de un hilo conductor recubierto de un material aislante. El núcleo tiene una permeabilidad relativa de 1500.

Calcular:

- La autoinducción del arrollamiento.
- Si la corriente que circula por el conductor aumenta a razón de 10 A/s, ¿qué valor toma la f.e.m inducida?

18.- En un circuito RL la intensidad de la corriente va de cero a un tercio de su valor estacionario en 0.3 s calcular la constante de tiempo del circuito.

19.- Por un solenoide de 500 Ω de resistencia circula una intensidad de 3 A. Repentinamente se corta la corriente y ésta disminuye hasta 10^{-2} A en 0.5 s. Determinar la autoinducción del solenoide.

4.5 INDUCCIÓN. (26 Problemas)

20.- Con el conjunto de cinco resistencias r conectadas como se indica en la primera figura se construye una resistencia equivalente R_1 .

a) Calcular dicha resistencia equivalente.

En el circuito de la figura se cierra en $t=0$ el interruptor S_2 después de que haya transcurrido un largo tiempo desde que se cerró el interruptor S_1 . Determinar:

b) Cómo varía la corriente en las tres ramas en función del tiempo.

c) Cómo varía la energía de la bobina en función del tiempo.

d) Calcular cuál es la energía disipada en la resistencia R_2 mientras pasa corriente por ella e interpretar el resultado.

21.- Un inductor de resistencia R y autoinductancia L se conecta en serie con una resistencia R_0 a una diferencia de potencial V constante. (Ver figura)

a) Hállese la expresión de la diferencia de potencial v_{cb} en un instante cualquiera t después de cerrar el interruptor S_1 .

b) Sean $V = 50$ V, $R = 100$ Ω , $L = 5$ H. Dibujar las gráficas de v_{ac} v_{cb} entre $t = 0$ y $t = 2\tau$.

c) Después de haber alcanzado su valor final constante la corriente del circuito, cerramos el interruptor S_2 , con lo que el inductor queda en cortocircuito. ¿Cuál será el valor y la dirección de la corriente en S_2 en función del tiempo transcurrido desde su cierre ?

22.- Una varilla metálica de longitud L , gira en un plano horizontal alrededor de uno de sus extremos que se mantiene fijo, con velocidad angular constante ω . La varilla está en una región del espacio en que existe un campo magnético vertical uniforme de inducción B . Calcular:

a) La fuerza magnética sobre un electrón situado a una distancia r del extremo fijo.

b) Campo eléctrico inducido a lo largo de la varilla.

c) Diferencia de potencial entre los extremos de ésta.

Datos: $L=20$ cm , $B=0,1$ T , $\omega=10\pi$ rad/s.

23.- Una bobina de 200 espiras y radio $r = 0,10$ m se coloca paralelamente a un campo magnético uniforme de $B=0,2$ T. Hallar la fuerza electromotriz inducida en la bobina, si en $0,1$ s :

a) Se duplica el campo magnético .

b) Si el campo se anula.

c) Si se invierte el sentido del campo.

d) Si se gira la bobina 90° en torno a un eje paralelo al campo .

e) Si se gira la bobina 90° en torno a un eje perpendicular al campo.

24.- Un solenoide largo de $n=500$ vueltas/m y sección $S=5$ cm² se encuentra en el interior de una pequeña bobina de $N=30$ espiras (ver figura). a) Calcular el coeficiente de inducción mutua de ambos circuitos. b) ¿Cuál es la fuerza electromotriz inducida en la bobina cuando la corriente que circula por el solenoide varía de 5 A. a 1 A. en 0,1 segundos?

25.- Determinar en el circuito de la figura, a) la corriente en función del tiempo en cada inductor y en la resistencia después de cerrar el interruptor. b) ¿Cuál es la corriente final?

26.- Disponemos de dos circuitos fijos con una inductancia mutua L_{12} . En uno de ellos empezó a variar la corriente según la ley $I_1 = \alpha t$. Determinar $I_2(t)$ si su autoinductancia es L_2 y su resistencia R .

