

# **PROBLEMAS RESUELTOS LEY DE FARADAY**

## **CAPITULO 31 FISICA TOMO 2**

**quinta edición**

**Raymond A. Serway**

### **LEY DE FARADAY**

- 31.1 Ley de inducción de Faraday
- 31.2 Fem en movimiento
- 31.3 Ley de Lenz
- 31.4 Fem inducida y campos eléctricos
- 31.5 (Opcional) Generadores y motores
- 31.6 (Opcional) Corrientes parasitas
- 31.7 Las maravillosas ecuaciones de Maxwell

**Erving Quintero Gil**

Ing. Electromecánico  
Bucaramanga – Colombia  
2009

[quintere@hotmail.com](mailto:quintere@hotmail.com)  
[quintere@gmail.com](mailto:quintere@gmail.com)  
[quintere2006@yahoo.com](mailto:quintere2006@yahoo.com)

**Ejemplo 31.1 Serway quinta edición pag. 984**

Una bobina consta de 200 vueltas de alambre y tiene una resistencia total de  $2 \Omega$ . Cada vuelta es un cuadrado de 18 cm de lado y se activa un campo magnético uniforme perpendicular al plano de la bobina. Si el campo cambia linealmente de 0 a 0,5 tesla en 0,8 seg. Cual es la magnitud de la fem inducida en la bobina mientras esta cambiando el campo?

El área de una vuelta de la bobina es:

$$\text{Lado} = 18 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$$

$$A = 0,18 \text{ m} * 0,18 \text{ m} = 0,0324 \text{ m}^2$$

El flujo magnético a través de la bobina en  $t = 0$  es cero, puesto que  $B = 0$  en dicho momento.  $\Phi_2 = 0$

En  $t = 0,8$  seg. El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:  $\Phi_1 = B * A$

$$\Phi_1 = 0,5 \text{ T} * 0,0324 \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = 0,0162 \text{ T m}^2$$

Por tanto, la magnitud de la fem inducida es:

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 0,0162 \text{ T m}^2 - 0 = 0,0162 \text{ T m}^2$$

$$N = 200 \text{ vueltas.}$$

$$\Delta t = 0,8 \text{ seg}$$

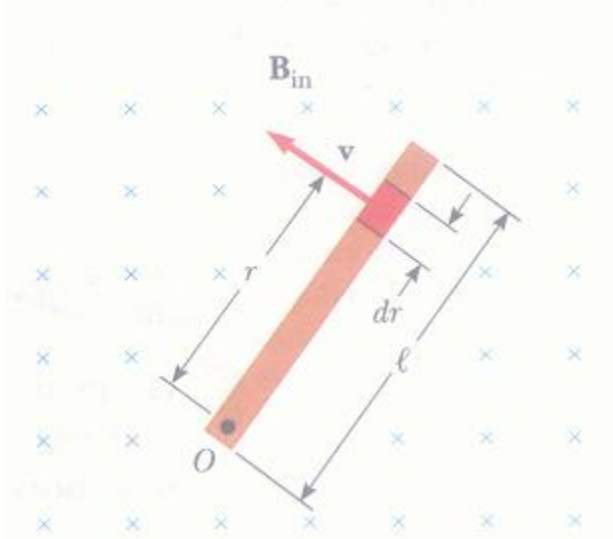
$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = 200 \frac{0,0162 \text{ T m}^2}{0,8 \text{ seg}} = \frac{3,24 \text{ T m}^2}{0,8 \text{ seg}} = 4,05 \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 4,05 \text{ voltios}$$

**Ejemplo 31.4 Serway quinta edición**

Una barra conductora de longitud  $\ell$  gira a una rapidez angular constante  $\omega$  alrededor de un pivote en un extremo. Un campo magnético uniforme  $B$  esta dirigido perpendicularmente al plano de rotación, como se muestra en la figura 31.10. Determine la fem de movimiento inducida entre los extremos de la barra.



Considere un segmento de la barra de longitud  $dr$  que adquiera una velocidad  $v$ .

$$|\varepsilon| = B l \frac{dx}{dt}$$

Pero:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$\varepsilon = - B l v$$

$$\varepsilon = B v l$$

$$d\varepsilon = B v dr$$

puesto que cada segmento de la barra se mueve perpendicularmente a B una fem  $d\varepsilon$  de la misma forma se genera a través de cada segmento. Al sumar las fem inducidas en todos los segmentos los cuales están en serie, se obtiene la fem total entre las extremos de la barra.

$$d\varepsilon = B v dr$$

$$\int d\varepsilon = \int B v dr$$

$$\varepsilon = \int B v dr$$

$$\varepsilon = B \int v dr$$

Pero:  $V = w * r$

$$\varepsilon = B \int w r dr$$

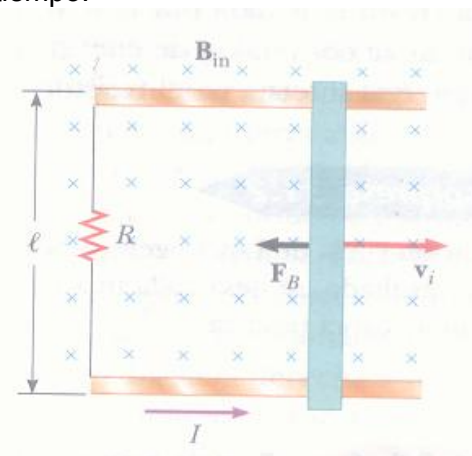
$$\varepsilon = B w \int w r dr$$

$$\varepsilon = B w \int_0^l r dr$$

$$\varepsilon = B w \frac{r^2}{2} \Big|_0^l = B w \frac{l^2}{2}$$

### Ejemplo 31.5 Serway quinta edición

La barra conductora ilustrada en la figura 31.11 de masa  $m$  y longitud  $\ell$  se mueve sobre 2 rieles paralelos sin fricción en presencia de un campo magnético uniforme dirigido hacia adentro de la pagina. A la barra se le da una velocidad inicial  $v_i$  hacia la derecha y se suelta en  $t = 0$ . Encuentre la velocidad de la barra como una función del tiempo.



SOLUCION: La corriente inducida esta en la dirección contraria a la de las manecillas del reloj y la fuerza magnética es:  $F_B = -I \ell B$  donde el signo negativo significa que la fuerza es hacia la izquierda y retarda el movimiento. Esta es la única fuerza horizontal que actúa sobre la barra y consecuentemente la segunda ley de newton aplicada movimiento en la dirección horizontal produce:

$$F_X = m * a = m * \frac{dv}{dt} = - I \ell B$$

pero:  $\varepsilon = B v \ell$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \ell v}{R}$$

$$i = \frac{B \ell v}{R}$$

$$m * \frac{dv}{dt} = - (I) \ell B$$

$$m * \frac{dv}{dt} = - \left( \frac{B \ell v}{R} \right) \ell B$$

$$m * \frac{dv}{dt} = - \frac{B^2 \ell^2}{R} v$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{B^2 \ell^2}{m R} v$$

$$\frac{dv}{v} = - \frac{B^2 \ell^2}{m R} dt$$

$$\int_{v_1}^v \frac{dv}{v} = \int_0^t - \frac{B^2 \ell^2}{m R} dt$$

$$\int_{v_1}^v \frac{dv}{v} = - \frac{B^2 \ell^2}{m R} \int_0^t dt$$

$$\ln\left(\frac{v}{v_1}\right) = - \left( \frac{B^2 \ell^2}{m R} \right) t$$

A partir de este resultado se ve que la velocidad puede expresarse en la forma exponencial  $v = v_1 e^{-t/\tau}$

Esta expresión indica que la velocidad de la barra disminuye exponencialmente con el tiempo bajo la acción de una fuerza magnética retardadora.

**Ejercicio** para la barra en este ejemplo encuentre expresiones para la corriente inducida y la magnitud de la fem inducida como funciones del tiempo.

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \ell v}{R}$$

Pero  $v = v_1 e^{-t/\tau}$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Bl}{R} v = \frac{Bl}{R} v_1 e^{-t/\tau}$$

$$\varepsilon = B l v$$

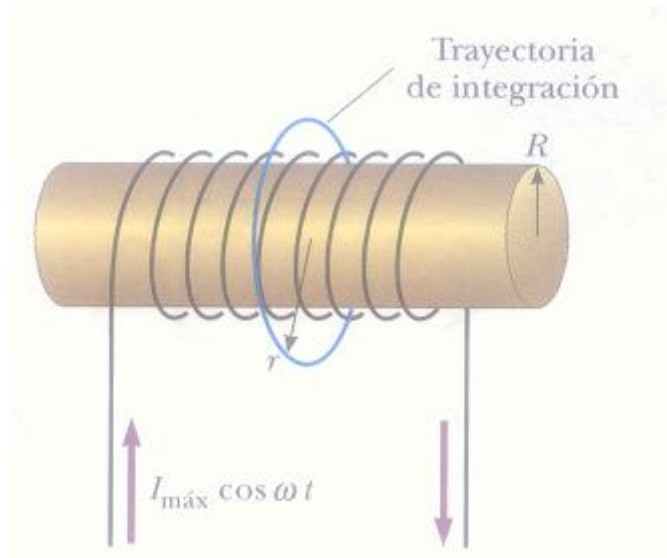
$$\text{Pero } v = v_1 e^{-t/\tau}$$

$$\varepsilon = B l v_1 e^{-t/\tau}$$

### Ejemplo 31.8 Serway quinta edición

Un largo solenoide de radio  $R$  tiene  $n$  vueltas de alambre por unidad de longitud y conduce una corriente que varía sinusoidalmente en el tiempo cuando  $I = I_{\max} \cos \omega t$ , donde  $I_{\max}$  es la máxima corriente y  $\omega$  es la frecuencia angular de la fuente de corriente alterante (fig 31.18).

- a) Determine la magnitud del campo eléctrico inducido afuera del solenoide, a una distancia  $r > R$  de su eje central largo.



**Solución:** Primero considere un punto externo y tome la trayectoria para la integral de línea como un círculo de radio  $r$  centrado en el solenoide, como esta ilustrado en la figura 31.18. Por simetría se ve que la magnitud de  $E$  es constante sobre esta trayectoria y tangente a ella. El flujo magnético a través del área encerrada por esta trayectoria es  $B \cdot A = B \cdot \pi R^2$

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_s}{dt}$$

$$\varepsilon = \oint E ds$$

$$\Phi_s = B \cdot A = B \cdot \pi R^2$$

$$\oint E \cdot ds = - \frac{d}{dt} (B \pi R^2) = - \pi R^2 \frac{dB}{dt}$$

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi R^2 \frac{dB}{dt} \quad \text{Ecuación 1}$$

El campo magnético dentro de un largo solenoide esta dado por la ecuación 30.17

$$\oint B ds = Bl = \mu_0 N I$$

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = \mu_0 n I$$

Donde  $N/l = n$  (es el numero de vueltas por unidad de longitud).  
 Cuando se sustituye  $I = I_{\max} \cos \omega t$  en esta ecuación

$$B = \mu_0 n I$$

Reemplazando  $I = I_{\max} \cos \omega t$

$$B = \mu_0 n I_{\max} \cos \omega t$$

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi R^2 \frac{dB}{dt}$$

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi R^2 \frac{d(\mu_0 n I_{\max} \cos \omega t)}{dt}$$

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi R^2 \mu_0 n I_{\max} \frac{d(\cos \omega t)}{dt}$$

$$E 2 \pi r = \pi R^2 \mu_0 n I_{\max} (\omega)(\sin \omega t)$$

Despejando E

$$E = \frac{\omega \pi R^2 \mu_0 n I_{\max} \sin \omega t}{2 \pi r} = \frac{\omega R^2 \mu_0 n I_{\max} \sin \omega t}{2 r}$$

$$E = \frac{\omega R^2 \mu_0 n I_{\max} \sin \omega t}{2 r} \quad \text{para } r > R$$

b) Cual es la magnitud del campo eléctrico inducido dentro del solenoide a una distancia r de su eje?

**Solución:** Para un punto interior ( $r < R$ ) el flujo que circunda a una espira de integración esta dado por  $B \cdot A = B \cdot \pi r^2$ . Utilizando el mismo procedimiento que en el inciso a) se encuentra que

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi r^2 \frac{dB}{dt}$$

$$\oint E \cdot ds = E 2 \pi r = - \pi r^2 \frac{d(\mu_0 n I_{\max} \cos \omega t)}{dt}$$

$$E 2 \pi r = \pi r^2 \mu_0 n I_{\max} (\omega)(\sin \omega t)$$

Despejando E

$$E = \frac{\omega \pi r^2 \mu_0 n I_{\max} \sin \omega t}{2 \pi r} = \frac{\omega r \mu_0 n I_{\max} \sin \omega t}{2}$$

$$E = \frac{\mu_0 n I_{\max}}{2} r \sin \omega t \quad \text{para } r < R$$

Esto muestra que la amplitud del campo eléctrico inducido dentro de la solenoide por el flujo magnético variable a través del solenoide aumenta linealmente con  $r$  y varía sinusoidalmente con el tiempo.

### Problema 1 Serway quinta edición Pág. 1002

Una bobina rectangular de 50 vueltas y dimensiones de 5 cm \* 10 cm se deja caer desde una posición donde  $B = 0$  hasta una nueva posición donde  $B = 0,5 \text{ T}$  y se dirige perpendicularmente al plano de la bobina. Calcule la magnitud de la fem promedio inducida en la bobina si el desplazamiento ocurre en 0,250 seg.

El área de una vuelta de la bobina es:

$$\text{Lado} = 0,5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Lado} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$A = 0,05 \text{ m} * 0,1 \text{ m} = 5 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

El flujo magnético a través de la bobina en  $t = 0$  es cero, puesto que  $B = 0$  en dicho momento.  $\Phi_2 = 0$

En  $t = 0,25 \text{ seg}$ . El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:  $\Phi_1 = B * A$

$$\Phi_1 = 0,5 \text{ T} * 5 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = 2,5 * 10^{-3} \text{ T m}^2$$

Por tanto, la magnitud de la fem inducida es:

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 2,5 * 10^{-3} \text{ T m}^2 - 0 = 2,5 * 10^{-3} \text{ T m}^2$$

$$N = 200 \text{ vueltas.}$$

$$\Delta t = 0,25 \text{ seg}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = 50 * \frac{2,5 * 10^{-3} \text{ T m}^2}{0,25 \text{ seg}} = \frac{0,125 \text{ T m}^2}{0,25 \text{ seg}} = 0,5 \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 0,5 \text{ voltios}$$

### Problema 2 Serway quinta edición Pág. 1002

Una espira plana de alambre que consta de una sola vuelta de área de sección transversal igual a  $8 \text{ cm}^2$  es perpendicular a un campo magnético cuya magnitud aumenta uniformemente de  $0,5 \text{ T}$  a  $2,5 \text{ T}$  en 1 seg.

Cual es la corriente inducida resultante si la carga tiene una resistencia de  $2 \Omega$ .

El área de una vuelta de la bobina es:

$$A = 8 \text{ cm}^2 = 8 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

En  $t = 0,25 \text{ seg}$ . El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:

$$\Phi_2 = B_2 * A$$

$$\Phi_2 = 0,5 \text{ T} * 8 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi_2 = 4 * 10^{-4} \text{ T m}^2$$

$$\Phi_1 = B_1 * A$$

$$\Phi_1 = 2,5 \text{ T} * 8 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = 20 * 10^{-4} \text{ T m}^2$$

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 20 * 10^{-4} \text{ T m}^2 - 4 * 10^{-4} \text{ T m}^2 = 16 * 10^{-4} \text{ T m}^2$$

$$\Delta t = 1 \text{ seg}$$

$$N = 1 \text{ vuelta}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = 1 * \frac{16 * 10^{-4} \text{ T m}^2}{1 \text{ seg}} = 0,0016 \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 0,0016 \text{ voltios} = i * R$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,0016}{2} = 8 * 10^{-4} \text{ Amp.}$$

### Problema 3 Serway quinta edición Pág. 1002

Una bobina circular de alambre de 25 vueltas tiene un diámetro de 1 metro. La bobina se coloca con su eje a lo largo de la dirección del campo magnético de la tierra de  $50 \mu\text{T}$  y luego en 0,200 seg. Se gira 180 grados. Cual es la fem promedio generada en la bobina.

El área de una vuelta de la bobina es:  
Diámetro = 1 metro

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1415 * (1)^2}{4} = 0,7853 \text{ m}^2$$

En  $t = 0,200 \text{ seg}$ . El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:  
 $\Phi_1 = B * A * \cos \theta = B * A * \cos 0 = B * A$

Pero:  $B = 50 \mu\text{T} = 50 * 10^{-6} \text{ T}$      $A = 0,7853 \text{ m}^2$   
 $\Phi_1 = 50 * 10^{-6} \text{ T} * 0,7853 \text{ m}^2$   
 $\Phi_1 = 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2$

Pero:  $B = 50 \mu\text{T} = 50 * 10^{-6} \text{ T}$      $A = 0,7853 \text{ m}^2$   
 $\Phi_2 = B * A * \cos 180 = B * A * (-1) = - B * A$   
 $\Phi_2 = - B * A$   
 $\Phi_2 = - 50 * 10^{-6} \text{ T} * 0,7853 \text{ m}^2$   
 $\Phi_2 = - 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2$

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2 - (- 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2)$$

$$\Delta\Phi_B = 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2 + 39,2699 * 10^{-6} \text{ T m}^2$$

$$\Delta\Phi_B = 78,53 * 10^{-6} \text{ T m}^2$$

$$\Delta t = 0,200 \text{ seg}$$

$$N = 1 \text{ vuelta}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$



$$\varepsilon = N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t} = 25 * \frac{78,53 * 10^{-6} \text{ T m}^2}{0,200 \text{ seg}} = 25 * 392,699 * 10^{-6} \frac{\text{ T m}^2}{\text{seg}} = 9,81 \text{ voltios}$$

#### Problema 4 Serway quinta edición Pág. 1002

Una espira rectangular de área A se pone en una región donde el campo magnético es perpendicular al plano de la espira. Se deja que la magnitud del campo magnético varíe en el tiempo de acuerdo con la expresión  $B = B_{\max} e^{-t/\tau}$  donde  $B_{\max}$  y  $\tau$  son constantes. El campo tiene un valor constante  $B_{\max}$  para  $t < 0$ .

a) Emplee la ley de Faraday para mostrar que la fem inducida en la espira esta dada por:

$$\varepsilon = \frac{A B_{\max}}{\tau} e^{-t/\tau}$$

b) Obtenga un valor numérico para  $\varepsilon$  en  $t = 4$  seg. Cuando  $A = 0,16 \text{ m}^2$   $B_{\max} = 0,35 \text{ T}$  :  $\tau = 2$  seg.

c) Para los valores de A,  $B_{\max}$ , y  $\tau$  Dados en el inciso b) Cual es el valor máximo de  $\varepsilon$  ?

Emplee la ley de Faraday para mostrar que la fem inducida en la espira esta dada por:

$$\varepsilon = \frac{A B_{\max}}{\tau} e^{-t/\tau}$$

Como  $\Phi_B = B * A$

$$\phi_B = B_{\max} e^{-t/\tau} * A$$

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} = \frac{d(A B_{\max} e^{-t/\tau})}{dt}$$

$$\varepsilon = - \frac{1}{\tau} * \left[ - A B_{\max} e^{-t/\tau} \right]$$

$$\varepsilon = \frac{A B_{\max}}{\tau} e^{-t/\tau}$$

Obtenga un valor numérico para  $\varepsilon$  en  $t = 4$  seg. Cuando  $A = 0,16 \text{ m}^2$   $B_{\max} = 0,35 \text{ T}$  :  $\tau = 2$  seg.

$$\varepsilon = - \frac{1}{\tau} * \left[ - A B_{\max} e^{-t/\tau} \right]$$

$$\varepsilon = - \frac{1}{2} * \left[ - 0,16 * 0,35 * e^{-4/2} \right]$$

$$\varepsilon = 0,5 * \left[ 0,056 * e^{-2} \right] = 0,028 * 0,1353 = 3,7893 * 10^{-3} \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 3,7893 * 10^{-3} \text{ voltios}$$

Para los valores de A,  $B_{\max}$ , y  $\tau$  Dados en el inciso b) Cual es el valor máximo de  $\varepsilon$  ?

El valor máximo de  $\varepsilon$  es cuando  $t = 0$  seg.

$$\varepsilon = - \frac{1}{\tau} * \left[ - A B_{\max} e^{-t/\tau} \right]$$

$$\varepsilon = - \frac{1}{2} * \left[ - 0,16 * 0,35 * e^{-0/2} \right]$$

$$\varepsilon = 0,5 * [0,16 * 0,35 * 1]$$

$$\varepsilon = 0,5 * [0,056] = 0,028 \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 0,028 \text{ voltios}$$

### Problema 5 Serway quinta edición Pág. 1003

Un poderoso electroimán produce un campo uniforme de 1,6 T sobre un área de sección transversal de  $0,2 \text{ m}^2$ . Alrededor del electroimán se coloca una bobina que tiene 200 vueltas y una resistencia total de  $20 \Omega$ . Luego la corriente en el electroimán disminuye suavemente hasta que alcanza cero en 20 mseg. Cual es la corriente inducida en la bobina?

El área de una vuelta de la bobina es:

$$A = 0,2 \text{ m}^2$$

El flujo magnético a través de la bobina en  $t = 0$  es cero, puesto que  $B = 0$  en dicho momento.  $\Phi_2 = 0$

En  $t = 20$  mseg. El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:  $\Phi_1 = B * A$

$$B = 1,6 \text{ T}$$

$$\Phi_1 = 1,6 \text{ T} * 0,2 \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = 0,32 \text{ T m}^2$$

$$t = 20 \text{ mseg.} = 20 * 10^{-3} \text{ seg.}$$

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 0,32 \text{ T m}^2 - 0 = 0,32 \text{ T m}^2$$

$$\Delta t = 20 * 10^{-3} \text{ seg.}$$

$$N = 200 \text{ vuelta}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = 200 * \frac{0,32 \text{ T m}^2}{20 * 10^{-3} \text{ seg}} = 200 * 0,016 * 10^3 \frac{\text{T m}^2}{\text{seg}} = 3,2 * 10^3 \text{ seg}$$

$$\varepsilon = 3,2 * 10^3 \text{ voltios}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3,2 * 10^3}{20} = \frac{3200}{20} = 160 \text{ Amp.}$$

### Problema 6 Serway quinta edición Pág. 1003

Hay un campo magnético de 0,2 T dentro de un solenoide que tiene 500 vueltas y un diámetro de 10 cm. Cuan rápidamente (es decir, dentro de que periodo) debe el campo reducirse a cero si la fem inducida promedio dentro de la bobina durante este intervalo de tiempo sera 10 kv.

$$B = 0,2 \text{ T} \quad N = 500 \text{ vueltas}$$

$$\text{diametro} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

El área de una vuelta de la bobina es:

$$\text{Diámetro} = 0,1 \text{ metro}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1415 * (0,1)^2}{4} = \frac{0,0314}{4} = 7,8539 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

El flujo magnético a través de la bobina en  $t = 0$  es cero, puesto que  $B = 0$  en dicho momento.  $\Phi_2 = 0$

El flujo magnético a través de una vuelta de la bobina es:  $\Phi_1 = B \cdot A$

$$B = 0,2 \text{ T}$$

$$\Phi_1 = 0,2 \text{ T} \cdot 7,8539 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Phi_1 = 1,57078 \cdot 10^{-3} \text{ T m}^2$$

$$\Delta\Phi_B = \Phi_1 - \Phi_2 = 1,57078 \cdot 10^{-3} \text{ T m}^2 - 0 = 1,57078 \cdot 10^{-3} \text{ T m}^2$$

$$N = 500 \text{ vuelta}$$

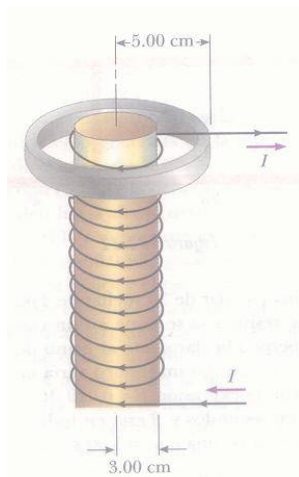
$$\varepsilon = 10 \text{ kv} = 10000 \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

$$t = 0,0785 \cdot 10^{-3} \text{ seg.}$$

### Problema 7 Serway quinta edición

Un anillo de aluminio con un radio de 5 cm y una resistencia de  $3 \times 10^{-4} \Omega$  se coloca sobre la parte superior de un largo solenoide con núcleo de aire, 1000 vueltas por metro y un radio de 3 cm, como se indica en la figura P31. 7. Suponga que la componente axial del campo producido por el solenoide sobre el área del extremo del solenoide es la mitad de intensa que en el centro del solenoide. Suponga que el solenoide produce un campo despreciable afuera de su área de sección transversal. a) Si la corriente en el solenoide esta aumentando a razón de 270 A/s, cual es la corriente inducida en el anillo? b) En el centro del anillo, cual es el campo magnético producido par la corriente inducida en el anillo? c) Cual es la dirección de este campo?



- a) Si la corriente en el solenoide esta aumentando a razón de 270 A/s, cual es la corriente inducida en el anillo?

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = \mu_0 n I \quad \text{Donde } N/l = n \text{ (es el numero de vueltas por unidad de longitud).}$$

$$B = \mu_0 n I$$

$$\phi = B A = \mu_0 n I A$$

Donde:  $A$ ,  $\mu_0$ ,  $n$  son constantes.

$r$  es el radio del anillo = 0,03 metros

$$A \text{ es el área del toroide en m}^2 = \pi R^2 = 3,14 \cdot (0,03)^2 = 2,8274 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\mu_0 = \text{es una constante conocida como permeabilidad del espacio libre} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/Amp}$$

$N/\ell = n$  (es el numero de vueltas por unidad de longitud) = 1000 vueltas por metro

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt}$$

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = A \mu_0 n \frac{dI}{dt}$$

Suponga que la componente axial del campo producido por el solenoide sobre el área del extremo del solenoide es la mitad de intensa que en el centro del solenoide

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = (0,5) A \mu_0 n \frac{dI}{dt}$$

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = (0,5) \left[ 2,8274 * 10^{-3} * 4\pi * 10^{-7} * 1000 \right] * 270$$

$$|\varepsilon| = (135) \left[ 35,53 * 10^{-7} \right]$$

$$|\varepsilon| = 4796,57 * 10^{-7} \text{ voltios}$$

$$\varepsilon = 4,79657 * 10^{-4} \text{ voltios.}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{4,79657 * 10^{-4}}{3 * 10^{-4}} = \frac{4,79657}{3} = 1,598 \text{ Amp.}$$

b) En el centro del anillo, cual es el campo magnético producido par la corriente inducida en el anillo?

$$B = \frac{\mu_0 I}{2 R} \text{ Para un toroide}$$

Suponga que la componente axial del campo producido por el solenoide sobre el área del extremo del solenoide es la mitad de intensa que en el centro del solenoide

$$B = (0,5) \frac{\mu_0 i}{2 R} \text{ Para un toroide}$$

**Donde:**

$i$  = corriente inducida en el anillo = 1,598 amp.

$\mu_0$  = es una constante conocida como permeabilidad del espacio libre =  $4\pi * 10^{-7} \text{ T} * \text{m/Amp}$

$R$  es el radio del toroide, que solo tiene 1 espira. = 0,05 metros

$$B = (0,5) \frac{\mu_0 i}{R} = (0,5) \frac{4\pi * 10^{-7} * 1,598}{0,05} = (0,5) \frac{20,081 * 10^{-7}}{0,05} = (0,5) * 401,62 * 10^{-7}$$

$$B = 200,81 * 10^{-7} \text{ Teslas}$$

$$\mathbf{B = 20,081 * 10^{-6} \mu T}$$