TEMA 7
INDUCCION MAGNETICA
PROBLEMAS RESUELTOS

Abril 2020

Cristina Gómez-Navarro

7.1 Una bobina circular de 4 cm de radio consta de 200 espiras y tiene una resistencia de 20 Ω. Está situada en un campo magnético perpendicular al plano de sus espiras cuya inducción varía con el tiempo según B=0.5e-t/2. Determinar el valor de la intensidad de corriente inducida en cualquier instante por el campo magnético variable.

(7.1) Bobina circular $R = 4cm$ $N = 200$ $R = 20\Omega$.

Situada en $B = 0{,}5\, e^{-t/2}$

Determinar la I inducida en cualquier t por B.

Según la ley de Faraday la fem inducida en la bobina es:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\varnothing_m}{dt} \quad \text{donde} \quad \varnothing = \overline{B}.\overline{A} \cdot N = \overbrace{\underbrace{N.\pi R^2}_{A} \cdot \underbrace{0{,}5\, e^{-t/2}}_{B}}^{NBA\cos\theta}$$

Así

$$\varnothing_m = N\pi R^2 \frac{1}{2} e^{-t/2}$$

luego

$$\frac{d\varnothing_m}{dt} = N\pi R^2 \frac{1}{2} \cdot \overbrace{\left(-\frac{1}{2}\right) e^{-t/2}}^{(e^{-t/2})'} = -\frac{1}{4} N\pi R^2 e^{-t/2}.$$

La I será

$$I = \frac{\mathcal{E}}{Re} = \frac{-d\varnothing_m/dt}{Re} = +\frac{1}{4Re} N\pi R^2 e^{-t/2} =$$

$$= \frac{1}{4}\,\frac{1}{20}\, 200\pi\, (4.10^{-2})^2\, e^{-t/2} =$$

$$= \frac{200}{80}\, 16\pi\, 10^{-4}\, e^{-t/2} = \boxed{126{,}36\, 10^{-4}\, e^{-t/2}\ A}$$

$$\boxed{I = 0{,}0126\, e^{-t/2}\ A}$$

(Llamo Re para no confundirla con el radio)

7.2 Se hace girar una espira cuadrada de 0.6 m de lado con una velocidad angular constante y una frecuencia de rotación de 3 Hz en el interior de un campo magnético uniforme de 1.2 T de inducción.
Calcular la fem inducida en el cuadro.

7.2 Espira cuadrada $L = 0,6\,m$ gira en un B
con una ω de y $f = 3\,Hz$. en un B de = $B = 1,2$
calcular la fem inducida.

$$f = 3\,Hz = 3\ \frac{1}{seg}\ (\text{vueltas}/seg).$$

$$\rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 3\ rad/seg = 6\pi\ rad/seg.$$

$$fem = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

$$\Phi_m = \bar{B}\cdot\bar{A} = B.A\ \overset{\cos}{\cancel{\text{sen}}}\ \theta. \quad \text{donde } \theta = \omega t.$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -B.A\ \omega\ \overset{\text{sen}}{\cancel{\cos}}(\omega t) = B.\ l^2 \omega \cos \omega t$$

$$\boxed{\mathcal{E} = -1,2\ (0,6)^2\ 6\pi\ \overset{\text{sen}}{\cancel{\cos}}\ (6\pi t)\ V}$$

7.3. Una bobina con 200 espiras y 0.1 m de radio se coloca en un campo magnético de 0.2 T con su eje paralelo al mismo. Encontrar la fem inducida en la bobina si variando linealmente el campo, en 0.1 segundos: a) se duplica el campo; b) se reduce el campo a cero; c) se invierte el sentido del campo. Si la bobina empieza a rotar con velocidad angular uniforme, calcular si en 0.1 s: a) rota 90º; b) rota 180º

7.3. Bobina $N=200$ $R=0,1m$ en $B=0,2T$

$\longrightarrow B$

Encontrar la fem inducida en la bobina si variando linealmente el campo en 0,1 seg.

a) se duplica el campo.

$$\mathcal{E}_m = -\frac{d\phi_m}{dt}$$

$$\text{con } \phi_m = \bar{B}\cdot\bar{A} = N \cdot B \cdot A \cdot \underset{\uparrow \text{ son } \perp}{1} = N\,B\,\pi R^2$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}(N B \pi R^2) = -N\pi R^2 \frac{dB}{dt}$$

Si nos dicen que B varía linealmente en $t=0,1$ seg

B se duplica $\rightarrow$ $B(t) = B_0 + \alpha t$ ← varía linealmente

con $B(0) = 0,2 = B_0 + \alpha\cdot 0 = B_0 \rightarrow \boxed{B_0 = 0,2}$

y $B(0,1) = 0,4 = B_0 + \alpha\cdot 0,1 = 0,2 + \alpha\, 0,1 = 0,4$

$$\alpha = \frac{0,4-0,2}{0,1} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \qquad \alpha = 2$$

$$\frac{dB}{dt} = \frac{d(B_0+\alpha t)}{dt} = \frac{dB_0}{dt} + \frac{d\alpha t}{dt} = 0 + \alpha = \alpha$$

Así $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt} = -N\pi R^2 \frac{dB}{dt} = -N\pi R^2 \alpha = -200\cdot\pi\cdot(0,1)^2\cdot 2 =$

$$\boxed{\mathcal{E} = -12,6 \text{ V.}}$$

CONTINUACION…..

7.3. Una bobina con 200 espiras y 0.1 m de radio se coloca en un campo magnético de 0.2 T con su eje paralelo al mismo. Encontrar la fem inducida en la bobina si variando linealmente el campo, en 0.1 segundos: a) se duplica el campo; b) se reduce el campo a cero; c) se invierte el sentido del campo. Si la bobina empieza a rotar con velocidad angular uniforme, calcular si en 0.1 s: a) rota 90º; b) rota 180º

b) en $t = 0{,}1$ se reduce el campo a cero.

→ TODO LO DEL APARTADO ANTERIOR ES VÁLIDO

CON $B = B_0 + \alpha t$ → aquí α será dif.

y $\mathcal{E} = -\dfrac{d\phi_m}{dt} = -N\pi R^2 \alpha$.

ahora $B_0 = B(0) = 0{,}2T$

y $B(0{,}1) = 0 \longrightarrow 0{,}2 + \alpha(0{,}1) = 0$

Luego $\alpha = -2$

Así $\boxed{\mathcal{E} = -200\pi(0{,}1)^2(-2) = +12{,}6}$

c). se invierte el sentido del campo.

aquí $B_0 = B(0) = 0{,}2$

$B(0{,}1) = 0{,}2 + \alpha\, 0{,}1 = -0{,}2$ → se invierte quiere decir mismo valor signo contrario

de ahí $\boxed{\alpha = -4}$

$\boxed{\mathcal{E} = -200\pi(0{,}1)^2(-4) = +25{,}2}$

d). rota 90°.

90! Ahora $\phi_m = N\vec{S}\vec{B} = NSB_0\cos[\theta(t)]$

donde $\theta(t) = \theta_0 + \omega t$

donde $\theta_0 = 90° = 0$ rad.

$\theta(0{,}1) = \omega(0{,}1) = \pi/2$ → porque ha girado 90 $\quad \omega = \dfrac{\pi}{2} \cdot 10 = 5\pi$

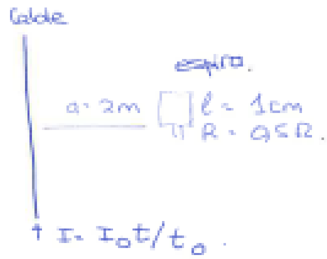
$\mathcal{E} = -\dfrac{d\phi_m}{dt} = \dfrac{d}{dt}(NSB_0\cos(\theta_0 + \omega t)) = NSB\dfrac{d}{dt}[\cos(\theta_0+\omega t)] =$

$= NSB\,\omega\,\mathrm{sen}(\theta_0 + \omega t)$

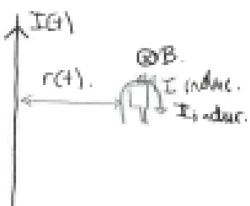
con $\omega = 5\pi$ $\quad \mathcal{E} = 200\pi(0{,}1)^2\, 5\pi\ \mathrm{sen}(5\pi t)$

7.4 A una distancia a=2 m de un cable recto muy largo se tiene una pequeña espira cuadrada, coplanaria con el cable, de lado b=1 cm y resistencia de 0.5 Ω. La espira está colocada de tal forma que uno de sus lados es paralelo al cable. Por el cable circula una corriente que varia linealmente con el tiempo I(t)=I0t/t0. Calcular la intensidad y el sentido de la corriente inducido en la espira si esta se aleja con velocidad 5 m/s.

7.4



* Calcular la I y su sentido inducida en la espira si esta se aleja con v = 5m/s.



Como $\ell << a$, voy a hacer una simplificación y voy a suponer que B es uniforme en el area que encierra la espira.

el B creado por un hilo ∞ es. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

en este caso $I = I(t)$ y $r = r(t)$.

$$B = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r(t)} \quad \left| \begin{array}{l} \text{con } I(t) = I_0 t/t_0 \\ r(t) = r_0 + vt = 2+5t \end{array} \right.$$

la I será $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ con $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}$. Así

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_a} = -\frac{1}{R_a}\frac{d\phi_m}{dt} = -\frac{1}{R_a}\frac{d}{dt}(\vec{A}\vec{B}) = -\frac{1}{R}\frac{d}{dt}A.B = -\frac{1}{R}\ell^2\frac{d}{dt}B$$

$$= -\frac{\ell^2}{R_a}\frac{d}{dt}B(t) = -\frac{\ell^2}{R_a}\frac{d}{dt}\frac{\mu_0 I_0 t/t_0}{2\pi(2+5t)} = -\frac{\ell^2\mu_0 I_0}{2\pi R_a t_0}\frac{d}{dt}\left(\frac{t}{2+5t}\right)$$

$$= -\frac{\ell^2\mu_0 I_0}{2\pi R_a t_0}\left[\frac{1}{2+5t} - \frac{5t}{(2+5t)^2}\right] = -\frac{\ell^2\mu_0 I_0}{2\pi R_a t_0}\frac{2}{(2+5t)^2} =$$

se simplif con denominador

$$\boxed{I = -\ 32/(2+5t)^2 \ \text{PA}}$$

sentido? según nos alejamos el campo es menor, luego "entra" cada vez menos campo, así la espira creará una I que a su vez cree un campo saliente, para compensar, luego I sentido antihorario. I - dice sentido antihorario

121

7.5 Un circuito eléctrico por el que pasa una corriente de 2 A crea un campo magnético de tal manera que el flujo que lo atraviesa es de 0.8 Wb. Si la variación de la intensidad es lineal con el tiempo, calcular la fem inducida en el circuito si en 0.2 segundos la corriente: a) se duplica; b) se reduce a cero; c) se invierte.

a). la I se duplica.

la magnitud que relaciona I y $\varnothing$ es el coef de autoinducción, o inductancia.

$$\varnothing_m = LI \longrightarrow L = \frac{\varnothing_m}{I}$$

si $\mathcal{E} = -\frac{d\varnothing_m}{dt} = -\frac{dLI}{dt} = -L\frac{dI}{dt}$

L depende solo de la geometría del circuito.

En nuestro caso $\varnothing_m = 0{,}8\,W$ $I = 2A$.

luego $L = \frac{0{,}8}{2} = 0{,}4\,H$ (Henrios).

luego $\rightarrow$ $\mathcal{E} = -0{,}4\frac{dI}{dt}$

como I varía linealmente supongo $I = I_0 + \alpha t$.

a) $\rightarrow$ si en $t = 0{,}2$ I se duplica.

$I(0) = 2A = I_0$.

$I(0{,}2) = 4A$ $\qquad 4 = 2 + \alpha\, 0{,}2 \rightarrow \alpha = \frac{4-2}{0{,}2} = 10$

$$\mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt} = -L\frac{d(I_0 + \alpha t)}{dt} = -L\alpha = -0{,}4 \cdot 10 = \boxed{-4V}$$

b) $I(0{,}2) = 0$ $\qquad 2 + \alpha\, 0{,}2 = 0 \rightarrow \alpha = -10$.

$$\mathcal{E} = -L\alpha = -0{,}4 \cdot (-10) = \boxed{4V}$$

c). $I(0{,}2) = -2A \rightarrow -2 = 2 + \alpha\, 0{,}2$ $\qquad \alpha = \frac{-4}{0{,}2} = -20$

$$\mathcal{E} = -L\alpha = -0{,}4 \cdot (-20) = \boxed{+8V}$$

7.6 En un lugar en el que el campo magnético terrestre es 1.45×10-5 T, orientado de sur a norte, se encuentra un solenoide largo y estrecho de longitud 50 cm, sección 10 cm2 y coeficiente de autoinducción L=8π × 10-4 H, cuyo eje está en la dirección este-oeste. El solenoide se conecta a una batería de 1V, siendo la corriente estacionaria que pasa por el mismo de 0,01 A. Despreciando los efectos debidos al tamaño finito del solenoide calcular: a) El número de espiras del solenoide y su resistencia ohmnica; b) el campo magnético creado por el solenoide en su centro (comparar con el campo magnético terrestre). Cortocircuitamos el circuito y empezamos a girarlo (cuando la intensidad de la corriente es cero) con velocidad angular constante, de tal forma que al cabo de 1 segundo el solenoide está orientado norte-sur: d) obtener la intensidad de la corriente en función del tiempo I(t) que aparece en el solenoide. ¿Por qué pueden despreciarse los efectos de la autoinducción?

7.6 $B_{Tierra} = 1{,}45\ 10^{-5}$ hacia el norte.

bobina $\uparrow B$ $\ell = 50cm$ $A = 10cm^2$ $L = 8\pi \times 10^{-4}$ H.

La bobina se conecta a bat $\mathcal{E} = 1V$ y por ella pasa $I = 0{,}01A$.
Despreciando el tamaño finito del solenoide.
Calcular.

a) N y R del solenoide.

coef autoinducción

Para calcular N, utilizo la inductancia L

$$L = \mu_0 n^2 \ell A = \mu_0 \frac{N^2}{\ell^2} \ell A = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$$

Así

$$N = \sqrt{\frac{\ell L}{\mu_0 A}} = \sqrt{\frac{0{,}5 \cdot 8\pi \cdot 10^{-4}}{4\pi 10^{-7}\ 10^{-3}}} = 1000 \text{ espiras.}$$

Para calcular R utilizo que.

$$R = \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{1V}{0{,}01A} = 100\,\Omega.$$

b) B creado por el solenoide en su centro.
Compararlo con el B terrestre.

El B creado por un solenoide en su centro es

$$B = \frac{\mu_0 N I}{\ell} = \frac{4\pi 10^{-7} \cdot 10^3 \cdot 0{,}01}{0'5} = 2{,}51\ 10^{-5}\,T.$$

es bastante parecido al B terrestre, es del mismo orden de magnitud.

Cortocircuitamos los bornas, vemos que no hay I en el circuito lo giramos con w cte de tal manera que en 1seg el solenoide gira 90°

c) Hallar la I que circula por la bobina ahora.

CONTINUACION…

7.6 En un lugar en el que el campo magnético terrestre es 1.45×10-5 T, orientado de sur a norte, se encuentra un solenoide largo y estrecho de longitud 50 cm, sección 10 cm2 y coeficiente de autoinducción L=8π × 10-4 H, cuyo eje está en la dirección este-oeste. El solenoide se conecta a una batería de 1V, siendo la corriente estacionaria que pasa por el mismo de 0,01 A. Despreciando los efectos debidos al tamaño finito del solenoide calcular: a) El número de espiras del solenoide y su resistencia ohmnica; b) el campo magnético creado por el solenoide en su centro (comparar con el campo magnético terrestre). Cortocircuitamos el circuito y empezamos a girarlo (cuando la intensidad de la corriente es cero) con velocidad angular constante, de tal forma que al cabo de 1 segundo el solenoide está orientado norte-sur: d) obtener la intensidad de la corriente en función del tiempo I(t) que aparece en el solenoide. ¿Por qué pueden despreciarse los efectos de la autoinducción?

Por Faraday.

$$I = \frac{1}{R}\left(-\frac{d\emptyset_m}{dt}\right) \quad \mathcal{E}$$

donde de momento solo consideramos el flujo magnético terrestre, vamos a despreciar efectos de autoinducción

$$\emptyset_m = \bar{B}\cdot\bar{A} = NSB_t \,\text{sen}\, \omega t.$$

girando con ω → vel angular.

Así

$$I = \frac{1}{R}\frac{d\emptyset_m}{dt} = -\frac{NSB\omega \cos\omega t}{R}$$

donde ω la podemos calcular.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{t} = \frac{\pi/2}{1\,seg} = \pi/2$$

Así

$$I = -\frac{1000\cdot(10\cdot10^{-4})\cdot 1{,}45\,10^{-5}\frac{\pi}{2}\cos\frac{\pi}{2}t}{100} =$$

$$\boxed{I = 2{,}28\,10^{-7}\cos\left(\frac{\pi}{2}t\right)\ A}$$

Vamos a calcular aparte la I autoinducida para ver si es despreciable.

La inductancia L es $\emptyset_m^{auto} = -L\,I(t)$

Así $I_{auto} = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{1}{R}\frac{d\emptyset_m^{auto}}{dt} = -\frac{L}{R}\frac{dI}{dt}$

Así con la I(t) que me ha calculado en el apartado anterior.

$$I_{auto} = -\frac{L}{R}\frac{d}{dt}\left[2{,}3\,10^{-7}\cos\left(\frac{\pi}{2}t\right)\right] = \frac{8\pi10^{-4}}{100}\cdot 2{,}3\,10^{-7}\frac{\pi}{2}\,\text{sen}\left(\frac{\pi}{2}t\right) =$$

$$\approx 9\,10^{-12}\,\text{sen}\left(\frac{\pi}{2}t\right)$$ → es 100.000 veces pequeña que lo anterior, luego es despreciable.

7.7 El flujo magnético que atraviesa una espira de resistencia R es ΦB. En un tiempo determinado, el flujo varía una cantidad ΔΦB. Obtenga la cantidad de carga que atraviesa el circuito durante el proceso

7.7 El flujo que atraviesa una espira de resist. R es $\varnothing_B$. Si en un tiempo t hay $\Delta\varnothing_B$. Calcula la cantidad de carga q. atraviesa el circuito en el proceso.

La I que circula por la espira será

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad \text{con} \quad \mathcal{E} = -\frac{d\varnothing_m}{dt}$$

$$I = -\frac{1}{R}\frac{d\varnothing_m}{dt}$$

donde I según su def $\Rightarrow I = \frac{dQ}{dt}$

Así

$$\Delta Q = \int dQ = \int \frac{dQ}{dt}\,dt = \int I\,dt$$

con $I = -\frac{1}{R}\frac{d\varnothing_m}{dt}$

$$\boxed{\Delta Q = -\int \frac{1}{R}\frac{d\varnothing_m}{dt}\,dt = -\frac{1}{R}\varnothing_m\Big]_{t_i}^{t_f} = \frac{\Delta\varnothing_m}{R}}$$

Una bobina circular, que está formada por 100 espiras de 2 cm de radio y 10 Ω de resistencia eléctrica, se encuentra colocada perpendicularmente a un campo magnético de 0,8 T. Si el campo magnético se anula al cabo de 0,1 s, determina la fuerza electromotriz inducida, la intensidad que recorre el circuito y la cantidad de carga transportada.

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

Solución 3

1. El flujo del campo magnético que atraviesa inicialmente a la bobina es:

$$\phi_{B,0} = N\,\vec{B}\,\vec{S} = N\,B\,S\,\cos\theta = 100 \cdot 0{,}8 \cdot \pi \cdot (0{,}02)^2 \cdot \cos 0^\circ = 0{,}032\,\pi \text{ Wb}$$

   Aplicando la ley de Lenz-Faraday:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = -\frac{0 - 0{,}032\,\pi}{0{,}1} = 0{,}32\,\pi \text{ V}$$

   Aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0{,}32\,\pi}{10} = 0{,}032\,\pi \text{ A}$$

   Aplicando la definición de intensidad:

$$q = I\,\Delta t = 0{,}032\,\pi \cdot 0{,}1 = 3{,}2 \cdot 10^{-3}\,\pi \text{ C}$$

2. Si el campo magnético tarda el doble de tiempo en anularse: $\Delta t = 0{,}2$ s, se tiene que la rapidez con la que varía el flujo magnético es menor por lo que disminuye el valor absoluto de la fuerza electromotriz inducida y el de la intensidad de la corriente eléctrica.

   Sin embargo, la cantidad de carga eléctrica transportada permanece constante, ya que no depende de la rapidez con la que varía el flujo magnético. La cantidad de carga transportada depende de la propia variación del flujo magnético, que no se modifica. En efecto:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} = -\frac{0 - 0{,}032\,\pi}{0{,}2} = 0{,}16\,\pi \text{ V}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0{,}16\,\pi}{10} = 0{,}016\,\pi \text{ A}$$

$$q = I\,\Delta t = 0{,}016\,\pi \cdot 0{,}2 = 3{,}2 \cdot 10^{-3}\,\pi \text{ C}$$

Una bobina tiene una resistencia R=1 Ω y una autoinducción L=100 H, se conecta mediante un interruptor, a un generador eléctrico de corriente continua que produce una diferencia de potencial entre sus bornes de 100 V. Se pide calcular:

1º.- Intensidad final de la corriente.

2º.- Tiempo que ha de transcurrir para que la corriente alcance la mitad del valor anterior.

3º.- Variación temporal inicial de la corriente.

4º.- Variación temporal de la corriente en el tiempo calculado en apartado 2º.

5º.- Tiempo necesario para que la intensidad difiera en una diezmilésima del valor final.

6º.- Constante de tiempo del circuito.

SOLUCIÓN

1º.- Intensidad final de la corriente

La expresión de la ley de Ohm aplicada al circuito, cuando cerramos el interruptor, teniendo en cuenta la f.e.m. autoinducida en la bobina, es: $\varepsilon - L\frac{dI}{dt} = R\,I$

Integrando se obtiene la solución de esta ecuación diferencial de primer orden, que representa la extracorriente de cierre del circuito: $I = \frac{\varepsilon}{R}[1-e^{-\frac{R}{L}t}]$ [1]

Haciendo en la ecuación anterior t=∞: $I_\infty = \frac{\varepsilon}{R}[1-e^{-\frac{R}{L}\infty}] = \frac{\varepsilon}{R}[1-0] = \frac{100}{1} = 100\ A$

2º.- Tiempo que ha de transcurrir para que la corriente alcance la mitad del valor anterior

Imponiendo esta condición en la ecuación [1], resulta:

$I_1 = \frac{I_\infty}{2} = \frac{\varepsilon}{R}[1-e^{-\frac{R}{L}t_1}] = I_\infty[1-e^{-\frac{R}{L}t_1}]$; operando resulta: $\frac{1}{2} = [1-e^{-\frac{R}{L}t_1}]$; $e^{-\frac{R}{L}t_1} = \frac{1}{2}$

Tomando logaritmos: $-\frac{R}{L}t_1 = -\ln 2$, por tanto $t_1 = \frac{L}{R}\ln 2 = \frac{100}{1}\ln 2 = 69{,}3147\ s$

3º.- Variación temporal inicial de la corriente

Para obtener esta variación, se deriva respecto del tiempo en la ecuación [1].

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{R}\,\frac{R}{L}[e^{-\frac{R}{L}t}] = \frac{\varepsilon}{L}[e^{-\frac{R}{L}t}] \quad [2]$$

CONTINUACION…

Para el instante inicial t = 0, operando sobre la ecuación anterior, la variación temporal de I es.

$$\left[\frac{dI}{dt}\right]_{t=0} = \frac{\varepsilon}{L}\left[\ e^{-\frac{R}{L}t}\ \right] = \frac{\varepsilon}{L} = \frac{100}{100} = 1\ A\ s^{-1}$$

4°.- Variación temporal de la corriente en el tiempo calculado en apartado 2°

Para obtener esta variación, se aplica el tiempo $t_1 = 69.3147\ s = 100\ \ln 2$ sobre la ecuación [2].

$$\left[\frac{dI}{dt}\right]_{t=t_1} = \frac{\varepsilon}{L}\left[e^{-\frac{R}{L}69.3147}\right] = \frac{100}{1}\, e^{-\frac{1}{100}69.3147} = \frac{100}{1}\, e^{-\frac{1}{100}100\ln 2} = 50\ A\ s^{-1}$$

5°.- Tiempo necesario para que la intensidad difiera en una diezmilésima del valor final

Se ha de cumplirse por tanto que: $I_\infty - I = 0.0001\, I_\infty$, es decir: $I = 0{,}9999\, I_\infty$

Llevando este valor a la ecuación [1], resulta

$$I = \frac{\varepsilon}{R}\left[1 - e^{-\frac{R}{L}t_2}\right] = I_\infty\left[1 - e^{-\frac{R}{L}t_2}\right] = 0.9999\, I_\infty$$

Operando se llega a: $e^{-\frac{R}{L}t_2} = 10^{-4}$ y tomando logaritmos neperianos en esta expresión, resulta finalmente el tiempo necesario para que la intensidad difiera en una diezmilésima del valor final:

$$t_2 = 4\ [\ln 10]\ \frac{L}{R} = 4\ [\ln 10\ ]\frac{100}{1} = 9.210 \cdot 10^2 s$$

6°.- Constante de tiempo del circuito

La constante de tiempo del circuito se define como $\tau = \frac{L}{R}$ y representa físicamente el tiempo necesario para que la corriente de cierre pase a ser 0,6329 de la corriente final:

$$I_\tau = \frac{\varepsilon}{R}\left[1 - e^{-\frac{R}{L}\tau}\right] = \frac{\varepsilon}{R}\left[1 - e^{-1}\right] = \frac{\varepsilon}{R}\left[\ \frac{e-1}{e}\ \right] = 0.6329\, I_\infty$$

Cuanto mayor sea este valor, tanto mayor será el tiempo necesario para alcanzar la corriente final y más durará el transitorio correspondiente. En este caso del proceso de cierre o conexión del generador al circuito mediante el interruptor, la constante de tiempo vale $\tau = \frac{L}{R} = 100\ s$