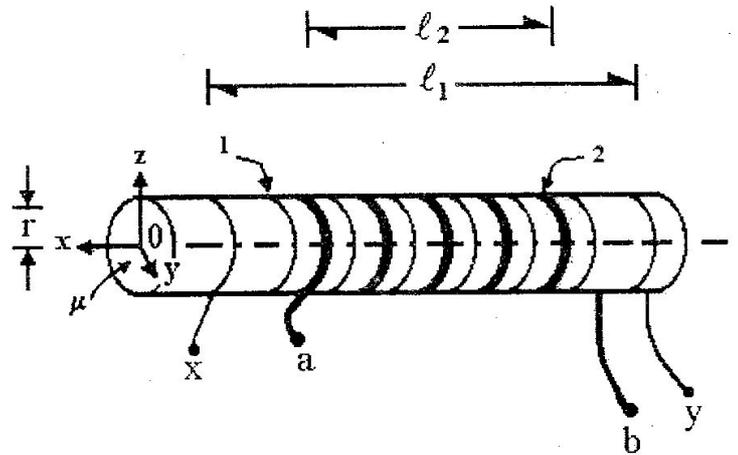


# Problemas propuestos

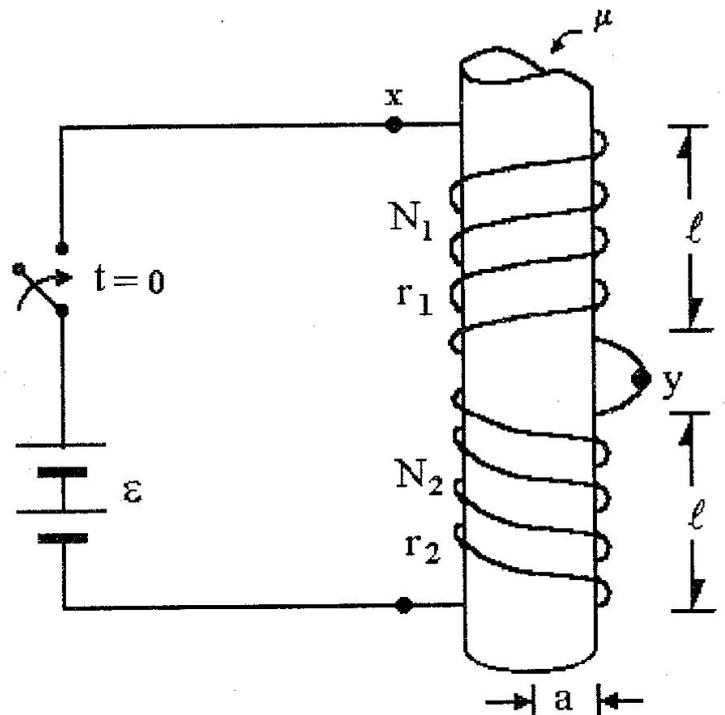
1. Sobre un solenoide 1 de espiras apretadas, se embobina otro solenoide 2 sobre la parte central del primero. El núcleo de los embobinados es de material ferromagnético con  $\mu = 100\mu_0$  y  $r_1 = 2$  [cm]; además  $\ell_1 = 50$  [cm],  $\ell_2 = 25$  [cm],  $N_1 = 5000$  y  $N_2 = 800$  espiras; obtenga:

- La autoinductancia del solenoide 1.
- La inductancia mutua entre los solenoides.
- El factor de acoplamiento magnético entre los solenoides.
- El valor del inductor equivalente entre los puntos  $x$  y  $a$ , si la terminal  $b$  se conecta con la  $y$ . Dibuje la representación simbólica de esta conexión empleando marcas de polaridad.



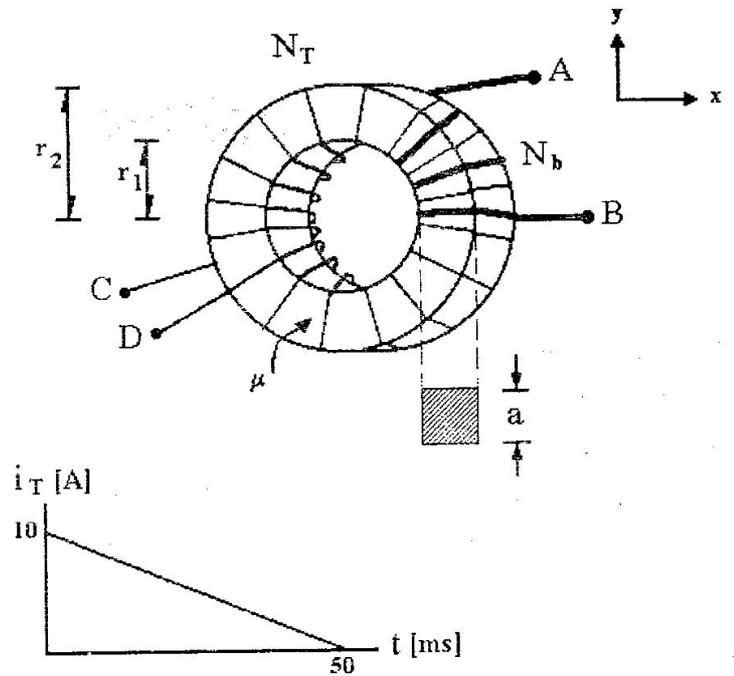
2. Se tienen dos solenoides, uno de 150 vueltas y resistencia  $r_1 = 0.1$  [ $\Omega$ ], y otro de 300 vueltas y resistencia  $r_2 = 0.2$  [ $\Omega$ ]; devanados sobre un núcleo ferromagnético de permeabilidad  $\mu = 100\mu_0$  y conectados en serie con una fuente ideal  $\varepsilon = 1.5$  [V], como indica la figura. Si el radio  $a = 0.5$  [cm],  $\ell = 5$  [cm] y el interruptor se cierra en  $t = 0$ , determine:

- Las inductancias propias y mutua de los solenoides.
- La constante de tiempo  $\tau_L$  del circuito y el factor de acoplamiento entre los solenoides.
- La energía magnética almacenada en el solenoide de 300 vueltas, en el instante  $t = 10\tau_L$ .
- La diferencia de potencial  $V_{xy}$  en el instante  $t = 29.56$  [ms].



3. Una bobina de 100 espiras se enrolla sobre una parte del toroide de sección cuadrada como se muestra en la figura. Se sabe que:  $r_1 = 8$  [cm],  $r_2 = 10$  [cm],  $a = 2$  [cm],  $N_T = 900$  espiras y  $\mu = 250\mu_0$ . Calcule:

- La magnitud y sentido de la corriente  $i_T$  en el toroide para que el campo magnético debido a ésta, en el centro de la bobina, sea  $\vec{B} = 0.5\hat{j}$  [T].
- El flujo magnético máximo a través de la bobina, si la corriente  $i_T$  en el toroide varía como se indica en la gráfica.
- La diferencia de potencial inducida  $V_{AB}$  si la corriente en el toroide entra por  $c$  y varía como se indica en la gráfica.
- La magnitud de la corriente que circularía por un foco de resistencia  $R = 10$  [ $\Omega$ ] conectado entre los bornes  $A$  y  $B$ . Con ayuda de una figura indicar el sentido de la corriente en el foco.



4. Si la corriente eléctrica en el toroide de sección transversal cuadrada, como se muestra en la figura, es  $i_T = 10$  [A], con:

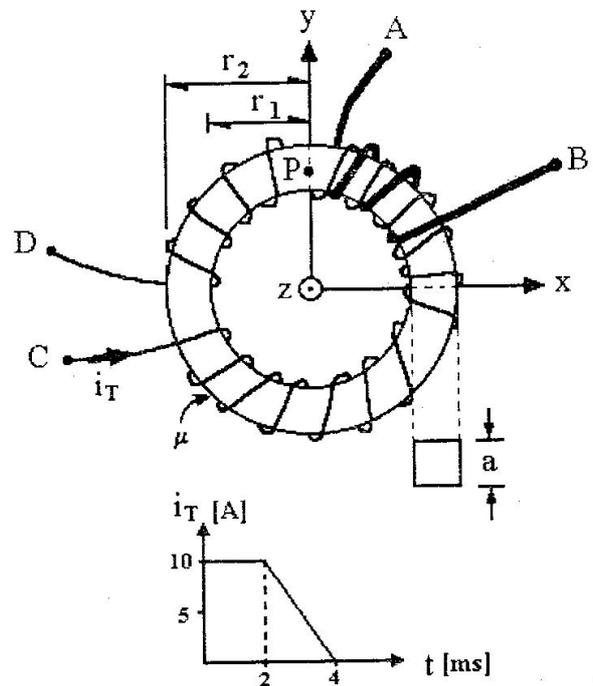
$$\begin{aligned} r_1 &= 15 \text{ [cm]} & \mu &= 100\mu_0 \\ r_2 &= 25 \text{ [cm]} & N_b &= 200 \\ r_p &= 20 \text{ [cm]} & N_T &= 3000 \\ a &= 10 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

Determine:

- El campo magnético  $\vec{B}_P$  en el punto  $P$ .
- La fuerza magnética que actuaría sobre una partícula  $\alpha$  ( $q_\alpha = 2|e|$ ) que pasara por el punto  $P$  con velocidad  $\vec{V}_\alpha = 5 \times 10^4 \hat{j}$  [m/s].

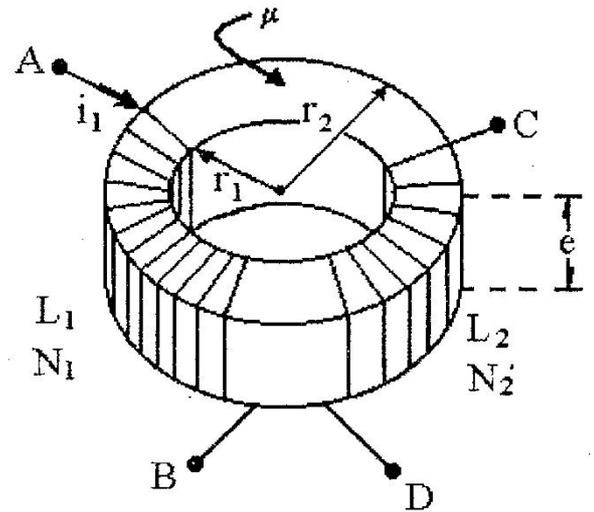
Si la corriente  $i_T$  en el toroide varía como indica la gráfica, calcule:

- La magnitud de la fuerza electromotriz inducida en la bobina  $|\mathcal{E}_{AB}|$  en el instante  $t = 3$  [ms].
- El voltaje  $V_{AB}$  en  $t = 2.5$  [ms].



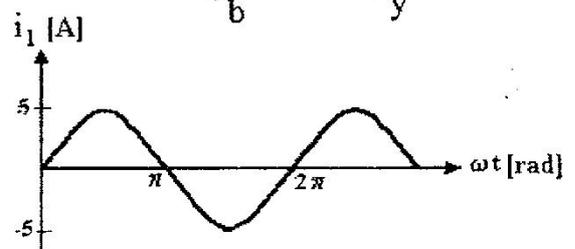
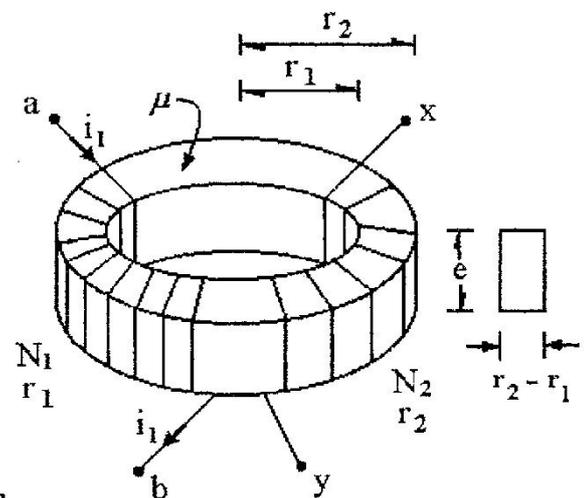
5. Sobre un núcleo toroidal de  $\mu = 100\mu_0$ , de sección transversal cuadrada con  $e = 5$  [cm], se devanan dos embobinados  $N_1 = 1000$  y  $N_2 = 800$  espiras,  $r_1 = 10$  [cm] y  $r_2 = 15$  [cm], como se muestra en la figura; calcule:

- Los valores de  $L_1$  y  $L_2$ .
- La inducción mutua y el coeficiente de acoplamiento magnético entre  $L_1$  y  $L_2$ .
- El inductor equivalente entre las terminales A y C si la terminal B se une con la D. Represente esta conexión empleando la simbología conveniente y las marcas de polaridad.
- La diferencia de potencial  $V_{CD}$  si  $i_1 = 4 \sin 40\pi t$  [A], para un lapso de un periodo.



6. Sobre un núcleo ferromagnético de permeabilidad  $\mu = 2.5 \times 10^{-4}$  [Wb/(A · m)] se devanan dos bobinas como se muestra en la figura, si  $r_1 = 20$ ,  $r_2 = 25$  y  $e = 10$  en [cm],  $N_1 = 1000$  y  $N_2 = 400$  espiras, determine:

- El flujo magnético máximo a través de la sección transversal del toroide, cuando  $i_2 = 0$  e  $i_1$  varía como indica la figura.
- El coeficiente de inducción mutua entre los dos embobinados.
- El voltaje inducido  $V_{xy}$ , para el intervalo  $0 \leq \omega t \leq 2\pi$ , si la corriente  $i_1$  varía de acuerdo con la gráfica.
- El valor del inductor equivalente entre los puntos a y x, si se une la terminal b con la y; suponga  $L_1 = 10$  [mH],  $L_2 = 4$  [mH] y  $M = 6.325$  [mH].

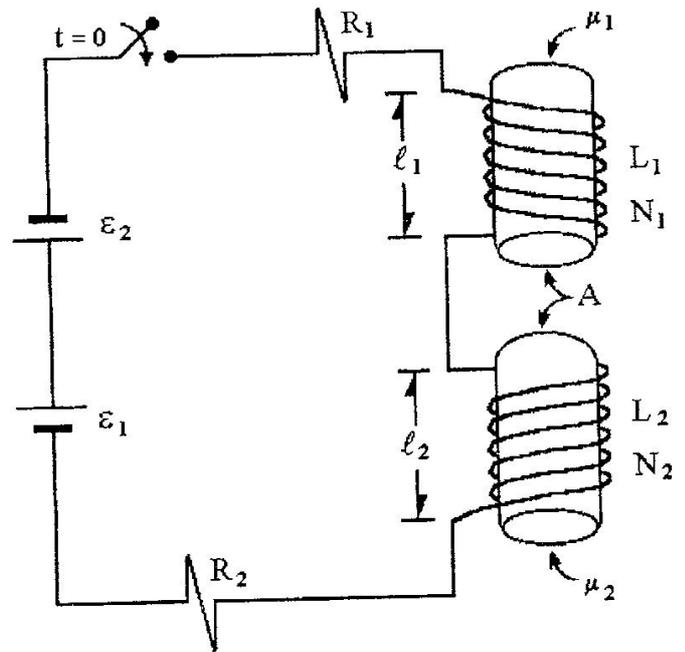


7. Para el circuito mostrado en la figura en el cual:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 10 [\text{V}] & \varepsilon_2 &= 2 [\text{V}] \\ R_1 &= 0.5 [\Omega] & R_2 &= 0.3 [\Omega] \\ \ell_1 &= 25 [\text{cm}] & \ell_2 &= 25 [\text{cm}] \\ N_1 &= 1000 & N_2 &= 800 \\ \mu_1 &= 5\mu_0 & \mu_2 &= 8\mu_0 \\ A &= 6 [\text{cm}^2] \end{aligned}$$

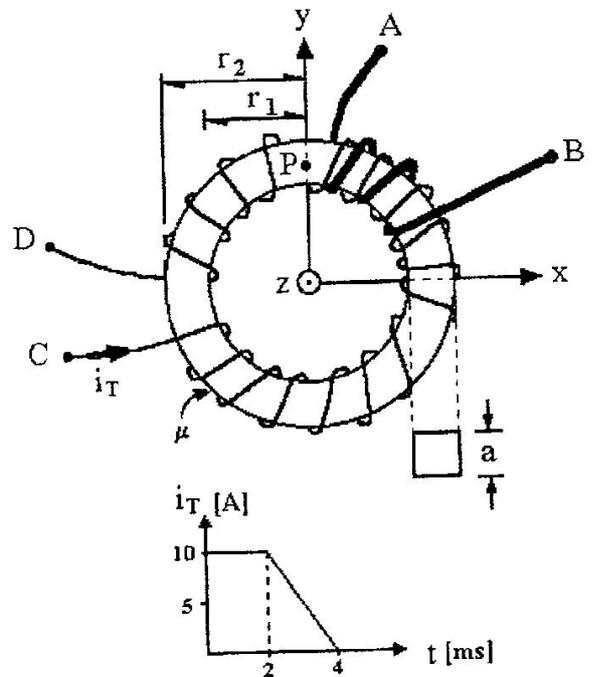
Determine:

- Los valores de  $L_1$  y  $L_2$ .
- El coeficiente de inducción mutua  $M$ , entre  $L_1$  y  $L_2$ , si el factor de acoplamiento es  $k=0.8$ .
- El circuito equivalente en su expresión mínima (una fuente, un resistor y un inductor equivalentes).
- La energía magnética almacenada en el circuito, si  $t=10\tau_L$ , siendo  $\tau_L$  la constante de tiempo del circuito.



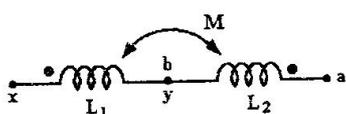
8. Se tiene un toroide con núcleo ferromagnético de permeabilidad magnética  $\mu = 10^2\mu_0$ , altura  $a = 10 [\text{cm}]$ , radios  $r_1 = 15$  y  $r_2 = 25$  en  $[\text{cm}]$ , sobre el cual se devanaron  $N_a = 3000$  espiras además de una bobina de  $N_b = 200$  vueltas. Si la corriente  $i_T$  varía en función del tiempo, como lo indica la gráfica, calcule:

- El flujo magnético en la sección transversal del toroide para  $t = 1 [\text{ms}]$ .
- El coeficiente de autoinductancia del toroide.
- La fuerza electromotriz inducida  $V_{AB}$  en el intervalo  $0 \leq t \leq 4 [\text{ms}]$ .
- La inductancia equivalente entre los puntos  $C$  y  $B$  si la terminal  $D$  del toroide se une con la terminal  $A$  de la bobina, considere que  $k = 1$ .



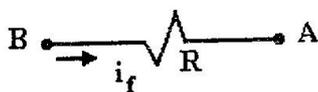
## Respuestas de los problemas propuestos

1. a)  $L_1 = 7.8957[\text{H}]$   
 b)  $M = 1.2633[\text{H}]$   
 c)  $k = 0.7071$   
 d)  $L_{eq} = 5.7711[\text{H}]$



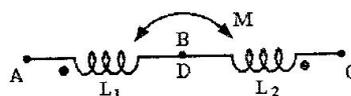
2. a)  $L_1 = 4.44[\text{mH}]$   
 $L_2 = 17.76[\text{mH}]$   
 $M = 8.883[\text{mH}]$   
 b)  $\tau_L = 14.78[\text{ms}]$  y  $k = 1.0$   
 c)  $U_2 = 110.963[\text{mJ}]$   
 d)  $V_{xy} = 0.2289[\text{V}]$

3. a)  $i_T = 1[\text{A}]$ , entrando por C.  
 b)  $\phi_{m\acute{a}x} = 2[\text{mWb}]$   
 c)  $V_{AB} = -4[\text{V}]$   
 d)  $i_f = 0.4[\text{A}]$



4. a)  $\vec{B}_p = 3\hat{i}[\text{T}]$   
 b)  $\vec{F}_m = -4.8 \times 10^{-14}\hat{k}[\text{N}]$   
 c)  $|\mathcal{E}_{AB}| = 3065[\text{V}]$   
 d)  $V_{AB} = 3065[\text{V}]$

5. a)  $L_1 = 0.4055[\text{H}]$  y  $L_2 = 0.2595[\text{H}]$   
 b)  $M = 0.3244[\text{H}]$  y  $k = 1.0$   
 c)  $L_{eq} = 16.2[\text{mH}]$



d)  $V_{CD} = 163.06 \cos 40\pi t[\text{V}]$

6. a)  $\phi_{m\acute{a}x} = 4.4393[\text{mWb}]$  sentido  $\odot$   
 b)  $M = 0.355[\text{H}]$   
 c)  $V_{xy} = 669.43 \cos 120\pi t[\text{V}]$   
 d)  $L_{eq} = 1.35[\text{mH}]$

7. a)  $L_1 = 15.08[\text{mH}]$  y  $L_2 = 15.44[\text{mH}]$   
 b)  $M = 12.207[\text{mH}]$   
 c)  $\mathcal{E} = 8[\text{V}]$ ,  $R = 0.8[\Omega]$  y  
 $L = 6.106[\text{mH}]$  conectados en serie  
 d)  $U = 0.3053[\text{J}]$

8. a)  $\phi = 30.65[\text{mWb}]$   
 b)  $L_i = 9.195[\text{H}]$   
 c)  $V_{AB} = 0$  para  $0 \leq t < 2[\text{ms}]$   
 $V_{AB} = 3065[\text{V}]$  para  $2 \leq t \leq 4[\text{ms}]$   
 d)  $L_{eq} = 8.01[\text{H}]$