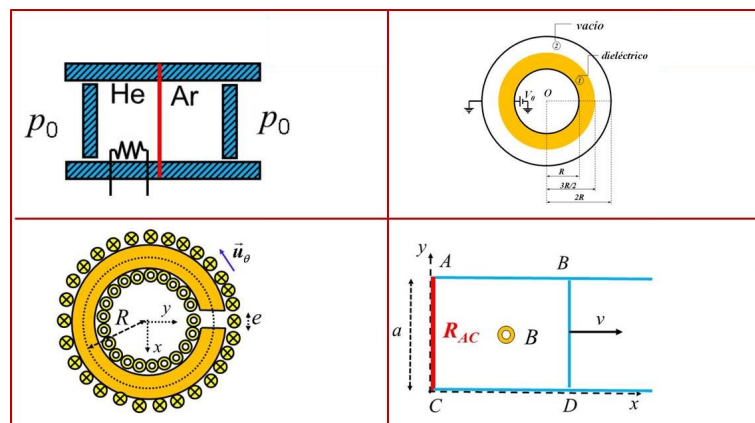


# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO

## FÍSICA II

### PROBLEMAS PROPUESTOS

*José Carlos JIMÉNEZ SÁEZ*  
*Santiago RAMÍREZ DE LA PISCINA MILLÁN*



## 9.- ELECTRODINÁMICA

# 9

## Electrodinámica

### PROBLEMA PROPUESTO 9.1.

Un cuadrado de lado  $L$  y  $N$  espiras está recorrido por una intensidad de corriente  $I$ . Calcular el flujo magnético a través del cuadrado cuando se le coloca en un campo magnético de inducción  $B$ , de forma tal que la normal a su plano forma un ángulo  $\alpha$  con las líneas del campo.

DATOS:  $L = 8.0 \text{ cm}$ ,  $N = 85$ ,  $I = 1.8 \text{ A}$ ,  $B = 0.09 \text{ T}$ ,  $\alpha = 29^\circ$

### SOLUCIÓN 9.1.

42.7 mWb

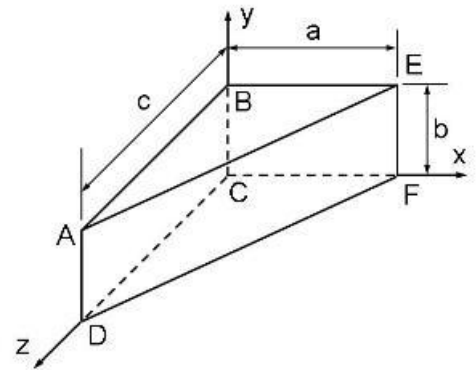


### PROBLEMA PROPUESTO 9.2.

En una cierta región del espacio existe un campo magnético de inducción  $B$ , cuyo sentido es el positivo del eje  $x$  de la figura.

Calcular:

- 1) El flujo magnético que atraviesa la superficie  $ABCD$ .
- 2) El flujo magnético que atraviesa la superficie  $AEFD$ .



DATOS:  $B = 6.2 \text{ Wb/m}^2$ ,  $a = 0.21 \text{ m}$ ,  $b = 0.27 \text{ m}$ ,  $c = 0.36 \text{ m}$

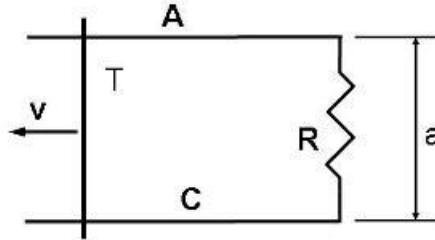
### SOLUCIÓN 9.2.

- 1) 0.606 Wb
- 2) 0.705 Wb



## PROBLEMA PROPUESTO 9.3.

En una región del espacio donde existe un campo magnético de inducción  $B$  uniforme y dirigido en sentido perpendicular al plano de la figura, se disponen en un plano horizontal, según el esquema de la figura:



- Dos barras metálicas  $A$  y  $C$ , paralelas, unidas por una resistencia  $R$  y separadas una distancia  $a$ .
- Una barra metálica transversal  $T$  que desliza sin rozamiento sobre las anteriores con velocidad constante  $v$ .

Calcular, en valor absoluto, la intensidad de corriente en la resistencia  $R$ .

DATOS:  $v = 2.6 \text{ m/s}$ ,  $R = 120 \Omega$ ,  $a = 2.2 \text{ m}$ ,  $B = 3.7 \text{ T}$

## SOLUCIÓN 9.3.

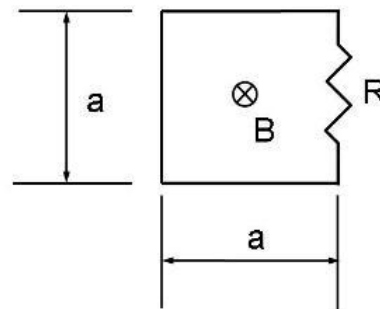
176 mA



## PROBLEMA PROPUESTO 9.4.

En un plano horizontal, según el esquema de la figura, tenemos:

- Una espira metálica cuadrada de lado  $a$  y resistencia  $R$ .
- Un campo magnético que atraviesa la espira, perpendicular a ella, de inducción  $B = k t$  siendo  $t$  el tiempo y  $k$  una constante.



Calcular en valor absoluto la intensidad de corriente inducida en la resistencia  $R$ .

DATOS:  $k = 5.2 T/s$ ,  $R = 161 \Omega$ ,  $a = 1.5 m$

## SOLUCIÓN 9.4.

72.7 mA



## PROBLEMA PROPUESTO 9.5.

Se tiene dos bobinas coaxiales, acopladas completamente entre sí, largas, de longitud  $L$  y de sección recta  $S$ , una de ellas con  $N_1$  espiras recorrida por una intensidad  $I_1$ , y la otra con  $N_2$  espiras recorrida por una intensidad  $I_2$ . Calcular la inductancia mutua (flujo total en una de ellas, partido por la intensidad de la otra).

DATOS:  $N_1 = 60$ ,  $N_2 = 48$ ,  $S = 25 cm^2$ ,  $L = 77 cm$

## SOLUCIÓN 9.5.

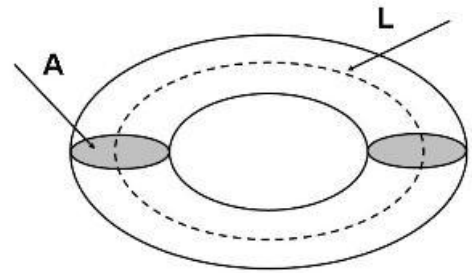
$11.7 \mu Wb/A$



**PROBLEMA PROPUESTO 9.6.**

Calcular el coeficiente de autoinducción (flujo total partido por la intensidad) de un arrollamiento toroidal, de  $N$  espiras, siendo  $L$  la longitud de la circunferencia media del toro y  $A$  el área de su sección recta. Supóngase  $A \ll L^2$ .

DATOS:  $N = 475$ ,  $A = 74 \text{ cm}^2$ ,  $L = 0.68 \text{ m}$

**SOLUCIÓN 9.6.**

3.09 mWb/A

**PROBLEMA PROPUESTO 9.7.**

Calcular el coeficiente de autoinducción (flujo total partido por la intensidad) de un solenoide recto, de longitud  $L$ , radio  $R$ , compuesto por  $N$  espiras. (Se puede suponer  $L \gg R$ ).

DATOS:  $N = 66.5$ ,  $R = 0.22 \text{ cm}$ ,  $L = 96 \text{ cm}$

**SOLUCIÓN 9.7.**

0.0880  $\mu\text{Wb/A}$

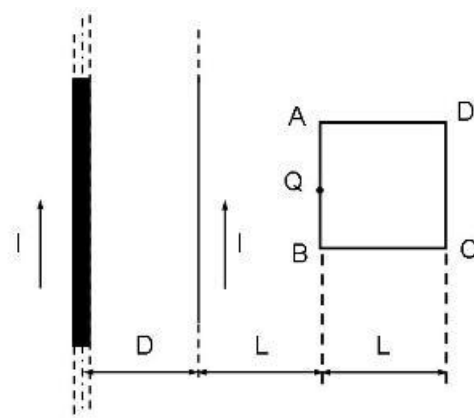


**PROBLEMA PROPUESTO 9.8.**

En un plano están situados una espira cuadrada de lado  $L$  y dos conductores, rectilíneos, indefinidos y paralelos, según se indica en la figura.

Uno de los conductores tiene sección recta circular de radio  $R$  y el otro es fino, de espesor despreciable. Ambos están recorridos por intensidades de corriente constantes, en el mismo sentido, de valor  $I$ .

Calcular el módulo del flujo que crea el hilo de grosor despreciable a través de la espira.



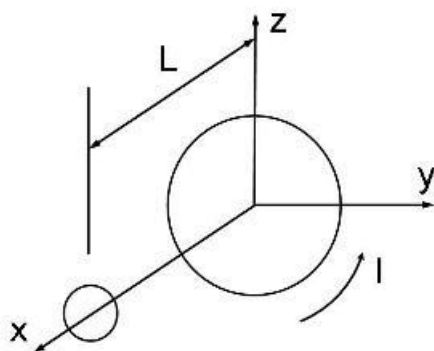
DATOS:  $I = 449 \text{ A}$ ,  $R = 0.03 \text{ m}$ ,  $D = 2.8 \text{ m}$ ,  $L = 6.2 \text{ m}$

**SOLUCIÓN 9.8.**

$386 \mu\text{Wb}$



**PROBLEMA PROPUESTO 9.9.**



Una espira circular, situada en el plano  $x = 0$  de la figura, de radio  $a$  está recorrida por una corriente constante de intensidad  $I$ . Otra espira circular de área  $S$  (muy pequeña comparada con la anterior) es paralela a la primera, y está a una distancia  $L$  de ella. El eje  $Ox$  pasa por los centros de ambas espiras.

Calcular el flujo del campo magnético producido por la primera espira a través de la segunda (supóngase que en toda la espira pequeña la inducción magnética es uniforme e igual a la que existe en su centro).

DATOS:  $a = 91 \text{ cm}$ ,  $I = 5.0 \text{ A}$ ,  $S = 0.02 \text{ cm}^2$ ,  $L = 102.83 \text{ cm}$

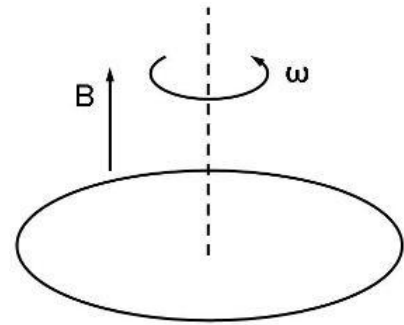
**SOLUCIÓN 9.9.**

$2.01 \text{ pWb}$



## PROBLEMA PROPUESTO 9.10.

Un disco de cobre de diámetro  $D$  gira alrededor del eje perpendicular al disco y que pasa por su centro, con una velocidad angular  $\omega$ . Perpendicularmente a la superficie del disco hay un campo magnético de inducción  $B$ . Hallar la diferencia de potencial, en valor absoluto, entre un punto de la periferia del disco y su centro.



DATOS:  $D = 0.56 \text{ m}$ ,  $\omega = 362 \text{ rad/s}$ ,  $B = 1.4 \text{ Wb/m}^2$

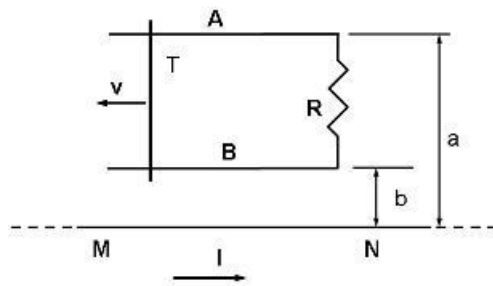
## SOLUCIÓN 9.10.

19.9 V



## PROBLEMA PROPUESTO 9.11.

En un plano horizontal, según el esquema de la figura, tenemos:



- Un conductor  $MN$  indefinido, recorrido por una intensidad constante  $I$ .
- Dos barras metálicas  $A$  y  $B$  unidas por una resistencia  $R$ . La barra  $B$  está separada una distancia  $b$  del conductor  $MN$  y la barra  $A$  está separada una distancia  $a$  del conductor  $MN$ .
- Una barra metálica transversal  $T$  que desliza sin rozamiento sobre las barras  $A$  y  $B$  con velocidad constante  $v$ .

Calcular la intensidad de corriente en la resistencia  $R$ .

DATOS:  $I = 0.3 \text{ A}$ ,  $v = 2.8 \text{ m/s}$ ,  $R = 390 \Omega$ ,  $a = 14 \text{ cm}$ ,  $b = 7.4 \text{ cm}$

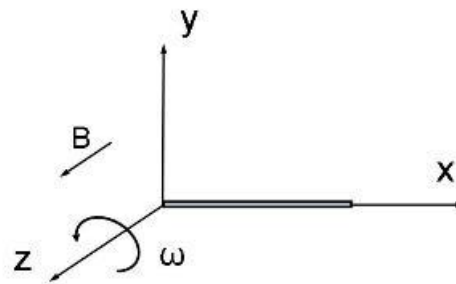
## SOLUCIÓN 9.11.

$2.75E - 4 \mu\text{A}$



**PROBLEMA PROPUESTO 9.12.**

En un espacio definido por los ejes  $Oxyz$  existe un campo magnético uniforme de inducción  $\vec{B} = B\vec{k}$ . Una varilla metálica delgada, de longitud  $L$ , contenida en el plano  $z = 0$  gira alrededor de uno de sus extremos con velocidad angular constante  $\vec{\omega} = \omega\vec{k}$ .



Calcular, en módulo, la diferencia de potencial existente entre los extremos de la varilla.

DATOS:  $B = 0.04 \text{ T}$ ,  $\omega = 10.0 \text{ rad/s}$ ,  $L = 7.9 \text{ m}$

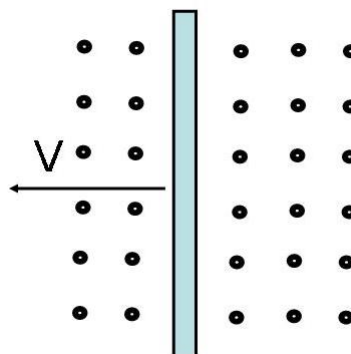
**SOLUCIÓN 9.12.**

12.5 V



**PROBLEMA PROPUESTO 9.13.**

Una varilla conductora de longitud  $L$  se mueve en el seno de un campo magnético  $B$  uniforme y perpendicular a la varilla. La velocidad de la varilla es  $v = ct$  perpendicular a la varilla.



Calcular la diferencia de potencial entre sus extremos en valor absoluto.

DATOS:  $L = 0.105 \text{ m}$ ,  $B = 0.99 \mu\text{T}$ ,  $v = 1.4 \text{ m/s}$

**SOLUCIÓN 9.13.**

1.46E-7 V



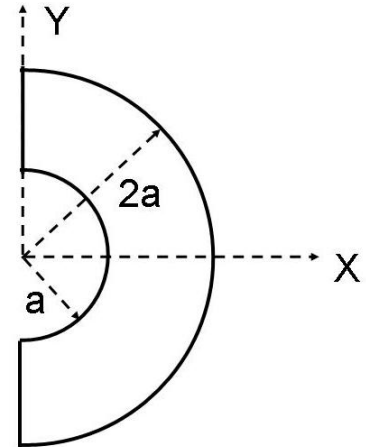


## PROBLEMA PROPUESTO 9.14.

Se dispone de un conductor plano cerrado realizado con alambre homogéneo y formado por dos semicircunferencias de radios  $a$  y  $2a$  unidas entre sí por dos segmentos rectos contenidos en el eje  $Y$ . Suponiendo que se halla en un campo magnético perpendicular al plano del conductor  $\vec{B} = B_0 t \vec{k}$ , y que su resistencia eléctrica total es  $R$ , calcular:

- 1) La intensidad que se induce en el circuito.
- 2) La diferencia de potencial entre los extremos de la circunferencia de radio  $2a$  en valor absoluto.

DATOS:  $a = 0.193 \text{ m}$ ,  $B_0 = 0.00051 \text{ T/s}$ ,  $R = 11.0 \Omega$



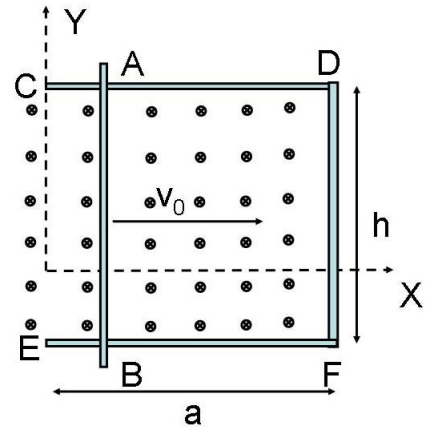
## SOLUCIÓN 9.14.

- 1)  $8.14\text{E-}6 \text{ A}$
- 2)  $4.92\text{E-}5 \text{ V}$

## PROBLEMA PROPUESTO 9.15.

El conductor  $AB$  contenido en el plano  $XY$  se mueve con velocidad  $\vec{v} = v_0 \vec{i}$  constante y apoya con contacto eléctrico sobre el conductor fijo  $CDEF$ . Los dos conductores están fabricados con alambre calibrado de sección recta  $S$  y resistividad  $\rho$ . En el instante inicial  $t = 0$  s, el conductor  $AB$  está sobre el eje  $Y$ . En el espacio existe un campo magnético  $\vec{B} = -B_0 e^{(v_0 t/a)} \vec{k}$ , donde  $B_0$  es una constante y  $a$  es la distancia del segmento  $DF$  de longitud  $h$  al eje  $Y$ .

Calcular en  $t = a/(2v_0)$ :



- 1) El flujo que atraviesa el circuito.
- 2) La fuerza electromotriz inducida.
- 3) La resistencia del circuito.
- 4) La intensidad inducida en el circuito.

DATOS:  $a = 0.161$  m,  $h = 0.138$  m,  $B_0 = 0.86E - 6$  T

$\rho = 0.098E - 6$   $\Omega/m$ ,  $S = 167E - 6$  m<sup>2</sup>,  $v_0 = 14.3$  m/s

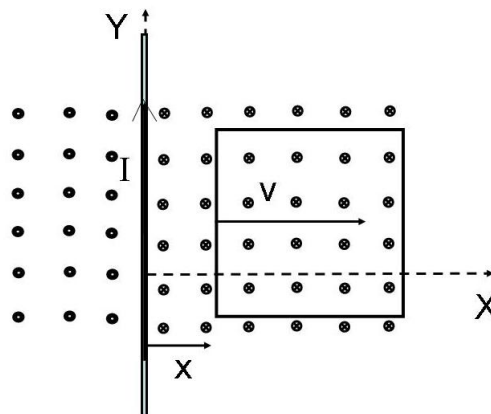
## SOLUCIÓN 9.15.

- 1)  $1.58E - 8$  Wb
- 2)  $1.40E - 6$  V
- 3)  $0.0256$   $\Omega$
- 4)  $5.46E - 5$  A

**PROBLEMA PROPUESTO 9.16.**

En un plano están contenidos una línea indefinida, rígida y estacionaria que conduce una intensidad  $I$  y una espira cuadrada, de lado  $a$  y resistencia  $R$ , que se mueve paralelamente a sí misma, con una velocidad  $v$  perpendicular a la línea y alejándose de ésta.

Calcular la intensidad de corriente inducida en la espira, despreciando los efectos de autoinducción en la propia espira, cuando el lado de la espira más cercano a la línea se halla a una distancia  $x$  de ésta.



DATOS:  $a = 0.153 \text{ m}$ ,  $x = 0.177 \text{ m}$ ,  $R = 9.1 \Omega$ ,  $v = 17.7 \text{ m/s}$ ,  $I = 0.0044 \text{ A}$

**SOLUCIÓN 9.16.**

6.86E-10 A

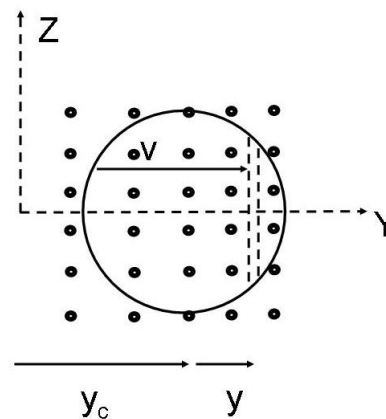


**PROBLEMA PROPUESTO 9.17.**

Se tiene una espira circular de radio  $R$  fabricada con alambre de sección  $S$  y resistividad  $\rho$  contenida en el plano  $x = 0$  en todo instante. Inicialmente la espira se encuentra con su centro en el origen de coordenadas. La espira tiene una velocidad  $\vec{v} = v_0 \vec{j}$  que hace que se mueva en el plano  $x = 0$  en el seno de un campo magnético  $\vec{B} = C y \vec{i}$ .

Calcular la intensidad inducida.

Ayuda:  $\int_{-a}^a z \sqrt{a^2 - z^2} dz = 0$



DATOS:

$R = 4.9 \text{ m}$ ,  $S = 1.18E - 6 \text{ m}^2$ ,  $\rho = 0.085E - 6 \Omega/m$   
 $v = 19.2 \text{ m/s}$ ,  $C = 0.81E - 6 \text{ T/m}$

**SOLUCIÓN 9.17.**

5.29E-4 A

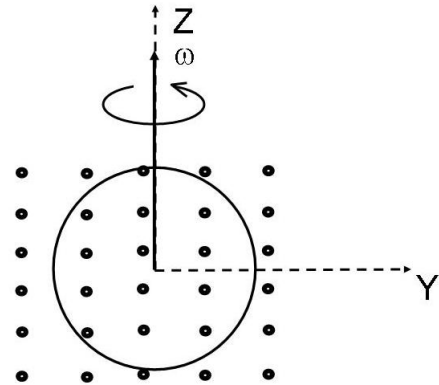


**PROBLEMA PROPUESTO 9.18.**

Se tiene una espira circular de radio  $R$  fabricada con alambre de sección  $S$  y resistividad  $\rho$  contenida en el plano  $x = 0$  en el instante inicial y con su centro en el origen de coordenadas en todo instante.

La espira gira con velocidad angular  $\vec{\omega} = \omega \vec{k}$  en un campo magnético  $\vec{B} = B \vec{i}$ .

Calcular la intensidad inducida para  $t = t_0$ .



DATOS:

$$R = 2.7 \text{ m}, \quad S = 1.96E - 6 \text{ m}^2, \quad \rho = 0.042E - 6 \text{ } \Omega/\text{m}$$

$$\omega = 11.0 \text{ rad/s}, \quad B = 0.85E - 6 \text{ T}, \quad t = 116 \text{ s}$$

**SOLUCIÓN 9.18.**

$$2.89E-4 \text{ A}$$



**PROBLEMA PROPUESTO 9.19.**

Una barra conductora  $OA$  de masa  $M$ , longitud  $d$  y resistencia  $R$  puede girar libremente alrededor de un eje perpendicular al plano  $XY$  y que pasa por el origen  $O$ . La barra forma un circuito conductor con el hilo  $OCB$  de resistencia despreciable que se encuentra también en el plano  $XY$  ( $OC$  es un segmento recto y  $CB$  un arco de circunferencia de radio  $d$ ). El circuito  $OAC$  se halla inmerso en un campo de inducción  $\vec{B} = B_0 \vec{k}$  perpendicular al plano del circuito. En  $t = 0$  se tiene una intensidad  $I = I_0$ .

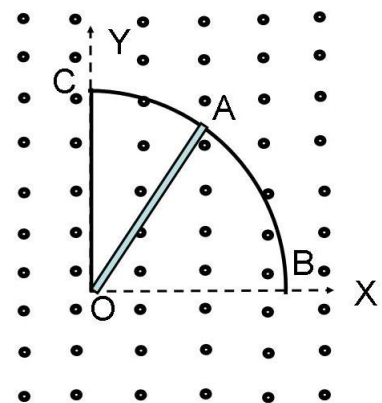
Calcular la intensidad en  $t = t_0$ .

Ayuda: Integrar la ecuación del momento en torno al origen.

DATOS:

$$d = 0.106 \text{ m}, \quad M = 0.0045 \text{ kg}, \quad R = 17.7 \text{ } \Omega$$

$$I_0 = 0.65 \text{ mA}, \quad B_0 = 0.151 \text{ T}, \quad t_0 = 7.3 \text{ s}$$



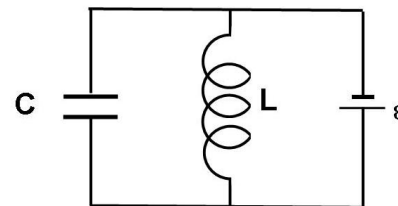
**SOLUCIÓN 9.19.**

$$6.39E-4 \text{ A}$$



**PROBLEMA PROPUESTO 9.20.**

Se tiene un circuito con una bobina de inductancia  $L$  en paralelo con un condensador de capacidad  $C$  y en paralelo con una batería de fuerza electromotriz  $\epsilon$ . En el instante inicial la intensidad que circula por la bobina es 0. Calcular la carga del condensador en el estado estacionario.



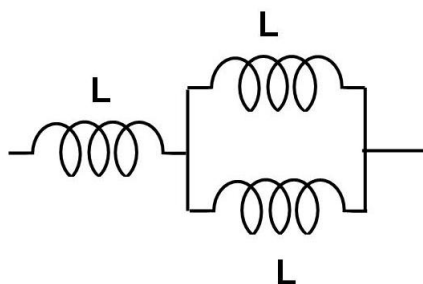
DATOS:  $\epsilon = 150 \text{ V}$   $L = 79 \text{ H}$   $C = 0.24 \mu\text{F}$

**SOLUCIÓN 9.20.**

3.6E-5 C

**PROBLEMA PROPUESTO 9.21.**

Se tienen dos bobinas iguales en paralelo, conectadas a una tercera igual a las anteriores en serie. El coeficiente de autoinducción de las bobinas es  $L$ .



Calcular:

- 1) El coeficiente de autoinducción equivalente si se colocan en un circuito por el que circula una intensidad  $I$ . (Desprecie los efectos de inducción mutua)
- 2) La energía almacenada si se colocan en un circuito por el que circula una intensidad  $I$ .

DATOS:  $L = 43 \text{ H}$ ,  $I = 0.019 \text{ A}$

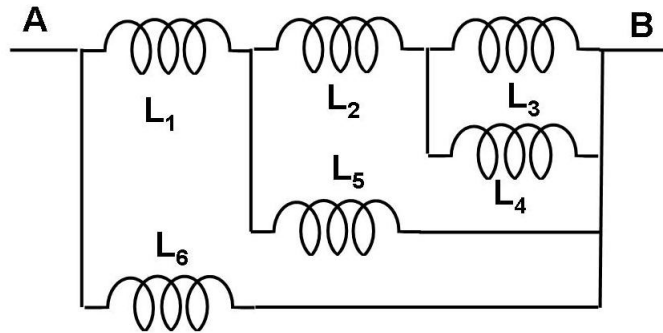
**SOLUCIÓN 9.21.**

- 1) 64.5 H
- 2) 0.0116 J



**PROBLEMA PROPUESTO 9.22.**

Calcular la inductancia equivalente entre los puntos *A* y *B* del esquema de la figura.  
(Despreciarse los efectos de inducción mutua)



DATOS:  $L = 47\text{ H}$ ,  $L_1 = L_4 = L$ ,  $L_2 = L_5 = 2L$ ,  $L_3 = L_6 = 3L$

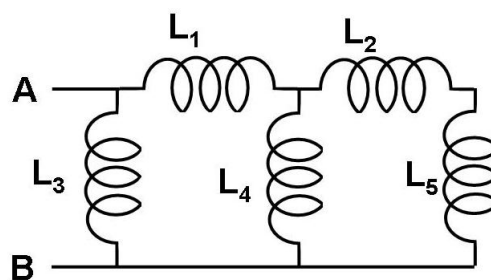
**SOLUCIÓN 9.22.**

59.0 H



**PROBLEMA PROPUESTO 9.23.**

Calcular la inductancia equivalente entre los puntos *A* y *B* del esquema de la figura.  
(Despreciarse los efectos de inducción mutua)



DATOS:  $L_1 = 73\text{ H}$ ,  $L_2 = 42\text{ H}$ ,  $L_3 = 4.2\text{ H}$ ,  $L_4 = 0.78\text{ H}$ ,  $L_5 = 178\text{ H}$

**SOLUCIÓN 9.23.**

6.77E4 H

