

- 1.- **B** Una espira que gira con frecuencia angular  $\omega$  en un campo magnético  $B$  genera una fem alterna dada por:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{máx}} \text{sen}(\omega t + \delta)$$

en donde

$$\varepsilon_{\text{máx}} = BA\omega$$

es el valor máximo de la fem y  $A$  es el área de la espira. Por lo tanto la intensidad en la espira, si  $R$  es la resistencia de la espira viene dada por la expresión:

$$I = \frac{\varepsilon}{R}$$

como la fem es variable con el tiempo, la intensidad también lo será.

- 2.- **D** La fem inducida es igual a la variación con el tiempo del flujo magnético, es decir

$$: \varepsilon = -\frac{d\phi_m}{dt}$$

Este resultado se conoce con el nombre de Ley de Faraday-Lenz. El signo negativo de la ley está relacionado con el sentido de la fem inducida, que se opone siempre a la causa que lo produce.

- 3.- **A** En la B la corriente continua no se puede producir por fenómenos de inducción ya que éstos implican un cambio de flujo que origina una corriente inducida que es variable (por tanto no continua).

La C debería decir que las corrientes de Foucault aparecen como corrientes parásitas dentro de los núcleos de hierro de los transformadores de corriente alterna. Estas corrientes disminuyen el rendimiento de los transformadores y hacen que sus núcleos de hierro dulce se calienten.

La D relaciona los ciclos de histéresis como causa de las corrientes alternas, cuando es más bien al revés, ya que son un efecto que ellas provocan en los núcleos de hierro de los transformadores, por ejemplo.

- 4.- **C** Si aplicamos la ley de la inducción (Faraday-Lenz):

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} \Leftrightarrow -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\varepsilon}{N}$$

Los transformadores permiten gracias al núcleo de hierro dulce que poseen entre los dos arrollamientos que las variaciones de flujo se transmitan desde la bobina de la entrada a la de salida:

$$\left( -\frac{d\phi}{dt} \right)_{\text{ENTRADA}} = \left( \frac{\varepsilon}{N} \right)_{\text{ENTRADA}} = \left( \frac{\varepsilon}{N} \right)_{\text{SALIDA}} = \left( -\frac{d\phi}{dt} \right)_{\text{SALIDA}}$$

$$\frac{125 \text{ V}}{100 \text{ espiras}} = \frac{\varepsilon_{\text{SALIDA}}}{2000 \text{ espiras}} \Leftrightarrow \varepsilon_{\text{SALIDA}} = 2500 \text{ V}$$

- 5.- **A** La ley de Ohm en las corrientes alternas es :  $V=Z.I$  donde estas magnitudes son números complejos.

La opción B está escrita justo al revés. Para reducir el efecto Joule ( $Q=R.I^2.t$ ) conviene elevar la tensión para que así se reduzca la intensidad. El transformador mantiene la potencia, salvo pérdidas por corrientes de Foucault, y así  $V.I=V'.I'$  lo que explica que si sube  $V$  baja  $I$ .

En la opción C falta especificar de qué potencia se trata. En un circuito puramente resistivo el ángulo de desfase entre el voltaje y la intensidad es de  $0^\circ$ . Entonces será la potencia reactiva la que es cero, pero no así la potencia activa que será igual al potencial eficaz por la intensidad eficaz y coincidirá con la potencia teórica. Resumiendo:

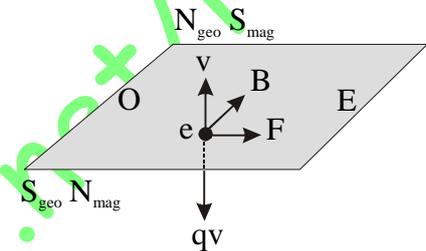
$$P_{TEÓRICA} = V_E \cdot I_E ; P_{ACTIVA} = V_E \cdot I_E \cdot \cos \varphi ; P_{REACTIVA} = V_E \cdot I_E \cdot \sin \varphi$$

La opción D es falsa ya que en continua la resistencia a la corriente es debida exclusivamente al choque de los portadores de carga con los núcleos de la red metálica del conductor. En alterna además de este fenómeno hay que añadir el de inducción por el que la bobina presenta una resistencia a los cambios de sentido de la corriente.

6.- D. La fuerza de Lorentz

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

sobre los electrones, hace que sobre ellos actúe una fuerza de Oeste a Este, luego la corriente positiva va de Este a Oeste, en sentido contrario. Para que esto se produzca el movimiento debe ser ascendente.



7.- B El apartado A se descarta porque tendría que decir "...al cuadrado de vueltas por unidad de longitud ..."; el apartado C, tendríamos que recordar que

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

el apartado D es falso aplicando el efecto Joule

8.- B Si el secundario de un transformador tiene más espiras que el primario, la tensión aumenta, mientras que si es menor disminuye. La relación de transformación es el cociente entre el número de espiras del primario y el número de espiras del secundario.

9.- C La f.e.m. media es

$$\mathcal{E}_{media} = -n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

el flujo se define como el producto escalar de la superficie por el campo magnético.

El flujo inicial es cero, mientras que el flujo después de 0,2 segundos es

$$\phi_f = 0,1T \cdot 0,04 m^2 = 0,004 Wb$$

sustituyendo

$$\mathcal{E}_{media} = -40 \frac{(0,004 - 0)Wb}{0,2s} = -0,8V$$

10.- A Los transformadores funcionan con corrientes variables (con continuas no funcionan). El flujo magnético que atraviese el núcleo de hierro varía al variar la corriente de la entrada. Estas variaciones provocan por inducción (Ley de Faraday-Lenz), otra corriente en el bobinado secundario que se halla a la salida.

11.- C Como hemos dicho en la pregunta anterior, la corriente continua no provoca variación de flujo, luego no se forma corriente inducida en el secundario.

12.- C La f.e.m. es la variación del flujo con respecto al tiempo; es decir para que haya f.e.m. tiene que haber variación de flujo. Matemáticamente

$$\xi = -\frac{d\phi}{dt}$$

13.- C

$$\xi = -n \frac{d\phi}{dt} = -n \frac{d}{dt} (B \cdot S \cdot \cos \alpha) = -n \frac{d}{dt} \left( \frac{\mu I n}{l} S \cos \alpha \right)$$

Al aparecer el número de espiras,  $n$ , al cuadrado será el más influyente.

14.- C La ley de Ohm nos dice que la corriente es proporcional a la fem que la produce e inversamente proporcional a la resistencia del circuito por la que circula:  $i = \varepsilon / R$ . Por otra parte la Ley de Faraday-Lenz dice que la fem producida en un circuito de  $n$  espiras es proporcional a la velocidad de variación de flujo que existe en él:  $\varepsilon = -n \cdot d\phi / dt$ . Entonces  $i = -n / R \cdot d\phi / dt$  comprueba la afirmación de la opción C.

La A es falsa ya que debe poner coseno en vez de seno, porque el flujo se deriva de un producto escalar.

La B es falsa por el signo que no es igual sino distinto.

La D es falsa por lo dicho en C (o sea  $i$  es proporcional a la variación de flujo).

15.- B La energía almacenada en una bobina de autoinducción  $L$  y corriente  $i$  es:

$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

Por lo que será proporcional al coeficiente de autoinducción  $L$  y al cuadrado de la intensidad  $i$  que circula por ella.

16.- B Es cierto. La fem según Faraday-Lenz no depende del flujo magnético, sino de su variación en el tiempo. El signo menos que lleva la ley se refiere a que la fem tiende a mantener el flujo. Así, tenderá a subirlo si este baja y al revés, cuando suba tenderá a bajarlo. Esta ley no se deduce de la Biot-Savart.

17.- B. Por el teorema de conservación de la energía, la potencia eléctrica de entrada en un transformador es igual a la de salida si despreciamos las pérdidas por corrientes de Foucault en el núcleo. O sea:

$$P_E = P_S \Leftrightarrow V_E \cdot I_E = V_S \cdot I_S$$

Entonces se entiende que si a la salida de la central productora de electricidad se eleva  $V$  tendrá que disminuir  $I$ . Con ello se consigue disminuir las pérdidas por efecto Joule (calentamiento del cable) que hay en el transporte de esa corriente hasta los usuarios. Estas pérdidas dependen del cuadrado de la intensidad y por ello es importante disminuirla:

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

La A es falsa. Es al revés, si el primario tiene más espiras entonces en el secundario se reduce la tensión. Ello se debe a la Ley de Faraday-Lenz:

$$V = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$

La variación de flujo por unidad de tiempo es la misma en ambos arrollamientos, puesto que se transmite a través del núcleo de hierro dulce. Entonces:

$$\left(\frac{d\phi}{dt}\right)_E = \left(\frac{d\phi}{dt}\right)_S \Leftrightarrow \left(\frac{V}{N}\right)_E = \left(\frac{V}{N}\right)_S$$

o sea si disminuye el nº de espiras N también lo hace la fem de salida V.

La opción C es incorrecta ya que el núcleo de hierro se hace de láminas para dificultar las corrientes estacionarias o de Foucault, que son consumidoras de energía y disminuyen el rendimiento del transformador.

La opción D es mala, ya que las corrientes que se introducen en el bobinado primario o de entrada deben ser variables para que así haya una variación de campo magnético y por tanto de flujo, que es lo que provoca por inducción (Ley de Faraday-Lenz) otra corriente también variable en el secundario.

**18.- A** La 1ª Ley de Maxwell es la ley de Gauss para el campo electrostático:

$$\phi_{ELECT} = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q_{INTERIOR}}{\epsilon}$$

La opción B es incorrecta. La 2ª Ley de Maxwell (de Gauss para el campo magnético) aquí bien formulada:

$$\phi_{MAGNET} = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

nos dice que el flujo del campo magnético a través de cualquier superficie cerrada es cero. Ello implica que no existan ni fuentes ni sumideros de líneas dentro de dicha superficie. O dicho de otra forma que sea imposible aislar un polo magnético, ya que de ser así el flujo a través de una superficie que lo contuviera ya no sería cero, sino positivo si fuese un polo Norte (fuente de líneas) o negativo si fuese un polo Sur (sumidero de líneas). Ésta ley no se usa para calcular la intensidad de un campo magnético.

La opción C es falsa. No es la 3ª sino la 4ª ley de Maxwell (ley de Ampère generalizada) es:

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_o \cdot (\sum i_c + i_s) + \mu_o \cdot \epsilon_o \cdot \frac{d\phi_{ELECT}}{dt}$$

Aquí se expresa que el campo magnético B se produce por corrientes de conducción y de superficie (primer sumando) o bien por corrientes de desplazamiento (variaciones de campo eléctrico que provoquen variaciones del flujo eléctrico que es el 2º sumando).

La opción D está mal expresada., es la 3ª ley de Maxwell (Ley de inducción o de Faraday-Lenz) es:

$$\epsilon = \oint_L \vec{E}_{ELECT INDUCIDO} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\phi_{MAGNÉTICO}}{dt}$$

Expresa cómo se origina una fuerza electromotriz inducida ( $\epsilon$ ) por un flujo de campo magnético variable. Hay que insistir en que el campo eléctrico inducido creado no es conservativo como lo es el electrostático, ya que su circulación a través de una línea cerrada (valor de esa integral) no es cero.

19.- B Si aplicamos la Ley de Faraday-Lenz al flujo que atraviesa la espira:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(-0,4t + \frac{t^2}{10}\right) = (0,4 - 0,2t)V$$

20.- D Este fenómeno se conoce como autoinducción.

21.- B La ley de Faraday-Lenz nos permite calcular la fuerza electromotriz media inducida en la espira:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{(0 - B.S.\cos 0^\circ)}{\Delta t} = \frac{0,2T \cdot 0,1m^2}{0,01s} = 2V$$

22.- C La autoinducción de la bobina viene dada por el cociente entre el flujo magnético y la intensidad de corriente que la atraviesa:

$$L = \phi / i .$$

El flujo viene dado por el producto entre el nº de espiras, el campo y la intensidad:

$$\phi = N \cdot B \cdot S$$

Como el campo es directamente proporcional a la intensidad de corriente que atraviesa la bobina, sea cual sea la forma que tenga (cuadrada, cilíndrica o toroidal) al combinar ambas expresiones queda eliminada la dependencia del coeficiente  $L$  con la intensidad  $i$ .

23.- C Aplicando la Ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon_{MEDI\text{A}} = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -500 \cdot \frac{(0 - 10^{-4})Wb}{0,02s} = 2,5V$$

24.- A La fuerza electromotriz producida en un conductor de longitud  $\vec{l}$  atravesado que se mueve con velocidad  $\vec{v}$  el seno de un campo magnético  $\vec{B}$  es:

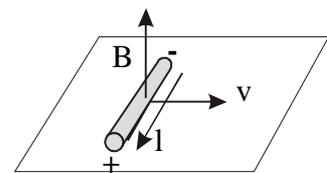
$$\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$$

En el gráfico se observa la polaridad del conductor.

En este caso :

$$v = \frac{d}{dt}(d) = \frac{d}{dt}(t+1) = 1 m/s$$

$$\varepsilon = (1 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot \text{sen } 90) \cdot 0,4 \cdot \cos 0 = 16 \cdot 10^{-3} V$$



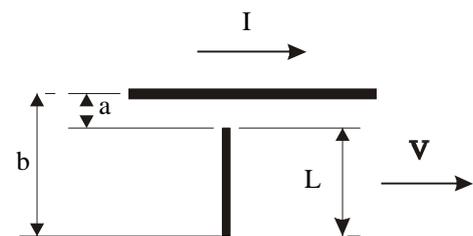
25.- A En el trozo de varilla elemental  $dy$  existe un infinitésimo de fuerza electromotriz  $d\varepsilon$ :

$$d\varepsilon = B \cdot v \cdot dy$$

siendo la inducción magnética en él :

$$B = \frac{\mu_o \cdot i}{2\pi y}$$

Para calcular entonces toda la fem entre los extremos de la varilla se integra:

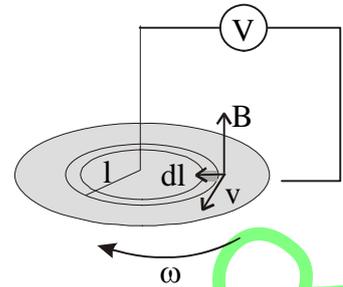


$$\varepsilon = \int_a^b \frac{\mu_o \cdot i}{2\pi \cdot y} \cdot v \cdot dy = \frac{\mu_o \cdot i}{2\pi} \cdot v \cdot [\ln y]_a^b = \frac{\mu_o \cdot i}{2\pi} \cdot v \cdot \ln \frac{b}{a}$$

- 26.- **B** La fem entre el borde y el centro de un conductor plano circular que se gira en presencia de un campo magnético vale:

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^R B \cdot \omega \cdot l \cdot dl = B \omega R^2 / 2 =$$

$$20 T \cdot 20 \text{ rad/s} \cdot 1^2 \text{ m}^2 / 2 = 200 V$$



- 27.- **C** El coeficiente de inducción mutua entre dos bobinas vale:

$$L = \frac{\mu_o N_1 N_2 S}{l} = \frac{1,2566 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{1} = 0,001 H$$

- 28.- **D** La fem en un conductor que se mueve en presencia de un campo magnético vale:

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = 1,8 T \cdot 0,2 m \cdot 1 m / s = 0,36 V$$

Al cabo de los 0,5 s de iniciado el movimiento debemos calcular la longitud del circuito para calcular su resistencia y por último conocida esta y la fem poder hallar la intensidad por la Ley de Ohm.

$$L_T = 2 \cdot 1 + 2 \cdot x = 2 \cdot 1 + 2 \cdot (v \cdot t) = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,5 = 0,4 + 1 = 1,4 m$$

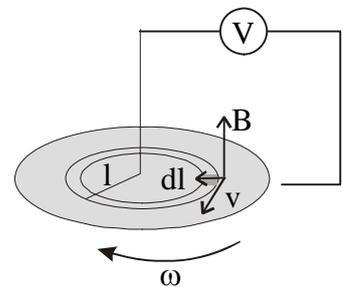
$$R_T = 1,4 m \cdot 2 \Omega/m = 2,8 \Omega$$

$$I = \varepsilon / R_T = 0,36 V / 2,8 \Omega = 0,1286 A$$

- 29.- **B** La fem entre el extremo y el centro de un disco plano conductor que gira en torno a un eje perpendicular a él y que pasa por su centro, es:

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^R B \cdot \omega \cdot l \cdot dl = B \omega R^2 / 2 =$$

$$2 T \cdot 1200 \text{ rev/min} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{rev}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{0,5^2 \text{ m}^2}{2} = 10\pi V$$



- 30.- **C** En un transformador se cumple :

$$\frac{\varepsilon_{ENTRADA}}{N_{ENTRADA}} = \frac{\varepsilon_{SALIDA}}{N_{SALIDA}}$$

$$2500 V / 20 = \varepsilon_{SALIDA} / 1 \Rightarrow \varepsilon_{SALIDA} = 125 V.$$

De otro lado la potencia es:

$$P_{SALIDA} = \varepsilon_{SALIDA} \cdot i_{SALIDA} = 125 V \cdot 80 A = 10.000 w = 10 Kw$$

- 31.- **D**. La pulsación de una corriente alterna originada por una espira que gira perpendicularmente a su eje coincide con la velocidad angular con que se mueve dicha espira. La ley de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(B \cdot S \cdot \cos \alpha) = -\frac{d}{dt}(B \cdot S \cdot \cos(\omega t + \phi_o))$$

$$\varepsilon = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \phi_o)$$

Donde  $\phi_0$  el ángulo inicial que forma B y S y  $\omega$  es la velocidad angular de giro de la espira.

Así entonces:

$$\omega = 360\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} ; f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{360\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{2\pi \text{ rad}} = 180 \frac{1}{\text{s}} = 180 \text{ Hz} ; T = \frac{1}{f} = \frac{1}{180} \text{ s}$$

**32.- D.** La Ley de Faraday-Lenz, explica que al acercarse la espira al campo se produzca una fem dado que aumenta el flujo, al aumentar el campo.

Si la velocidad con que se acerca la espira crece, lo hará también la variación del campo y por tanto la fem producida.

La respuesta A es falsa ya que podría crearse fem al variar otro factor del flujo, como lo es el ángulo entre la espira y el campo o bien la superficie de aquella.

La B no sirve ya que el signo menos de la ley de Lenz supone que la fem se opone a la causa que la produce. Entonces el campo magnético inducido creado es del mismo signo que el campo inductor si éste disminuye, pero opuesto si aumenta.

La C es incorrecta ya que si aumenta el flujo aparece fem independientemente de que no lo haya hecho la superficie. Si ésta no ha cambiado es porque lo habrá hecho el campo o el ángulo.

**33.- A.** El flujo que atraviesa una bobina se define de dos formas:

$$\phi = L \cdot i ; \phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Si suponemos que el campo es perpendicular a la superficie de las espiras queda despejado el coeficiente de autoinducción L como:

$$L = \frac{B \cdot S \cdot N}{i}$$

Para una bobina cilíndrica de longitud l (mucho mayor que su radio) que tiene de sección S, el coeficiente de autoinducción es:



$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{l} \Leftrightarrow L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot S}{l}$$

Entonces la autoinducción es proporcional a la permeabilidad del medio (opción B falsa), a la sección (opción A correcta) y al cuadrado del n° de espiras (opción C falsa), e inversamente proporcional a su longitud.



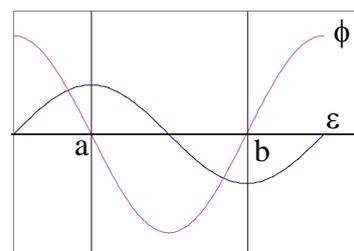
Si su radio fuese mucho mayor que su longitud (fuese prácticamente plana), entonces el coeficiente valdría:

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{2 \cdot R} \Leftrightarrow L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot S}{2 \cdot R}$$

**34.- B.** Como se explicó en la pregunta 31 el flujo y la fem siguen funciones coseno y seno que están desfasadas 90° una respecto de la otra. Así cuando el flujo es cero en el instante inicial, como en el enunciado de esta pregunta 13, la fem debe tener un valor máximo o mínimo; luego la solución puede ser doble:

a)  $\varepsilon = -B \cdot S \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$

b)  $\varepsilon = B \cdot S \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$



Expliquémoslo de otra forma. Supongamos que la espira gira en el sentido opuesto a las agujas del reloj. En el instante inicial ( $t=0$ ) el flujo es cero ya que el

ángulo entre el vector superficie y el campo es de  $90^\circ$ . Entonces  $\phi_0$  puede ser  $-\pi/2$  o bien  $+\pi/2$ .

Veamos lo primero:

$$\phi = B.S.\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\phi = B.S.\sin(\omega t)$$

$$\varepsilon = -B.S.\omega.\cos(\omega t)$$

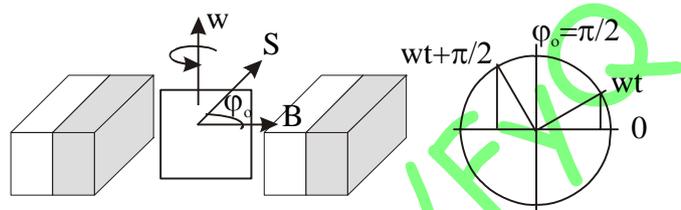
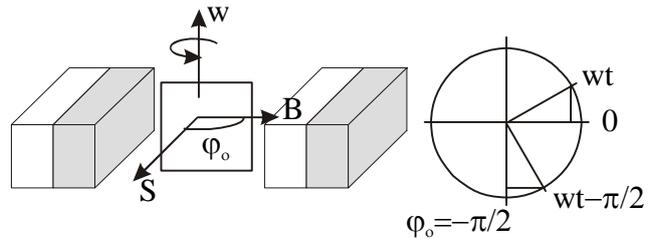
Supongamos ahora que la espira estuviese con su vector superficie en sentido opuesto con lo que  $\phi_0$  sería

$+\pi/2$ :

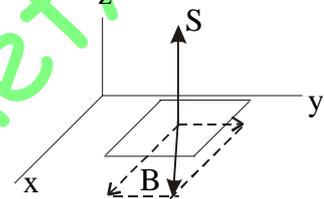
$$\phi = B.S.\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\phi = -B.S.\sin(\omega t)$$

$$\varepsilon = B.S.\omega.\cos(\omega t)$$



- 35.- B. Al ser perpendiculares el vector superficie  $(0,0,S)$  y el vector campo  $(4,2,0)$ , no hay flujo, ya que su producto escalar es cero.



- 36.- D. El campo creado en el interior de un solenoide, mucho más largo que ancho, se puede calcular a partir de la circulación del vector B a través de una línea cerrada (Ley de Ampère).

$$\oint_L \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 \cdot \sum i$$

La circulación a través de una línea cerrada e imaginaria L, es igual al producto de la permeabilidad magnética por la suma de corrientes que atraviesan esa línea.

Si suponemos que las líneas de campo magnético dentro del solenoide son rectas paralelas ello conlleva que el campo sea constante en el interior. Si suponemos también que las líneas fuera de la bobina están muy separadas, esto implica que el campo sea casi cero fuera de ella. Entonces la circulación sólo sería distinta de cero en el interior:

$$B.L.\cos 0^\circ = \mu_0.N.i \Leftrightarrow B = \frac{\mu_0.N.i}{L} = \frac{4.\pi.10^{-7} \frac{T.m}{A} .600.7,5 A}{0,40 m} = 1,41.10^{-2} T$$

El flujo sería:

$$\phi = N.B.S = 600.(1,41.10^{-2} T).\pi.(0,025 m)^2 = 1,66.10^{-2} Wb$$

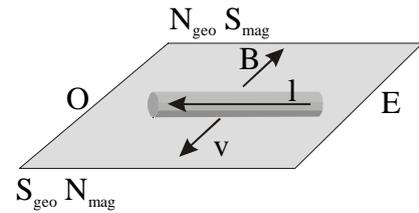
- 37.- B. Aplicando la Ley de inducción de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -N.\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N.\frac{0 - B.S.\cos 0}{\Delta t} = 50.\frac{0,1.(2.10^{-2})^2}{0,5} = 4.10^{-3} V$$

38.- A. La diferencia de potencial inducida en una barra metálica de longitud  $\vec{l}$  que se mueve a velocidad  $\vec{v}$  en el seno de un campo magnético  $\vec{B}$  es:

$$\varepsilon = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot \vec{l}$$

Al ser antiparalelos  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$  su producto vectorial es cero, con lo que los dos extremos de la barra quedan al mismo potencial.



39.- C. La autoinducción de una bobina vale:

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 S}{l}$$

sustituyendo los valores para cada bobina queda:

$$L_A = \frac{5000 \mu_o \cdot 200^2 \cdot 6}{30}; \quad L_B = \frac{2500 \mu_o \cdot 300^2 \cdot 4}{20}$$

Al dividir ambas expresiones entre sí sale:

$$L_C/L_A = 9/8 = 1,125$$

www.edured2000.net/FYQ