2DA PARTE

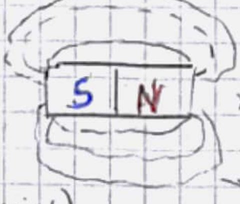
HOJA N°

FECHA

Magnetismo

Magnetismo: interacción de cargas eléctricas en movimiento

Campo magnético



- ∄ polos magnéticos separados x eso no se pueden separar los imanes

las líneas de campo son cerradas, es decir, ∄ dirección

(1) una carga en movimiento (o una corriente) genera un campo magnético (además del E)

(2) este campo magnético ejerce una fuerza sobre cualquier otra carga en movimiento (o corriente) que esté en ese campo

---

F_{mg}: fuerza magnética $F \simeq q \simeq v \simeq B$

B: campo magnético / densidad de flujo magnético / vector inducción magnética

- $\vec{F}_{mg} \perp \vec{B}$
- $\vec{F}_{mg} \perp \vec{v}$: velocidad

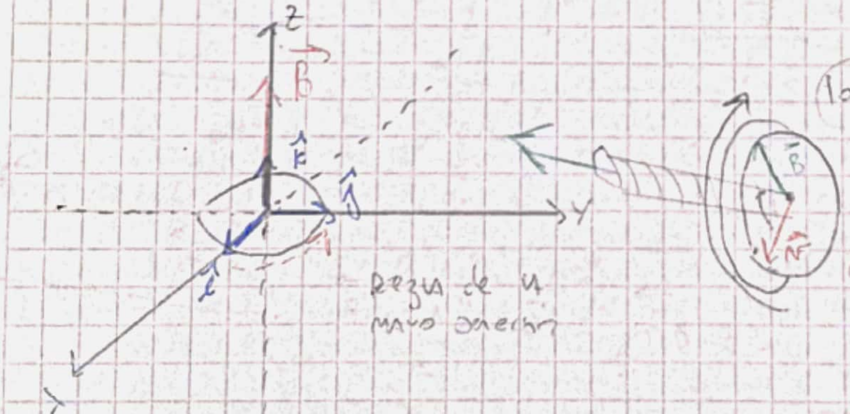
$$\boxed{\vec{F}_{mg} = q\,\vec{v} \times \vec{B}}$$ = Fuerza magnética

$$[B] = \frac{[N]}{[C]\frac{[m]}{[s]}} = \frac{[N]}{[A]\cdot[m]} = [T]$$

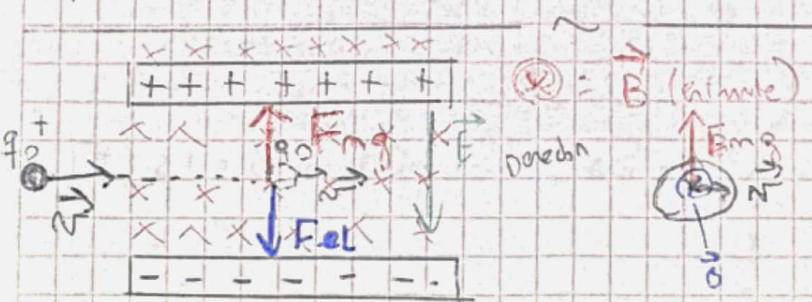
Tesla

CRACK!!

(tornillo)



$\vec{v}$: velocidad



⊗ = $\vec{B}$ (entrante)

- Para que la partícula salga a la derecha

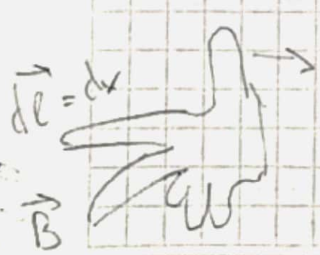
$$|\vec{F}_{el}| = |\vec{F}_{mg}|$$

Así se anulan

$$q\,|\vec{E}| = q\,|\vec{v}|\,|\vec{B}|\cdot 1$$

$\sin(90°)$

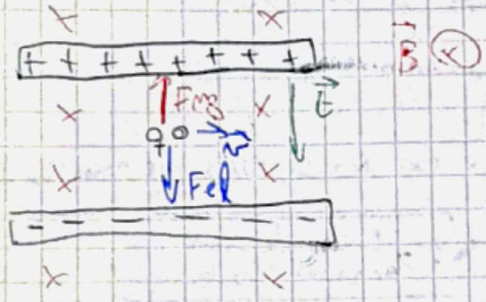
$$\boxed{|\vec{v}| = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}}$$



placas cargadas

NOTA

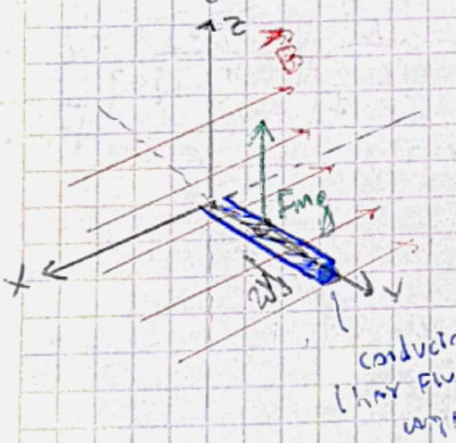
ej (135): Se lanza una partícula ($q>0$) entre dos armaduras de un capacitor plano sumergido además en un campo $\vec{B}$ uniforme (como indica la figura)

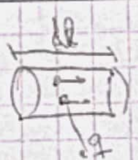


- si F_{mg} es mayor que F_{el}, la q se va para la placa positiva $q.vB > Eq$
- si F_{mg} es igual que F_{el}, la q sigue recto $vB = E$
- si q fuese un electrón e^- [se invierten las fuerzas]
- si $\vec{E}$ no existe $\Rightarrow q$ choca con la placa positiva
- si $\vec{B}$ no existe $\Rightarrow q$ choca con la placa negativa

---

Fuerza magnética sobre un conductor con corriente





$$d\vec{F}_{mg} = dq\, \vec{v} \times \vec{B}$$
$$dq \to I\,dt, \quad dt \to \frac{dl}{v}$$

Obs: F_{mg} debe ser $\perp$ al vector $\vec{v}$ y $\vec{B}$

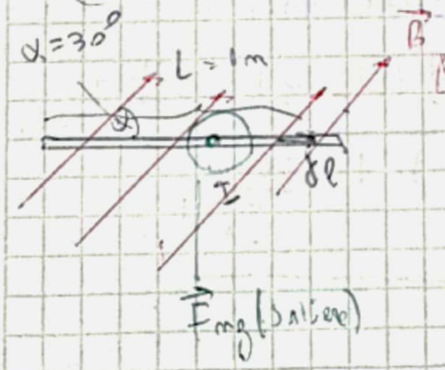
$$\Rightarrow d\vec{F}_{mg} = I.\,dl\,\vec{v} \times \vec{B}, \quad dl\,\vec{v} \to \vec{dl}$$

$$\Rightarrow \boxed{d\vec{F}_{mg} = I.\,\vec{dl} \times \vec{B}}$$

---

ej (136): Un alambre de 1m tiene $I = 10A$, sumergido en un $\vec{B} = 1{,}5\,[T]$ con un ángulo de 30°

$\alpha = 30°$



$$F_{mg} = \int_0^L I\,dl.B.\underbrace{\operatorname{sen}(30°)}_{0{,}5} = I B \frac{1}{2} l \Big|_0^L$$

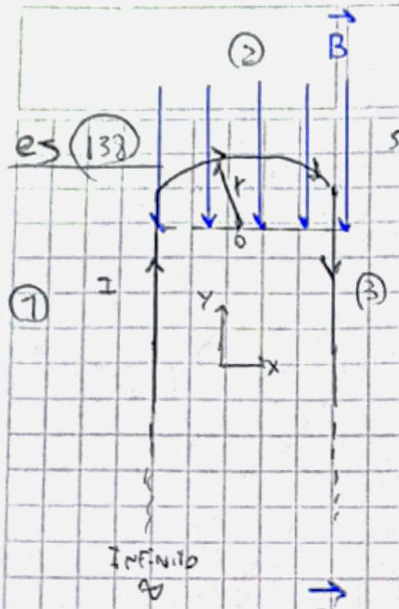
$$F_{mg} = 10A.\,1{,}5[T].\,\frac{1}{2}.\,1[m]$$

$$\boxed{F_{mg} = 7.5N} \qquad \boxed{\vec{F}_{mg} = 7.5\,\vec{k}\,[N]}$$

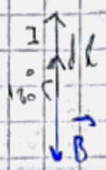
NOTA

$$\boxed{\vec{dF_{mg}} = I.\vec{dl} \times \vec{B}}$$

es 138 Semi circunferencia con corriente



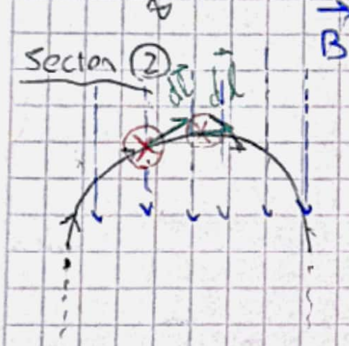
Seccion 1



$$F_{mg} = \int I.dl.B.\overset{0}{\sin(180)} = \nexists F_{mg} = F_{mg} = 0$$

Seccion 3 : Idem seccion 1

Seccion 2

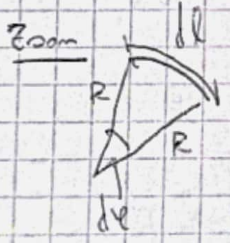


$\vec{dF_{mg}}$: ⊗ es entrante

obs en el medio tenemos la F_{mg} maxima $(\sin(90°) = 1)$

La F_{mg} es funcion de φ (Angulo) xq a medida que este cambia, la F_{mg} crece o decrece.

Zoom



$$\boxed{dl = R\, d\varphi} \Rightarrow \vec{dF_{mg}} = I \,.\, R \,.\, d\varphi \,.\, B \,.\, \sin(\varphi)\,(-\hat{k})$$

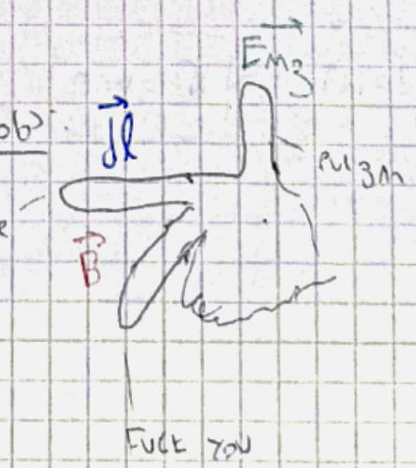
$$\boxed{0 \leq \varphi \leq 180°}$$

$$F_{mg} = \int_0^{180°} IRB \sin(\varphi)\, d\varphi$$

$$\Rightarrow F_{mg} = IRB(-\cos(\varphi))\Big|_0^{180} \Rightarrow IRB(-1-1) \Rightarrow -2IRB$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{F_{mg}} = -2IRB(-\hat{k})}$$

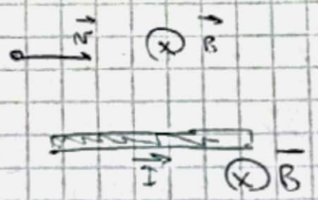
obs: Regla mano derecha



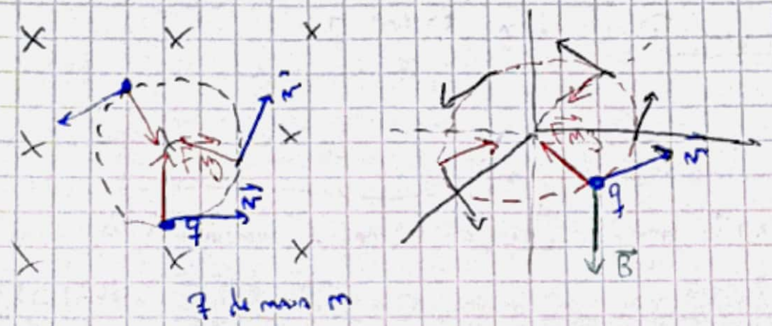
Magnetismo

$$\boxed{\vec{F}_{Mg} = q\,\vec{v} \times \vec{B}}$$

$$\boxed{d\vec{F}_{mg} = I\,d\vec{l} \times \vec{B}}$$



Movimiento de una carga puntual en campo $\vec{B}$ uniforme



Visto de arriba — Visto 3D

$$\sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$$

aceleración normal $\boxed{a_m = \frac{v_t^2}{R}}$

$$\Rightarrow q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = m \cdot \vec{a}_m$$

$$q\,\cancel{v_t}\,B \cdot 1 = m \cdot \frac{v_t^{\cancel{2}}}{R}$$

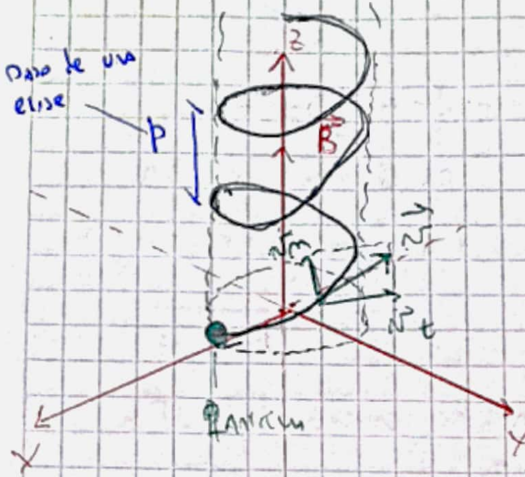
$$\boxed{R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}}$$

o la F_{mg} nunca puede realizar trabajo sobre la partícula xq no tiene componente // al movimiento de la partícula

$$v_t = \frac{d\,s(t)}{dt} = R\,\frac{d\theta(t)}{dt} \Rightarrow \boxed{v_t = w \cdot R}$$

NOTA

ej 152 : Un electrón de masa 9.11×10^{-31} kg, q = ... se dispara en un B uniforme y su velocidad forma un ángulo de 89° con el campo $\vec{B}$



DATOS: $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg

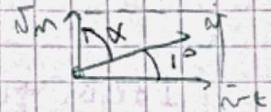
$q = -1.6 \times 10^{-19}$ C

$E_{cinética} = 2$ keV $= (E_k)$

$|\vec{B}| = 0.1$ [T]

$\alpha = 89°$

$E_{cinética} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$



$\Rightarrow \vec{v} = \sqrt{\frac{2 E_k}{m}}$

$\Rightarrow \boxed{|\vec{v}| = 26.505 \times 10^{6}}$

hallar: T = ? R = ? p = ?

como $w = cte \Rightarrow w = \frac{2\pi}{T}$

$R = \frac{m \cdot v_{tangencial}}{q \cdot B} \Rightarrow v_t = |\vec{v}| \cdot \cos(1°)$

$\Rightarrow \boxed{v_t = 26.501 \times 10^{6}}$

$\Rightarrow R = \frac{9.11 \times 10^{-31} [kg] \cdot 26.501 \cdot 10^{6} [\frac{m}{s}]}{|-1.6 \times 10^{-19} C| \cdot 0.1\ T} = \boxed{1.55\ mm}$

$\boxed{p = v_m \cdot T}$

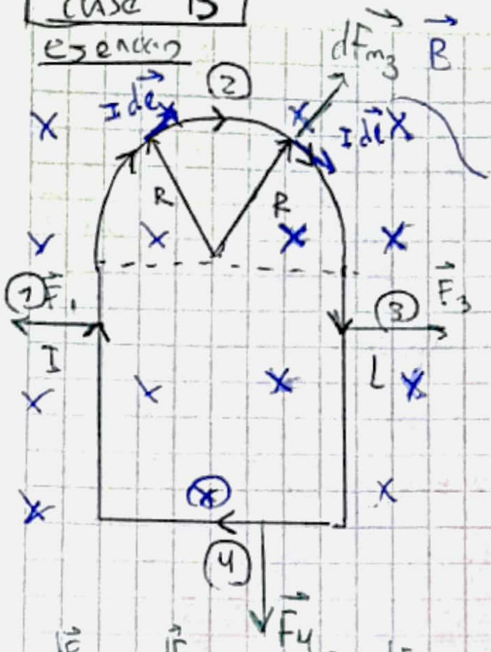
T = tiempo transcurrido en dar una vuelta a la espira $= \frac{2\pi R}{v_t} = \frac{2\pi \cdot 1.5 \times 10^{-3} m}{26.501 \times 10^{6} m/s}$

$\boxed{T = 3.56 \times 10^{-10} s}$

$\Rightarrow \boxed{p = |\vec{v}| \cdot \sin(1) \cdot 3.56 \times 10^{-10} s = 1.64 \times 10^{-4} = 0.164\ mm}$

clase 15

ejercicio

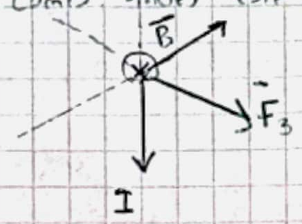


$$\boxed{\vec{dF}_{mg} = I \cdot \vec{dl} \times \vec{B}}$$

diferencial de corriente

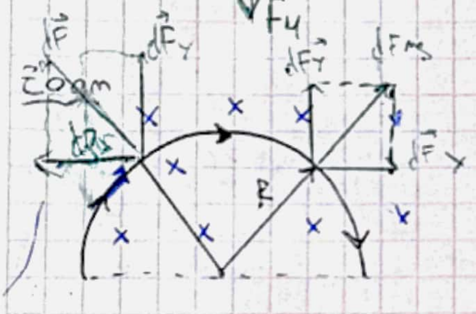
hallar F_{mg} en cada sección de la espira

Como sabes este ?



visto en 3D

Regla mano derecha (lo mismo en el otro lado



diferencial de corriente

obs: x la simetría, se cancelan las dF_x

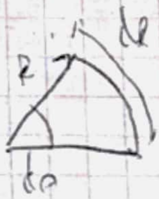
Angulo entre B y I

1) $\vec{F}_1 = \int_0^L I\,dl\,B \cdot \sin(90°)\,(-\hat{j})$

$\Rightarrow F_1 = I\,B\,L \Rightarrow \boxed{\vec{F}_1 = -IBL\,\hat{i}}$

3) $\boxed{\vec{F}_3 = IBL\,\hat{i}}$ } Análogamente

4) $\boxed{\vec{F}_4 = -IBL\,\hat{j}}$



2) $\Rightarrow dF_y = dF \cdot \sin(\theta) = IB\sin(\theta)\,dl$

$dF \to I\,dl\,B$

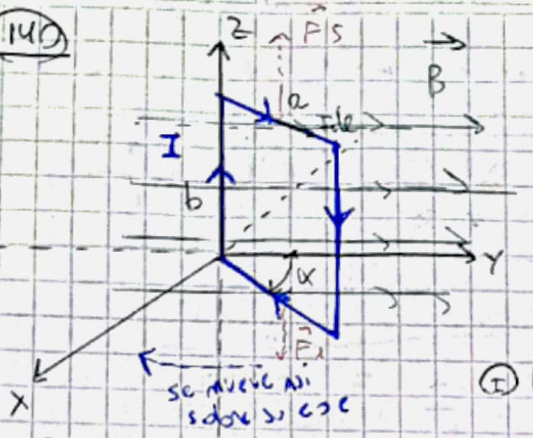
$\Rightarrow IBR\sin(\theta)\,d\theta$

$$\Rightarrow F_y = 2\int_0^{\pi/2} IBR\sin(\theta)\,d\theta = -2\,IBR\,[-\cos(\underbrace{\theta}_{1})]\Big|_0^{\pi/2} = 2\,IBR$$

$$\Rightarrow \boxed{F_y = 2\,IBR\,\hat{j}}$$

Momento

es 14



DATOS: $N = 20$ (N° de espiras)

$I = 100$ mA

$\alpha = 30°$

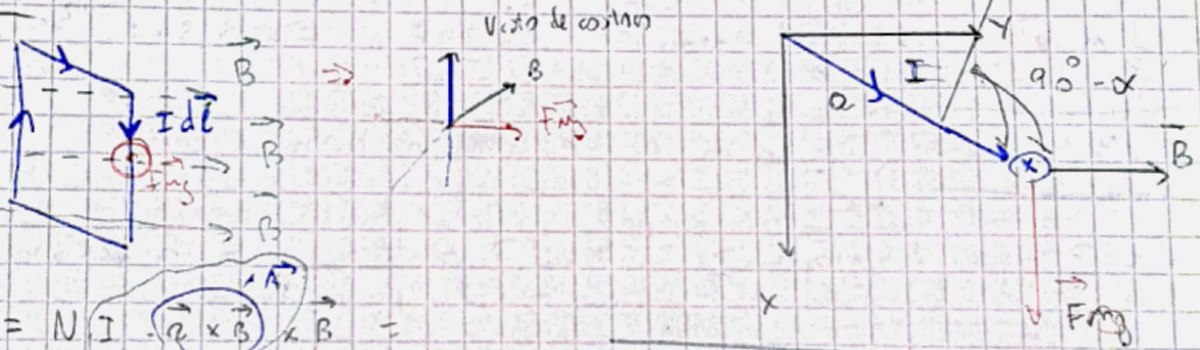
$|\vec{B}| = 0.5$ [T]

$a = 5$ cm , $b = 10$ cm

① hallar el momento: $\vec{M} = ?$

Rta: $\boxed{\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}}$ el radio en nuestro caso es $\vec{a}$

zoom



$\vec{M} = N\, I\, (\vec{a} \times \vec{b}) \times \vec{B} =$ $\boxed{\vec{m} = I \cdot \vec{a} \times \vec{b} = I\vec{A}}$

$\vec{m}$ = momento magnético de la espira

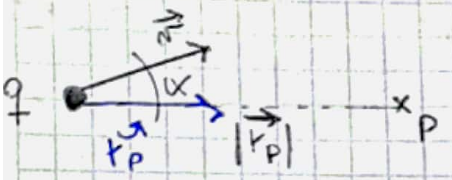
$\vec{M} = N \vec{m} \times \vec{B} \Rightarrow |\vec{M}| = N\, m\, B \sin(60°) = 20 \cdot 0.1\,A \times a \cdot b \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} \sin(60°)$

$= \boxed{4{,}3 \cdot 10^{-3}\ N.m}$

$\Rightarrow \boxed{\vec{M} = -4.3 \times 10^{-3} (\hat{k})\ [N.m]}$

Ley de Biot-Savart

Campo magnético producido x una q en movimiento



Campo magnético en un punto P

$B_p \sim q$

$\sim |\vec v|$

$\sim \frac{1}{r^2}$

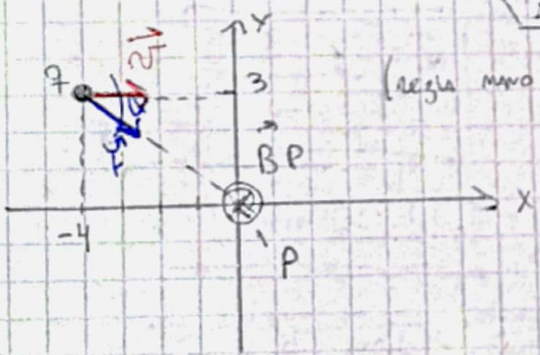
$$\boxed{\vec B_p = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot q \cdot \frac{\vec v \times \hat r}{|\vec r_p|^2}}$$

μ_0: Permeabilidad magnética del vacío

$$\boxed{|\vec B_p| = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{|q|\,|\vec v|}{|\vec r_p|^2}\cdot 1 \cdot \operatorname{sen}(\vec v \wedge \hat r)}$$

$$\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7} \cdot \frac{[T.m^2]}{[A.m]} = \left[\frac{Tm}{A}\right]$$

Ejemplo



(regla mano der.) $q_1 = 4.5$ [nC]

$\vec v = 3.6\times10^{7} \left[\frac{m}{s}\right] \hat i$

① determinar $\vec B$ en (0,0)

Res:

$$\hat r = \frac{\vec r_p}{|\vec r_p|} = \frac{(4,-3)}{\sqrt{4^2+3^2}} \Rightarrow \dots \Rightarrow \left(\frac{4}{5}, -\frac{3}{5}\right)$$

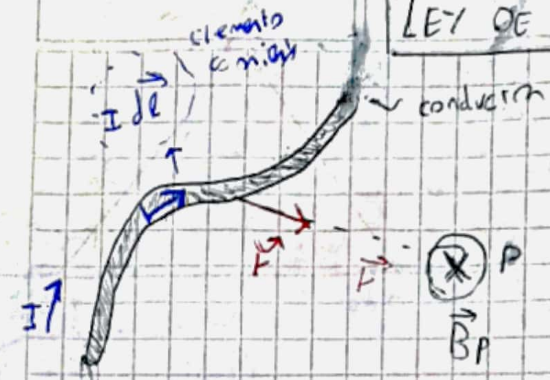
$\frac{\text{opuesto}}{\text{hip}} = \frac{3}{5}$

$\vec r_p = (4, -3)$

$$\Rightarrow B_p = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{4.5\times10^{-9}[C]\cdot 3.6\times10^{7}\left[\frac{m}{s}\right]}{(5\,m)^2}\cdot 1 \cdot \operatorname{sen}(\alpha)$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec B_p = -3.888\times10^{-10}\,\hat k\ [T]}$$

LEY DE Biot-Savart



①

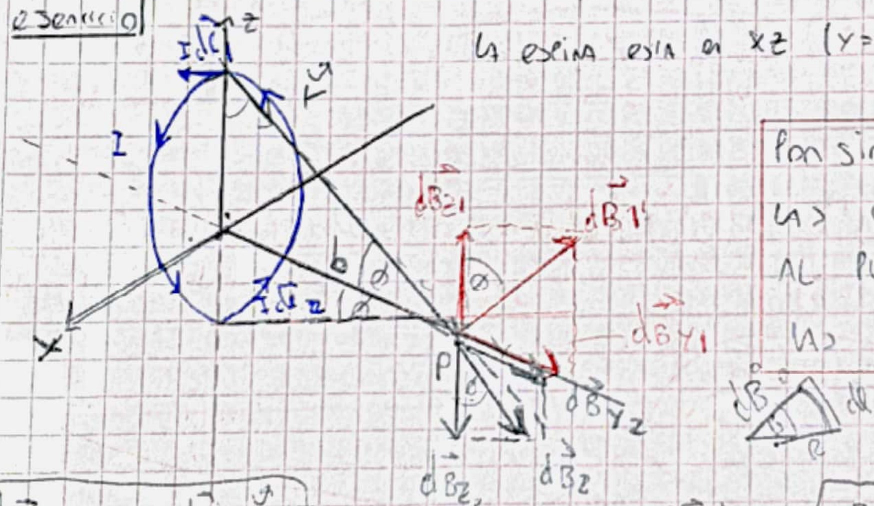
$$\boxed{\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,\vec{dl} \times \hat{r}_P}{|\vec{r}_P|^2}}$$

otra expresión ②

$$\boxed{\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,\vec{dl} \times (\vec{r} - \vec{r}\,')}{|\vec{r} - \vec{r}\,'|^3}}$$

ejercicio

La espira está en xz (y=0)



Por simetría se cancelan las componentes tangenciales al plano y sólo sobreviven las normales al plano

$d\ell = R\,d\theta$

$\text{sen}(I\vec{dl}, \hat{r}_P)$

$$\boxed{\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,\vec{dl} \times \hat{r}_P}{|\vec{r}_P|^2}} \qquad \boxed{d\ell = R\,d\theta} \;\leftarrow \beta_{(\text{ángulo})} \qquad |\vec{r}_P| = \sqrt{R^2 + b^2} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,R\,d\theta \cdot 1}{(R^2+b^2)}$$

$$\Rightarrow dB_y = dB\,\underbrace{\text{sen}(\theta)}_{\frac{\text{opuesto}}{\text{hip}} = \frac{R}{\sqrt{R^2+b^2}}} \Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,R\,d\theta}{(R^2+b^2)}\,\frac{R}{\sqrt{R^2+b^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{dB_y = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\,R^2\,d\theta}{(R^2+b^2)^{3/2}}} \rightsquigarrow \text{sólo para integrarse} \Rightarrow B_y = \int_0^{2\pi} \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I R^2}{(R^2+b^2)^{3/2}}\,d\theta \Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I R^2}{(R^2+b^2)^{3/2}} \cdot \theta \Big|_0^{2\pi}$$

$\theta = 2\pi$

$$\boxed{B_y = \frac{\mu_0}{2}\,\frac{I\,R^2}{(R^2+b^2)^{3/2}}} \Rightarrow \boxed{\vec{B}_y = \frac{\mu_0\,I\,R^2}{2\,(R^2+b^2)^{3/2}}\,\hat{j}}$$

si $b=0$

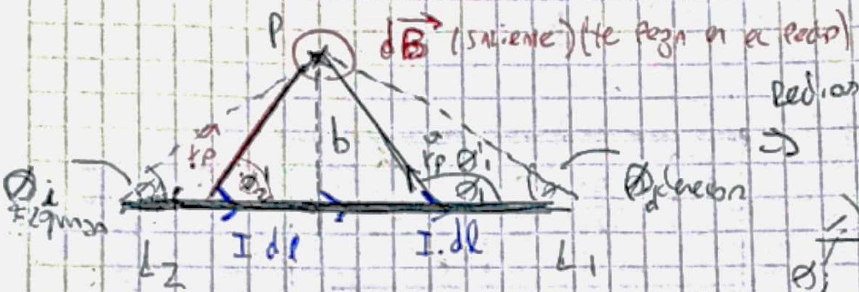
$$\vec{B}_0 = \frac{\mu_0}{2}\,\frac{I\,R^2}{R^{3}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{B}_0 = \frac{\mu_0\,I}{2R}\,\hat{j}}$$

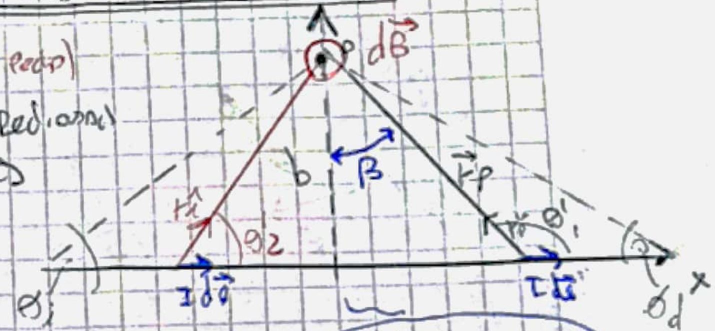
campo en el centro de una circunferencia

Biot – Savart

Campo magnético producido por un conductor con corriente I



$L = L_1 + L_2$



$\cos(\beta) = \sin(\phi_i')$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\, d\vec{l} \times \hat{r}_P}{|\vec{r}_P|^2} \qquad dl = dx \qquad |\vec{r}_P| = \sqrt{b^2 + x'^2}$$

x' (variable)

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, dx' \, 1 \cdot \sin(\phi_i')}{(b^2 + x'^2)} = \frac{\mu_0 I\, dx' \cos(\beta')}{4\pi |\vec{r}_P|^2}$$

$$\tan(\beta') = \frac{x'}{b} \Rightarrow x' = b \tan(\beta')$$

$$\Rightarrow dx' = b \sec^2(\beta')\, d\beta'$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, b \sec(\beta') \cos(\beta')\, d\beta'}{|\vec{r}_P|^2} \Rightarrow dB = \frac{\mu_0 I b}{4\pi} \frac{\cos(\beta')}{\cos^2(\beta')} \frac{d\beta'}{|\vec{r}_P|^2}$$

$$\frac{b}{|\vec{r}_P|} = \cos(\beta') \Rightarrow |\vec{r}_P| = \frac{b}{\cos(\beta')}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I b}{4\pi} \frac{I\, b \sec^2(\beta') \cdot \cos(\beta')\, d\beta'}{\frac{b^2}{\cos^2(\beta')}}$$

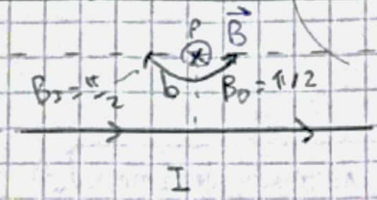
$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\cos(\beta')\, d\beta'}{b} \Rightarrow \boxed{B = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \cos(\beta')\, d\beta' = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \sin \beta_D}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_I + \vec{B}_D \qquad \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \left[\sin(\beta_D) + \sin(\beta_I) \right]}$$

HOJA N°

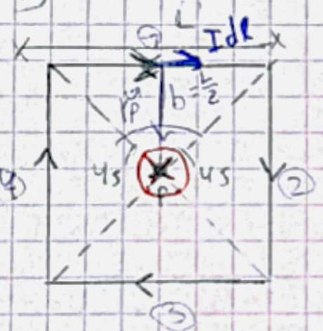
FECHA

campo magnético a una distancia b de un conductor ∞



$$\vec{B}_p = \frac{\mu_0}{4\pi b} I \left[\operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right) + \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right) \right] \Rightarrow \boxed{\vec{B}_p = \frac{\mu_0 I}{2\pi b} \hat{b}_0}$$

(169) determinar valor del campo en el centro de la espira cuadrada



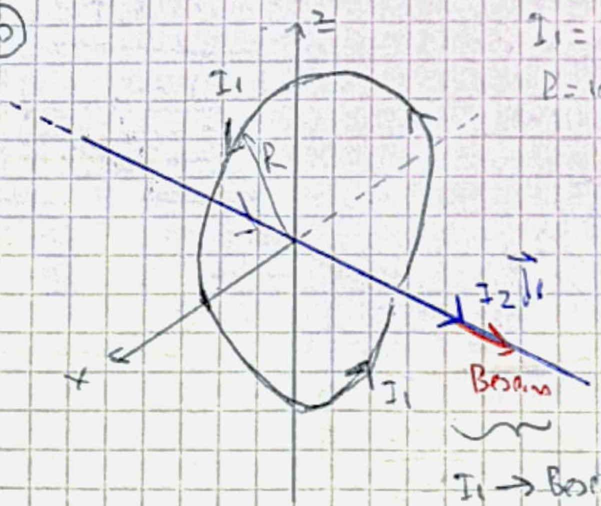
$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi \frac{L}{2}} \cdot 2 \underbrace{\operatorname{sen}(45°)}_{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \frac{\mu_0 I \cancel{2} \sqrt{2}}{4\pi \frac{L}{\cancel{2}} \cancel{2}}$$

$$\Rightarrow \boxed{B_1 = \frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{2\pi L}} \sim \text{campo magnético en 1}$$

el campo queda entrante

$$\Rightarrow |\vec{B}_p| = 4 \underbrace{|\vec{B}_1|}_{\text{son todos iguales}} = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi L} \Rightarrow \boxed{\vec{B}_P = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi L} \hat{b}_0}$$

(170)



$I_1 = 5[A]$ $I_2 = 1[A]$

$R = 10[cm]$

a) determinar la fuerza que ejerce la espira en el alambre por unidad de longitud

$$d\vec{F}_{mg} = I\, d\vec{l} \times \vec{B}$$

B_{espira}

$F_{espira-Alambre} = ?$

$\underbrace{B_{espira}}$

$I_1 \rightarrow B_{espira}$

ob): el I_2 para x el eje de la espira

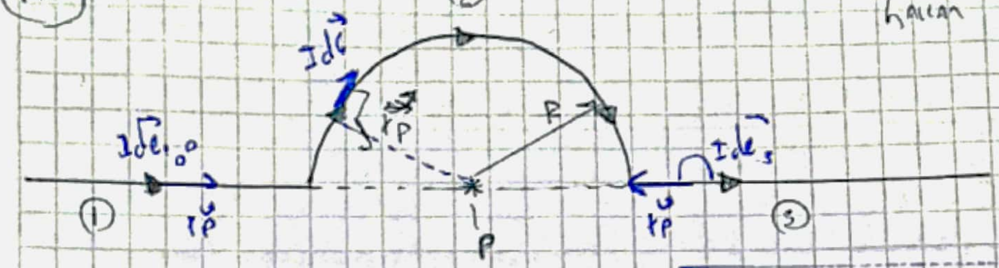
Pero como $\vec{B}_{esp} \parallel I_2 d\vec{l} = 0$

$$\Rightarrow \boxed{F_{espira-Alambre} = 0}$$

NOTA

171

hallar B en P



$\hat{r}_P$: versor al punto de análisis

Res:

$\left[\vec{B}_1 = \vec{0} \quad , \text{ pues } \quad I\vec{dl}_1 \wedge \hat{r}_P = 0\right]$

$\left[\vec{B}_3 = \vec{0} \quad , \text{ pues } \quad I\vec{dl}_3 \wedge \hat{r}_P = 0\right]$

$\Rightarrow$ solo busco el B_2

módulo de versor = 1

$|\hat{r}_P|$

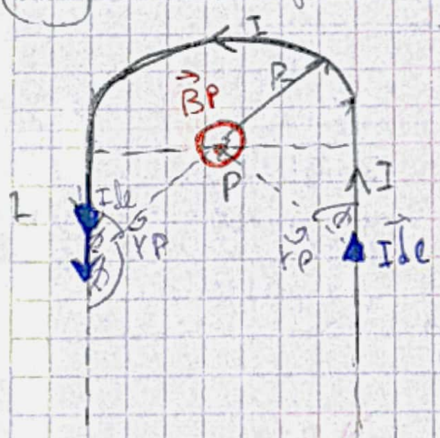
$\sim \operatorname{sen}(90°)$

$$d\vec{B}_p = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot R \, d\theta \cdot 1}{R^2}$$

$$\Rightarrow \vec{B}_p = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \int_0^{\pi} d\theta \, (-\hat{k}) \Rightarrow \boxed{\vec{B}_P = -\frac{\mu_0 I}{4R} \, \hat{k}}$$

---

174 Un hilo muy ... calcular el B situado en el centro de la cañería



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \left[\operatorname{sen}(\beta_D) + \operatorname{sen}(\beta_I)\right]$$

$$\boxed{B_1 = \frac{\mu_0 I \cdot 1}{4\pi R} = B_2}$$

$$\vec{B}_P = \underbrace{\vec{B}_1 + \vec{B}_2}_{\frac{2\mu_0 I}{4\pi R}} + \vec{B}_3$$

$$d\vec{B}_{P_3} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I R \, d\theta \cdot 1}{R^2} (-\hat{k}) \Rightarrow \boxed{\vec{B}_{P_3} = \frac{\mu_0 I}{4R} \hat{k}}$$

(del ejercicio anterior)

$$\boxed{\vec{B}_{P\,total} = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi R} + \frac{\mu_0 I}{4R}\right) \vec{b}_0}$$

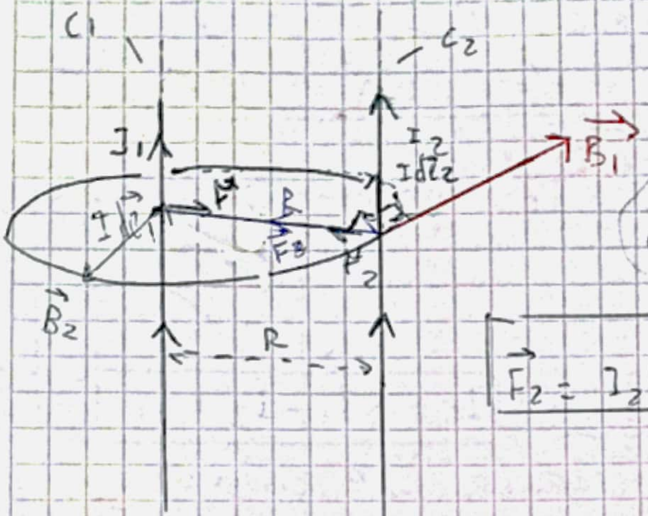
NOTA

CLASE 16

HOJA N°

FECHA

LEY DE AMPERE



$$\boxed{d\vec{F} = I\,d\vec{l} \times \vec{B}}$$

Partiendo esta

$$d\vec{F}_2 = I_2\, d\vec{l}_2 \times \vec{B}_1$$

$$\boxed{\vec{F}_2 = I_2 \vec{l}_2 \times \vec{B}_1} \qquad \boxed{\vec{F}_1 = I_1 \vec{l}_1 \times \vec{B}_2}$$

Definición del Ampere: si por 2 conductores paralelos muy largos situados a 1[m] de distancia entre si, circulan corrientes iguales, se define la corriente en cada de ellos igual a 1[A] si la fuerza por unidad de longitud sobre el conductor es: $\boxed{F/l = 2 \cdot 10^{-7}\ \frac{N}{m}}$

Demostración

Por B-S: $\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R}\,\hat{b}_1 \wedge \vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi R}\,\hat{b}_2$

$\Rightarrow \vec{F}_1 = I_1 \vec{l}_1 \times \vec{B}_2 \Rightarrow \vec{F}_1 = I_1 \vec{l}_1 \times \frac{\mu_0 I_2}{2\pi R}\,\hat{b}_2 \Rightarrow \vec{F}_1 = \frac{I_1 l_1 \mu_0 I_2}{2\pi R}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{F_1}{l_1} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R}} \to$ de forma análoga

$$\boxed{\frac{F_2}{l_2} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi R}}$$

Por definición de Ampere $\Rightarrow$

$$2 \cdot 10^{-7}\left[\frac{N}{m}\right] = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi\, 1m}\,\frac{N}{A^2}\, I^2$$

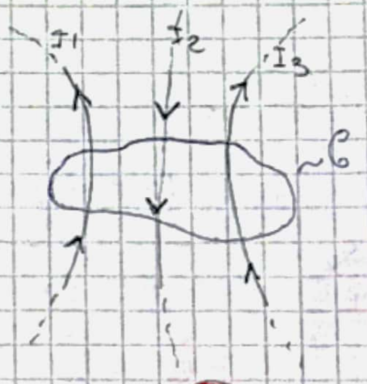
$\Rightarrow I^2 = 1A^2 \Rightarrow \boxed{I = 1[A]}$

NOTA

→ Se deriva:

{Ley de Ampere}

Ley de Ampere:



$$\boxed{\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 . I_C}$$

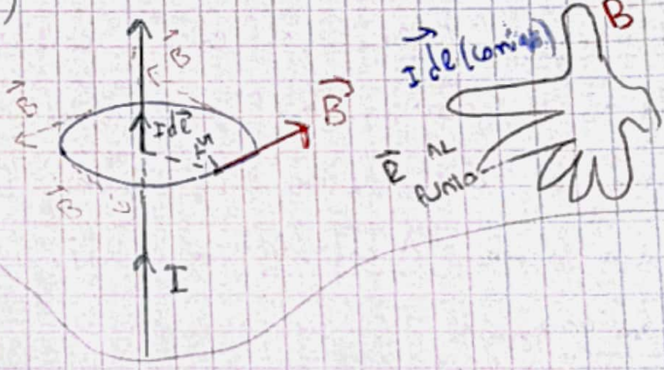
C cualquier curva cerrada

I_C: corriente encerrada por la curva C

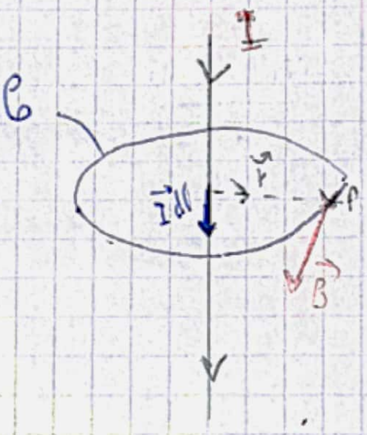
obs: las corrientes se toman (+) cuando su salida coincide con la de la regla de la mano derecha al elegir un sentido para recorrer la curva C, sino serán consideradas (−) al momento de calcular I_C

es arriba: $\boxed{I_C = +I_1 - I_2 + I_3}$

(suponiendo que C gira a la derecha)



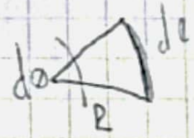
(I) Utilización de la ley de Ampere para calcular el campo magnético a una distancia R de un conductor infinito donde se ha establecido una corriente I



$$\Rightarrow \oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 . I_C \Rightarrow \oint_C B\, dl \cos(0°) = \mu_0 . I$$

C ← contorno en C

$$\Rightarrow B\oint_C dl = \mu_0 . I \Rightarrow B\int_0^{2\pi} R\,d\theta = \mu_0 . I \Rightarrow BR\theta\Big|_0^{2\pi} = \mu$$



$\Rightarrow dl = R\,d\theta$

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}}$$

obs: igual que en B-S nos dio

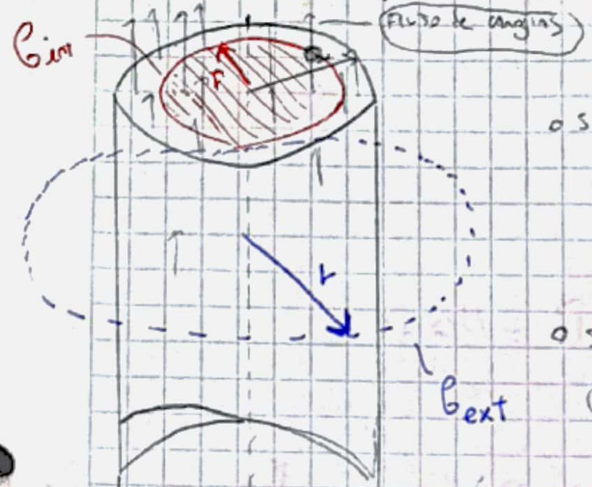
NOTA

Ley de Ampere

HOJA N°

FECHA

Ejercicio: obtener el $\vec{B}$ dentro y fuera de un conductor rectilíneo "infinito" con corriente I uniforme en toda la sección del cond. a: R del conductor



• si $r \geq a \Rightarrow \oint_{C_{ext}} \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0 I \Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$

• si $0 \leq r \leq a$: $\int_{C_{int}} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I_c$

Acá va el problema

$I = \int_S \vec{J}\cdot d\vec{S}$

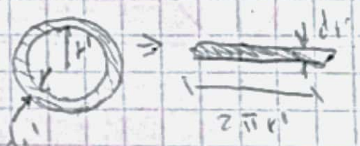
vector densidad de corriente

$[\vec{J}] = \left[\frac{A}{m^2}\right]$

$J = \frac{I}{\text{Sección}} = \frac{I}{\pi a^2}$

$\Rightarrow I_c = \int \frac{I}{\pi a^2} \cdot d\vec{S}$

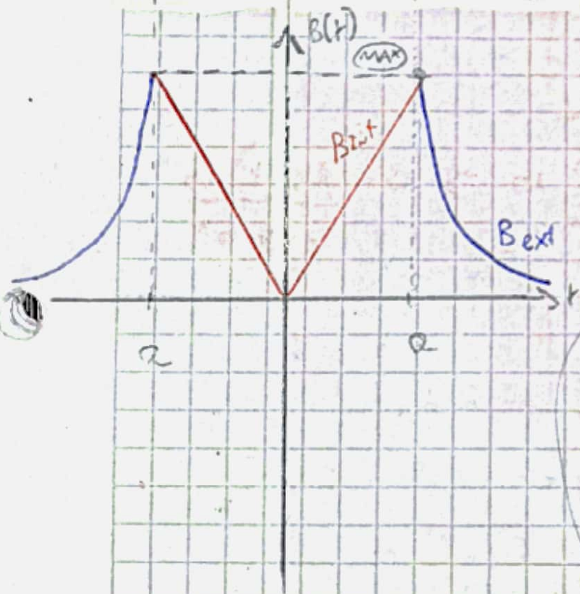
$\Rightarrow I_c = \int \frac{I}{\pi a^2}\, 2\pi r' dr'$



$\Rightarrow I_c = \frac{2I}{a^2} \frac{r'^2}{2}\Big|_0$

$\Rightarrow dS = 2\pi r' dr'$

$\Rightarrow I_c = \frac{2 r^2 I}{2 a^2} \Rightarrow \boxed{I_c = \frac{r^2}{a^2} \cdot I}$



$\Rightarrow \int_{C_{int}} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \frac{r^2}{a^2} \cdot I$

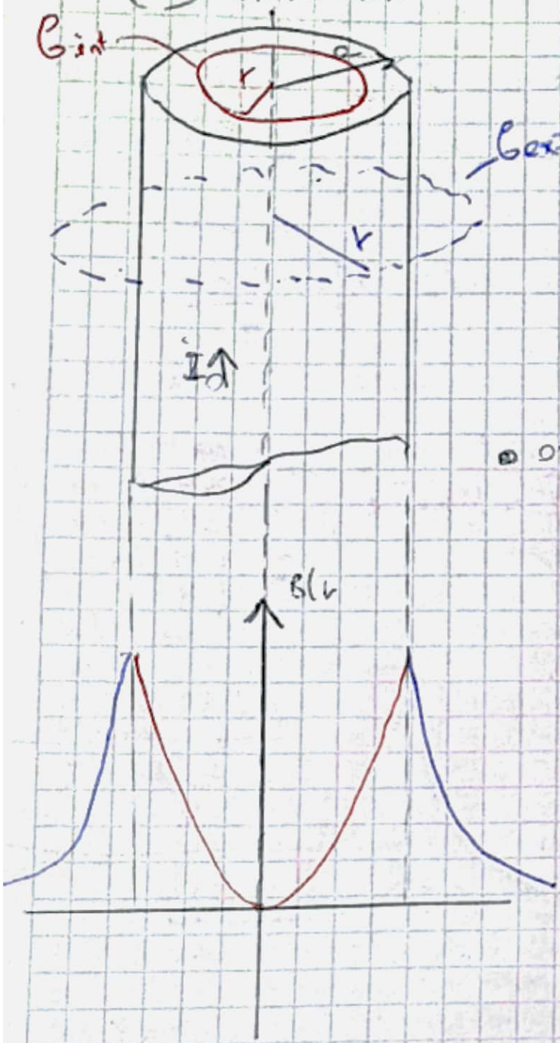
$\Rightarrow B \oint dl = \mu_0 \frac{r^2}{a^2} I \Rightarrow B\, 2\pi r = \mu_0 \frac{r^2}{a^2} I$

$\Rightarrow \boxed{B(r) = \frac{\mu_0 r}{2\pi a^2} \cdot I}$

Pendiente de una recta

NOTA

ej (159) La densidad de corriente varía según $J(r) = \frac{3}{2} i_0 \frac{r}{\pi . a^3}$



$$\oint_{C_{ext}} \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 . I_C \rightarrow \text{para } r > a$$

si $r > a$, $I_C = I_0$

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}}$$

• $0 \leq r \leq a$: $\oint_{C_{int}} \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 . I_C$

$$\Rightarrow I_C = \int_S \vec{J} \, \vec{ds} \Rightarrow I_C = \int_0^r \frac{3}{2} i_0 \frac{r}{\pi . a^3} . \underbrace{2\pi r' dr'}_{ds}$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{3 i_0}{a^3} \int_0^r r'^2 dr' \Rightarrow \frac{3 i_0}{a^3} \frac{r^3}{3}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_C = \frac{r^3}{a^3} i_0}$$

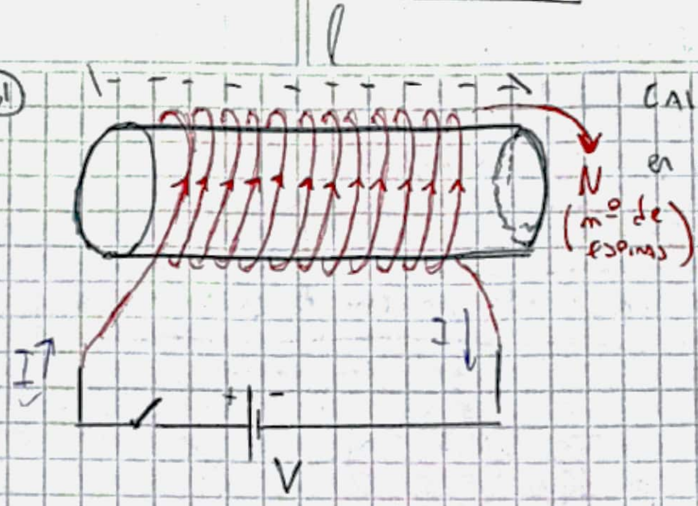
$$\Rightarrow B \, 2\pi r = \mu_0 \frac{r^3}{a^3} i_0 \Rightarrow B = \frac{\mu_0 r^3 i_0}{2\pi r a^3}$$

$$\Rightarrow \boxed{B(r) = \frac{\mu_0 i_0}{2 \pi a^3} r^2}$$

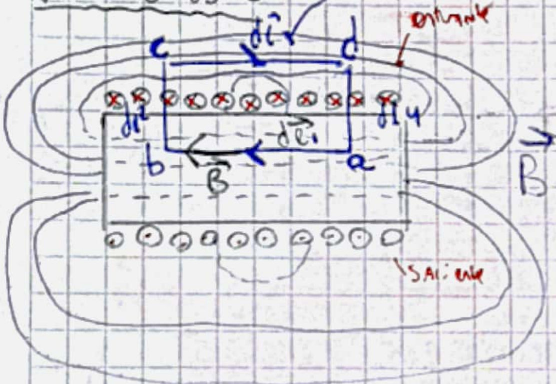
Recta

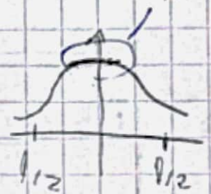
SOLENOIDE

(161) Cálculo del vector inducción magnética en el interior de un solenoide



Vista de corte





Por ley de Ampere: $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 . I_c \Rightarrow \int_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B}\cdot d\vec{l}_1 + \int_b^c \vec{B}\cdot d\vec{l}_2 + \int_c^d \vec{B}\, dl_3 + \int_d^a \vec{B}\, dl_4$

son normales

0 ($\vec{B} \wedge d\vec{l}_2 = \frac{\pi}{2}$, $\cos(\frac{\pi}{2}) = 0$)

el $\vec{B} = 0$

0 ($\perp$)

$$\Rightarrow \int_{abcda} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \int_a^b \vec{B}\cdot d\vec{l}_1 = \mu_0 . \overbrace{N I}^{I_c}$$

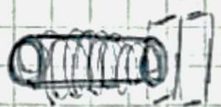
$$\Rightarrow B \int_a^b dl_1 = \mu_0 N I \Rightarrow B . \overline{ab} = \mu_0 N I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{\overline{ab}} \Rightarrow \underbrace{\overline{ab} = \ell}_{\text{extremos}}$$

m: densidad de espiras × unidad de longitud

$[m] = \frac{n^o \text{ espiras}}{\text{metro}}$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{\ell} \Rightarrow \boxed{B = \mu_0 . m . I} \sim \text{Campo de un solenoide}$$

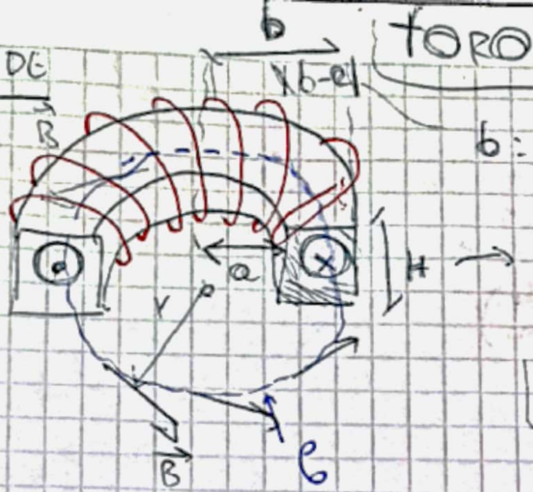
Relé



chapa metálica que se cambia con el $\vec{B}$

obs: con pequeña corriente, gracias a la inducción controlo grandes niveles de corriente

Toroide



el toroide encierra el campo para el

Ley de Ampere → $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c$ → ? $I_c = N \cdot I$ ⇒

⇒ $B\, 2\pi r = \mu_0 N I$ ⇒ $\boxed{B = \dfrac{\mu_0 N I}{2\pi r}}$ $n = \dfrac{N}{l}$ → $2\pi r$

$\boxed{B = \mu_0 \cdot n \cdot I}$

$B(r) = \dfrac{\mu_0 N I}{2\pi r}$ ⇒ toroide real

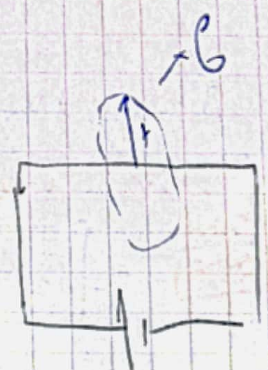
Toroide ideal

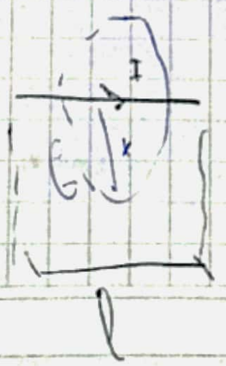
"$b - a$" $<< a$ $B \simeq cte$

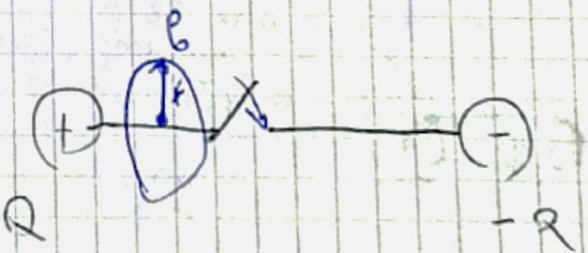
$a < r < b$

Limitaciones de ley de Ampere

(1) 

(3) 

(2) 

(4) 

NOTA

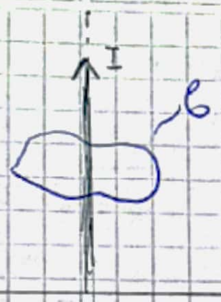
clase 17

Ley de Ampere – IMPORTANTE

HOJA N°

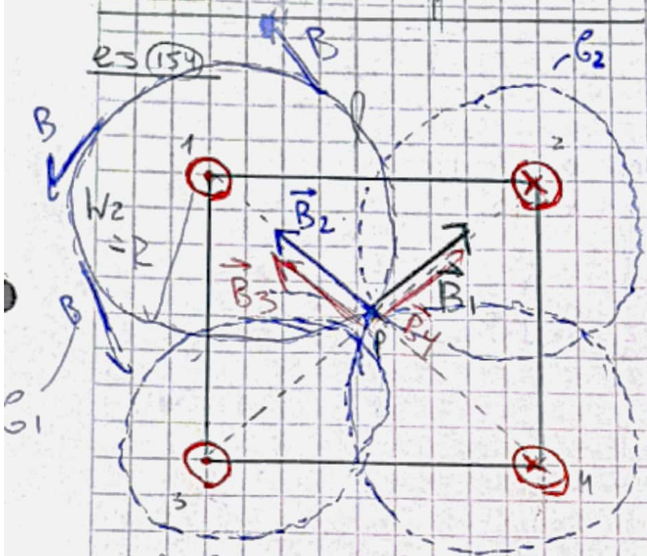
FECHA

Ley de Ampere:



$$\Rightarrow \oint_{\mathcal{C}} \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0 \, I_c$$

es (154)



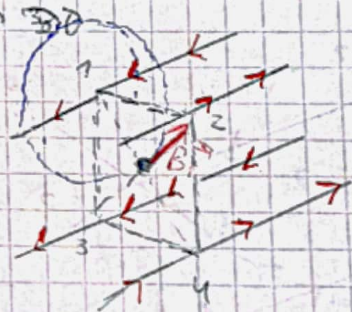
DATOS

$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 20A = I$

cuadrado de 0,2 [m]

① campo en el centro ?

visto en 3D



(regla mano derecha)

pulgar: $\vec{B}$

Fuck you: F_{mag}

indice: corriente

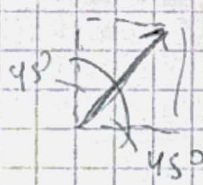
$h^2 = l^2 + l^2 \Rightarrow h = \sqrt{2}\, l$ (hipotenusa del cuadrado)

$\Rightarrow$ [R de $\mathcal{C} \Rightarrow \frac{h}{2} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot l$]

obs: las componentes en $\vec{x}$ se van y sobreviven en $\vec{y}$ ya que los campos son de igual opuesto puesto que son cuadrado/circulo perfec

$\Rightarrow B \cdot 2\pi \cdot \frac{h}{2} = \mu_0 \cdot I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot 2}{2\pi \cdot h} \Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot 2}{\pi \cdot \sqrt{2}\, l}}$ este es la componente en ↗ necesito en $\vec{y}$ ↑

$\Rightarrow$ el α



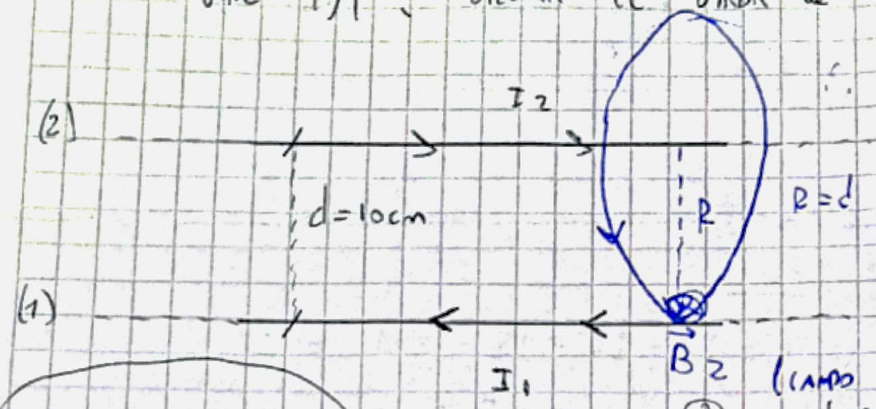
$\Rightarrow B_{1y} = B \cdot \cos(\underbrace{45°}_{\frac{\sqrt{2}}{2}}) \Rightarrow \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2} \cdot l \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\Rightarrow \boxed{B_{1y} = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot l}} \Rightarrow$ y como son iguales, multiplico × 4 y se acabó

$\Rightarrow \boxed{B_{punto} = 4\, B_{1y}}$ BIA

NOTA

ej 158 Dos conductores paralelos en vacío transportan I_1 e I_2. Si la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre I_1 vale F/l, calcular el valor de la corriente por 2



Datos

$I_1 = 2A$

$\frac{F}{l} = 10^{-4} \left[\frac{N}{m}\right]$

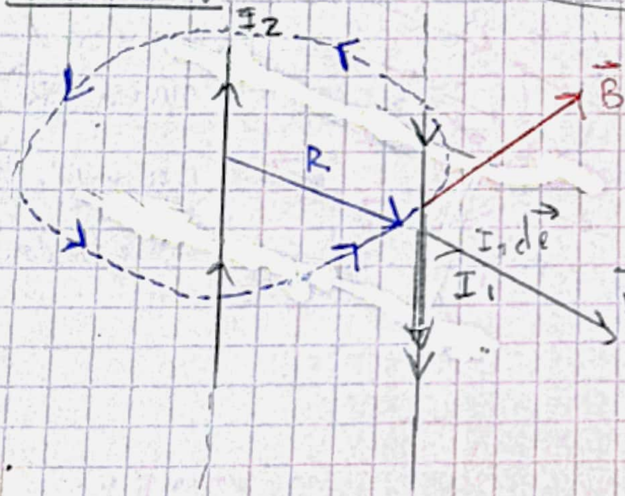
$d\vec{F} = I\, d\vec{l} \times \vec{B}$

1 – se desprecia (ord)

$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r}$

$\underbrace{\frac{F_{12}}{l_1}}_{\text{DATO}} = I_1 B_2$

Visto a 3D



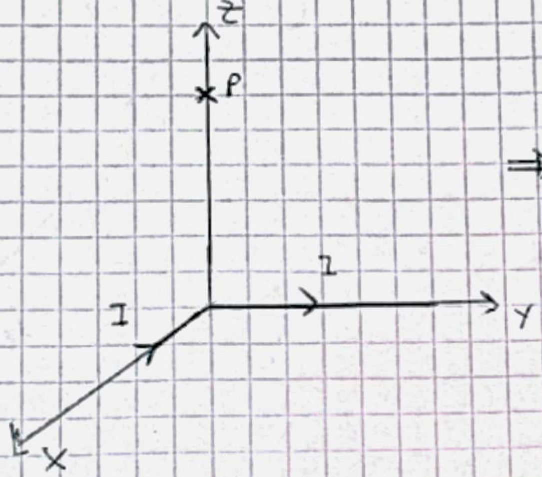
$\vec{F}_{12}$ ⇒ Fuerza en 1 debido a 2

HOJA N°

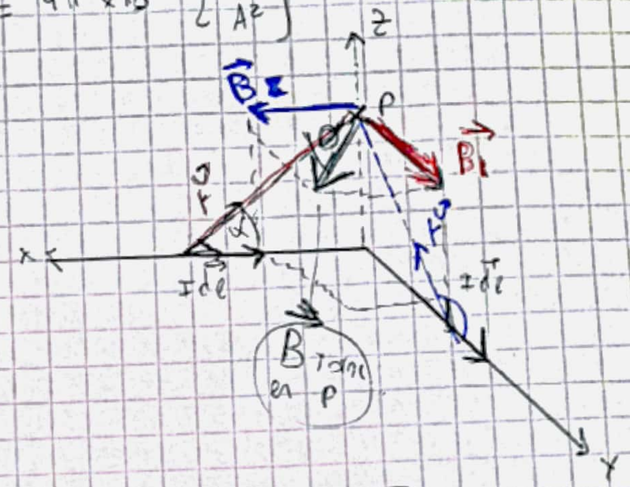
FECHA

Ejercicio Final: La figura muestra un sector de un conductor recto y ... por el que circula una corriente continua y estacionaria $I = 8[A]$ y que está doblado en ángulo recto.

Hallar el vector inducción magnética generado por I en el punto P de coordenadas $(0, 0, 0.5m)$ $\qquad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\left[\frac{N}{A^2}\right]$



$\Rightarrow$

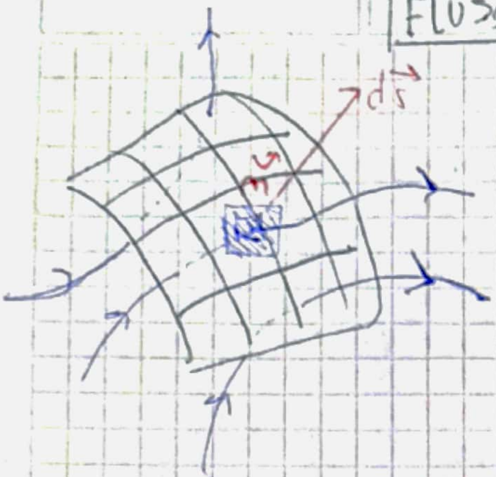


$$\Rightarrow d\vec{B_1} = \frac{\mu_0\, I}{4\pi\, |\vec{r_P}|}\underbrace{\operatorname{sen}\left(\phi = \frac{\pi}{2}\right)}_{1} \Rightarrow \boxed{\vec{B_1} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\, [0.5m]}\, \hat{j}}$$

$$\boxed{\vec{B_2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi\, [0.5m]}} \qquad \boxed{\vec{B_P} = \vec{B_1} + \vec{B_2} = (1.6\ ,\ 1.6)\ [\mu T]}$$

NOTA

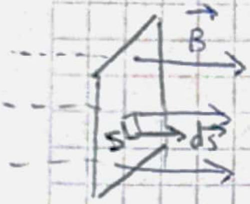
FLUJO MAGNETICO



- Nº de líneas de $\vec{B}$ que pasan por una superficie S

$$\check{n}_i \cdot \Delta A_i = \vec{ds}$$

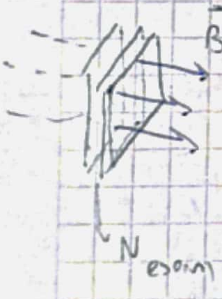
$$\boxed{\check{n} \cdot ds = \vec{ds}}$$



$$\boxed{\Phi_{mg} = B \cdot S}$$ en forma general: $$\boxed{\Phi_{mg} = \int_S \vec{B} \cdot \vec{ds}}$$

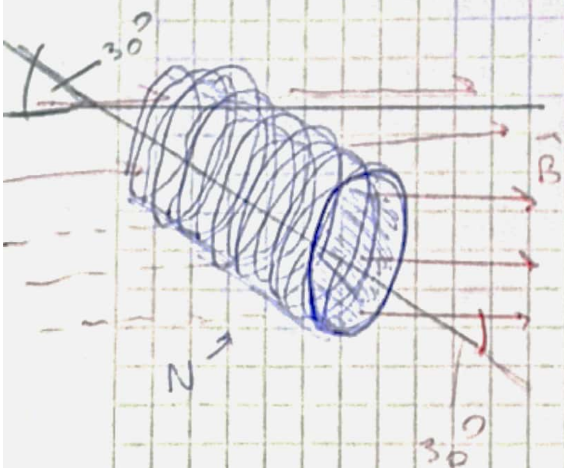
$$[\Phi_{mg}] = [T] \cdot [m^2] = [Wb] : \text{weber}$$

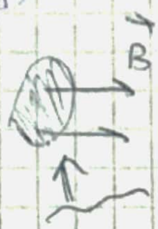
$$\boxed{1 \text{ Tesla} — 10^4 \text{ Gauss}}$$



$$\Rightarrow \boxed{\Phi_{mg} = N \cdot \int \vec{B} \cdot \vec{ds}}$$

ej) Un campo uniforme de 2000 Gauss forma un ángulo de 30° con el eje de una bobina circular de 300 vueltas y un radio de 4 cm. Determinar el Φ_{mg} a través de la bobina





$$\Rightarrow \phi_{mg} = |\vec{B}| \int_S |\vec{ds}| \, N^{\text{espira}}$$

$$\Rightarrow \phi_{mg} = N \int |\vec{B}| \, |\vec{ds}| \cos(\vec{B} \wedge \vec{ds})$$

$$\Rightarrow \phi_{mg} = N B \cdot \cos(30) \cdot S$$

$$\Rightarrow \phi_{mg} = 300 \cdot 2000 \, [\text{Gauss}] \times \frac{T}{10^4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \pi \cdot r^2$$

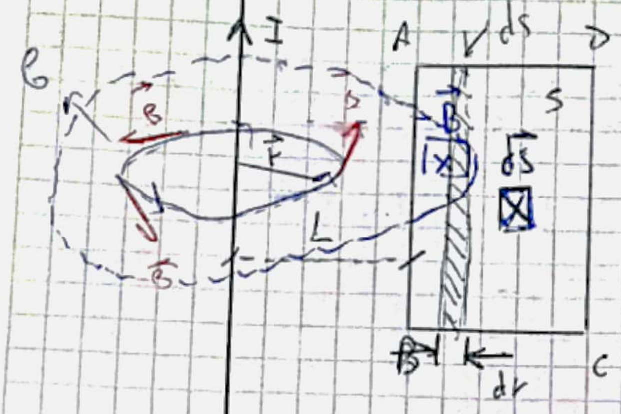
NOTA

$$\Rightarrow \boxed{\phi_{mg} = 0{,}26 \text{ Wb}}$$

(176)

obs: el campo va a variar según donde me pare

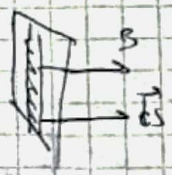
$I = 10[A]$



$\overline{AD} = 2cm$

$\overline{CD} = 5cm$

$L = 1cm$



Por ley de Ampere

$$\oint_{C} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 . I_c$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{b}_0}$$

"ds" $\Rightarrow \phi_{mg} = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s}$

$ds = \overline{CD} . dr$

$$\Rightarrow \phi_{mg} = \int_{r_B}^{r_C} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \overline{CD} \, dr$$

$$\Rightarrow \phi_{mg} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \overline{CD} . \ln\left(\frac{r_C}{r_B}\right) \Rightarrow \phi_{mg} = \frac{4\pi . 10^{-7}}{2\pi} \frac{N}{A^2} . 10A . 0{,}05 m \ln\left(\frac{3}{1}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{\phi_{mg} = 1{,}1 \times 10^{-7} \ Wb}$$

hacer (177) de tarea

HOJA Nº
FECHA

IMPORTANTE

Clase 18

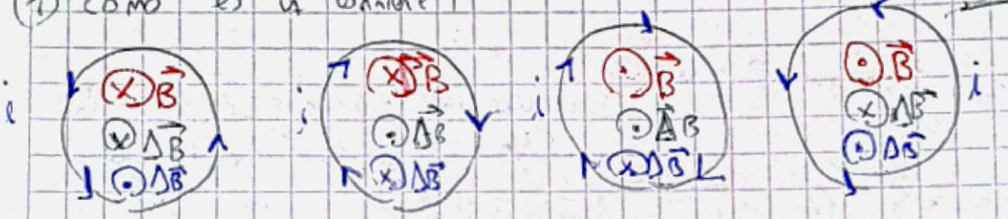
Ley de inducción de Faraday

$$\boxed{\mathcal{E} = -\frac{\partial \phi}{dt}} \quad \text{variación de } \phi \qquad \phi = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{s}$$

↓

Fuerza electromotriz (f.e.m)

① ¿Cómo es la corriente? → espiras de nº vueltas



$\Delta\vec{B}$: variación (norte)

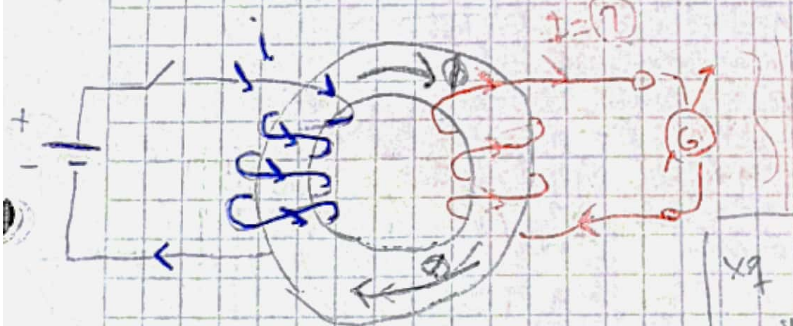
$\vec{B}$: campo del imán

$\Delta\vec{B}$: corriente

⊗ $\vec{B}$: se mete el polo norte

⊗ $\Delta\vec{B}$: se mete el imán | ⊙ $\Delta\vec{B}$: se saca el imán

⊙ $\Delta\vec{B}$: variación de campo contrario que debe generar la corriente



Obs: con I a la derecha, genero un campo que se opone al generado por la fuente azul

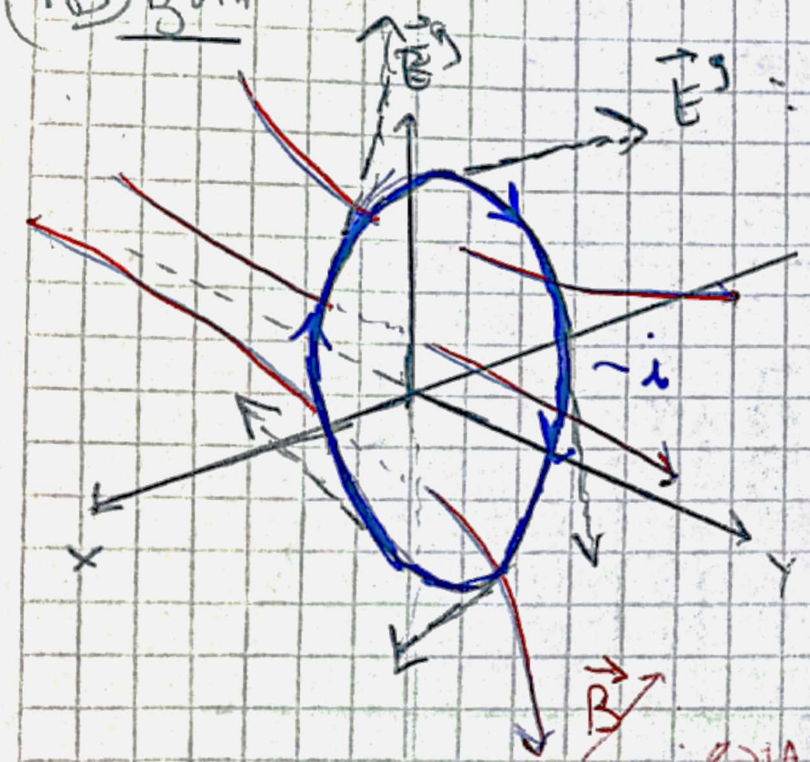
xq la corriente tiene que tener un sentido tal que anule el campo $\vec{B}$ entrante

$$\mathcal{E} = \oint_C \vec{E}'\cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \phi}{dt}\Big|_{S_C} = \underbrace{\oint_C \vec{v}\times\vec{B}\cdot d\vec{l}}_{\text{variación de circuito}} - \underbrace{\int_{S_C} \frac{\partial \vec{B}(t)}{dt}\cdot d\vec{s}}_{\text{variación temporal del campo magnético}}$$

NOTA

[OB: Podes mirarlo denuevo a esto] Faltan ???

183 guia



$\vec{E}^g$: e a que mueve las cargas de la corriente que se genera

$$\varepsilon = \oint_{C} \vec{E}^g \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \phi}{dt}\Big|_{SC} = \oint_{C} \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} - \int_{SC} \frac{\partial \vec{B}(t)}{dt} \cdot d\vec{s}$$

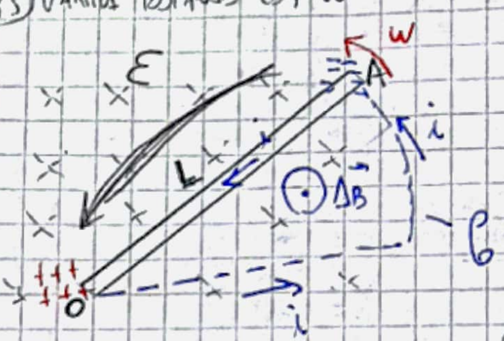
esta cerca

Scanned with CamScanner

HOJA N°

FECHA

(185) VARILLA ROTANDO CON W



$$\phi = \int_{S\mathcal{C}} \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

obs: el FLUJO VARIA SEGUN SE MUEVE LA VARILLA

LA CORRIENTE CIRCULA ANTI-HORARIO PARA CONTRA-RESTAR EL $\vec{B}$

$$\mathcal{E} = \frac{-\partial \phi}{dt}\Big|_{S.\mathcal{C}}$$

$\pi . r^2$

$\frac{\pi . r^2}{2}$

$\frac{\pi r^2}{4}$

α $\boxed{\alpha . \frac{R^2}{2}}$

$\vec{B} \otimes$

$\Rightarrow d\phi = B . ds . 1$

$$\Rightarrow |\mathcal{E}| = \frac{d\phi}{dt} = B \frac{d\alpha}{dt} \cdot \frac{R^2}{2}$$

$$\boxed{ds = d\alpha . \frac{R^2}{2}}$$ → de sector circular

$\frac{d\alpha}{dt}$ → W

$$\boxed{|\mathcal{E}| = B . W \frac{R^2}{2}}$$

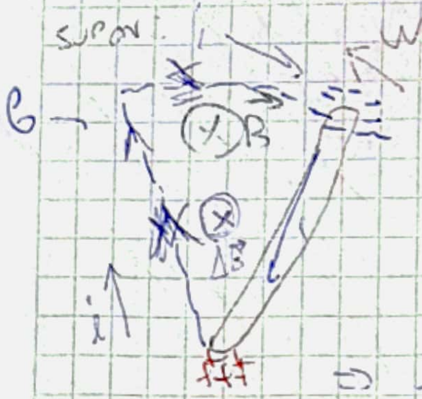
OTRA FORMA

$$d\mathcal{E} = \frac{dW}{q} \quad \vec{F} . d\vec{l} \approx F_{mg} = q \vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow \frac{1}{q} \int_0^L q v B . dr = \int_0^L W r B dr$$

$$\Rightarrow W B \frac{r^2}{2}\Big|_0^L \Rightarrow |\mathcal{E}| = \frac{W B L^2}{2}$$

obs: ALTA DATA

SUPON



ACA COMO EL CAMPO $\vec{B}$ VA DISMINUYENDO A MEDIDA QUE CIERRA LA VARA, LA CORRIENTE DEBERA GENERAR UN CAMPO QUE COMPENSE ESA DISMINUCION, AUMENTANDO LAS LINEAS DE CAMPO ∴

$\Rightarrow$ I

obs: EN LA BARRA LA CORRIENTE NO CAM...

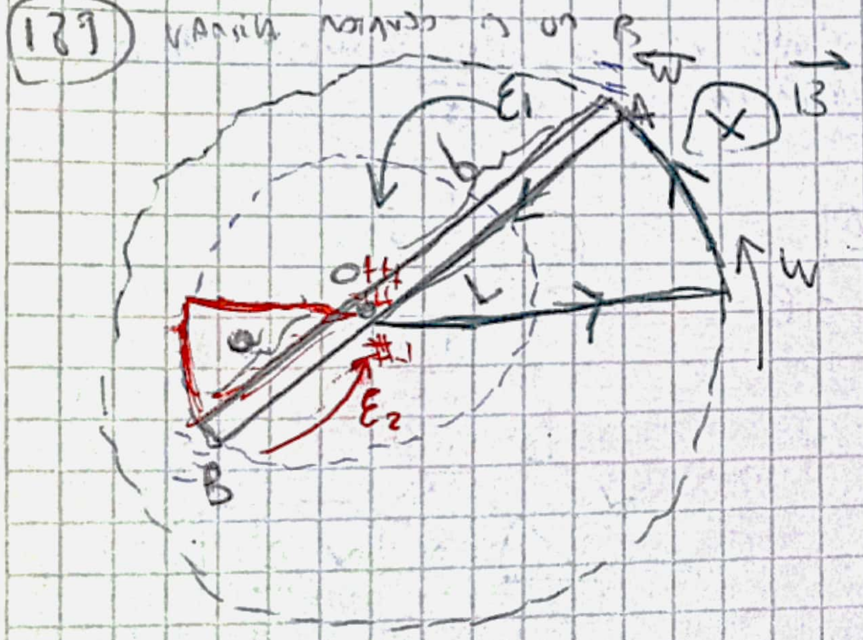
NOTA

Clase 19

Ley de inducción de Faraday

$$\mathcal{E} = -\frac{\partial \phi}{dt}\Big|_{S_{\mathcal{C}}} = \oint_{\mathcal{C}} \vec{E}' \, d\vec{l} = \oint_{\mathcal{C}} \vec{v} \times \vec{B} \cdot d\vec{l} - \int_{S_{\mathcal{C}}} \frac{\partial \vec{B}(t)}{dt} \, d\vec{s}$$

139 varilla rotando en un B



Datos: $R = 1\,m$

$L = 5\,m$

Fem en la barra?

$|\vec{B}| = 1\,[T]$

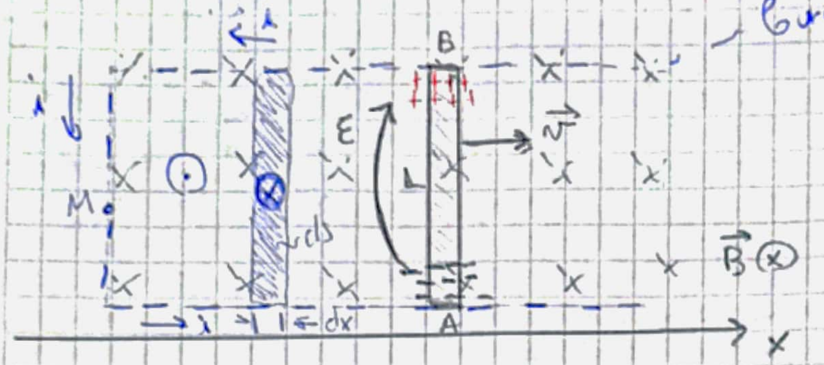
$W = 4\pi \left[\frac{\text{rad}}{s}\right]$

entre A y B $\Rightarrow$ "$V_B - V_A$" $= V_{AB}$

$V_A + \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = V_B \Rightarrow \boxed{V_B - V_A = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}$

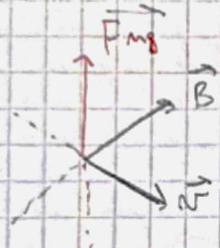
$$\mathcal{E} = \oint_C \vec{E}' \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi}{dt}\Big|_{SC} = \int_C \vec{v}\times\vec{B}\cdot d\vec{l} - \int_{SC} \frac{\partial B(t)}{\partial t}\cdot d\vec{s}$$

[REMASTERIZADO] Una varilla se mueve sobre un $\vec{B}$, pone de manifiesto una $\mathcal{E}$



obs: la corriente debe ir a la siguiente para generar líneas de campo que se contrapongan al $\vec{B}$

ese loco ve una $\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$ (varilla)



⇒ se acumulan cargas (+) arriba y (−) abajo

y aparece la fem $\mathcal{E}$ de abajo a arriba

Recordemos $\phi = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{s}$ entonces yo al mover la barra para → el flujo pasa por más área ∴ aumenta, y cuando ∃ variación de ϕ hay fem $\mathcal{E}$ inducida

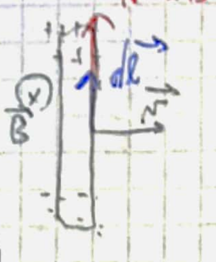
entonces vamos a calcular la fem $\mathcal{E}$ por 2 maneras

(1) $d\phi = \vec{B}\cdot d\vec{s} \Rightarrow B\cdot ds\cdot \cos(\underbrace{d\vec{s}\wedge\vec{B}}_{1}) \Rightarrow B\cdot dx\cdot L\cdot 1 \Rightarrow$ divido por dt

$\Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = \frac{B\,dx}{dt}L \Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = \boxed{B\cdot\vec{v}\cdot L = \mathcal{E}}$ Rta

No ∄ $\vec{v}$ en $\overline{BMA}$

(2) $\mathcal{E} = \oint_C \vec{v}\times\vec{B}\cdot d\vec{l} - \underset{\nexists\ \partial B(t)}{0} = \int_{AB} \vec{v}\times\vec{B}\cdot d\vec{l} + \cancel{\int_{BMA} \vec{v}\times\vec{B}\cdot d\vec{l}}$



$\Rightarrow \mathcal{E} = \int_{AB} v\cdot B\cdot 1\, dl\cdot 1 \Rightarrow v\cdot B\int_0^L dl \Rightarrow \boxed{B\cdot v\cdot L = \mathcal{E}}$

(3) $\mathcal{E} = \oint_C \vec{E}'\cdot d\vec{l} = \int_{AB} \vec{E}'\cdot d\vec{l} + \int_{BMA} \vec{E}'\cdot d\vec{l} \Rightarrow -\frac{d\phi}{dt}\Big|_{SC} = \frac{-\vec{B}\cdot d\vec{s}}{dt} \Rightarrow \frac{-(-B\cdot ds)}{dt} \Rightarrow \frac{B\,dx\,L}{dt} \Rightarrow \boxed{B v L}$

∄ (solo ∃ en la BAM)

NOTA

(1)

Calcular $V_B - V_A$ ⇒ Barra conductora / Barra NO conductora

Barra conductora

$\vec{E}'$ (la que impulsa las cargas)

$\vec{E}_c$ (coulombiano)

$$\underbrace{\int_{AB} \vec{E}' \cdot d\vec{l}}_{\mathcal{E}_{\vec{AB}}} + \underbrace{\int_A^B E_c}_{V_A - V_B} = 0 \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_{\vec{AB}} = V_B - V_A}$$

(2)

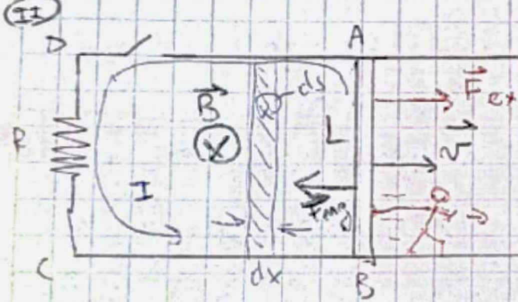
moverla

$E_C = 0 \Rightarrow \boxed{V_A - V_B = 0}$

⇒ NO ∄ circulación de cargas / separación

$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_{\vec{AB}} = vBL}$

(II)



la $\vec{F}_{mg}$ la genera la corriente inducida

$B = 0,5 \ \frac{Wb}{m^2}$

$v = 4 \ [m/s]$

$L = 0,5 \ [m]$

$R = 0,2 \ [\Omega]$

a) $\mathcal{E} = B.L.v$ (del ejercicio anterior)

$d\phi = B.ds \ | \Rightarrow |\mathcal{E}| = \frac{d\phi}{dt} = B\,l\,\frac{dx}{dt}$ $\sim v$ $\Rightarrow \left[|\mathcal{E}| = BLv = 1\,[V]\right]$

b) si $R = 0,2\,[\Omega]$ hallar F necesaria para mantener la barra en movimiento

$d\vec{F}_{mg} = I . d\vec{l} \times \vec{B}$ (el sentido sale x mano derecha)

$\Rightarrow \boxed{|\vec{F}_{mg}| = |\vec{F}_{ext}|}$ $\quad \boxed{I = \frac{\mathcal{E}}{R}}$ $\Rightarrow \left[|F_{mg}| = |F_{ext}| = \frac{1V}{0,2\Omega} . 0,5 . 0,5T = 1,25\,\{N\}\right]$

c) comparar potencia disipada por R y por el agente ext

$P_R = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$; $P_{mecánica} = F.v \Rightarrow 1,25\,[N] . 4\,[m/s] = 5W$

$\left[P_R = \frac{(1V)^2}{\frac{1}{5}\Omega} = 5W\right]$

NOTA

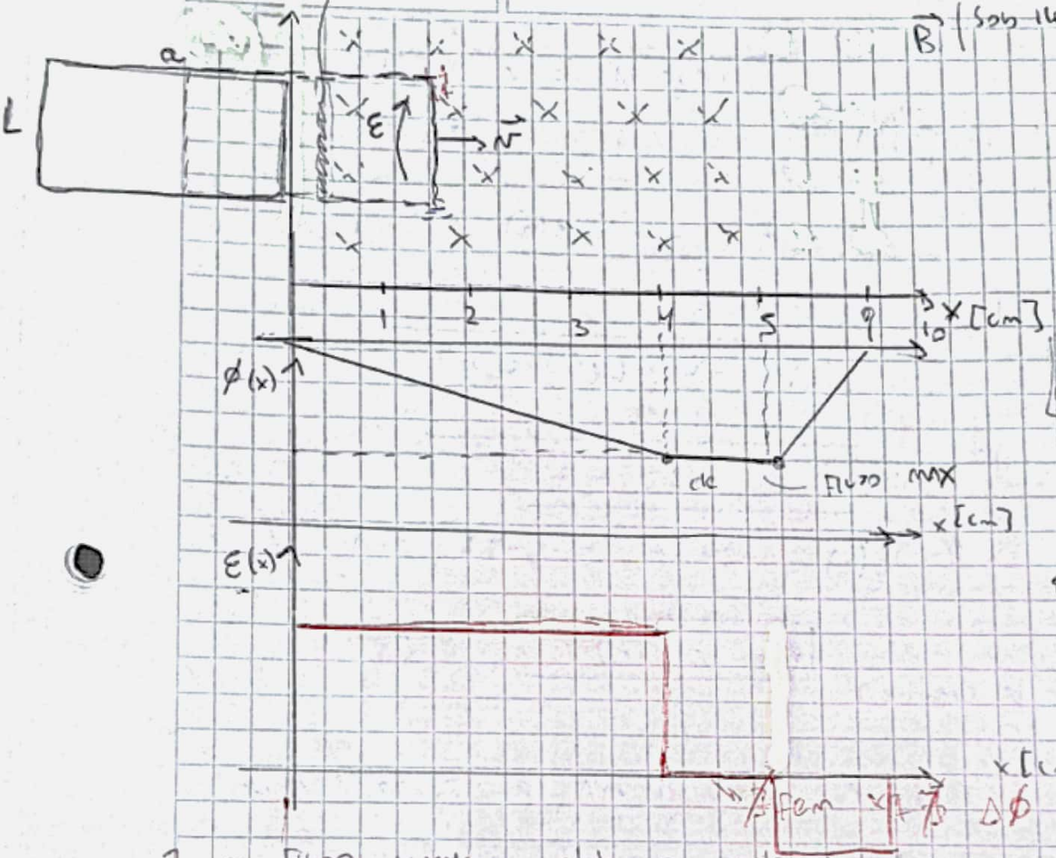
(124)

Obs: $\mathcal{E}$ (Fem) es la impulsora de la corriente

Se mete la espira →

ds para arriba ⊙

$\vec{B}$ (solo llega hasta 5)



$a = 4$ cm $R = 16\ \Omega$

$L = 2$ cm

$d = 5$ cm

$B = 2$ T

$\boxed{\phi(x) = -BLx}$

$\mathcal{E}(x) = -\frac{d\phi(x)}{dt} = -\frac{d}{dt}(-BLx)$

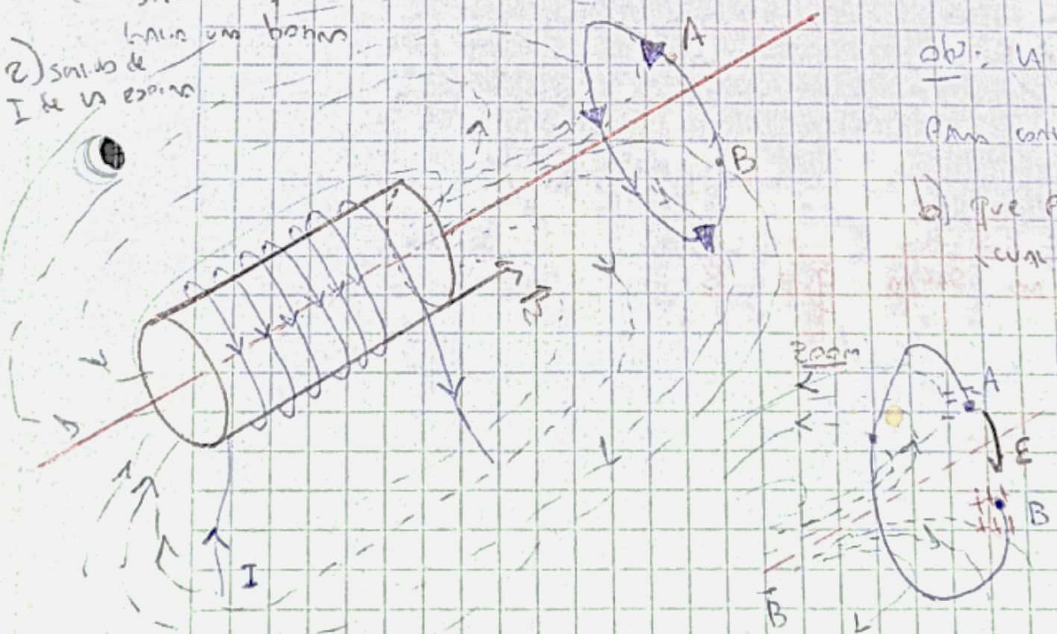
$\boxed{\mathcal{E}(x) = BLv}$

1_ el flujo aumenta a medida que mete la espira

$d\phi = \vec{B}\cdot d\vec{S} \Rightarrow d\phi = B\,L\,dx(-1) \Rightarrow d\phi = -BL\,dx \Rightarrow \boxed{\phi(x) = -BLx}$

(181) solenoide que se mueve hacia un borne

2) sentido de I de la espira



obs: la corriente debe ser anti-horario para contrarrestar el $\vec{B}$

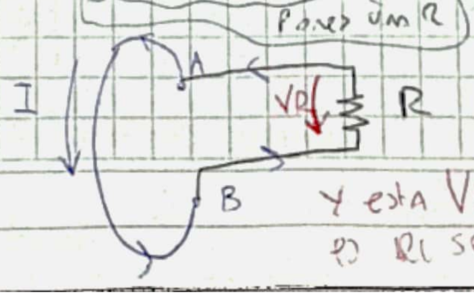
b) que pasaría si la espira fuera abierta ¿cuál sería el extremo más positivo A o B

Al abrirla, no tengo más corriente

obs: Al cortarse la espira todas las cargas que estaban circulando terminan en B ⇒ B queda + positivo (x el sentido de I inicial)

$\boxed{V_B > V_A}$

Otra forma de verlo: Poner una R



NOTA

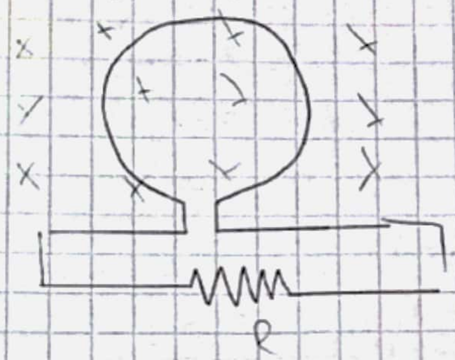
y esta V_R (caída) es el sentido de la fem $\mathcal{E}$

(172) la Figura, el Flujo varía según la ley $\phi_B(t) = 6t^2 + 7t + 1$

en $[\phi(t)] = [mWb]$

$[t] = [s]$

Magnitud de la $\mathcal{E}$ inducida en la espira cuando $t = 2\,[s]$



$\vec{B}(t)$

$$\mathcal{E}(t) = \frac{-\partial \phi(t)}{dt}$$

$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E}(t) = \frac{-\partial}{dt}\{6t^2 + 7t + 1\}}$$

$$\boxed{\mathcal{E}(t) = -12t - 7}$$

$$\mathcal{E}(2) = -24 - 7 = -31\,[mV]$$

$$\boxed{\mathcal{E} = 0{,}031\,[V]}$$

¿en que sentido circula la corriente?

como $\phi(t) = 6t^2 + 7t + 1$ y si el tiempo aumenta, el Flujo también aumenta, lo que quiere decir que la corriente debe ir como restando ese Flujo

RtA

$V_R \Rightarrow$ mismo sentido que $\mathcal{E}$

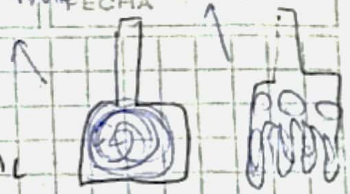
$\mathcal{E}$

CLASE 20

Auto inducción y Inducción mutua

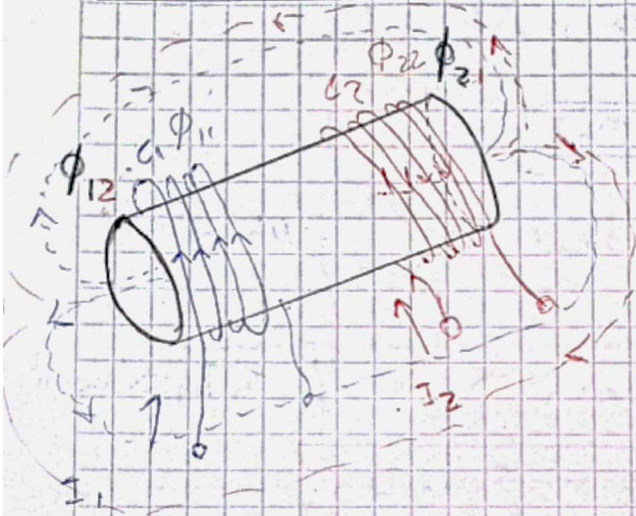
Eddy currents : corrientes que se generan en el METAL

más corriente — menos corriente



(Acordarse del video)

Auto inducción L e inducción mutua M



C_1 y C_2 = circuitos

en cada arrollado un A ∃ una fem inducida de sentido tal que se opone a la corriente que la genera

ϕ_{12} = flujo de 1 debido a 2 y ϕ_{21} = viceversa

I → B → ϕ
generan, genera

$\Rightarrow \phi_{11} = \vec{B}_1 \cdot d\vec{s}_1$ "debido al campo de B_1" "concatenado por" $\wedge$ $\phi_{22} = \int_{S_2} \vec{B}_2 \cdot d\vec{s}_2$

$$\boxed{\phi_{12} = \int_{S_1} \vec{B}_2 \cdot d\vec{s}_1}$$

$$\boxed{\phi_{21} = \int_{S_2} \vec{B}_1 \cdot d\vec{s}_2}$$

ejemplo gráfico

Auto inducción : L

$$\boxed{L = \frac{\phi_{total}}{I}}$$ inductancia / coeficiente de autoinducción

$[L] = \left[\frac{W}{A}\right] = [H]$ enry (Henrio)

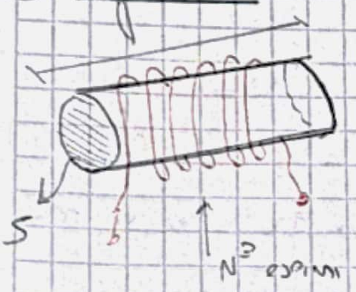
"es un coef que me relaciona el flujo con la corriente que la produce circu...

NOTA

AUTO INDUCCIÓN: $\boxed{L = \frac{\phi_{total}}{I}}$

Casos que estudiaremos:

① Solenoide



m: densidad de espiras x unidad de longitud

$$\oint_{C} \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu I_c \Rightarrow B = \frac{\mu_0 . N I}{l}$$

$$\Rightarrow \boxed{B = \mu_0 . m . I}$$

$$\phi_{una\ espira} = \int_S \mu_0 . m I . ds . 1 \Rightarrow \phi_{1 espira} = \mu_0 . m . S$$

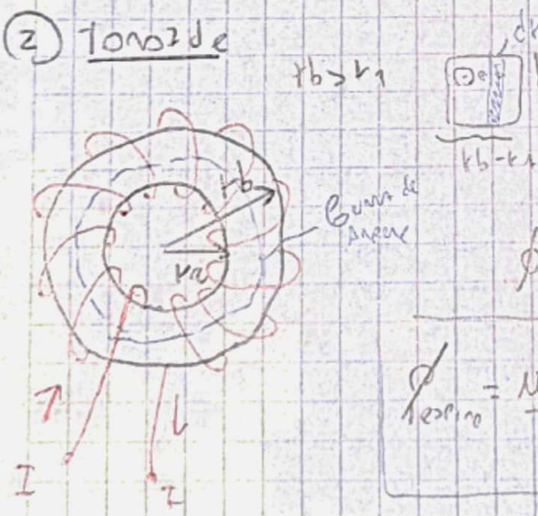
Reemplazo

$$\Rightarrow \left[\phi_{total\ en\ el\ solenoide} = N . \phi_{1 espira} \Rightarrow \mu_0 \frac{N^2}{l} S I \Rightarrow \mu_0 . m^2 . S . l . I \right]$$

$$\phi_{total\ en\ el\ solenoide} = \mu_0 . m^2 . S . l . I$$

$$L_{solenoide} = \frac{\phi_{total}}{I} = \frac{\mu_0 m^2 S l \cancel{I}}{\cancel{I}} \Rightarrow \boxed{L_{solenoide} = \mu_0 . m^2 . S . l}$$

② Toroide



$$\boxed{B_{toroide} = \frac{\mu_0 . N . I}{2 \pi r}}$$

$$\phi_{1 espira} = \int \vec{B} . \vec{ds} \Rightarrow \int_{r_A}^{r_B} \frac{\mu_0 N I}{2 \pi} h \frac{dr}{r} . 1$$

$$\boxed{\phi_{1 espira} = \frac{\mu_0 N I h}{2 \pi} . \ln\left(\frac{r_b}{r_A}\right)}$$

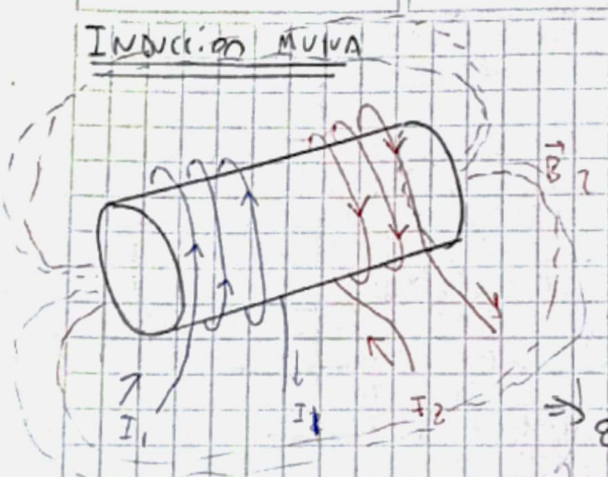
$$\left[\phi_{total} = N \phi_{1 espira} \Rightarrow \frac{N^2 \mu_0 h}{2 \pi} . I . \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right) \right]$$

$$L = \frac{\phi_{total}}{I} \Rightarrow \frac{N^2 \mu_0 . h . I}{2 \pi . I} \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)$$

$$\boxed{L_{toroide} = \frac{N^2 \mu_0 h}{2 \pi} \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)}$$

NOTA

Inducción mutua



$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{12} \Rightarrow -\dfrac{\partial \phi_{11}}{dt} - \dfrac{\partial \phi_{12}}{dt} \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_{21} + \varepsilon_{22} \Rightarrow -\dfrac{\partial \phi_{21}}{dt} - \dfrac{\partial \phi_{22}}{dt} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_1 = -\frac{\partial}{dt}\{L_1 I_1(t)\} - \frac{\partial}{dt}\{M_{12} \cdot I_2(t)\}$$

$$I_1(t) = i_1(t) \qquad \Rightarrow \varepsilon_2 = -\frac{\partial}{dt}\{M_{21} I_1(t)\} - \frac{\partial}{dt}\{L_2 I_2(t)\}$$

$$\left.\begin{aligned} &\Rightarrow \boxed{\varepsilon_1(t) = -L_1 \frac{\partial i_1(t)}{dt} - M_{12} \frac{\partial i_2(t)}{dt}} \\ &\Rightarrow \boxed{\varepsilon_2(t) = -M_{21} \frac{\partial i_1(t)}{dt} - L_2 \frac{\partial i_2(t)}{dt}} \end{aligned}\right\} M_{12} = M_{21} = M$$

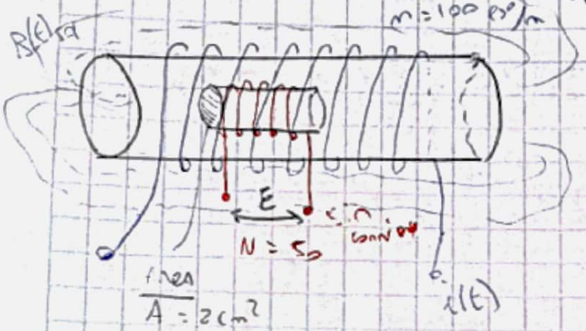
M: Coef. de inducción mutua (Recibo el campo debido al otro circuito con la componente / flujo a mi propio circuito)

$$\boxed{M_{12} = \frac{\phi_{12}}{I_2}} \qquad \boxed{M_{21} = \frac{\phi_{21}}{I_1}}$$

Autoinducción - Inducción mutua | Solenoide con bobina int

es (197) $N=100$ a) $\vec{B}_{sol}$ b) $\phi_{Bob.\,int}$ c) $\mathcal{E}_{Bob.\,int}$ d) M?

$$\begin{cases} \mathcal{E}_1(t) = -L_1 \dfrac{\partial i_1(t)}{dt} - M \dfrac{\partial i_2(t)}{dt} \\ \mathcal{E}_2(t) = -M \dfrac{\partial i_1(t)}{dt} - L_2 \dfrac{\partial i_2(t)}{dt} \end{cases}$$



Datos

$i(t) = 3 \sin(20t)$ [A]

$$L = \frac{\phi}{I}$$

$$M = \frac{\phi_{12}}{I_2} = \frac{\phi_{21}}{I_1}$$

Ley de Ampere

a) $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c \Rightarrow \boxed{B_{sol}(t) = \mu_0 \cdot m \cdot i_{sol}(t)} = 12\pi \cdot 10^{-5} \sin(20t)$

b) $\phi_{Bob.\,interna\ (1\ espira)} = \int_S \vec{B}_{sol} \cdot d\vec{S}_{Bob.\,int} \Rightarrow \int_{S_{Bob.\,int}} 12\pi \cdot 10^{-5} \cdot \sin(20t) \cdot dS_{Bob.\,int} \Rightarrow 12\pi \cdot 10^{-5} \sin(20t) \cdot 2 \cdot 10^{-4}$ [m

x/? la bobina ... generan ⇒ hay
N? generan flujo que ...

$\phi_{Bob.\,int\ (1\ esp)} \Rightarrow N \cdot 24\pi \cdot 10^{-7} \sin(20t)$ Wb

c) $\mathcal{E}_{Bob.\,int}(t) = -\dfrac{\partial \phi_{Bob.\,int}}{dt} = \dfrac{-\partial}{dt}\left\{12\pi \cdot 10^{-7} \sin(20t)\ \text{Wb}\right\} = \left\{-12\pi \cdot 10^{-7}\ 20 \cos(20t)\right\}$

$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{E}(t) = -24\pi \cos(20t)\ [\mu V]}$$

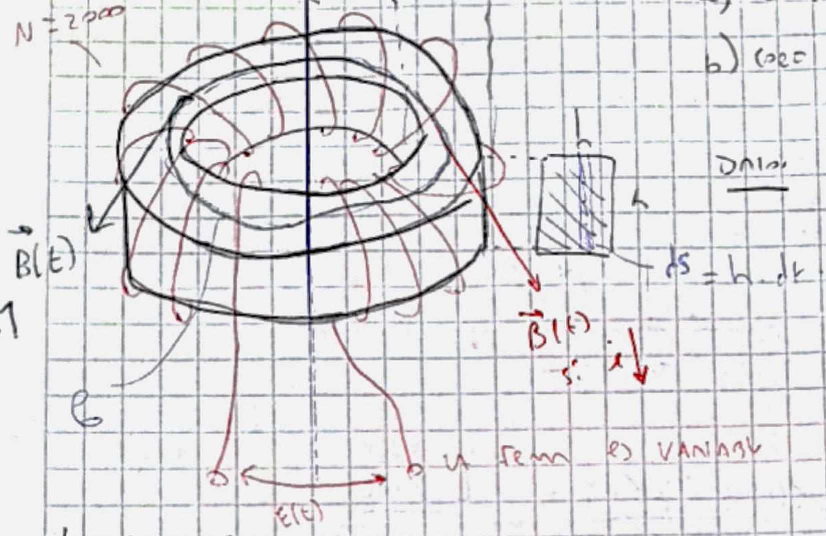
d) $M = \dfrac{\phi_{Bob.\,int}\ total(t)}{I_{sol}(t)} = \dfrac{12\pi \cdot 10^{-7} \sin(20t)\ \text{Wb}}{3 \sin(20t)\ \text{A}} \Rightarrow \boxed{M = 4\pi \cdot 10^{-7}\ [H]}$

201

$i(t) = 10 \sin(314t)\,[A]$

a) ε inducida en el toroide

b) coef. inducción MUTUA



Datos: $r_a = 8\,cm$, $r_b = 10\,cm$, $h = 2\,cm$

$N = 2000$

$$\phi = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{S} \qquad i \to B \to \phi \to \varepsilon$$

$$B(t)_{\text{toroide debido al conductor}} = \oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot I_c \Rightarrow B = \frac{\mu_0\, i(t)}{2\pi r}$$

1 sola espira

$$\phi_{\text{toroide debido al conductor 1 sola espira}} = \int_{S_{toro}} \vec{B}(t)\cdot d\vec{S}_{toro} \Rightarrow \int_{r_a}^{r_b} \frac{\mu_0\, i(t)}{2\pi r}\, h\, dr \Rightarrow \boxed{\frac{\mu_0\, i(t)}{2\pi}\, h \cdot \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)}$$

$$\Rightarrow \phi_{\text{total toroide debido al conductor}} = N\,\phi(t) \Rightarrow \frac{2000 \cdot \mu_0 \cdot h \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)}{2\pi} \cdot i(t)$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{toroide}(t) = -\frac{d\phi(t)_{\text{total toroide debido al conductor}}}{dt} \Rightarrow \frac{-N\mu_0 h \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)}{2\pi} \cdot 10 \cos(314t) \cdot 314\,[V]$$

$$\Rightarrow \boxed{\varepsilon_{toroide}(t) = -5{,}605 \cdot 10^{-3} \cos(314t)\,[V]}$$

Energia que ingresa a un inductor en un dt

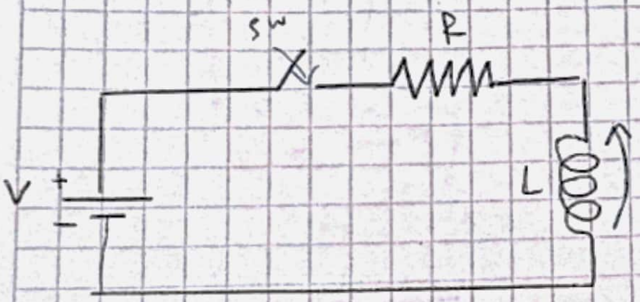
$$W = \int_{t_1}^{t_2} p(t)\, dt \qquad p(t) = V(t) \cdot i(t) \qquad dW = \mathcal{E} \cdot i\, dt = L \frac{\partial i(t)}{dt} \cdot i\, dt$$

$$\downarrow$$

$$\frac{\partial \phi(t)}{dt} \Rightarrow \boxed{W = \int_0^i L\, i\, di = L \frac{i^2}{2}}$$

$$\boxed{W = \frac{1}{2} L \cdot i^2}$$ energia almacenada en la inductancia (en el campo magnetico)

~



$$\mathcal{E}(t) = +\frac{\partial \phi(t)}{dt} = +L \frac{\partial i(t)}{dt}$$

$$V - V_R(t) - \mathcal{E}(t) = 0 \Rightarrow V - i(t) \cdot R - L \frac{\partial i(t)}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow i(t) \cdot V - i^2(t) \cdot R - L \frac{\partial i(t)}{dt} \cdot i(t) = 0$$

Potencia producida por la fuente de tension V

Potencia que se disipa en el resistor R por efecto Joule

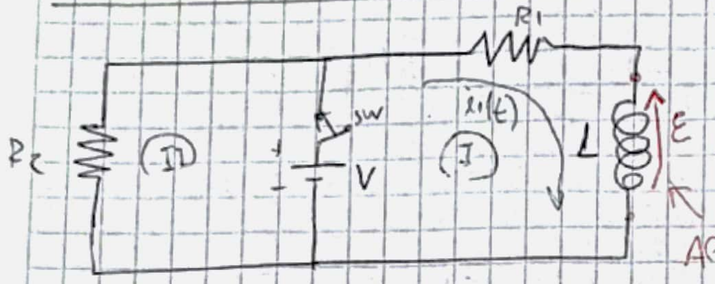
Potencia que incide en el inductor

HOJA N°

FECHA

momento de conexion

ANALISIS DE UN RAMA RL - TRANSITORIO DE CONEXION Y DESCONEXION



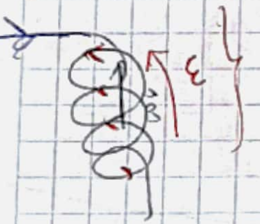
x ley de ohm

$V - V_{R1}(t) - \varepsilon = 0$ (#)

Aparece una fem xq quiere variar la corriente

la fem es variable

$\Rightarrow$ (#) $V - i(t) R - \varepsilon = 0 \Rightarrow V - i(t) R - L \dfrac{\partial i(t)}{dt} = 0$



se tiene que oponer al cambio

$\Rightarrow V - iR = L \dfrac{di}{dt} \Rightarrow \dfrac{dt}{L} = \dfrac{di}{V - iR} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{dt}{L} = \dfrac{di}{R\left(\frac{V}{R} - i\right)} \Rightarrow \dfrac{R}{L} dt = \dfrac{di}{\frac{V}{R} - i} \rightarrow z \Rightarrow dz = -di$

$\Rightarrow -\dfrac{R}{L} \displaystyle\int_0^t dt = \int_{0^+}^{i} \dfrac{-di}{\frac{V}{R} - i} \Rightarrow \dfrac{-t}{\frac{L}{R}} = \ln\left(\dfrac{V}{R} - i\right)\Big|_{0^+}^{i} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{-t}{\frac{L}{R}} = \ln\left(\dfrac{V}{R} - i\right) - \ln\left(\dfrac{V}{R}\right) \Rightarrow \tau_L = \dfrac{L}{R} \Rightarrow \dfrac{-t}{\tau_L} = \ln\left(1 - \dfrac{i}{\frac{V}{R}}\right)$

$\Rightarrow e^{-t/\tau_L} = 1 - \dfrac{i}{V/R} \Rightarrow i \cdot \dfrac{R}{V} = 1 - e^{-t/\tau_L} \Rightarrow \boxed{i(t) = \dfrac{V}{R}\left[1 - e^{-t/\tau_L}\right]}$

eso es la variacion de la corriente en el transitorio.

$\varepsilon(t) = \dfrac{-\partial \phi(t)}{dt} \Rightarrow \varepsilon(t) = L \dfrac{\partial}{dt}\left\{\dfrac{V}{R}\left(1 - e^{-t/\tau_L}\right)\right\} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{L}{R} V \dfrac{\partial}{dt}\left\{1 - e^{-t/\tau_L}\right\} \Rightarrow -\dfrac{LV}{R} e^{-t/\tau_L} \cdot \dfrac{-1}{\tau_L}$ $\quad \tau_L = \dfrac{L}{R}$

$\Rightarrow \varepsilon(t) = \dfrac{LV}{R \frac{L}{R}} e^{-t/\tau_L} \Rightarrow \boxed{\varepsilon(t) = V \cdot e^{-t/\tau_L}}$

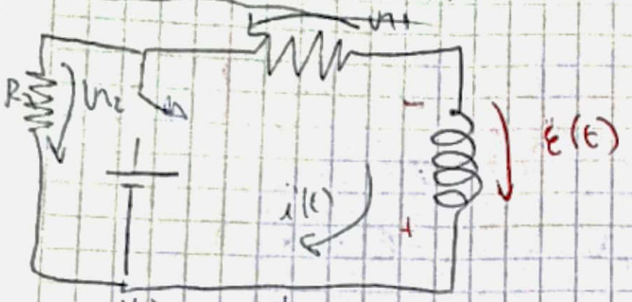
$t = 0 \Rightarrow$ circuito abierto

$t = \infty = 5\tau \Rightarrow$ corto circuito

i(t)

NOTA

momento de desconexión



$\varepsilon = i'(t)\left[R_1 + R_2\right] \Rightarrow$

$-L \dfrac{\partial i'(t)}{dt} = i'(t)(R_1+R_2) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \int_{V/R_1}^{i'(t)} \frac{di'}{i'} = \int_{0^+}^{t} -dt \frac{(R_1+R_2)}{L} \Rightarrow \ln\left(\frac{i'(t)}{V} R_1\right) = \frac{-t}{\left(\frac{L}{R_1+R_2}\right)}$$

$\rightarrow \tau$ de desconexión $= \tau_L'$

$$\Rightarrow i'(t) = \frac{V}{R_1} \cdot e^{-t/\frac{L}{R_1+R_2}}$$

$$\varepsilon'(t) = L \frac{\partial i'(t)}{dt} = L\frac{\partial}{dt}\left\{\frac{V}{R_1} \cdot e^{-t/\frac{L}{R_1+R_2}}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L \frac{V}{R_1}\left(e^{-t/\frac{L}{R_1+R_2}}\right)\left(-\frac{R_1+R_2}{L}\right) \Rightarrow \boxed{\varepsilon(t) = -\left(\frac{R_1+R_2}{R_1}\right) V \cdot e^{-t/\tau_L'}}$$

Ej:- $R_1 = 10\Omega$

$R_2 = 1000\Omega$

$L = 10\,mH$

$V = 12V$

$$\rightarrow \tau_L' = \frac{10 \cdot 10^{-3} H}{1010\Omega} = 9.9$$

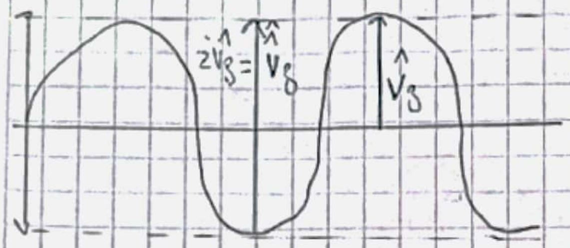
$$\varepsilon(t=0^+) = -\frac{1010\Omega}{10\Omega} 12V = 1212V$$

$t \rightarrow$ "∞" si $t \geq 5\tau_L$

$\boxed{t_\infty \cong 50[\mu s]}$

Clase 22

CORRIENTE ALTERNA ~

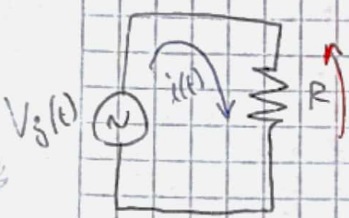


W: Velocidad Angular $\quad W = \frac{2\pi}{T}$

T: Periodo $[T] = [s]$

f: frecuencia $[f] = [Hz] = [\frac{ciclo}{s}]$

Generador en resistor

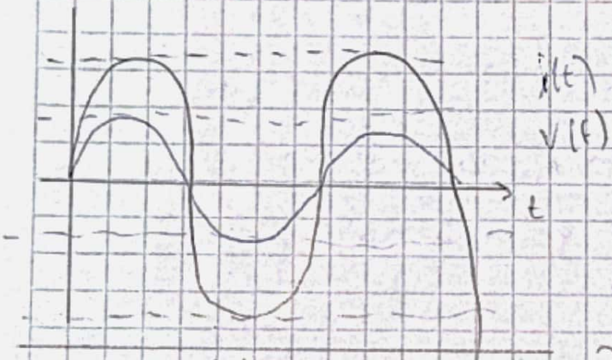


$V_g(t) = \hat{V}_g \operatorname{sen}(wt)$

$V_R(t) = V_g(t)$

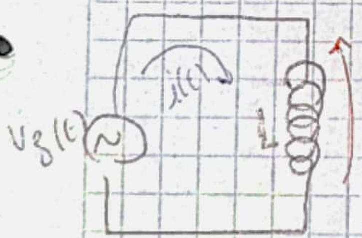
$i(t) = \frac{V_g(t)}{R} = \frac{\hat{V}_g}{R} \operatorname{sen}(wt)$ $\quad \hat{I}$

$\Rightarrow \boxed{\hat{I} \operatorname{sen}(wt)}$



obs: en un resistor no ∄ desfasaje

Generador en inductor



$\mathcal{E} = -\frac{\partial \phi(t)}{dt} = -L \frac{\partial i(t)}{dt} \Rightarrow V_g(t) - \mathcal{E} = 0 \Rightarrow \hat{V}_g \operatorname{sen}(wt) = L \frac{\partial i}{dt}$

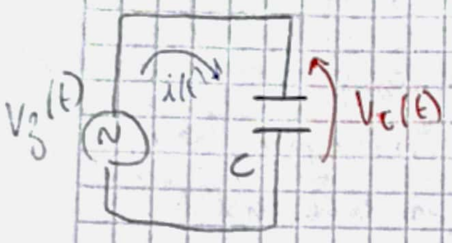
$\Rightarrow \int \frac{\hat{V}_g}{L} \operatorname{sen}(wt)\, dt = \int di \Rightarrow \frac{\hat{V}_g}{L} \left[\frac{-\cos(wt)}{w} \right] = i$

X_L: Reactancia inductiva

$\Rightarrow \frac{\hat{V}_g}{wL} \cdot [-\cos(wt)] = i(t) \Rightarrow \boxed{i(t) = -\hat{I} \cos(wt)}$

NOTA

En un capacitor



$$C = \frac{q(t)}{V_c(t)} \qquad i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$V_c(t) = \frac{1}{C} \cdot q(t)$$

$$\Rightarrow \boxed{i(t) = \frac{d}{dt}\left\{C . V_c(t)\right\} \Rightarrow C \frac{\partial V_c(t)}{dt}}$$

$$V_c(t) = V_g(t) \Rightarrow i(t) = C . \frac{\partial}{dt}\left\{\hat{V}_g . \operatorname{sen}(wt)\right\} \Rightarrow C . \hat{V}_g \cos(wt) . w$$

$$\Rightarrow \frac{\hat{V}_g}{\frac{1}{wC}} \cos(wt) \qquad \frac{\hat{V}_g}{\frac{1}{wC}} \rightarrow \hat{I}$$

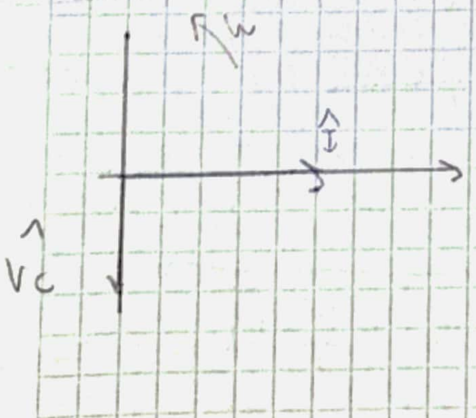
$\frac{1}{wC} \rightarrow$ Reactancia capacitiva X_C $[X_C] = [\Omega]$

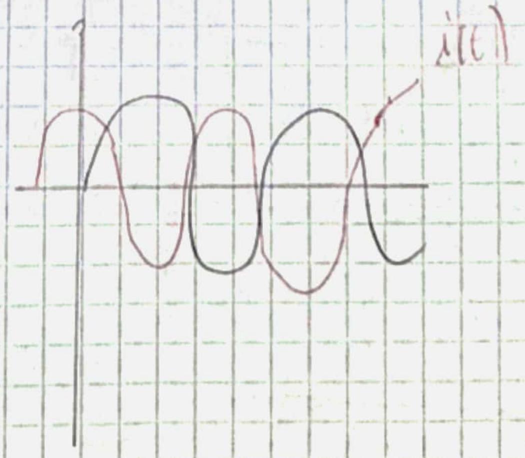
$$\Rightarrow \boxed{\begin{aligned} V_c(t) &= \hat{V}_c . \operatorname{sen}(wt) \\ i(t) &= \hat{I} . \cos(wt) \end{aligned}}$$ Acá tmb ∃ desfasaje

C I V I L

En un capacitor la corriente siempre viene primero que la tensión

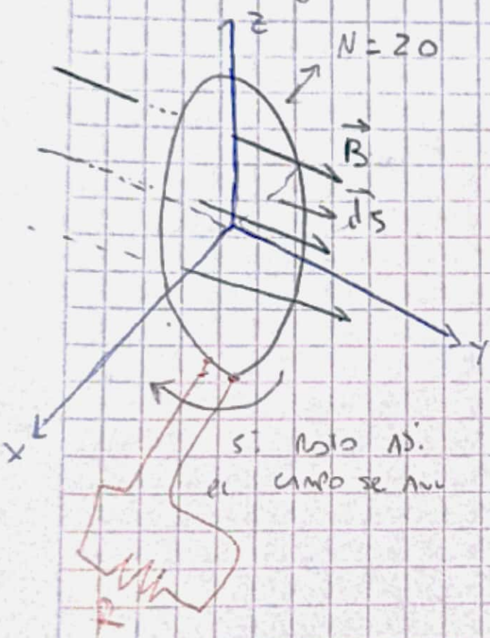
La tensión viene primero que la corriente en un inductor





FECHA

① Una bobina de 20 espiras de 1cm de Radio está colocada a un campo B uniforme de $B = 0.8\,[T]$ de la forma que el flujo de inducción magnética ϕ_B es máximo. La R_{total} del circuito es de $5\,\Omega$. Hallar la carga total que circula x dicho circuito si la bobina es nuevamente girada hasta anular el flujo ϕ_B



$$i = \frac{dq(t)}{dt} \Rightarrow \int_0^Q dq = \int_0^t i\,dt \Rightarrow Q(t) = \int_0^t i\,d$$

$$\boxed{\mathcal{E} = R.i}$$

$$\mathcal{E} = \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow d\phi = \mathcal{E}.dt$$

Reemplazando

$$\Rightarrow i = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow d\phi = R\,i\,dt$$

$$\Rightarrow \int_{\phi_B}^{0} \frac{d\phi}{R} = i\,dt \Rightarrow \frac{1}{R}\phi\Big|_{\phi_B}^{0} = \int_0^t i\,dt = Q(t)$$

$$\phi = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{s} = B.S.1 \Rightarrow Q(t) = \frac{1}{R}\left[0-\phi_B\right]$$

1 espira

$$\boxed{\phi_B = B.\pi.r^2}$$

$$\boxed{\phi_{B\,total} = N.B.\pi.r^2}$$

$$\Rightarrow Q(t) = \frac{N B \pi r^2}{R} = \frac{20 . 0.8 . \pi . (0.01m)^2 . t}{5\,\Omega}$$

$$\Rightarrow \boxed{Q(t) = 1\times10^{-3}\,[C]}$$

NOTA