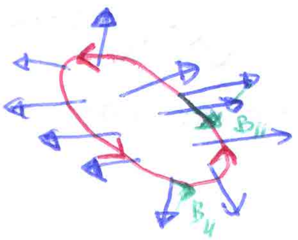
Ley de Ampere

$$\sum B_{\parallel}\, \Delta l = \oint_{\text{circuito}} \bar{B} \cdot d\bar{l} = \mu_0 I_{\text{encerrada}}$$



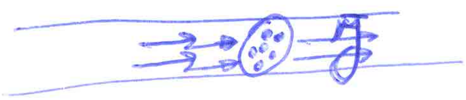
↳ corriente que atraviesa o es encerrada por el circuito de Ampere elegido.

Si $\bar{J}$ es una corriente en volumen

$$I_{enc} = \int \bar{J} \cdot d\bar{S}$$

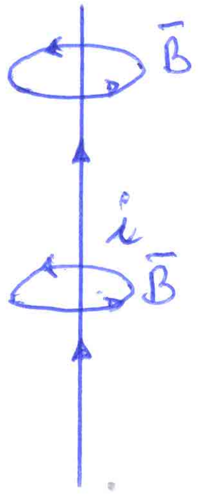
$$= \pm J\, A_{\text{rea encerrada}}$$

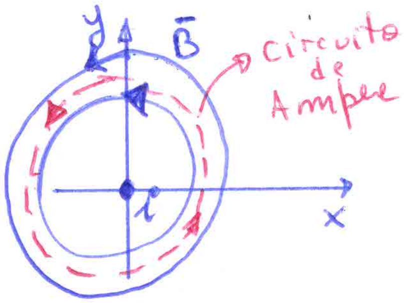
$(\text{si } \bar{J} \parallel d\bar{S})$



Ejemplos

① Cable rectilineo infinito con corriente i





Del cálculo de Biot-Savart sabemos que $\bar{B} = B(r)\,\hat{\theta}$ o se que las lineas de campo son circulos concentricos con el cable.

$$\oint_{\text{circuito}} \bar{B} \cdot d\bar{l} = \int B(r)\, dl \underset{\substack{\text{en un}\\ \text{dado}\\ \text{círculo}}}{=} B(r) \int dl = 2\pi r\, B(r)$$

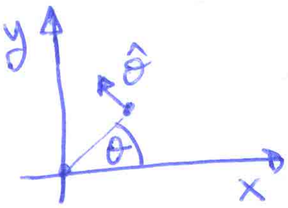
↑ $\bar{B} \parallel$ ~~en~~ todo el circuito

en un dado círculo tengo $B(r)$ constante

$I_{\text{encerrada}} = i$ (NB: el sentido del circuito y la corriente siguen la Regla MANO DERECHA

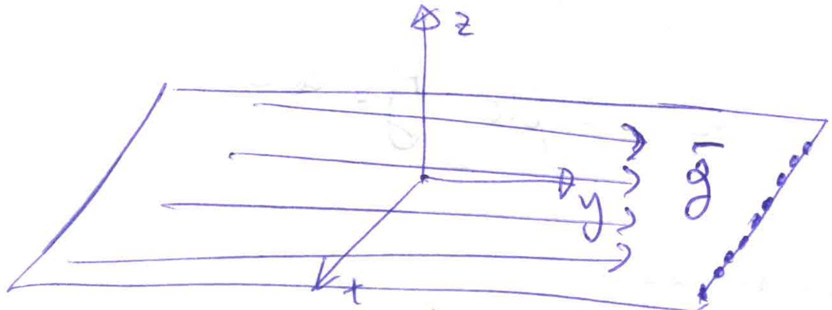
$$B(r)\, 2\pi r = \mu_0 i \Rightarrow \boxed{\bar{B}(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}\,\hat{\theta}}$$

NB: $$\hat{\theta} = -\operatorname{sen}\theta\,\hat{x} + \cos\theta\,\hat{y} = \frac{x\hat{y} - y\hat{x}}{r} = \frac{x\hat{y} - y\hat{x}}{(x^2+y^2)^{1/2}}$$



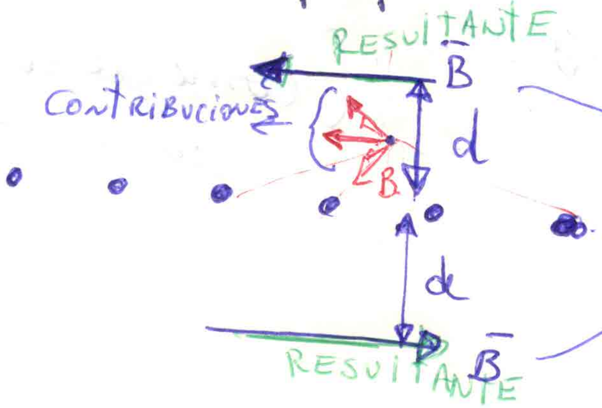
Si medimos $\hat{\theta}$, por ejemplo para un CABLE QUE PASA POR (x_0, y_0)

$$\hat{\theta} = \frac{(x-x_0)\hat{y} - (y-y_0)\hat{x}}{\left[(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2\right]^{1/2}}$$

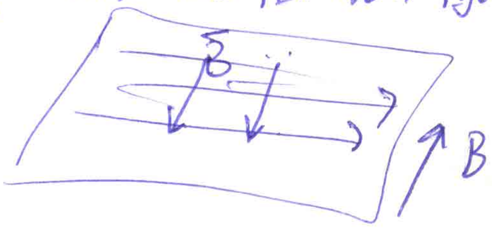


(No depende de x ni y, es ∞)

Pensamos una superposición de cables que representen el plano ∞

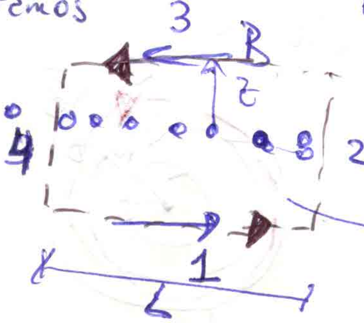


Como están a la misma d, los $|B|$ son iguales.



$$\bar{B} = B(z)\,\hat{x}$$

Conviene elegir un circuito de Ampere $\parallel$ o $\perp$ al campo. Separo en 4 tramos



N hilos de corriente i

$$\int_{1+2+3+4} \bar{B}\cdot d\bar{l} = \int_{1+3} B_{\parallel}\, dl = 2\,B(z)\,L = \mu_0 N i$$

(2 y 4 $\bar{B} \perp d\bar{l}$)

$$\Rightarrow B(z) = \frac{\mu_0 N i}{2\,L} = \frac{\mu_0}{2}\frac{N}{L} i$$

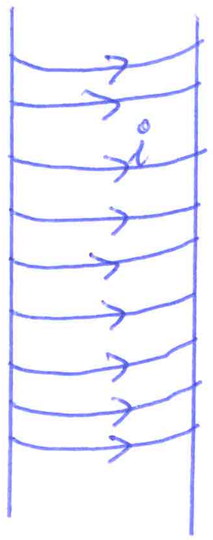
$n \rightarrow$ densidad de hilos

$n i = g$

corriente en superficie

$$\bar{B} = \begin{cases} \dfrac{\mu_0}{2} g\,\hat{x} & \text{si } z > 0 \\[2ex] \dfrac{\mu_0}{2} g\,(-\hat{x}) & \text{si } z < 0 \end{cases}$$

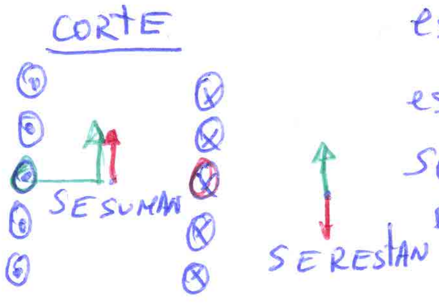
Solenoide ∞



Arrollamiento muy pegado

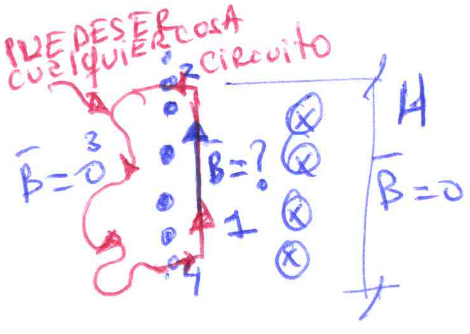
· Lo podemos pensar como superposición de espiras.
Para una espira circular el campo en el centro es $\perp$ a la espira 

por lo cual esperamos que si el solenoide es infinito el CAMPO RESULTANTE SEA TAMBIEN EN LA DIRECCIÓN DEL EJE. Por otro lado, lejos de una espira el CAMPO disminuye con lo cual fuera del solenoide es bastante menor que dentro.



Otra manera de ver la dependencia es analizar un CORTE del solenoide y utilizar superposición. Así vemos que en el exterior del solenoide hay una cancelación mientras que en el interior se refuerzan.

Finalmente, uno sabe (haciendo cuentas más allá del curso) que el campo afuera es idénticamente NULO.



PARA HACER AMPERE elegimos el circuito de la figura que separamos en $1 + 2 + 3 + 4$

↓ PUEDE SER CUALQUIERA PUES ALLÍ $B = 0$

en 2 y 4 $\bar B \perp$ circuito $\Rightarrow \bar B \cdot d\bar l = 0$

$I_{enc} = i \cdot N$

↑ de 1 cable

↳ Numero de CABLES

$$\Rightarrow \oint_{circuito} \bar B \cdot d\bar l = \int_1 B\,dl = \int B(r)\,dl = B(r)\,H$$

↳ ALTURA del circuito

$$\bar B(r) = \mu_0\, i\, \overbrace{\frac{N}{H}}^{n}\, \hat z = \boxed{\mu_0\, i\, n\, \hat z}$$ ADENTRO