



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Mecatrónica

LABORATORIO N°06

**“CAMPO MAGNETICO CREADO POR UN CONDUCTOR
RECTILINEO”**

DESARROLLO DE GUIA DE LABORATORIO

FÍSICA III

ESTUDIANTE(S) :

- 1. Solon Aquino Jashua Jafet**
- 2. Vigo Villar Cristhian Aaron**

DOCENTE :

ANGELATS SILVA LUIS MANUEL

CICLO :

2022 I

Trujillo- Perú
2022



INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.....	4
1.1. Marco Teórico.....	4
1.2. Objetivos.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
MÉTODOS	10
Primera experiencia:.....	10
Segunda experiencia:.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
CUESTIONARIO:.....	17
CONCLUSIONES.....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXOS	21



RESUMEN

El presente informe de laboratorio titulado “Campo magnético creado por un conductor rectilíneo” enfatiza los conceptos básicos del magnetismo, tanto el campo magnético como las constantes como μ_0 . Los experimentos de este informe se llevaron a cabo en un simulador virtual proporcionado por el profesor a cargo. Los principales objetivos que se tratarán en este trabajo son:

Determinar la corriente que circula por un conductor rectilíneo a partir del campo magnético que genera alrededor de este, también determinar cómo varía el campo magnético mientras aumentamos el radio. Además de la socialización, trabajo en equipo, y asimismo la correcta manipulación del simulador. Con el simulador, se realizaron distintos experimentos sobre el comportamientos del campo magnético en un conductor rectilíneo Al final de dichos experimentos, se comprende mejor lo que es el campo magnético y sus conceptos, así como también se logran los objetivos inicialmente planteados. Se concluye que los resultados de este laboratorio son válidos.

Palabras claves: *Electrodinámica, electromagnetismo, campo magnético, carga eléctrica, inducción magnética, ley de Biot-Savart, conductor de corriente, conductor infinito.*



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

Este informe tiene como tema principal el campo magnético que genera un conductor rectilíneo infinito, la finalidad de esta experiencia práctica es afianzar los conocimientos teóricos sobre tanto el magnetismo como el campo magnético y su relación con la intensidad de corriente, para ello en este informe hemos analizado cada una de ellas y trabajado con métodos varios para estudiar estos fenómenos.

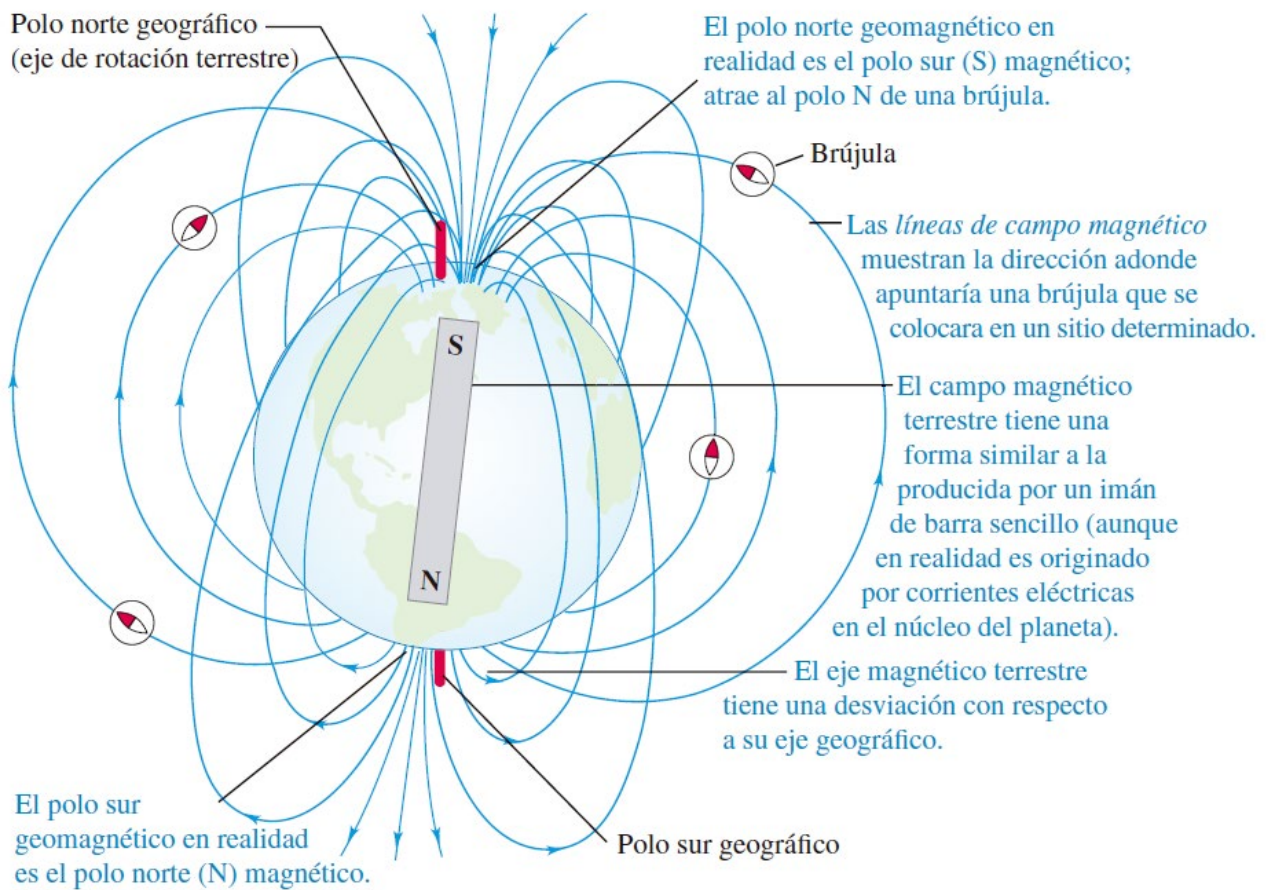
1.1. Marco Teórico

Magnetismo:

Este fenómeno fue observado por primera vez hace al menos 2500 años en fragmentos de hierro magnetizado encontrados cerca de la ciudad antigua de Magnesia (hoy Manisa, en Turquía occidental). Tales fragmentos son un ejemplo de lo que ahora llamamos imanes permanentes; como los que tenemos en nuestra puerta del refrigerador. Se observó que los imanes permanentes ejercían fuerza uno sobre otro y también sobre trozos de hierro que no estaban magnetizados. Se descubrió que cuando una varilla de hierro entraba en contacto con un imán natural, la varilla también se magnetizaba, y si ésta flotaba en agua o se suspendía de un hilo por su parte central, tendía a alinearse con la dirección norte-sur. La aguja de una brújula ordinaria no es más que un trozo de hierro magnetizado.

Campo magnético:

Al igual que el campo eléctrico, el magnético es un campo vectorial, es decir, una cantidad vectorial asociada con cada punto del espacio. Usaremos el símbolo \vec{B} para representar el campo magnético. En cualquier posición, la dirección de \vec{B} se define como aquella en la que apunta el polo norte de la aguja de la brújula. En cualquier imán, \vec{B} apunta hacia afuera de su polo norte y hacia adentro de su polo sur.





Cuando una carga puntual q se mueve con velocidad \vec{v} , se produce en un punto P situado a una distancia \vec{r} de la carga un campo magnético \vec{B} según la expresión:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 q \vec{v} \times \vec{r}}{4\pi r^3} \dots (1)$$

(\vec{r} en el sentido desde la carga al punto). Por tanto, \vec{B} es un vector perpendicular al plano que contiene a \vec{v} y a \vec{r} y de magnitud proporcional a $\sin \Theta$, donde Θ es el ángulo formado por los vectores \vec{v} y \vec{r} .

La constante μ_0 se denomina permeabilidad magnética del vacío y su valor es:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ V}\cdot\text{s} / \text{A}\cdot\text{m} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m} / \text{A}$$

En un caso más general en el que en lugar de una sola carga tenemos una corriente I circulando a lo largo de un conductor, el campo en un punto P , situado a una distancia \vec{r} del conductor, se obtiene integrando a lo largo del mismo. Reemplazando en la ecuación (1) $q\vec{v}$ por $I d\vec{l}$:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint I d\vec{l} \times \vec{r} / r^3 \dots (2)$$

que es el enunciado de la Ley de Biot y Savart. La expresión (2) es la que se aplica para calcular el campo magnético creado por los conductores en un punto P .

A diferencia del campo eléctrico, \vec{B} es perpendicular tanto a la dirección radial al punto P (dirección de \vec{r}) como a la del elemento de corriente ($I d\vec{l}$)

- **Conductor rectilíneo infinito:**

El módulo del campo en este caso viene dado por la expresión:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \dots (3)$$

donde I es la corriente que circula por el conductor y r es la distancia del conductor al punto en que se mide el campo. La dirección del campo está contenida en el plano perpendicular al conductor y su sentido viene dado por la regla de la mano derecha.

Es importante notar que la ecuación (3) constituye la aproximación del conductor infinito, válida cuando el conductor es muy largo o el punto donde se mide el campo muy cercano a él.



- **Formación de la ecuación de Campo vs 1/Radio:**

Tenemos la ecuación (3) del campo eléctrico que genera un conductor rectilíneo infinito:

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

Arreglando los términos tenemos:

$$B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi} \right) \frac{1}{r}$$

Donde tenemos los valores conocidos de μ_0 y π , por lo que comparando los términos con los de la ecuación general de una recta tenemos:

$$B = m \left(\frac{1}{r} \right) + b$$

En la cual la expresión “m” (la pendiente) sería $\frac{\mu_0 I}{2\pi}$ y “b” el intercepto que es consecuencia de los errores en los cálculos.



1.2. Objetivos

- Determinar la corriente que circula por un conductor rectilíneo a partir del campo magnético que genera alrededor de este.
- Determinar cómo varía el campo magnético mientras aumentamos el radio
- Comprobar el valor de μ_0
- Graficar B vs $1/r$



MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Simulador virtual:

http://physics.bu.edu/~duffy/semester2/c14_long.html

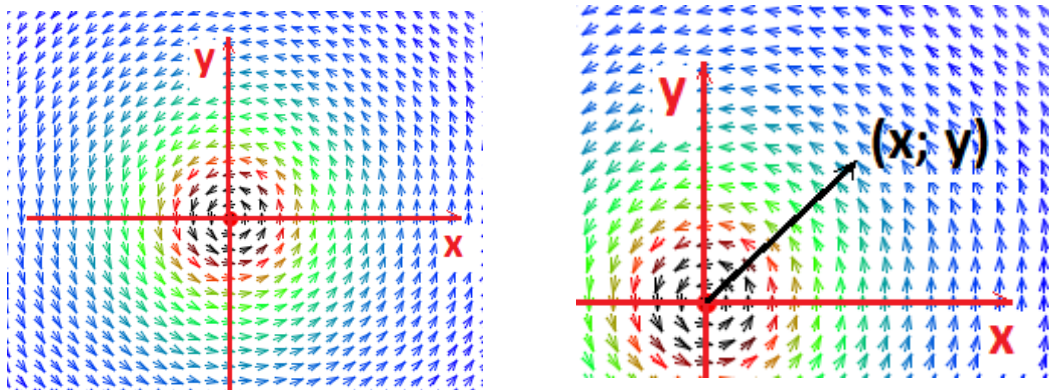
Tabla 1

MATERIALES	INSTRUMENTOS	PRECISIÓN
	Simulador de campo magnético generado por un conductor rectilíneo	± 0.0001 Gauss
	Simulador de medida de radio	± 0.0001 mm

MÉTODOS

Primera experiencia:

- Se cuenta con un sistema de coordenadas dividido en los 4 cuadrantes con el centro de origen (0; 0) en la posición del alambre infinito. A partir de ahí se mide la posición (x; y) para la medida de la intensidad del campo magnético.
- En donde el campo magnético está en Gauss (1T = 10000 Gauss) y las coordenadas de posición está en mm (1 m = 1000 mm).



- Primero elegimos un valor del campo magnético entre 2 y 3 Gauss, en nuestro caso 2,9 Gauss
- A continuación, hicimos clic sobre el botón izquierdo del mouse y sin soltar inspeccionamos el valor del campo magnético hasta encontrar el valor de 2,9 Gauss o un aproximado.
- Tomamos la posición (x; y) para el cual el valor del campo magnético tenga siempre el mismo valor de intensidad o aproximada. Registramos estos valores de tal manera de obtener por lo menos dos posiciones en cada cuadrante hasta tener 8 medidas. Anotamos en Tabla 2.

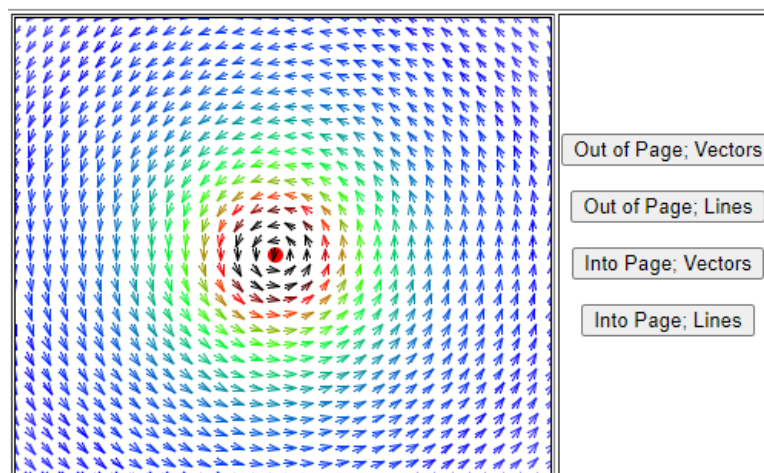




TABLA 2: Posiciones para el campo magnético

El campo magnético escogido fue de 2,9 Gauss

N	X en (m)	Y en (m)	B en (T)
01	-0.001088	-0.001330	0.000291
02	-0.001618	-0.000591	0.000290
03	-0.001147	-0.001271	0.000292
04	-0.001059	0.001359	0.000290
05	0.001500	-0.000857	0.000289
06	0.001559	0.000739	0.000289
07	0.000471	0.001655	0.000290
08	0.001706	0.000266	0.000289

Procesamos los datos sabiendo que el radio es:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

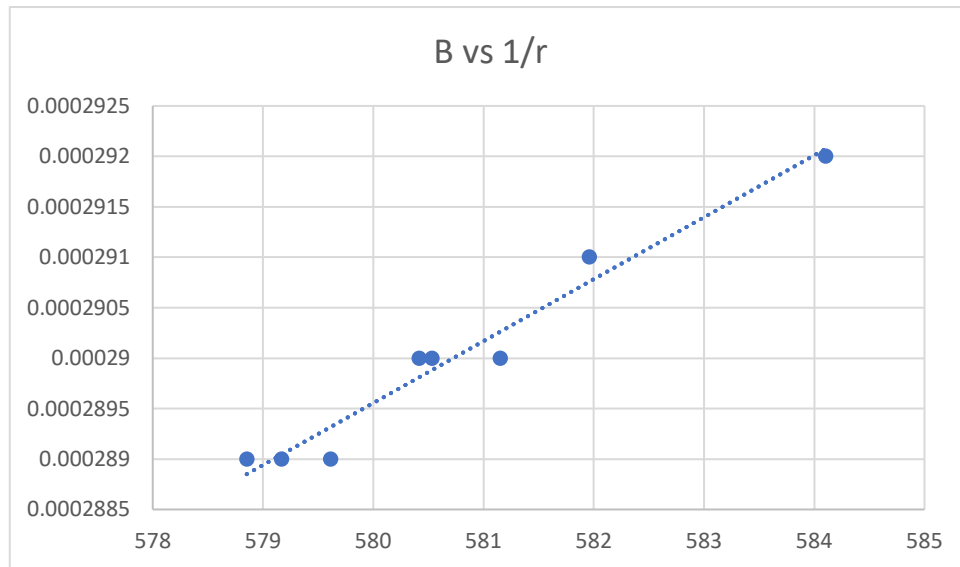
TABLA 3: Posición y campo magnético promedio

N	r (en m)	B (en T)	1/r
01	0.001718	0.000291	581.961770
02	0.001723	0.000290	580.532080
03	0.001712	0.000292	584.101587
04	0.001723	0.000290	580.418930
05	0.001728	0.000289	578.852508
06	0.001725	0.000289	579.61499
07	0.001721	0.000290	581.153187
08	0.001727	0.000289	579.168624



Método gráfico

Con los datos de la tabla 3, graficamos B vs. $1/r$ para luego hallar la ecuación de la recta con finalidad de hallar la intensidad de corriente.



Hallamos la ecuación general de la recta:

$$(y - 0.000289) = \frac{0.000292 - 0.000289}{584.101587 - 579.168624}(x - 579.168624)$$

$$y - 0.000289 = 0.000000608x - 0.000352$$

$$y = 0.000000608x - 0.0000632$$

Tenemos la ecuación:

$$B = m\left(\frac{1}{r}\right) + b = 0.000000608\left(\frac{1}{r}\right) - 0.0000632$$

Donde la pendiente nos ayudara a encontrar la intensidad de corriente:

$$m = 0.000000608 = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$$

Sabemos que:

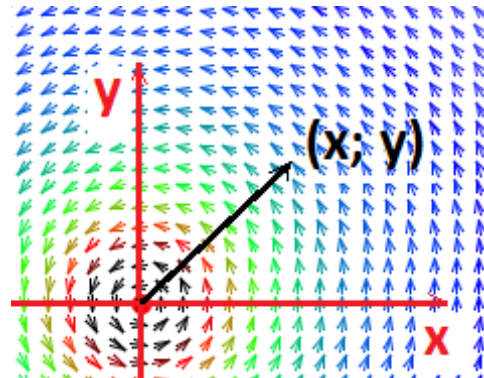
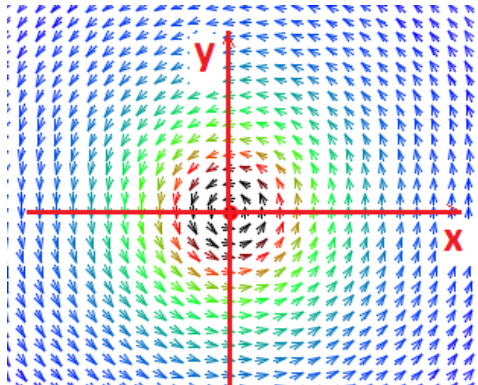
$$\mu_0 = 4 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

Entonces el valor de la intensidad es:

$$I = \frac{(0.000000608)(2\pi)}{4 \times 10^{-7}} = 9.55 A$$

Segunda experiencia:

- Se cuenta con un sistema de coordenadas dividido en los 4 cuadrantes con el centro de origen (0; 0) en la posición del alambre infinito. A partir de ahí se mide la posición (x; y) para la medida de la intensidad del campo magnético.
- En donde el campo magnético está en Gauss (1T=10000 Gauss) y las coordenadas de posición está en mm (1 m = 1000 mm).



- Tomamos datos de la posición (x;y) y del campo magnético según esa posición, ya que ahora conocemos la intensidad cuyo valor es 9.55A.
- Registramos estos valores de tal manera de obtener el valor de la permeabilidad del vacío mediante el método gráfico. Anotamos en Tabla 4.

TABLA 4: Posiciones para el campo magnético

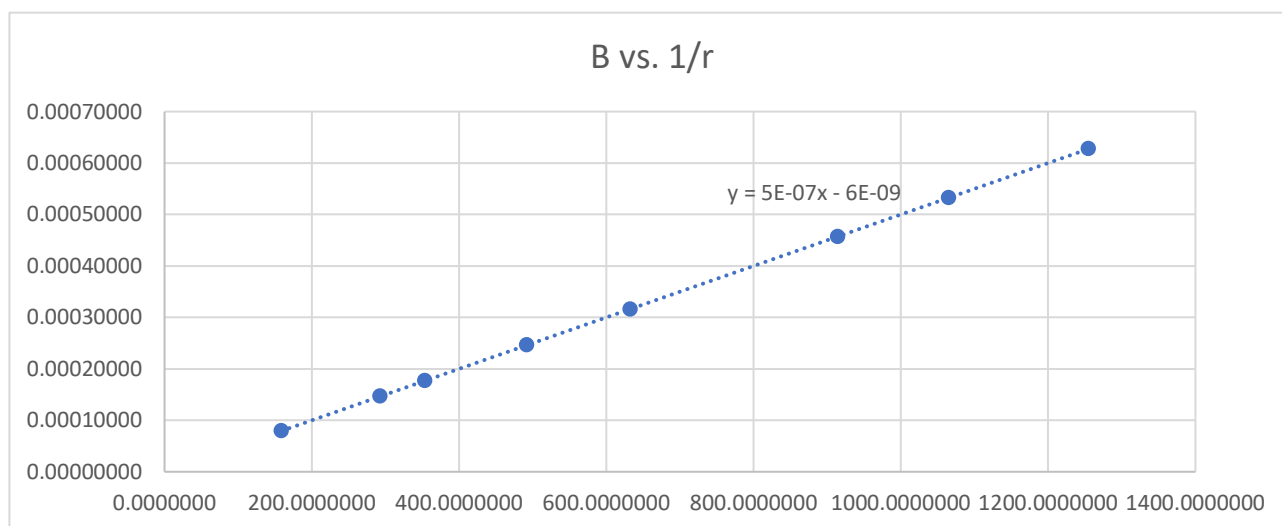
N	X en (m)	Y en (m)	B en (T)
1	-0.00100000	0.00044330	0.00045709
2	-0.00235290	-0.00156650	0.00017688
3	-0.00029410	0.00339900	0.00014655
4	0.00094120	-0.00127090	0.00031616
5	-0.00202940	0.00011820	0.00024596
6	-0.00464710	0.00425620	0.00007935
7	0.00050000	-0.00062070	0.00062733
8	-0.00020590	0.00091630	0.00053242

TABLA 5: Posición y campo magnético promedio

N	R	1/r	B en (T)
1	0.0010939	914.1994301	0.00045709
2	0.0028267	353.7732259	0.00017688
3	0.0034117	293.1090208	0.00014655
4	0.0015815	632.3234851	0.00031616
5	0.0020328	491.9228010	0.00024596
6	0.0063016	158.6886291	0.00007935
7	0.0007970	1254.6463942	0.00062733
8	0.0009391	1064.7939732	0.00053242

Método gráfico

Con los datos de la tabla 5, graficamos B vs. 1/r para luego hallar la constante de permeabilidad del vacío, teniendo como dato la intensidad de corriente.





Tenemos la ecuación:

$$B = m \left(\frac{1}{r} \right) + b = 0.0000005 \left(\frac{1}{r} \right) - 0.000000006$$

Donde la pendiente nos ayudara a encontrar la intensidad de corriente:

$$m = 0.0000005 = \frac{\mu_0 I}{2\pi}$$

Sabemos que:

$$I = 9.55 \text{ A}$$

Entonces el valor de la constante de permeabilidad del vacío es:

$$\mu'_0 = \frac{(0.0000005)2\pi}{9.55} = 3.289633507853403 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

$$\mu'_0 = 3.3 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

Desviación relativa porcentual:

$$e\% = \frac{|\mu_0 - \mu'_0|}{\mu_0} \times 100\%$$

$$e\% = \frac{\left| 4 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} - 3.3 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} \right|}{4 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}} \times 100\%$$

$$e\% = \frac{|4 - 3.3|}{4} \times 100\%$$

$$e\% = 17.5\%$$



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

PRIMERA EXPERIENCIA

Tabla 6.

Método	Ecuación B vs 1/r	I
Gráfico	$B = 6.08 \times 10^{-7} \left(\frac{1}{r} \right) - 6.32 \times 10^{-5}$	9,55 A

SEGUNDA EXPERIENCIA

Tabla 7.

Método	Ecuación	μ'_0	e%
Gráfico	$B = 5 \times 10^{-7} \left(\frac{1}{r} \right) - 6 \times 10^{-9}$	$3.3 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$	17.5%

DISCUSION

Podemos ver que de acuerdo a nuestros experimentos de laboratorio pudimos determinar las ecuaciones del campo magnético y determinar tanto la intensidad de corriente como la constante de permeabilidad magnética μ_0 .

Todos estos resultados fueron pasados por calculo de errores de los cuales se muestran los valores en la anterior tabla. Los cuales se dieron por la variación de precisión del simulador.

CUESTIONARIO:

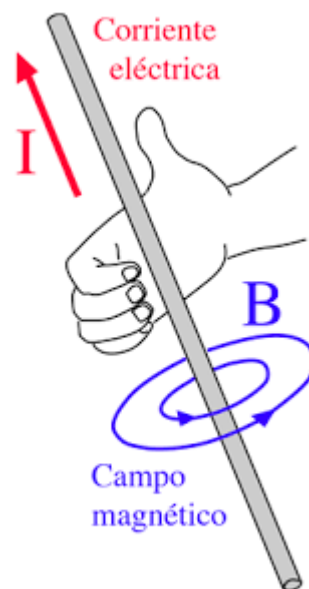
1.1. Explica que es una línea de inducción magnética y sus características.

Las líneas de inducción magnética son la forma de representar un campo magnético, indicando la dirección y sentido de la intensidad de campo B . Posee las siguientes características:

- ✓ Está compuesto de líneas imaginarias, continuas y cerradas.
- ✓ Teóricamente, salen del polo norte y entran en el polo sur, cerrando internamente el circuito de sur a norte.
- ✓ Se acumulan en las cercanías de los polos, donde es mayor la densidad.
- ✓ Para cada punto del campo, hay un vector inducción magnética, B , tangente a la línea de inducción que pasa por el punto.
- ✓ Las líneas de inducción no se cruzan.
- ✓ La inducción magnética en el campo es proporcional a la densidad de líneas en una región.

1.2. ¿Cuál es la dirección del campo magnético en alguno de los puntos en que se ha determinado? Explique brevemente.

La dirección del campo magnético según la dirección de la intensidad, se calcula con la regla de la mano derecha.





1.3.¿Qué pasaría con el valor de la intensidad del campo magnético si la corriente cambia de sentido? Explique brevemente.

Si la corriente cambia a su dirección opuesta, la intensidad del campo magnético sería el mismo en módulo, pero cambiaría de sentido por la interpretación de la regla de la mano derecha.



CONCLUSIONES

- ✓ La ecuación de como varia el campo mientras se aumenta el radio es:

$$B = 5 \times 10^{-7} \left(\frac{1}{r} \right) - 6 \times 10^{-9}$$

- ✓ La intensidad que se trabajo fue de 9,55 A y la constante fue comprobada experimentalmente.
- ✓ El campo magnético como cualquier otro campo de esta naturaleza va disminuyendo a medida alejamos el objeto del epicentro del fenómeno.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hugh D. Young, Roger A. Freedman (University of California). (2018). FÍSICA UNIVERSITARIA. En A. L. University), *FÍSICA UNIVERSITARIA CON FÍSICA MODERNA 2* (A. E. Brito, Trad., Primera ed., Vol. 2, págs. 881-884). Ciudad de Mexico, Mexico: Pearson. Recuperado el 19 de Julio de 2022

Raymond A. Serway; Física Tomo I; Editorial McGraw–Hill.

Tipler Mosca; Física para la ciencia y la tecnología Vol. I; Editorial Reverte.

Miguel Ángel Hidalgo Moreno; Laboratorio de Física; Editorial PEARSON EDUCACIÓN.

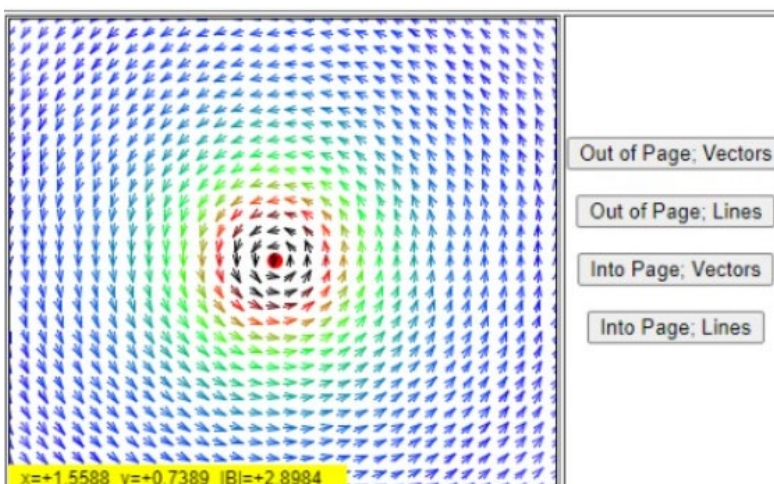
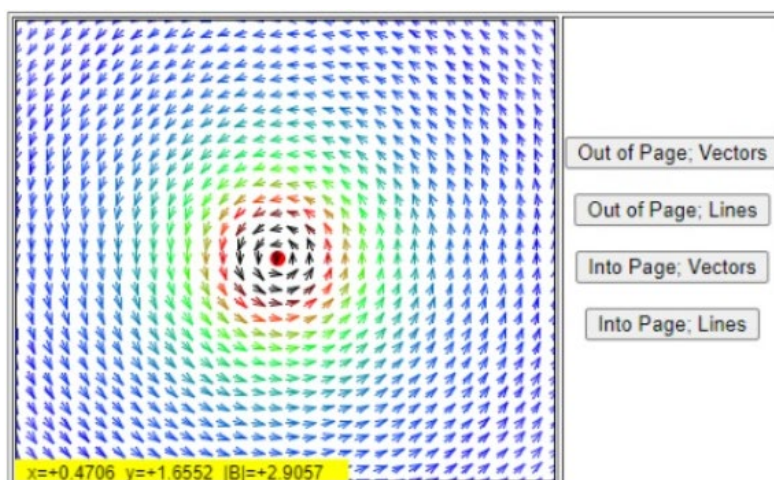
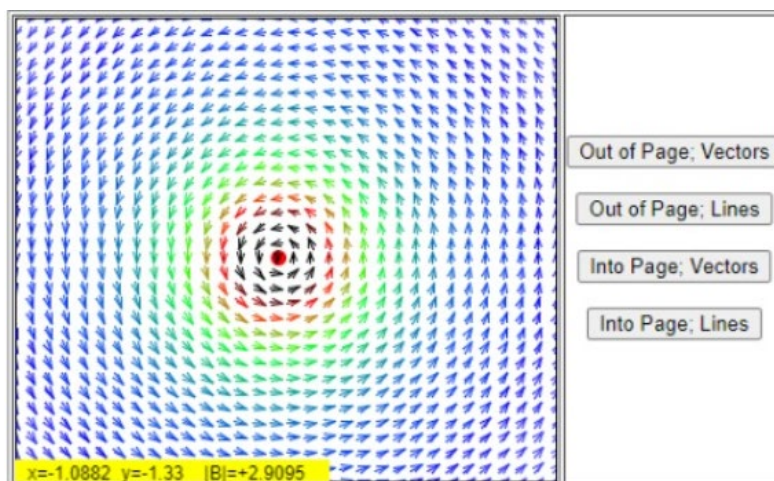
Sears –Zemansky; Física universitaria; 12ª. Edición; Vol. 1; Editorial ADDISON-WESLEY

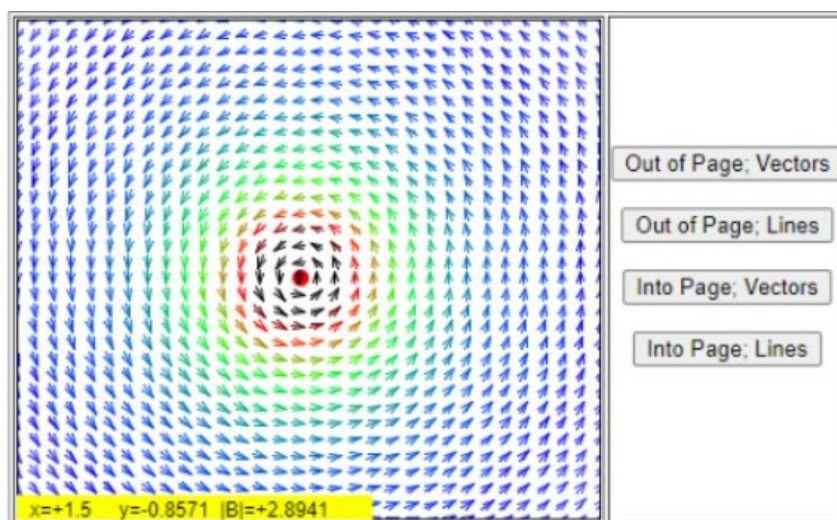
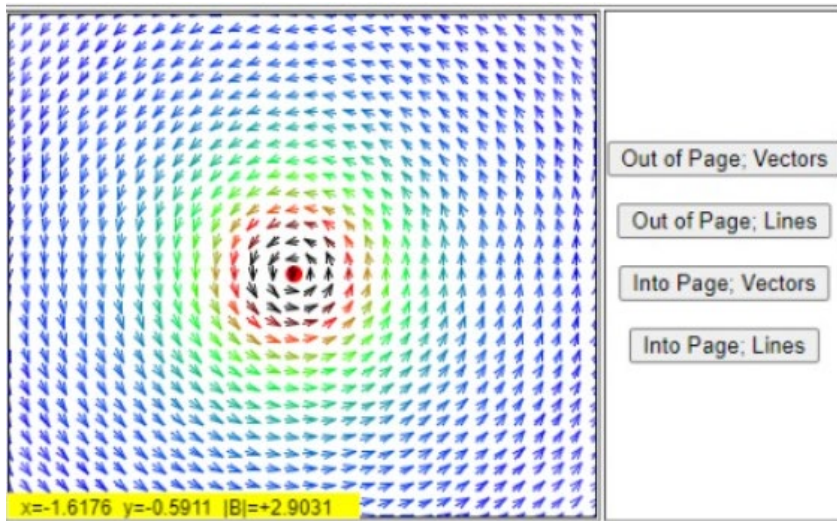
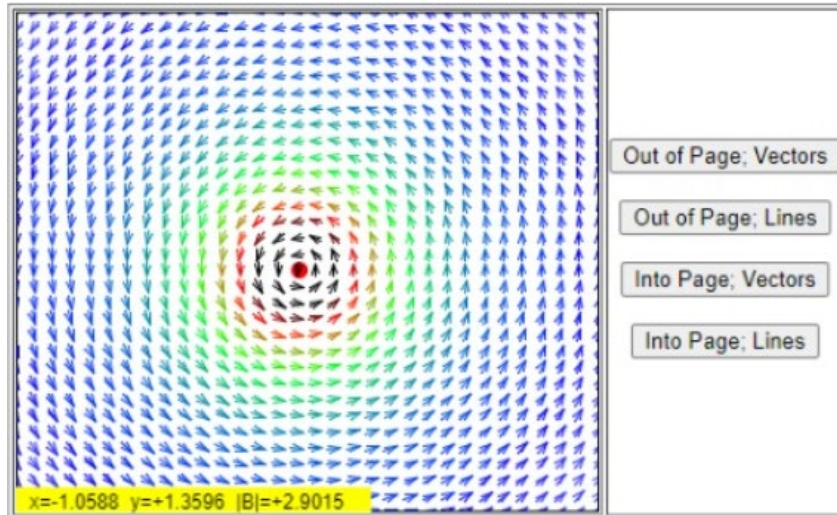
http://physics.bu.edu/~duffy/semester2/c14_long.html

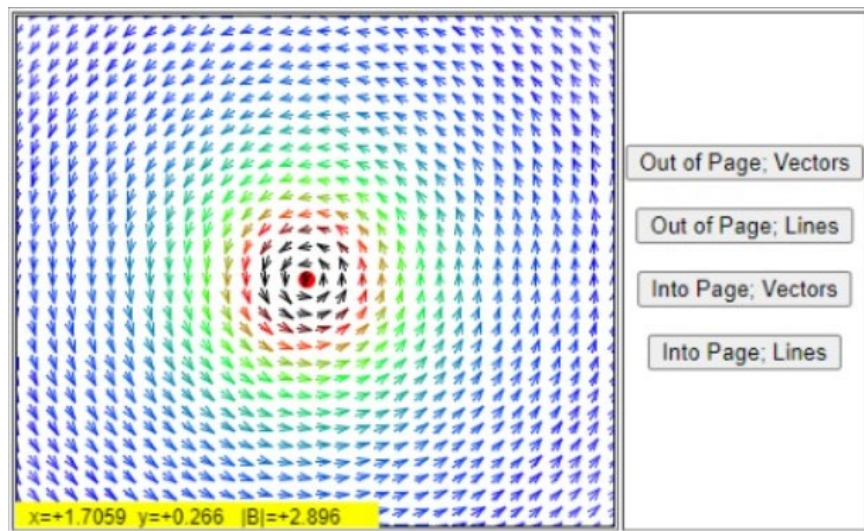
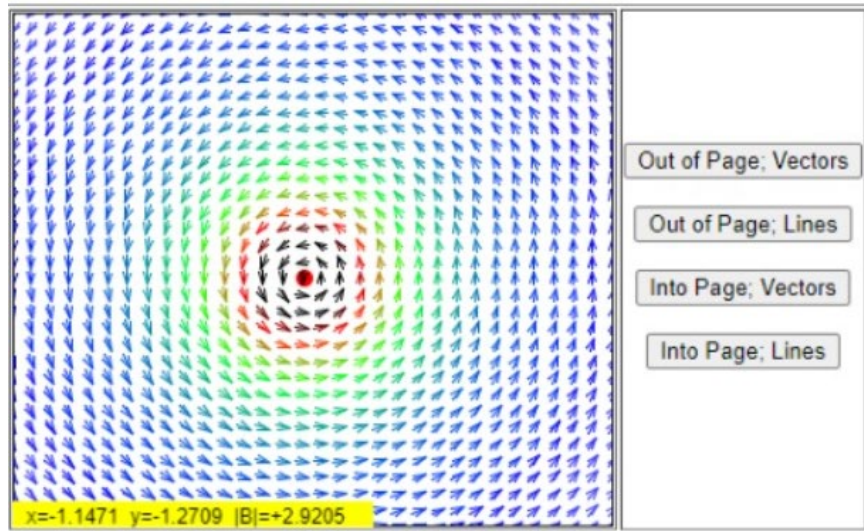
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/magnetico/linea/linea.html>

ANEXOS

Medidas tomadas en el laboratorio virtual para la primera experiencia:







Medidas tomadas en el laboratorio virtual para la segunda experiencia:

