

BALANZA DE CORRIENTES

Pretendemos comprobar la expresión de la fuerza que un campo magnético ejerce sobre un conductor rectilíneo (fuerza de Lorentz), y determinar los valores de un campo magnético y de una intensidad de corriente. Medimos las fuerzas que irán variando al cambiar las intensidades y la longitud de los conductores.

	L1	L2	L3	L4	L5	L6

A continuación calculamos las pendientes de las rectas que aparecen en la gráfica F-I

A continuación calculamos las pendientes que forman F-I por el método de ajuste de pares de puntos:

L (m)	0,012	0,022	0,032	0,042	0,064	0,084
M	0,000633	0,001159	0,00173	0,002318	0,003265	0,00425

$$m_{L_1} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,000633$$

$$m_{L_2} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,001159$$

$$m_{L_3} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,00173$$

$$m_{L_4} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,002318$$

$$m_{L_5} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,003265$$

$$m_{L_6} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{I_4 - I_1} + \frac{F_5 - F_2}{I_5 - I_2} + \frac{F_6 - F_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,004250$$

En la siguiente gráfica representamos para cada valor de I, los valores de F que corresponden a los diferentes conductores. La linealidad de las gráficas indicará la proporcionalidad entre la fuerza y la longitud del conductor.

Calculamos de nuevo las pendientes de las nuevas rectas:

I(A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
m'	0,021686	0,039447	0,059216	0,079199	0,111711	0,145046

$$m_{I_1} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,021686$$

$$m_{I_2} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,039447$$

$$m_{I_3} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,059216$$

$$m_{I_4} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,079199$$

$$m_{I_5} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,111711$$

$$m_{I_6} = \frac{\frac{F_4 - F_1}{L_4 - L_1} + \frac{F_5 - F_2}{L_5 - L_2} + \frac{F_6 - F_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,145046$$

Como podemos observar de los datos experimentales, la fuerza de Lorente está proporcionalmente relacionada con las variables longitud (del conductor) e intensidad de la corriente:

$$F \propto I l$$

En la siguiente gráfica representaremos m frente a L

Tal como muestra la gráfica, los puntos presentan un comportamiento lineal, y a continuación vamos a hallar la pendiente de dicha recta promedio:

Pendiente = $B = 0,05$ (T)

$$B = \frac{\frac{m_4 - m_1}{L_4 - L_1} + \frac{m_5 - m_2}{L_5 - L_2} + \frac{m_6 - m_3}{L_6 - L_3}}{3} = 0,05$$

En esta práctica representaremos m' frente a I

Al igual que en la gráfica anterior, la pendiente de la recta de mejor ajuste de los puntos representados se corresponderá con el valor del campo magnético B .

Pendiente = $B = 0,05$ (T)

$$B = \frac{\frac{m_4 - m_1}{I_4 - I_1} + \frac{m_5 - m_2}{I_5 - I_2} + \frac{m_6 - m_3}{I_6 - I_3}}{3} = 0,05$$

Por lo tanto el valor de $B = 0,05 \text{ T}$

Gracias al experimento anterior hemos comprobado la dependencia lineal entre la fuerza de Lorente, la intensidad I y la longitud del conductor, y se ha determinado el valor de B ; por lo que hay que probar experimentalmente también la relación entre la fuerza de Lorente y el campo magnético que interviene.

Para ello anotamos seis puntos (F, B) para distintos valores y seguidamente los representamos en una gráfica.

	B/6 (T)	B/3 (T)	B/2 (T)	2B/3 (T)	5B/6 (T)	B (T)
F(N)	0,000882	0,001764	0,002352	0,003038	0,003822	0,004606

De nuevo observamos una dependencia lineal de la fuerza con respecto al campo magnético, de lo que deducimos finalmente:

$$F \propto I \propto B$$

Observaciones:

Tras realizar la práctica hemos concluido que la fuerza resultante que actúa en presencia de un campo magnético y otro eléctrico es directamente proporcional a las siguientes variables físicas: longitud del conductor (l), intensidad de corriente (I) y campo magnético (B)

$$F \propto I \propto B$$

Si es una carga q la que se mueve con una cierta velocidad en una zona donde están presentes un campo magnético y otro eléctrico la fuerza resultante se expresa:

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

Pero en ésta práctica hemos utilizado una corriente en vez de una carga puntual, por lo que la fuerza tiene que ir expresada en función de la intensidad de corriente que no es más que en definitiva que carga en movimiento a través de un conductor rectilíneo de una determinada longitud l

$$I = \frac{dq}{dt}; \quad \vec{v} = \frac{d\vec{l}}{dt} \quad F = q(v \times B) \quad d\vec{F} = Idt\left(\frac{d\vec{l}}{dt} \times \vec{B}\right) \quad \vec{F} = I(d\vec{l} \times \vec{B})$$

Tal como muestran los datos experimentales.

CUESTIONES:

- Describe cómo podría usar el montaje de la práctica para medir la corriente en el circuito si no dispone de un amperímetro y sólo puede usar la balanza:

En esta práctica tenemos $\vec{l} \perp \vec{B}$
 luego la expresión vectorial $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$
 se puede poner como $F = IlB$ (ley de Lorentz).

Si en este caso no disponemos de un amperímetro que nos proporcione el valor de la intensidad I , seguimos el siguiente procedimiento:

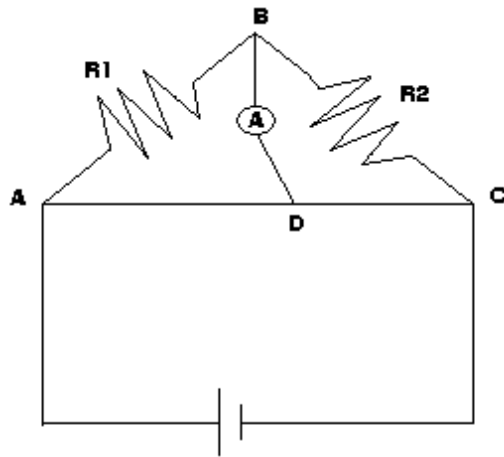
Teniendo en cuenta que el campo magnético B , producido por los imanes no varía, si dejamos fijo un conductor l , la relación anterior quedaría entonces sólo en función de la intensidad, ya que l y B son constantes por lo que para los distintos valores que presente la fuerza medida gracias a la balanza podemos sacar con facilidad la intensidad de corriente de la forma siguiente:

$$F = IlB = IC \quad I = \frac{F}{C} = \frac{F}{lB}$$

MEDIDA DE UNA RESISTENCIA ELÉCTRICA. PUENTE DE WHEATSTONE

En ésta práctica lo que se pretende es hallar el valor de una resistencia desconocida mediante el método del puente de Wheatstone.

Para empezar montamos todo lo necesario para realizar la práctica, de forma que quede así:



Para empezar comprobamos el valor de las resistencias conocidas R_2' y R_2'' mediante un multímetro en la opción de Ohmímetro.

En está práctica R_1 es la resistencia problema, R_2 es una de las resistencias medidas anteriormente, y A es el amperímetro.

Comprobamos que al mover D de su posición (se mueve a lo largo del conductor) la intensidad varía, la posición que nos interesa es donde dicha intensidad se anula. Esto se hace para las dos resistencias. ($L=1m$)

R2 (!)	x (m)	L-x (m)	R1 (!)
99,1 ± 0,1	0,630 ± 0,001	0,370 ± 0,001	168,74 ± 0,89
326 ± 1	0,311 ± 0,001	0,689 ± 0,001	147,14 ± 1,14

$$R_{1_1} = R_2 \frac{x_1}{L - x_1} = 168,74 \quad 0,89\Omega$$

$$\Delta R_1 = R_1 \varepsilon_{R_1} = \left(\frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta x_1}{x_1} + \frac{\Delta(L - x_1)}{L - x_1} \right) R_1 = 0,89$$

$$R_{1_2} = R_2 \frac{x_2}{L - x_2} = 147,14 \quad 1,14\Omega$$

$$\Delta R_{1_2} = R_{1_2} \varepsilon_{R_1} = \left(\frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta x_2}{x_2} + \frac{\Delta(L - x_2)}{L - x_2} \right) R_{1_2} = 1,14$$

La resistencia primera es más precisa, pues posee un error absoluto inferior a la otra, por lo que es más recomendable para llevar a cabo la práctica.

$$R_2 = 99,1 \pm 0,1 \quad ()$$

Dado que la precisión en la determinación de una resistencia utilizando este método es tanto mayor cuanto más parecido sean los valores de x y $l-x$, elija la resistencia para la cual se cumplan esta condición. Para determinar el valor de R_1 varias medidas de la posición de D para la cual se anula la corriente que pasa por el amperímetro y anote los valores obtenidos.

X (mm)	603 ±1	602 ±1	603 ±1	602 ±1	602 ±1	603 ±1
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

$\bar{x}$

$$= 0,603 \pm 0,001 \text{ (m)} \quad L - \bar{x} = 0,398 \pm 0,001 \text{ (m)}$$

$$R_1 = R_2 \frac{\bar{x}}{L - \bar{x}} = 150,21 \quad 0,78\Omega$$

Otra posible causa de error en la determinación de una resistencia es la falta de uniformidad del hilo AC. Una forma de subsanar este error en gran parte consiste en permutar las posiciones de R_1 y R_2 , y efectuar nuevas medidas. Si es R_1' el nuevo valor obtenido de esta manera, tomará como valor definitivo de la resistencia:

x (m)	0,400±0,001	0,400±0,001	0,400±0,001	0,400±0,001	0,400±0,001	0,400±0,001
-------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

$\bar{x}$

$$= 0,400 \pm 0,001 \text{ (m)} \quad L - \bar{x} = 0,601 \pm 0,001 \text{ (m)}$$

$$R_1' = R_2 \frac{\bar{x}}{L - \bar{x}} = 65,93 \quad 0,34\Omega$$

$$R = \frac{R_1 + R_1'}{2} = 108,07 \quad 4,55 \Omega$$

Comprobamos al final que al intercambiar las posiciones de la fuente de alimentación y el amperímetro en el montaje empleado, los resultados son los mismos.

CUESTIONES:

- ¿Por qué se aconseja utilizar una resistencia R2 tal que el equilibrio se consiga para una posición del cursor lo más próxima posible al centro del hilo?
- Si la posición del cursor se encuentra por el centro del hilo, $L-x$ también se aproxima al valor de x , por lo que la división entre esos dos miembros $\frac{x}{L-x}$ será entorno a 1, y esto se consigue en el otro miembro de la ecuación $\frac{R_1}{R_2} = \frac{x}{L-x}$, cuando R2 es aproximadamente igual a R1. Si no fuese así, y R2 variaría mucho de R1.
- Demuestre que es posible intercambiar las posiciones de la fuente de alimentación y el amperímetro en la figura 1 sin que varíe la ecuación de equilibrio (1)

–No varía, puesto que la ecuación de equilibrio en este circuito sería:

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

En esta práctica pretendemos estudiar la carga y descarga de un condensador a través de una resistencia, determinando la constante de tiempo y la resistencia.

Conectamos los elementos del circuito.

El cronómetro tiene que empezar a funcionar a la vez que conectamos el interruptor de forma que comience la carga.

CARGA	
t (s)	V (V)
0	0
15	0,9
30	1,7
45	2,3
60	2,8
75	3,2
90	3,6
105	4,0
120	4,2
135	4,4
150	4,6
165	4,8
180	5,0
195	5,1
210	5,2

225	5,3
240	5,3
255	5,4
270	5,4
285	5,4
300	5,4

Construimos la gráfica V–t

Como podemos observar, la gráfica obtenida es una curva que varía de forma exponencial.

Desconectamos el condensador de la fuente y pulsamos l cronómetro para estudiar el proceso de descarga

C=2200 F

DESCARGAR		
t (s)	V (V)	Ln(V)
0	5,4	1,686399
30	3,8	1,335001
60	2,8	1,029619
90	2,0	0,693147
120	1,4	0,336472
150	1,0	0
180	0,8	-0,22314
210	0,6	-0,51083
240	0,4	-0,91629
270	0,3	-1,20397
300	0,2	-1,60944
330	0,1	-2,30259
360	0,0	

Volvemos a construir la gráfica V–t

Representamos en otra gráfica Ln(V) en ordenadas y t en abcisas, y dibujamos la recta de mejor aproximación entre los puntos.

Mediante la ecuación

$$V = V_{\max} e^{-\frac{t}{RC}},$$

y la gráfica Ln(V)–t podemos determinar el valor de R. Tomando logaritmos:

$$\ln V = \ln V_{\max} e^{-\frac{t}{RC}} = \ln V_{\max} + \ln e^{-\frac{t}{RC}} = \ln V_{\max} - \frac{t}{RC} \ln e,$$

que es una función de tipo $y=mx + n$, donde la pendiente m es

$$m = -\frac{\ln e}{RC} = \frac{-1}{RC}$$

Por el método de ajuste de pares de puntos calculamos la pendiente m:

$$m_1 = \frac{\ln V_7 - \ln V_1}{t_7 - t_1} = -0,011$$

$$m_2 = \frac{\ln V_8 - \ln V_2}{t_8 - t_2} = -0,010$$

$$m_3 = \frac{\ln V_9 - \ln V_3}{t_9 - t_3} = -0,011$$

$$m_4 = \frac{\ln V_{10} - \ln V_4}{t_{10} - t_4} = -0,011$$

$$m_5 = \frac{\ln V_{11} - \ln V_5}{t_{11} - t_5} = -0,011$$

$$m_6 = \frac{\ln V_{12} - \ln V_6}{t_{12} - t_6} = -0,013$$

$$m = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6}{6} = -0,011 \quad 0,002$$

$$\Delta m = (m_{\max} - m_{\min}) / 2 = 0,002$$

Despejamos R:

$$m = \frac{-\ln(e)}{RC} \quad R = -\frac{\ln e}{mC} = 41322,31 \quad 7513,14 \Omega$$

$$\Delta R = \frac{\Delta m}{m} R = 7513,14$$

Y a continuación calculamos el valor de la cte. de tiempo T:

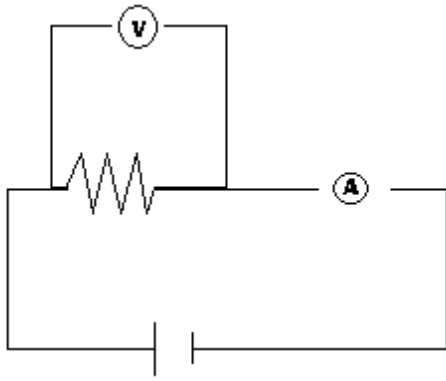
$$T = RC = 90,91 \quad 16,53s$$

$$\Delta T = \frac{\Delta R}{R} T = 16,53$$

LEY DE OHM

En esta práctica se estudiará la dependencia de la resistencia con la sección, la longitud y la naturaleza del conductor, además de encontrar el valor de la resistencia.

Se monta el circuito de la figura:



Una vez encendida la fuente de alimentación anotamos las intensidades para los distintos valores de V, esto se hace para hilos de distinto diámetro, y uno de ellos de distinto material.

Para la siguiente tabla iremos variando la longitud del hilo de 0,35 mm de diámetro desde los 0,9 m

Representamos los valores de V frente a los de I

También representamos los valores obtenidos para el hilo de 0,50 mm de CrNi

A continuación calculamos las pendientes de estas gráficas, las cuales se corresponden con el valor de la pendiente de cada una de ellas.

$$R_{0,50 \text{ mm}} = 2,98 !$$

$$R_{0,35 \text{ mm}} = 6,33 !$$

$$R_{0,25 \text{ mm}} = 12,50 !$$

$$R_{0,50 \text{ mm}} = 6,73 ! \text{ (hilo de CrNi)}$$

$$m_{0,50} = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 2,98$$

$$m_{0,35} = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 6,33$$

$$m_{0,25} = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 12,50$$

$$m_{0,50 \text{ CrNi}} = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 6,73$$

En esta gráfica representamos la resistencia de los hilos de constantán frente al diámetro de dicho hilos

En esta otra lo hacemos frente al inverso del diámetro

A continuación representamos los valores de V en función de los valores de I obtenidos para el hilo de 0,35 mm de diámetro de constantán.

En este caso si que observamos un comportamiento lineal, lo que indica que el voltaje y la intensidad son directamente proporcionales.

Hallamos la resistencia para cada longitud como la pendiente de cada una de las rectas.

tal que $R=V/I$ siendo m la pendiente:

$$R_1 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 6,33$$

$$R_2 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 5,86$$

$$R_3 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 5,18$$

$$R_4 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 4,78$$

$$R_5 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 3,99$$

$$R_6 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 3,26$$

$$R_7 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 2,68$$

$$R_8 = \frac{\frac{V_6 - V_1}{I_6 - I_1} + \frac{V_7 - V_2}{I_7 - I_2} + \frac{V_8 - V_3}{I_8 - I_3} + \frac{V_9 - V_4}{I_9 - I_4} + \frac{V_{10} - V_5}{I_{10} - I_5}}{5} = 1,98$$

1. Tal como hemos visto los valores de R van decreciendo a medida que el diámetro de los conductores aumentaba, lo que muestra que son inversamente proporcionales, lo cual se observa claramente en las gráficas $R-d$ y $R-1/d$, ya que en la primera se observa una curva decreciente y en la segunda una recta decreciente.

$$R \propto \frac{1}{d}$$

$$\text{Si consideramos la expresión } R = \frac{\rho l}{S} = \frac{\rho l}{2\pi r} = \frac{\rho l}{\pi d}$$

lo cual se corresponde a lo obtenido en los datos experimentales anteriores.

2. El comportamiento que presenta R en función de la longitud del conductor es claramente lineal, tal como se puede ver en la gráfica R-l. Esto se corresponde a lo esperado inicialmente ya que la expresión anterior

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

indica que son directamente proporcionales.

3. Si comparamos los resultados obtenidos en la resistencias de 0,50 mm de constantán y de CrNi observamos una gran diferencia (2,98 ! y 6,73 ! respectivamente) a pesar de que son dos conductores de igual longitud y diámetro, lo que muestra claramente intervención de la resistividad de ambos conductores en el resultado final de las resistencias, tal como se esperaba teóricamente:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

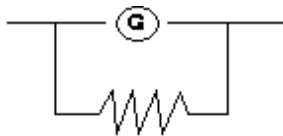
$$\rho_{\text{constantán}} = \frac{R \pi d}{l} = \frac{\pi \cdot 2,98 \cdot 0,00050}{0,90} = 0,005 (\Omega m)$$

$$\rho_{\text{CrNi}} = \frac{R \pi d}{l} = \frac{\pi \cdot 6,73 \cdot 0,00050}{0,90} = 0,012 (\Omega m)$$

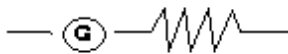
CUESTIONES:

- ¿Cuál es la diferencia esencial entre un amperímetro y un voltímetro? ¿Cuál de los dos aparatos tiene mayor resistencia?

El fundamento de los dos aparatos es el galvanómetro. En el amperímetro al galvanómetro se le ha asociado una resistencia en paralelo (resistencia de shunt)



Pero en el caso del voltímetro, el galvanómetro está dispuesto en serie con una resistencia de valor alto (resistencia multiplicada)



- ¿Por qué se recomienda mantener la fuente encendida durante el menor tiempo posible?

Si el cable se calienta, la resistencia del conductor aumenta también (es directamente proporcional a la temperatura). De esta forma podemos decir que si el cable aumenta su temperatura los resultados no serán correctos, se emitirá una potencia cada vez mayor:

$$P = I^2 R$$

Esto es conocido como efecto Joule

- Justifique teóricamente los resultados observados experimentalmente:

Sabemos que:

siendo n la unidad de carga q , v la velocidad de arrastre de los electrones a través del conductor y S la superficie de dicho conductor.

La intensidad que circula también puede expresarse como $I = jS$, donde j es la densidad de corriente, de forma que

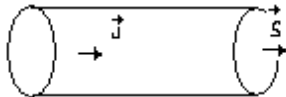
donde ρ es la conductividad eléctrica

siendo ρ la densidad de carga por unidad de volumen

$$I = nqvS = jS \quad j = nqv = \rho v$$

Si expresamos esto de forma vectorial:

La ley de Ohm $V = IR$ en un conductor rectilíneo y uniforme



es $I = Sj$

Luego

La expresión es la ley de Ohm para cualquier conductor (ley general de Ohm).

- Analice las ventajas e inconvenientes del conexionado de los aparatos de medida como se esquematizan en las figuras 1 y 2, montajes conocidos como corto y largo respectivamente. Determine el valor verdadero de la resistencia problema R_0 en función de la resistencia medida R_{med} y las resistencias del amperímetro R_A y del voltímetro R_V .

– Montaje corto: la indicación del voltímetro es correcta, sin embargo, el amperímetro mide la corriente que circula por la resistencia y por el voltímetro.

Sean I_2 y V_2 las indicaciones del amperímetro y del voltímetro, e I_V la intensidad de corriente que atraviesa la el voltímetro.

El valor de la resistencia obtenido en el experimento es:

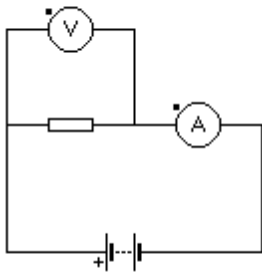
$$R_2 = V_2 / I_2$$

$$1/R_2 = (1/R) + (1/R_V)$$

$$1/R = (1/R_2) - (1/R_V)$$

$$R = (R_2 R_V) / (R_V - R_2)$$

El valor verdadero de la resistencia es superior al obtenido en el experimento. El error relativo es del $100R_2/R_V$ en %. El montaje resulta conveniente en la medida de resistencias pequeñas comparadas con R_V .



–Montaje largo: el amperímetro mide correctamente el valor de la intensidad I' , el voltímetro mide la caída de potencial en la resistencia y en el amperímetro. Sean $V1$ e $I1$ las indicaciones del voltímetro y del amperímetro, R la resistencia problema y R_A la resistencia del amperímetro.

Si es $R1$ el valor de la resistencia que se obtiene en el experimento:

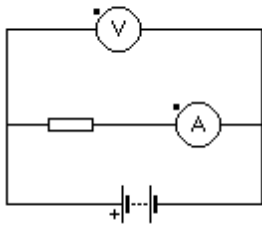
$$R1 = V1 / I1$$

y

$$R = (V1 - I1 R_A) / I1 = R1 - R_A = R1(1 - R_A / R1)$$

el verdadero valor de la resistencia es inferior al obtenido en el experimento, y el error relativo vale $100 R_A / R1$ en %

El montaje resulta apropiado en la medida de resistencias grandes comparadas con R_A



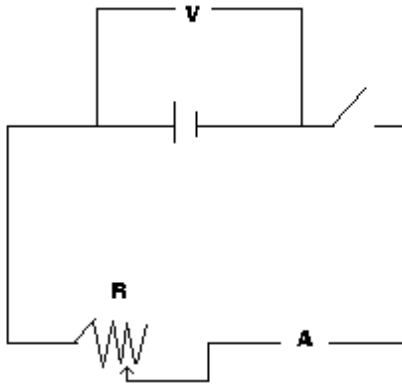
CARACTERÍSTICAS DE UNA PILA

En ésta práctica se estudia el comportamiento de una fuente de tensión real. Para ello tenemos que determinar la fuerza electromotriz y la resistencia interna de la fuente.

Montamos el circuito y tomamos los valores:

V	I
3,0	0,68
4,5	0,45
5,0	0,42
6,0	0,28
6,5	0,19
6,5	0,20
7,0	0,12

7,0	0,10
7,0	0,09
7,5	0,80
7,5	0,70



Esta recta viene dada por la función $V = \epsilon - Ir$, siendo r la resistencia de la pila y ϵ la fuerza electromotriz inducida (f.e.m.), representando cada una la pendiente y la ordenada en el origen respectivamente.

Por el método de ajuste de pares de puntos hallamos la pendiente.

!

A continuación calculamos la r de la siguiente forma:

$$V = \epsilon - Ir \quad \epsilon = V + Ir = \left(\sum_{n=1}^{10} V_n + I_n r \right) / 10 = 7,75 - 0,75 (V)$$

$$\epsilon_1 = V_1 + I_1 r = 6,58$$

$$\epsilon_2 = V_2 + I_2 r = 7,72$$

$$\epsilon_3 = V_3 + I_3 r = 8,01$$

$$\epsilon_4 = V_4 + I_4 r = 8,00$$

$$\epsilon_5 = V_5 + I_5 r = 7,86$$

$$\epsilon_6 = V_6 + I_6 r = 7,86$$

$$\epsilon_7 = V_7 + I_7 r = 7,72$$

$$\epsilon_8 = V_8 + I_8 r = 7,64$$

$$\epsilon_9 = V_9 + I_9 r = 8,07$$

$$\epsilon_{10} = V_{10} + I_{10} r = 8,00$$

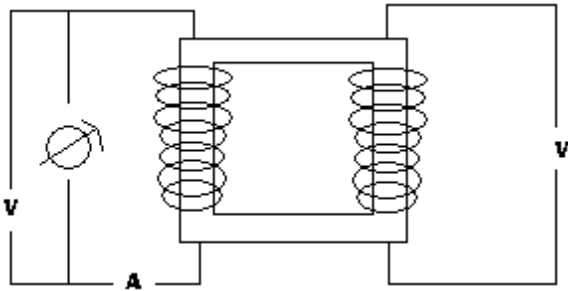
$$\Delta \epsilon = (\epsilon_{\max} - \epsilon_{\min}) / 2 = 0,75$$

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE ALTERNA

En esta práctica se va a comprender el funcionamiento de un transformador eléctrico y su utilización en corrientes alternas.

- **Relación entre las tensiones del primario y secundario:**

Se procede al montaje del circuito:



Se mide la tensión en el secundario, V_2 , para diferentes valores de la tensión en el primario V_1 .

Representamos V_2 frente a V_1 y hallamos su pendiente por el método de ajuste de pares de puntos

$$m = \frac{\frac{V_{2_3} - V_{2_1}}{V_{1_3} - V_{1_1}} + \frac{V_{2_6} - V_{2_2}}{V_{1_6} - V_{1_2}} + \frac{V_{2_7} - V_{2_3}}{V_{1_7} - V_{1_3}} + \frac{V_{2_8} - V_{2_4}}{V_{1_8} - V_{1_4}}}{4} = 0,45 \quad 0,00$$

$$\Delta m = (m_{\max} - m_{\min}) / 2 = 0,00$$

- **Tensión en el secundario en función del número de vueltas del secundario:**

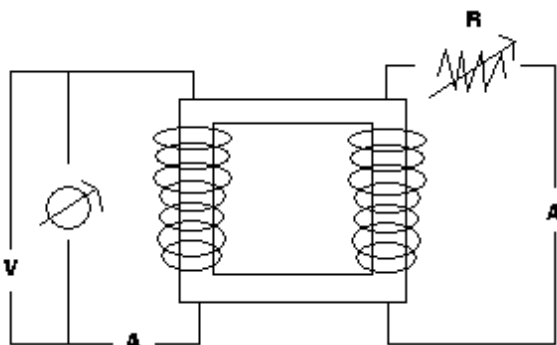
Fijamos una tensión en la fuente conectada al primario y medimos la tensión entre diferentes tomas de la bobina múltiple del secundario.

Representamos los datos.

Observamos una clara dependencia lineal entre el número de vueltas de la bobina y la tensión

- **Relación entre las intensidades del primario y secundario:**

Montamos el siguiente circuito:



Para una tensión fija de la fuente, variamos la resistencia de carga R y medimos las intensidades del primario I_1 y secundario I_2 .

De nuevo la existe se puede observar una dependencia lineal entre ambas intensidades.

- **Intensidad en secundario en función del número de vueltas del secundario:**

Para una intensidad fija I_1 en el primario, se mide la intensidad en el secundario utilizando las diferentes tomas de la bobina múltiple.

Se observa claramente que ambas magnitudes son inversamente proporcionales, tal como se esperaba según la ecuación $n_1 I_1 = n_2 I_2$ para unos valores de I_1 y n_1 fijos.