

# INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

A partir de la experiencia desarrollada, se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Estudio de un circuito de corriente continua.
- Verificación experimental de las Leyes de Kirchhoff.

## MARCO TEÓRICO

Para poder comprender y realizar la actividad propuesta, resulta necesario recurrir brevemente a algunos conceptos teóricos. Los mismos se presentan a continuación:

<b>Potencial eléctrico (<math>V</math>)</b>	<p>El potencial eléctrico se define, en cualquier punto del campo eléctrico, como la energía potencial por unidad de carga asociada con una carga de prueba en dicho punto. Es una magnitud escalar y su unidad de medida es el Voltio (V).</p> <p>Entre dos puntos de un campo eléctrico se tiene energías potenciales eléctricas distintas y, en consecuencia, existe la llamada <b>diferencia de potencial</b>. Se trata del trabajo realizado por la fuerza eléctrica cuando una unidad de carga se desplaza desde un punto A hasta un punto B.</p> <p>El instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos puntos se denomina <b>voltímetro</b>.</p>
<b>Fuerza electromotriz</b>	Diferencia de potencial que entrega una pila en el vacío.
<b>Corriente eléctrica (<math>I</math>)</b>	Flujo de carga eléctrica que atraviesa un material conductor durante un periodo de tiempo determinado. De acuerdo al Sistema Internacional de Unidades, la corriente eléctrica se expresa en Coulomb/segundo (C/s), unidad denominada Amperio (A).
<b>Resistencia eléctrica (<math>R</math>)</b>	Grado de oposición o impedimento de un material a la corriente eléctrica que lo recorre. La resistencia se mide en Ohmios, que se simbolizan con la letra griega omega ( $\Omega$ ).
<b>Ley de Ohm</b>	$R = \frac{\Delta V}{I}$ siendo $R$ la resistencia, $\Delta V$ la diferencia de potencial e $I$ la corriente eléctrica.
<b>Leyes de Kirchhoff</b>	<p><b>Primera ley de Kirchhoff o ley de los nudos:</b></p> <p>En todo nudo, la suma de las intensidades de las corrientes que llegan es igual a la suma de las intensidades de las corrientes que salen del mismo.</p>

$$\sum i_{ll} = \sum i_s$$

**Segunda ley de Kirchhoff o ley de las mallas** (para los circuitos de corriente continua):

La suma algebraica de las diferencias de potencial encontradas en una malla, recorrida en un sentido determinado, es igual a cero.

$$\sum_{\text{malla}} (V_i - V_j) = 0$$

### Algunos elementos y definiciones en un circuito de corriente continua:

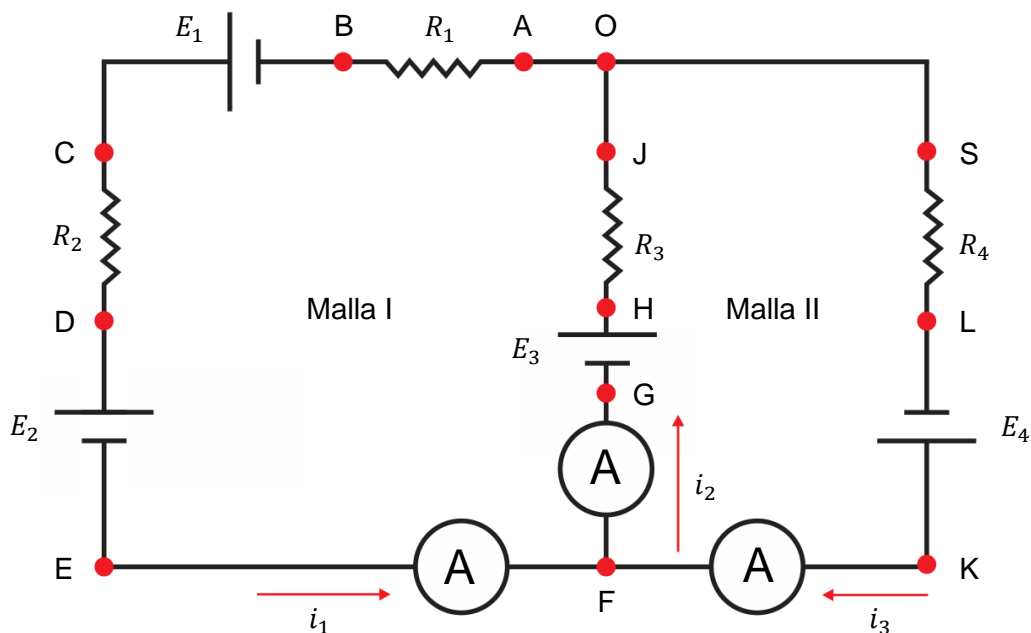
- **Nudo o nodo:** punto al que confluyen más de dos ramas en un circuito.
- **Rama:** tramo sin bifurcaciones de corriente.
- **Malla:** camino cerrado que forman las ramas en un circuito.
- **Resistor:** elemento pasivo que toma energía y la disipa como calor, de determinada resistencia R.
- **Pila:** las pilas y las baterías son generadores que se utilizan como fuentes de electricidad. Al alimentar un circuito cualquiera, harán que por éste circule una corriente de electrones que saldrán del terminal negativo de la batería hacia el terminal o borne positivo, donde hay una carencia de electrones. De esta manera suministran la corriente eléctrica.

## DESARROLLO

### 01. Materiales empleados

- 4 pilas secas
- 4 resistores fijos
- 3 miliamperímetros
- 3 interruptores
- 1 voltímetro de elevada resistencia interna
- Cables de conexión

### 02. Armado del circuito y medición de la FEM



Antes de comenzar a trabajar, es necesario verificar que todos los instrumentos provistos marquen cero. Luego, utilizando el voltímetro de alta resistencia y con el circuito aún abierto, mediremos la diferencia de potencial entre los bornes de cada una de las pilas. Las mediciones registradas representarán la fuerza electromotriz para cada caso.

$$E_1 = 1,494V \quad E_2 = 1.564V \quad E_3 = 1.410V \quad E_4 = 1.484V$$

### 03. Verificación de la primera ley de Kirchhoff

Para poder verificar el cumplimiento de la ley de los nudos, registraremos los valores de los tres miliamperímetros insertados en el circuito alrededor del nodo F. Para que el postulado se cumpla, y de acuerdo con los sentidos de circulación establecidos, la suma de las corrientes  $i_1$  e  $i_3$  debe ser igual a la intensidad de la corriente  $i_2$ .

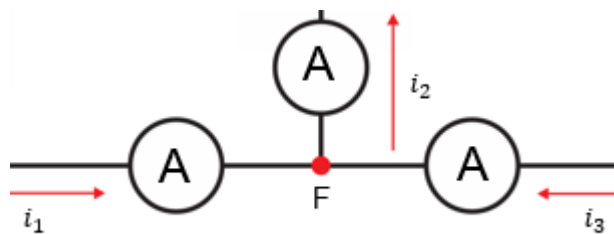
Las mediciones obtenidas fueron las siguientes:

$$i_1 = 10\text{mA}$$

$$i_2 = 34\text{mA}$$

$$i_3 = 24\text{mA}$$

Aplicando la primera ley de Kirchhoff:



$$\sum I_u = \sum I_s$$

$$I_1 + I_3 = I_2$$

$$10\text{mA} + 24\text{mA} = 34\text{mA}$$

Podemos tomar como válido el valor aproximado que obtuvimos en  $I_2$  obtenido de la suma de  $I_1$  y  $I_3$ , ese valor obtenido experimentalmente podría diferir con el valor obtenido de manera teórica, y esto se debe a la inexactitud de cada instrumento al momento de realizar las mediciones, entonces podemos decir que si se cumple la Primera ley de Kirchhoff.

### 04. Verificación de la segunda ley de Kirchhoff

Para verificar la segunda ley de Kirchhoff se recorrió la malla I midiendo los potenciales en los puntos A, B, C, D, E, F, G, H y J respecto del punto O. Obteniendo los valores de la columna "a" de la siguiente tabla:

	Valores medidos			Valores Calculados			
	a	b	c	d	e	f	g
	$V_{jo}$	I	Pila (FEM)	$V_i - V_j$	Expresión	$R_{ij}$	$R_{acum}$
Punto	[V]	[A]	[V]	[V]	[-]	[ $\Omega$ ]	[ $\Omega$ ]
A	-1mV	$(I_1)$ 10mA	$E_1$ 1,494V	61,4mV	2	6,14	6,14
B	-62,4mV			-1,47V	1	2,4	
C	1,41V			0,19V	2	19	
D	1,22mV		$E_2$ 1,564V	1,6V	1	3,6	25,14
E	-0,38V			0,027V	2	2,7	
F	-0,4V	$(I_2)$ 34mA	$E_3$ 1,410V	0,043V	2	1,26	27,84
G	-0,45V			-1,01V	1	11,76	29,10
H	0,56V			0,56V	2	16,47	29,10
J	1,5mV						45,57

Asimismo, se midieron las corrientes de las ramas involucradas en la malla I y se incluyeron las diferencias de potencial de las distintas FEM.

En la columna “d” de la tabla se calcularon las distintas diferencias de potencial entre puntos sucesivos.

Mientras en la columna “e” se calcularon las distintas resistencias entre varios pares de puntos teniendo en cuenta si entre dichos pares de puntos se encuentra una resistencia interna de una pila además de la resistencia provista por el resistor.

Ecuación 1 (teniendo en cuenta la resistencia interna de la pila):

$$R_{pila} = \frac{|E| - |V_i - V_j|}{|I|}$$

- $R_{pila} = \frac{|1,494V| - |1,47V|}{|10mA|} = 2,4\Omega$
- $R_{pila} = \frac{|1,564V| - |1,6V|}{|10mA|} = 3,6\Omega$
- $R_{pila} = \frac{|1,410V| - |-1,01V|}{|34mA|} = 11,76\Omega$

Ecuación 2 (resistencia de un resistor):

$$R = \frac{|V_i - V_j|}{|I|}$$

- $R = \frac{|61,4mV|}{|10mA|} = 6,14\Omega$
- $R = \frac{|0,19V|}{|10mA|} = 19\Omega$
- $R = \frac{|0,027V|}{|10mA|} = 2,7\Omega$
- $R = \frac{|0,043V|}{|34mA|} = 1,26\Omega$
- $R = \frac{|0,56V|}{|34mA|} = 16,47\Omega$

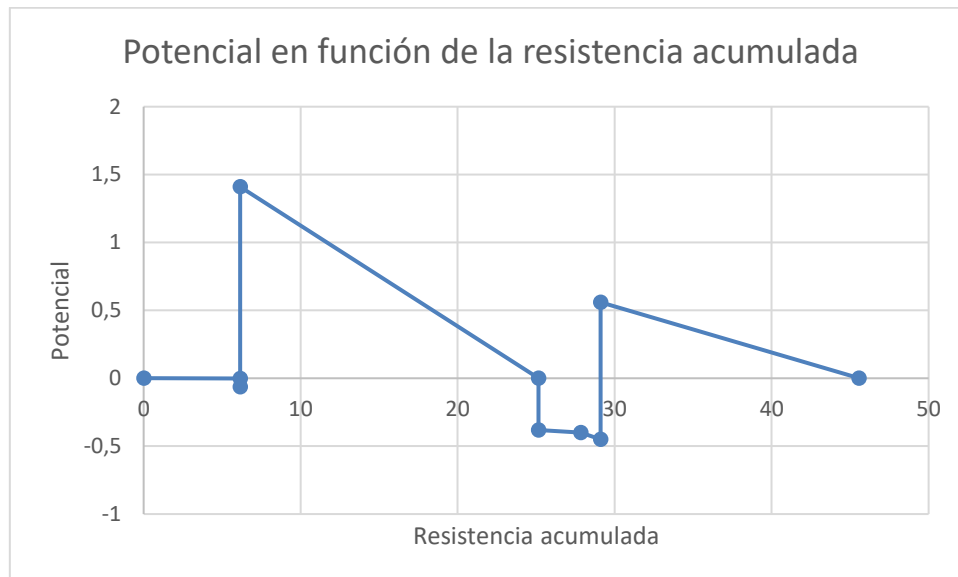
A fin de verificar el enunciado de la segunda Ley de Kirchhoff, se procedió a sumar las distintas diferencias de potencial de la malla I teniendo en cuenta el signo obtenido a la hora

de realizar las mediciones con el voltímetro.

$$\sum_{\text{malla}} (V_i - V_j) = 0,0614 - 1,47 + 0,19 + 1,6 + 0,027 + 0,043 - 1,01 + 0,56 = 0,00175$$

Como se puede observar el valor obtenido es muy cercano al cero, lo cual coincide con lo que indica la segunda ley de Kirchhoff ( $\sum_{\text{malla}} (V_i - V_j) = 0$ ). Dicho valor se puede atribuir a distintas causas, como pueden ser la impresión del instrumento o el factor humano a la hora de realizar las mediciones. Aun así, se puede afirmar que se cumple la segunda ley de Kirchhoff.

Por otra parte, también se confeccionó el siguiente grafico para relacionar las distintas diferencias de potencial obtenidas en función de la resistencia acumulada en cada punto de la malla I. En este grafico se pueden interpretar las distintas pendientes como las dos corrientes que recorren la malla I, resultantes de la relación entre resistencia y potencial. Asimismo, se puede ver que se cumple la segunda ley de Kirchhoff, ya que al final del grafico (que es donde se termina de recorrer la malla I) a pesar de las distintas subidas y bajadas de potencial, este termina siendo cero como indica la ley.



## Conclusiones:

Como se pudo ir viendo se logró alcanzar los objetivos y los resultados fueron los esperados, siempre considerando los errores de medición posibles.

Se pudo armar satisfactoriamente el circuito propuesto realizando las mediciones pertinentes.

Se logro representar gráficamente la relación entre potencial y resistencia en dicho circuito, obteniendo la corriente como pendiente de la gráfica obtenida (lo cual concuerda con la ley de Ohm, siendo que la corriente es la diferencia de potencial sobre la resistencia).

Por último, pero no menos importante, se pudieron ver y demostrar de manera práctica las dos leyes de Kirchhoff mediante las experiencias realizadas.

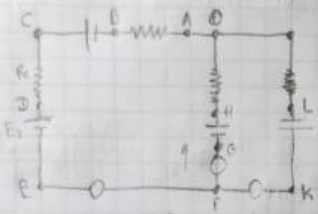
$T = \iint_S \mathbf{F}(x,y,z) \cdot d\mathbf{x}dydz = \iint_R \mathbf{F}(x(u,v), y(u,v), z(u,v)) \cdot \left| \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} \times \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial v} \right| du dv$ 
 $J = \left| \begin{vmatrix} x_u & x_v \\ y_u & y_v \\ z_u & z_v \end{vmatrix} \right|$ 
 Valor absoluto del  $J$

15 de junio Lab 3

# TP 5 - Leyes de Kirchhoff

## Objetivos

- 1) Familiarizarse con un circuito de corriente continua (c.c).
- 2) Verificar experimentalmente las leyes de Kirchhoff.



Ley de Ohm -  $V = RI$

$$R = \frac{V_i - V_j}{I}$$

Punto	[V] $V_{ij}$	[A] $I$	[V] FEM $E_i$	$V_i - V_j$	Ecuación	[Ω] $R_{ij}$	[Ω] $R_{acum}$
A	-1mV	$I_1$		0,001mV	(2)	6,14	OK
B	-67,4mV	10mA	1,494V	-1,427V	(1)	2,4	OK
C	1,41V	0		0,18V	(2)	9	OK
D	1,72mV		$E_L$	1,6V	(1)	3,6	25,14
E	-0,58V		1,564V	0,027V	(2)	2,7	OK - otro
F	-0,4V		$E_5$	0,043V	(2)	17,6	27,84
G	-0,45V	$I_2$	1,410V	-1,01V	(1)	9,08	29,10
H	0,56V	34mA		0,56V	(2)	16,47	OK
J	1,5mV						45,57

Suma Pasa 64 1510

Valores reales del R 243

$I_2 = 24 \mu A$

(1)  $R_{pila} = \frac{|E - V_i - V_j|}{I}$

(2)  $R = \frac{|V_i - V_j|}{I}$

