

## Ley de Ohm

Agustín Garrido

[agugarrido@hotmail.com](mailto:agugarrido@hotmail.com)

### Síntesis:

En este trabajo práctico hemos estudiado el comportamiento de tres elementos eléctricos: *un resistor, un diodo y un capacitor*, con el fin de averiguar si estos cumplen con la *Ley de Ohm*. Para ello medimos la diferencia de potencial y la intensidad de corriente en cada uno de los circuitos. Concluimos al finalizar la experiencia que sólo la resistencia es óhmica y que no todos los elementos actúan de la misma manera cuando invertimos su conexión.

### Objetivos:

- Medir diferencia de potencial e intensidad de corriente en circuitos con diferentes elementos eléctricos o electrónicos. Determinar la relación entre ellos.
- Analizar la validez de la Ley de Ohm.

### Introducción:

El problema a tratar es la relación entre los distintos elementos eléctricos y las variables involucradas que son diferencia de potencial e intensidad de corriente. El objetivo del TP es ver qué elementos cumplen con la *Ley de Ohm*, la cual establece que la diferencia de potencial es igual a la intensidad de corriente por la resistencia ( $V = i \cdot R$ ). Es decir que  $V$  e  $i$  son magnitudes directamente proporcionales vinculadas con una constante que es  $R$ . Para esto utilizamos un protoboard, un amperímetro (el cual mide la  $i$ ) y un voltímetro (que mide la  $ddp$ ).

### Procedimiento Experimental:

#### *Primera Parte:*

Empezamos el trabajo práctico armando un circuito simple que nos permitiría medir la diferencia de potencial entre un lado y otro de una resistencia y luego vincularla con la intensidad de corriente circulante.

Utilizamos un protoboard, placa de material aislante con perforaciones agrupadas en filas y columnas que permiten conectar distintos elementos eléctricos armando un circuito, y a él conectamos los siguientes elementos (ordenados desde el primero hasta el último en el orden en que estos fueron conectados): *fuerza (apagada), llave, amperímetro, resistencia, voltímetro y potenciómetro*.

El amperímetro es un medidor de intensidad de corriente y debe estar conectado en serie ya que de esta forma la intensidad de corriente que pasa por cada resistencia no varía. La resistencia del amperímetro debe ser muy pequeña dado que, de no ser así, cambiaría la corriente que se quiere medir. El amperímetro ideal tendría que tener una resistencia cero.

El voltímetro es un medidor de diferencia de potencial y debe conectarse en paralelo porque de esta manera se conecta a ambos extremos de la resistencia. De no ser así, no podría medir la diferencia de potencial de la resistencia sino que mediría la que hay en otro sector del circuito. Su resistencia tiene que ser grande porque sino alteraría la corriente del circuito y la diferencia de potencial que se va a medir. El voltímetro ideal debería tener una resistencia infinita.

En primer lugar, medimos la diferencia de potencial de la fuente y la intensidad de corriente circulante a circuito abierto y a circuito cerrado (los valores pueden verse en los *datos*).

Luego medimos la diferencia de potencial (con el voltímetro) entre los puntos C y D y la intensidad de corriente (con el amperímetro). Con la llave abierta no circula corriente mientras que con la llave cerrada sí lo hace (ver datos). Luego de tomar los valores de esta forma lo hicimos invirtiendo el resistor y obtuvimos los mismos valores.

Para corroborar que la intensidad de corriente es la misma en todo el sistema colocamos el amperímetro en distintas posiciones consiguiendo los mismos resultados en todos los lugares por lo que verificamos nuestra hipótesis.

Luego medimos distintos valores de la diferencia de potencial entre C y D y la correspondiente intensidad de corriente. Para variar la diferencia de potencial entre estos puntos usamos un potenciómetro que es una resistencia variable.

Una vez realizado un gráfico de  $V = f(i)$  con los datos obtenidos en las últimas mediciones, calculamos la resistencia a partir de la pendiente (ver datos). Utilizando el código de colores pudimos saber, según la información dada por el fabricante, *el valor nominal de la resistencia* (ver datos). Sobre las resistencias se pintan unas bandas de colores. Cada color representa un valor que se utiliza para obtener el valor de la resistencia. Las dos primeras bandas indican las dos primeras cifras del valor de la resistencia, la tercera banda indica por cuanto hay que multiplicar el valor anterior para obtener el valor de la resistencia. La cuarta banda nos indica la tolerancia y si hay quinta banda, ésta nos indica su confiabilidad. Para verificar si la información brindada por el código de colores es precisa retiramos la fuente del circuito e hicimos una medición con el multímetro en la posición que nos permite utilizarlo como óhmetro (ver datos). El valor obtenido se condice con lo que nos informa el código de colores. Vale la pena aclarar que al final de este informe se encuentra un gráfico representativo de una resistencia con sus respectivas bandas de colores, así como también incluimos una tabla con los posibles colores que esas bandas podían tomar y sus respectivos valores.

Cuando por una resistencia pasa una cantidad de corriente que excede su potencia máxima de disipación (la potencia máxima de disipación de la resistencia utilizada en el trabajo práctico es de 1 Watt), ésta puede dañarse y dejar de cumplir con la Ley de Ohm. Para conseguir una resistencia de mayor disipación habría que aumentar la superficie y la longitud. A partir del valor de potencia máxima de disipación mencionado calculamos el valor de intensidad de corriente máxima admisible, para lo que utilizamos la fórmula  $P = R \cdot i^2$ .

### *Segunda Parte:*

En la segunda parte conectamos un diodo en paralelo al circuito utilizado en el experimento anterior. Cuando se lo coloca a la inversa su resistencia tiende a infinito y la situación se asemeja a cuando la llave está abierta. Si la llave está abierta la diferencia de potencial y la intensidad de corriente son iguales a cero.

En esta parte del Trabajo Práctico dejamos la resistencia en el circuito, dado que la potencia máxima de disipación del diodo es pequeña, por lo cual, si no dejáramos la resistencia, podríamos arruinar algún elemento del circuito, como ser los fusibles del amperímetro o el mismo diodo.

Luego de conectar el diodo de manera directa, tomamos diferentes valores de ddp (variados por el potenciómetro) entre los puntos C y D y de la correspondiente intensidad de corriente con la llave cerrada. Luego intentamos realizar la misma tarea con la llave L abierta, es decir sin corriente circulante (ver datos).

Luego de haber tomado los valores anteriormente mencionados, pudimos invertir la conexión de este elemento y a partir de los valores obtenidos, notamos que el diodo conectado en inversa no permite el paso de la corriente.

### *Tercera Parte:*

Antes de dedicarnos a las mediciones debimos modificar el circuito que teníamos para obtener el representado en el dibujo. En primer lugar quitamos la resistencia del circuito y luego agregamos un capacitor. Estos cambios, al igual que los otros realizados al circuito en el TP, fueron realizados con la fuente apagada.

Primero medimos la diferencia de potencial a los lados del capacitor y la intensidad de corriente circulante con la llave cerrada (ver datos). El valor de la diferencia de potencial nos dio igual que el de la fuente y el valor obtenido para la intensidad de corriente se debe a que el capacitor se caracteriza por absorber la carga.

En segundo lugar, abrimos la llave y realizamos las mismas mediciones que anteriormente. Nuevamente, la intensidad de corriente fue cero pero el motivo fue simplemente que con el circuito abierto no circula corriente. La diferencia de potencial se mantuvo igual a la obtenida en el caso anterior dado que, al haber almacenado la carga, cuando se abre el circuito, el capacitor no tiene por dónde “descargar”.

Luego invertimos la conexión del capacitor y repetimos las mediciones (ver datos).

Datos:

#### Parte I

	V(V)	$\epsilon V$ (V)	i (mA)	E i (mA)
Circuito abierto	6,26	0,01	0,0	0,1
Circuito cerrado	6,26	0,01	30,2	0,1

Tabla con los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial de la fuente (con sus respectivas incertezas absolutas) con una resistencia en el circuito cerrado y abierto.

El criterio de asignación de las incertezas, para todos los casos, fue tomar como parámetro el último dígito registrado por el aparato de medición.

Este criterio es utilizado en todos los casos de medición con multímetro.

	V(V)	$\epsilon V$ (V)	i (mA)	E i (mA)
Circuito abierto	0,00	0,01	0,0	0,1
Circuito cerrado	1,17	0,01	25,1	0,1

Tabla con los resultados obtenidos en las mediciones de diferencia de potencial a los lados de la resistencia e intensidad de corriente circulante, con sus respectivas incertezas absolutas, en el circuito abierto y cerrado.

	V(V)	$\epsilon V$ (V)	i (mA)	E i (mA)
Circuito abierto	0,00	0,01	0,0	0,1
Circuito cerrado	5,16	0,01	111,2	0,1
	2,32	0,01	50,3	0,1
	4,41	0,01	94,9	0,1

Tabla con los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y de diferencia de potencial a los lados de la resistencia invertida (con sus respectivas incertezas absolutas) en el circuito abierto y cerrado.

i (mA)	$\epsilon_i$ (mA)	V (V)	$\epsilon_V$ (V)
110,7	0,1	5,12	0,01
50,3	0,1	2,32	0,01
120,3	0,1	5,55	0,01
6,0	0,1	0,28	0,01
11,5	0,1	0,53	0,01
25,2	0,1	1,17	0,01
44,4	0,1	2,05	0,01
74,8	0,1	3,46	0,01
81,0	0,1	3,74	0,01
99,0	0,1	4,57	0,01

Esta tabla contiene los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial (con sus respectivas incertezas absolutas) con una resistencia en el circuito cerrado.

Valor de la constante R obtenida a partir del gráfico de  $V = f(i)$  para el resistor:

46,25  $\Omega \pm 0,13 \Omega$  (ver apéndice).

Valor de la resistencia según código de colores:

$R_c = (47,00 \pm 2,35) \Omega$

Valor de la resistencia medida con el multímetro:

$R_o = (47,2 \pm 0,1) \Omega$

Valor de la intensidad de corriente máxima admisible por la resistencia:

$I = 0,15 \text{ A}$

(no hemos podido calcular la incerteza dado que el valor de la incerteza de P no fue brindado por el ayudante del gabinete que nos facilitó el valor de P)

## Parte II

	i (mA)	$\epsilon_i$ (mA)	V (mV)	$\epsilon_i$ (mA)
Circuito cerrado	47,7	0,1	753	1
	31,3	0,1	733	1
	21,5	0,1	715	1
	10,9	0,1	681	1
	7,2	0,1	662	1
	4,1	0,1	635	1
	2,8	0,1	617	1
	44,4	0,1	750	1
	25,9	0,1	725	1
	35,4	0,1	739	1

	$I$ (mA)	$\epsilon_i$ (mA)	$V$ (V)	$\epsilon V$ (V)
Circuito abierto	0,0	0,1	0	0,01
Circuito cerrado	0,0	0,1	3,12	0,01
Circuito abierto	0,0	0,1	0,00	0,01
Circuito cerrado	0,0	0,1	0,00	0,01

En esta tabla volcamos los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial (con sus respectivas incertezas absolutas) con un diodo conectado en directa en el circuito cerrado y abierto.

Esta tabla posee los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial (con sus respectivas incertezas absolutas) con un diodo conectado en inversa en el circuito cerrado y abierto.

### Parte III

	$V$ (V)	$\epsilon V$ (V)	$i$ (mA)	$\epsilon i$ (mA)
Circuito abierto	6,28	0,01	0,0	0,1
Circuito cerrado	6,28	0,01	0,0	0,1

Tabla con los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial (con sus respectivas incertezas absolutas) con un capacitor en el circuito abierto y cerrado.

	$V$ (V)	$\epsilon V$ (V)	$i$ (mA)	$\epsilon i$ (mA)
Circuito abierto	6,28	0,01	0,0	0,1
Circuito cerrado	6,28	0,01	0,0	0,1

En esta tabla volcamos los resultados obtenidos en las mediciones de intensidad de corriente y diferencia de potencial (con sus respectivas incertezas absolutas) con un capacitor invertido en el circuito abierto y cerrado.

### Conclusiones:

A lo largo del Trabajo Práctico hemos trabajado con tres circuitos con elementos electrónicos diferentes para analizar su funcionamiento y establecer comparaciones y así poder sacar las siguientes conclusiones.

Comenzamos estudiando el comportamiento de una resistor, que se caracteriza por oponer una resistencia al paso de la corriente. Hemos observado a través de la experiencia que la resistencia funciona de igual manera cuando invertimos su conexión.

La gráfica de  $V$  en función de  $i$  resultó ser una recta que pasa por el origen, hecho que nos da la pauta de que la diferencia de potencial y la intensidad de corriente son magnitudes directamente proporcionales. La pendiente representa la resistencia, es decir la constante entre  $V$  e  $i$ . A partir de la observación del gráfico y del cálculo anterior, podemos establecer como conclusión que la resistencia cumple con la Ley de Ohm.

Luego trabajamos estudiando el comportamiento de un diodo. A diferencia del resistor, este elemento eléctrico no funciona de la misma manera cuando se invierte su conexión. Colocado de un lado, el diodo se comporta oponiendo una baja resistencia al paso de la corriente mientras que, del otro lado, actúa como una resistencia que tiende a infinito o dicho de otro modo como si hubiera una llave abierta. Es por lo primero que es necesario dejar en el circuito la resistencia, pues si no lo hiciéramos, estaríamos corriendo el riesgo de arruinar algún elemento.

Analizando el gráfico de diferencia de potencial en función de la intensidad de corriente, encontramos que las magnitudes no son directamente proporcionales dado que el gráfico no corresponde a una función lineal sino que se trata de una curva. Además, podemos observar que la pendiente de la recta tangente a la curva disminuye a medida que los valores de la intensidad de corriente aumentan. Es por esto que no es posible calcular un único valor de resistencia eléctrica del diodo como se hizo anteriormente para el resistor. De esto podemos concluir que el diodo no cumple con la Ley de Ohm o, lo que es lo mismo, no es óhmico.

Por último estudiamos el funcionamiento de un capacitor. Al igual que la resistencia, el capacitor no cambia su comportamiento cuando es invertido. Este elemento eléctrico funciona almacenando cargas de manera tal que evita la circulación de corriente (por ello al medir la intensidad de corriente nos dio como resultado cero) por lo que representa una interrupción en el circuito.

Al igual que el diodo, el capacitor no cumple con la Ley de Ohm. Pudimos observar esto a través de la experiencia ya que en las mediciones, cuando la intensidad de corriente era cero, la diferencia de potencial no lo era y la Ley de Ohm establece que la diferencia de potencial y la intensidad de corriente son magnitudes directamente proporcionales. Si el capacitor cumpliera con esta Ley, para  $i = 0$ ,  $V$  debería ser también cero.

En conclusión, la Ley de Ohm no es válida para todos los elementos eléctricos que dificulten el paso de la corriente.

#### Apéndice:

$$V / i = 5,12 \text{ V} / 0,1107 \text{ A} = 46,2511 \Omega$$

$$\varepsilon V / V + \varepsilon i / i = eR$$

$$0,01 \text{ V} / 5,12 \text{ V} + 0,1 \text{ mA} / 110,7 \text{ mA} = 0,0029$$











$$eR \cdot R = \varepsilon R$$

$$0,0029 \cdot 46,2511 \Omega = 0,13 \Omega$$

Cabe aclarar que las incertezas del gráfico n° 1 ( $V=f(i)$ ) para el resistor) son demasiado pequeñas como para graficarlas. Por lo tanto, no hemos podido graficar una pendiente máxima y una mínima y, en cambio, hemos graficado la pendiente media.

#### Código de colores:



Color	Primera banda	Segunda banda	Tercera banda	Cuarta banda	
	Primera cifra significativa	Segunda cifra significativa	Factor multiplicador	Tolerancia	%
	negro	0	x 1	Sin color	+/- 20%
	marrón	1	x 10	Plateado	+/- 10%
	rojo	2	x 100	Dorado	+/- 5%
	naranja	3	x 1,000		
	amarillo	4	x 10,000		
	verde	5	x 100,000		
	azul	6	x 1,000,000		
	violeta	7			
	gris	8	x 0.1		
	blanco	9	x 0.01		