

Práctica N° 1

MEDIDAS VOLTO-AMPERIMÉTRICAS EN CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTÍNUA

1. INTRODUCCION.

Si entre los extremos de un material conductor se establece una diferencia de potencial, se generará una corriente eléctrica a través de él. La intensidad de dicha corriente dependerá de las propiedades del material y de sus dimensiones. En algunos materiales la relación entre la corriente que circula por el conductor y la diferencia de potencial entre sus extremos es lineal. Se los denomina habitualmente *conductores óhmicos*, los más comunes son las resistencias comerciales. Existe también otro tipo de conductores *no óhmicos*, por ejemplo los diodos, en los cuales la relación entre el voltaje y la corriente no es lineal. En estos casos, el modelo físico que vincula voltaje con corriente no es sencillo, pero ha sido objeto de un exhaustivo estudio en las últimas décadas debido a las importantes aplicaciones tecnológicas que han permitido desarrollar.

El objetivo fundamental de esta práctica es introducir a los estudiantes en el manejo experimental de circuitos de corriente continua (C.C.). Para ello ha sido dividida en varias etapas: en la primera se determinará la mejor configuración experimental para estudiar la dependencia funcional entre la intensidad de corriente y la diferencia de potencial entre los extremos de un conductor lineal. En segundo lugar se estudiará la respuesta de una fuente de tensión. Por último se estudiará un *Puente de Wheatstone* y su aplicación en el diseño de un sensor de temperatura.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. LEY DE OHM.

Consideremos un conductor cuya sección transversal tiene un área A , que conduce una corriente I . Podemos definir la *Densidad de Corriente* \mathbf{J} como la corriente que circula por el conductor por unidad de área, es decir: $|\mathbf{J}| = \frac{I}{A}$.

Cuando se mantiene una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor, se establece en él una densidad de corriente \mathbf{J} . La Ley de Ohm establece que en algunos materiales, (denominados lineales, en los cuales están incluidos la mayoría de los metales) se cumple una relación lineal entre el campo eléctrico \mathbf{E} y la densidad de corriente \mathbf{J} de la forma:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

donde σ es la conductividad del conductor y es independiente del campo eléctrico que produce la corriente. A los materiales que cumplen la ley de Ohm, se les llama *óhmicos*. Una forma alternativa de la Ley de Ohm (útil en aplicaciones prácticas) puede obtenerse considerando un segmento de alambre recto de área de sección transversal A y longitud L . Entonces si se establece una diferencia de potencial $V = V_b - V_a$ entre los extremos del alambre, se genera un campo eléctrico que provocará una corriente por el conductor. Si el campo eléctrico en el conductor se supone uniforme, la diferencia de potencial se relaciona con el campo eléctrico por medio de la relación:

$$V = E.L$$

Por lo tanto, podemos expresar la densidad de corriente en el conductor en la forma

$$J = \sigma E = \sigma \frac{V}{L}$$

En términos de la corriente la diferencia de potencial puede escribirse como:

$$V = \frac{L}{s} J = \left(\frac{L}{sA} \right) I$$

Definiendo la *resistencia* del conductor como:

$$R = \frac{L}{\sigma A}$$

se obtiene la ley de Ohm para un conductor óhmico:

$$V = R.I \tag{1}$$

2.2. - LEYES DE KIRCHHOFF.

- **Primera ley:** En cualquier nodo, la suma de corrientes que entran al nodo debe ser igual a la suma de corrientes que salen de él. Esta ley es consecuencia de la conservación de la carga.
- **Segunda ley:** La suma algebraica de los cambios de potencial a través de todos los elementos a lo largo de cualquier lazo (malla) de circuito cerrado debe ser cero. Ésta regla surge de la conservación de la energía.

2.3. - RESISTENCIAS EN SERIE Y EN PARALELO.

Cuando conectamos dos resistencias *en serie* la intensidad de corriente que circula por cada una de ellas es la misma. Entonces podemos sustituir las *resistencias en serie* por una *equivalente* cuyo valor debe ser la *suma de las resistencias individuales*.

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Cuando conectamos dos resistencias *en paralelo*, tenemos la misma diferencia de potencial en los extremos de cada resistencia. Entonces, podemos sustituir las *resistencias en paralelo* por una *equivalente*, cuyo valor sea:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

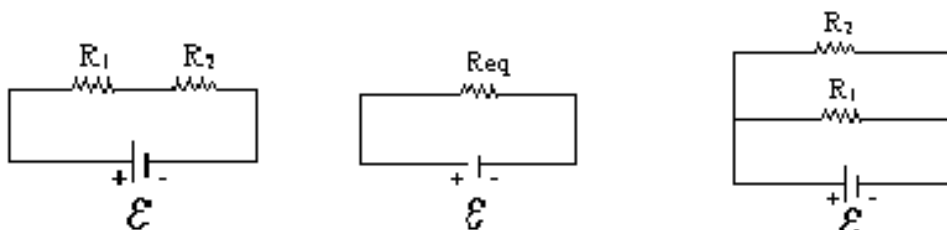


Figura 1
Esquema de resistencias equivalentes.

2.4. - PUENTE DE WHEATSTONE.

El puente de Wheatstone es un sistema de mallas como se muestra en la figura 2. Este circuito es utilizado en un gran número de aplicaciones: determinación de resistencias, sistemas de control de temperatura, etc.

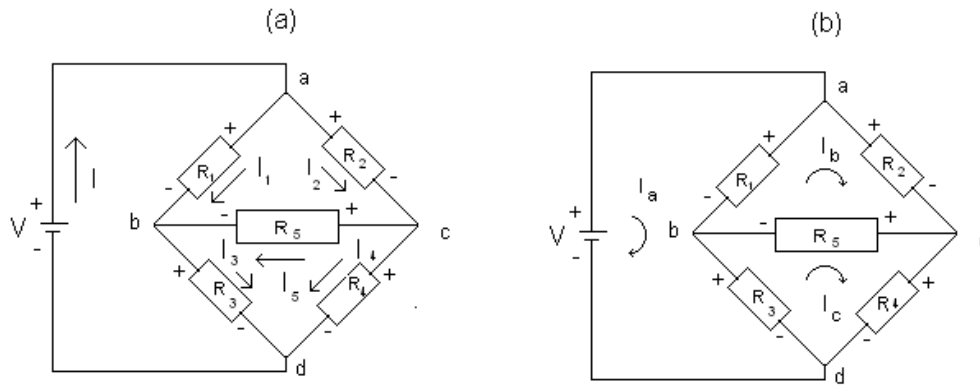


Figura 2

Esquema de un puente de Wheatstone.

Si se aplican las leyes de Kirchhoff al circuito se obtiene un sistema de 6 ecuaciones, que puede ser resuelto analíticamente. Sin embargo, existe una forma de simplificar el sistema anterior y reducirlo a sólo 3 ecuaciones, utilizando el *método de las corrientes circulantes*, figura 2b. En este caso el sistema que se obtiene es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 V - R_1 * (I_a - I_b) - R_3 * (I_a - I_c) &= 0 \\
 - R_2 I_b - R_5 * (I_b - I_c) + R_1 * (I_a - I_b) &= 0 \\
 R_3 * (I_c - I_a) + R_5 * (I_c - I_b) + R_4 I_c &= 0
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE DATOS.

3.1. RESISTENCIA INTERNA DE UNA FUENTE DE TENSIÓN.

Hasta ahora hemos considerado que las fuentes de tensión que utilizamos en el laboratorio son fuentes ideales. Es decir, estamos asumiendo que el voltaje entregado por la fuente sin carga o con carga no varía. En realidad, la fuente de tensión real, las que utilizamos en los laboratorios, está formada por una fuente ideal de tensión $\underline{\epsilon}$ y una resistencia \mathbf{R}_i en serie con la misma, denominada *resistencia interna de la fuente*. En la figura 3 se muestra un esquema simplificado de una fuente de tensión.

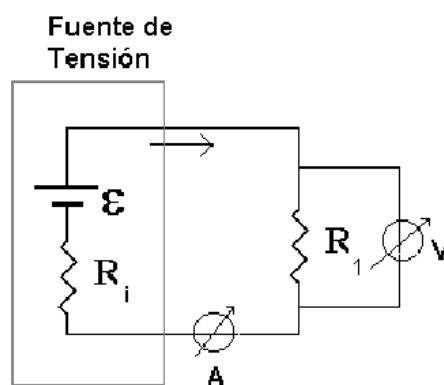


Figura 3

Esquema de una fuente de tensión ideal.

- Diseña una experiencia para determinar $\underline{\epsilon}$ y \mathbf{R}_i .
- Discuta el método utilizado.
- ¿Los instrumentos de medida son ideales? Discuta.

3.2. - COMPROBACIÓN DE LA LEY DE OHM.

- Montar un circuito que permita estudiar la relación entre la diferencia de potencial y la corriente que circula por un conductor.
- Discuta los diferentes montajes posibles teniendo en cuenta el valor de la resistencia del conductor utilizado y la resistencia interna de cada instrumento.
- Construya la curva $I(V)$, realice un ajuste utilizando el modelo propuesto en el fundamento teórico. ¿Qué información puede obtener a partir de esta curva?
- Discuta los resultados obtenidos.
- Diseñe un circuito que le permita obtener un voltaje variable a partir de una fuente de voltaje fija.

3.3. PUENTE DE WHEATSTONE.

- Resolver el sistema utilizando la función SOLVE de Matlab.
- Encuentre la condición para que el puente esté en “equilibrio”.
- Diseñe una experiencia para determinar el valor de una resistencia cualquiera utilizando el puente de Wheatstone.
- Diseñe un sensor de temperatura utilizando el puente de Wheatstone.

4. BIBLIOGRAFÍA.

- HALLIDAY, RESNICK Y KRANE, **Física**. Volumen 2, CECSA (1994).
- P. TIPLER, **Física para la ciencia y la tecnología**. Vol. 2. Reverté (1999).
- S. GIL y E. RODRÍGUEZ, **Física Recreativa**, Universidades Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires - Buenos Aires – Argentina.
<http://www.fisicarecreativa.com>
- BROPHY, **Electrónica fundamental para científico**. Ed. Reverté, 1979.
- HOROWITZ & HILL, **Art of electronics**. 2º ed. Cambridge University Press, 1989.