

# MEMORIA DE LABORATORIO

## CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

*Laboratorio de Física I. Grupo: 2. Profesor de Lab.: Pedro Vázquez Verdes*

*Fecha realización del experimento: 20/10/21. Fecha de entrega: 12/11/21*

*Grado en Robótica. Escuela Politécnica Superior.*

*Autores: Adrián Losada Álvarez, Álvaro Micael Nogueira Fuertes.*

En este trabajo vamos a estudiar varios aspectos sobre distintos tipos de circuitos de corriente continua, por ejemplo: las asociaciones de las resistencias montadas sobre placa de inserción, determinación de curvas características y comprobaremos que se cumple la Ley de Ohm, el método de nodos y mallas, el equivalente de Thévenin y máxima transferencia de potencia.

### 1 – CONCEPTOS BÁSICOS

Antes de empezar repasaremos algunas definiciones básicas:

**Circuito eléctrico:** Es la combinación de componentes eléctricos conectados entre sí y a una fuente de tensión, la cual suministra energía eléctrica al circuito. El circuito eléctrico más simple posee una fuente de tensión conectada a una carga. La carga puede ser un resistor, una lámpara eléctrica o cualquier otro componente eléctrico.

Entre los circuitos eléctricos se pueden diferenciar 3 tipos:

- Circuitos en serie: Es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos se conectan secuencialmente.
- Circuitos en paralelo: es una conexión donde, los bornes o terminales de entrada de todos los dispositivos conectados coincidan entre sí, lo mismo que sus terminales de salida.
- Circuitos mixtos: Es una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos.

**Potencial (V):** La tensión, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica. La diferencia de potencial, también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro; puede ser una batería, una pila, un dinamo, un enchufe, una celda solar, entre otros. Su símbolo es V o E, se mide en Voltios y el símbolo normalizado para la unidad es V.

**Corriente eléctrica (I):** La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe a un movimiento de los electrones en el interior del material. Su símbolo es I, se mide en Amperio y el símbolo normalizado para la unidad es A.

**Resistencia (R):** Se denomina resistencia eléctrica, a la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de una corriente eléctrica para circular a través de él. El resistor es uno de los componentes de mayor uso en los circuitos eléctricos el cual se denota con la letra R. La unidad de Resistencia es el ohm, el símbolo normalizado para dicha unidad es la letra griega ( $\Omega$ ).

**Ley de Ohm:** es una de las leyes básicas más importantes de la teoría eléctrica ya que describe la relación entre tensión, corriente y resistencia. La Ley de Ohm establece que "La intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo", se puede expresar matemáticamente en la siguiente ecuación:

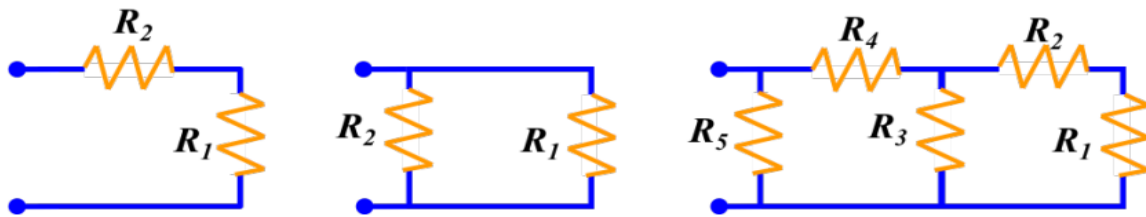
$$V = I * R$$

En este trabajo realizaremos el experimento de Ohm para determinar la resistencia de un circuito a partir de una gráfica en donde se representa el voltaje (V) frente a la intensidad (I).

## 2 – ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS (5.1)

### 1. Introducción

En este apartado montamos 3 tipos de circuitos distintos sobre las placas de inserción:



Donde:

**R1** = 460.7  $\Omega$  ; **R2** = 9430  $\Omega$  ; **R3** = 5482  $\Omega$  ; **R4** = 992  $\Omega$  ; **R5** = 463.4  $\Omega$

para posteriormente medir los distintos tipos de valores para el voltaje, la intensidad y la resistencia y compararlos con las medidas teóricas.

### 2. Resultados

**Circuito 1:**

	Medidas teóricas	Medidas prácticas
Potencial (V) [V]	5	5.015
Corriente (I) [A]	$5.055 \cdot 10^{-4}$	$4.812 \cdot 10^{-4}$
Resistencia total (R) [ $\Omega$ ]	9890.7	10210

**Circuito 2:**

	Medidas teóricas	Medidas prácticas
Potencial (V) [V]	5	5.015
Corriente (I) [A]	$1.138 \cdot 10^{-2}$	$1.122 \cdot 10^{-2}$
Resistencia total (R) [ $\Omega$ ]	439.24	441.1

### Circuito 3:

	Medidas teóricas	Medidas prácticas
Potencial (V) [V]	5	5.015
Corriente (I) [A]	$1.190 \cdot 10^{-2}$	$1.374 \cdot 10^{-2}$
Resistencia total (R) [ $\Omega$ ]	420.3	421.8

### 3. Discusión

Con estos datos también podemos denominar que asociación consume más resistencia, para ello aplicamos la fórmula:

$$P = V * I$$

Y dado que V es una constante ( $V = 5V$ ), es fácil determinar cuál será la asociación que consuma más potencia, simplemente hay que mirar cuál de ellas tiene el mayor valor de la corriente (I), en este caso, el **circuito 3**. También se puede afirmar que se cumplen las leyes de Kirchhoff (Nodos y mallas) y que la potencia aportada por la fuente es igual a la disipada por las resistencias, ya que si multiplicamos cada resistencia por la intensidad correspondiente que pasa por ella nos dará aproximadamente 5 voltios, que es la potencia administrada por la fuente.

Si medimos la diferencia de potencial entre los extremos del circuito y la intensidad que lo cruza, el cociente obtenido coincidirá con el valor de la resistencia total del circuito.

Que escrito matemáticamente sería:

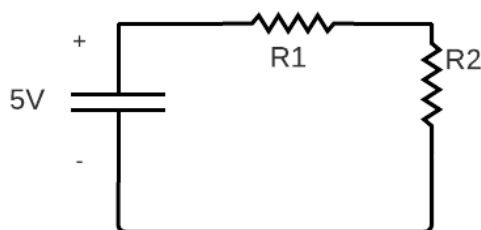
$$(R = V / I)$$

## 3 – DETERMINACIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS (5.2)

### 1. Introducción

#### (Apartado 1)

En esta parte del trabajo montaremos un circuito nuevo, lo más sencillo posible, y variamos la fuente de tensión (de máximo 5V) con una diferencia de potencial de 0.4V por cada medida, una vez cambiado el potencial, medimos el nuevo valor de la corriente (I) que pasa por el circuito, para realizar una medición de corriente es necesario “abrir” el circuito y colocar en serie los extremos el polímetro (previamente cambiando el conector del cable rojo del polímetro al modo de amperímetro).



$$R1 = 9430\Omega ; R2 = 463,4\Omega$$

## 2. Resultados

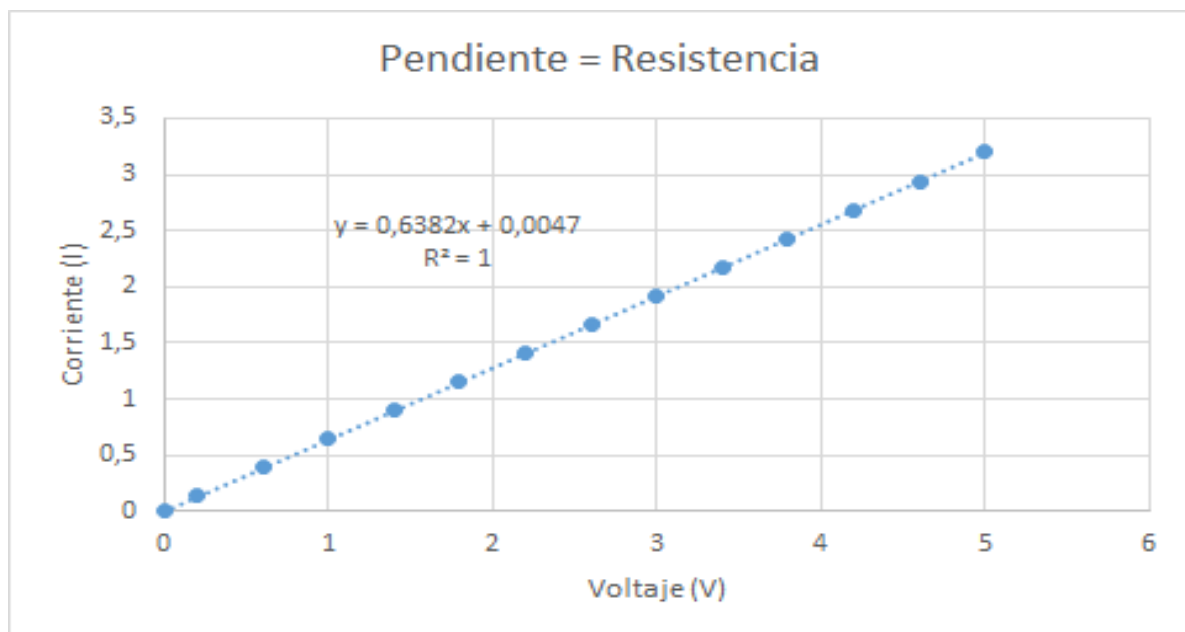
(Apartado 2)

Si repetimos este proceso nos queda la siguiente tabla:

Medidas realizadas	V [V]	I [A]
1	5	0,003197
2	4.6	0,00294
3	4.2	0,002684
4	3.8	0,002431
5	3.4	0,002171
6	3	0,001918
7	2.6	0,001666
8	2.2	0,001408
9	1.8	0,001154
10	1.4	0,000896
11	1	0,000646
12	0.6	0,000388
13	0.2	0,000136
14	0	0

(Apartado 3)

Que si pasamos los datos a una gráfica en la que se observa como varía la corriente con la diferencia de potencial nos muestra una relación lineal entre estas:



(Apartado 4)

El valor de la pendiente "m", es igual al valor de la resistencia total ( $R_{total} = R_1 + R_2$ ). Por lo tanto la asociamos a la magnitud de resistencia eléctrica, medida en ohmios.

#### (Apartado 5)

Podemos decir que este experimento tiene una metodología similar al que llevó a cabo Ohm cuando determinó su ley. Ya que, en todo el circuito está presente la relación que se da en la ley de Ohm para el voltaje, la intensidad y la resistencia.

## 4 – ANÁLISIS DE UN CIRCUITO POR EL MÉTODO DE MALLAS (5.3)

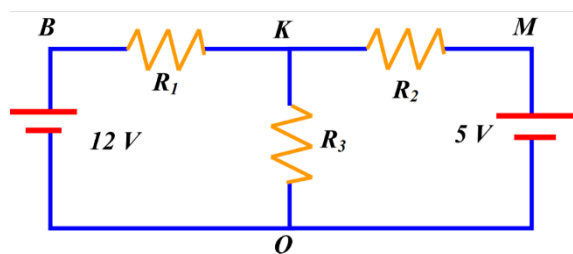
### 1. Introducción

**Concepto de la ley de Mallas** - Permite determinar la corriente o la tensión de cualquier elemento de un circuito plano. Está basado en corrientes imaginarias denominadas "de mallas" a las que se aplica la Segunda Ley de Kirchhoff.

**Explicación** - El método consiste en asignar a cada una de las mallas del circuito una corriente imaginaria, a la que se denomina corriente de malla, que circula en un sentido determinado por un grupo de ramas del circuito formando una trayectoria cerrada. Luego, para cada malla del circuito, se plantea una ecuación en función de la corriente que circula por cada elemento, obteniéndose un sistema lineal de ecuaciones.

A continuación, se nos presenta un circuito que hay que montar en una placa de ensamblaje.

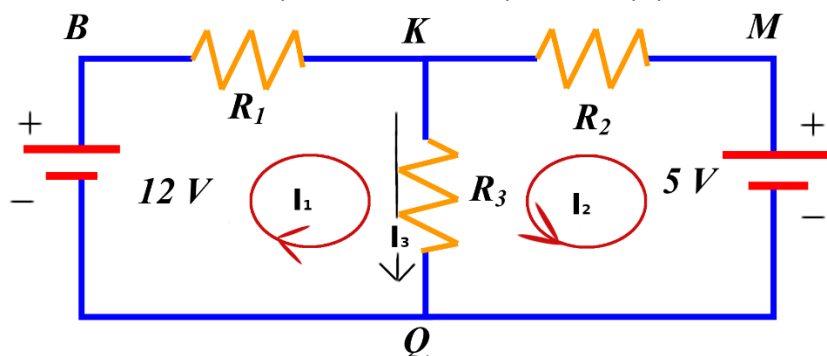
En primer lugar, montamos el circuito y tomamos valores para sus resistencias.



$R_1 = 9740\Omega$  ;  $R_2 = 5540\Omega$  ;  $R_3 = 5590\Omega$

#### (Apartado 1)

Aplicamos el método de Mallas (ley de Kirchhoff) para resolver teóricamente el circuito, también lo resolvemos de forma experimental con un polímetro y, por último, comprobamos los datos.



## 2. Resultados

(Apartado 2 y 3)

INTENSIDADES	MÉTODO DE MALLAS	FORMA EXPERIMENTAL
$I_{\text{resistencia1}}$	$I_1 = \frac{12V}{9740\Omega + 5596\Omega} = 7'5774 \times 10^{-4}A$	<b><math>7'48 \times 10^{-4}A</math></b>
$I_{\text{resistencia2}}$	$I_2 = I_1 - I_3 = 6'87 \times 10^{-5}A$	<b><math>6'9 \times 10^{-5}A</math></b>
$I_{\text{resistencia3}}$	$I_3 = \frac{-(12 - 9740 \times 7'5774 \times 10^{-4})}{5596} = 8'264 \times 10^{-4}A$	<b><math>8'15 \times 10^{-4}A</math></b>

Como podemos comprobar las diferencias entre los dos tipos diferentes de resolución son prácticamente despreciable por ser valores muy pequeños.

A continuación, vamos a estudiar las caídas de voltaje entre las diferentes secciones del circuito:

Para calcular la potencia que pasa por cada resistencia se puede aplicar un divisor de tensión mediante la fórmula:

$$V_i = V_f * (R_i / R_{\text{total}})$$

$V_i$  = Tensión a calcular

$V_f$  = Tensión de la fuente

$R_i$  = Resistencia por la que pasa la tensión

$R_{\text{total}}$  = Resistencia total del circuito

Y para calcular las corrientes, utilizamos un divisor de corriente:

$$I_i = I_{\text{total}} * (R_i / R_{\text{paralelo}})$$

$I_i$  = Corriente a calcular

$I_{\text{total}}$  = Corriente total del circuito

$R_i$  = Resistencia por la que pasa la corriente

$R_{\text{paralelo}}$  = Suma de las resistencias en paralelo

$$V = I \times R$$

$$V_{BK} = I_1 \times R_1 = 9740\Omega \times 7'5774 \times 10^{-4}A = 7'28V$$

$$V_{MK} = I_2 \times R_2 = 5540\Omega \times 6'8664 \times 10^{-5}A = 3'8226 \times 10^{-1}V$$

$$V_{QK} = I_3 \times R_3 = 5596\Omega \times 8'264 \times 10^{-4}A = 4'56V$$

$$V_{BK} = I_1 \times R_1 = 9740\Omega \times 7'5774 \times 10^{-4}A = 7'28V$$

$$V_{BQ} = 12 \text{ V}$$

$$V_{MQ} = 5 \text{ V}$$

CAIDAS DE VOLTAJE	MEDIANTE DIVISOR DE TENSIÓN	FORMA EXPERIMENTAL
$V_{BK}$	$7'28 \text{ V}$	$7'37 \text{ V}$
$V_{MK}$	$3'8226 \times 10^{-1} \text{ V}$	$1'39 \times 10^{-1} \text{ V}$
$V_{QK}$	$4'56 \text{ V}$	$4'62 \text{ V}$
$V_{BQ}$	$12 \text{ V}$	$11'98 \text{ V}$
$V_{MQ}$	$5 \text{ V}$	$5 \text{ V}$

En este circuito también se puede verificar la **2ª ley de mallas** para cada una de las existentes en el circuito.

**2ª Ley de mallas:** La suma algebraica de las fuerzas electromotrices aplicadas a una malla es igual a la suma de las caídas de tensión en dicha malla, que escrito en forma numérica sería:

$$\text{Malla 1} \Rightarrow 12\text{V} = (9740 + 5590) * I_1 + 5590 * I_2$$

$$\text{Malla 2} \Rightarrow 5\text{V} = (5540 + 5590) * I_2 + 5590 * I_1$$

Que sustituyendo  $I_1$  e  $I_2$  por sus valores respectivos en las ecuaciones no daría 12V y 5V respectivamente.

#### (Apartado 4)

Después de poner la polaridad, haber hecho los cálculos teóricos y, habiendo sido estos contrastados con los datos que marcaba el polímetro; podemos asegurar que en los distintos elementos del circuito se cumple la ley de Ohm. Puesto que, tras haber calculado los valores de las diferentes partes del circuito mediante la ley de Ohm, estos se asemejan a los datos tomados con el polímetro.

#### (Apartado 5)

Para calcular la potencia que pasa por cada resistencia se puede aplicar la fórmula:  **$P = V * I$**

En primer lugar calculamos las potencias disipadas del circuito:

$$P(R1) = V(BK) * I_1 = 5,516 * 10^{-3} \text{ W}$$

$$P(R2) = V(MK) * I_2 = 2,626 * 10^{-5} \text{ W}$$

$$P(R3) = V(KQ) * I_3 = 3,768 * 10^{-3} \text{ W}$$

$$P_{disipada} = P(R1) + P(R1) + P(R1) = 9,310 * 10^{-3} \text{ W}$$

Y ahora la cedida:

$$P(12\text{V}) = V_{tot} * I_{tot} = 9,093 * 10^{-3} \text{ W}$$

$$P(5\text{V}) = V_{tot} * I_{tot} = 3,435 * 10^{-4} \text{ W}$$

$$P_{cedida} = P(12\text{V}) + P(5\text{V}) = 9,436 * 10^{-3} \text{ W}$$

Como se puede comprobar la potencia disipada es prácticamente igual a la potencia cedida

## 5 – EQUIVALENTE DE THEVENIN MÁXIMA TRANSFERENCIA DE POTENCIA (5.4)

### 1. Introducción

**Concepto** – Cuando en los circuitos empiezan a aparecer muchas ramas (sean en paralelo y serie) es necesario utilizar ciertos métodos para facilitar la resolución de estos-

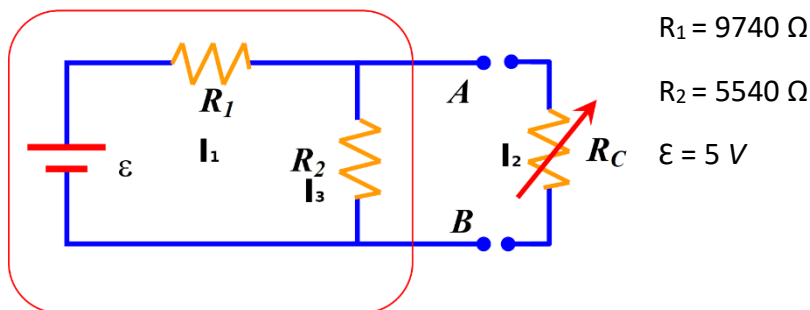
**Teorema de Thévenin** - El teorema dice que dado un par de terminales en una red lineal, la red puede reemplazarse con una fuente de voltaje ideal  $V_{Th}$  en serie con una resistencia  $R_{Th}$ .

**Teorema de Norton** - El teorema establece que un circuito lineal de dos terminales puede reemplazarse por un circuito equivalente que consta de una fuente de corriente  $I_N$  en paralelo con un resistor  $R_N$ , donde  $I_N$  es la corriente de cortocircuito a través de las terminales y  $R_N$  es la resistencia de entrada o resistencia equivalente en las terminales cuando las fuentes independientes están desactivadas.

### 2. Método

(Apartado 1)

En este proyecto mediremos experimentalmente el equivalente Thévenin de un circuito divisor de tensión, visto desde los puntos A y B.



### 3. Resultados

(Apartado 2)

Ahora hallaremos (para los puntos A y B) el equivalente Thévenin (resistencia de Thévenin,  $R_T$  y La tensión de Thévenin,  $V_T$ ) de la red montada.

EQUIVALENTE THÉVENIN	TEÓRICAMENTE CON EL EXCEL DEL EXPERIMENTO	EXPERIMENTALMENTE CON EL POLÍMETRO
$R_{Th}$	3531 $\Omega$	3540 $\Omega$
$V_{Th}$	1'81 V	1'820 V

(Apartado 3)



Para medir el valor de la resistencia del circuito equivalente llamada  $R_{Th}$  (Resistencia de Thevenin) cortocircuitamos la fuente y conectamos el polímetro a los extremos A y B como se muestra en el dibujo (cambiando previamente el cable rojo del polímetro a la opción de ohmímetro y rotando el selector a los ohmios, ajustando la medida tanto como sea posible). Para medir el valor de  $V_{Th}$  (Voltaje de Thevenin), en este caso, realizaríamos lo mismo, situando los extremos del polímetro en los puntos A y B como se muestra en el dibujo (cambiando previamente el cable rojo del polímetro a la opción de voltímetro y rotando el selector a los voltios, ajustando la medida tanto como sea posible).

#### (Apartado 4)

A continuación conectaremos el potenciómetro al circuito y mediremos la tensión entre los puntos A y B y la intensidad que pasa por la resistencia  $R_c$  para 19 valores distintos de  $R_c$ . Generando la siguiente tabla con su respectiva gráfica:

RL [ $\Omega$ ]	P [W]
245,07	0,056472081
651,55	0,122376447
983,01	0,158515299
1190,37	0,17546377
1650,97	0,202021357
2279,19	0,22184762
2551,67	0,226617531
2875,09	0,230210788
3345,38	0,232482149
3785,87	0,232370963
4861,49	0,226809094
5618,14	0,220550507
5679,89	0,219995111
6719,29	0,210150816
7294,24	0,204543991
7981,31	0,197894091
8191,59	0,195886803
9480,11	0,184022805
9661,6	0,182421316

