

# Circuitos Eléctricos y Leyes de Kirchhoff

David Ricardo Martínez Hernández

Código: 261931

**Resumen**— Know the main laws in electricity and electronics as is the current law and voltage law of Kirchhoff, implementation and analysis, with exercises very simple to analyze, for to be compared with the practical results.

**Palabras clave**— Corriente, Fuente, Ley de Corrientes de Kirchhoff (LCK), Ley de Voltajes de Kirchhoff (LVK), Multímetro, Protoboard, Resistencia, Tolerancia, Voltaje.

## I. INTRODUCCIÓN

Las leyes descubiertas por Gustav Kirchhoff son la más utilizadas en electricidad y electrónica, el fundamento físico habla sobre la conservación de la carga y la energía, es decir para la ley de Voltajes, en una malla o circuito cerrado la suma algebraica de sus voltajes debe ser igual a cero teniendo en cuenta la polaridad e los elementos de la malla (Conservación de la Energía)

$$\sum \text{Voltajes}_{\text{Malla}} = 0 \quad (1)$$

y para la ley de Corrientes la suma de las corrientes que entran a un nodo debe ser igual a la suma de corrientes que salen del mismo (Conservación de la Carga)

$$\sum \text{Corrientes}_{\text{Entrantes}} = \sum \text{Corrientes}_{\text{Salientes}} \quad (2)$$

Estas dos leyes son muy útiles al momento de analizar circuitos eléctricos muy complejos para ser analizados por la Ley de Ohm. También se utilizara el divisor de tensión

$$V_x = \frac{R_x}{\sum_{i=1}^n R_i} * V_f \quad (3)$$

donde  $V_x$  es el voltaje de la resistencia que se quiere hallar.

$R_x$  es la resistencia a la que se le va a hallar su voltaje.

$\sum_{i=1}^n R_i$  es la suma de las resistencias que se encuentran en serie a la fuente.  $V_f$  es el voltaje de la fuente del circuito.

EL divisor de corriente

$$I_x = \frac{G_x}{\sum_{i=1}^n G_i} * I_f \quad (4)$$

donde  $I_x$  es el valor de corriente que posee la resistencia.  $G_x$  es la conductancia de la resistencia a la que se le va a hallar su corriente  $\sum_{i=1}^n G_i$  es la suma de las conductancias que se encuentran en paralelo a la fuente.  $I_f$  es la corriente que genera la fuente.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar este laboratorio fue necesaria la utilización de:

- Cable
- Conectores Banana Caimán
- Fuente
- Multímetro
- Pinzas
- Protoboard
- Resistencias

## III. DESARROLLO TEÓRICO DE LOS CIRCUITOS IMPLEMENTADOS

### III-A. Circuito Serie

Se procedió a montar en la protoboard el circuito de la figura 1, siendo estos sus valores reales  $V = 12.03 \text{ V}$ ,  $R_1 = 1.478 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 2.174 \text{ K}\Omega$  y  $R_3 = 18016 \text{ K}\Omega$ .

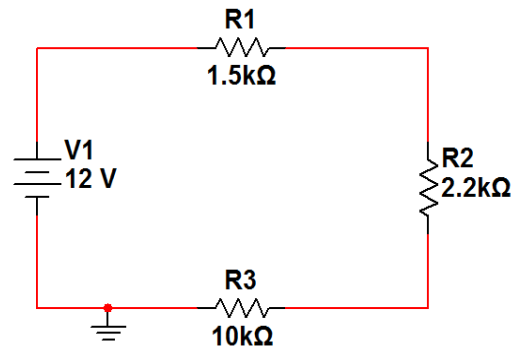


Fig. 1  
CIRCUITO SERIE

Los resultados obtenidos están registrados en la siguiente tabla I, hallando también la potencia disipada en cada elemento:

Elemento	Voltaje $V$	Corriente $\mu A$	Potencia $Watt$
Fuente $V = 12 \text{ V}$	12.03 $V$	5.52 $\mu A$	FALTA
$R_1 = 1.478 \text{ K}\Omega$	0.815 $V$	5.52 $\mu A$	FALTA
$R_2 = 2.174 \text{ K}\Omega$	2.174 $V$	5.52 $\mu A$	FALTA
$R_3 = 18.16 \text{ K}\Omega$	18.16 $V$	5.52 $\mu A$	FALTA

TABLA I  
MEDIDAS DEL CIRCUITO SERIE

Se cambio la resistencia  $R_3$  por un potenciómetro para medir valores arbitrarios de resistencias, los valores fueron  $R_3 = 19.064 \text{ K}\Omega$ ,  $R_4 = 215.9 \Omega$ ,  $R_5 = 6.961 \text{ K}\Omega$  y  $R_6 = 10.01 \text{ K}\Omega$ , haciendo el procedimiento anterior se registraron en la tabla II:

Elemento	Voltaje $V$	Corriente $A$	Potencia $Watt$
R <sub>1</sub>	0.763 $V$	516 $\mu A$	FALTA
R <sub>2</sub>	1.122 $V$	516 $\mu A$	FALTA
R <sub>4</sub>	10.14 $V$	516 $\mu A$	FALTA
R <sub>1</sub>	4.59 $V$	3.122 $mA$	FALTA
R <sub>2</sub>	6.76 $V$	3.122 $mA$	FALTA
R <sub>5</sub>	0.671 $V$	3.122 $mA$	FALTA
R <sub>1</sub>	1.3 $V$	880 $\mu A$	FALTA
R <sub>2</sub>	1.913 $V$	880 $\mu A$	FALTA
R <sub>6</sub>	8.81 $V$	880 $\mu A$	FALTA

TABLA II

MEDIDAS DEL CIRCUITO SERIE

La teoría dice que la resistencia equivalente en un circuito serie es

$$R_{Equi} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (5)$$

En la práctica se pudo comprobar esta teoría porque al hacer el análisis matemático con la ecu.6 correspondiente para cada circuito solo con reemplazar todo el circuito por su respectiva resistencia equivalente se obtienen los mismos resultados pero solo con una resistencia en serie con una fuente de voltaje. Se cambio la fuente de voltaje por un multímetro para medir la resistencia equivalente para cada circuito y so obtuvo  $R_{Eq1} = 23.293 K\Omega$ ,  $R_{Eq2} = 3.867 K\Omega$ ,  $R_{Eq3} = 10.614 K\Omega$  y  $R_{Eq4} = 13.66 K\Omega$ .

Según la ley de Ohm

$$V = \frac{I}{R} \Rightarrow P = V * I \quad (6)$$

La potencia de la fuente es igual a la suma de las potencias de cada elemento, es decir los elementos que consumen potencia son de signo positivo y la que entrega potencia en esta caso la fuente tiene signo negativo. Esta se distribuye de acuerdo al voltaje y la corriente consumida por los elementos del circuito.

### III-B. Circuito Paralelo

Se procedió a realizar el circuito de la figura 2

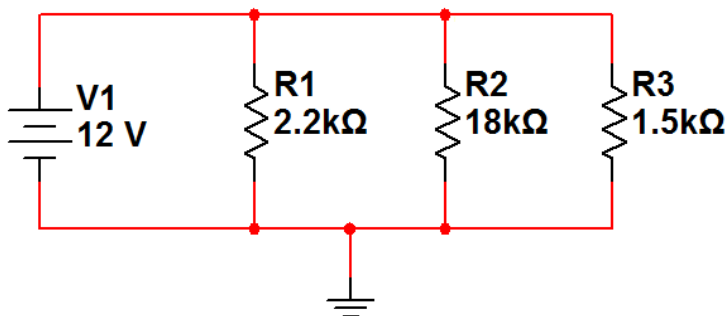


Fig. 2

CIRCUITO PARALELO

Se tomaron las medidas con diferentes valores de voltaje con las mismas resistencias del montaje anterior00, consignados en la siguiente tabla III

V <sub>Fuente</sub>	3.00 $V$	6.02 $V$	9.00 $V$	12.02 $V$
I <sub>Fuente</sub>	3.516 $mA$	7.03 $mA$	10.54 $mA$	14.09 $mA$
V <sub>R1</sub>	3.00 $V$	6.02 $V$	8.99 $V$	12.00 $V$
I <sub>R1</sub>	1.373 $mA$	2.65 $mA$	4.12 $mA$	5.50 $mA$
V <sub>R2</sub>	3.00 $V$	6.02 $V$	9.00 $V$	12.01 $V$
I <sub>R2</sub>	165 $\mu A$	329 $\mu A$	496 $\mu A$	662 $\mu A$
V <sub>R3</sub>	3.00 $V$	6.02 $V$	8.99 $V$	12.01 $V$
I <sub>R2</sub>	3.013 $mA$	6.2 $mA$	6.05 $mA$	8.08 $mA$

TABLA III

MEDIDAS DE RESISTENCIAS

La resistencia equivalente en un circuito paralelo esta definida por

$$R_{Equi} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}} \quad (7)$$

En la práctica se observo esto porque las resistencias tenían el mismo voltaje que la fuente pero con distinta corriente, esto se comprobó haciendo el análisis matemático de acuerdo a la ecu.6.

Se cambio la fuente de voltaje por un multímetro para medir la resistencia equivalente que fue de  $R_{Eq} = 840 \Omega$ .

La potencia de la fuente es igual a la suma de las potencias de cada elemento, es decir los elementos que consumen potencia son de signo positivo y la que entrega potencia en esta caso la fuente tiene signo negativo. Esta se distribuye de acuerdo al voltaje y la corriente consumida por los elementos del circuito. Los valores de la potencia se encuentran en la tabla IV:

Elemento	P <sub>3 v</sub>	P <sub>6 v</sub>	P <sub>9 v</sub>	P <sub>9 v</sub>
Fuente	10.548 $mW$	43.946 $mW$	94.86 $mW$	169.362 $mW$
R <sub>1</sub>	4.1199 $mW$	15.953 $mW$	37.039 $mW$	66 $mW$
R <sub>2</sub>	495 $\mu W$	1.9981 $mW$	4.464 $mW$	7.951 $mW$
R <sub>3</sub>	9.039 $mW$	37.324 $mW$	54.39 $mW$	97.041 $mW$

TABLA IV

POTENCIA CIRCUITO PARALELO

### III-C. Divisor de Corriente

Se procedió a realizar el circuito de la figura 3

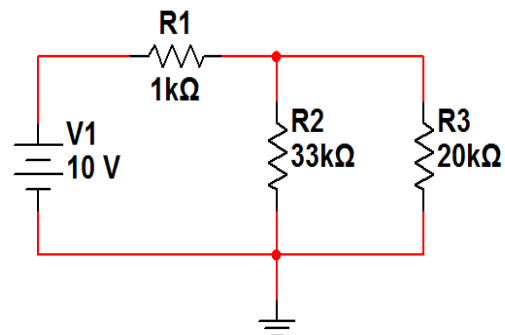


Fig. 3

Los datos de este circuito están consignados en la siguiente tabla V con los siguientes valores de resistencias  $R_1 = 0.992 K\Omega$ ,  $R_2 = 32.3 K\Omega$  y  $R_3 = 19.63 K\Omega$  el voltaje  $V_f = 10.14 V$ .

Elemento	Voltaje V	Corriente mA
V <sub>f</sub>	10.14	0.77
R <sub>1</sub>	0.76	0.77
R <sub>2</sub>	9.38	0.29
R <sub>3</sub>	9.37	0.48

TABLA V  
DIVISOR DE CORRIENTE PRÁCTICO

Se comprobó el divisor de corriente para el circuito 3 con la formula

$$I_{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * I_f \quad (8)$$

donde R<sub>1</sub> es la resistencia opuesta a la que se va hallar la corriente

R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> es la suma de las dos resistencias que tiene el circuito  
I<sub>f</sub> es la corriente de la fuente

Estos datos están consignados en la siguiente tabla VI:

Elemento	Voltaje V	Corriente mA
V <sub>f</sub>	10	743.338
R <sub>1</sub>	0.74333	743.338
R <sub>2</sub>	9.256	280.5
R <sub>3</sub>	9.256	462.8

TABLA VI  
DIVISOR DE CORRIENTE TEÓRICO

### III-D. Ley de Corrientes de Kirchhoff

Se procedió a realizar el circuito de la figura 4 con los siguientes valores de resistencias R<sub>1</sub> = 18.13 KΩ, R<sub>2</sub> = 2.17 KΩ, R<sub>3</sub> = 19.57 KΩ, R<sub>4</sub> = 19.61 KΩ y R<sub>5</sub> = 32.2 KΩ, el voltaje V<sub>f1</sub> = 10.03 V y V<sub>f2</sub> = 2.14 V

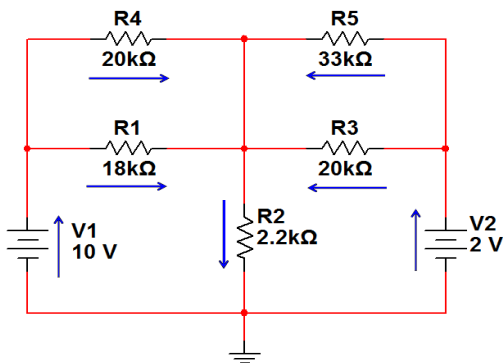


Fig. 4  
LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF

Los datos de este circuito están consignados en la siguiente tabla VII

Elemento	Voltaje V	Corriente mA
V <sub>f2</sub>	10.03	0.88
V <sub>f2</sub>	2.14	0.11
R <sub>1</sub>	8.35	0.46
R <sub>2</sub>	9.256	0.82
R <sub>3</sub>	9.256	0.07
R <sub>4</sub>	0.74333	0.43
R <sub>5</sub>	0.74333	0.04

TABLA VII  
LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF PRÁCTICO

De acuerdo al sentido de las corrientes del circuito que estaban en la guía de laboratorio hay solo dos direcciones que están en sentido opuesto es I<sub>R5</sub>, el sentido correcto de las corrientes esta representado en la figura 4.

Las resistencias R<sub>1</sub> y R<sub>4</sub> están en paralelo porque ambas comparten los mismos nodos en sus extremos, el voltaje medido fue de 8.35 V.

Para analizar el circuito la figura 4 se procedió a hacerlo por LCK:

$$\frac{V_{f1}-V_A}{R_1} + \frac{V_{f1}-V_A}{R_4} = \frac{V_A-V_{f2}}{R_5} + \frac{V_A-V_{f2}}{R_3} + \frac{V_A}{R_2}$$

$$V_{f1} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) + V_{f2} \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} \right) = V_A \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right)$$

$$V_A = \frac{V_{f1} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_4} \right) + V_{f2} \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} \right)}{\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right)}$$

$$V_A = 1,89V$$

$$I_{R_1} = 0,45005mA$$

$$I_{R_2} = 0,40504mA$$

$$I_{R_3} = 5,0473\mu A$$

$$I_{R_4} = 0,8632mA$$

$$I_{R_5} = 3,0589\mu A$$

Los valores obtenidos están la siguiente tabla VIII

Elemento	Voltaje V	Corriente mA
V <sub>f2</sub>	10	88
V <sub>f2</sub>	2	0.11
R <sub>1</sub>	8.10095	450.05
R <sub>2</sub>	1.899	405.04
R <sub>3</sub>	0.10094	0.005047
R <sub>4</sub>	8.10095	0.8632
R <sub>5</sub>	0.10094	0.00305

TABLA VIII  
LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF TEÓRICO

### III-E. Circuito Serie con dos resistencias del mismo valor

Se procedió a montar el circuito de la figura 5 con los siguientes valores de resistencias R<sub>1</sub> = 10.26 MΩ y R<sub>2</sub> = 10.44 MΩ, el voltaje V<sub>f</sub> = 13.12 V

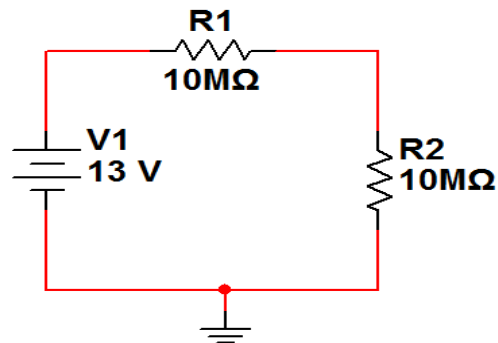


Fig. 5  
CIRCUITO SERIE CON DOS RESISTENCIAS DEL MISMO VALOR

El voltaje que se esperaría sería de la mitad del voltaje de la fuente; según la teoría; pero como en la vida real no tienen

el mismo valor resistivo el voltaje sera distinto, los valores de este circuito están en la tabla IX:

Elemento	Voltaje V
$V_f$	13.12
$R_1$	4.29
$R_2$	4.36

TABLA IX  
RESISTENCIAS EN SERIE

Esta resistencia tiene un valor de  $4.63 \text{ V}$  y el voltaje de la fuente es de  $10 \text{ V}$ , esto es debido a que la resistencia no tiene  $10 \text{ K}\Omega$  sino que tiene  $10.44 \text{ M}\Omega$ .

### III-F. Ley de Corrientes de Kirchhoff

Se procedió a realizar el circuito de la figura 6

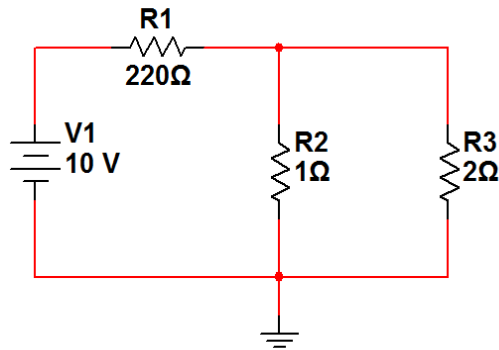


Fig. 6  
LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF

Los datos de este circuito están consignados en la siguiente tabla X

Elemento	Voltaje V	Corriente mA
$V_f$	9.84	44.0
$R_1$	9.63	44.0
$R_2$	0.0303	31.2
$R_3$	0.0303	14.7

TABLA X  
LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF PRÁCTICO

Para analizar el circuito la figura 6 se procedió a hacerlo por LCK:

$$\frac{V_f - V_A}{R_1} = \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_A}{R_3}$$

$$V_f \left( \frac{1}{R_1} \right) = V_A \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$V_A = \frac{V_f \left( \frac{1}{R_1} \right)}{\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)}$$

$$V_A = 0,31153mV$$

$$I_{R_1} = 45,313mA$$

$$I_{R_2} = 31,153mA$$

$$I_{R_3} = 15,576mA$$

De acuerdo al análisis anterior si se cumple la ley de corrientes de Kirchhoff al compararlo con el resultado práctico, por el principio de la conservación de la energía y carga en un circuito.

## IV. CONCLUSIONES

- Se comprobó que para el circuito serie el voltaje de la fuente esta repartido entre todas las resistencias del circuito pero comparten la misma corriente, según lo dice la ley de Voltaje de Kirchhoff (Conservación de la energía).
- Se comprobó que para el circuito paralelo el voltaje de la fuente esta reflejado en todas las resistencias, es decir como ambos extremos de las resistencias están conectadas a los extremos de la fuente pero la corriente es repartida por cada resistencias, es decir la corriente es distinta, según lo dice la ley de Corrientes de Kirchhoff (Conservación de la carga).
- Uno de los problemas al realizar este laboratorio es la tolerancia que poseen las resistencias, es decir no son del mismo valor real sino que varían un poco una de otra, esto se vio reflejado en la figura 5, como las resistencias son de diferente valor real el voltaje no es repartido a la mitad sino que tiene una diferencia muy considerable comparándola con el análisis teórico.
- Se comprobó la teoría de resistencias equivalentes para los circuitos serie y paralelo, con el fin de poder comprender o simplificar un circuito muy largo por una resistencia en serie con una fuente. Este análisis se estudiara más a fondo cuando se vea los teoremas de Thévenin y Norton para la simplificación de circuitos y circuitos equivalentes.

## REFERENCIAS

- [1] Dorf Svoboda. "Circuitos Eléctricos". Alfaomega, 2006.
- [2] C. J. Savant. "Diseños Electrónicos: Circuitos de Sistema". Prentice-Hall, 2006.