

Informe de laboratorio

Circuitos I

Guiraud Fernando, Rodríguez Carlos, Buglione Javier.

Universidad tecnológica de Panamá

fguiraud@gmail.com, rodriguezcarlosf24@gmail.com, j.buglione19@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En la realización de laboratorios en el ámbito de la ingeniería se utilizan diversos instrumentos que nos garantizan resultados confiables; en este informe se dará a conocer que en todo cálculo de mediciones y equivalencias siempre habrá un porcentaje de error determinado por la precisión del instrumento, la manipulación del instrumento y el valor medido comparado con el valor teórico.

En este laboratorio mediremos resistencias equivalentes en diversos circuitos utilizando multímetros; comparando los valores de medición con los valores teóricos que nos brinda las bandas de colores de cada resistor para obtener el porcentaje de error.

II. OBJETIVOS

- Medición de resistencias equivalentes en serie, en paralelo y compuestas.
- Aprender cómo construir circuitos de acuerdo con un diagrama dado.

III. MATERIAL Y EQUIPO

- Juego de resistores varios de valor.
- Desconocidos.
- Cables de conexión.
- Multímetro.
- Tableta de prototipo.

IV. MARCO TEORICO

1- Investigar los diferentes tipos de resistencias, sus características y su aplicación.

- Resistencias de película metálica

Este tipo de resistencia es el que mayoritariamente se fabrica hoy día, con unas características de ruido y estabilidad mejoradas con respecto a todas las

anteriores. Tienen un coeficiente de temperatura muy pequeño, del orden de 50 ppm/°C (partes por millón y grado Centígrado). También soportan mejor el paso del tiempo, permaneciendo su valor en ohmios durante un mayor período de tiempo. Se fabrican este tipo de resistencias de hasta 2 vatios de potencia, y con tolerancias del 1% como tipo estándar.

- Resistencias de metal vidriado

Son similares a las de película metálica, pero sustituyendo la película metálica por otra compuesta por vidrio con polvo metálico. Como principal característica cabe destacar su mejor comportamiento ante sobrecargas de corriente, que puede soportar mejor por su inercia térmica que le confiere el vidrio que contiene su composición. Como contrapartida, tiene un coeficiente térmico peor, del orden de 150 a 250 ppm/°C. Se dispone de potencias de hasta 3 vatios.

Se dispone de estas resistencias encapsuladas en chips tipo DIL (dual in line) o SIL (single in line).

- Resistencias dependientes de la temperatura

Aunque todas las resistencias, en mayor o menor grado, dependen de la temperatura, existen unos dispositivos específicos que se fabrican expresamente para ello, de modo que su valor en ohmios dependa "fuertemente" de la temperatura. Se les denomina termistores y como cabía esperar, poseen unos coeficientes de temperatura muy elevados, ya sean positivos o negativos. Coeficientes negativos implican que la resistencia del elemento disminuye según sube la temperatura, y coeficientes positivos, al contrario, aumentan su resistencia con el aumento de la temperatura. El silicio, un material semiconductor, posee un coeficiente de temperatura negativo. A mayor temperatura, menor resistencia.

Esto ocasiona problemas, como el conocido efecto de "avalancha térmica" que sufren algunos dispositivos semiconductores cuando se eleva su temperatura lo suficiente, y que puede destruir el componente al aumentar su corriente hasta sobrepasar la corriente máxima que puede soportar.

A los dispositivos con coeficiente de temperatura negativo se les denomina NTC (negative temperature coefficient). A los dispositivos con coeficiente de temperatura positivo se les denomina PTC (positive temperature coefficient). Una aplicación típica de un NTC es la protección de los filamentos de válvula, que son muy sensibles al "golpe" de encendido o turn-on. Conectando un NTC en serie protege del golpe de encendido, puesto que cuando el NTC está a temperatura ambiente (frío, mayor resistencia) limita la corriente máxima y va aumentando la misma según aumenta la temperatura del NTC, que a su vez disminuye su resistencia hasta la resistencia de régimen a la que haya sido diseñado. Hay que elegir correctamente la corriente del dispositivo y la resistencia de régimen, así como la tensión que caerá en sus bornas para que el diseño funcione correctamente.

- Resistencias de hilo bobinado

Fueron de los primeros tipos en fabricarse, y aún se utilizan cuando se requieren potencias algo elevadas de disipación. Están constituidas por un hilo conductor bobinado en forma de hélice o espiral (a modo de rosca de tornillo) sobre un sustrato cerámico.

- Resistencias de carbón prensado

Estas fueron también de las primeras en fabricarse en los albores de la electrónica. Están constituidas en su mayor parte por grafito en polvo, el cual se prensa hasta formar un tubo como el de la figura.

- Resistencias de película de carbón

Este tipo es muy habitual hoy día, y es utilizado para valores de hasta 2 vatios. Se utiliza un tubo cerámico como sustrato sobre el que se deposita una película de carbón tal como se aprecia en la figura.

Las conexiones externas se hacen mediante crimpado de cazoletas metálicas a las que se une hilos de cobre bañados en estaño para facilitar la soldadura. Al conjunto completo se le baña de laca ignífuga y aislante o incluso vitrificada para mejorar el

aislamiento eléctrico. Se consiguen así resistencias con una tolerancia del 5% o mejores, además tienen un ruido térmico inferior a las de carbón prensado, ofreciendo también mayor estabilidad térmica y temporal que éstas.

- Resistencias de película de óxido metálico

Son muy similares a las de película de carbón en cuanto a su modo de fabricación, pero son más parecidas, eléctricamente hablando a las de película metálica. Se hacen igual que las de película de carbón, pero sustituyendo el carbón por una fina capa de óxido metálico (estaño o latón). Estas resistencias son más caras que las de película metálica, y no son muy habituales. Se utilizan en aplicaciones militares (muy exigentes) o donde se requiera gran fiabilidad, porque la capa de óxido es muy resistente a daños mecánicos y a la corrosión en ambientes húmedos.

2- Explicar el funcionamiento del equipo de medición de resistencia (óhmetro).

Un óhmetro es un instrumento para medir la resistencia eléctrica.

Su diseño se compone de una pequeña batería para aplicar un voltaje a la resistencia de baja medida, para luego, mediante un galvanómetro, medir la corriente que circula a través de la resistencia.

La escala del galvanómetro que está calibrada directamente en ohmios, ya que, en aplicación de la ley de Ohm, al ser fijo el voltaje de la batería, la intensidad circulante a través del galvanómetro sólo va a depender del valor de la resistencia bajo medida, esto es, a menor resistencia mayor intensidad de corriente y viceversa.

Existen también otros tipos de óhmetros más exactos y sofisticados, en los que la batería ha sido sustituida por un circuito que genera una corriente de intensidad constante I , la cual se hace circular a través de la resistencia R bajo prueba. Luego, mediante otro circuito se mide el voltaje V en los extremos de la resistencia.

3- ¿Qué porcentaje de error es el permitido en la medición de resistencias?

Los resistores comunes tienen de tres a cinco bandas de colores. La última banda representa lo que se conoce como tolerancia. La tolerancia indica cuánto

el valor medido de una resistencia es diferente de su valor teórico, y se calcula mediante porcentajes. Una banda de plata indica una tolerancia en el intervalo de 10%, mientras que una banda de color dorado significa 5%. Los resistores de alta precisión son el 1% o menos, y tienen colores, tales como marrón o verde. El valor permitido en la medición de un resistor es el que no exceda el porcentaje de tolerancia especificado en la última banda.

4- ¿Están dentro del rango los valores obtenidos en la tabla 1? Explicar

Todas las resistencias utilizadas en este laboratorio tenían una banda de tolerancia de color dorado por lo tanto el porcentaje de error permitido es del 5% del total máximo teórico de la resistencia. Ninguna de las resistencias excedió el porcentaje de tolerancia por lo tanto los datos obtenidos están dentro del rango de error permitido.

V. DESARROLLO

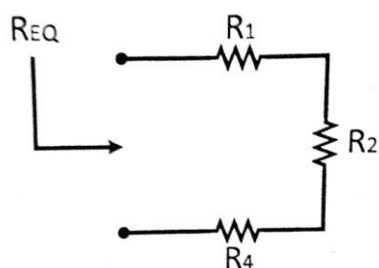
- Determine el valor de las resistencias utilizando el código de colores impreso en cada una. Se le han suministrado 6 resistencias de valores diferentes, deben identificarlas y completar la tabla 1 ordenando las resistencias en orden ascendente.

N°	Código de colores				Valor teórico	Tolerancia Teórica	Valor Medido	% Error $\frac{V_m - V_t}{V_t}$
	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4				
R1	Rojo	Amarillo	Negro	Dorado	24 Ω	±5%	24,3 Ω	+ 1,25 %
R2	Blanco	Marrón	Negro	Dorado	91 Ω	±5%	89,5 Ω	-1,65 %
R3	Marrón	Gris	Marrón	Dorado	180 Ω	±5%	179,3 Ω	-0,39 %
R4	Rojo	Amarillo	Marrón	Dorado	240 Ω	±5%	240,6 Ω	+0,25 %
R5	Amarillo	Morado	Marrón	Dorado	470 Ω	±5%	483 Ω	2,76 %
R6	Verde	Rojo	Rojo	Dorado	5,6 k Ω	±5%	5,58 k Ω	-0,36 %

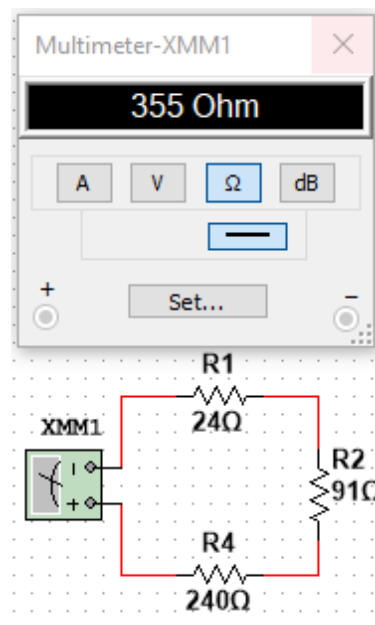
Tabla. 1: Medición de resistencias

El valor medido de cada resistor fue un aproximado del teórico con una desviación positiva o negativa dentro del margen de tolerancia de la última banda.

- Arme los siguientes circuitos en la tableta de prototipos y complete los valores solicitados en la tabla



Circuito N°1



Simulación. 1: Circuito. 1
REQ TEORICO

$$REQ = R1 + R2 + 240R4$$

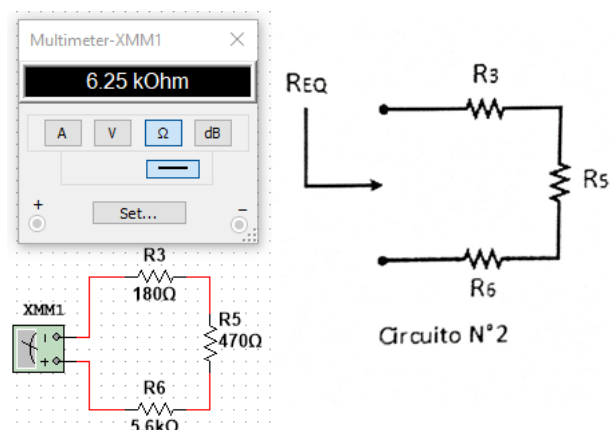
$$REQ = 24\Omega + 91\Omega + 240\Omega$$

$$REQ = 355\Omega$$

%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{351.3\Omega - 355}{355} \cdot 100 = -1.04\%$$



Simulación. 2: Circuito. 2
REQ TEORICO

$$REQ = R3 + R5 + R6$$

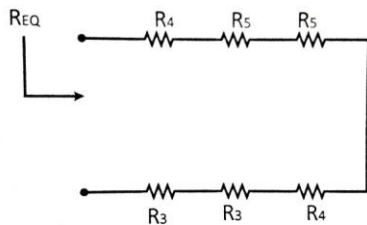
$$REQ = 180\Omega + 470\Omega + 5.6K\Omega$$

$$REQ = 6.25K\Omega$$

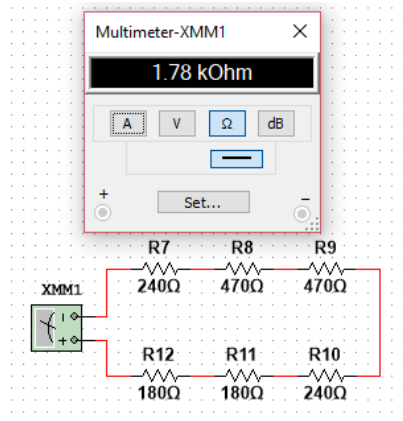
%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{6.2K\Omega - 6.25K\Omega}{6.25K\Omega} \cdot 100 = -0.8\%$$



Circuito N°3



Simulación. 3: Circuito. 3

REQ TEORICO

$$REQ = R4 + R5 + R5 + R3 + R3 + R4$$

$$REQ = 240\Omega + 470\Omega + 470\Omega + 179.3\Omega + 179.3\Omega + 240\Omega$$

$$REQ = 1.78K\Omega$$

% ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

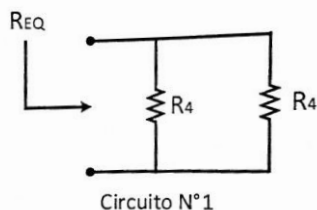
$$\frac{1.76K\Omega - 1.78K\Omega}{1.78K\Omega} \cdot 100 = -0.90\%$$

N°	Req Teórica	Req Medida	% Error
Circuito N°1	356 Ω	351,3 Ω	-1,04 %
Circuito N°2	6,25 k Ω	6,2 Ω	-0,8 %
Circuito N°3	1780 Ω	1,764 k Ω	-0,90 %

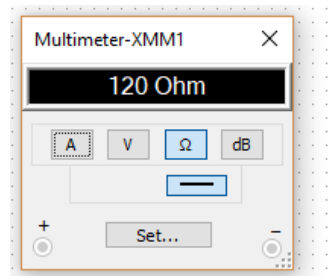
Tabla. 2: Resistencias en serie.

La medición de resistencias conectadas en serie es la suma del valor de ellas; pudiendo de esta forma comprobar que el resultado de la operación con los valores teóricos es mucho más exacto que los medidos. El error es bastante aceptable.

- 3- Arme los siguientes circuitos en la tableta de prototipos y complete los valores solicitados en la tabla 3.



Circuito N°1



Simulación. 4: Circuito. 4

REQ TEORICO

$$REQ = \left(\frac{1}{R4} + \frac{1}{R4} \right)^{-1}$$

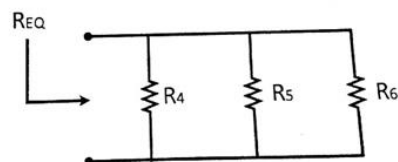
$$REQ = \left(\frac{1}{240\Omega} + \frac{1}{240\Omega} \right)^{-1}$$

$$REQ = 120\Omega$$

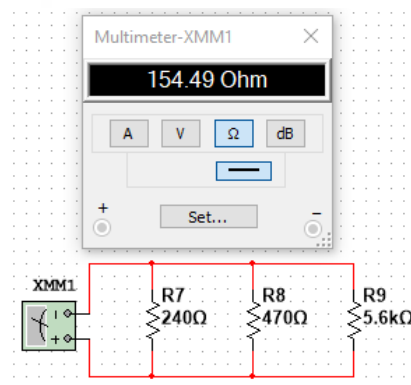
% ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{119.3\Omega - 120K\Omega}{120\Omega} \cdot 100 = -0.58\%$$



Circuito N°2



Simulación. 5: Circuito. 5

REQ TEORICO

$$REQ = \left(\frac{1}{R4} + \frac{1}{R5} + \frac{1}{R6} \right)^{-1}$$

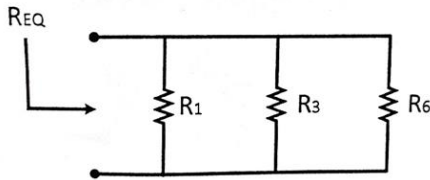
$$REQ = \left(\frac{1}{240\Omega} + \frac{1}{470\Omega} + \frac{1}{5.6K\Omega} \right)^{-1}$$

$$REQ = 154.5\Omega$$

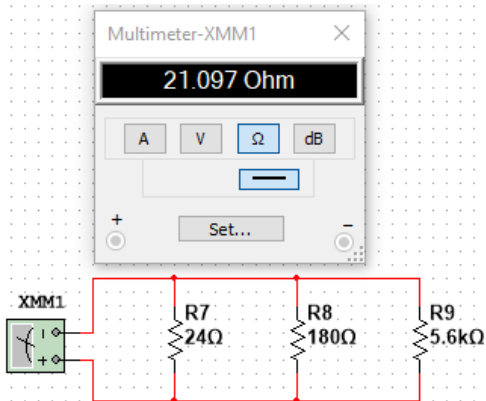
%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{154.5\Omega - 153.8\Omega}{153.8\Omega} \cdot 100 = -0.45\%$$



Circuito N°3



Simulación. 6: Circuito. 6

REQ TEORICO

$$REQ = \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R6} \right)^{-1}$$

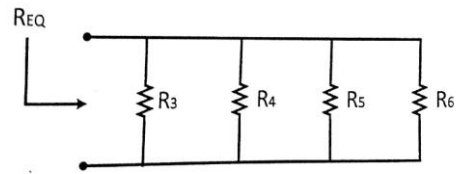
$$REQ = \left(\frac{1}{24\Omega} + \frac{1}{180\Omega} + \frac{1}{5.6K\Omega} \right)^{-1}$$

$$REQ = 21.1\Omega$$

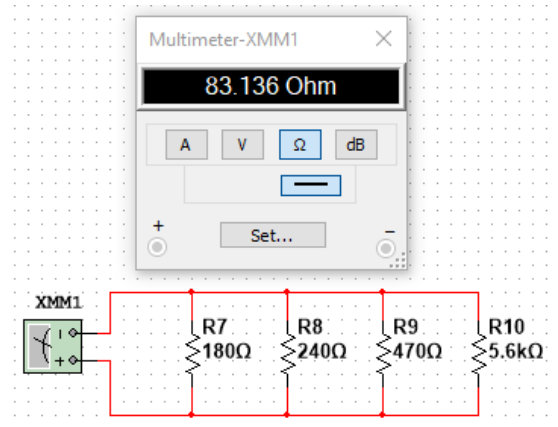
%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{22.2\Omega - 21.1\Omega}{21.1\Omega} \cdot 100 = 5.21\%$$



Circuito N°4



Simulación. 7: Circuito. 7

REQ TEORICO

$$REQ = \left(\frac{1}{R3} + \frac{1}{R4} + \frac{1}{R5} + \frac{1}{R6} \right)^{-1}$$

$$REQ = \left(\frac{1}{180\Omega} + \frac{1}{240\Omega} + \frac{1}{470\Omega} + \frac{1}{5.6k\Omega} \right)^{-1}$$

$$REQ = 83.14\Omega$$

%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

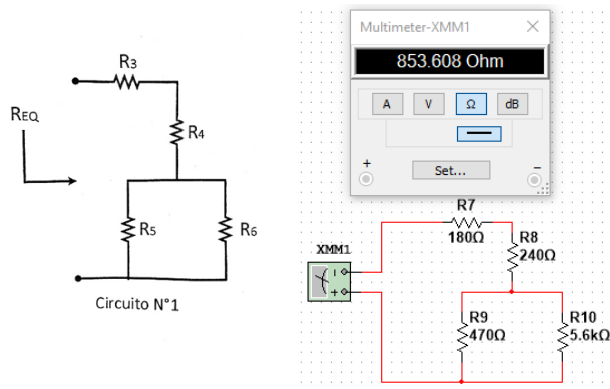
$$\frac{83.2\Omega - 83.14\Omega}{83.14\Omega} \cdot 100 = 0.07\%$$

N°	Req Teórica	Req Medida	% Error $\frac{Vm - Vt}{Vt} * 100$
Circuito N°1	120 Ω	119,3 Ω	-0,58 %
Circuito N°2	154,5 Ω	153,8 Ω	-0,45 %
Circuito N°3	21,10 Ω	22,2 Ω	5,21 %
Circuito N°4	83, 14 Ω	85,2 Ω	0,07 %

Para esta tabla se observa un incremento en el porcentaje de error, debido a que las sumas inversas de los valores de las resistencias darán como resultado (en la mayoría de los casos) una cantidad considerable de decimales; aumentando así el margen de error;

adicionalmente, si se toma el valor medido, el error aumenta.

- 4- Arme los siguientes circuitos en la tableta de prototipos y complete los valores solicitados en la tabla 4.



Simulación. 8: Circuito. 8

REQ TEORICO

$$REQ = R4 + \left(\frac{1}{R2} + \frac{1}{R5} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{R3} + \frac{1}{R6} \right)^{-1} + R1$$

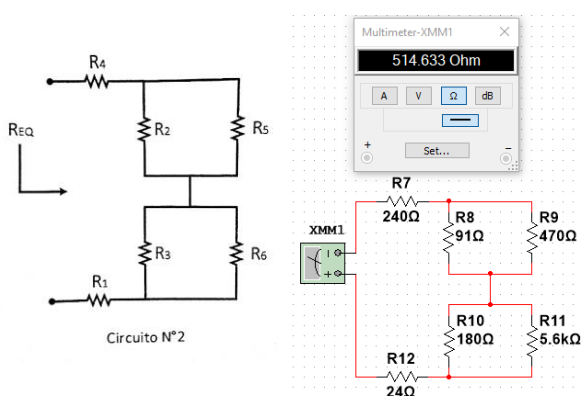
$$REQ = 240\Omega + \left(\frac{1}{91\Omega} + \frac{1}{470\Omega} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{180\Omega} + \frac{1}{5.6K\Omega} \right)^{-1} + 24\Omega$$

$$REQ = 514.63\Omega$$

%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{511\Omega - 514.3\Omega}{514.63\Omega} \cdot 100 = -0.705\%$$



Simulación. 9: Circuito. 9

REQ TEORICO

$$REQ = R4 + \left(\frac{1}{R2} + \frac{1}{R5} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{R3} + \frac{1}{R6} \right)^{-1} + R1$$

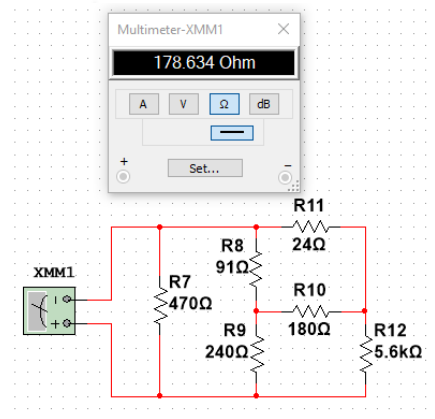
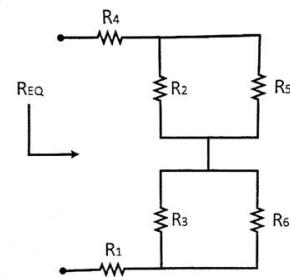
$$REQ = 240\Omega + \left(\frac{1}{91\Omega} + \frac{1}{470\Omega} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{180\Omega} + \frac{1}{5.6K\Omega} \right)^{-1} + 24\Omega$$

$$REQ = 514.63\Omega$$

%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{511\Omega - 514.3\Omega}{514.63\Omega} \cdot 100 = -0.705\%$$



Simulación. 10: Circuito. 10

REQ TEORICO

ESTRELLA → DELTA

$$RA = \frac{R4 \cdot R3 + R3 \cdot R2 + R2 \cdot R4}{R4} = 894.72\Omega$$

$$RB = \frac{R4 \cdot R3 + R3 \cdot R2 + R2 \cdot R4}{R3} = 452.33\Omega$$

$$RC = \frac{R4 \cdot R3 + R3 \cdot R2 + R2 \cdot R4}{R2} = 339.25\Omega$$

$$REQ = \left(\frac{1}{R5} + \frac{1}{RB} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{RA} + \frac{1}{R6} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{RC} + \frac{1}{R1} \right)^{-1}$$

$$REQ = \left(\frac{1}{470\Omega} + \frac{1}{452.33\Omega} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{894.72\Omega} + \frac{1}{5.6K\Omega} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{339.25\Omega} + \frac{1}{24\Omega} \right)^{-1}$$

$$REQ = 178.63\Omega$$

%ERROR

$$\frac{VM - VT}{VT} \cdot 100$$

$$\frac{177.8\Omega - 178.63\Omega}{178.63\Omega} \cdot 100 = -0.465\%$$

N°	Req Teórica	Req Medida	% Error
Circuito N°1	853,6 Ω	874 Ω	-0,773 %
Circuito N°2	514,63 Ω	511 Ω	-0,705 %
Circuito N°3	178,63 Ω	177,8 Ω	-0,456 %

En estos arreglos de resistencias existen formas distintas de encontrar las resistencias equivalentes; además de series y paralelos, se realizó un arreglo de estrella a delta, siendo este un factor muy influyente, ya que al redondear decimales puede afectar significativamente el resultado de la resistencia equivalente y del error; sin tomar en cuenta el valor que se tome, ya sea el teórico o el medido. Siendo en estos resultados un error obtenido muy aceptable.

VI. CONCLUSIONES

Por medio de este informe se logro conocer los distintos tipos de resistores que existen, que características tienen cada uno y cual es la aplicación específica de cada uno.

Se utilizó el código de colores y por medio de cálculos de serie, paralelo y conversiones delta estrella para reconocer los valores teóricos de las resistencias y posteriormente se comparados con los valores experimentales para así comprobar que su tolerancia estuviera dentro del rango de lo permitido y que los cálculos realizados en clase concuerdan con los resultados empíricos, con pequeños errores que no son apreciados teóricamente, como la precisión del equipo de medición, mal estado de la resistencia, mal contacto entre la resistencia y el equipo de medición.

El óhmetro es un aparato que con un voltaje interno de referencia logra determinar cuánto es la caída de potencial eléctrico entre sus terminales para así determinar el valor de una resistencia.

VII. REFERENCIAS

[1] Serway R., Beichner J., Física para Ciencias e Ingeniería, tomo II, quinta edición, Mc. Graw Hill, 2002.

[2] Óhmetro. (2019). Retrieved 17 September 2019, from <https://es.wikipedia.org/wiki/Óhmetro>.

[3] Tipos de Resistencias. (2019). Retrieved 17 September 2019, from http://www.lcardaba.com/articles/R_tipos/R_tipos.htm

