

Uso de equipos del laboratorio e instrumentos de medida

José Fabio Lozano Ovalle Código: 222982

Wilson Orlando Macias Fuquen Código: 22

David Ricardo Martínez Hernández Código: 261931

Resumen—En este informe se presentan los datos, observaciones y conclusiones obtenidos durante la práctica de laboratorio, presentando los análisis correspondientes a la información brindada por los fabricantes de los elementos de medición, de igual medida se realiza el análisis del circuito resistivo.

Palabras clave—Alta Frecuencia, Baja Frecuencia, Corriente, Frecuencia, Multímetro, Onda Seno, Onda Triangular, Osciloscopio, Potencia, Resistencias, Seguridad, Voltaje, Voltaje de Offset, Voltaje Pico, Voltaje RMS.

I. OBJETIVOS

- Familiarizarse con los instrumentos de medición, conocer sus características de funcionamiento y limitaciones.
- Conocer las normas básicas de seguridad en el laboratorio.
- Reforzar conceptos básicos de circuitos eléctricos, como valor pico, RMS, forma de onda, entre otros. Utilizando al máximo los elementos de medida.

II. INTRODUCCIÓN

Un **circuito eléctrico** es una red cerrada de elementos en el que siempre fluye constantemente una corriente eléctrica. La corriente es *la razón de cambio temporal de la carga que pasa por u punto dado*¹.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

donde:

q es la **carga** del electrón.

t es el **tiempo**.

La unidad de corriente es el amper (A).

Si la corriente a través de un elemento es constante se representa con la letra **I**, una corriente constante se llama **corriente directa**.

El **voltaje** a través de un elemento es el trabajo necesario (energía necesaria) para mover una carga eléctrica unitaria y positiva desde la terminal $-$ hasta la terminal $+$ ².

$$v = \frac{dw}{dq} \quad (2)$$

donde:

w es la **energía o trabajo** del electrón.

q es la **carga** del electrón.

La unidad de voltaje es el volt (V).

Si el voltaje a través de un elemento es constante se representa con la letra **V**, un voltaje constante se llama **voltaje directo**.

Potencia es la cantidad de energía entregada o absorbida en cierto tiempo.³

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (3)$$

donde:

p es la potencia en watts.

w es la energía en joules.

t es el tiempo en segundos.

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} * \frac{dq}{dt} = i * v \quad (4)$$

Valor de cresta o pico o máximo: V_m o V_p Es la magnitud máxima que toma la función en un instante de tiempo.

Valor pico a pico o cresta a cresta: V_{pp} Es la magnitud de la señal desde su amplitud mínima o negativa ($-V_m$) hasta su amplitud máxima o positiva ($+V_m$). Para una señal simétrica el valor pico a pico es el doble del valor máximo.

Valor eficaz o valor rms (root mean square: raíz media cuadrática): Se conoce que el voltaje en un toma corriente de una residencia debe ser de 120 V nominales, desde luego no es el valor medio, ni el valor pico, es el valor eficaz o rms. El valor rms es el valor equivalente al de una señal constante (DC) que desarrollaría la misma potencia media "P" en un resistor "R" de referencia.

Este valor rms es de sumo interés en los cálculos de potencia y energía⁴.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar esta práctica se necesito:

- 9 resistencias de diferentes valores.
- Osciloscopio Hitachi.
- Dos Multímetros Fluke. Ref: 79 III True RMS Multimeter y 73 Series II Multimeter.
- Un Multímetro UNIT UT33C.
- Genrador de funciones.

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

¹Definición tomada de [1], Página 8.

²Definición tomada de [1], Página 15.

³Texto tomado de [1], Página 15

⁴Definiciones tomadas de [2]

A. Medida de resistencias

Las resistencias utilizadas fueron $R_1 = 1\text{ M}\Omega$, $R_2 = 15\text{ K}\Omega$, $R_3 = 120\text{ K}\Omega$, $R_4 = 200\text{ }\Omega$.

Resistencia	R_1	R_2	R_3	R_4
Escala				
$2\text{ M}\Omega$	1.01	0.01	0.12	0.00
$200\text{ K}\Omega$	–	14.8	118.5	0.2
$20\text{ K}\Omega$	–	14.84	–	0.20
$2\text{ K}\Omega$	–	–	–	198
$200\text{ }\Omega$	–	–	–	197.7

TABLA I: Valores de las resistencias medidas con el Multímetro UNIT-UT33C

Los valores medidos de las resistencias con el Fluke 73 fueron

Resistencia	R_1	R_2	R_3	R_4
Valor	$1.009\text{ M}\Omega$	$14.82\text{ K}\Omega$	$118.4\text{ K}\Omega$	$198.3\text{ }\Omega$

TABLA II: Valores de las resistencias medidas con el Multímetro Fluke 73 Series II

Los valores medidos de las resistencias con el Fluke 79 fueron

Resistencia	R_1	R_2	R_3	R_4
Valor	$1.008\text{ M}\Omega$	$14.84\text{ K}\Omega$	$118.4\text{ K}\Omega$	$198.8\text{ }\Omega$

TABLA III: Valores de las resistencias medidas con el Multímetro Fluke 79 III True RMS Multimeter

De acuerdo con la tolerancia proporcionada por el fabricante las resistencias se encuentran dentro de este rango. Los elementos con los cuales se midieron las resistencias pueden afectar la exactitud de las mismas.

B. Circuito Serie-Paralelo

El circuito que se realizo fue el mostrado en la figura 1, con $V_F = 5\text{ V}$, $R_1 = 2.2\text{ K}\Omega$, $R_2 = 1\text{ K}\Omega$, $R_3 = 10\text{ K}\Omega$, $R_4 = 1\text{ K}\Omega$ y $R_5 = 20\text{ K}\Omega$.

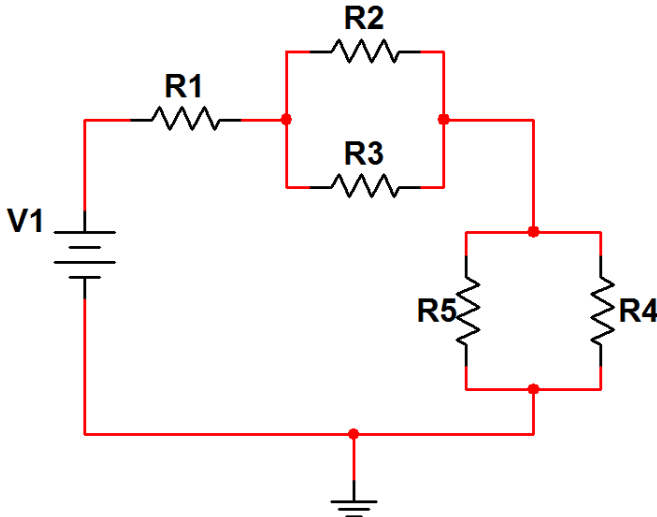


Fig. 1: Circuito Serie-Paralelo

	Voltaje (V)	Corriente (mA)	Osciloscopio
V_{Fuente}	5.01	1.245	5.2 2V/Div
V_{R1}	2.713	1.245	2.8 1V/Div
V_{R2}	1.117	1.132	1.1 0.5V/Div
V_{R3}	1.117	0.113	1.1 0.5V/Div
V_{R4}	1.178	1.183	1.2 0.5V/Div
V_{R5}	1.178	0.060	1.2 0.5V/Div

TABLA IV: Valores obtenidos por el circuito por medio del Multímetro 79 y el osciloscopio Hitachi

C. Generador de Funciones Onda Seno

Se realizo el circuito de la fig 2, con dos valores de frecuencia diferentes y un componente DC. Para alta frecuencia se utilizó una frecuencia de 5 KHz , para el de baja frecuencia se utilizó una frecuencia de 500 Hz y finalmente para el componente DC se utilizó una frecuencia de 5 KHz .

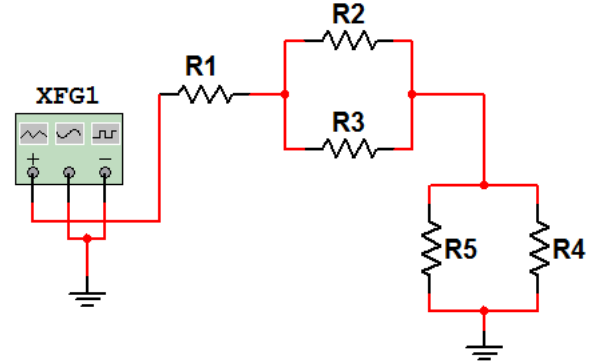


Fig. 2: Circuito Serie-Paralelo

1) Alta frecuencia: Los valores obtenidos

	Voltaje (V)	Corriente (mA)	Osciloscopio
V_{Fuente}	5.01	1.238	7.8 2V/Div
V_{R1}	2.693	1.238	6.8 2V/Div
V_{R2}	1.112	1.125	2.0 2V/Div
V_{R3}	1.112	0.113	2.0 0.5V/Div
V_{R4}	1.172	1.178	1.7 0.5V/Div
V_{R5}	1.172	0.061	1.7 0.5V/Div

TABLA V: Valores obtenidos por el circuito por medio del Multímetro 79 y el osciloscopio Hitachi

2) Baja frecuencia: Los valores obtenidos

	Voltaje (V)	Corriente (mA)	Osciloscopio
V_{Fuente}	4.98	1.234	7.2 2V/Div
V_{R1}	2.682	1.234	6.6 2V/Div
V_{R2}	1.108	1.121	2.0 2V/Div
V_{R3}	1.108	0.113	2.0 0.5V/Div
V_{R4}	1.167	1.174	1.7 0.5V/Div
V_{R5}	1.167	0.060	1.7 0.5V/Div

TABLA VI: Valores obtenidos por el circuito por medio del Multímetro 79 y el osciloscopio Hitachi

3) Componente DC: Onda senoidal de 5 KHz con un $V_{offset} = 2.006\text{ V}$

	V_{DC}	V_{AC}	I_{DC}	I_{AC}
V_{Fuente}	1.748	4.99	0.435	1.237
V_{R_1}	0.948	2.683	0.435	1.237
V_{R_2}	0.390	1.108	0.393	1.120
V_{R_3}	0.390	1.108	0.040	0.133
V_{R_4}	0.411	1.167	0.414	1.177
V_{R_5}	0.411	1.167	0.020	0.060

TABLA VII: Valores obtenidos por el circuito por medio del Multímetro 79 y el osciloscopio Hitachi

D. Generador de Funciones Onda Triangular

	Voltaje (V)	Corriente (mA)	Osciloscopio
V_{Fuente}	4.29	1.063	7.8 2V/Div
V_{R_1}	2.305	1.063	6.8 1V/Div
V_{R_2}	0.951	0.966	2.2 1V/Div
V_{R_3}	0.951	0.097	2.2 1V/Div
V_{R_4}	1.003	1.011	1.8 0.5V/Div
V_{R_5}	1.003	0.052	1.8 0.5V/Div

TABLA VIII: Valores obtenidos por el circuito por medio del Multímetro 79 y el osciloscopio Hitachi

V. PREGUNTAS

- 1) ¿Que tanto varia el valor de resistencia medido experimentalmente con respecto al mencionado por el fabricante?. ¿Se encuentra dentro de la tolerancia?

Los valores medidos experimentalmente de cada resistencia se encuentran consignados en la TABLA I, se puede observar que se encuentran entre el rango de tolerancia suministrado por el fabricante, siendo de un $\pm 5\%$.

- 2) ¿Que diferencia existe entre los valores de tensión y corriente medidos con un osciloscopio, un multímetro y la teoría?

Los valores medidos con osciloscopio son valores pico para tensión, además no se puede medir corriente con el osciloscopio de manera directa para ello se utiliza la ley de Ohm.

Los valores obtenidos con un multímetro son valores **RMS** (*Root Mean Square*) ó valores efectivos tanto para corriente como para voltaje; estos valores son manejados al realizar cálculos teóricos en **AC**. Los cálculos teóricos no tiene en cuenta las incertidumbres asociadas a los elementos utilizados para la práctica.

- 3) ¿Que limitaciones tienen los equipos en cuanto a formas de onda y frecuencia en la práctica?. ¿Concuerda con el fabricante?

Osciloscopio: Para evaluar la calidad del osciloscopio a utilizar se deben seguir los siguientes parámetros:

- Ancho de Banda: Especifica el rango de frecuencias que el osciloscopio puede medir con precisión. Por convención el ancho de banda se calcula desde 0 Hz hasta 20 MHz dependiendo de su resolución.
- Tiempo de Subida: Este parámetro sirve para determinar el tiempo de respuesta del osciloscopio con respecto a la señal medida. Un osciloscopio no puede visualizar pulsos con tiempos de subida más rápidos que el suyo propio.

- Sensibilidad Vertical: Es una característica que posee el instrumento para detectar rangos de voltajes muy bajos o altos. Se suele proporcionar en V o mV por división vertical desde 2 mV/div hasta 5 V/div en este caso.
- Resolución Vertical: Se mide en bits y es un parámetro que da la resolución del conversor A/D del osciloscopio digital. Que indica con que precisión se convierten las señales de entrada en valores digitales almacenados en la memoria. Técnicas de cálculo pueden aumentar la resolución efectiva del osciloscopio.
- Velocidad de Muestreo: Para osciloscopios análogos esta característica indica la velocidad máxima del barrido horizontal, lo que permitirá observar sucesos más rápidos. Suele ser del orden de nanosegundos por división horizontal.
- Exactitud de la Base de Tiempos: Indica la precisión en la base de tiempos del sistema horizontal del osciloscopio para visualizar el tiempo.

Multímetro Digital: Este dispositivo hace medidas de corriente o voltaje por medio de la conversión de la señal a su correspondiente valor **RMS**. Los multímetros de respuesta promedio son calibrados para lecturas correctas solo en ondas sinusoidales, y darán lectura incorrecta en otro tipo de señales.

Algunos dispositivos más costosos incluirán el valor RMS de diferentes tipos de formas de onda; el manual de usuario para el multímetro indicara los límites del factor de cresta y frecuencia para la cual la calibración de este es válida. Las limitaciones de frecuencia superior de multímetros digitales varían de 20 KHz a más de 300 KHz dependiendo del modelo. Sus limitaciones de frecuencia pueden ser corregidas considerablemente mediante el uso de circuitos asociados.

- 4) ¿Que valor arroja el multímetro cuando mide una señal AC+DC?

Si el multímetro se encuentra midiendo DC mostrara el valor de Offset de la señal. Si el multímetro se encuentra midiendo AC mostrara el valor RMS de señal.

- 5) ¿Que valor arroja el multímetro cuando mide una señal triangular?

Si el multímetro es de baja gama arrojará el valor promedio para una onda sinusoidal. De lo contrario indicara valores erróneos.

$$V_{RMS} = \frac{V_{pico}}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

Si mide valores efectivos verdaderos arrojará un dato muy preciso que corresponde al valor RMS.

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt} \quad (6)$$

- 6) Teniendo en cuenta las tolerancias de los elementos ¿Cuál puede ser el error esperado en las mediciones?

Los errores estimados para esta práctica son:

- Tolerancia de las resistencias

- Tolerancia de la fuente
- Tolerancia del multímetro
- Temperatura
- Estabilidad de la red
- Protoboard, cables, sondas, entre otros

De los cuales se pueden omitir los siguientes:

- Temperatura
- Estabilidad de la red
- Protoboard, cables, sondas, entre otros

dado que pertenecen a los errores del tipo B.

Para obtener el error es necesario hallar el intervalo de confianza de cada elemento. En seguida se hace la propagación de la incertidumbre, finalmente se utiliza la ecuación de error medio.

$$\exists\% = \frac{|Valor_{Teorico} - Valor_{Practico}|}{Valor_{Teorico}} * 100\% \quad (7)$$

- 7) ¿Que diferencia existe al medir con uno canal y con los dos canales del osciloscopio al mismo tiempo?

Con un canal se puede visualizar solo una señal al tiempo; el disponer de dos canales permite comparar señales de forma muy cómoda, y buscar relaciones de fase y amplitudes que puedan haber entre estas, por ejemplo, aplicando cada una de las señales, a las entradas “X” e “Y” del osciloscopio y en el caso de que exista una relación armónica completa entre ambas, se introduce en la pantalla una de las llamadas “figuras de Lissajous”, a la vista de la cual se pueden averiguar el numero de veces que una frecuencia contiene a la otra y por lo tanto deducir el valor de la frecuencia desconocida.

En cuanto a la conexión, cuando se vayan a medir 2 señales diferentes procedentes de un mismo circuito, se debe tener un cuidado especial con la conexión a tierra, ya que si el osciloscopio, y las señales de entrada se encuentran referenciadas con la misma tierra, es posible que exista un error en la representación de una de las 2 señales de entrada.

VI. SEGURIDAD INDUSTRIAL

No se debe trabajar solo porque si ocurre un accidente no tiene apoyo ni asistencia, no debe llevar objetos metálicos en las manos o brazos y si posee algún tipo de material conductor en su cuerpo notificarlo a su equipo de trabajo.

Establecer puestas a tierra para descargar la energía eléctrica estática presente en el cuerpo de los integrantes del grupo y así evitar daños a la integridad física, del circuito y de los mismos.

Utilizar prendas adecuadas para realizar el trabajo en el laboratorio.

Identificar la ruta de evacuación y elementos de seguridad previamente a la práctica para poder utilizarla en caso de emergencia.

Identificar y utilizar los elementos de protección personal para evitar accidentes.

Desenergizar los elementos a utilizar y asegurarse que el último elemento a utilizar sea la fuente.

En lo posible estar inscrito a EPS, ARP, Poliza de seguros, etc, según sea el caso.

VII. CONCLUSIONES

- El error solo se puede calcular al haber realizado la práctica dado que se debe comparar con el valor teórico, realizando la propagación de la incertidumbre y calculando el error esparado.
- Dependiendo del análisis deseado se puede trabajar con multímetros, los cuales miden valores RMS u osciloscopio para realizar un análisis de forma de onda y frecuencia.
- Dependiendo del tipo de multímetro y la forma de onda de la señal, genera diferentes tipos de problemas al realizar las mediciones deseadas.
- Es necesario conocer las características de cada elemento, para seleccionar adecuadamente los equipos y realizar una correcta medición.

REFERENCIAS

- [1] Dorf & Svoboda. “Circuitos Eléctricos”. Alfaomega, Sexta Edición, 2006.
- [2] [http://publico.ing.ues.edu.sv/asignaturas/aell115/Unidad-III%20AC/3-1%20Valor%20medio%20y%20eficaz%20\(rms\).pdf](http://publico.ing.ues.edu.sv/asignaturas/aell115/Unidad-III%20AC/3-1%20Valor%20medio%20y%20eficaz%20(rms).pdf)