



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO PRÁCTICO N°1

Mediciones Eléctricas e Instrumentos

MATERIA:

FÍSICA II

COMISIÓN:

Viernes de 14 a 16 hs

INTEGRANTES:

ALLAY ALFONSO, MARÍA MASHAEL (12605);

BORQUEZ PEREZ, JUAN MANUEL (13567);

16 /04 /2021

Tabla de Contenidos

Introducción.....	3
Objetivos.....	3
Experiencia 1.1 - Fuentes de Energía Eléctrica y Aparatos de Comando y Protección.....	4
Fuentes de Alimentación.....	4
Módulo de Comando y Protección.....	6
Experiencia 1.1 - Conclusiones.....	8
Experiencia 1.2 - Instrumentos de Medición.....	9
Microamperímetro con Cero al Centro de la Escala.....	10
Voltamperímetro Analógico.....	11
Tester o Multímetro Digital.....	12
Experiencia 1.2 - Conclusiones.....	14
Experiencia 1.3 - Voltímetros.....	16
Observaciones de la Tabla 1.....	16
Observaciones de la Tabla 3.....	17
Experiencia 1.4 - Óhmetro Digital.....	19
Observaciones.....	20
Reóstato.....	20
Conclusión.....	22

Introducción

En el presente trabajo realizaremos el trabajo práctico N°1 del laboratorio de física, llamado “Mediciones eléctricas e instrumentos”; donde con la ayuda y guía de 4 experiencias distintas observaremos y estudiaremos diversos instrumentos que nos ayudan a medir múltiples magnitudes, tales como resistencia, intensidad, tensión, corrientes, entre otras; aprendiendo así su funcionamiento y cómo utilizarlos correctamente, señalando sus distintas partes.

Nos familiarizamos con fuentes de energía que suministran corrientes tanto alternas como continuas.

Objetivos

Observar fuentes de energía eléctrica, accesorios de comando y protección de circuitos eléctricos y algunos instrumentos de medición.

Conocer el principio de funcionamiento y características generales de los instrumentos más comunes y ejercitar el uso de voltímetros y óhmetros.

Experiencia 1.1 - Fuentes de Energía Eléctrica y Aparatos de Comando y Protección

Fuentes de Alimentación

Una fuente de alimentación es un dispositivo eléctrico que transforma la corriente eléctrica alterna (en general 220 A.C) en corriente continua o alterna del voltaje apropiado para alimentar los circuitos eléctricos.

Existen principalmente dos tipos de fuentes de alimentación: Lineales (como las que se muestran en las imágenes) y conmutadas.

Los elementos principales de las fuentes lineales son:

- Un transformador de corriente alterna, que reduce o multiplica el voltaje de la corriente alterna de entrada a distintos valores de voltaje en la salida.
- Circuito para la rectificación de la corriente alterna a corriente pulsante, posterior filtrado de la corriente para obtener una señal DC y regulación de la tensión de salida.
- Dispositivos de protección del circuito de la fuente: como fusibles, contactos bimetálicos, etc.

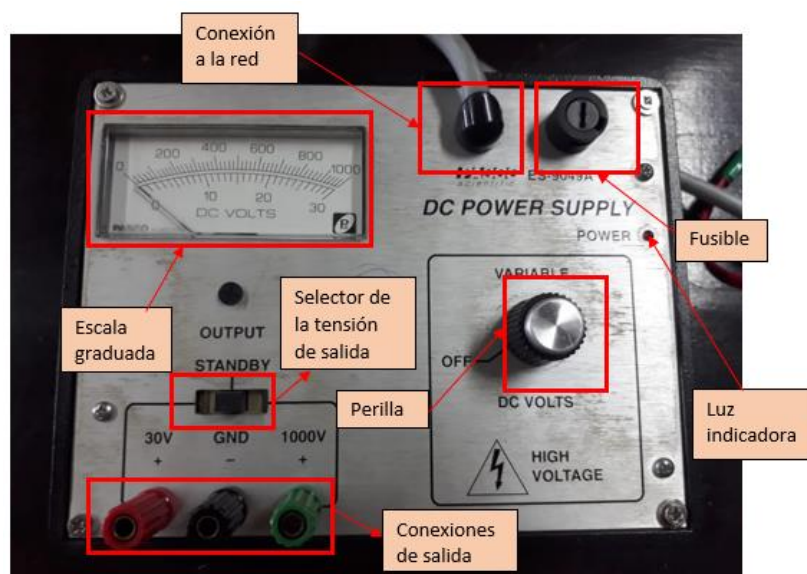


Imagen 1: Fuente de CD

La fuente de alimentación de la *Imagen 1* es una fuente de salida DC de tensión variable.

A continuación, se describen algunas de sus partes:

- Escala graduada: Observar que presenta dos graduaciones, la superior para la salida de hasta 1000V DC y la inferior para la salida de hasta 30V DC.
- Conexiones: La conexión indicada como GND (abreviatura de la palabra en inglés “ground”) es la conexión a tierra o negativo. Tiene dos conexiones, una para una tensión de salida de hasta 30 V y otra para una tensión de salida de hasta 1000 V. La selección de una u otra salida se lleva a cabo con el selector arriba de las conexiones.
- Perilla: Permite la selección continua de distintos valores de tensión de salida entre un 0V y 30V o 0V y 1000V.
- Luz indicadora: Indica que la fuente está conectada a la red de alimentación.
- Tiene además del fusible, una protección por diseño que le hace caer la tensión si se le pide más corriente de la que puede suministrar, por lo que el fusible solo se daña por la rotura de algún elemento del circuito, protegiendo al resto del circuito y a la red de alimentación.

La fuente de alimentación que se indica en la *Imagen 2* es una fuente de baja tensión AC/DC, con una tensión máxima de salida de 12V y una corriente de salida máxima de 6A.

Una diferencia de esta fuente respecto de la fuente en la *Imagen 1* es la protección térmica, ya que el elemento de protección no es fusible, sino un elemento ya sea bimetálico (protección térmica) o magnético, que permite “resetear” la fuente sin la necesidad de desarmarla o reemplazar un componente.



Imagen 2: Fuente de AC/DC

Módulo de Comando y Protección

El módulo de comando y protección es el conjunto de dispositivos que permiten realizar y comandar la conexión del circuito a la fuente de alimentación, a la vez que protege a los usuarios y a los aparatos conectados al circuito de sobrecorrientes, cortocircuitos, descargas, suba de tensiones, etc.

Los elementos principales del módulo de comando y protección de la *Imagen 3* son los siguientes:

- Interruptor bipolar: es de accionamiento manual y corta dos líneas de corriente (en este caso fase y neutro).
- Llave termomagnética bipolar: este es un dispositivo de protección que tiene dos formas de respuesta, cuando la corriente supera varias veces la normal (como es el caso de los cortocircuitos) activando el elemento magnético y cuando la corriente que atraviesa el circuito es ligeramente mayor a la normal durante un intervalo de tiempo prolongado, lo que produce el calentamiento del elemento térmico (un bimetálico) desconectando el circuito automáticamente en ambos casos.
- Toma de corriente: a la que se conecta el circuito a alimentar.
- Conexión a la red.

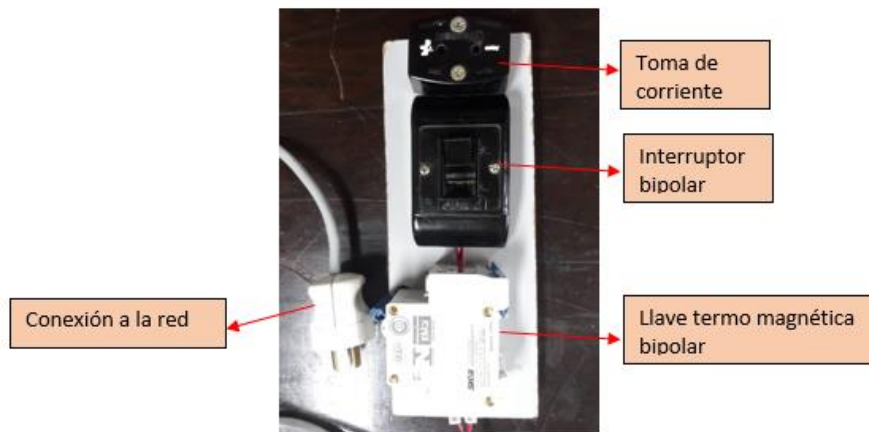


Imagen 3: Módulo de comando y protección



Imagen 4: Llave termomagnética bipolar

Experiencia 1.1 - Conclusión

Además de las fuentes de alimentación mostradas en el material de cátedra, otro tipo de fuentes son las denominadas conmutadas. La ventaja de este tipo de fuentes respecto de las lineales es que son más eficientes y ocupan menos espacio, esto debido a que la transformación de la corriente se hace a través de circuitos electrónicos (que ocupan poco espacio) y se requiere de transformadores de menores dimensiones. Un ejemplo de esto son las fuentes de alimentación para las computadoras de gabinete (*Imagen 5*), que en general ofrecen salidas de tensión DC desde 3.3 V, pasando por 5 V y hasta 12 V en general, que son los niveles de tensión útiles para la alimentación de los circuitos electrónicos de la PC. También se utilizan este tipo de fuentes en los cargadores de celulares, notebooks, en aparatos electrodomésticos como lavadoras, microondas, etc.

Al respecto de los elementos de protección y comando podemos mencionar: interruptores diferenciales con puesta a tierra (*Imagen 6*) para la protección de los usuarios ante descargas, protectores de alta y baja tensión (son especialmente útiles cuando se conectan dispositivos sensibles a las variaciones de tensión, como por ejemplo equipos informáticos), aparatos para la protección de motores, etc. Y para el comando de circuitos hay aparatos automáticos como los contactores y relés, y otros accionados manualmente tales como pulsadores (monoestables) o botoneras, llaves conmutadoras, etc.



Imagen 5: Fuente de alimentación para las computadoras de gabinete



Imagen 6: Interruptor Diferencial

Experiencia 1.2 - Instrumentos de Medición

Los instrumentos de medición más comunes son los amperímetros (para la medición de la intensidad de la corriente) y voltímetros (para la medición de la tensión eléctrica). El componente fundamental de estos dispositivos cuando son analógicos es lo que se denomina galvanómetro (principalmente de bobina móvil e imán permanente).

La bobina consiste en un conjunto ajustado de espiras rectangulares con la libertad de girar en torno a un cilindro, núcleo de la bobina, el cual es de un material ferromagnético que favorece que el campo magnético en esa zona sea radial. Dado que la bobina está en un campo magnético, cuando a través de ella circula corriente (del circuito donde se lleva a cabo la medición), se produce un momento de torsión proporcional a la intensidad de la corriente, que provoca la rotación de la misma. La bobina gira hasta que el momento de torsión es equilibrado por el momento antagónico provocado por un conjunto de resortes.

Mediante la construcción apropiada de la bobina, la selección apropiada de los resortes y del imán, se consigue que el desplazamiento angular de la bobina sea proporcional a la intensidad de la corriente que la atraviesa. Entonces una aguja solidaria a la bobina en uno de sus extremos indica, en una escala graduada, el valor de la corriente o la tensión medida.

Los parámetros fundamentales de un galvanómetro que se tienen en cuenta al construir un amperímetro o voltímetro son su resistencia interna R_g y la corriente máxima I_g , que es la corriente necesaria para que la aguja alcance el fondo de escala. En general para los amperímetros (que se conectan en serie) se busca que R_g sea lo más pequeña posible en comparación con la resistencia del circuito a medir, de modo que la perturbación que produzca sea pequeña. Así mismo para los voltímetros (que se conectan en paralelo) se busca que R_g sea lo mayor posible en comparación con la resistencia del circuito entre las puntas de conexión, de modo que deriven una corriente pequeña.

Conectando resistencias de derivación y otras adicionales de una manera adecuada, se puede utilizar un galvanómetro para construir un aparato analógico que funcione como amperímetro y como voltímetro (un volt amperímetro analógico).

Microamperímetro con Cero al Centro de la Escala (Imagen 7)

Es un instrumento que se utiliza en situaciones donde se trabaja con corriente continua. Sirve para detectar pequeñas intensidades de corriente. Se conecta en serie con el circuito, y hay que tener cuidado de no conectarlo en paralelo ya que puede provocar un cortocircuito al ser la resistencia interna del instrumento muy baja.

Para el instrumento de la figura tenemos:

- El alcance es de $\pm 50\mu\text{A}$
- El número de divisiones de la escala es 50 hacia cada lado.
- El error de apreciación del instrumento es de $1\mu\text{A}$



Imagen 7: Micro Amperímetro analógico

Voltamperímetro Analógico (Imagen 8)

Este instrumento nos permite medir el voltaje y amperaje tanto en corriente continua como en alterna. Para cada tipo de corriente tiene una escala graduada señalizada.

El instrumento de la *Imagen 8* permite la medición de tensión con rangos de: 3V, 6V, 30V, 120V, 300V y 600V (factores de escala). Los rangos para la medición de corriente son: 1,2 mA, 6 mA, 30 mA, 120 mA, 0,3 A, 1,2 A y 6 A (factores de escala). La escala del instrumento tiene 65 divisiones, pero consideramos el fondo de escala en 60 divisiones.

Para cada escala, consideramos el error de apreciación de este instrumento como el correspondiente a la mitad de una división.

Las constantes de cada escala la obtenemos según la fórmula:

$$k = \frac{\text{alcance}}{\text{cantidad de divisiones en la escala}}.$$

Así, las constantes de escala para la medición de voltaje del instrumento en la *Imagen 8* son de: 0,05, 0,1, 0,5, 2, 5 y 10 (V/div).

Mientras que las constantes para la medición de corriente son de: 0,02, 0,1, 0,5, 2 (mA/div) y 0,005, 0,02, 0,1 (A/div).

Utilizando el valor de la constante k para cada escala y observando la cantidad de divisiones correspondiente a la medida (L), obtenemos el valor de la medida de la magnitud LM como:

$$LM = L * k$$

En el reverso del instrumento indicado en la *Imagen 8*, una etiqueta indica los valores de la resistencia interna del instrumento para cada rango de medición. Al comparar los valores, se puede aseverar que $R_a \ll R_v$.

Por ejemplo, la resistencia interna para la escala de máximo amperaje de 6A es de $0,17\Omega$ y para la escala de voltaje máxima, la resistencia interna es de $600\text{ k}\Omega$.

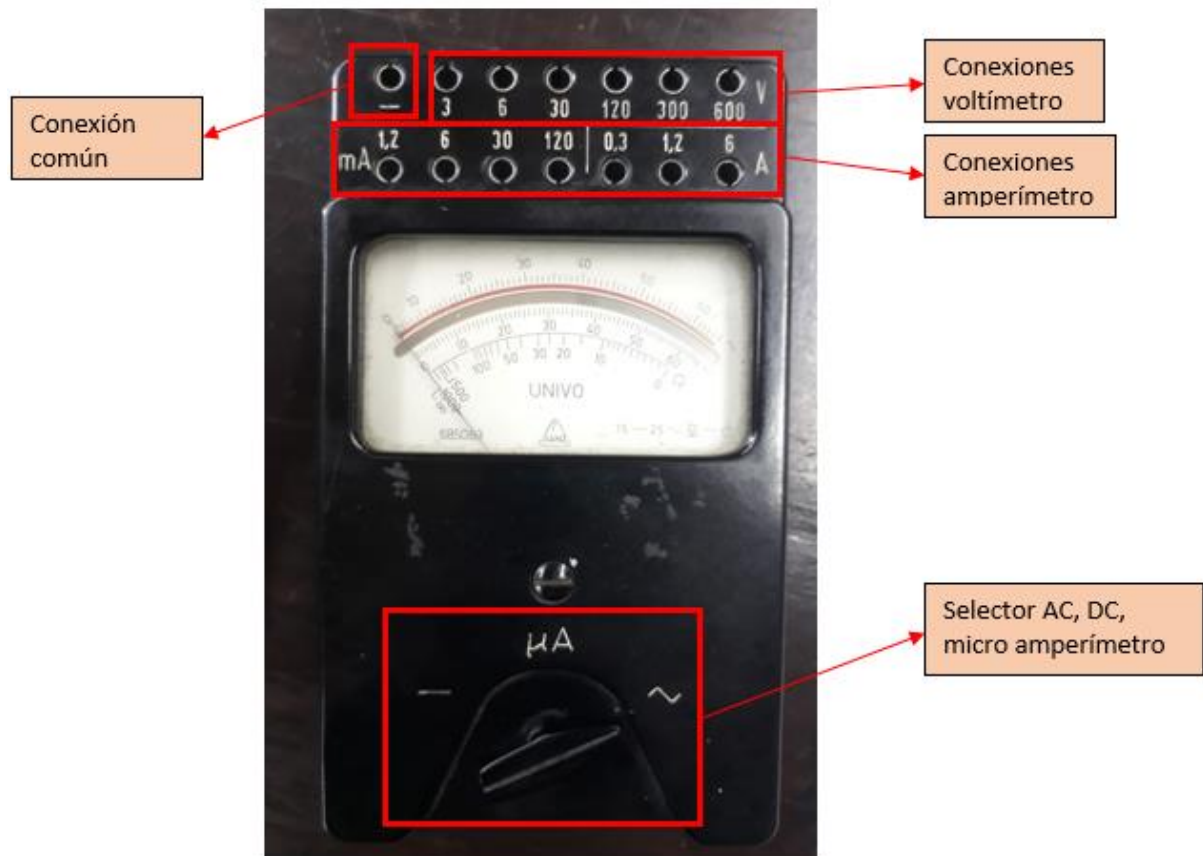


Imagen 8: Voltamperímetro analógico

Tester o Multímetro Digital (Imagen 9)

Es un instrumento digital que permite medir múltiples magnitudes eléctricas tales como la intensidad de corriente, tensión -tanto AC como DC-, resistencia, capacidad eléctrica, etc. En este caso, la tecnología que sustenta su funcionamiento es la electrónica y cuenta con una batería interna que alimenta los circuitos y permite realizar medidas de capacidad y de resistencia. Para los instrumentos digitales consideramos el error de apreciación el correspondiente al último dígito.

Los valores máximos que permite el tester digital de la *Imagen 9* son de 20 M Ω (siendo la escala más pequeña de hasta 200 Ω), lecturas de 1000V DC (siendo la escala más pequeña de hasta 200 mV), 750 V AC, y una intensidad máxima de 20A (con la escala más pequeña de 200 μ A). Además, este multímetro permite medir la capacidad eléctrica de condensadores y determinación del tipo de transistores bipolares.

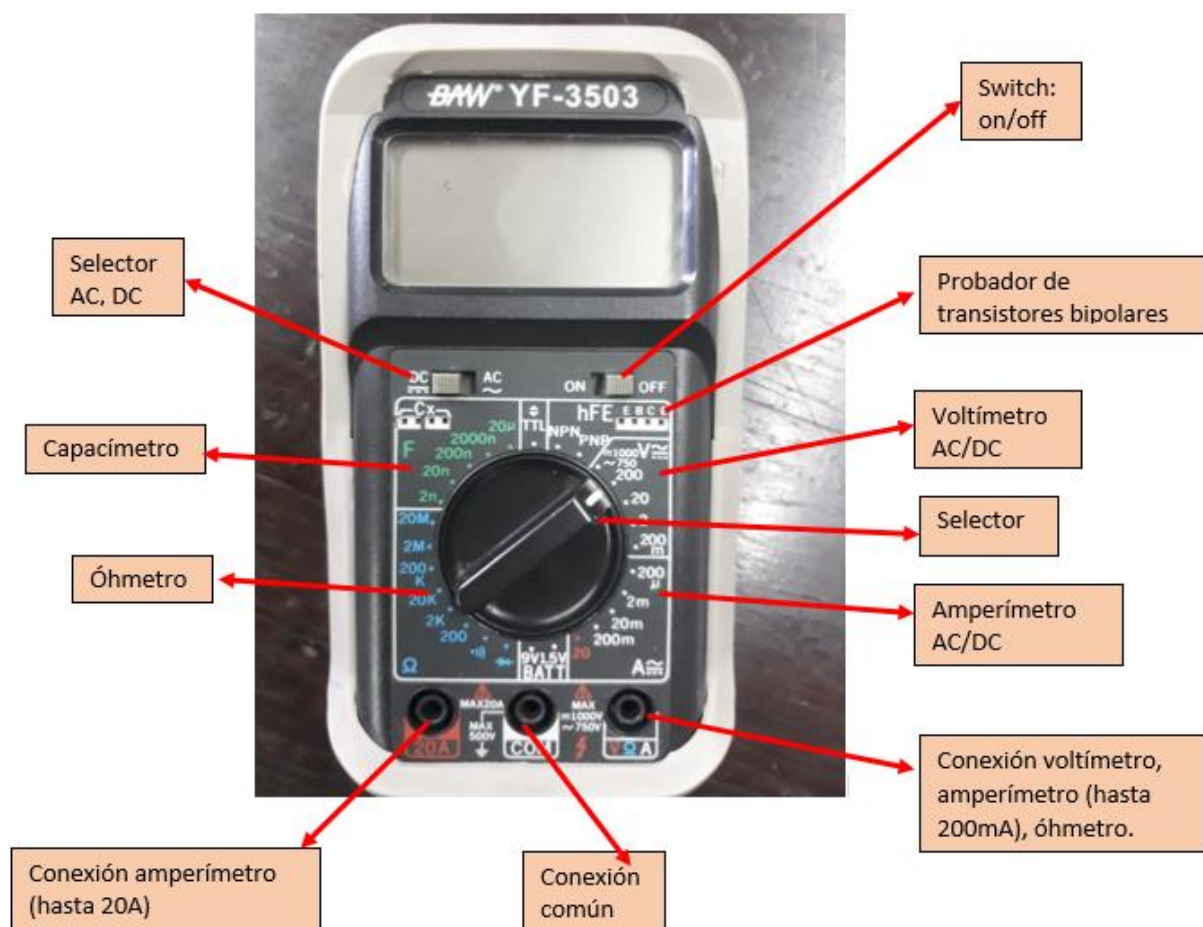


Imagen 9: Multímetro digital

Experiencia 1.2 - Conclusiones

Otros instrumentos de medición como las pinzas amperimétricas son una herramienta para la medición de intensidades de corriente eléctrica tanto AC como DC. La ventaja que presenta respecto de los instrumentos para medir corriente ya mencionados es que permite la medición sin necesidad de interrumpir el circuito en el punto a medir. En cambio, la pinza se coloca alrededor del cable por el que fluye la corriente mientras el circuito está en funcionamiento y la medición de la corriente se muestra en una escala de aguja (en el caso de una pinza analógica) o display (en el caso de una pinza digital).

El principio de funcionamiento de estos dispositivos es el efecto de inducción electromagnética y otro llamado efecto Hall. Las pinzas amperimétricas en el mercado son de tipo digital (aunque las hay analógicas) y funcionan también como multímetro, permitiendo además la medición de resistencia y tensiones AC y DC.

En la *Imagen 10* se muestra una pinza amperimétrica que permite la medición de corrientes de entre 2A y hasta 20A en AC y desde 200A hasta 400 A en DC. Además, permite la medición de resistencias y de tensiones hasta 600V AC/DC.



Imagen 10: Pinza amperimétrica

Podemos mencionar al osciloscopio (*Imagen 11*) como otro instrumento de medición. Un osciloscopio (pueden ser tanto analógicos como digitales, también los hay portátiles) es un instrumento de visualización electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo; se presentan los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje x representa tiempos y el eje y representa tensiones (medida en voltios).

La ventaja del osciloscopio frente a un multímetro digital es que además de mostrar los valores numéricos de una onda, revela su forma, incluidas su amplitud (tensión) y frecuencia.

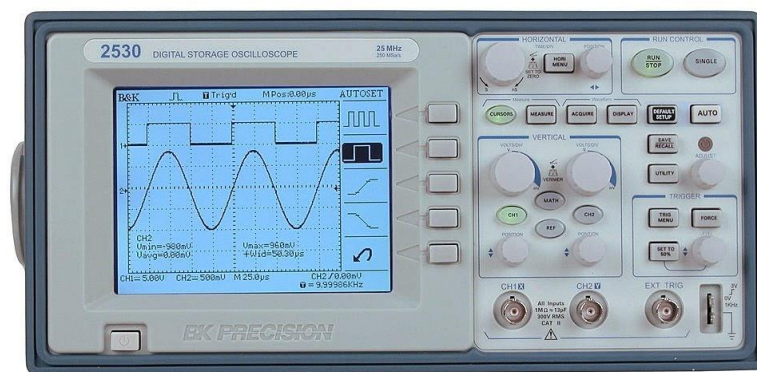


Imagen 11: Osciloscopio digital

Experiencia 1.3 - Voltímetros

Posicion	F.E	C.E (V/div)	L (div)	LM analogico (V)	LM digital (V)
1	3	0,05	51	2,55	2,3
2	6	0,1	41	4,1	3,8
4	30	0,5	15	7,5	6,7
6	30	0,5	21	10,5	9,8
8	30	0,5	27	13,5	12,6
10	30	0,5	33	16,5	15,4
12	30	0,5	39	19,5	18,4

*Tabla 1: Valores de tensión de salida DC de la fuente***Observaciones de la Tabla 1**

- El rango de la salida de tensión DC de la fuente es de aproximadamente 2V a 20V, con variaciones aproximadas de 3V entre posiciones sucesivas desde la posición 2 a la posición 12, y con una diferencia de aproximadamente 1,5V entre las posiciones 1 y 2.
- Las medidas obtenidas con el instrumento analógico son mayores siempre que las obtenidas con el instrumento digital para el mismo valor de la magnitud.
- En la *Tabla 2* se suprimió la columna correspondiente a la constante de escala. La columna *diferencia* indica la diferencia de las mediciones obtenidas con el instrumento analógico y digital. Se puede observar que para las posiciones 1 y 2 la diferencia es aproximadamente igual y relativamente pequeña, siendo también **L** en ambos casos mayor a dos tercios del fondo de escala (60 divisiones escala total). Para las posiciones de 4 a 6, las mediciones con el instrumento analógico se realizan con el mismo **FE**, las diferencias de las mediciones con instrumento analógico y digital no difieren en más de 0,3 (relativamente poco) y aumentan con el valor de la magnitud; **L** va de un cuarto de escala en la posición 4 a dos tercios de la escala completa.

Posición	F.E	L(div)	LM analógico (V)	LM digital (V)	Diferencia
1	3	51	2,55	2,3	0,25
2	6	41	4,1	3,8	0,3
4	30	15	7,5	6,7	0,8
6	30	21	10,5	9,8	0,7
8	30	27	13,5	12,6	0,9
10	30	33	16,5	15,4	1,1
12	30	39	19,5	18,4	1,1

Tabla 2: Comparación de las mediciones en DC

Posicion	F.E	C.E (V/div)	L (div)	LM analogico (V)	LM digital (V)
1	3	0,05	27	1,35	0,8
2	3	0,05	48	2,4	1,8
4	6	0,1	46	4,6	3,8
6	30	0,5	15	7,5	6,1
8	30	0,5	19	9,5	8,2
10	30	0,5	23	11,5	10,3
12	30	0,5	28	14	12,6

Tabla 3: Valores de tensión de salida AC de la fuente

Observaciones de la Tabla 3

- El rango de la tensión de salida AC de la fuente es de aproximadamente 1V a 13V, con variaciones aproximadas de 2V entre posiciones sucesivas desde la posición 2 a la 12 y con una variación de aproximadamente 1V entre las posiciones 1 y 2.
- Las medidas obtenidas con el instrumento analógico son mayores siempre que las obtenidas con el instrumento digital para el mismo valor de la magnitud.

- c) En la *Tabla 4* se suprimió la columna correspondiente a la constante de escala. La columna *diferencia* indica la diferencia de las mediciones obtenidas con el instrumento analógico y digital. Se puede observar que para las posiciones 1, 2 y 4 la diferencia es similar y en las posiciones 2 y 4, L abarca un poco más de dos tercios de la escala completa. Las diferencias de las mediciones en las posiciones 4 a 12 (factor de escala 30) son similares entre sí y casi del doble del valor de las diferencias para las posiciones 1, 2 y 4, además L ocupa desde un cuarto del fondo de escala del instrumento analógico hasta poco menos de la mitad del fondo de escala.

Posición	F.E	L(div)	LM analógico (V)	LM digital (V)	Diferencia
1	3	27	1,35	0,8	0,55
2	3	48	2,4	1,8	0,6
4	6	46	4,6	3,8	0,8
6	30	15	7,5	6,1	1,4
8	30	19	9,5	8,2	1,3
10	30	23	11,5	10,3	1,2
12	30	28	14	12,6	1,4

Tabla 4: Comparación de las mediciones en AC

Experiencia 1.4 - Óhmetro Digital

En la *tabla 5* se han eliminado las columnas correspondientes a los tres primeros colores y se han agregado dos columnas en el lado derecho de la tabla para dar cuenta de la desviación de la medición respecto del valor numérico de los resistores según el código de colores.

R	Tolerancia	Valor numérico (Ω)	Nominal (Ω)	Exp (Ω)	Desviación $Exp - num$ (Ω)	Desviación relativa: $\frac{Exp - num}{num} * 100$
1	±5%	10 ²	95<R<105	99	-1	-1%
2	±5%	10 ⁵	95000<R<105000	101300	1300	1,3%
3	±5%	330	313,5<R<346,5	327	-3	-0,9%
4	-	-	68	68	0	0%
5	-	-	<200	115	-	-
6	-	-	<200	73,5	-	-
7	±5%	10 ³	950<R<1050	984	-16	-1,6%
8	±5%	10 ⁴	9500<R<10500	10900	900	9%
9	±1%	22*10 ⁵	21778000<R<2222000	1017000	-1183000	-54,8%
10	-	-	220	216	-4	-1,8%

Tabla 5: Comparación de los valores de resistencia medidos/nominales

En la *tabla 6* se comparan la tolerancia propuesta por el fabricante con la desviación relativa de la medida respecto del valor numérico de la resistencia, y se indica si el valor medido se encuentra dentro del valor nominal o no:

R	Tolerancia	Desviación relativa	Dentro de la Tolerancia
1	±5%	-1%	si
2	"	1,3%	si
3	"	-0,9%	si
7	"	-1,6%	si
8	"	9%	no
9	±1%	-54,8%	No (excesiva desviación)

Tabla 6: Comparación de las tolerancias y las desviaciones.

Observaciones

Solamente los valores medidos para R8 y R9 no se encuentran dentro de la tolerancia propuesta por el fabricante, siendo notable la diferencia para R9. Para R9 se observa que la desviación relativa de la medida comparada con la tolerancia propuesta es mucho mayor, en un factor de más de 50, es decir que el valor medido de la resistencia se aleja del valor propuesto en más de la mitad del valor propuesto.

Reóstato

Un reóstato es un dispositivo de tres terminales, tiene resistencia eléctrica constante entre dos de estos terminales (1 y 2 en la *Imagen 12*), mientras que, entre el terminal restante, denominado cursor o flecha, y los otros dos, la resistencia eléctrica puede variar. Esto se consigue deslizando el cursor a lo largo del elemento resistivo. Un reóstato se utiliza en circuitos para variar la corriente que se provee a la carga, por lo que se conectan en serie con la carga. Un ejemplo de esto es la utilización de reóstatos para variar la intensidad de corriente que se provee a un motor eléctrico durante el arranque y mientras está en funcionamiento. En resumen, se puede decir que un reóstato es un resistor de resistencia variable entre su terminal medio y cada uno de sus extremos. Al ser utilizado para el control de la intensidad de corriente en el circuito, se caracterizan por tener alta disipación de potencia.

Un elemento de resistencia variable similar a un reóstato es lo que se denomina potenciómetro. Su funcionamiento es equivalente, pero se diferencia de un reóstato en que son utilizados para el control de la tensión (constituyen lo que se denomina divisor de tensión) que se provee a la carga y no la corriente (aunque pueden ser utilizados para este propósito). Por esta razón no tienen tanta disipación de potencia, y son utilizados principalmente en circuitos donde la corriente es baja.

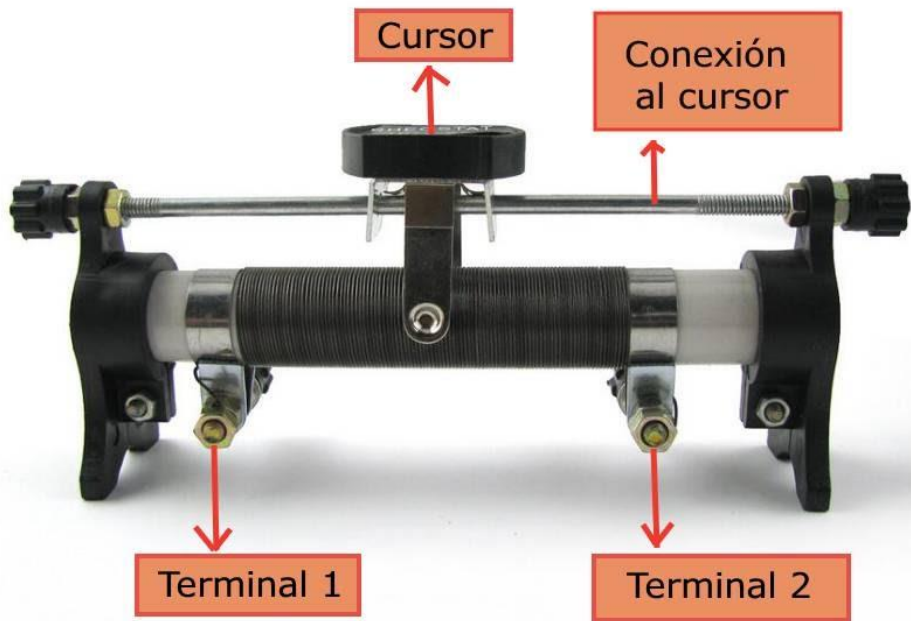


Imagen 12: Reóstato

Conclusión

Este trabajo ha sido muy enriquecedor, enseñándonos las fuentes de energía eléctrica, su modo de trabajo y cómo a la vez operan ciertos interruptores (automáticos y bipolares) que permiten nuestra seguridad y la de los instrumentos con los que trabajamos.

Nos brindó conocimientos importantes sobre los instrumentos de medición que posee el laboratorio mientras los comparábamos con nuevos instrumentos, notando las desventajas de aquellos instrumentos más comunes.

Además, nos permitió comprender en teoría como medir tensiones y resistencias, observando aquellos errores que pueden llegar a surgir a la hora de registrar los valores medidos.