



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
SECCIÓN ELÉCTRICA

MEDICION E  
INSTRUMENTACION



ACTUALIZACIÓN  
SEMESTRE 2018 - II

AUTOR:  
ING. ÁNGEL ISAÍAS LIMA GÓMEZ  
COLABORADORES IME:  
HERNÁNDEZ COLIN DAMIAN  
MARTÍNEZ HERNÁNDEZ RAÚL EDUARDO  
MONTAÑO CERON LUIS ERNESTO



## ÍNDICE

INDICE	2
PRÁCTICA 1 “MEDICIÓN DE RESISTENCIAS”	3
PRÁCTICA 2 “PUENTE DE WHEASTONE”	12
PRÁCTICA 3 “MEDICIÓN CORRIENTE ALTERNA”	18
PRÁCTICA 4 “ANALIZADOR DE ENERGÍA”	23
PRÁCTICA 5 “MEDICIÓN DE UN SISTEMA MONOFÁSICO”	34
PRÁCTICA 6 “PARÁMETROS DE LECTURA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO”	40
PRÁCTICA 7 “LUXÓMETRO”	45



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 1  
“MEDICIÓN DE RESISTENCIAS”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**UNAM  
SEMESTRE 2018-I  
CALIFICACIÓN  
CUAUTITLÁN**

## PRÁCTICA 1 “MEDICIÓN DE RESISTENCIAS”

### OBJETIVOS

- El alumno aprenderá a utilizar diferentes instrumentos para la medición de la resistencia, así como el uso del código de colores.
- Comparar las lecturas de cada instrumento, en parámetros como exactitud, rapidez, precisión y confiabilidad.

### INTRODUCCIÓN

La resistencia eléctrica es la propiedad que se opone al flujo de electrones dejando pasar solo una pequeña cantidad dependiendo de la capacidad de la misma resistencia, el exceso de electrones que pasan por la resistencia son liberados en forma de calor.

En electrónica se utiliza a la resistencia electrónica para reducir o regular el voltaje a través de ciertos arreglos que se pueden hacer con estas, por lo general una resistencia esta formada por alambre, carbón y un encapsulado de porcelana como se aprecia a continuación (a menudo el alambre que son las patitas que salen del encapsulado de porcelana son de cobre y en ocasiones especiales de plata u oro, esto para aumentar la resistencia debido a su material (el material también es importante para que la resistencia no se funda cuando expulse los electrones en forma de calor).

**Resistencia de 4 bandas**

COLOR	Primera banda	Segunda banda	Tercera banda	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	0	0	1 Ω	
Cafe	1	1	1	10 Ω	± 1% (F)
Rojo	2	2	2	100 Ω	± 2% (G)
Naranja	3	3	3	1K Ω	
Amarillo	4	4	4	10K Ω	
Verde	5	5	5	100K Ω	±0.5% (D)
Azul	6	6	6	1M Ω	±0.25% (C)
Violeta	7	7	7	10M Ω	±0.10% (B)
Gris	8	8	8		±0.05%
Blanco	9	9	9		
Oro				0.1	± 5% (J)
Plata				0.01	± 10% (K)

**Resistencia de 5 bandas**

IngenieriaElectronica.Org

Por lo general las resistencias eléctricas poseen un código de colores impreso en ellas, las resistencias comunes poseen 4 bandas, mientras que las que llegan a un valor más preciso tienen 5 bandas.



## MATERIAL Y EQUIPO

- 10 resistencias a  $\frac{1}{2}$  watt de diferentes valores (3 de ellas menores a  $110 \Omega$ )
- Multímetro digital.
- Multímetro analógico.
- Puente de Wheatstone.
- Cables de conexión.
- Puente de Kelvin.
- Software de lectura de código de colores.
- Caimanes

## DESARROLLO

1. Enumerar las resistencias del 1 al 10 arbitrariamente.
2. Por medio del código de colores determinar los valores de cada resistencia.

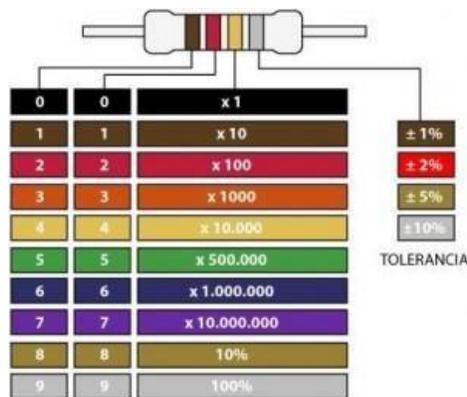


Figura 1.1

3. Anótelas en la tabla 1.1 de forma progresiva.

No.	Código de colores	Software de código de colores	Multímetro digital	Multímetro analógico	Puente de Wheatstone	Puente de kelvin
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Tabla 1.1

4. Verificar con el software, el valor de la resistencia y anótelas en la tabla 1.1

#### USO DEL SOFTWARE

4.1 Seleccionar el color de la 1ª banda y oprimir calcular;

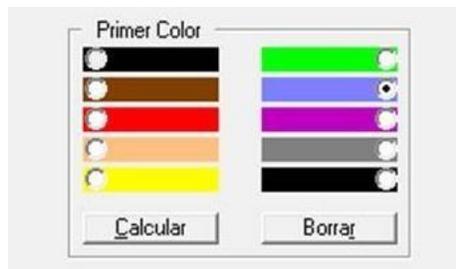


Figura 1.2

4.2 Seleccionar el color de la 2ª banda y oprimir calcular.



Figura 1.3

4.3 Seleccionar el color de la 3ª banda y oprimir calcular.



Figura 1.4

4.4 Anotar el resultado de la pantalla en la tabla 1.1 y oprimir aceptar.

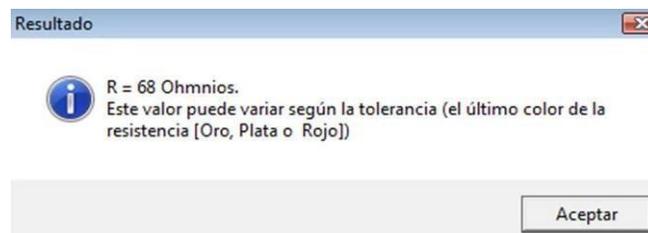


Figura 1.5

5. Con un multímetro digital obtenga los valores de cada una de las resistencias y anótelos en la tabla 1.1 respetando el orden.

## USO DEL MULTÍMETRO DIGITAL

5.1 Encender el multímetro digital y coloque en función de óhmetro ( $\Omega$ )

5.2 Poner la resistencia en las terminales del óhmetro.

5.3 Mida y anote en la tabla 1.1 los valores de cada resistencia.



Figura 1.6 Multímetro digital

6. Realice las mediciones con el multímetro analógico, para cada una de las resistencias.

### USO DEL MULTÍMETRO ANALÓGICO

- 6.1 Para cada cambio de escala se calibrará el multímetro analógico.
- 6.2 Uniendo las terminales del multímetro (3) con la perilla (1) ajuste la aguja a la posición cero.
- 6.3 Mida y anote los resultados en la tabla 1.1

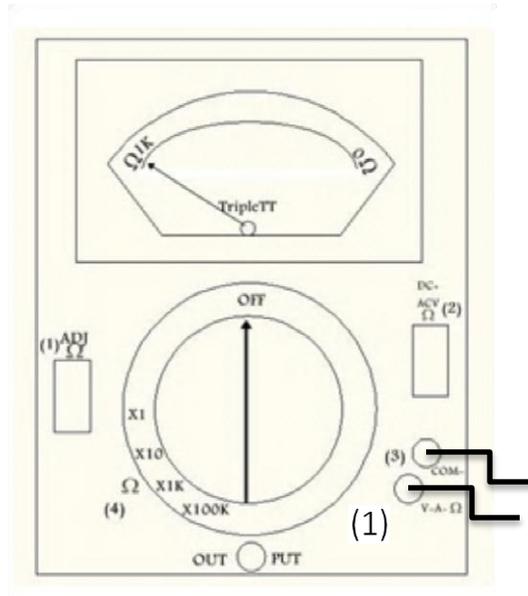


Figura 1.7 Multímetro analógico

### USO DEL MULTIMETRO DIGITAL

7. Utilizando el puente de Wheatstone tome el valor más exacto de las resistencias, fijándose en que la aguja no se mueva del galvanómetro.

### USO DEL PUENTE DE WHEATSTONE

- 7.1 Checar que todas las perillas marquen 0 y el factor multiplicador marque 1.
- 7.2 Colocar el seguro en las terminales (EXT)( GA).
- 7.3 Insertar la resistencia en (Rx).
- 7.4 Colocar el factor multiplicador y utilizar las 4 perillas ajuste el valor más cercano al de la resistencia de acuerdo a su código de colores.
- 7.5 Apretar los botones de (BA) y (GA) simultáneamente.

- 7.6 Observar la deflexión de la aguja, si la aguja se mueve repetir los pasos anteriores hasta que no exista deflexión.

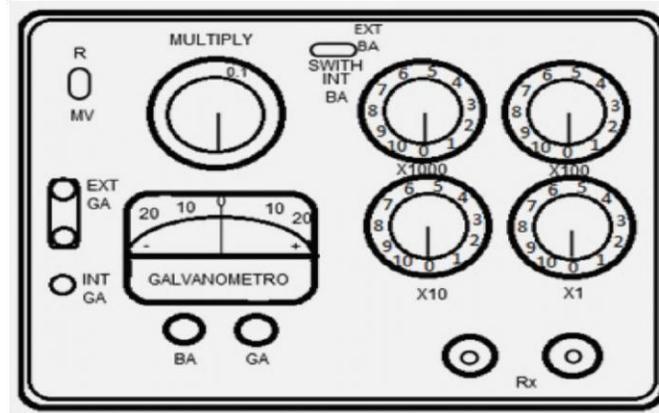


Figura 1.8 Puente de Wheatstone

8. A través del Puente de Kelvin, obtener el valor de las resistencias respetando el orden, observe que la aguja del galvanómetro no se mueva.

#### USO DEL PUENTE DE KELVIN

##### 8.1 Checar la batería:

8.1.1 Poner el interruptor (1) en la posición de ON

8.1.2 Colocar la manecilla (2) en modo CH. Si la aguja entra en el rango de la línea azul significa que la batería está bien si no es así es necesario cambiarla.

8.2 Observe que el seguro se encuentre de la forma (INT) (BA).

8.3 Antes de empezar a realizar las lecturas coloque la perilla (2) de modo G1

8.4 Puentear  $C_2$  y  $P_2$ ,  $C_1$  y  $P_1$ .

8.5 Insertar la resistencia entre  $P_1$  y  $P_2$  ( $R_x$ ).

8.6 Poner la llave en el factor multiplicador que se requiera.

8.7 Oprima el botón de GA y girar la perilla (4) hasta que en la pantalla del Galvanómetro marque cero.

8.8 Observar que la aguja del galvanómetro no se deflexione.

8.9 Colocar la perilla en GA/OFF (2).

8.10 Apagar el Puente de Kelvin, colocando la perilla (1) en la posición de OFF.

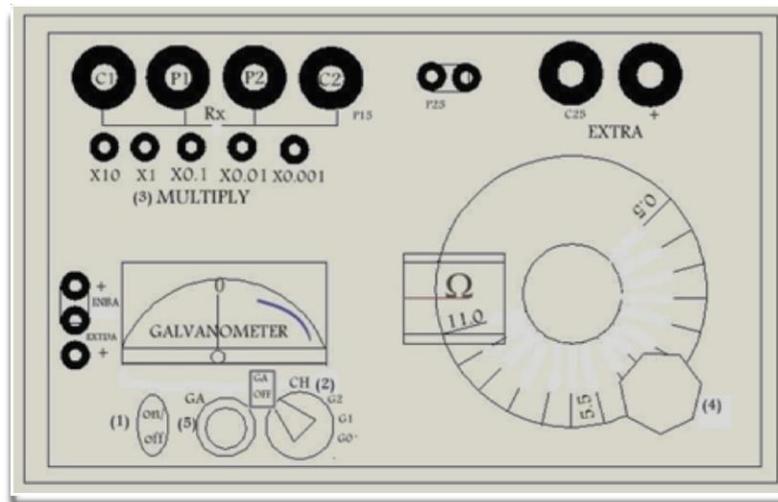


Figura 1.9 Puente de Kelvin

## CUESTIONARIO

1. ¿Qué restricción tiene el puente de kelvin con respecto al puente de Wheatstone?
2. Mencione cual de los instrumentos utilizados de medición es más preciso:
  - 2.1 ¿Por qué?
3. ¿Qué le sucede al multímetro digital cuando se tocan las terminales con los dedos al medir el valor de una resistencia?
4. ¿Qué significa que la aguja del puente de Wheatstone tienda al lado negativo?
5. ¿Cuál fue el instrumento más rápido para tomar las lecturas?
  - 5.1 ¿Por qué?



6. Encuentre el rango en el cual debe existir un resistor que tiene las siguientes bandas de colores para satisfacer la tolerancia del fabricante.

1ª Banda	2ª Banda	3ª Banda	4ª Banda	Valor de la resistencia
Verde	Azul	Naranja	Dorado	
Rojo	Rojo	Café	Plateado	
Café	Negro	Negro	-----	

Tabla 1.2

7. Encuentre el código de colores para las siguientes resistencias de 10%.

Valor de la resistencia	1ª Banda	2ª Banda	3ª Banda	4ª Banda
220 $\Omega$				
4700 $\Omega$				
68K $\Omega$				
9.1M $\Omega$				

Tabla 1.3

8. ¿Existe una superposición en la cobertura entre los resistores de 20%? Esto es, determine el rango de tolerancia para un resistor de 20% de 10  $\Omega$  y para un resistor de 20% de 15  $\Omega$ , y observe si se sobreponen sus rangos de tolerancia.
9. ¿Existe una superposición en la cobertura entre los resistores de 10%? Esto es, determine el rango de tolerancia para un resistor de 10% de 10  $\Omega$  y para un resistor de 20% de 15  $\Omega$ , y observe si se sobreponen sus rangos de tolerancia.
10. Encuentre la conductancia de cada una de las siguientes resistencias:
- a) 0.086 $\Omega$
  - b) 4K  $\Omega$
  - c) 2.2M  $\Omega$

Compare los resultados



11. Encuentre la conductancia de 1000ft de alambre AWG #18 hecho de:

- a) Cobre
- b) Aluminio
- c) Acero

12. Mencione las ventajas y desventajas del uso de cada uno de los equipos que se enlistan:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Software de código de colores		
Multímetro digital		
Multímetro analógico		
Puente de Wheatstone		
Puente de Kelvin		

*Tabla 1.4*

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**  
**SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 2**  
**“PUENTE DE WHEATSTONE”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

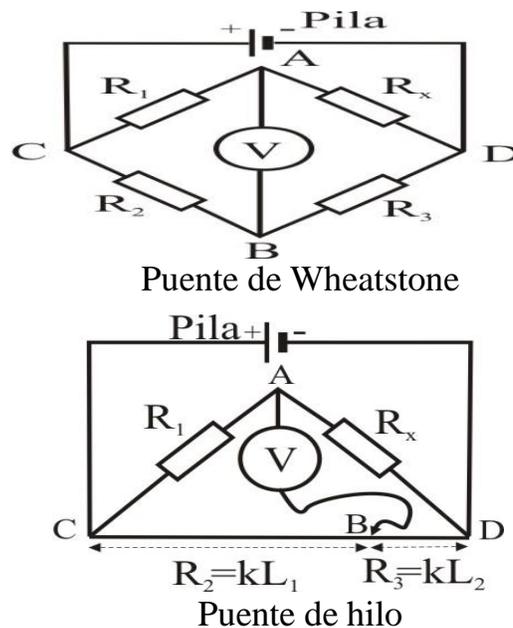
**UNAM**  
**SEMESTRE 2018-I**  
**CALIFICACIÓN:**  
**CUAUTITLÁN**

## OBJETIVOS

1. Construir un Puente de Wheatstone
2. Observar cómo funciona un puente de Wheatstone al medir las resistencias.

## INTRODUCCION

El puente de Wheatstone es un montaje eléctrico con cuatro resistencias tal como indica la figura



El puente de Wheatstone está equilibrado cuando la diferencia de potencial entre los puntos A y B es nula, en esta situación,  $I_1$  representa la corriente eléctrica que pasa por  $R_1$  y también por  $R_x$  ya que al ser  $V_{AB} = 0$ , no pasa corriente por AB. Además  $I_2$  es la corriente que circula por  $R_2$  y  $R_3$ . Se cumple que.

$V_{CA} = V_{CB} = I_1 R_1 = I_2 R_2$  ;  $V_{AD} = V_{BD} = I_1 R_x = I_2 R_3$  y de las ecuaciones anteriores se deduce que.

$$\frac{I_1 R_1}{I_2 R_2} = \frac{I_1 R_x}{I_2 R_3} \Rightarrow R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2} \quad (1)$$



Desde el punto de vista práctico el puente de Wheatstone se sustituye por el puente de hilo,  $R_2$  y  $R_3$  se reemplazan por un hilo de sección constante, y al ser la resistencia directamente proporcional a la longitud de hilo, se puede escribir  $R_2 = kL_1$  y  $R_3 = kL_2$ . B es un cursor que se desplaza sobre el hilo y según sea su posición sobre él, así serán las resistencias  $R_2$  y  $R_3$ . Para ciertas posiciones del cursor B, el potencial de A es mayor que el de B, para otras ocurrirá al revés y habrá una única posición para la que  $V_{AB} = 0$  y entonces el puente está en equilibrio. Si aplicamos la ecuación (1) en las condiciones de equilibrio resulta.

$$R_x = \frac{R_1 k L_2}{k L_1} = R_1 \frac{L_2}{L_1}$$

Si se conoce de antemano  $R_1$  y se miden las longitudes  $L_1$  y  $L_2$  se puede determinar el valor de la resistencia  $R_x$ .

En el experimento se utiliza un puente de hilo y el cursor (que es una pinza de cocodrilo) se desplaza a lo largo del hilo y en cada posición se miden  $L_1$ ,  $L_2$  y el voltaje que en unas posiciones será positivo y en otras negativo. Representando el voltaje con su signo, frente a  $L_1$  o  $L_2$  se puede determinar cuándo el puente está en equilibrio y a partir de ahí el valor de  $R_x$

## EQUIPO

- Fuente de energía de 0-10 V CD (regulada)
- Multímetro Analógico Triplett
- Soldar Potenciometro y Sitch

## MATERIAL

- 2 resistencias de 10  $k\Omega$  a 1W ( $R_1$ ,  $R_2$ )
- 1 resistencia de 100  $k\Omega$  a 1W ( $R_3$ )
- 1 potenciómetro de perilla de 10  $k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  W ( $R_4$ )
- 1 resistencia de 1  $k\Omega$  a 1W ( $R_5$ )
- 1 resistencia de 1.5  $k\Omega$  a 1W ( $R_6$ )
- 2 resistencia de 3.3  $k\Omega$  a 1W ( $R_2$ ,  $R_8$ )
- 1 resistencia de 22  $k\Omega$  a 1W ( $R_9$ )
- 1 interruptor UPUT (cola de rata) ( $S_1$ )
- 1 interruptor BNA (Micro swith) ( $S_2$ )
- Tabla de conexiones
- $\frac{1}{2}$  metro de alambre para conexiones

- Pinzas de punta
- Pinzas de corte
- Caimanes

## DESARROLLO

1. Usando la fuente de voltaje, el miliamperímetro, las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ , el potenciómetro  $R_4$ , (conectado como reóstato) y los interruptores  $S_1$  y  $S_2$ , conecte el circuito que se muestra en la figura 2.1 El resistor  $R_3$  limita la corriente que pasa por el miliamperímetro, en consecuencia, se reduce su sensibilidad durante el ajuste inicial. El interruptor  $S_2$  pone en cortocircuito al resistor  $R_3$  y aumenta la sensibilidad del medidor de ajuste final.

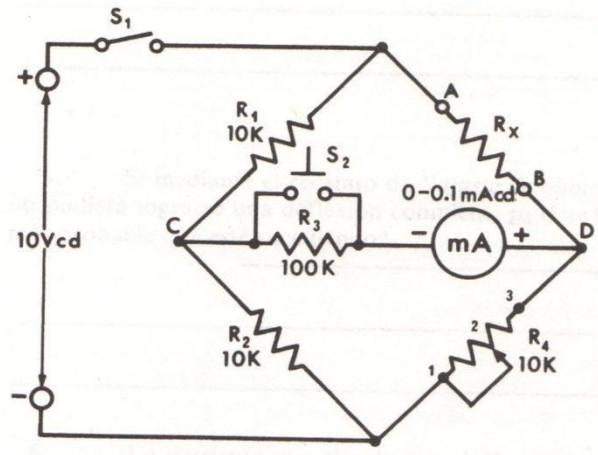


Figura 2.1

- a. Abra el interruptor  $S_1$ , encienda la fuente de energía y ajústela a 10 V cd
  - b. Coloque el reóstato  $R_4$ , en su posición máxima en sentido contrario al de las manecillas del reloj.
2. Conecte la resistencia  $R_5$  entre las terminales A y B del puente, donde se muestra la resistencia  $R_x$ .  $R_x$  representa la resistencia desconocida.
    - a. Cierre el interruptor  $S_1$ , el miliamperímetro debe de moverse hacia arriba de la escala. De lo contrario abra el interruptor  $S_1$ , invierta los conductores del miliamperímetro y cierre nuevamente el interruptor  $S_1$ .
    - b. Ajuste el reóstato hasta que el miliamperímetro indique cero.
    - c. Oprima el interruptor  $S_2$ . Esto pone en cortocircuito a  $R_3$  haciendo que fluya más corriente por el miliamperímetro.
    - d. Ajuste una vez más el reóstato para obtener un flujo cero de corriente. Ahora el puente esta balanceado (no fluye corriente entre las terminales C y D) y el valor de la resistencia del reóstato es igual a la del resistor  $R_5$  .



- e. Abra el interruptor  $S_1$
- f. Ponga el multímetro en la función de óhmetro.
- g. Sin alterar su ajuste, desconecte el reóstato del circuito.
- h. Mida la resistencia.

R= -----

- i. ¿Es este el valor de la resistencia aproximadamente igual a  $R_5$ ?
- j. Conecte el reóstato nuevamente en el circuito

3. Utilice las resistencias  $R_5$  a  $R_9$  para formar las combinaciones de resistencias que se enumeran en la tabla 2 conectándolas en las configuraciones siguientes:

- a. Calcule las combinaciones de resistencias 1 a 6 y anote los valores en la columna apropiada de la tabla 2.1

NO	COMBINACIÓN DE RESISTENCIAS	VALOR CALCULADO (OHMS)	VALOR MEDIDO (OHMS)
1	$R_5$ en paralelo con $R_7$		
2	$R_6$ en paralelo con $R_7$		
3	$R_7$ en paralelo con $R_8$		
4	$R_5$ y $R_6$ en paralelo con $R_7$		
5	$R_6$ y $R_7$ en paralelo con $R_9$		
6	$R_7$ y $R_8$ en paralelo con $R_9$		

Tabla 2.1

- 4. Conecte cada combinación de resistencias, sucesivamente entre las terminales a y b del puente y mida la resistencia como en los procedimientos 2 y 3.
  - a. Anote los valores medidas en la tabla 2.1
  - b. ¿Concuerdan las resistencias que midió con las que calculo? Explique su respuesta.

5. Si el rango del miliamperímetro fuera de 0-5  $\mu$ AcD ¿Sería más exacto el puente?

- a. Explique su respuesta

- b. Si la tolerancia de los resistores  $R_1$  y  $R_2$  fuera del 1% ¿Sería más exacto el puente? Explique su respuesta.

- c. ¿Qué puede hacerse con el brazo de resistencias variable  $R_3$  para aumentar la exactitud del puente?

6. Desconecte la resistencia  $R_2$  y conecte el resistor  $R_5$  en su lugar.



- a. Conecte la resistencia  $R_9$  entre las terminales A y B.
- b. ¿Cuánto vale la resistencia  $R_1/R_5$  ?
- c. ¿Qué valor debe de medir el reóstato  $R_4$  cuando el puente esta balanceado?  
 $R_4 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$
- d. Cierre el interruptor  $S_1$  y balancee el puente.
- e. Abra el interruptor  $S_1$  y sin alterar su ajuste, desconecte el reóstato del circuito.  $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$
- f. ¿Este valor es un décimo del correspondiente al resistor  $R_9$ ?
- g. Regrese el voltaje a cero y apague la fuente de energía.

### CUESTIONARIO

1. Puede medirse una resistencia de  $50K\Omega$  entre las terminales A y B con el circuito del puente que se muestra en la figura 2.1?

Explique su respuesta.

2. Si se cambiara la resistencia  $R_2$  de la figura 2.1 por uno de  $K\Omega$ , ¿Podría medirse 1 resistencia de  $50 k\Omega$  entre las terminales A y B?

3. ¿Podría usarse el circuito balanceado de un puente para medir temperatura?

¿Cómo?

4. ¿Qué tipo de circuito se muestra en la figura 2.2?

5. ¿Qué relación guarda este circuito con el de figura 2.1?

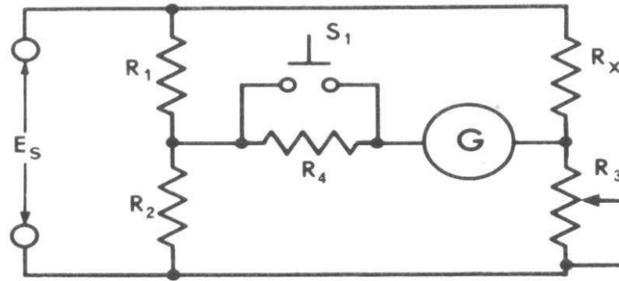


Figura 2.2

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**  
**SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 3**

**“MEDICIÓN DE CORRIENTE ALTERNA”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**SEMESTRE 2018-I**

**CALIFICACIÓN:**

**UNAM**  
**CUAUTITLÁN**

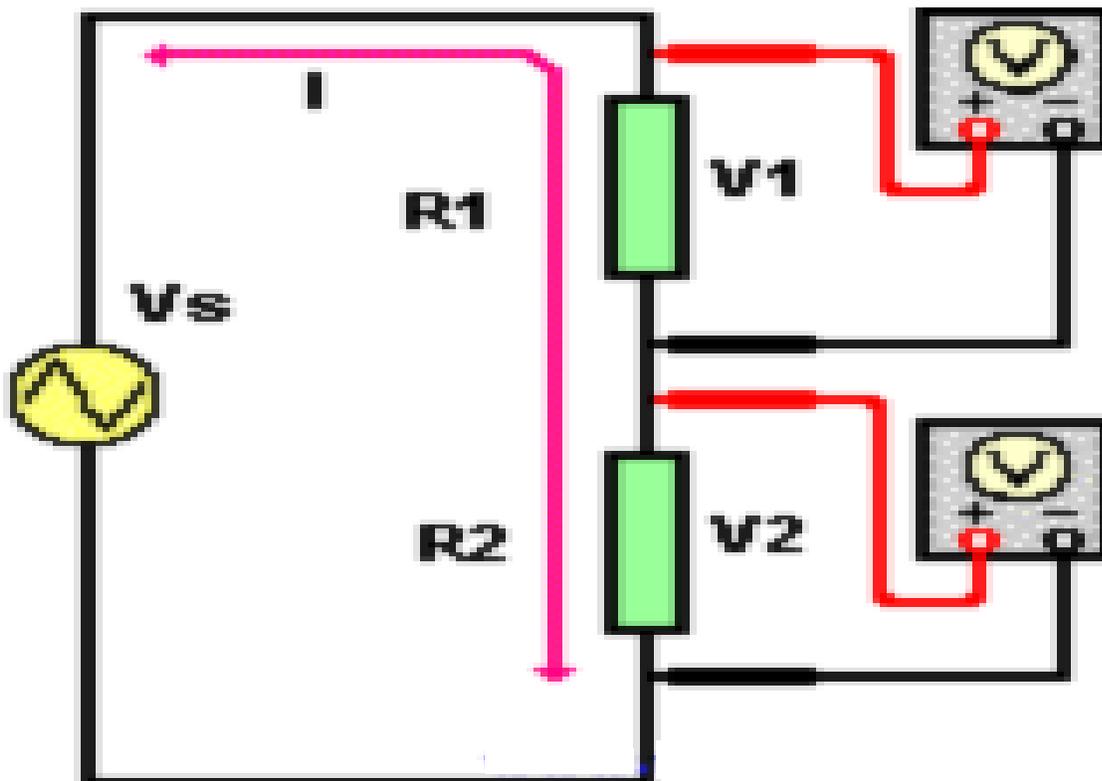
### PRÁCTICA 3: “MEDICIÓN DE CORRIENTE ALTERNA”

#### OBJETIVOS

- Medir el valor efectivo de un voltaje alterno.
- Aprender a usar los voltímetros y amperímetros en c-a
- Verificar la ley de ohm en los circuitos de c-a
- Calcular la potencia de un circuito de c-a

#### INTRODUCCION

Medir en corriente alterna (C.A.) es igual de fácil que hacer las mediciones en corriente directa (DC).  
– Se selecciona, en el multímetro que estemos utilizando, la unidad (voltios) en AC (c.a.). Como se va a realizar una medición en corriente alterna, no es importante la posición de los cables negro y el rojo. Acordarse que en corriente alterna, la corriente fluye alternadamente en ambos sentidos.  
– Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala, (si no se sabe que magnitud de voltaje se va a medir, escoger la escala más grande). Si no tiene selector de escala seguramente el multímetro (VOM) escoge la escala para medir automáticamente y vaya a medir voltaje con multímetro digital.  
– Se conecta el multímetro a los extremos del componente (se pone en paralelo). y se obtiene la lectura en la pantalla.



## MATERIAL Y EQUIPO

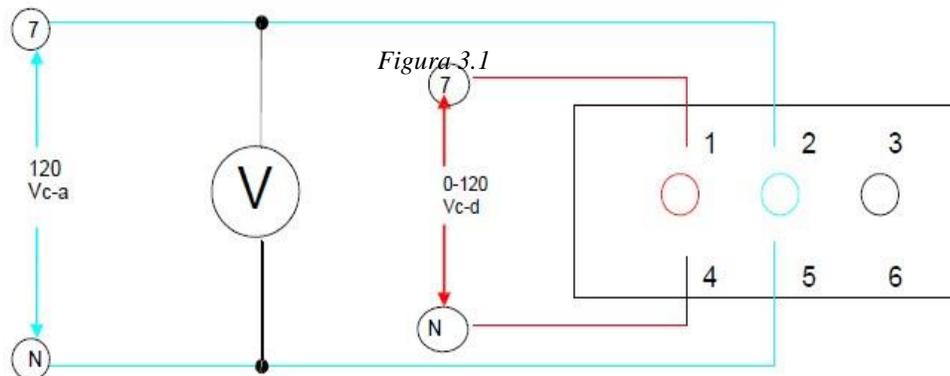
- Módulo de fuente de energía
- Módulo de resistencia
- Módulo de Medición de c-a (2.5A)
- Módulo de Medición de c-a (250V)
- Módulo de Medición de c-d (200V, 2.5A)
- Módulo de Interruptor de Sincronización
- Cables de conexión

## DESARROLLO

1. Del módulo EMS 8621 de interruptor de sincronización coloque el interruptor articulado en la posición “off” o abierto y déjelo así durante el resto del experimento.
2. Use los módulos de fuente de energía, interruptor de sincronización, medición de CA y CD, para conectar el circuito de la figura 3.1. Observe que una lámpara está conectada a la fuente de energía fija de c-a, en tanto que la adyacente está conectada a la fuente variable de c-d.

①

120  
V<sub>c-a</sub>



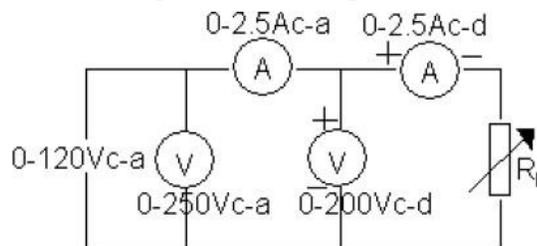
3. Conecte la fuente de alimentación y haga variar el voltaje de c-d hasta que las dos lámparas emitan luz con igual brillantez. Mida y registre los voltajes de c-d que haya en los puntos de igual brillantez.
4. Baje a cero el voltaje de c-d y desconecte la fuente de alimentación.
5. Conecte el voltímetro de 250 V c-a a la fuente de voltaje fijo de c-a (terminales 1 y N) de la fuente de alimentación, o a las terminales 1 y 4 del módulo de la lámpara.
6. Conecte la fuente de energía y haga variar el voltaje de c-d hasta obtener la misma brillantez en las dos lámparas. Lea el voltaje correspondiente en el voltímetro de c-a y anote los voltajes indicados de c-a y c-d. Repita este procedimiento tres veces más principiando en cero volts de c-d cada vez. Escriba sus mediciones en la tabla 3.1

Fuente CA	Valor medido 1	Valor medido 2	Valor medido 3
Ec-a			
Ec-a			

Tabla 3.1

¿Coinciden los valores de c-a y c-d?

7. Reduzca a cero el voltaje de c-d y desconecte la fuente de alimentación.
8. Arme el circuito de la figura 3.2. Conecte todas las resistencias del módulo en paralelo, para obtener una carga máxima –aproximadamente de 57 ohms- para el



circuito.

Figura 3.2

9. Conecte la fuente de alimentación y póngala en 120 V c-a. Mida todos los voltajes y las corrientes.
  - a) \_\_\_\_\_
  - b) \_\_\_\_\_
  - c) \_\_\_\_\_
  - d) \_\_\_\_\_

10. Conecte el circuito de la figura 3.3. Coloque los interruptores de resistencia en tal forma que los valores sean 57 y 100 ohm.

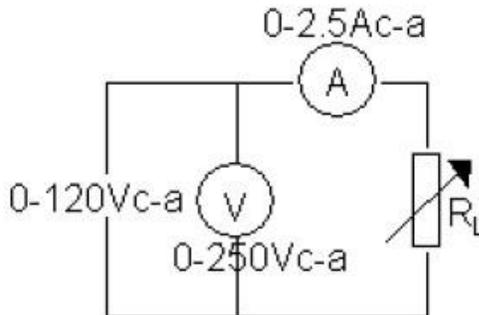


Figura 3.3

11. Conecte la fuente y póngala a 100 V c-a

12. Mida corriente y resistencia para ambas cargas y anote los resultados en la tabla.

12.1 Repita pero con 120 Vc-a

RL	57	100	57	100
V <sub>c-a</sub>				
I <sub>c-a</sub>				
V/I				
VI				

Tabla 3.2

Para el caso de V<sub>c-d</sub>

RL	5		10	5	10
V <sub>c-d</sub>					
I <sub>c-d</sub>					
V/I					
VI					

Tabla 3.3

12.2 ¿Es igual el valor calculado de RL al valor conocido en cada caso?

12.3 ¿Se aplica la Ley de Ohm a circuitos resistivos de c-a?



12.4 ¿Cree que el producto de  $E_{c-a}$  por  $I_{c-a}$  es igual a la potencia en watts disipada en la carga?

## CUESTIONARIO

1. ¿Sabe por qué el voltímetro y el amperímetro de c-d indican cero en el paso 9?
2. ¿Puede explicar por qué la mayoría de los voltímetros y amperímetros de c-a están diseñados para dar lecturas de valores efectivos (rmc) de voltaje y corriente?
3. Cuando un electricista habla de un voltaje citando 120 volts en CA, ¿Se sobre entiende que se refiere al valor rmc?
4. Un sistema de distribución de c-a opera a 600 volts en c-a ¿Cuál es el valor pico del voltaje?
5. Una lámpara incandescente de 60 watts está conectada a una línea de alimentación de 120 volts c-a. Calcule:

$$I=P/V$$

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 4  
“ANALIZADOR DE ENERGÍA”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**SEMESTRE 2018-I**

**CALIFICACIÓN:**



## PRÁCTICA 4 “ANALIZADOR DE ENERGÍA”

### OBJETIVOS

- Aprender a usar el Analizador de energía PR300 YOKOGAWA.

### INTRODUCCION

La creación de Yokogawa se remonta a 1915, cuando el Dr. Tamisuke Yokogawa, un renombrado arquitecto, estableció un instituto de investigación en Shibuya, Tokio. Después de ser pionera en el desarrollo y producción de medidores eléctricos en Japón, esta empresa fue incorporada en 1920 como Yokogawa Electric Works Ltd.



### MATERIAL Y EQUIPO

- Módulo analizador de energía PR300 YOKOGAWA
- Cables de conexión
- Fuente de alimentación de CA

## DESARROLLO

1. Conectar el módulo Analizador de energía a la fuente de alimentación de CA como se ilustra en la figura 4.1

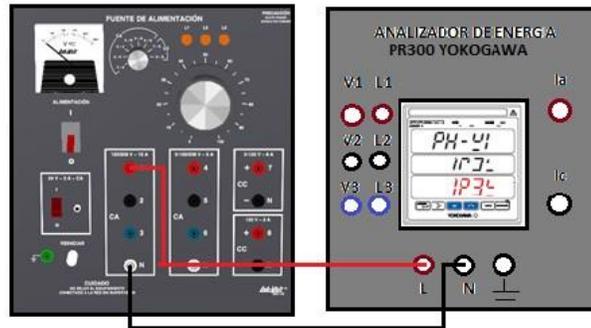


Figura 4.1

2. Al energizar el Analizador de energía se observa en la pantalla de inicio la leyenda St-01 (Startup Screen).



Figura 4.2 Pantalla de inicio del Analizador de energía

3. Después de 5 segundos se cambia a la pantalla de valores

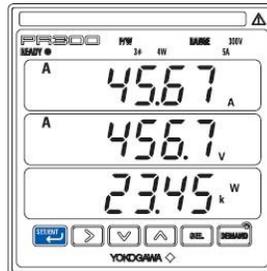


Figura 4.3

4. Estando en la pantalla de valores, oprimir durante 5 segundos . Aquí se modifica el valor decimal del voltaje oprimiendo sola 1 vez , después con los botones de   se cambia el valor para modificar de decenas, centenas, millares se utiliza la flecha  (Se utiliza en laboratorio 0.001 como referencia ya que este indica los valores hasta 220 volts), para confirmar se oprime 2 veces



Figura 4.4

- 4.1 Ajuste el valor del voltaje a Kilovolts.
- 4.2 Regrese el factor de voltaje a su valor predeterminado
5. Oprimir simultáneamente los botones de  +   hasta que aparezca en la pantalla la siguiente instrucción.



Figura 4.5

6. Utilizando los botones de  o  se llega a la palabra  que se encuentra en el último rack. Para confirmar se oprime una vez 



Figura 4.6

7. Estando en la pantalla de confirmación de cambios, oprimir  una vez.



Figura 4.7

8. En la pantalla de sistema de fase e hilo se oprime  una vez. Con los botones de  o  se selecciona el sistema que se quiere, se tienen 3 opciones.



Figura 4.8

9. Ahora parpadean los datos de la última pantalla. Se confirma oprimiendo  2 veces.



Figura 4.9

Nota: Es el mismo procedimiento para cambiar a una fase 3 hilos y a una fase 2 hilos.

10. Una vez que se entra a la pantalla de sistema de fase e hilo se oprime  o  hasta entrar a la función del rango de voltaje como se muestra en la figura 4.10

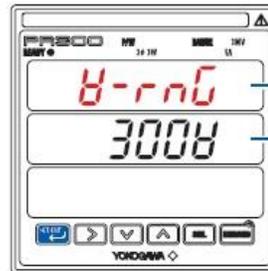


Figura 4.10

11. Estando en la pantalla de rango de voltaje oprimir una vez  .
12. En el rack inferior se observa que aparece el valor de voltaje en rojo, para seleccionar el valor se utilizan los botones  o . Seleccione el requerido y confirme oprimiendo 2 veces 



Figura 4.11 Cambio de valores

13. Al confirmar el nuevo valor, en el rack intermedio se muestra el nuevo rango. Se oprime  durante 5 segundos para regresar al rack de inicio.



Figura 4.12

14. Al regresar se observa la modificación del rango de voltaje y el sistema de fase e hilo; después de 5 segundos el Analizador de energía entra a la pantalla de valores.



Figura 4.13

15. Cuando se está en la pantalla de valores (Figura 4.13), oprimir  durante 5 segundos



Figura 4.14

16. Al estar en el parámetro de voltaje, usar  o  para buscar la función disp.



Figura 4.15

17. Al estar en la función DISP, presionar  una vez y después  dos veces.



Figura 4.16

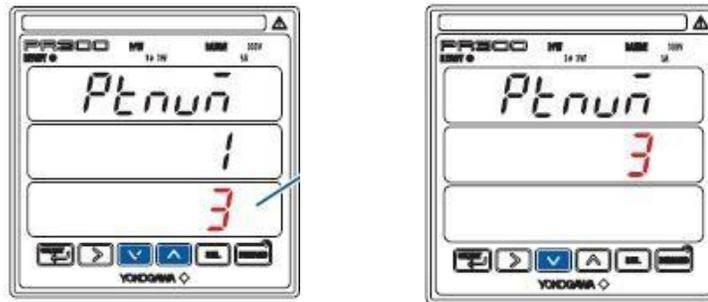
18. Al entrar a la pantalla de Pt num, presionar  .



Figura 4.17

19. Para cambiar el número de racks, desplazarse con los botones  o  hasta ver el número de racks que desea activar, para confirmar oprimir 2 veces  .

20.



Antes                      Figura 4.18                      Después

21. Para entrar al rack intermedio oprimir  figura 4.19 A).

21.1            Posteriormente se oprime  figura 4.19 B), aquí seleccionar con las flechas  o  la unidad que se desea y después presionar 2 veces 

21.2            La pantalla de confirmación deja ver en el rack intermedio el valor a mostrar figura 4.19 C).



Figura 4.19

22. Para cambiar al rack intermedio se oprime  figura 4.20 A) y oprimir 

22.1            Cuando se activa el rack inferior, seleccionar con las flechas  o  la unidad que se desea y después presionar 2 veces para confirmar 

22.2 La pantalla de confirmación deja ver en el rack intermedio el valor a mostrar.

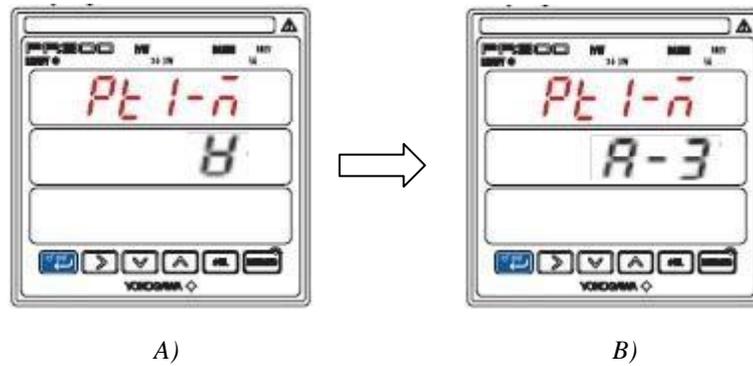


Figura 4.20

23. Para cambiar al rack intermedio se oprime  figura 4.21 A) y oprimir 

23.1 Cuando se activa el rack inferior, seleccionar con las flechas  o  la unidad que se desea y después presionar 2 veces 

23.2 La pantalla de confirmación deja ver en el rack intermedio el valor a mostrar figura 4.21 B).

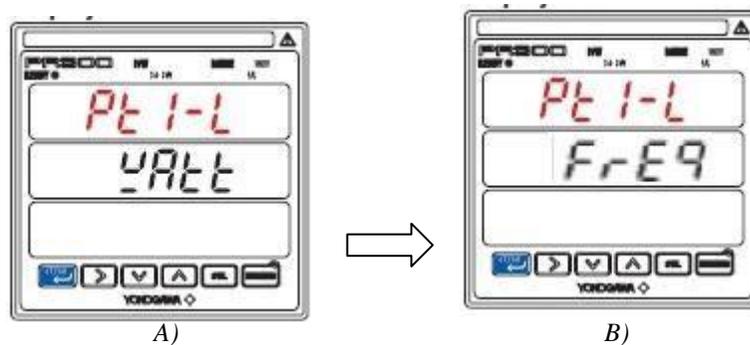


Figura 4.21

24. Repetir los pasos 20-22 para todas los racks.

25. Para regresar a la carátula de valores, dejar presionado 

26. Realizar la siguiente configuración de pantallas 3Φ 3w 600v 5 pantallas:

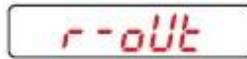
Pt-1	Pt-2	Pt-3	Pt-4	Pt-5
V-1	A-1	Watt		
V-3	A-3	VA		
Freq	f.p	VARs		

Tabla 4.1

### CUESTIONARIO

1. ¿En qué tipo de industria se aplica el Analizador de energía?

2. ¿Qué indica la leyenda



3. Utilizando los símbolos alfanuméricos del Analizador de energía describa lo que nos indica el siguiente rack:



Figura 4.22

4. Describe el significado de las siguientes unidades de medición que se enlistan a continuación:



UNIDADES	DESCRIPCION
Y A t t	
d o n E	
A-3	

Tabla 4.2

5. ¿Qué nos indica la función AtoFF en el Analizador de energía y describa como se activa dentro de éste?

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 5**

**“MEDICIÓN DE UN SISTEMA MONOFÁSICO”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**SEMESTRE 2018-I**

**CALIFICACIÓN:**



## PRÁCTICA 5: “MEDICIÓN DE UN SISTEMA MONOFÁSICO”

### OBJETIVOS

1. Medir en sistema monofásico con el Analizador de energía PR300 YOKOGAWA.
2. Tomar lecturas de variables eléctricas con el analizador de energía

### INTRODUCCION

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio o watt (W).

**Potencia activa (P) (resistiva):** Cuando conectamos una resistencia (R) o carga resistiva en un circuito de corriente alterna, el trabajo útil que genera dicha carga determinará la potencia activa que tendrá que proporcionar la fuente de fuerza electromotriz (FEM). La potencia activa se representa por medio de la letra (P) y su unidad de medida es el watt (W).

Los múltiplos más utilizados del watt son: el kilowatt (kW) y el megawatt (MW) y los submúltiplos, el miliwatt (mW) y el microwatt (W).

La fórmula matemática para hallar la potencia activa que consume un equipo eléctrico cualquiera cuando se encuentra conectado a un circuito monofásico de corriente alterna es la siguiente:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

De donde:

P = Potencia de consumo eléctrico, expresada en watt (W)

I = Intensidad de la corriente que fluye por el circuito, en ampere (A)

Cos = Valor del factor de potencia o coseno de “fi”

**Potencia reactiva o inductiva (Q):** Esta potencia la consumen los circuitos de corriente alterna que tienen conectadas cargas reactivas, como pueden ser motores, transformadores de voltaje y cualquier otro dispositivo similar que posea bobinas o enrollados. Esos dispositivos no sólo consumen la potencia activa que suministra la fuente de FEM, sino también potencia reactiva.

La potencia reactiva o inductiva no proporciona ningún tipo de trabajo útil, pero los dispositivos que poseen enrollados de alambre de cobre, requieren ese tipo de potencia para poder producir el campo



magnético con el cual funcionan. La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-ampere reactivo (VAR).

La fórmula matemática para hallar la potencia reactiva de un circuito eléctrico es la siguiente:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

De donde:

Q = Valor de la carga reactiva o inductiva, en volt-ampere reactivo (VAR)

S = Valor de la potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

P = Valor de la potencia activa o resistiva, expresada en watt (W)

### **Potencia aparente o total (S)**

La potencia aparente (S), llamada también "potencia total", es el resultado de la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica cuando se encuentra funcionando al vacío, es decir, sin ningún tipo de carga conectada, mientras que la potencia que consumen las cargas conectadas al circuito eléctrico es potencia activa (P).

La potencia aparente se representa con la letra "S" y su unidad de medida es el volt-ampere (VA). La fórmula matemática para hallar el valor de este tipo de potencia es la siguiente:

$$S = V \cdot I$$

De donde:

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA)

V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)

La potencia activa, por ejemplo, es la que proporciona realmente el eje de un motor eléctrico cuando le está transmitiendo su fuerza a otro dispositivo mecánico para hacerlo funcionar.

## MATERIAL Y EQUIPO

- Módulo de Fuente de Energía (0-120 Vca) EMS 8821
- Módulo de Resistencias EMS 8311
- Módulo de Inductancias EMS 8321
- Módulo de Capacitancias EMS 8331
- Analizador de energía PR300 YOKOGAWA
- Cables de conexión

## DESARROLLO

1. Use los módulos EMS 8311 de resistencia, el analizador de energía y fuente de alimentación, para conectar el circuito de la figura 5.1 Sistema monofásico.

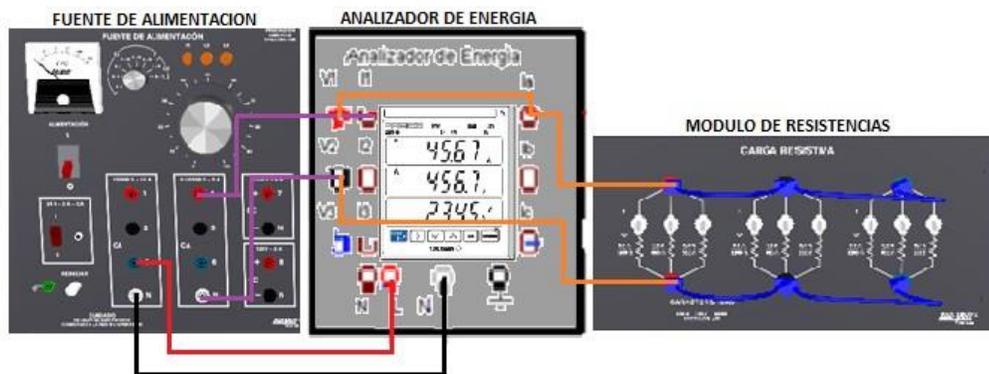


Figura 5.1

2. Pida al profesor que revise el circuito antes de energizar. Conecte la fuente de alimentación c-a. Con la alimentación fija de la fuente alimente el Analizador de energía para que configure los siguientes parámetros en un sistema monofásico.

$1\emptyset$  2W, 150V  $\longrightarrow$  Configurar



Mencionar que hay que configurar

<b>DISPLAY 1</b>	<b>DISPLAY 2</b>
<b>V</b>	<b>W</b>
<b>A</b>	<b>VA</b>
<b>cos φ</b>	<b>VAR</b>

Tabla 5.1

- Cierre todos los interruptores de las cargas resistivas para obtener una carga equivalente a 57 ohm y con la fuente variable ajuste la alimentación del circuito a 0 - 120 Vc-a.
- Mida y anote los parámetros de energía de entrada de la carga.

<b>DISPLAY 1</b>	<b>DISPLAY 2</b>
V	W
A	VA
	VAR

Tabla 5.2

- Calcule la potencia de entrada utilizando la ecuación:
- Diga si la potencia calculada equivale a la potencia en una carga resistiva.
- Repita el procedimiento anterior, pero ahora alimente con intervalos de 40 Volts y llene la tabla 5.3

<b>VOLTS</b>	<b>0 VOLTS</b>	<b>40 VOLTS</b>	<b>80 VOLTS</b>	<b>120 VOLTS</b>
<b>I</b>				
<b>P</b>				
<b>P=VI</b>				
<b>Fp</b>				

Tabla 5.3

- ¿Por lo general concuerdan los valores medidos de la potencia y los de los productos de ?

9. Conecte el siguiente circuito y repita el procedimiento 3 y 4, ponga una carga de  $57\Omega$  reactivos con todos los interruptores activos ponga 120 V.

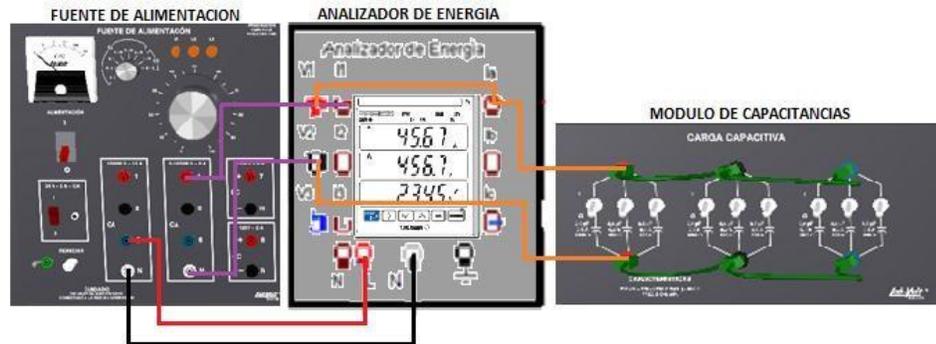


Figura 5.2

DISPLAY 1	DISPLAY 2
V	W
A	VA
<i>fp</i>	VAR

Tabla 5.4

10. Arme el siguiente circuito y repita el procedimiento.

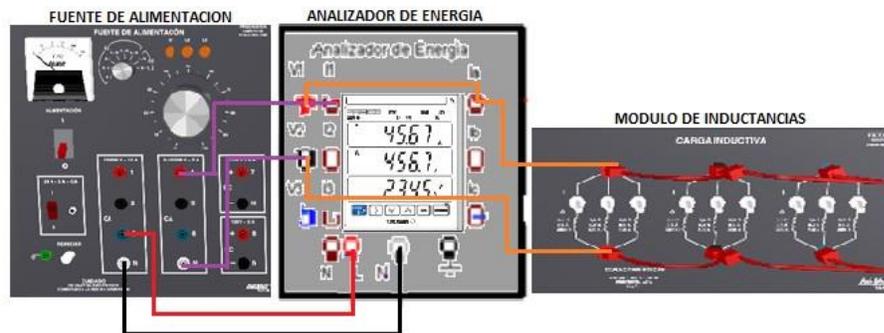


Figura 5.3

DISPLAY 1	DISPLAY 2
V	W
A	VA
<i>fp</i>	VAR

Tabla 5.5

11. Repita el procedimiento utilizando los módulos de resistencia y capacitancia.

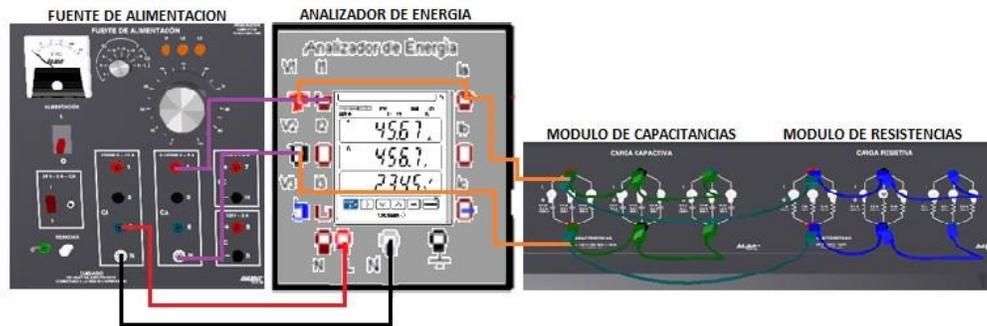


Figura 5.4

DISPLAY 1	DISPLAY 2
V	W
A	VA
$F_p$	VAR

Tabla 5.6

12. Repita el procedimiento utilizando los módulos de resistencia e inductancias, coloque  $57 \Omega$  en ambos módulos.

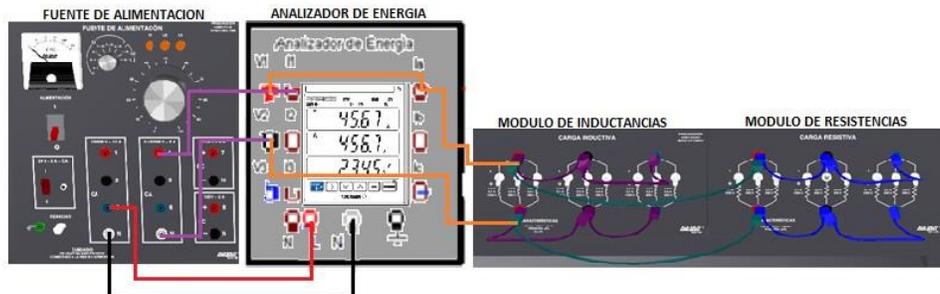


Figura 5.5

DISPLAY 1	DISPLAY 2
V	W
A	VA
$f_p$	VAR

Tabla 5.7

Añadir motor monofásico



## CUESTIONARIO

1. ¿Con los valores del Analizador de energía hace falta medir alguna variable eléctrica?
2. La potencia aparente es mayor que la real, cuando el circuito contiene uno de los dos tipos específicos de cargas ¿Cómo se denominan estas cargas?
3. En qué unidades expresaría:
4. La relación de (Potencia real / Potencia aparente) se denomina factor de potencia (FP) de un circuito de c-a. Calcule el factor de potencia para los circuitos anteriores.

- Circuito Resistivo $fp = P/S = \frac{W}{VA}$	- Circuito Capacitivo $fp = P/S = \frac{W}{VA}$	- Circuito Inductivo $fp = P/S = \frac{W}{VA}$
- Circuito RC $fp = P/S = \frac{W}{VA}$		- Circuito RL $fp = P/S = \frac{W}{VA}$

Tabla 5.8

5. Dé el nombre de dos aparatos domésticos que tengan un alto factor de potencia (cercano a la unidad).
6. ¿Cuáles son los aparatos domésticos que tienen un factor de potencia bajo?

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**  
**SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 6**

**“PARÁMETROS DE LECTURA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**SEMESTRE 2018-I**

**CALIFICACIÓN:**



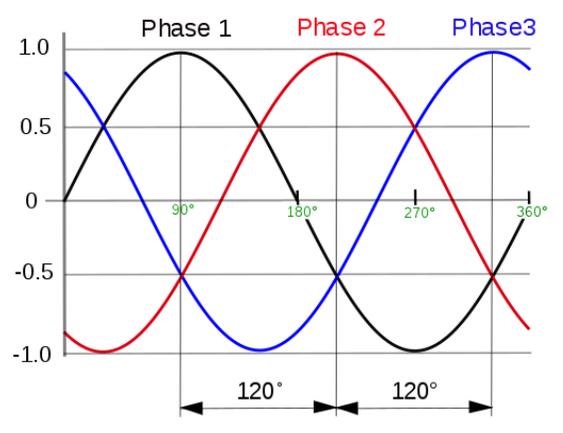
## PRÁCTICA 6 “PARÁMETROS DE LECTURA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO”

### OBJETIVO

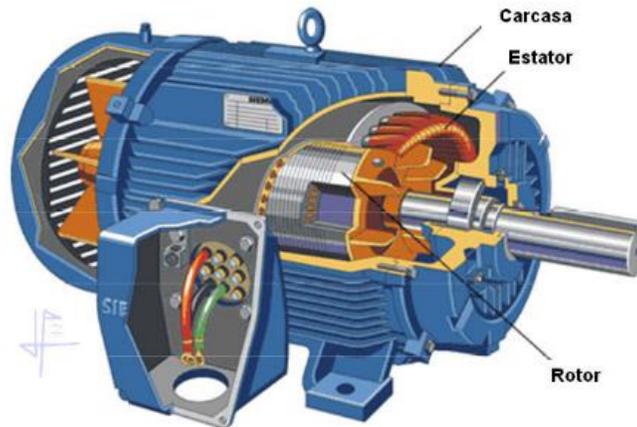
- Aprender a utilizar el tacómetro analógico y digital.
- Conocer el funcionamiento de un secuenciometro.
- Medir los diferentes parámetros de un Motor trifásico con el Analizador de energía.

### INTRODUCCIÓN

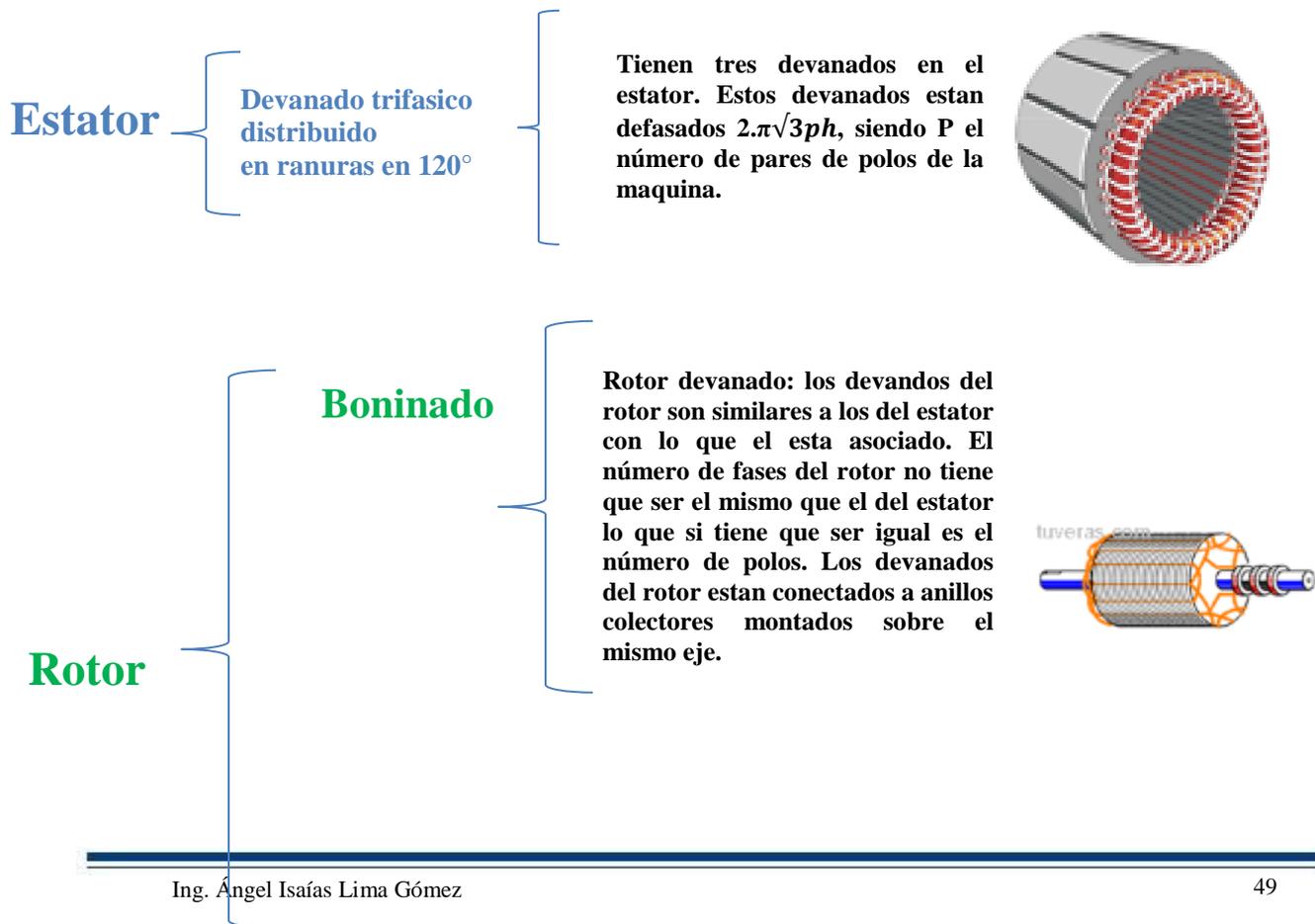
Un Sistema trifásico en ingeniería eléctrica es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente, valor eficaz) que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas, en torno a  $120^\circ$ , y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.



¿Porqué se usan los circuitos trifásicos? La potencia en KVA (Kilo Volts Ampere) de un motor trifásico es aproximadamente 150% mayor que la de un motor monofásico. En un sistema trifásico equilibrado los conductores necesitan ser el 75% del tamaño que necesitarían para un sistema monofásico con la misma potencia en VA por lo que esto ayuda a disminuir los costos y por lo tanto a justificar el tercer cable requerido. La potencia proporcionada por un sistema monofásico cae tres veces por ciclo. La potencia proporcionada por un sistema trifásico nunca cae a cero por lo que la potencia enviada a la carga es siempre la misma.



Este es uno de los causantes de del uso de la corriente alterna trifasica (motor asincrono).



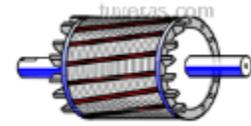
## EQUIPO

### Jaula de ardilla

- Módulo de fuente de 120v cd).
- Módulo de Analizador de energía PR300 YOKOGAWA
- Motor de inducción trifásico (se recomienda el Motor Jaula de Ardilla)
- Módulo Electrodinamómetro
- Tacómetro de mano
- Secuenciometro
- Cables de conexión
- Banda

Los conductores del rotor están igualmente distribuidos por la periferia del rotor. Los extremos de estos conductores están cortocircuitados por lo tanto no hay posibilidad de conexión de devanado del rotor con el exterior. La posición inclinada de las ranuras mejora las propiedades de arranque y disminuye los ruidos.

## MATERIAL Y



energía (120V ca, 0-

## DESARROLLO

1. Conecte el circuito ilustrado en la figura 6.1 utilizando los módulos de Fuente de energía, Motor jaula de ardilla, Módulo analizador de energía PR300 y el Módulo Electrodinamómetro.

Configure el analizador de energía hilos a 300V y el Analizador de energía de acuerdo a la siguiente tabla 6.1

DISPLAY1	DISPLAY2	DISPLAY3	DISPLAY4
A-1	V-1	WATTS	NONE
A-3	V-3	VA	FP
HZ	NONE	VAR S	NONE

Tabla 6.1

NOTA: Se utiliza la fuente de alimentación trifásica variable hacia el Analizador de energía, del analizador de energía de sus salidas al motor trifásico de inducción conectado en estrella.

## 2. USO DEL SECUENCIOMETRO.

2.1 Conecte el secuenciometro terminal A-4, terminal B-5 y terminal C-6.

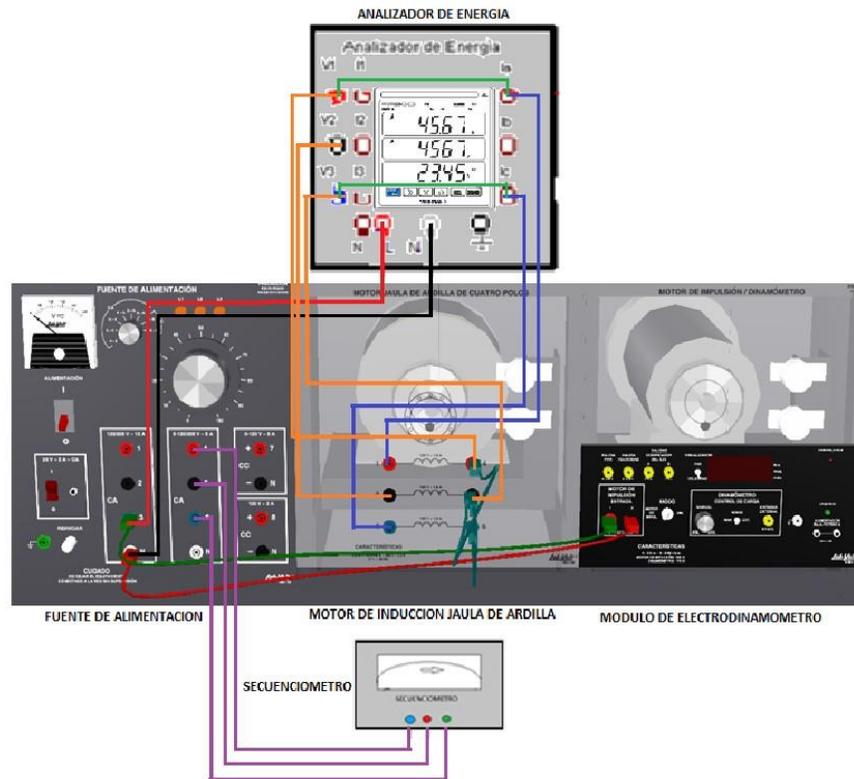


Figura 6.1

2.2 ¿Qué sentido de giro indica horario u antihorario?

2.3 Conecte ahora el secuenciometro terminal A-6, terminal B-5 y terminal C-4

2.4 ¿Qué sentido de giro indica horario u antihorario?

2.5 Conecte el Motor Jaula de ardilla para un sentido horario.

3. Con la figura 6.2 alimente el Motor Jaula de Ardilla a 208 volts fijándose en la lectura del Analizador de energía nos indique el voltaje indicado.

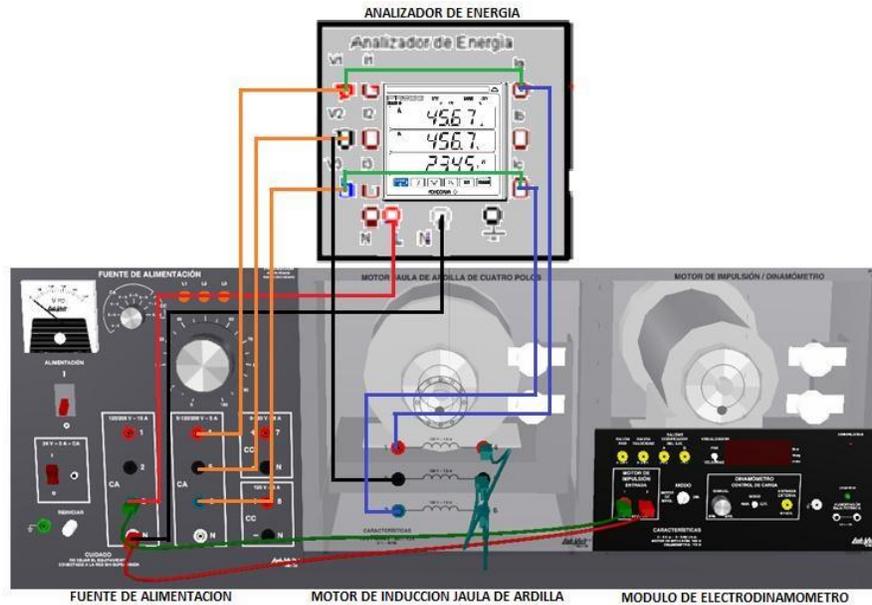


Figura 6.2

3.1. Llena la tabla 1 de  $0 \text{ lb}_f \cdot \text{plg}$ . Hasta de  $12 \text{ lb}_f \cdot \text{plg}$

E	$\text{lb}_f \cdot \text{plg}$	RPM	$V_1$	$V_3$	Hz	$A_1$	$A_3$	f.p.	W	VA	VAR
208	0										
208	3										
208	6										
208	9										
208	12										

Tabla 6.1

4. Calcule la regulación de velocidad (plena carga =  $9 \text{ lb}_f \cdot \text{plg}$ ) aplicando la ecuación:

$$\% \text{ regulación de velocidad} = \frac{\text{velocidad en el vacío} - \text{velocidad plena carga}}{\text{velocidad plena carga}}$$



5. Realice su triángulo de potencia para cada caso magnitudes y ángulo (0, 3, 6, 9, 12).

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Cuál es la función principal del secuenciometro?
2. ¿Por qué es importante conocer la secuencia de fase en la industria?
3. ¿Qué sucede cuando se aumentó la carga en el motor con los triángulos de potencia?
4. ¿Si se conecta un analizador de energía en secuencia negativa que sucede?

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA**  
**SECCIÓN ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN**

**GRUPO:**

**PROFESOR:**

**ALUMNO:**

**PRÁCTICA 7**  
**“LUXÓMETRO”**

**FECHA DE ELABORACIÓN:**

**FECHA DE ENTREGA:**

**UNAM**  
**SEMESTRE 2018-I**  
**CALIFICACIÓN**  
**CUAUTITLÁN**

## PRÁCTICA 7: “LUXÓMETRO – INTENSIDAD LUMINOSA”

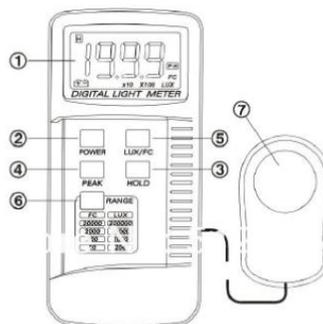
### OBJETIVOS

- Aprender a utilizar el luxómetro digital.
- Realizar la conversión de foot candels – luxes.

### INTRODUCCIÓN

Un luxómetro es un dispositivo para medir la luminosidad. también llamado luxómetro o light meter es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminación real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.

### PARTES DE UN LUXOMETRO



1. Exhibición del LCD, lectura máxima de 1999.
2. Interruptor de encendido: La tecla del interruptor de encendido activa o desactiva el medidor de iluminación.
3. Interruptor de retención de datos: pulsando la tecla HOLD se selecciona el modo HOLD. Cuando se selecciona el modo HOLD, la iluminancia Metro detiene todas las mediciones adicionales. Al presionar de nuevo la tecla HOLD se cancela el modo HOLD, Medidor de iluminancia para reanudar las mediciones.
4. Data-Peak Switch: Pulsando de nuevo la tecla PEAK para borrar el modo de grabación máxima.
5. Interruptor de unidad Lux / FC: pulsando la tecla Lux / FC para seleccionar Lux o FC.
6. Interruptor del rango: Presionando la llave de la gama cambia 200Lux / 20FC, 2,000Lux / 200FC, 20,000Lux / 2,000FC, 200,000Lux / 20,000FC, circularmente.
7. Detector de fotos.

NOTA: Pueden variar las partes dependiendo del modelo del aparato.



## MATERIAL Y EQUIPO

Luxómetro digital.

Área de trabajo

## DESARROLLO

1. A través del luxómetro digital, medir la intensidad luminosa sobre el eje “x” y el eje “y” de los siguientes lugares:

- Salón de clases (Aula D) – LIME IV.
- Patio exterior.
- Pasillo dentro del LIME IV.

2. Para aquellos casos donde la intensidad luminosa sea demasiada y se utilicen los foot candelas, realizar la conversión a lux.

Se realizan las medidas mínimas necesarias para poder calcular la iluminancia media de un local, así como el coeficiente de uniformidad.

3. Encienda el luxómetro digital, observe el tipo de lecturas y escalas que puede medir.
4. Llena la tabla 7.1 con 5 mediciones en diferentes lugares dentro del aula en foot candelas y luxes.

No	Foot candels	Luxes
1		
2		
3		
4		
5		

Tabla 7.1

5. Ubique los puntos dentro del espacio de lado derecho de la jaula como se muestra en la figura 7.1

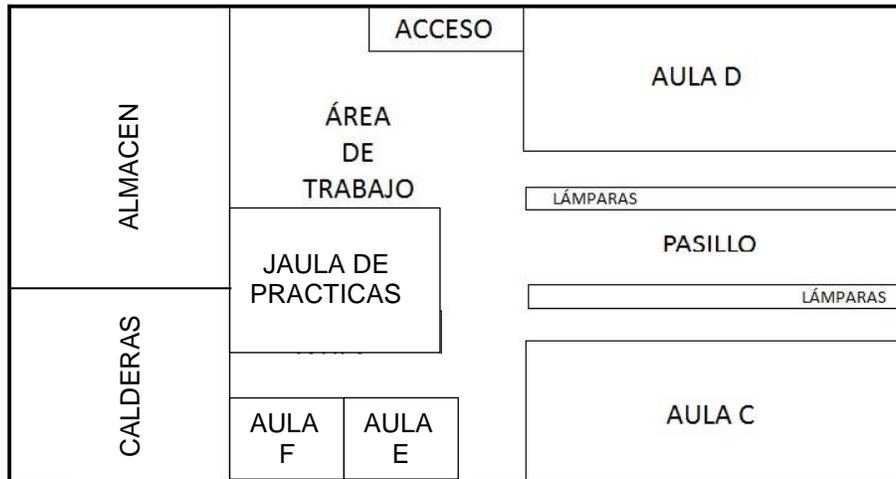


Figura 7.1

6. Para realizar el mínimo número de medidas, y que estas sean representativas del lugar se debe de llevar a cabo unas divisiones del mismo, tal que estas sean lo mas representativas posible, aplicando divisiones por simetrías. El lugar donde más se realizan mediciones es del lado derecho de la jaula. Dada la homogeneidad del mismo es fácilmente divisible en partes pequeñas e iguales. Por lo tanto, se procede a la división, por simetría, hasta alcanzar la parte representativa más pequeña posible y en ella se aplica el siguiente método de medición:
7. Se distribuyen 9 puntos, dentro de la parte seleccionada, según la figura 7.2 los puntos 1, 4 y 7 deben estar situados junto a la pared del LIME IV y equidistantes entre si, los puntos 3, 6 y 9, estarán pegados al lado derecho de la jaula, y por último el 2, 5 y 8 se situaran equidistantes y entre los anteriores.

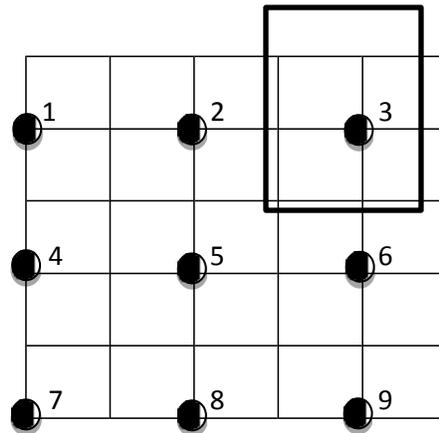


Figura 7.2

8. Los valores de iluminancia se deben tomar sin que haya tránsito de personas o cosas que interfieran en la medición (anotándose en la tabla 7.3). El cálculo de la iluminancia media se obtiene aplicando la siguiente expresión a los valores obtenidos:

$$E_{media} = \frac{E1 + 2E2 + E3 + 2E4 + 4E5 + E7 + 2E8 + E9 + 2E6}{16}$$

(E1)	(E2)	(E3)
(E4)	(E5)	(E6)
(E7)	(E8)	(E9)

Tabla 7.3

9. Por otro lado el cálculo del coeficiente de uniformidad, no es más que sacar la media de entre el valor del punto con mayor iluminación y el de menor iluminación. Con lo que este coeficiente sale de aplicar la siguiente expresión:

$$K_{uniformidad} = \frac{E_{MINIMA}}{E_{MEDIA}}$$



## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué valores te dio en foot candels dentro del aula?
2. ¿Cuál sería la diferencia más significativa en cuanto a las 2 escalas de medición?
3. ¿Qué factores afectan al tomar las lecturas en el área de trabajo?

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**