



UNIVERSIDAD VERACRUZANA.
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.
ZONA XALAPA.



LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.
RESPONSABLE DR. OSCAR MANUEL LÓPEZ YZA.

NOMBRE: _____ MATRÍCULA: _____
E.E: _____
EQUIPO O BRIGADA: _____ DÍA: _____ HORA: _____
PRÁCTICA No. 2 FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

WATTMETRO MONOFÁSICO Y EL METODO DE LOS DOS WATTMETROS

OBJETIVOS

- Aprender a usar el wattmetro.
- Familiarizarse con los conceptos de potencia real y aparente en un circuito de c-a.

EXPOSICIÓN

En circuitos de corriente directa, la potencia (en watts) proporcionada a una carga resistiva es igual al producto del voltaje por la corriente. En los circuitos de corriente alterna, a veces no se puede usar esta fórmula para establecer la potencia en watts. Por esta razón, en los circuitos de c-a es esencial el uso de wattmetros, para poder medir la potencia real (en watts).

La potencia aparente (en volt-amperes) se define como el producto del voltaje y la corriente en c-a. La potencia aparente es igual a la potencia real sólo cuando el circuito de carga es totalmente resistivo. Este fue el caso del Experimento de Laboratorio anterior. Cuando el circuito de carga no es del todo resistivo, la potencia aparente (VA) puede ser muy diferente de la potencia real (W). Todavía no es el momento de explicarlo; pero en breve se aclarará este fenómeno. Por ahora, se llevara a cabo varios experimentos para demostrar lo que significa la potencia real y la aparente, y cómo se pueden determinar estas potencias.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de energía (0-120 Vc-a)	EMS 8821
Módulo de resistencia	EMS 8611
Módulo de inductancia	EMS 8621
Módulo de capacitancia	EMS 8331
Módulo de medición de c-a (2.5/8 A)	EMS 8425
Módulo de medición de c-a (250 V)	EMS 8426
Módulo de wattmetro monofásico (750 W)	EMS 8431
Cables de conexión	EMS 8941

PROCEDIMIENTOS

**Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes!
¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada! ¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada medición!**

1. Examine la construcción del Módulo EMS 8431 del wattmetro monofásico, fijándose especialmente en el medidor, el interruptor, las terminales de conexión y el alumbrado. En la figura 1 se muestra un dibujo esquemático de las conexiones del módulo.

Las conexiones internas de la bobina de corriente del medidor se llevan hasta las tres terminales A y B de éste. Las conexiones internas de la bobina de voltaje del medidor se llevan hasta las terminales c-d. La bobina de corriente (protegida por los diodos) se encuentra en serie con la línea (terminales 1 y 3 del módulo). La bobina de voltaje se conecta en paralelo con la carga de la línea (terminales 3 y 4 del módulo). La fuente de energía se debe conectar siempre a las terminales 1 y 2 (la entrada al módulo del wattmetro).

La carga debe estar conectada siempre a las terminales 3 y 4 (la salida del módulo del wattmetro) **¡Nunca se deben cambiar las conexiones del módulo de la parte posterior del tablero!**

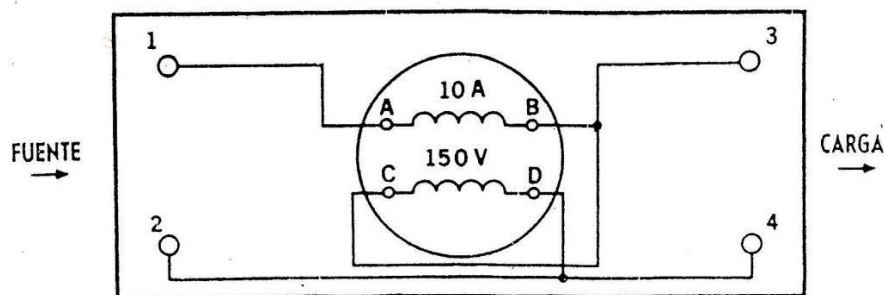


Figura 1

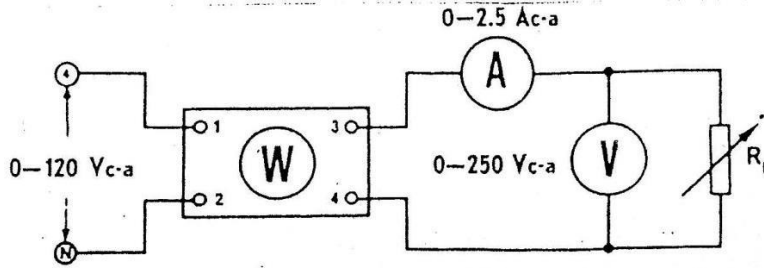


Figura 2

2. Use los módulos EMS de resistencia, wattmetro, medición de c-a y la fuente de alimentación para conectar el circuito que se ilustra en la figura 2. Ajuste la resistencia de carga 57 Ohms (todos los interruptores deben estar cerrados y todas las secciones en paralelo).

3.

- a) Conecta la fuente de medición y ajústela a 120 V c-d, valor que indicara el voltímetro de c-a conectada a través de RL. Mida y anote la corriente de la carga I_L .

$$I_L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-a}$$

- b) Mida y anote la potencia de entrada, de acuerdo a la lectura del wattmetro.

$$P_{\text{entrada}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

- c) Calcule la potencia de entrada utilizando la ecuación $P = EI$

$$P_{\text{entrada}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

- d) (Sin tener en cuenta la precisión del medidor) diga si la potencia (b) equivale a la potencia (c) en carga resistiva.
- e) Quite la carga abriendo todos los interruptores de las resistencias. Observe que el wattmetro indica una potencia cero a pesar de que tiene 120 Vc-a en la bobina de voltaje.
- f) Reduzca el voltaje a cero y desconecta la fuente de alimentación.
- g) Conecte el circuito de la figura 3. Observe que este circuito es idéntico al que se usó en los procedimientos 2 y 3, excepto que ahora las terminales de entrada y salida del vatímetro se han intercambiado.

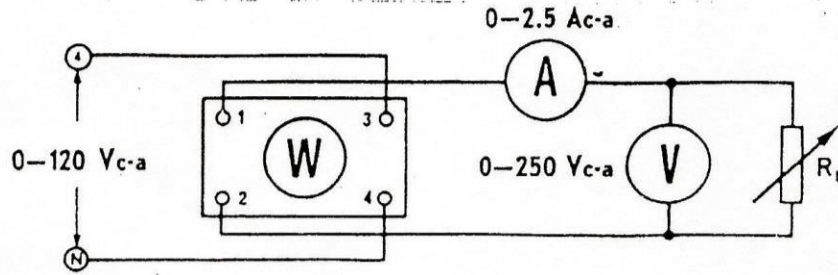


Figura 3

4.
 - a. Ajuste la resistencia de la carga a 57 Ohms. Conecte la fuente de energía y ajústela a 120 Vc-a, tomando la lectura en el voltímetro de c-a conectado a través de R_L .
 - b. Observe que la aguja del wattmetro se desvía hacia la izquierda. Esto no daña al instrumento, pero hace imposible tomar una lectura en el medidor.
 - c. Reduzca a cero el voltaje y desconecte la fuente de energía.

5.
 - a. Conecte de nuevo el circuito como se indica en la figura 2
 - b. Repita los procedimientos 2 y 3, pero esta ocasión tome las mediciones a intervalos de 40 V. Anote sus mediciones en la tabla 1

E	0 V c-a	40 V c-a	80 V c-a	120 V c-a
I				
W				
E x I				

Tabla 1

6. ¿Por lo general, concuerdan los valores medidos de la potencia W y los productos de $E \times I$? _____

NOTA 1: En el procedimiento 6 se demostró que el wattmetro puede multiplicar correctamente las cantidades E e I. Por lo tanto, se puede confiar en que el wattmetro indique la potencia real (en watts) en diversas condiciones de voltaje y corriente.

NOTA 2: En el procedimiento 6, se puede decir que el producto $E \times I$ es la potencia aparente proporcionada a la carga, en tanto que el valor indicado en el wattmetro corresponde a la potencia real. En el caso de cargas resistivas, estas dos potencias son idénticas.

- 7.

- a. Examine la estructura del módulo EMS 8331 de capacitancia. Notara que es similar al módulo de resistencia, ya que también contiene nueve capacitores dispuestos en tres secciones idénticas. (El Módulo de capacitancia EMS 8331 se explicará más detalladamente en otro experimento de laboratorio).
- b. Conecte el circuito que aparece en la figura 4. Conecte cada una de las tres secciones de capacitores en paralelo y cierre (ponga en la posición "arriba") todos los interruptores. Esto proporcionará la máxima capacitancia disponible en el módulo. Observe que este circuito es idéntico al de la figura 2, excepto que en este caso la carga de resistencia se reemplazó con una capacitancia.

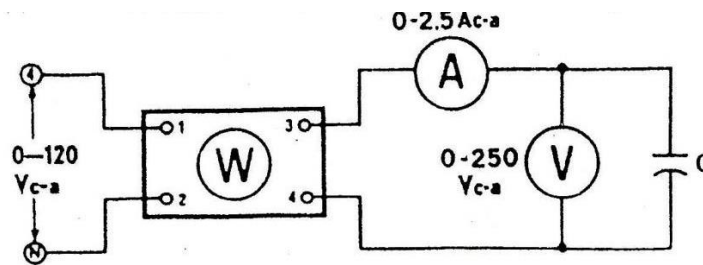


Figura 4

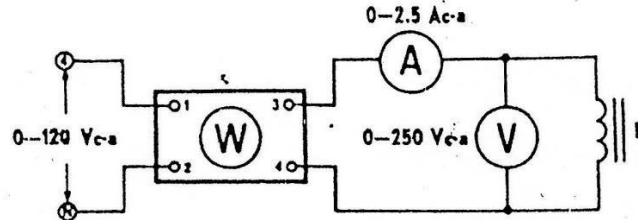


Figura 5

8.

- a. Conecte la fuente de energía y ajústela a 120 V c-a, tomando la lectura en el voltímetro de c-a conectado a través de la carga de capacitancia. Mida y anote la corriente de carga I_L .

$$I_L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A c-a}$$

- b. Mida y anote la potencia real de entrada, tomando esta lectura en el wattmetro.

$$P_{\text{entrada}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

- c. Calcule y escriba la potencia aparente de entrada.

$$E \times I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ VA}$$

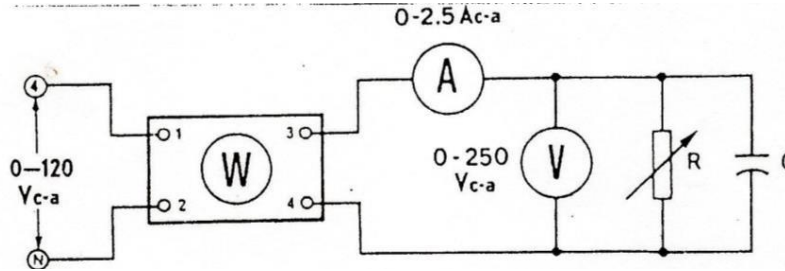


Figura 6

11. Repita el procedimiento 9 utilizando los módulos de resistencia y capacitancia conectados en paralelo, como se indica en la figura 6. Conecte todas las secciones en paralelo y cierre todos los interruptores.

$I =$ _____ A
 Potencia real = _____ W
 Potencia aparente = _____ VA
 FP = _____

¿Por qué no se puede sumar aritméticamente la corriente del capacitor y la de la resistencia?

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

1. ¿Se requiere un wattmetro para medir la potencia real proporcionada por una carga resistiva? _____

Explíquelo _____

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:
 a) La potencia aparente _____
 b) La potencia real _____

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 procedimientos 3, 9, 11 y 12.

Procedimiento 3) FP = _____

Procedimiento 9) FP = _____

Procedimiento 11) FP = _____

Procedimiento 12) FP = _____

5. Dé el nombre de dos aparatos domésticos que tengan un alto factor de potencia (cercano a la unidad).

1. _____
2. _____

6. ¿Cuáles son los aparatos domésticos que tienen un factor de potencia bajo?

7. ¿En qué condiciones indicará un wattmetro una potencia negativa (inferior a cero)?

8. De acuerdo con el procedimiento 12 de la práctica (capacitor conectado en paralelo con la resistencia) hacer el diagrama fasorial de la corriente del medidor I_{TOTAL} en la figura 7.

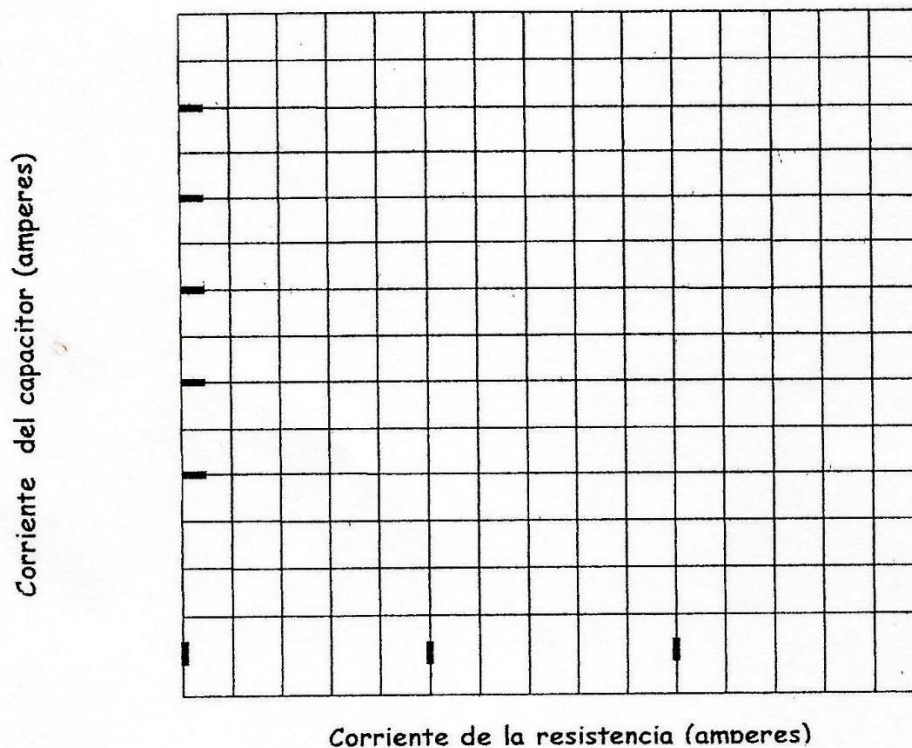


Figura 7

METODO DE LOS DOS WATTMETROS

OBJETIVOS

- Medir la potencia de un circuito trifásico, utilizando el método de los dos wattmetros.
- Determinar la potencia activa y reactiva, así como el factor de potencia de un sistema trifásico.

EXPOSICIÓN

El wattmetro usado para medir potencia es un instrumento cuyo diseño se parece al del electro dinamómetro. Este medidor tiene casi siempre dos bobinas, una fija y la otra puede girar dentro de un campo magnético de la primera. El devanado fijo se conecta en serie con la línea, de tal manera que lleve la corriente de línea. La bobina móvil, que tiene una resistencia alta, se conecta a través de la carga (esa porción del circuito es la que la potencia se debe medir). Por lo tanto, la pequeña corriente de la bobina es proporcional al voltaje entre estas dos terminales. Esta bobina al girar vence la acción de un resorte helicoidal, y, puesto que el par es proporcional al producto de los valores de la corriente de las dos bobinas, también es proporcional al producto de la corriente I y el voltaje E . En consecuencia, la escala se puede graduar directamente en watts.

Estudie la figura 8. La bobina fija de corriente, A , está en serie con la carga y la bobina móvil de voltaje V se conecta a través de la carga. La deflexión resultante es directamente proporcional a la potencia real entregada a la carga.

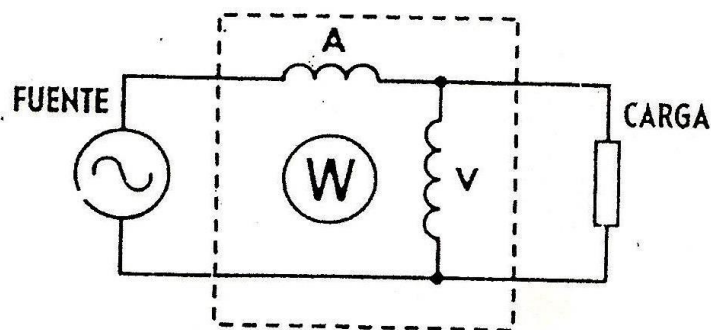


Figura 8

Si se desea medir la potencia suministrada por un sistema trifásico de cuatro hilos, simplemente se usan tres wattmetros monofásicos conectados en la forma que se muestra en la figura 9, y se suman las tres lecturas.

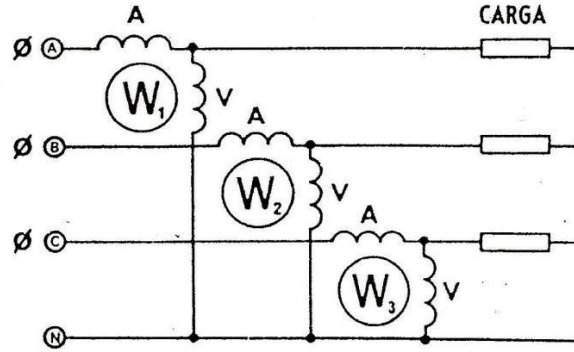


Figura 9

No obstante, cuando el sistema es trifásico y de tres hilos o conductores, sólo se utilizan dos wattímetros monofásicos para medir la potencia. Vea la figura 10. Las dos bobinas de corriente llevan la corriente de dos líneas y las dos bobinas de voltaje se conectan a la línea restante. Observe que no se hace ninguna conexión al hilo neutro. La potencia trifásica total es igual a la suma algebraica de las lecturas de los dos wattímetros.

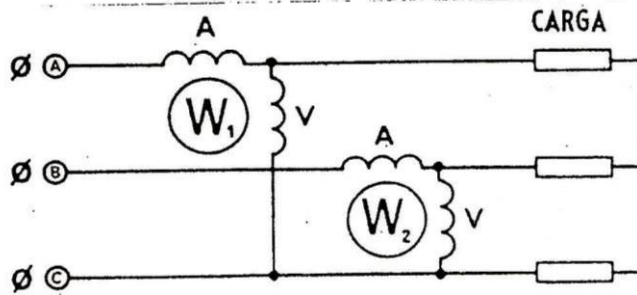


Figura 10

Para cargas balanceadas a un factor de potencia igual a 1, las indicaciones de los dos wattímetros serán idénticas. Cuando el factor de la carga es 50%, un medidor indicara cero y el otro indicara la potencia trifásica total. Para factores de potencia entre 50 y 100 por ciento un medidor indicará una potencia mayor que la del otro. Para factores de potencia inferiores a 50 por ciento, la indicación de uno de los medidores será negativa y el total de la potencia trifásica será la que indique un medidor menos la potencia negativa que indica el otro. A un factor de potencia igual a cero, los wattímetros indicaran valores idénticos pero de signo contrario, dando en un total una potencia cero.

Por consiguiente, existe una relación específica entre las indicaciones de los medidores para cada valor de factor de potencia del circuito.

El Módulo de wattmetro trifásico 8441, se compone de dos wattmetros y tiene una conexión tal que solo se requiere conectar las líneas trifásicas a las terminales de entrada 1, 2 y 3. La carga se conecta a las terminales de salida 4, 5 y 6. Los interruptores con marcas de polaridad indican si las lecturas dadas por el medidor son positivas o negativas.

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de fuente de alimentación	EMS 8821
Módulo de wattmetro trifásico	EMS 8441
Módulo de medición de c-a (voltímetro)	EMS 8426
Módulo de medición de c-c (amperímetro)	EMS 8425
Módulo de resistencia	EMS 8311
Módulo de inductancia	EMS 8321
Módulo de capacitancia	EMS 8331
Cables de conexión	EMS 8941

PROCEDIMIENTOS

**Advertencia: ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes!
¡No haga ninguna conexión cuando la fuente esté conectada!
¡La fuente debe desconectarse después de hacer cada conexión!**

13. Conecte el circuito ilustrado en la figura 11, utilizando los Módulos EMS de wattmetro trifásico, fuente de alimentación, resistencia y medición de c-a.

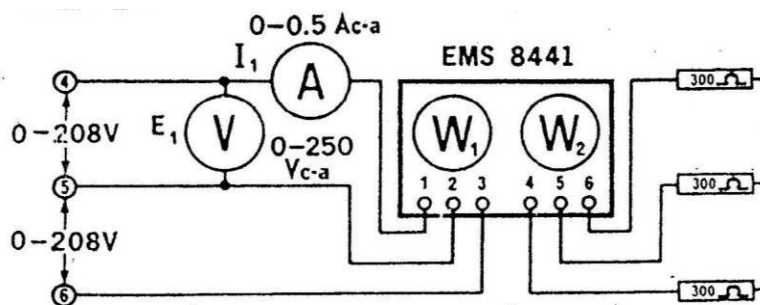


Figura 11

14.

- Ajuste la resistencia de cada sección a 300Ω .
- Conecta la fuente de alimentación y ajuste el voltaje de línea a 208 Vc-a, según lo indique el voltímetro V_1 .
- Mida y anote la corriente de línea I_1 y la potencia indicada por W_1 Y W_2 .

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Ac-a}$$

$$P_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

$$P_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

d) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de alimentación.

15.

a) De acuerdo con los resultados obtenidos en (c) calcule los valores trifásicos de potencia aparente ($E_1 \times I_1 \times 1.73$).

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ VA}$$

Potencia real

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

Factor de potencia

$$\underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) ¿Es cercano a la unidad el valor del factor de potencia?
Amplíe su respuesta:

16.

- a) Sustituya el módulo de resistencia con el de capacitancia.
- b) Ajuste la reactancia de cada sección a 300 Ω.
- c) Repita el procedimiento 14.

$$I_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Ac-a}$$

$$P_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

$$P_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

$$P_1 + P_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W}$$

d) De acuerdo con los siguientes resultados de (c) calcule los siguientes valores trifásicos:

Potencia aparente

 _____ = _____ VA

Potencia real

 _____ = _____ W

Factor de potencia

_____ = _____

Potencia reactiva

 _____ = _____ VAR

17.

- a) Sustituya el módulo de capacitancia con el de inductancia.
- b) Ajuste la reactancia de cada sección a 300 Ω.
- c) Repita el procedimiento 14.

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \text{_____ A c-a} \\
 P_1 &= \text{_____ W} \\
 P_2 &= \text{_____ W} \\
 P_1 + P_2 &= \text{_____ W}
 \end{aligned}$$

- d) De acuerdo con los siguientes resultados de (c) calcule los siguientes valores trifásicos (tomando en cuenta que no son inductores ideales):
 Potencia aparente

 _____ = _____ VA

Potencia real

 _____ = _____ W

Factor de potencia

_____ = _____

Potencia reactiva

_____ = _____ VAR

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

1. Si se usan dos wattmetros para medir la potencia total en un sistema trifásico de tres conductores, ¿mide una potencia monofásica cada medidor? _____
Explíquelo:

2. ¿Qué significa la indicación negativa de un wattmetro?

3. ¿Bastaría con un solo wattmetro para medir la potencia trifásica total en un sistema trifásico balanceado de cuatro hilos?

4. ¿Es necesario utilizar dos wattmetros para medir la potencia trifásica total en un sistema balanceado de tres conductores? _____
Explique porque:

5. ¿Puede indicar cero un wattmetro que tiene una corriente que pasa por su bobina de corriente y un potencial en su bobina de voltaje? _____
Amplíe su respuesta:

Tomado del libro:
WILDI, THEODORE Y VITOR MICHAELJ., **EXPERIMENTOS CON EQUIPO ELÉCTRICO**
LIMUSA, 6ta REIMPRESION, MÉXICO, 1987