



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. 4 FECHA: _____

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

POTENCIA REAL Y REACTIVA

OBJETIVOS

- Interpretar el significado de energía positiva, negativa, real y reactiva.
- Observar el flujo de energía real y reactiva en los circuitos trifásicos.

EXPOSICIÓN

En los circuitos de corriente directa, la energía (en watts) suministrada a una carga siempre es igual al producto del voltaje y la corriente. No obstante, en los circuitos de corriente alterna, este producto es comúnmente mayor a la energía real (o activa) que la carga que consume. Por esta razón, se usan los wattmetros para medir la potencia real (en watts).

En los circuitos trifásicos, de tres alambres, de c-a se necesitan dos wattmetros para medir la energía real, mientras en los circuitos trifásicos de cuatro alambres se requieren tres. Estos medidores se combinan en un solo wattmetro de conexión especial, el cual simplifica mucho el problema de sumar las lecturas de dos o tres wattmetros, con el fin de obtener el potencial total trifásico. Un wattmetro común (figura 1) tiene tres terminales de entrada (1, 2, 3) y tres terminales de salida (4, 5 y 6).

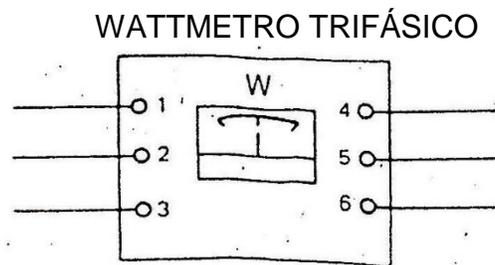


Figura 1

Si se conecta el wattmetro en una línea trifásica, como se muestra en la figura 1, mostrará la energía real total que está fluyendo en la línea. Si la energía fluye en dirección de las terminales de entrada hacia las de salida (de izquierda a derecha en la figura 1), la aguja del medidor se desviará hacia la derecha y la lectura será positiva.

Sin embargo, si el flujo de energía es de derecha a izquierda, es decir, de las terminales de salida hacia las de entrada, la aguja se desviará hacia la izquierda y la lectura será negativa.

Por lo tanto, la energía real es positiva o negativa, de acuerdo con su dirección de flujo. La dirección del flujo de energía se encontrara cuando se identifiquen las terminales de "entrada".

La energía reactiva es la energía asociada con la carga y la descarga de los condensadores y el aumento y disminución de los campos magnéticos de los inductores, cuando forman parte de un circuito de corriente alterna. En virtud de que la energía (Joules) en una bobina simplemente se vigoriza y decae, a medida que el campo magnético se aumenta y disminuye como respuesta a la corriente alterna que lleva, se concluye que no hay flujo de energía real en una bobina. Por otro lado, fluye una corriente a través de la bobina y aparece un voltaje a través de ella, de este modo cualquier observador supondrá que interviene alguna clase de energía. El producto del voltaje y la corriente en una bobina, se llama energía reactiva y se expresa en vars o en kilovar (kvar). Se requiere una energía reactiva para producir un campo magnético (alterno).

De la misma manera, el campo eléctrica (alterno) en un capacitor, también requiere una energía reactiva. Debido a la abrumadora preponderancia de los dispositivos electromagnéticos (como opuestos a los dispositivos electrostáticos), se considera que la energía reactiva, siempre se aparece, es la clase de energía que tiene la capacidad de producir un campo magnético.

La energía reactiva, precisamente como la real, cuantifica con medidores

apropiados llamados varímetro. En los circuitos trifásicos, los dos o tres varímetros que normalmente se necesitarían se combinan en un solo instrumento, para dar una lectura del flujo total de energía reactiva, en el circuito. La figura 2 ilustra un medidor de este tipo, el cual posee tres terminales de entrada (1, 2, 3) y tres de salida (4, 5, 6).

MEDIDOR DE VARS TRIFÁSICO

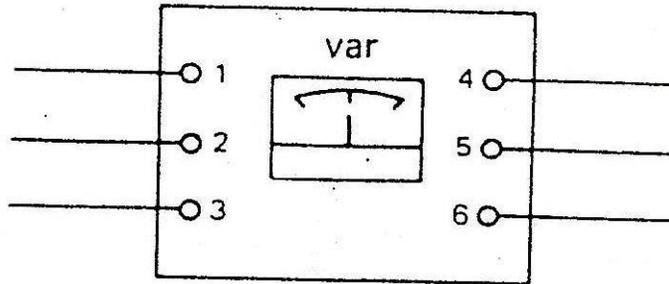


Figura 2

Cuando fluye energía reactiva de las terminales de entrada a las de salida el medidor dará una lectura positiva. Inversamente, si el flujo de energía reactiva es de las terminales de salida hacia las de entrada, se obtendrá una lectura negativa, que sólo se hará visible por medio de una llave de inversión adecuada. Por ejemplo, si se conecta una fuente y una bobina trifásica como se ve en la figura 3 obviamente, el flujo de energía reactiva es de izquierda a derecha y el varímetro dará una lectura positiva. Con un watt-metro se encontrara fácilmente la dirección del flujo de energía reactiva, cuando se identifiquen las terminales de entrada del varímetro.

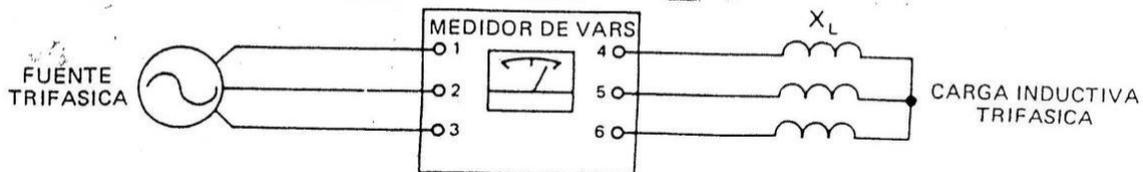


Figura 3

En los circuitos trifásicos de corriente alterna se comprenden muchos tipos de circuitos y dispositivos, pero siempre se determina el flujo de la energía activa o reactiva introduciendo watt-metro y vármetero. El ejemplo de la figura 4 ilustra cómo interpretar algunas de las lecturas típicas. Una impedancia Z forma parte de un circuito más grande (que no se muestra), y a cada lado, se conectan los wattmetros W_1 , W_2 Y los vármeteros var_1 y var_2 . Se supone que las terminales de entrada están a la izquierda de cada instrumento. Los medidores dan las lecturas siguientes:

$$\begin{array}{ll}
 W_1 = + 70W & var_1 = - 60var \\
 W_2 = - 40W & var_2 = - 80var
 \end{array}$$

¿Cómo interpretan estos resultados? Primero, debe reconocerse que la energía real y la reactiva fluyen independientemente entre sí. Una de ellas no afecta a las otras. Como consecuencia, nunca se debe sumar o restar la energía real y

reactiva.

Considérese primero la energía activa. En virtud de que W_1 es positiva, está fluyendo energía real hacia la derecha. Como W_2 es negativa, está fluyendo energía real hacia la izquierda. En consecuencia, se concluye que la impedancia Z debe estar absorbiendo $70 + 40 = 110$ Watts.

A continuación observemos que la energía reactiva; está fluyendo 80 var. Hacia la izquierda. Hacia la impedancia Z , en tanto que están fluyendo 60 var. Hacia la izquierda, saliendo de ella. Se deduce que Z está absorbiendo $(80 - 60) = 20$ var. Y que esta energía crea un campo magnético.

Este ejemplo muestra que cuando se conectan wattmetros y vármetros, a uno y otro lado de un circuito o dispositivo eléctricos, se puede determinar la energía real o reactiva, que produce o absorbe.

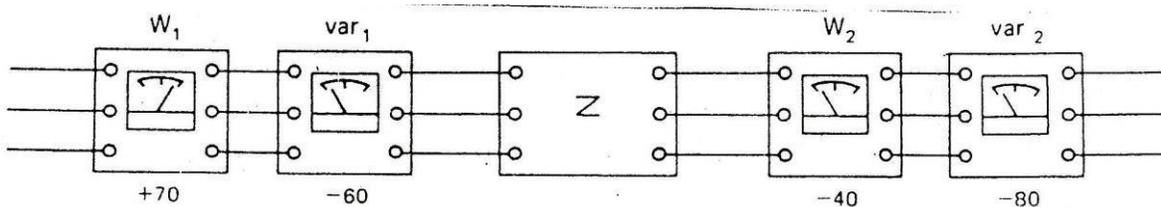


Figura 4

INSTRUMENTOS Y EQUIPO

Módulo de suministro de potencia	EMS 8821
Módulo de resistencia	EMS 8311
Módulo de inductancia	EMS 8321
Módulo de capacitancia	EMS 8331
Módulo de medición de c-a	EMS 8425
Módulo de medición de c-a	EMS 8426
Módulo de watt-metro trifásico	EMS 8446
Conductores	EMS 9128
Módulo de motor de inducción de rotor devanado	EMS 8231
Módulo de motor de inducción de JA (opcional)	EMS 8221

PROCEDIMIENTOS

**Precaución. ¡En este experimento de laboratorio se manejan altos voltajes!
¡No se haga conexión alguna con la energía encendida!**

Los experimentos siguientes comprenden una fuente trifásica, tres

voltímetros, tres amperímetros, un watt-metro trifásico y una carga trifásica balanceada, conectada en estrella. La fuente se toma de las terminales 1, 2, 3 del suministro de energía, proporcionando un voltaje fijo de aproximadamente 208 volts.

1. Usando una carga de tres resistencias de $300\ \Omega$, conectados en estrella, como se ve en la figura 5, mida E , I , W , Var y anote los resultado en la tabla 1.

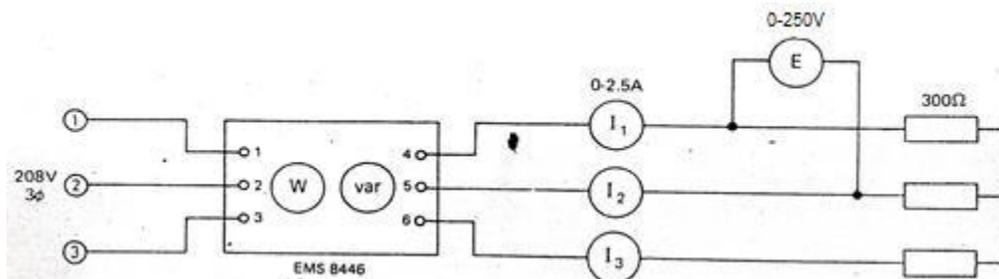


Figura 5

2. Reemplace la carga resistiva por tres inductancias que tengan una reactancia de $300\ \Omega$, conectadas en estrella. Anote los resultados en la tabla 1.

Nota: Los conductores que vienen de la fuente deben estar conectadas a las terminales 1, 2, 3 del watt metro varímetro, en el orden de secuencia de fases. Si la secuencia de fases de la fuente de energía es 1-2-3, el varímetro dará una lectura correcta, cuando las terminales 1, 2, 3 del suministro de potencia estén conectadas a las terminales 1, 2, 3 del instrumento.

En este experimento, la lectura de vármetro debe ser positiva. Si es negativa, la secuencia de fases es incorrecta y deben intercambiarse dos de los conductores dela fuente.

3. Repita el procedimiento 2, usando tres capacitancias que tengan una reactancia de $300\ \Omega$, conectadas en estrella. Anote los resultados en la tabla 1.
4. Repita el procedimiento 3, pero agregue tres resistencias de $300\ \Omega$ (conectadas en estrella), en paralelo con la carga capacitiva. Anote sus resultados en la tabla 1.

¿Se afecta el potencial real al conectar y desconectar la carga capacitiva? _____

¿Se afecta la energía reactiva al conectar y desconectar la carga resistiva? _____

5. Repita el procedimiento 1, pero coloque la carga inductiva del procedimiento 2 enparalelo con la carga resistiva. Anote los resistivos en la tabla 1.

¿Por qué se afecta ligeramente la energía real, cuando se conecta y desconecta la carga inductiva? _____

¿Cuándo se conecta y desconecta la carga resistiva, es afectada la potencia reactiva? _____

6. Repita el procedimiento 1, pero use una carga inductiva de 300 Ω en paralelo con una carga capacitiva de 300 Ω todas conectadas en estrella. Anote sus resultados en la tabla 1.

¿Está usted de acuerdo en que, prácticamente, la capacitancia está proporcionando la mayor parte de la energía reactiva que requiere la inductancia?

¿Estaría usted de acuerdo en que la capacitancia puede considerarse como una fuente de energía reactiva? _____

7. Repita el procedimiento 1, pero use un motor trifásico de inducción, sin carga, en lugar de la carga resistiva. Anote sus resultados en la tabla 1

¿Absorbe el motor la energía real y la reactiva? _____

¿Qué realiza la energía real? _____

¿Qué realiza la energía reactiva? _____

8. Sabiendo que la energía aparente, en volts-amperes (VA), está dada en la expresión:

$$VA = \sqrt{W^2 + var^2}$$

Calcular la energía aparente VA, en la tabla 1.

9. Sabiendo que la energía aparente de un circuito trifásico balanceado está dada en la ecuación $VA = E I \sqrt{3}$, calcular esta energía y compárela con el procedimiento 8.

Procedimiento	Carga	E (V)	I (A)	W	var	VA	$EI\sqrt{3}$
1	Resistiva						
2	Inductiva						
3	Capacitiva						

4	Resistiva-Capacitiva						
5	Resistiva-Inductiva						
6	Capacitiva-Inductiva						
7	Motor de inducción						

Tabla 1

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

- Se conecta una carga eléctrica Z a las terminales de una fuente de 120 volts c-a. Vea la figura 6 y 7. Muestre la dirección del flujo de energía real y reactiva, si Z está compuesta de:
 - una resistencia _____
 - una inductancia _____
 - una capacitancia _____
 - una resistencia y una inductancia _____
 - una resistencia y una capacitancia _____
 - un motor monofásico _____

- Calcule la energía real y la reactiva que proporciona la fuente monofásica, en los dos circuitos que se muestran en la figura 7 y 8.

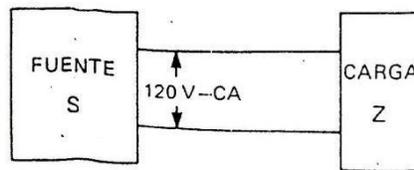


Figura 6

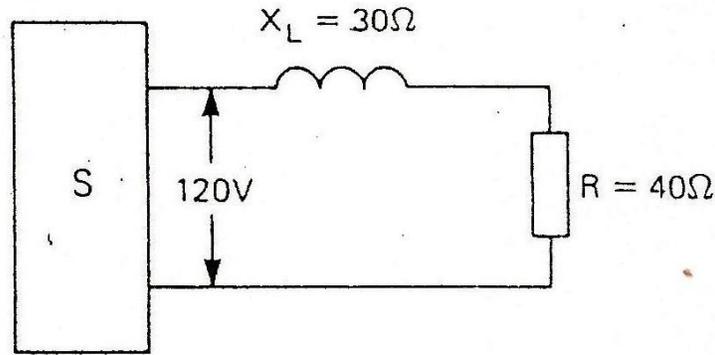


Figura 7

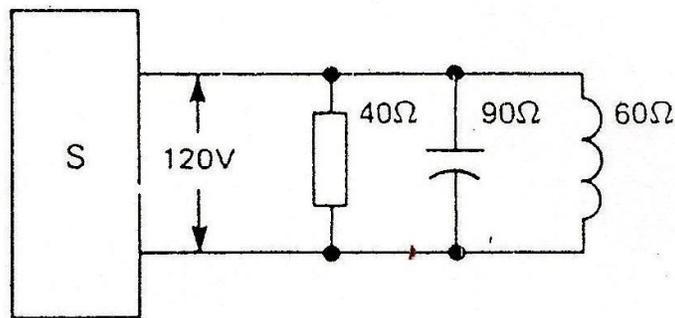


Figura 8

3. Una fuente trifásica que tiene un voltaje línea a línea de 60 KV alimenta una carga resistiva, conectada en estrella, que tiene una impedancia de 100Ω por fase. Calcule la energía real proporcionada. _____

4. Explicar que significa afirmar que un inductor absorbe energía reactiva, mientras que un capacitor la suministra.

5. Una línea de energía trifásica, mostrada esquemáticamente en la figura 9, proporciona energía real y reactiva como se da en la tabla 2. Calcular la energía real y reactiva absorbida por la línea.

KW1	Kvar1	KW2	Kvar2	Line KW	Line Kvar
+100	+10	+95	+5		
+100	+10	+95	-10		
+100	-10	+95	-25		
-100	+10	-105	+5		

Tabla 2

6. Una línea trifásica que opera con un voltaje línea a línea E, suministra energía a una carga conectada en estrella, cuya impedancia es Z Ohms por fase. Demostrar que la energía total aparente P está dada en la ecuación.

$$p = \frac{E^2}{Z}$$

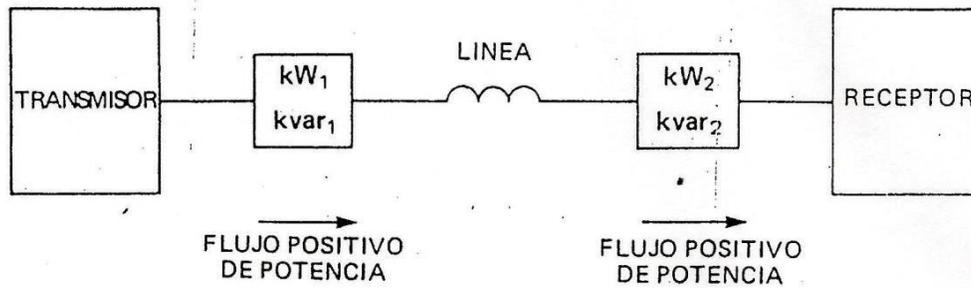


Figura 9

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