

USO DEL EQUIPO DE CORRIENTE ALTERNA Y FORMAS DE ONDA



Práctica 6

Semestre
2020-I



Práctica 6

USO DEL EQUIPO PARA CORRIENTE ALTERNA Y FORMAS DE ONDA

Para tener derecho a participar en la sesión es requisito presentar las actividades previas que se piden más adelante.

OBJETIVOS DE LA PRACTICA

- ✓ Desarrollar habilidad en el manejo del equipo de laboratorio de corriente alterna.
- ✓ Visualizar los distintos tipos de señales de corriente alterna.

INTRODUCCIÓN

Características de una forma de onda

Una señal eléctrica alterna es aquella que está constituida por una gran cantidad de valores instantáneos en función del tiempo, de tal manera que describen ondas de forma ya conocida como: senoidales, triangulares, cuadradas, dientes de sierra, rampas, entre otras.

Las características de una forma de onda son frecuencia angular, amplitud, periodo, longitud de onda, posición, valor eficaz, valor medio.

Características de una onda senoidal.

$$a(t) = v_p \text{sen}(\omega t + \theta)$$

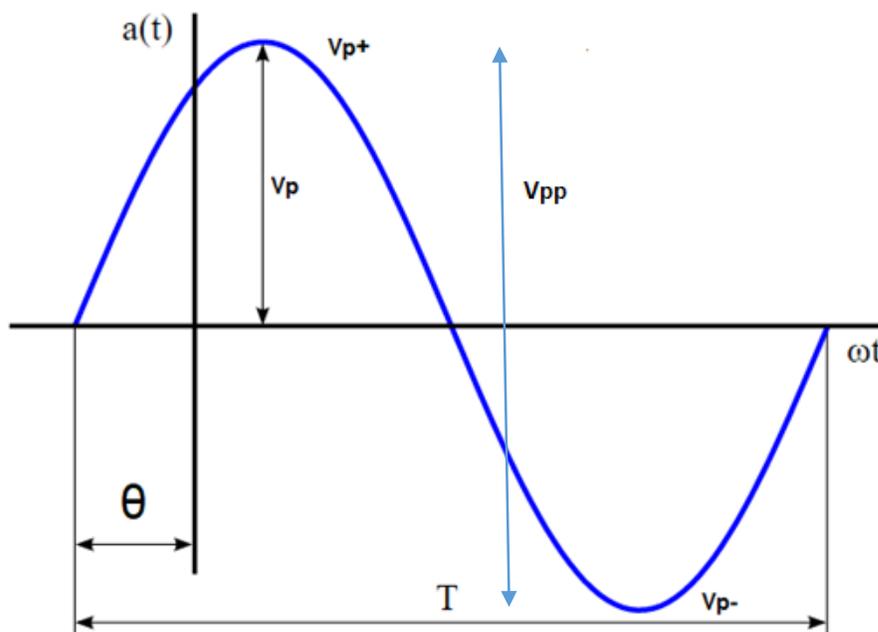


Figura 6.1



Donde:

- v_{p+} = valor pico positivo (valor máximo).
- v_{p-} = valor pico negativo (valor mínimo).
- v_{pp} = valor de pico positivo a pico negativo.
- ω = frecuencia angular, en radianes/segundo.
- t = tiempo, en segundos.
- θ = posición, en grados o en radianes.

Cabe señalar que $\omega = 2\pi f$, donde f corresponde a la frecuencia en Hz.

- ✓ ¿Cómo se clasifican las formas de onda?
- ✓ Defina los conceptos de amplitud, periodo, frecuencia, valor pico, valor pico – pico, voltaje eficaz y valor medio.

ACTIVIDADES PREVIAS

- ✦ Realizar a lectura completa de la práctica.
- ✦ Simule las formas de onda que se indican en el punto 6.6 de esta práctica.

EQUIPO

- ✦ Banco de capacitancias
- ✦ Banco de inductancias
- ✦ Banco de resistencias
- ✦ Generador de funciones
- ✦ Osciloscopio
- ✦ Multímetro



PROCEDIMIENTO

Banco de Resistencias Lab Volt

6.1 Solicite al profesor que le proporcione un banco de resistencias Lab Volt.

6.1.1 Coloque el banco en la mesa de trabajo.

6.1.2 Anote las características nominales que se localizan en la parte frontal del banco:

$$P = \underline{\hspace{2cm}} \quad V = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{Precisión} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6.1.3 Observe que está compuesto por tres secciones de tres resistencias cada una.

a) Anote los valores nominales de cada valor resistivo.

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}} \quad I_{R1} = \underline{\hspace{2cm}} \quad R_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad I_{R2} = \underline{\hspace{2cm}} \quad R_3 = \underline{\hspace{2cm}} \quad I_{R3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) Con los datos anteriores calcule la potencia de cada elemento.

$$P_{300\Omega} = \underline{\hspace{2cm}} \quad P_{600\Omega} = \underline{\hspace{2cm}} \quad P_{1200\Omega} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Nota: Estos valores calculados son la potencia nominal de cada resistencia y no debe ser excedido ya que puede provocar daño al equipo.

6.1.4 Cada valor resistivo cuenta con un interruptor que lo conecta (posición arriba) o desconecte (posición abajo) de las terminales como se muestra en la figura 6.2

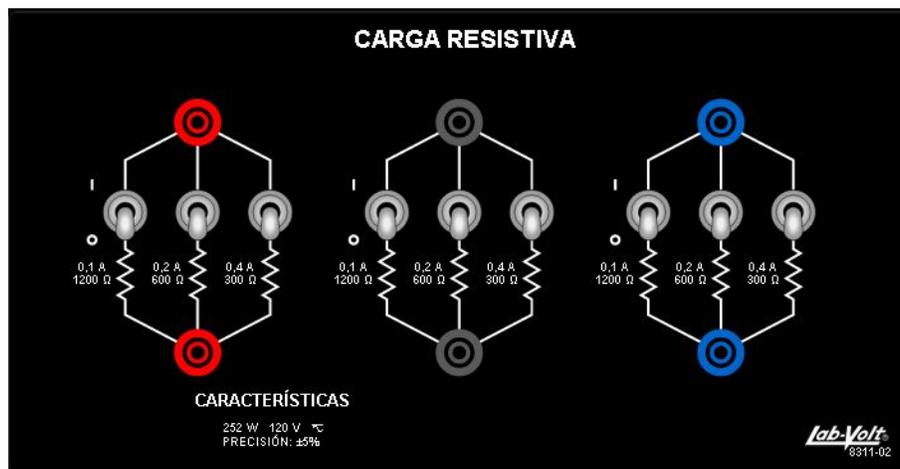


Figura 6.2



6.1.5 Utilice un multímetro para medir el valor óhmico de cada elemento resistivo.

6.1.6 Tome las lecturas de las resistencias de derecha a izquierda de la siguiente forma:

- a) Coloque el interruptor en posición arriba y mida su resistencia anote el resultado en la tabla 6.1.
- b) Coloque el interruptor en posición abajo y repita el procedimiento para las resistencias adyacentes.

Valores nominales (Ω)	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Observaciones
300				
600				
1200				

Tabla 6.1

6.1.7 Si algún elemento no se encuentra dentro del rango del valor nominal informe a su profesor.

6.1.8 Regrese el banco de resistencias a su lugar.

Banco de Inductancias Lab Volt

6.2 Solicite al profesor que le proporcione un banco de inductancias Lab Volt.

6.2.1 Coloque el banco en la mesa de trabajo.

6.2.2 Anote las características nominales que se localizan en la parte frontal del banco:

VAR = _____ V = _____ Frecuencia = _____ Q = _____ Precisión = _____



6.2.3 Observe que está compuesto por tres secciones de tres inductancias cada una.

a) Anote los valores nominales de cada elemento inductivo en la tabla 6.2.

Inductancia	Valor Inductivo (H)	Corriente (A)	Reactancia (Ω)
1			
2			
3			

Tabla 6.2

Con una frecuencia de 60 Hz y el valor inductivo de cada elemento, calcule la reactancia inductiva.

$$X_{L1} = \underline{\hspace{2cm}} \quad X_{L2} = \underline{\hspace{2cm}} \quad X_{L3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

b) Con los valores de voltaje y corriente nominales calcule la potencia de cada elemento inductivo.

$$Q_{300\Omega} = \underline{\hspace{2cm}} \quad Q_{600\Omega} = \underline{\hspace{2cm}} \quad Q_{1200\Omega} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Nota: Estos valores calculados son la potencia nominal de cada inductancia y no debe ser excedido ya que puede provocar daño al equipo.

6.2.4 Cada inductancia cuenta con un interruptor que lo conecta (posición arriba) o desconecta (posición abajo) de las terminales como se muestra en la figura 6.3.

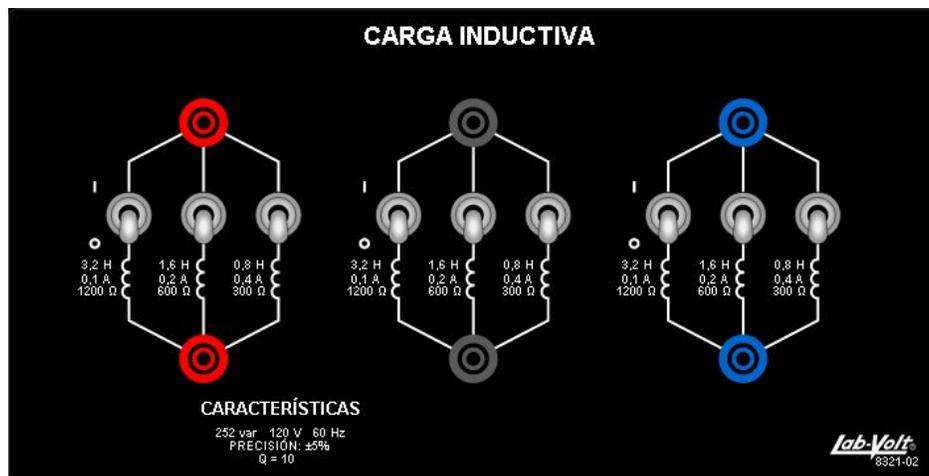


Figura 6.3



6.2.5 Utilice un multímetro para medir el valor óhmico de cada elemento inductivo, **que no es lo mismo que la reactancia propia del elemento**, la cual se muestra a un costado del elemento en la caratula.

6.2.6 Tome las lecturas de los valores resistivos de las inductancias de derecha a izquierda de la siguiente forma:

a) Coloque el interruptor en posición arriba y mida su valor óhmico anote el resultado en la tabla 6.3.

Valores de inductancia y reactancia nominales	Sección 1 (Ω)	Sección 2 (Ω)	Sección 3 (Ω)	Observaciones
(0.8 H) 300 Ω				
(1.6 H) 600 Ω				
(3.2 H) 1200 Ω				

Tabla 6.3

b) Baje el interruptor y repita el procedimiento para las resistencias subsecuentes.

c) El valor óhmico de las inductancias deberá ser aproximado a los valores de la siguiente tabla 6.4

Valores de inductancia y reactancia nominales	Valor resistivo de la inductancia
(0.8 H) 300 Ω	15-17 Ω
(1.6 H) 600 Ω	26-30 Ω
(3.2 H) 1200 Ω	54-58 Ω

Tabla 6.4

6.2.7 Si algún valor resistivo de los elementos no se encuentra dentro del rango de los valores indicados en la tabla 6.4 informe a su profesor.

6.2.8 Regrese el banco de capacitancias a su lugar.



Banco de Capacitancias Lab Volt

6.3 Solicite al profesor que le proporcione un banco de capacitancias Lab Volt.

6.3.1 Coloque el banco en la mesa de trabajo.

6.3.2 Anote las características nominales que se encuentran en la parte frontal del banco:

VAR = _____ V = _____ Frecuencia = _____ Precisión = _____

6.3.3 Observe que está compuesto por tres secciones de tres capacitancias cada una.

a) Anote los valores nominales de cada elemento capacitivo.

Capacitancia	Valor Capacitivo (μF)	Corriente (A)	Reactancia (Ω)
1			
2			
3			

Tabla 6.5

Con una frecuencia de 60 Hz y el valor capacitivo de cada elemento, calcule la reactancia capacitiva.

$X_{C1} =$ _____ $X_{C2} =$ _____ $X_{C3} =$ _____

b) Con los valores de voltaje y corriente nominales calcule la potencia de cada elemento capacitivo.

$Q_{300\Omega} =$ _____ $Q_{600\Omega} =$ _____ $Q_{1200\Omega} =$ _____

Nota: Estos valores calculados son la potencia nominal de cada capacitancia y no debe sobre pasarse ya que puede provocar daño al equipo.

6.3.4 Cada capacitancia cuenta con un interruptor que lo conecta (posición arriba) o desconecta (posición abajo) de las terminales como se muestra en la figura 6.4.

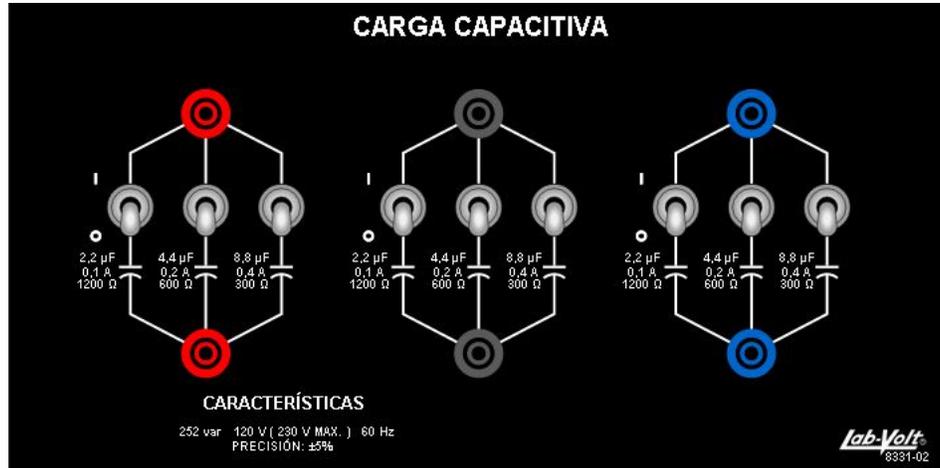


Figura 6.4

6.3.5 Utilice un multímetro para medir el valor capacitivo de cada elemento, los multímetros STEREN son capaces de medir valores capacitivos.

6.3.6 Tome las lecturas de los valores capacitivos de derecha a izquierda de la siguiente forma:

- a) Coloque el interruptor en posición arriba y mida su valor capacitivo anote el resultado en la tabla 6.6.

Valor Capacitivo	Sección 1 (μF)	Sección 2 (μF)	Sección 3 (μF)	Observaciones
2.2 μF				
4.4 μF				
8.8 μF				

Tabla 6.6

- b) Baje el interruptor y repita el procedimiento para las capacitancias subsecuentes.
- c) El valor capacitivo de cada elemento deberá ser aproximado a los valores indicados en la primera columna de la tabla anterior.

6.3.7 Si algún elemento no se encuentra dentro del rango del valor nominal informe a su profesor.

6.3.8 Regrese el banco de capacitancias a su lugar.

6.3.9 A continuación, se presenta la tabla de resistencias y reactancias equivalentes para la conexión de los elementos.



RESISTENCIAS Y REACTANCIAS TOTALES EQUIVALENTES QUE SE PUEDEN OBTENER CON LOS MÓDULOS EMS 8311, 8321 Y 8331.

VALORES EQUIVALENTES DE RESISTENCIA O REACTANCIA	PRIMERA SECCIÓN, INTERRUPTORES CERRADOS (EN PARALELO)	SEGUNDA SECCIÓN, INTERRUPTORES CERRADOS (EN PARALELO CON LA PRIMERA SECCIÓN)	TERCERA SECCIÓN, INTERRUPTORES CERRADOS (EN PARALELO CON LA SEGUNDA SECCIÓN)
1,200 Ω	1,200	NINGUNO	NINGUNO
600 Ω	600	NINGUNO	NINGUNO
300 Ω	300	NINGUNO	NINGUNO
400 Ω	1,200 & 600	NINGUNO	NINGUNO
240 Ω	1,200 & 300	NINGUNO	NINGUNO
200 Ω	600 & 300	NINGUNO	NINGUNO
171.4 Ω	1,200 & 600 & 300	NINGUNO	NINGUNO
150 Ω	1,200	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
133.33 Ω	600	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
120 Ω	300	600 & 300	NINGUNO
109.1 Ω	300	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
100 Ω	1,200 & 300	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
92.3 Ω	600 & 300	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
85.7 Ω	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300	NINGUNO
80 Ω	1,200	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300
75 Ω	600	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300
70.6 Ω	300	600 & 300	1,200 & 600 & 300
66.7 Ω	300	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300
63.1 Ω	1,200 & 300	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300
60 Ω	600 & 300	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300
57.1 Ω	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300	1,200 & 600 & 300

Tabla 6.7 Resistencias y reactancias totales equivalentes que se pueden obtener con los módulos EMS

*Autores: Ing. Anselmo Angoa Torres, Ing. Elpidio Cruz Castillo, Ing. Rodrigo Ramírez Juárez
Colaboración: Ing. Alfredo Romero López, Ing. Jorge R. Gersenowies Rosas*



6.4 Generador de Funciones GWinstek



Figura 6.5 Generador de Funciones GWinstek

- 6.4.1 Verifique que el generador de funciones no tenga ningún daño superficial.
- 6.4.2 Observe que se encuentre conectado al tomacorriente.
- 6.4.3 Encienda el generador de funciones (POWER)
- 6.4.4 Coloque la sonda en OUTPUT 50Ω.
- 6.4.5 Dependiendo con el circuito que se vaya a alimentar:
- 6.4.6 Identifique la perilla de frecuencia y gírela de manera que observe un valor en la pantalla del generador.
- 6.4.7 Identifique los botones de selección de rango de frecuencia para ajustar posteriormente la frecuencia deseada.
- 6.4.8 Identifique la perilla de amplitud de la señal.
- 6.4.9 Identifique los botones de tipo de señal que el generador puede entregar y seleccione la señal senoidal.
- 6.4.10 Verifique que la perilla de Offset se encuentre en la posición cero (sentido antihorario)



6.5 Manejo del osciloscopio.

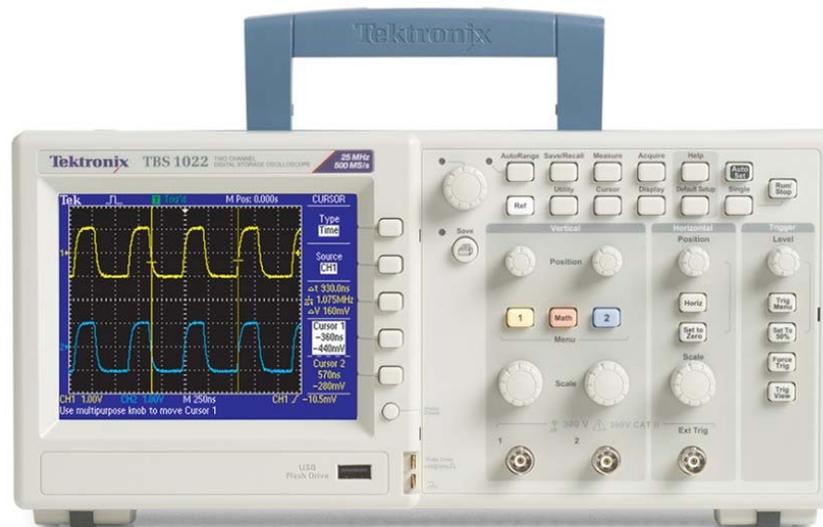


Figura 6.6 Osciloscopio Tektronix

- 6.5.1 Pida a su profesor que le proporcione el osciloscopio.
- 6.5.2 Verifique que el osciloscopio no tenga ningún daño superficial.
- 6.5.3 Conecte el osciloscopio a la toma corriente.
- 6.5.4 Encienda el osciloscopio (el botón se encuentra en la parte superior izquierda).

Para configurar mediciones

- 6.5.5 Presione el botón de measure que se encuentra en la parte superior
- 6.5.6 Observe los parámetros que se visualizan en el costado derecho de la pantalla.
- 6.5.7 Para modificar los parámetros que se pueden visualizar, presione los botones que se encuentran a un costado.
- 6.5.8 Pulse el primer botón para cambiar de canal
- 6.5.9 Pulse el segundo botón para cambiar los parámetros y obsérvelos



Para dar mantenimiento

- 6.5.10 Pulse el botón de Utilidades
- 6.5.11 Pulse el tercer botón a un costado de la pantalla de Auto calibrado.
- 6.5.12 Después oprima el primer botón para dar la orden de calibrar.
- 6.5.13 Revise que las sondas se encuentren en 1X.
- 6.5.14 Para ver que el osciloscopio este en 1X, pulse CH1 MENU (botón amarillo) y buscar sonda debe de estar en 1X Voltaje, en caso de no ser así pulsar el cuarto botón hasta que quede en 1X.
- 6.5.15 Lo mismo para CH2 MENU.
- 6.5.16 Verificar que la sonda trabaje de manera correcta, para esto se realiza la siguiente prueba.
- 6.5.17 Se conecta la referencia de la sonda a la tierra indicada en el osciloscopio y la punta de señal conectarla a PROB COMP (~5V@1kHz). Después pulse AUTOSET (autoconfigurar). Se observará una señal cuadrada de 5Vpp a una frecuencia de 1kHz.
- 6.5.18 Ajusta la escala a 2V/div.

Nota: Verificar que el acoplamiento del canal en el osciloscopio este en corriente alterna, de no ser así cambiarlo.

Si se tienen problemas en las mediciones pulse el botón AUTOSET (auto configurar).

Para observar el disparo de una señal:

- 6.5.19 Gire la perilla SEC/DIV para bajar o subir la escala de tiempo y observar mejor la señal.
- 6.5.20 Encienda el osciloscopio y el generador de funciones, seleccione una forma de onda senoidal, ajuste el voltaje a 8 Vpico y la frecuencia a 60 Hz.



6.6 FORMAS DE ONDA

- 6.6.1 Conecte su unidad de almacenamiento USB al osciloscopio y presione el botón Print para guardar una captura de pantalla del osciloscopio.
- 6.6.2 Recuerde que la capacidad de su unidad de almacenamiento no debe ser mayor a 2 GB, pues en caso contrario el osciloscopio no será capaz de guardar la imagen.
- 6.6.3 Configure los measure para mostrar V_{rms} , Frecuencia, Periodo, V_m y V_{max} .
- 6.6.4 Configure el generador de funciones con 8 Vp y 60 Hz, con una señal senoidal.
- 6.6.5 Presiona autoconfig y ajusta tu señal con la perilla volts/div, para visualizarla mejor.
- 6.6.6 Anote los valores que se piden en la tabla 6.8.

	Onda senoidal	Onda cuadrada	Onda triangular
$V_{m\acute{a}x. [V]}$			
$V_m[V]$			
Frecuencia [Hz]			
Periodo [mseg]			
$V_{rms [V]}$			

Tabla 6.8

- 5.6.7 Cambie la onda senoidal por una onda cuadrada y una onda triangular, repita los puntos anteriores.
- 5.6.8 Apague el osciloscopio y el generador de funciones.



CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el voltaje máximo que puede suministrar la fuente del circuito para que no se sobrepase la corriente nominal de cada elemento?

DIBUJO CIRCUITO EN SERIE CON TRES RESISTENCIAS DE 300 OHMS

2. ¿Cuál es el voltaje máximo que puede suministrar la fuente del circuito para que no se sobrepase la corriente nominal de cada elemento?

DIBUJO CIRCUITO EN PARALELO CON TRES RESISTENCIAS DE 300 OHMS

3. A una frecuencia de 50 Hz y un voltaje de alimentación de 120 V, ¿Cuál es el valor de reactancia para cada elemento del banco de inductancias?
4. ¿Cuál es el valor máximo de voltaje de alimentación para cada elemento considerando su valor nominal de corriente?
5. A una frecuencia de 50 Hz y un voltaje de alimentación de 120 V, ¿Cuál es el valor de reactancia para cada elemento del banco de capacitancias?
6. ¿Cuál es el valor máximo de voltaje de alimentación para cada elemento considerando su valor nominal de corriente?
7. Exprese matemáticamente cada señal observada en el osciloscopio durante la práctica.
8. Con los resultados obtenidos en la pregunta 7, obtenga matemáticamente el valor eficaz y valor medio de cada señal.



BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Charles K. Alexander.; Fundamentos de Circuitos Eléctricos, 3ª edición, ed. Mc. Graw Hill; 2006.
- Dorf, Richard y Svoboda. James, Circuitos Eléctricos, 6ª Edición, Alfaomega 2007.
- Hayt Jr, William H.; Kemmerly; Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis De Circuitos En Ingeniería. 7ª Edición. Mc Graw Hill; 2007.
- J. David Irwin, Análisis Básico en Ingeniería, 5ª edición, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2007.
- James W. Nilsson.; Circuitos Eléctricos, 7ª edición, ed. Pearson; 2006.
- Boylestad, Robert R; Nashelsky, Louis, Electrónica: Teoría De Circuitos Y Dispositivos Electrónicos.: Pearson- Prentice Hall, 2003.
- Thomas L. Floyd.; Principios de circuitos eléctricos, ed. Pearson; 2007

DESFASAMIENTO



Práctica 7

Semestre

2020-I



Práctica 7

DESFAZAMIENTO

Para tener derecho a participar en la sesión es requisito presentar los cálculos teóricos y sus correspondientes simulaciones en MULTISIM y complementar la introducción tal como se indica, en caso contrario no se permitirá que el alumno realice la práctica.

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

- ✓ Observar el desfase producido por una carga inductiva y una carga capacitiva.

ACTIVIDADES PREVIAS

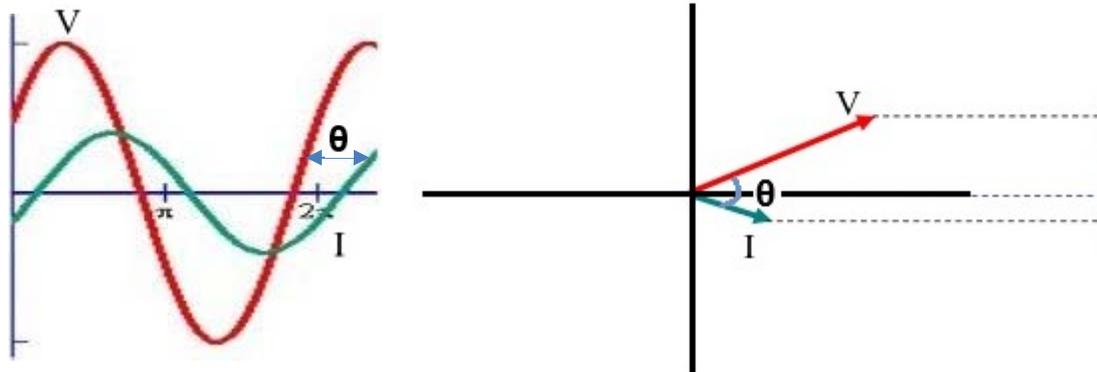
- ✦ Realizar la lectura completa de la practica
- ✦ Describa los términos de la expresión $v(t) = v_p \cos(\omega t + \theta)$
- ✦ Investigue los conceptos; fasor, reactancia inductiva, reactancia capacitiva e impedancia.
- ✦ Uso del multímetro para medir voltaje y corriente de una señal senoidal.

INTRODUCCIÓN

La representación gráfica de una señal eléctrica de voltaje o corriente, puede ser una recta que represente un valor constante en el tiempo o una forma de onda con características simétricas o asimétricas donde la magnitud es variable en el tiempo. La corriente alterna es una señal eléctrica que varía su magnitud obteniendo valores máximos y mínimos de forma alternante en función del tiempo por ejemplo una señal eléctrica senoidal, expresada de la siguiente manera:

$$v(t) = v_p \cos(\omega t + \theta)$$

El desfase entre dos señales se puede representar gráficamente de dos formas distintas, observando las señales en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia (fasor) como se observan en la figura 7.



Dominio del tiempo

Dominio de la frecuencia (fasor)

Figura 7.

El desfase de una señal eléctrica con respecto a otra está en función de los elementos activos y pasivos que interactúan en el circuito eléctrico.

EQUIPO

- Módulo de resistencias Lab. Volt.
- Módulo de inductancias Lab. Volt.
- Módulo de capacitancias Lab. volt.
- Generador de funciones. (GW INSTEK GFG-8250A)
- Osciloscopio (TEKTRONIX TDS 2002B)
- Multímetro.

MATERIAL

- 3 pares de cables caimán-caimán.
- 3 pares de cables banana-caimán.
- Unidad de almacenamiento USB de capacidad no mayor a 2 GB.

Nota: Es importante que la capacidad de su unidad de almacenamiento no sea mayor a 2 GB, pues en caso contrario el osciloscopio no será capaz de guardar la imagen. Si usted cuenta con una unidad de almacenamiento USB de mayor capacidad, se sugiere realizar una partición de 2 GB en ella.

PROCEDIMIENTO

7.1. Circuito RL

$$V_g(t) \text{ VS } V_L(t)$$

- 7.1.1. Arme el circuito mostrado en la figura 7.1.
- 7.1.2. Coloque la perilla del multímetro en la posición para medir corriente alterna en la escala de [mA] de corriente alterna.
- 7.1.3. Auxílese del canal 1, como se indica en la figura 7.1 y suministre con el generador de funciones una onda senoidal con un voltaje pico de 8 V y frecuencia de 60 Hz.
- 7.1.4. Ajuste el valor de la resistencia en 300Ω y la reactancia inductiva en 300Ω .

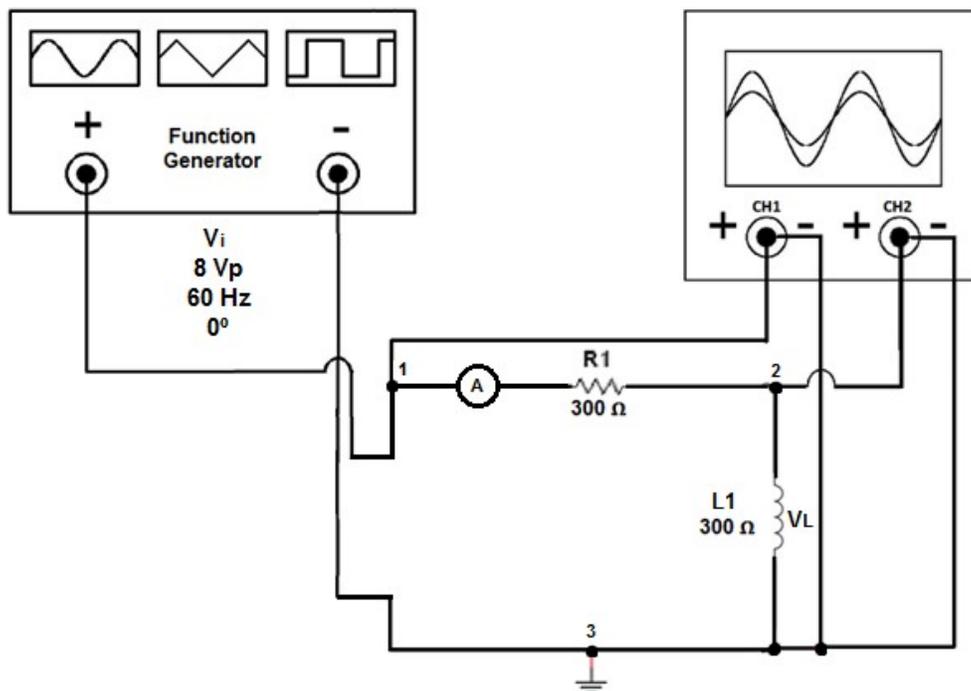


Figura 7.1.

- 7.1.5. Coloque el canal 2 del osciloscopio en el nodo 2 como se muestra en la figura 7.1. Solicite al profesor que revise las conexiones

Nota: Es importante verificar que el voltaje y la frecuencia de la señal de entrada sean constantes en cada una de las mediciones. Además, asegúrese que las escalas de las sondas del osciloscopio estén en la escala $\times 1$



- 7.1.6. Mida los parámetros v_{pico}, V_{rms}, F y T de la señal de entrada con el canal 1.
- 7.1.7. Mida los parámetros v_{pico}, V_{rms}, F y T de la reactancia inductiva (nodo 2) con el canal 2.
- 7.1.8. Con los cursores del osciloscopio ajuste para medir la diferencia de tiempo entre las 2 señales.
- 7.1.9. Tome la lectura de corriente del amperímetro.
- 7.1.10. Repita los puntos anteriores para cada valor de la tabla 7.1.
- 7.1.11. Almacene la captura de pantalla correspondiente para cada combinación indicada en la tabla.

Lectura			$v_g(t)$				$v_L(t)$				Δt [ms]	I_{rms} [A]
	R [Ω]	X_L [Ω]	v_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]	v_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]		
1	300	300										
2	300	600										
3	300	1200										

Tabla 7.1

- 7.1.12. Apague el generador de funciones.

$$v_g(t) \text{ VS } v_R(t)$$

- 7.1.13. Arme el circuito mostrado en la figura 7.2.
- 7.1.14. Coloque la perilla del multímetro en la posición para medir corriente alterna en la escala de [mA] de corriente alterna.
- 7.1.15. Auxíliase del canal 1, como se indica en la figura 7.2 y suministre con el generador de funciones una onda senoidal con un voltaje pico de 8 V y frecuencia de 60 Hz.
- 7.1.16. Ajuste el valor de la resistencia en 300 Ω y la reactancia inductiva en 300 Ω .
- 7.1.17. Coloque el canal 2 del osciloscopio en el nodo 2 como se muestra en la figura 7.2.
- 7.1.18. Mida los parámetros v_{pico}, V_{rms}, F y T de la señal de entrada con el canal 1.
- 7.1.19. Mida los parámetros v_{pico}, V_{rms}, F y T de la reactancia inductiva (nodo 2) con el canal 2.

- 7.1.20. Con los cursores del osciloscopio ajuste para medir la diferencia de tiempo entre las 2 señales.
- 7.1.21. Tome la lectura de corriente del amperímetro.
- 7.1.22. Repita los puntos anteriores para cada valor de la tabla 7.2.
- 7.1.23. Almacene la captura de pantalla correspondiente para cada combinación de reactancia.

Nota: Es importante verificar que el voltaje y la frecuencia de la señal de entrada sean constantes en cada una de las mediciones.

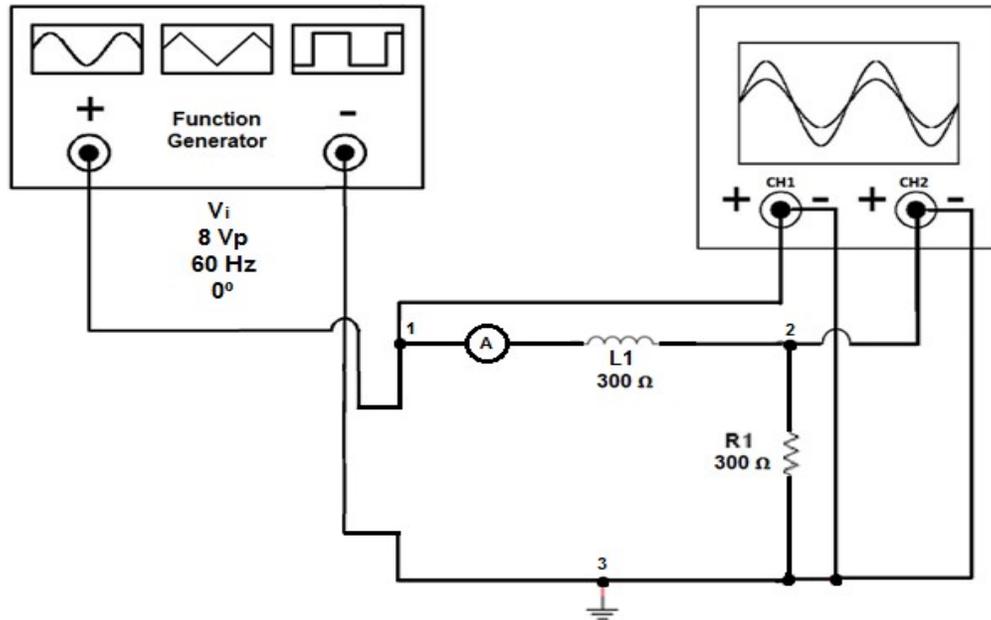


Figura 7.2

Lectura			$v_g(t)$				$v_R(t)$				Δt [ms]	I_{rms} [A]
	R [Ω]	X_L [Ω]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]		
1	300	300										
2	300	600										
3	300	1200										

Tabla 7.2

- 7.1.24. Apague el generador de funciones.



Comportamiento de la reactancia inductiva en función de la frecuencia

7.1.25. Sin desarmar el circuito de la figura 7.2, regrese los valores de la resistencia y la reactancia inductiva a 300Ω respectivamente, varíe la frecuencia con los valores mostrados en la tabla 7.3 y anote los resultados obtenidos.

Nota: Es importante verificar que el voltaje de la señal de entrada sea constante en 8 V en cada una de las mediciones

Frecuencia [Hz]	$v_g(t)$ [V]	$v_L(t)$ [V]	I_{rms} [A]	Δt [ms]
60				
100				
500				
1000				

Tabla 7.3

¿Cómo se comporta el voltaje del inductor al variar la frecuencia? y ¿Por qué?

7.1.26. Apague el generador de funciones.

7.2. Circuito RC.

$$v_g(t) \text{ vs } v_c(t)$$

7.2.1. Arme el circuito mostrado en la figura 7.3.

7.2.2. Coloque la perilla del multímetro en la posición para medir corriente alterna en la escala de [mA] de corriente alterna.

7.2.3. Auxíliese del canal 1, como se indica en la figura 7.3 y suministre con el generador de funciones una onda senoidal con un voltaje pico de 8 V y frecuencia de 60 Hz.

7.2.4. Ajuste el valor de la resistencia en 300Ω y la reactancia capacitiva en 300Ω .

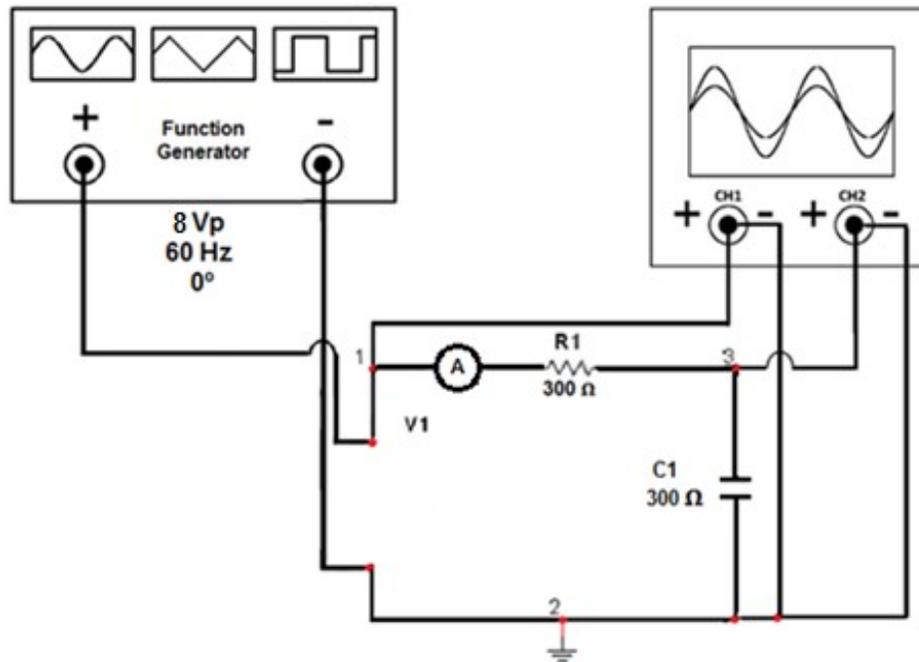


Figura 7.3

7.2.5. Con ayuda del osciloscopio, mida el desfase existente entre el voltaje de la fuente y la carga. Apóyese en la figura 7.3.

7.2.6. Almacene la captura de pantalla correspondiente, apague el osciloscopio y el generador de funciones.

7.2.7. Coloque el canal 2 o B del osciloscopio en el nodo 3, como se muestra en la figura 7.3.

7.2.8. Mida los parámetros v_{pico} , V_{rms} , F y T de la señal de entrada con el canal 1.

7.2.9. Mida los parámetros v_{pico} , V_{rms} , F y T de la reactancia capacitiva (nodo 3) con el canal 2.

7.2.10. Con los cursores del osciloscopio ajuste para medir la diferencia de tiempo entre las 2 señales.

7.2.11. Tome la lectura de corriente del amperímetro.

7.2.12. Repita los puntos anteriores para cada valor de la tabla 7.4.



7.2.13. Almacene la captura de pantalla correspondiente para cada combinación de reactancia.

Nota: Es importante verificar que el voltaje y la frecuencia de la señal de entrada sean constantes en cada una de las mediciones.

Lectura			$v_g(t)$				$v_c(t)$				Δt [ms]	I_{rms} [A]
	R [Ω]	X_c [Ω]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]		
1	300	300										
2	300	600										
3	300	1200										

Tabla 7.4

7.2.14. Apague el generador de funciones.

$v_g(t)$ VS $v_R(t)$

7.2.15. Arme el circuito mostrado en la figura 7.4.

7.2.16. Coloque la perilla del multímetro en la posición para medir corriente alterna en la escala de [mA] de corriente alterna.

7.2.17. Auxíliese del canal 1, como se indica en la figura 7.4 y suministre con el generador de funciones una onda senoidal con un voltaje pico de 8 V y frecuencia de 60 Hz.

7.2.18. Ajuste el valor de la resistencia en 300 Ω y la reactancia capacitiva en 300 Ω .

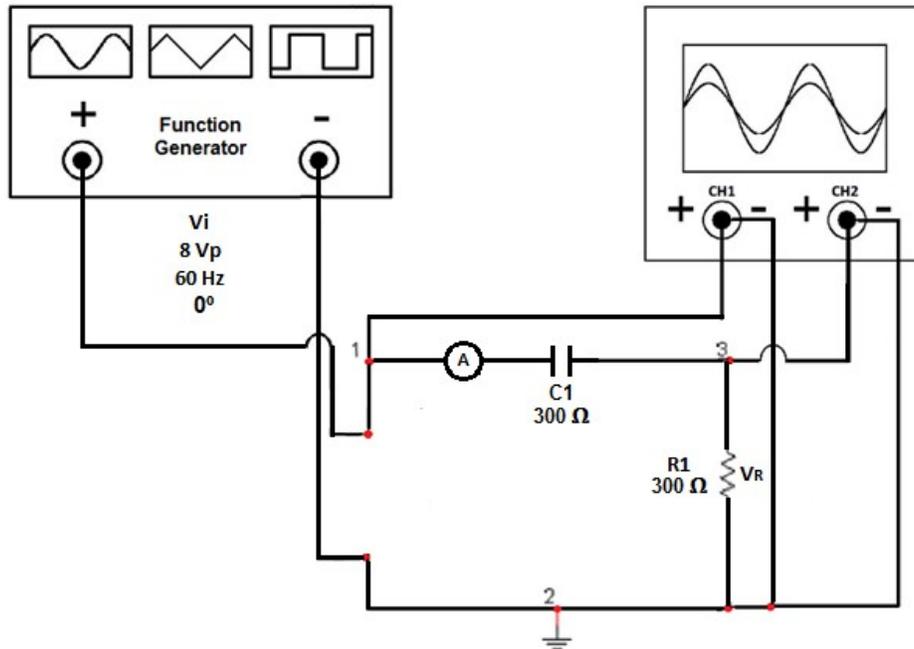


Figura 7.4

- 7.2.19. Coloque el canal 2 o B del osciloscopio en el nodo 3, como se muestra en la figura 7.4. Mida los parámetros v_{pico} , V_{rms} , F y T de la señal de entrada con el canal 1.
- 7.2.20. Mida los parámetros v_{pico} , V_{rms} , F y T de la reactancia capacitiva (nodo 3) con el canal 2, como se muestra en la figura 7.4.
- 7.2.21. Con los cursores del osciloscopio ajuste para medir la diferencia de tiempo entre las 2 señales.
- 7.2.22. Tome la lectura de corriente del amperímetro.
- 7.2.23. Repita los puntos anteriores para cada valor de la tabla 7.5.
- 7.2.24. Almacene la captura de pantalla correspondiente para cada combinación de reactancia.

Nota: Es importante verificar que el voltaje y la frecuencia de la señal de entrada sean constantes en cada una de las mediciones.



Lectura			$v_g(t)$				$v_R(t)$					
	R [Ω]	X_C [Ω]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]	V_{pico} [V]	V_{rms} [V]	F [Hz]	T [ms]	Δt [ms]	I_{rms} [A]
1	300	300										
2	300	600										
3	300	1200										

Tabla 7.5

7.2.25. Apague el generador de funciones.

NOTA: Anexe las hojas necesarias para realizar los siguientes cálculos utilizando los datos experimentales.

Comportamiento de la reactancia capacitiva en función de la frecuencia

7.2.26. Sin desarmar el circuito de la figura 7.4, regrese los valores de la resistencia y la reactancia capacitiva a 300 Ω respectivamente, varíe la frecuencia con los valores mostrados en la tabla 7.6 y anote los resultados obtenidos.

Nota: Es importante verificar que el voltaje de la señal de entrada sea constante en 8 V en cada una de las mediciones

Frecuencia [Hz]	$v_g(t)$ [V]	$v_c(t)$ [V]	I_{rms} [A]	Δt [ms]
60				
100				
500				
1000				

Tabla 7.6

¿Cómo se comporta el voltaje del capacitor al variar la frecuencia? y ¿Por qué?

7.2.27. Apague el generador de funciones.



CUESTIONARIO:

NOTA: Anexe las hojas necesarias para realizar los siguientes cálculos utilizando los datos experimentales.

1. Con los valores de la tabla 7.1;
 - a) Calcule la impedancia para cada combinación de R y X_L .

R [Ω]	X_L [Ω]	Z [Ω]
300	300	
300	600	
300	1200	

- b) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y ángulo 0° , exprese el voltaje de la fuente en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

$$v_g(t) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{\text{fasor}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- c) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y Δt , exprese el voltaje del inductor en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

Lectura	v_{pico} [V]	F [Hz]	Δt [ms]	$v_L(t)$ [V]	V_L [V]
1					
2					
3					

Tabla 7.7.

2. Con los valores de la tabla 7.2
 - a) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y Δt , exprese el voltaje de la resistencia en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.



Lectura	V_{pico} [V]	F [Hz]	Δt [ms]	$v_R(t)$ [V]	V_R [V]
1					
2					
3					

Tabla 7.8.

- b) Con la corriente medida calcule la corriente pico y utilizando la frecuencia y Δt exprese la corriente en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

Lectura	I_{rms} [A]	F [Hz]	Δt [ms]	i_{pico} [A]	$i_R(t)$ [V]	I_R [V]
1						
2						
3						

Tabla 7.9.

- Con el voltaje del generador y para cada combinación de R y X_L de las tablas 7.7, 7.8 y 7.9, dibuje en un plano fasorial el voltaje del generador, el voltaje de la resistencia, el voltaje del inductor y la corriente. Compare el desfase que existe de: V_g vs V_R , y V_g vs I .
- En los sistemas eléctricos es común utilizar el valor eficaz para expresar el voltaje y la corriente como fasor. Escriba el voltaje de la fuente, voltaje de la resistencia, voltaje del inductor y la corriente como fasor utilizando el valor eficaz.

Lectura	V_g [V]	V_L [V]	V_R [V]	I [A]
1				
2				
3				

Tabla7.10



5. Con los valores de la tabla 7.4

a) Calcule la impedancia para cada combinación de R y X_c

R [Ω]	X_c [Ω]	Z [Ω]
300	300	
300	600	
300	1200	

b) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y ángulo 0° , exprese el voltaje de la fuente en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

$$v_g(t) = \underline{\hspace{2cm}} \qquad V_{\text{fasor}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

c) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y Δt , exprese el voltaje del capacitor en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

Lectura	v_{pico} [V]	F [Hz]	Δt [ms]	$v_g(t)$ [V]	$v_c(t)$ [V]
1					
2					
3					

Tabla 7.11.

6. Con los valores de la tabla 7.5

a) Utilizando los valores de voltaje pico, frecuencia, y Δt , exprese el voltaje de la resistencia en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

Lectura	v_{pico} [V]	F [Hz]	Δt [ms]	$v_R(t)$ [V]	V_R [V]
1					
2					
3					

Tabla 7.12.



- b) Con la corriente medida calcule la corriente pico y utilizando la frecuencia y Δt exprese la corriente en el dominio del tiempo y posteriormente como fasor.

Lectura	I_{rms} [A]	F [Hz]	Δt [ms]	i_{pico} [A]	$i_R(t)$ [V]	I_R [V]
1						
2						
3						

Tabla 7.13

- c) Para cada combinación de R y X_C de la tabla 7.4, dibuje en un plano fasorial el voltaje del generador, voltaje de la resistencia, voltaje del capacitor y la corriente. Compare el desfaseamiento que existe de: V_g vs V_R , y V_i vs I .

- d) Escriba el voltaje de la fuente, voltaje de la resistencia, voltaje del capacitor y la corriente como fasor utilizando el valor eficaz.

Lectura	V_g [V]	V_L [V]	V_R [V]	I [A]
1				
2				
3				

Tabla 7.14.



BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Charles K. Alexander.; Fundamentos de Circuitos Eléctricos, 3ª edición, ed. Mc. Graw Hill; 2006.
- Dorf, Richard y Svoboda. James, Circuitos Eléctricos, 6ª Edición, Alfaomega 2007.
- Hayt Jr, William H.; Kemmerly; Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis De Circuitos En Ingeniería. 7ª Edición. Mc Graw Hill; 2007.
- J. David Irwin, Análisis Básico en Ingeniería, 5ª edición, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2007.
- James W. Nilsson.; Circuitos Eléctricos, 7ª edición, ed. Pearson; 2006.
- Boylestad, Robert R; Nashelsky, Louis, Electrónica: Teoría De Circuitos Y Dispositivos Electrónicos.: Pearson- Prentice Hall, 2003.
- Thomas L. Floyd.; Principios de circuitos eléctricos, ed. Pearson; 2007

POTENCIA APARENTE, REAL Y REACTIVA



Práctica 8

Semestre

2020-I



Práctica 8

POTENCIA APARENTE, REAL Y REACTIVA

Para tener derecho a participar en la sesión es requisito presentar los cálculos teóricos y sus simulaciones en MULTISIM, así como complementar la introducción tal como se indica. En caso contrario no se permitirá que el alumno realice la práctica.

ACTIVIDADES PREVIAS

- ✦ Realice la lectura completa de la practica
- ✦ Simule y calcule los parámetros solicitados de las tablas (8.1,8.2,8.4,8.5)
- ✦ Dibuje el triángulo de potencias.
- ✦ Escriba la ecuación que define la potencia aparente, la potencia real y potencia reactiva para un circuito monofásico.
- ✦ Escriba la ecuación que define el factor de potencia apoyándose en el triángulo de potencias.
- ✦ Consulte el anexo al final de este manual de prácticas para aprender a configurar el analizador de energía Yokogawa.

OBJETIVO DE LA PRACTICA

- ✓ Observar la variación de la potencia eléctrica en función de la carga.

INTRODUCCIÓN

Potencia eléctrica

Por definición, la potencia eléctrica es la cantidad de energía suministrada por una fuente o absorbida por un elemento por unidad de tiempo. La potencia eléctrica consta de tres componentes, las cuales conforman un triángulo conocido como triángulo de potencia.



Potencia aparente

La componente de mayor magnitud, correspondiente a la hipotenusa del triángulo, es conocida como potencia aparente, la cual es el producto de la corriente y el voltaje, pero también es la suma vectorial de la potencia real y reactiva. En el caso de una fuente, la potencia aparente corresponde al valor de la potencia total suministrada por la misma, en tanto que, en una carga, corresponde a la suma de la potencia real y reactiva.

La potencia aparente se representa con la letra “S” y su unidad es el Voltamper (VA).

Potencia real

Otra componente de la potencia aparente es la potencia real, y también es conocida como potencia activa porque es la potencia que realmente se aprovecha y se convierte en trabajo, el cual puede ser luminoso, sonoro, calorífico o de muchos otros tipos. Esta potencia está representada por la letra “W” y su unidad es el Watt, el cual por definición equivale a un Joule sobre segundo.

Potencia reactiva

La potencia reactiva es la potencia disipada por las cargas reactivas, tanto inductivas como capacitivas. Se representa con la letra “Q” y su unidad de medida es el VAR o Voltamper reactivo.

A pesar de que la potencia reactiva no produce trabajo, es necesaria para que las máquinas eléctricas funcionen, pues sin ella sería imposible generar los campos magnéticos requeridos para la operación de las bobinas de máquinas como motores, generadores y transformadores. En el caso de las capacitancias, la potencia reactiva es la encargada de producir el campo eléctrico que a su vez permite el almacenamiento de energía eléctrica.

Factor de potencia

Es la medida del aprovechamiento de la potencia eléctrica, es decir, es una relación por unidad que indica que cantidad de la potencia total es aprovechada.

De igual modo, el factor de potencia corresponde al coseno de la diferencia del ángulo de fase de la corriente y el voltaje.

ANALIZADOR DE ENERGÍA YOKOGAWA

El analizador de energía es un instrumento digital de medición capaz de censar distintas magnitudes eléctricas, tales como corriente, voltaje, potencia real, reactiva y aparente, factor de potencia, frecuencia y consumo energético, entre otras.

En la figura 8.1 se muestra un esquema ilustrativo del analizador de energía Yokogawa, el cual requiere una alimentación fija para su funcionamiento. Cabe aclararse que el analizador permite analizar sistemas eléctricos con diversas configuraciones, desde circuitos monofásicos a dos hilos, hasta circuitos trifásicos a 3 hilos, ya que el analizador no cuenta con bornes para el análisis del neutro del sistema bajo estudio.

Se debe tomar en cuenta que las corrientes medidas por el analizador de energía corresponden a valores de línea, mientras que los voltajes pueden ser de fase o de línea, según se configure el instrumento.



Figura 8.1 Analizador de energía Yokogawa



MATERIAL

- Banco de resistencias Labvolt.
- Banco de capacitancias Labvolt.
- Banco de inductancias Labvolt.
- Cables banana – banana.
- Amperímetro.
- Voltímetro.
- 1 Multímetro.
- 1 Analizador de energía YOKOGAWA.

PROCEDIMIENTO

8. Triángulo de potencia para un circuito RLC en serie

8.1. Arme el circuito mostrado en la figura 8.2.

8.2. Verifique que la posición de la perilla se encuentre en 0V. Luego energice la fuente de voltaje. **Las mediciones de voltaje y corriente son en Corriente Alterna.**

8.3. Configure los racks del analizador de acuerdo a los valores solicitados en su tabla 8.3

Nota: Al encender la fuente verificar que el analizador de energía este configurado a una fase dos hilos, con un rango de 5A y 300 V (ver Apéndice).

8.4. Ajuste la perilla a un voltaje de 120V. Tome las mediciones solicitadas para los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva como se muestra en la tabla 8.3.

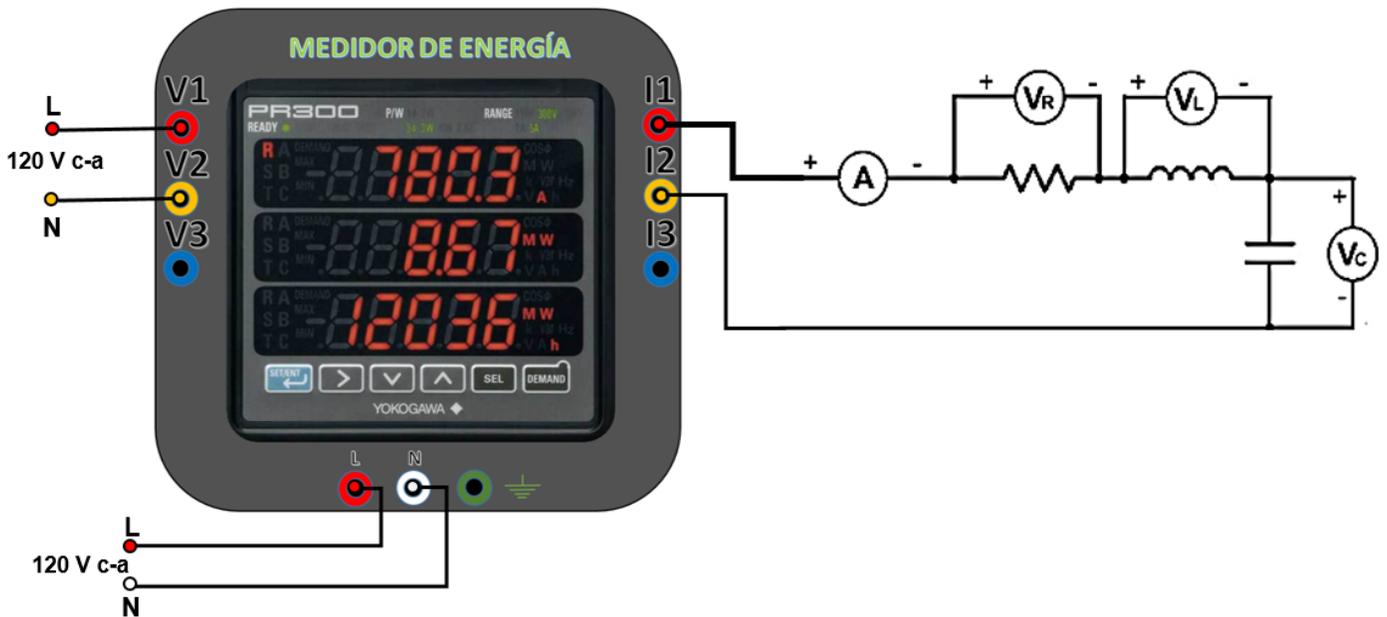


Figura 8.2

Nota: El mínimo de factor de potencia que puede leer el analizador es de 0.4.

Datos teóricos										
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	I [A]	V _R [V]	V _L [V]	V _C [V]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.1.



Datos simulados										
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	I [A]	V _R [V]	V _L [V]	V _C [V]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.2.

Datos medidos										
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	I [A]	V _R [V]	V _L [V]	V _C [V]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.3.

8.5. Reduzca el voltaje a cero y apague la fuente de alimentación.

Triángulo de potencia para un circuito RLC en paralelo.

8.6. Arme el circuito mostrado en la figura 8.3.

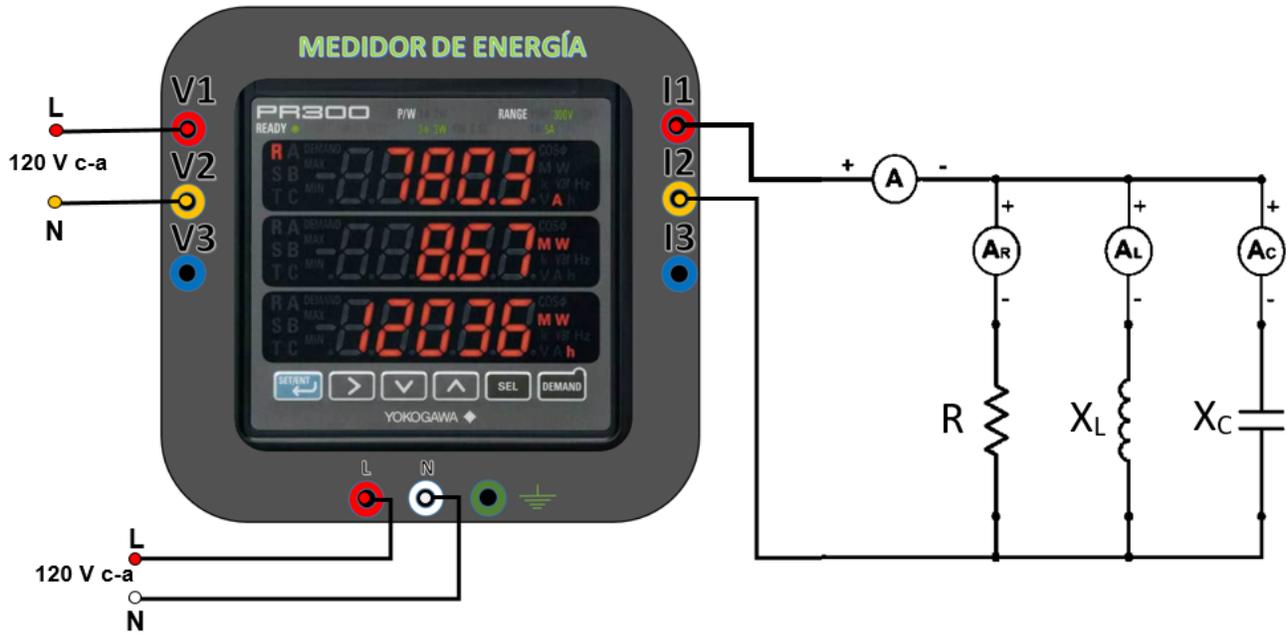


Figura 8.3

- 8.7. Configure los racks del analizador de acuerdo a los valores solicitados en su tabla 8.6
- 8.8. Energice el circuito y tome las mediciones solicitadas para los valores de resistencia, reactancia inductiva y capacitiva como se muestra en la tabla 8.6. **Las mediciones de corriente son en Corriente Alterna.**

Datos teóricos										
R [Ω]	X_L [Ω]	X_C [Ω]	I_T [A]	I_R [A]	I_L [A]	I_C [A]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.4.



Datos simulados										
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	I _T [A]	I _R [A]	I _L [A]	I _C [A]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.5.

Datos medidos										
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	I _T [A]	I _R [A]	I _L [A]	I _C [A]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]	F.P.
171.4	85.7	57.1								
171.4	57.1	85.7								
57.1	57.1	171.4								
85.7	120	200								
57.1	240	100								

Tabla 8.6.

8.9. Reduzca el voltaje a 0V y apague la fuente de alimentación.



CUESTIONARIO

1. Empleando los datos teóricos, del circuito RLC en serie de la tabla 8.1, calcule los parámetros indicados en las siguientes tablas.

Datos teóricos						
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	Z [Ω]	Y [S]	G [S]	β [S]
171.4	85.7	57.1				
171.4	57.1	85.7				
57.1	57.1	171.4				
85.7	120	200				
57.1	240	100				

Tabla 8.7.

2. Empleando los datos teóricos, del circuito RLC paralelo de la tabla 8.4, calcule los parámetros indicados en la siguiente tabla.

Datos medidos						
R [Ω]	X _L [Ω]	X _C [Ω]	Z [Ω]	Y [-j S]	G [S]	β [-j S]

Tabla 8.8

3. Empleando los datos medidos en la tabla 8.3, trace el triángulo de potencia correspondiente a cada impedancia.
4. ¿Cómo varía el factor de potencia aparente en función de la impedancia?



5. Empleando los datos medidos la tabla 8.6, trace el triángulo de potencia correspondiente a cada impedancia.
6. ¿Cómo varía el factor de potencia aparente en función de la impedancia?
7. Con una frecuencia de 50 Hz y utilizando el circuito RLC serie, realice los cálculos teóricos que se indican en la tabla 8.1. Compare los resultados obtenidos de potencia aparente, real, reactiva y factor de potencia con los obtenidos en la tabla 8.3.
8. Con una frecuencia de 1000 Hz, realice los cálculos teóricos que se indican en la tabla 8.3. Compare los resultados obtenidos de potencia aparente, real, reactiva y factor de potencia con los obtenidos en la tabla 8.3.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Charles K. Alexander. (2006). Fundamentos de Circuitos Eléctricos. Mc. Graw Hill.
- Dorf, Richard y Svoboda. James (2007). Circuitos Eléctricos. Alfaomega.
- Hayt Jr, William H.; Kemmerly; Jack E.; Durbin, Steven M. (2007). Análisis De Circuitos En Ingeniería. Mc Graw Hill.
- J. David Irwin. (2007). Análisis Básico en Ingeniería. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- James W. Nilsson. (2006); Circuitos Eléctricos. Pearson Educación;
- Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2003). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. PEARSON educación.
- Floyd, T. L., Salas, R. N., González, L. M. O., & López, G. P. (2007). Principios de circuitos eléctricos. Pearson Educación.



Anexo



*Programación del Analizador de Energía Yokogawa
PR300*

Semestre

2020-I

Anexo 1 PROGRAMACIÓN DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA YOKOGAWA PR300

En este anexo se explica de manera breve cómo cambiar el sistema de medición de fases e hilos, pero antes de empezar a programar el analizador, en la figura 1 se muestran los elementos que componen la carátula. Cada elemento tiene una función que nos indica que sistema se está utilizando (tabla 1.1), rango de voltaje y corriente, unidades eléctricas utilizadas e indicación de fases.

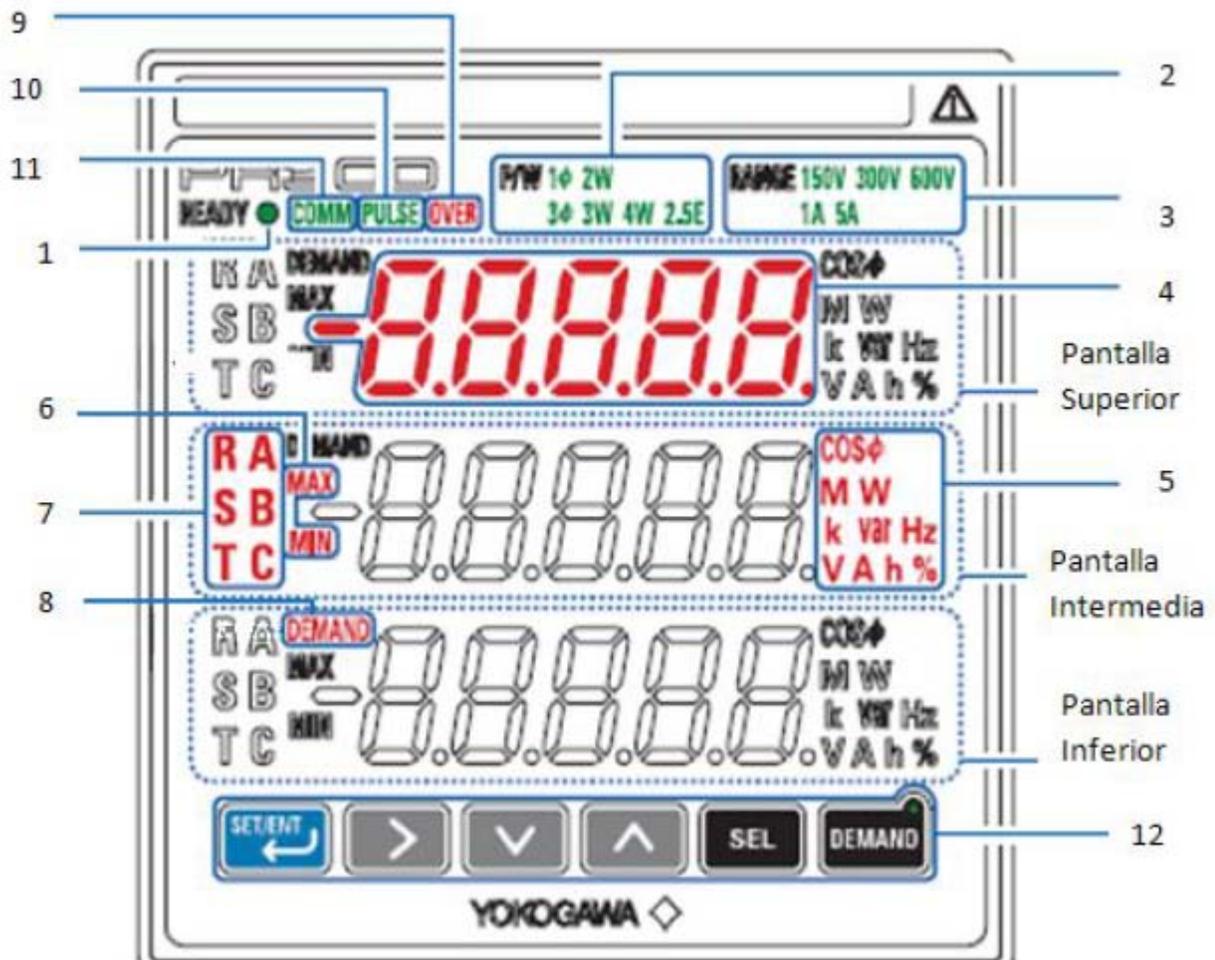


Figura 1.1



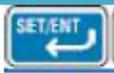
Número	Elemento	Descripción
1	Lámpara de encendido	Informa que el analizador esta energizado. En caso de parpadear 4 veces indica un error de comunicación.
2	Lámpara de sistema de fases e hilos	Cuando se indica en que sistema se desea trabajar este se ilumina.
3	Lámpara de entrada de voltaje y corriente	Informa en que rango se esta trabajando.
4	Pantalla de valores	Indica las diferentes cantidades que se miden.
5	Lámpara de unidades	Indica el símbolo de la unidad con que se esta trabajando.
6	Lámpara MAX y MIN	Indica el valor máximo o mínimo medido en la pantalla.
7	Lámpara de fase	Indica en que fase se mide la corriente o el voltaje.
8	Lámpara DEMAND	Indica la demanda del voltaje o corriente en el analizador.
9	Lámpara de alarma de demanda	Indica cuando se ha superado el nivel de demanda.
10	Lámpara de pulso de salida	Solo se activa al configurar la función
11	Lámpara de comunicación	Indica el progreso de la señal de Ethernet o RS-485
12		Se utiliza este botón para cambiar de carátula o de función.
		Se utiliza para cambiar números o ajustar una función.
		Muestra el valor máximo y mínimo.
		Con este botón se selecciona el voltaje o la corriente.
		Inicia o detiene la función de las medidas de demanda

Tabla 1.1 Descripción de los elementos de la caratula del analizador

CONFIGURACIÓN DE TIPO FASES E HILOS

1. Conecte el analizador a una fuente de voltaje de 120 V_{ac} como se muestra en la figura 1.1.

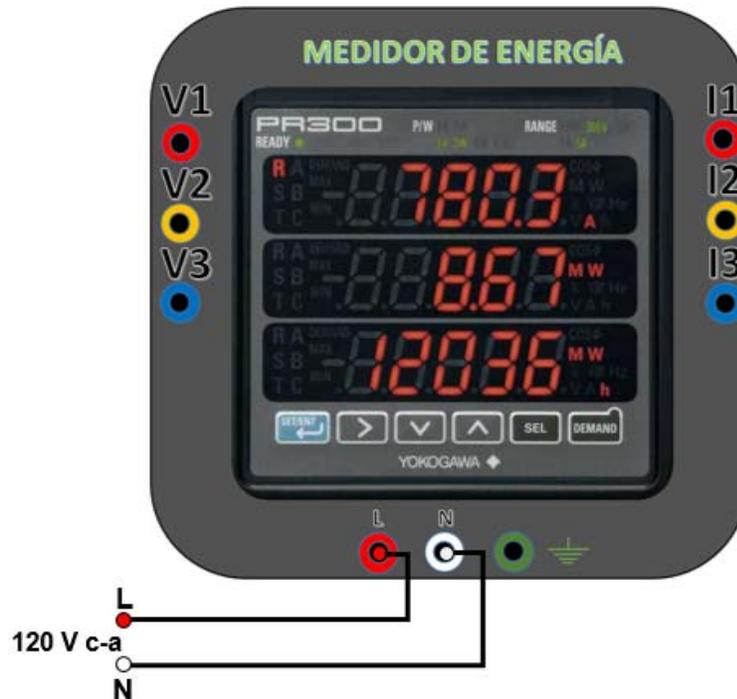


Figura 1.1

- 1.1. Encienda la fuente de alimentación.

Al energizar el analizador se observa en la pantalla de inicio superior la leyenda St-01 (Figura 1.2).



Figura 1.2

Nota: Esta leyenda dura 5 segundos en lo que carga el sistema del analizador y después automáticamente pasara a la pantalla de valores (Figura 1.3).



Figura 1.3

1.2. Estando en la pantalla de valores (Figura 1.3), oprimir durante 3 segundos



Nota: pasado los 3 segundos se mostrará la pantalla VT (Figura 1.4).



Figura 1.4

1.3. Estando en la pantalla de VT oprimir simultáneamente los botones de durante 3 segundos.



Nota: Con esto se mostrará la siguiente pantalla (Figura 1.5)



Figura 1.5



1.4. Utilizando los botones de  o  se llega a la palabra “no” que se encuentra en el último rack (Figura 1.5).

1.5. Presione el botón  cambie la palabra “no” a “Yes” con los botones  o  del ultimo rack (Figura 1.6)



Figura 1.6

Nota: Confirme la acción con el botón SET/ENT, verifiqué que la pantalla haya cambiado (Figura 1.7)



Figura 1.7

1.6. Oprima el botón **SET/ENT** y seleccione el tipo sistema de red que se analizara ya sea **1P3W, 2P3W Ó 3P3W** con los botones  o 

1.7. Oprima dos veces **SET/ENT** para confirmar el cambio.

1.8. Mantenga oprimido 3 segundos **SET/ENT** para salir del menú.



SELECCIÓN DEL RANGO DE VOLTAJE

1.9. Repita los pasos del 1.1 hasta el 1.5.

1.10. Con los botones  o  busque la pantalla de rango de voltaje (Figura 1.8).

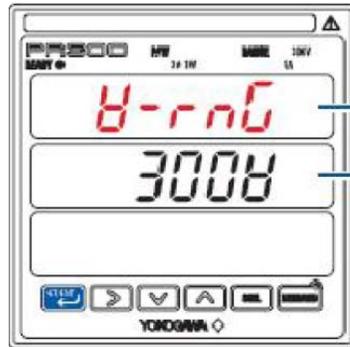


Figura 1.8

1.11. Presione la tecla **SET/ENT** y cambie con las teclas  o  seleccione el rango de voltaje deseado (150 V, 300 V ó 600 V).

Nota: Los rangos de voltaje a medir dependen del tipo de suministro que se tenga.

1.12. Repita el paso 1.7 para salir del menú.

1.13.

CONFIGURACIÓN DE NUMEROS DE PANTALLA

1.14. Repita los pasos 1.1. y 1.2.

1.15. Estando en la pantalla de VT (Figura 1.4) oprimir los botones  o  hasta encontrar la función **Disp** (Figura 1.9)



Figura 1.9

1.16. Presione la tecla **SET/END** para ingresar a la pantalla **Ptnum** (Figura 1.10)



Figura 1.10

1.17. Accione **SET/END** y seleccione el número total de pantallas que desea configurar con los botones  o  (Figura 1.11.).



Figura 1.11

1.18. Presione **SET/END** para salir del submenú.

Nota: El valor elegido automáticamente se queda guardado al salir del submenú.

CONFIGURACIÓN DE RACKS

1.19. Repita los pasos 1.1 y 1.2.

1.20. Estando en la pantalla de VT (Figura 1.4) oprimir los botones  o  hasta encontrar la función de **parámetro superior de pantalla** (Figura 1.12).



Figura 1.12



Nota: A continuación, en la figura 1.13 se muestran las pantallas y unidades a utilizar en las aplicaciones para laboratorios.

Simbología de las pantallas	Nombre de las pantallas	Unidades	Simbología de las unidades
Pt 1-U	Pantalla superior 1	Corriente 1	A-1
Pt 1-ñ	Pantalla intermedia 1	Corriente 3	A-3
Pt 1-L	Pantalla inferior 1	Frecuencia	F-E9
Pt 2-U	Pantalla superior 2	Voltaje A	V-1
Pt 2-ñ	Pantalla intermedia 2	Voltaje C	V-3
Pt 2-L	Pantalla inferior 2	Factor de potencia	PF
Pt 3-U	Pantalla superior 3	Potencia real	Watt
Pt 3-ñ	Pantalla intermedia 3	Potencia aparente	VA
Pt 3-L	Pantalla inferior 3	Potencia reactiva	VAR

Figura 1.13

1.21. Presione la tecla **SENT/END** para cambiar el parámetro eléctrico a medir (V,I,S,P,Q, F.p, etc.) con las teclas  o .

1.22. Pulse SENT/END para salir del submenú.

Nota: Repita estos pasos cuantas veces sea necesario de acuerdo a la necesidad de la practica a realizar.

1.23. Una vez terminado la configuración deseada presione el botón **SENT/END** durante 3 segundos para salir del menú de configuración.

Nota: Para la realización de todo este procedimiento auxíliense de su profesor en turno.



BIBLIOGRAFÍA

- ✦ Manual. Model PR300 Power and Energy Meter. Yokowaga Electric Corporation.
IM77C01E01-01E. 1st Edition
- ✦ Mendoza Andrade Nidia. Año 2011. “Aplicaciones Del Analizador De Energía En El Laboratorio De Máquinas Eléctricas” (Tesis de Licenciatura).

CORRECCIÓN DE FACTOR DE POTENCIA



Práctica 9

Semestre
2020-I



Práctica 9

CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Para tener derecho a participar en la sesión es requisito presentar la investigación previa tal como se indica, en caso contrario no se permitirá que el alumno realice la práctica.

OBJETIVOS DE LA PRACTICA

- ✓ Comprender la relación existente entre la potencia real, la potencia reactiva y potencia aparente.
- ✓ Analizar el comportamiento del factor de potencia de un motor capacitor con marcha.
- ✓ Corregir el factor de potencia de un motor capacitor con marcha.

ACTIVIDADES PREVIAS

- ✦ Realizar la lectura completa de la práctica.
- ✦ Describa la importancia de tener un factor de potencia elevado.
- ✦ Mencione cuál es el valor mínimo del factor de potencia permitido para instalaciones industriales y residenciales.
- ✦ Detalle de qué manera se lleva a cabo una compensación estática del f. p.
- ✦ Explique cómo se puede emplear una máquina rotativa para compensar los f. p. industriales y residenciales en México.

INTRODUCCIÓN

El factor de potencia (f. p.) es una medida de aprovechamiento de la potencia eléctrica. Entre mayor sea la potencia real y menor la potencia reactiva de un circuito eléctrico, mayor será el factor de potencia.

Por definición, el factor de potencia es el cociente entre la potencia real y la potencia aparente, o bien, el coseno del ángulo formado entre dichas potencias en el triángulo de potencia.

Incurrir en un factor de potencia bajo constituye un desperdicio de energía eléctrica, razón por la cual la CFE está autorizada para sancionar económicamente a los usuarios que no cumplan con el factor de potencia mínimo. Esta situación impacta directamente en la necesidad de mantener el f. p. en un dentro de los niveles permitidos, para lo cual se lleva a cabo una compensación del mismo, la cual se puede llevar a cabo por medio de dispositivos estáticos o síncronos.



MATERIAL

- Dos bancos de capacitancias.
- Cables banana – banana.
- Amperímetro.
- Voltímetro.
- Analizador de energía Yokogawa.
- Motor con capacitor de arranque.
- Motor de fase partida (en caso de no contar con el motor con capacitor de arranque).
- Tacómetro digital.
- Electrodinamómetro.
- 1 multímetro (opcional).

PROCEDIMIENTO

Potencia eléctrica con respecto al par

9.1. Arme el circuito de la figura 9.1.

9.1.1. Por medio de la banda acople el motor de capacitor de arranque al electrodinamómetro.

***NOTA: La banda tiene que pasar entre los rodamientos para mayor ajuste.**

9.1.2. Observe que en la parte inferior del electrodinamómetro contiene un sistema de medidas que indica la fuerza adquirida por pulgada con la finalidad de simular una carga en el motor, por lo que se tiene que girar la perilla del electrodinamómetro en el sentido antihorario hasta su posición extrema con la finalidad de tener una carga inicial mínima.

9.1.3. Verifique que la perilla de voltaje se encuentre en 0 Vca. Encienda la fuente de alimentación y configure el analizador para adquirir los datos necesarios de la tabla 9.1.

9.1.4. Realice las mediciones como se indican en la tabla 9.1 y regístrelas.

***NOTA: verifique las unidades de medida del electrodinamómetro y utilice la respectiva columna de la tabla 9.1.**



T [N-m]	T [lb-in]	V [V]	I [A]	P [W]	S [VA]	Q [VAR]	S [rpm]	f. p.
0	0							
0.2	2							
0.4	4							
0.6	6							
0.8	8							
0.9	9							
1.0	10							
1.2	12							
1.4	14							

Tabla 9.1.

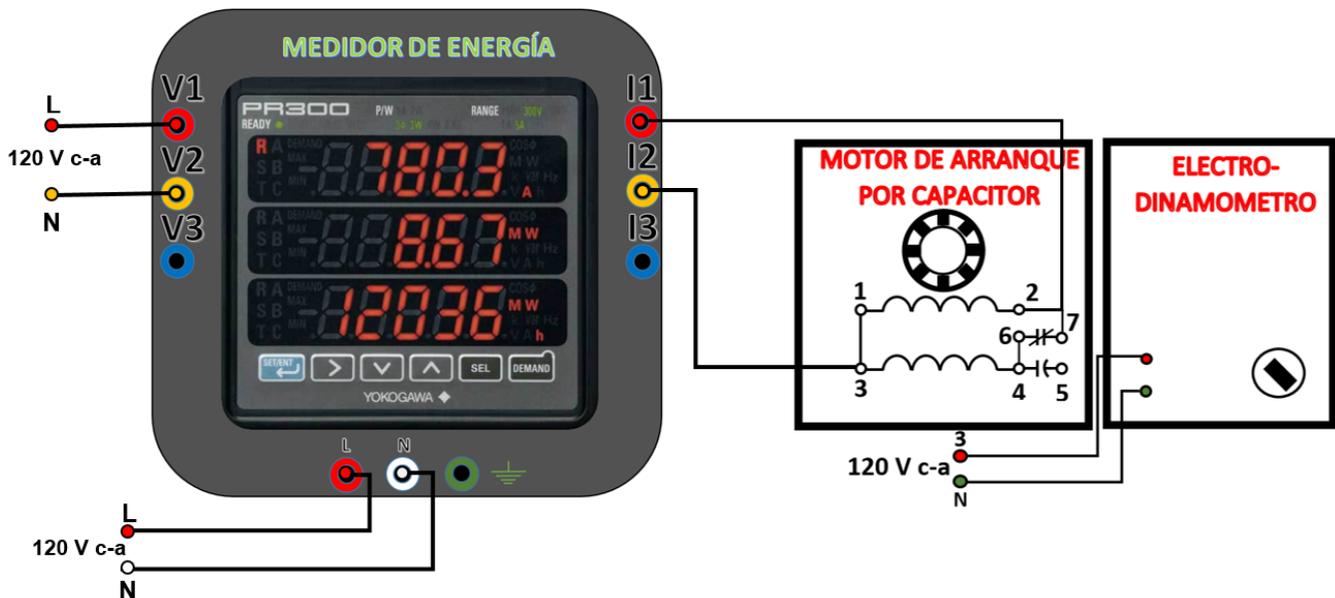


Figura 9.1

- 9.1.5. Después de adquirir los datos de la tabla 9.1. Reduzca gradualmente el par a cero.
- 9.1.6. Reduzca a 0 Vca, apague la fuente de alimentación.

¡No desarme el circuito!

Corrección de factor de potencia

9.2. Conecte en paralelo los dos módulos de capacitancias y posteriormente conéctelos en paralelo al motor como se indica en la figura 9.2. Verifique que los interruptores se encuentren abiertos.

9.2.1. Encienda la fuente de alimentación, aumente gradualmente a 120 Vca y ajuste el par a 10lb-in o 1.0 N-m

9.2.2. Cierre los interruptores de los bancos de capacitores para obtener el valor de la reactancia capacitiva como se indica en la tabla 9.2. Realice sus mediciones y regístrelas en la tabla.

Nota: Antes de tomar cada una de las mediciones verifique que el par se encuentre en 9lb-in, en caso contrario ajústelo.

Xc	V [V]	I [A]	P [W]	S [VA]	Q [VAR]	S [rpm]	f. p.
0							
42.83							
57.1							
85.7							
171.4							

Tabla 9.2

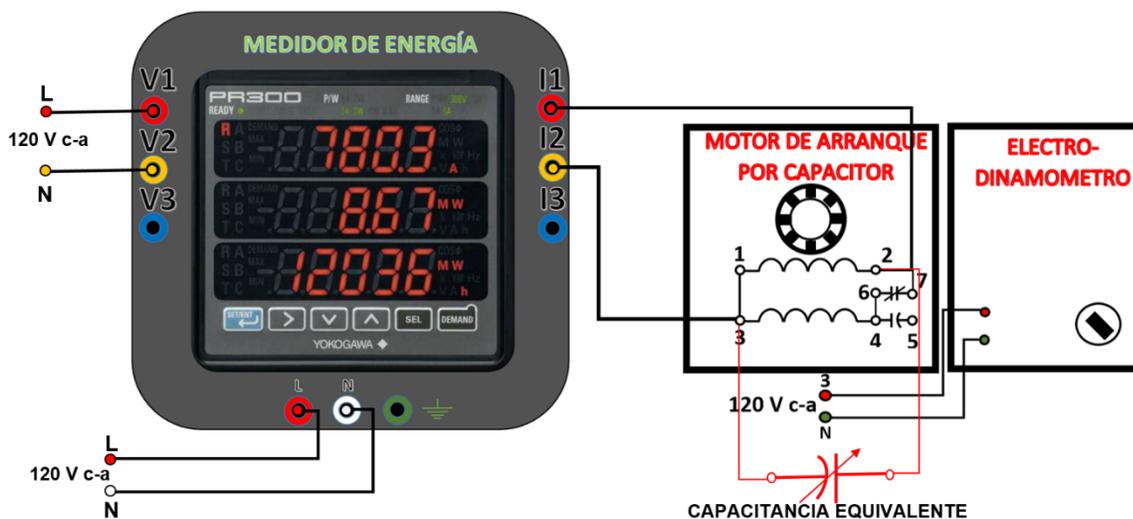


Figura 9.2



9.2.3. Reduzca lentamente el electrodinamómetro a 0, reduzca a 0 Vca y apague la fuente de alimentación.

9.2.4. Desconecte el equipo y colóquelo en su lugar.

CUESTIONARIO

1. Con los datos de la tabla 9.1, dibuje en una sola grafica los triángulos de potencia para cada par.
2. Comente que sucede con los siguientes parámetros al incrementar el par:
 - a) La potencia aparente, ¿Por qué?
 - b) La potencia reactiva, ¿Por qué?
 - c) Factor de potencia, ¿Por qué?
 - d) La velocidad, ¿Por qué?
3. Con los datos registrados en la tabla 9.2, dibuje el triángulo de potencias para cada valor de reactancia capacitiva.
4. Explique qué sucede con los siguientes parámetros al incrementar la reactancia capacitiva.
 - a) La potencia aparente, ¿Por qué?
 - b) La potencia reactiva, ¿Por qué?
 - c) Factor de potencia, ¿Por qué?
 - d) La velocidad, ¿Por qué?

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Charles K. Alexander.; Fundamentos de Circuitos Eléctricos, 3ª edición, ed. Mc. Graw Hill; 2006.
- Dorf, Richard y Svoboda. James, Circuitos Eléctricos, 6ª Edición, Alfaomega 2007.
- Hayt Jr, William H.; Kemmerly; Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis De Circuitos En Ingeniería. 7ª Edición. Mc Graw Hill; 2007.
- J. David Irwin, Análisis Básico en Ingeniería, 5ª edición, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2007.
- James W. Nilsson.; Circuitos Eléctricos, 7ª edición, ed. Pearson; 2006.
- Boylestad, Robert R; Nashelsky, Louis, Electrónica: Teoría De Circuitos Y Dispositivos Electrónicos.: Pearson- Prentice Hall, 2003.
- Thomas L. Floyd.; Principios de circuitos eléctricos, ed. Pearson; 2007

POTENCIA TRIFÁSICA



Práctica 10

Semestre

2020-I



Práctica 10

POTENCIA TRIFÁSICA

Para tener derecho a participar en la sesión es requisito presentar los cálculos teóricos y sus simulaciones en MULTISIM y complementar la introducción tal como se indica, en caso contrario no se permitirá que el alumno realice la práctica.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

- ✓ Conocer las conexiones delta y estrella para una carga trifásica.
- ✓ Observar la variación de la potencia eléctrica en función de la carga.
- ✓ Arranque directo de un motor trifásico.

ACTIVIDADES PREVIAS

- ✦ Realizar la lectura completa de la practica
- ✦ Simule y calcule los parámetros solicitados de la tabla 10.4. y 10.5.
- ✦ Consultar anexo 1 de la practica 8 para la configuración trifásica del analizador de energía Yokohama.
- ✦ Mencione usos y aplicaciones de la conexión delta y estrella.
- ✦ Dibuje un esquema de la conexión delta y estrella.
- ✦ Trace los diagramas fasoriales de voltaje y corriente para ambas conexiones.

INTRODUCCIÓN

Conexión delta y estrella

Existen dos formas fundamentales de conectar una carga trifásica, ya sea en delta o en estrella, las cuales tienen distintas características y ventajas. La conexión delta tiene como característica que tanto los voltajes de línea como los de fase son idénticos, mientras que la corriente de línea es $\sqrt{3}$ veces mayor que la corriente de fase.

En cambio, la conexión estrella presenta corrientes de línea y de fase iguales, mientras que el voltaje de línea es $\sqrt{3}$ veces el voltaje de fase.



MATERIAL:

- Banco de resistencias Labvolt.
- Banco de capacitancias Labvolt.
- Banco de inductancias Labvolt.
- Cables banana–banana.
- Amperímetro de gancho.
- Módulo de voltímetro de AC.
- Analizador de energía Yokogawa
- 1 Multímetro
- Motor trifásico jaula de ardilla

PROCEDIMIENTO

Arranque del motor trifásico

10.1. Arme el circuito mostrado en la figura 10.1 sin energizar la fuente de alimentación.

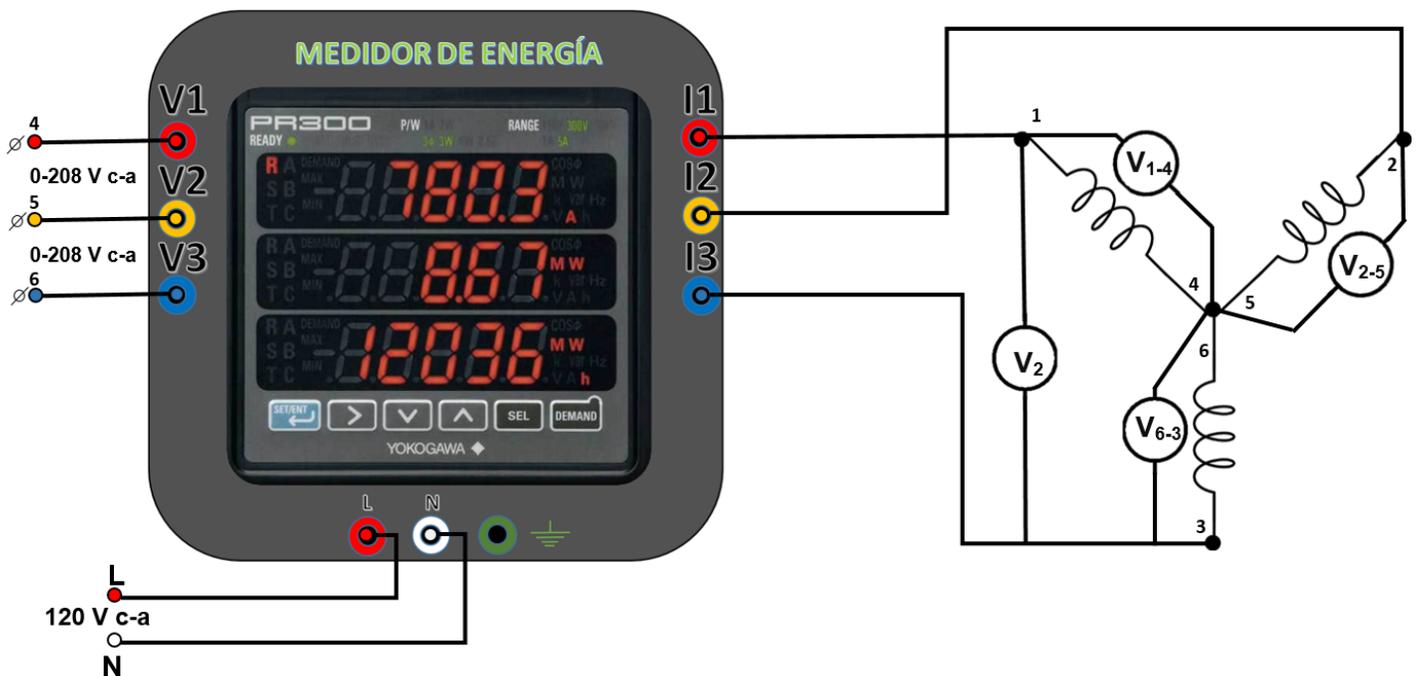


Figura 10.1.



10.1.1. Asegúrese que la perilla de la fuente de alimentación se encuentre en 0 V girando la perilla en sentido contrario a las manecillas del reloj. Encienda la fuente de alimentación, y ajuste gradualmente a 208 V de fase a fase.

Configure el analizador de energía para mediciones trifásicas y mida los voltajes de fase y corrientes de línea indicados en la figura 10.1 y regístrelos en la tabla 10.1. Anote las potencias y factor de potencia que se obtienen con el analizador.

V14	V25	V36	V1	V2	V3	Ia	Ib	Ic	S3 ϕ	P3 ϕ	Q3 ϕ	F. p.
[V ϕ]	[V ϕ]	[V ϕ]	[VL-L]	[VL-L]	[VL-L]	[A]	[A]	[A]	[VA]	[W]	[VAR]	

Tabla 10.1.

10.1.2. Reduzca a 0V y apague la fuente de alimentación.

NOTA: No desarme el circuito

10.1.3. Intercambie dos de las conexiones de la fuente de alimentación, encienda la fuente de alimentación gradualmente hasta que el motor empiece a girar. ¿Se invirtió el sentido de giro del motor? _____

10.1.4. Regrese la perilla reguladora de voltaje a 0V y apague la fuente de alimentación.

10.1.5. Arme el circuito mostrado en la figura 10.2.

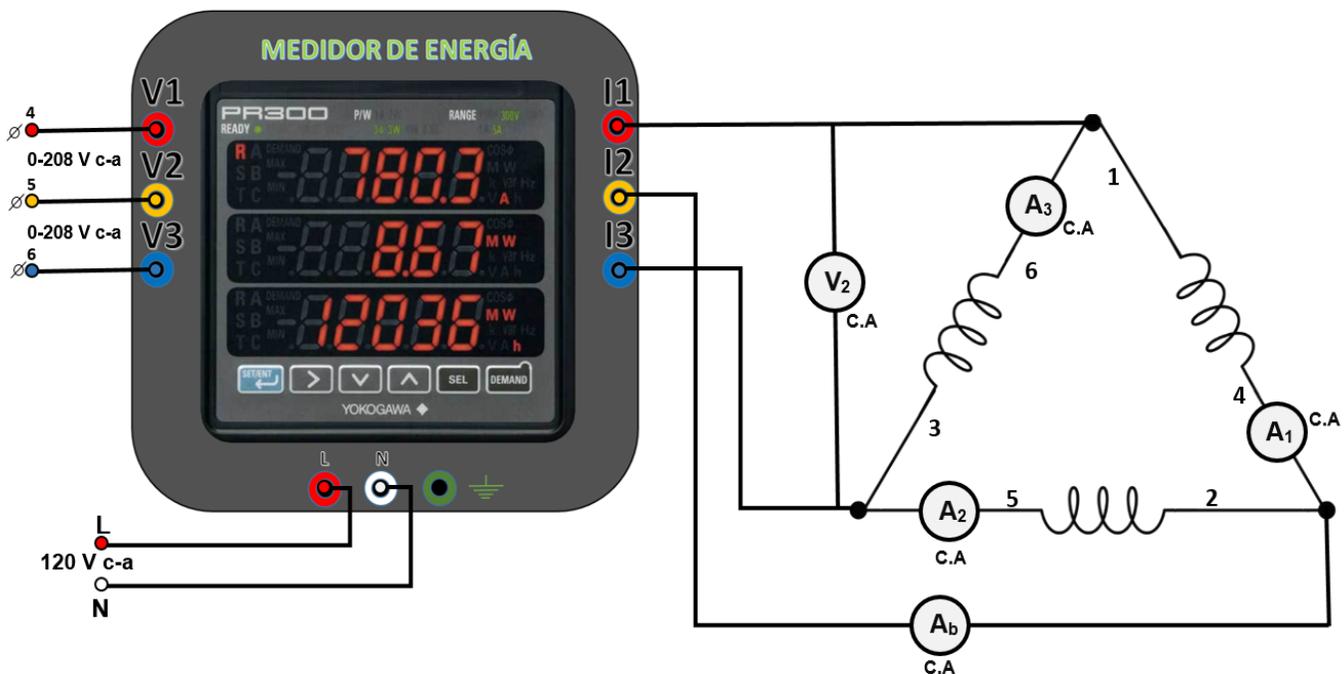


Figura 10.2.



10.1.6. Verifique que la perilla se encuentre en 0 V y energice el circuito gradualmente a 120 V entre fases, mida los voltajes y corrientes de línea y de fase indicados en la figura 10.2 y regístrelos en la tabla 10.2. Anote las potencias y factor de potencia que se obtiene con el analizador.

V1 [V]	V2 [V]	V3 [V]	Ia [A]	Ib [A]	Ic [A]	A1 [A]	A2 [A]	A3 [A]	S3 ϕ [VA]	P3 ϕ [W]	Q3 ϕ [VAR]	F. p.

Tabla 10.2.

10.1.7. Reduzca a 0 V el voltaje y apague la fuente de alimentación.

Nota: No desarme el circuito

10.1.8. Intercambie dos de las conexiones de la fuente de alimentación, encienda la fuente de alimentación gradualmente hasta que el motor empiece a girar. ¿Se invirtió el sentido de giro del motor? _____

10.1.9. Regrese la perilla reguladora de voltaje a 0V y apague la fuente de alimentación.

10.1.10. Con respecto a los resultados obtenidos mencione una regla para saber el sentido de giro del motor.

Potencia trifásica

10.2. Arme el circuito mostrado en la figura 10.3 sin energizar.

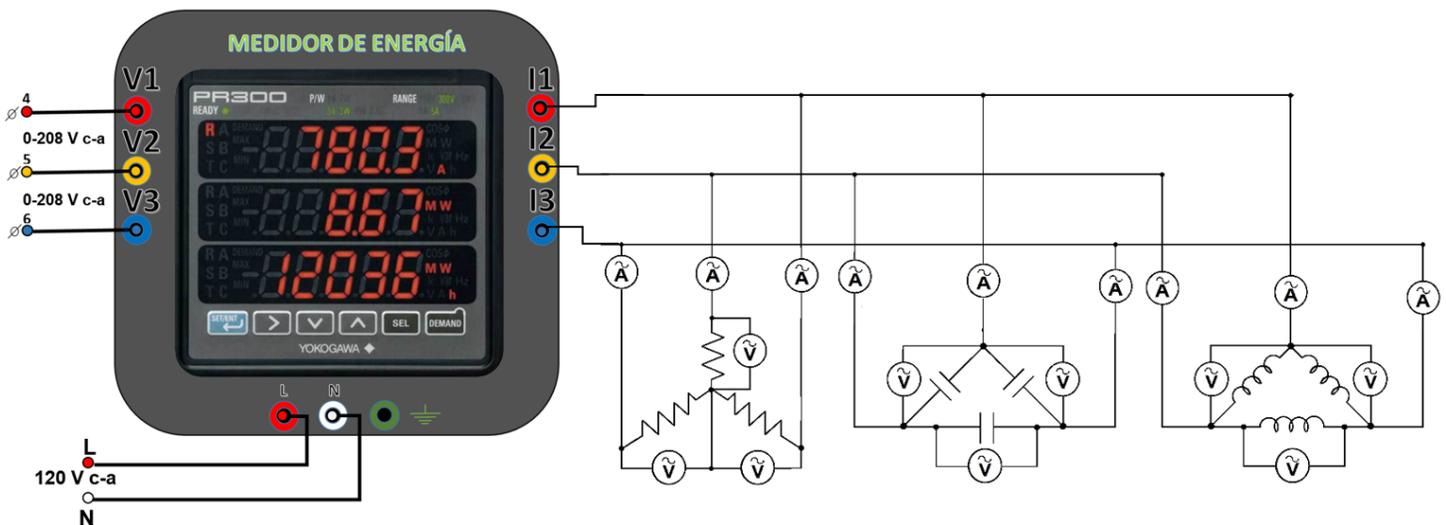


Figura 10.3.



10.2.1. Verifique que la fuente se encuentre en 0 V y energice el circuito gradualmente, realice las mediciones que se observan en la figura 10.3. Promedie las mediciones y regístrelas en la tabla 10.3.

10.2.2. Ajuste los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva a los valores indicados en la tabla 10.3.

NOTA: Reduzca el voltaje de la fuente a cero V y apáguela antes cambiar el valor de la carga.

Datos Medidos													
Núm	Impedancias			Resistencia		Inductancia		Capacitancia		Potencia del sistema			
	R [Ω/ φ]	X _L [Ω/φ]	X _C [Ω/ φ]	I _φ [A]	V _φ [V]	I _L [A]	V _L [V]	I _L [A]	V _L [V]	P _{3φ} [W]	Q _{3φ} [VAR]	S _{3φ} [VA]	F.P.
1	171.4	85.7	57.1										
2	171.4	57.1	85.7										
3	57.1	57.1	171.4										
4	87.5	120	200										
5	57.1	240	100										

Tabla 10.3.

Datos Simulados													
Núm	Impedancias			Resistencia		Inductancia		Capacitancia		Potencia del sistema			
	R [Ω/ φ]	X _L [Ω/φ]	X _C [Ω/ φ]	I _φ [A]	V _φ [V]	I _L [A]	V _L [V]	I _L [A]	V _L [V]	P _{3φ} [W]	Q _{3φ} [VAR]	S _{3φ} [VA]	F.P.
1	171.4	85.7	57.1										
2	171.4	57.1	85.7										
3	57.1	57.1	171.4										
4	87.5	120	200										
5	57.1	240	100										

Tabla 10.4.



Datos Teóricos													
Núm	Impedancias			Resistencia		Inductancia		Capacitancia		Potencia del sistema			
	R [Ω/ϕ]	X_L [Ω/ϕ]	X_C [Ω/ϕ]	I_ϕ [A]	V_ϕ [V]	I_L [A]	V_L [V]	I_L [A]	V_L [V]	$P_{3\phi}$ [W]	$Q_{3\phi}$ [VAR]	$S_{3\phi}$ [VA]	F.P
1	171.4	85.7	57.1										
2	171.4	57.1	85.7										
3	57.1	57.1	171.4										
4	87.5	120	200										
5	57.1	240	100										

Tabla 10.5.

10.2.3. Reduzca la fuente a 0 V y apague la fuente de alimentación.



CUESTIONARIO

1. Compare las corrientes de línea y de fase medidas en el motor trifásico en conexión delta y estrella. ¿Qué configuración demandó menos corriente?
2. Compare los voltajes de línea y de fase medidas en el motor trifásico en conexión delta y estrella. ¿En cuál configuración requiere menor voltaje?
3. Compare las potencias eléctricas consumidas por el motor trifásico con conexiones de estrella y delta de las tablas 10.1 y 10.2.
4. Un motor trifásico conectado en estrella absorbe a 7460 W con un fp de 0.8 en atraso alimentado con un voltaje de fase de 120 V.
 - a. ¿Cuál es la corriente de línea, potencia aparente 3ϕ y potencia reactiva 3ϕ ?
 - b. La placa de datos del motor de la pregunta 4 establece una eficiencia del 80%
¿Cómo afecta la eficiencia al consumo de energía?
 - c. Trace el triángulo de potencia correspondiente.
5. Empleando los datos teóricos, calcule los parámetros indicados en la siguiente tabla (10.6).

Datos teóricos						
R [Ω/ϕ]	X_L [Ω/ϕ]	X_C [Ω/ϕ]	$Z_{3\phi}$ [Ω]	$Y_{3\phi}$ [S]	$G_{3\phi}$ [S]	$\beta_{3\phi}$ [S]
171.4	85.7	57.1				
171.4	57.1	85.7				
57.1	57.1	171.4				
87.5	120	200				
57.1	240	100				

Tabla 10.6

6. ¿Cómo se comporta la potencia aparente en función de la impedancia?
7. ¿Cómo se comporta el factor de potencia en función de la impedancia?



BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Charles K. Alexander.; Fundamentos de Circuitos Eléctricos, 3ª edición, ed. Mc. Graw Hill; 2006.
- Dorf, Richard y Svoboda. James, Circuitos Eléctricos, 6ª Edición, Alfaomega 2007.
- Hayt Jr, William H.; Kemmerly; Jack E.; Durbin, Steven M. Análisis De Circuitos En Ingeniería. 7ª Edición. Mc Graw Hill; 2007.
- J. David Irwin, Análisis Básico en Ingeniería, 5ª edición, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 2007.
- James W. Nilsson.; Circuitos Eléctricos, 7ª edición, ed. Pearson; 2006.
- Boylestad, Robert R; Nashelsky, Louis, Electrónica: Teoría De Circuitos Y Dispositivos Electrónicos. : Pearson- Prentice Hall, 2003.
- Thomas L. Floyd.; Principios de circuitos eléctricos, ed. Pearson; 2007