

EL VATIMETRO
PRUEBAS SOBRE EL TRANSFORMADOR MONOFASICO DE TENSION

Objetivos

- Explicar el principio de operación de los vatímetros analógicos (instrumentos electrodinamométricos).
- Obtener las características de un transformador monofásico de tensión, aplicando las pruebas de vacío y cortocircuito y observando el ciclo de histéresis del núcleo.
- Obtener las características de carga de un transformador monofásico.

Preparación

- 1.- Para un transformador monofásico de tensión:
 - 1.1.- Indique cómo se puede obtener la curva de histéresis del núcleo.
 - 1.2.- Indique los parámetros que se obtienen de las pruebas de vacío.
 - 1.3.- Indique los parámetros que se obtienen de las pruebas de cortocircuito.
 - 1.4.- Indique las características que se obtienen conectando una carga resistiva en el secundario.
- 2.- Haga un diagrama y describa brevemente el principio de operación de un instrumento electrodinamométrico.
- 3.- Indique las formas de conexión de un vatímetro analógico y especifique cuál es la correcta, dependiendo del valor de la carga.
- 4.- Haga un diagrama de la conexión y explique brevemente el funcionamiento de una bobina compensadora en un vatímetro analógico.
- 5.- Explique brevemente en qué forma puede comprobar si un vatímetro analógico está compensado o no, e indique la conexión correcta para un vatímetro compensado (Bobina móvil a la entrada o a la salida).
- 6.- Para un vatímetro no compensado, indique el procedimiento para medir la potencia disipada en las bobinas y explique cómo puede corregir el error sistemático de la medición.

Grupo N° _____

Fecha _____

Nombre _____

Nombre _____

EC1081
Práctica N° 9
Trabajo de Laboratorio

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Encienda su mesón de trabajo.
- 3.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde (equipos de medición, cables, computador, monitor, ratón, cornetas, Variac, portafusibles, **fusibles, puntas del osciloscopio**, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.
- 4.- Para el vatímetro monofásico que tiene a su disposición, determine y registre sus características básicas en la siguiente tabla.

VATIMETRO ANALÓGICO	
MARCA	
MODELO	
SERIAL	
N° BIEN NACIONAL	

- 5.- Haga un resumen de las escalas que ofrece el vatímetro analógico, dependiendo de los rangos de voltaje y corriente disponibles, indique el factor de escala para cada caso, e indique el rango de frecuencias en el que puede operar.

- 6.- Determine la resolución y la sensibilidad de cada escala del vatímetro analógico. (Prepare el cuadro de acuerdo a los parámetros que tiene que registrar).

- 7.- Ubique en el mesón el Variac monofásico. Ajuste su perilla de control en cero (sentido antihorario).
- 8.- Ubique el primario y el secundario del transformador monofásico.
- 9.- Para obtener la relación de vueltas (n), monte el circuito de la figura 1.

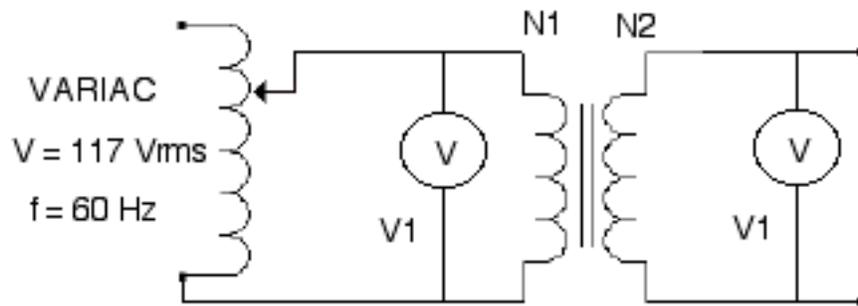


Figura 1

- 10.- Coloque los dos voltímetros AC (V_1 y V_2) en una escala adecuada, sabiendo que el voltaje en el Variac puede llegar a 117 o 120 Vrms. Aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador. Mida y anote los valores que marcan los dos voltímetros AC. Al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

V_1	V_2	$n = V_1 / V_2$

- 11.- Para obtener las marcas de polaridad de los arrollados primario y secundario del transformador, monte el circuito de la figura 2.

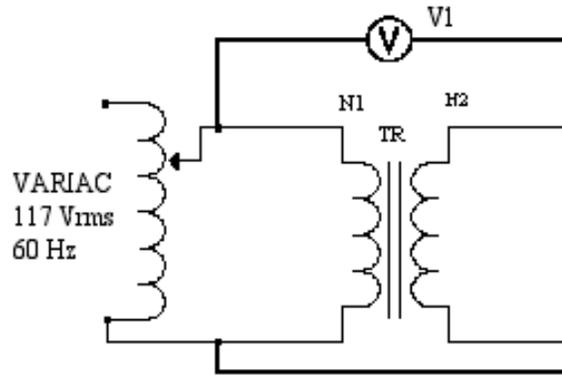


Figura 2

12.- Coloque el voltímetro AC en la escala adecuada. Aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador. Mida y anote el valor que marca el voltímetro AC. Al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

Vrms	
-------------	--

13.- **Recuerde retirar de inmediato el cable de conexión entre el primario y el secundario del transformador.**

14.- Si la lectura obtenida corresponde a la resta del voltaje del primario y del secundario, las marcas se colocan en los terminales donde está conectado el voltímetro. Si la lectura es la suma, una de las marcas de polaridad está en uno de los terminales del voltímetro y la otra en el terminal opuesto, donde se unió el primario y el secundario.

Ubicación de marcas de polaridad	
---	--

15.- Para obtener la relación de proporción k entre las resistencias R_1 y R_2 de los arrollados primario y secundario, mídalas directamente con un óhmetro digital, anote su valor en la siguiente tabla y determine el valor de k :

R_1 ohmetro	R_2 ohmetro	$k = R_2 / R_1$

16.- Monte el circuito de la figura 3 para obtener el ciclo de Histéresis del transformador utilizando el osciloscopio en la modalidad X-Y, teniendo cuidado de colocar el control del variac inicialmente en cero.

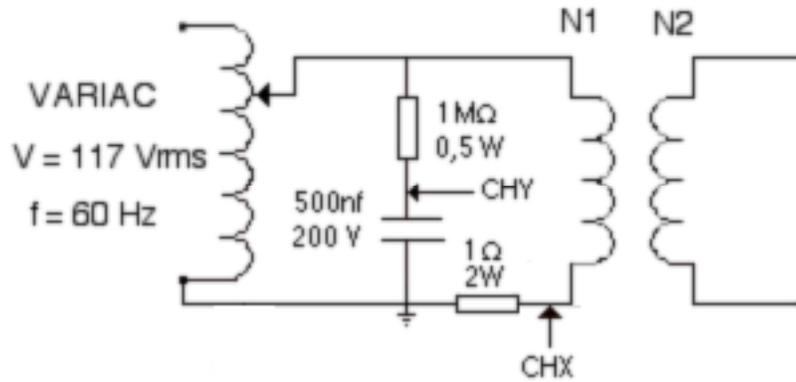
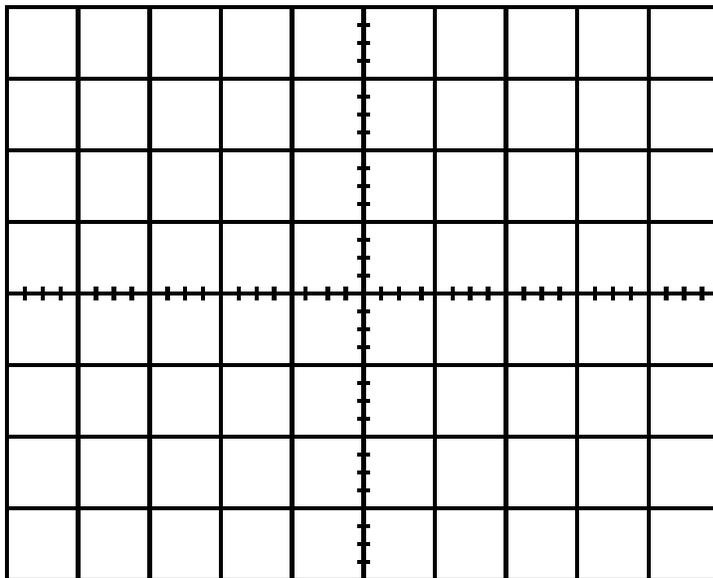


Figura 3

- 17.- Aumente gradualmente el voltaje del Variac hasta obtener la señal del ciclo de Histéresis en la pantalla del osciloscopio. Realice los ajustes necesarios en el osciloscopio para obtener la señal en la forma más clara posible.
- 18.- Registre la imagen obtenida en la pantalla (puede tomarle una foto), y al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.



Canal 1 _____

Escala de voltaje CH1 = _____ V/div

Canal 2 _____

Escala de voltaje CH2 = _____ V/div

Observaciones _____

- 19.- Para obtener los parámetros en cortocircuito del transformador, monte el circuito de la figura 4, colocando el osciloscopio **FLOTANDO**.

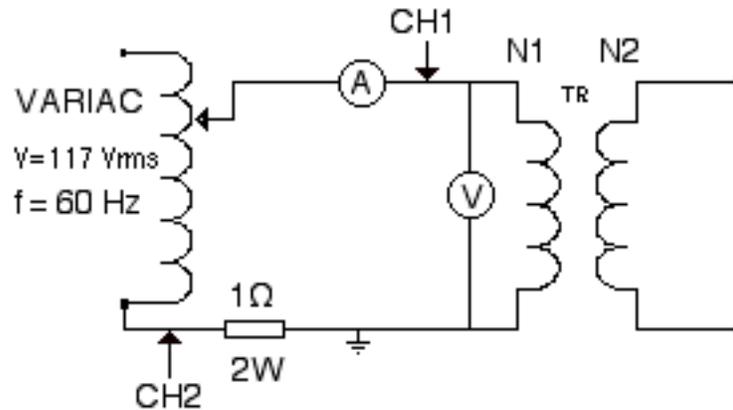


Figura 4

20.- Coloque el voltímetro AC y el amperímetro AC en escalas adecuadas, Recuerde que la máxima corriente que puede circular por el primario para no dañar el secundario (ya que éste se encuentra en cortocircuito) es:

$$I_{\max_{\text{primario}}} = I_{\max_{\text{secundario}}} / n = \quad \text{amps.}$$

21.- Aumente **muy gradualmente** el voltaje a la salida del Variac hasta que el amperímetro marque el máximo valor que puede tener la corriente del primario, de acuerdo con la ecuación anterior.

22.- Mida y anote los valores que marcan el voltímetro y el amperímetro AC. Para este caso, V_{1SC} es el voltaje en el primario con el secundario en cortocircuito e I_{1SC} es la corriente en el primario con el secundario en cortocircuito.

V_{1SC}	I_{1SC}

23.- Observe que, según las conexiones mostradas en la figura 4, el canal CH1 del osciloscopio está midiendo el voltaje en el primario, y el canal CH2 está midiendo el voltaje sobre una resistencia de 1Ω , por la cual circula la corriente del primario, pero con la polaridad invertida, por lo que debe aplicar el control de inversión de este canal. Registre la imagen obtenida en la pantalla de las señales de los canales CH1 y CH2 del osciloscopio correspondientes a la prueba de cortocircuito. Mida el ángulo de desfase entre ambas señales y al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

Ángulo θ	
-----------------	--

24.- Para realizar las pruebas de vacío del transformador, monte el circuito de la figura 5.

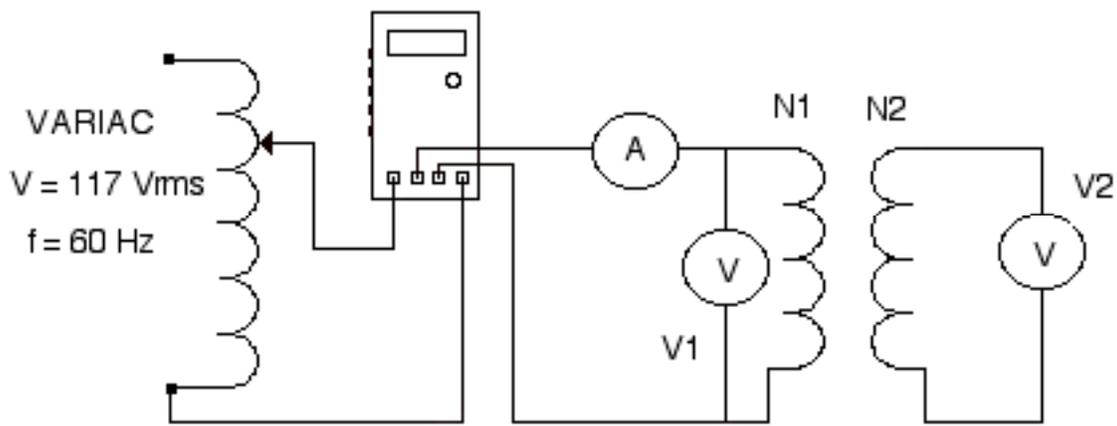


Figura 5

25.- Coloque el vatímetro, el amperímetro AC y los voltímetros AC (V_1 y V_2) en escalas adecuadas.

26.- Aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador. Mida y anote los valores que indican los instrumentos en la siguiente tabla. Para este caso, V_{10C} es el voltaje en el primario con el secundario en circuito abierto, I_{10C} es la corriente en el primario con el secundario en circuito abierto, W_{10C} es la potencia en el primario con el secundario en circuito abierto, y V_2 es el voltaje en el secundario en circuito abierto. Al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

R_L	V_{10C}	I_{10C}	W_{10C}	V_2
∞				

27.- Para realizar las pruebas de carga, monte el circuito de la figura 6.a. o 6.b. Esta prueba puede realizarse con el vatímetro analógico o con el digital. Para este caso, V_{1L} es el voltaje en el primario cuando en el secundario está conectada la carga R_L , I_{1L} es la corriente en el primario cuando en el secundario está conectada la carga R_L , W_{1L} es la potencia en el primario cuando en el secundario está conectada la carga R_L , y V_{2L} es el voltaje en el secundario cuando se encuentra conectada la carga R_L . Se define $V_{\text{secundario (plena carga)}} = V_2 (R_L \text{ min})$ como el voltaje en el secundario con máxima carga o resistencia mínima.

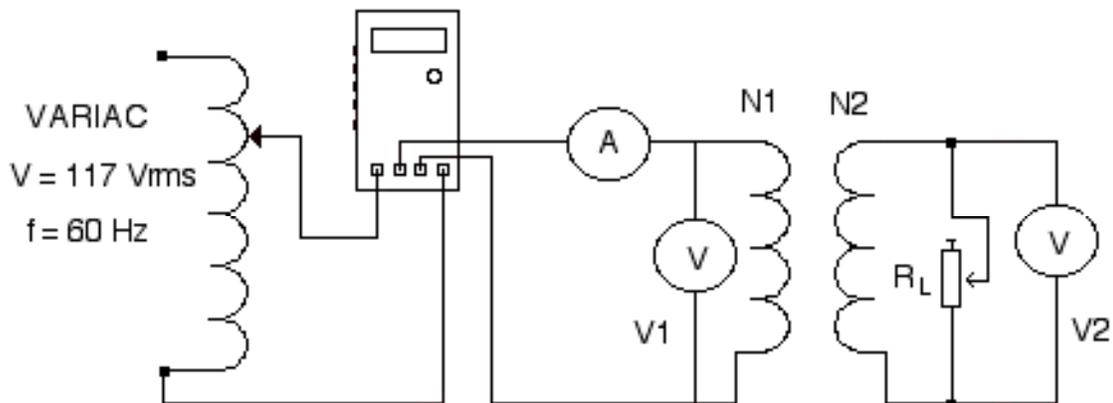


Figura 6.a Pruebas de carga con el vatímetro digital

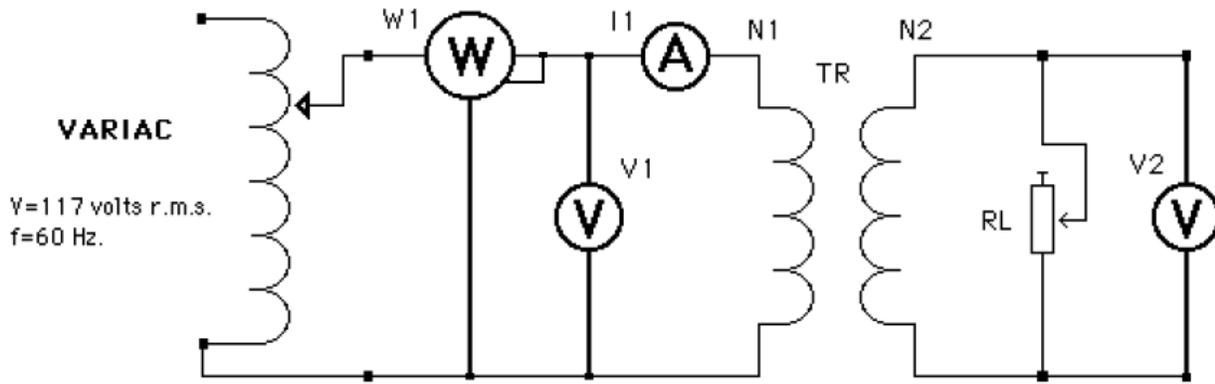


Figura 6.b Pruebas de carga con el vatímetro analógico

- 28.- Coloque los voltímetros AC (V_1 y V_2), el amperímetro AC y el vatímetro en escalas adecuadas.
- 29.- Sobre este circuito va a realizar varias medidas, variando el valor de la resistencia R_L de acuerdo con los datos suministrados por su profesor. Utilice el reóstato de potencia, y con la ayuda de un óhmetro, ajuste el valor de la resistencia de carga (R_L) al primer valor indicado mientras está desconectada del circuito.
- 30.- Conecte la resistencia de carga en el secundario del circuito, aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador, mida y anote los valores de las mediciones en la siguiente tabla, y vuelva a colocar la perilla de control de voltaje del Variac en cero. **Recuerde mantener el voltaje a la salida del Variac en el valor nominal para todas las mediciones.**
- 31.- Desconecte la resistencia de carga (R_L), ajuste su valor al siguiente dato, y repita las instrucciones del punto anterior hasta completar la tabla.

R_L	V_{1L}	I_{1L}	W_{1L}	V_{2L}

- 32.- Ordene el mesón antes de retirarse del aula, incluyendo las sillas. Recuerde anotar la hora de salida en la hoja de asistencia.

Práctica N° 9

Análisis de Resultados y Conclusiones

1.- Con las mediciones realizadas durante la prueba de cortocircuito y los datos obtenidos en los experimentos anteriores (n y K) calcule:

- a) La impedancia de entrada (módulo $|Z_{in}| = V_{ISC} / I_{ISC}$ y ángulo θ).
- b) Las resistencias de los dos devanados. Considere que la parte real de la impedancia de entrada, $|Z_{in}|\cos\theta$, es igual a $R_1 + n^2 R_2$, donde R_2 es igual a kR_1 . (Durante esta prueba la corriente de magnetización es muy pequeña, por lo que la impedancia de magnetización se considera infinita).
- c) La reactancia de dispersión de los dos devanados. Considere que la parte imaginaria de la impedancia de entrada, $|Z_{in}|\sin\theta$, es igual a $X_1 + n^2 X_2$, donde X_2 es igual a kX_1 .
- d) Las inductancias de dispersión de los dos devanados, L_1 y L_2 ($L = X/2\pi f$).
- e) Las pérdidas en el cobre (P_{cu}). Ecuación : $P_{cu} = (I_{prim.(sc)})^2 \times (R_1 + n^2 R_2)$.

2.- Con la prueba en vacío obtenga el valor de:

- a) El factor de potencia en vacío $fp = W_{10C}/(V_{10C} I_{10C})$
- b) La resistencia de pérdidas magnéticas $R_p = V_{10C}^2/W_{10C}$.
- c) La corriente de pérdidas $I_p = V_{10C}/R_p$.
- d) La corriente de magnetización $I_m = (I_{10C}^2 - I_p^2)^{1/2}$.
- e) La reactancia de magnetización $X_m = V_{10C}/I_m$.
- f) La inductancia de magnetización $L_m = X_m/2\pi f$.

3.- Haga un diagrama completo del modelo circuital del transformador, indicando el valor calculado para cada uno de los parámetros y escriba sus observaciones sobre las aproximaciones realizadas.

4.- Con los datos obtenidos durante la prueba de carga, elabore los siguientes gráficos y escriba sus conclusiones

- a) Potencia de entrada vs. resistencia de carga (R_L).
- b) Corriente de entrada vs. resistencia de carga (R_L).
- c) Voltaje en el secundario vs. resistencia de carga (R_L).

5.- Calcule el valor de la regulación de voltaje (η) en el secundario utilizando la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{V_{sec(vacío)} - V_{sec(plenacar.)}}{V_{sec(vacío)}} \times 100\% =$$

6.- Escriba sus conclusiones y comentarios sobre la práctica realizada.