

EL VATIMETRO DIGITAL
CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR MONOFASICO DE TENSION

Objetivos

- Usar adecuadamente el Vatímetro digital, así como interpretar sus características nominales.
- Interpretar las características nominales de un transformador monofásico de tensión.
- Obtener la relación de vueltas entre el primario y el secundario de un transformador, así como las marcas de polaridad.
- Obtener las resistencias de los devanados del transformador.
- Obtener el ciclo de Histéresis de un transformador utilizando el osciloscopio en la modalidad XY.
- Obtener las características en vacío y cortocircuito de un transformador monofásico de tensión.
- Obtener las características de carga del transformador monofásico.

Preparación

1.- Dado un transformador monofásico de tensión:

1.1.- Describa sus características generales.

1.2.- Defina ciclo de Histéresis y haga un diagrama del mismo.

1.3.- Dibuje el circuito equivalente del transformador monofásico, reflejando todos los componentes hacia el primario. Identifique los elementos del modelo.

1.4.- Describa el procedimiento que se debe aplicar para obtener:

1.4.1- La relación de vueltas $n = V_1/V_2$.

1.4.2- Las marcas de polaridad.

1.4.3- La relación de proporción (k) de las resistencias de los 2 arrollados.

1.4.4- El ciclo de Histéresis. Haga un diagrama del circuito que debe montar.

1.4.5.- Las pruebas de vacío. Indique los parámetros del modelo que se obtienen.

1.4.6.- Las pruebas de cortocircuito. Indique los parámetros del modelo que se obtienen.

1.4.7.- Las pruebas de carga, conectando una carga resistiva en el secundario.

2.- Describa las características principales de un vatímetro digital.

Grupo N° _____

Fecha

Nombre _____

Nombre _____

EC1281
Trabajo de Laboratorio
Práctica N° 8

- 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, notifíquelo inmediatamente al profesor.
- 4.- Para el vatímetro digital que tiene a su disposición, determine y registre sus características básicas en la siguiente tabla.

VATIMETRO DIGITAL	
MARCA	
MODELO	
SERIAL	
N° BIEN NACIONAL	

- 5.- Haga un resumen de las escalas que ofrece el vatímetro digital, la forma de realizar las conexiones de la fuente y de la carga y el ajuste disponible.

- 6.- Anote las características del transformador disponible en el laboratorio, especialmente la corriente máxima del secundario del transformador.

- 7.- Ubique en el mesón el Variac monofásico. Ajuste su perilla de control en cero (sentido antihorario).
- 8.- Ubique las conexiones del primario y del secundario del transformador.
- 9.- Para obtener la relación de vueltas (n), monte el circuito de la figura 8.1.

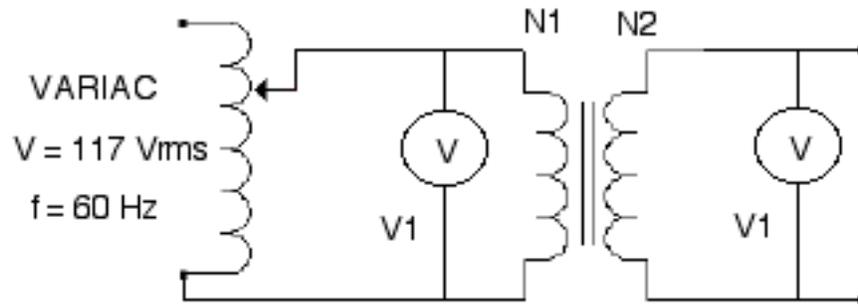


Figura 8.1

- 10.- Coloque los dos volímetros 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 volímetros 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 8.2.

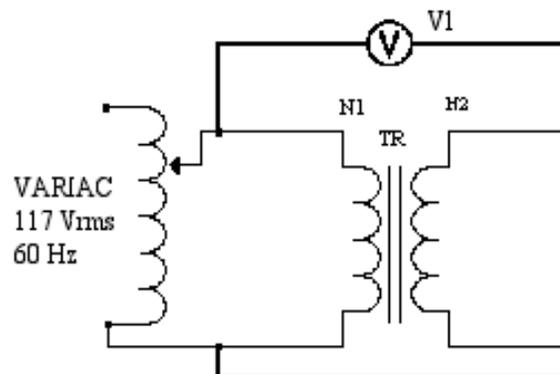


Figura 8.2

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 8.3 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.

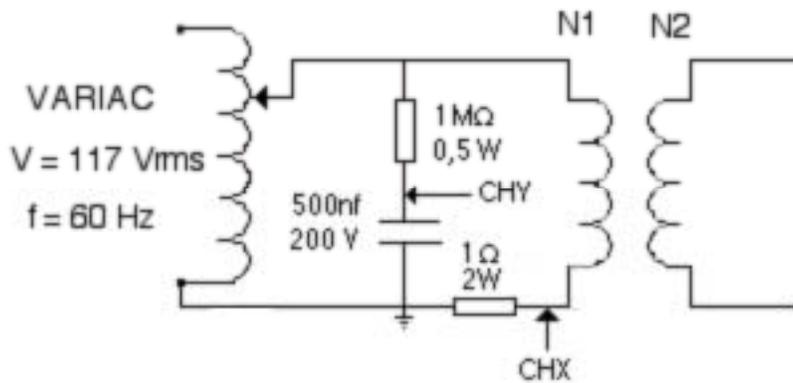


Figura 8.3

- 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 por algún procedimiento la imagen obtenida en la pantalla, y al terminar, ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 19.- Para obtener los parámetros en cortocircuito del transformador, monte el circuito de la figura 8.4, colocando el osciloscopio **FLOTANDO**.

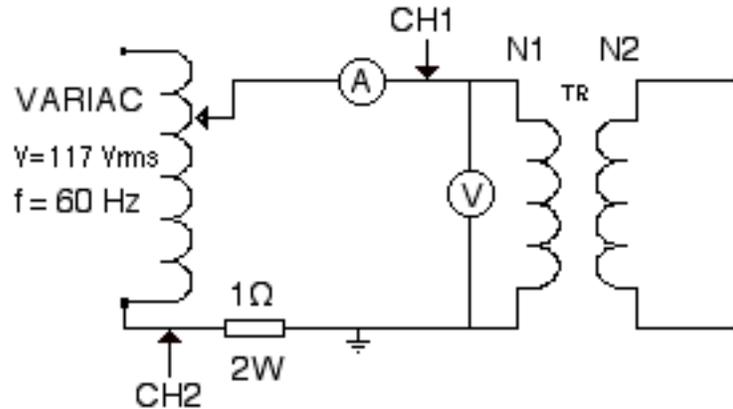


Figura 8.4.

- 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:

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

- 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_{ISC} es el voltaje en el primario con el secundario en cortocircuito e I_{ISC} es la corriente en el primario con el secundario en cortocircuito.

V_{ISC}	I_{ISC}

- 23.- Observe que, según las conexiones mostradas en la figura 8.4, 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 por algún procedimiento 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 8.5.

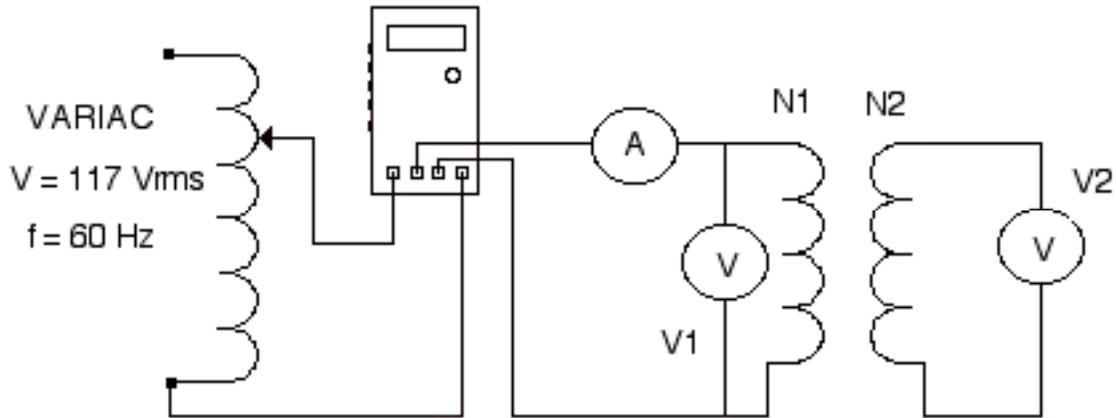


Figura 8.5.

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_{1OC} es el voltaje en el primario con el secundario en circuito abierto, I_{1OC} es la corriente en el primario con el secundario en circuito abierto, W_{1OC} 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_{1OC}	I_{1OC}	W_{1OC}	V_2
∞				

27.- Para realizar las pruebas de carga, monte el circuito de la figura 8.6. 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.

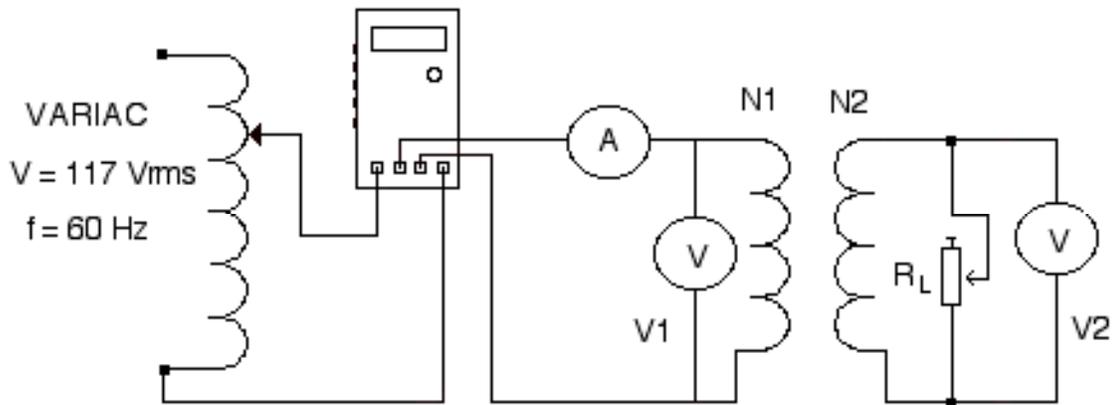


Figura 8.6.

- 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.- Al finalizar la práctica, muéstrele a su profesor todas las anotaciones de las medidas realizadas.
- 33.- Ordene el mesón antes de retirarse del aula, incluyendo las sillas.
- 34.- Recuerde anotar la hora de salida en la hoja de asistencia.

Informe

NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas y por lo tanto debe incluir la Página de Presentación, el Resumen, el Índice, el Marco Teórico, la Metodología, los Resultados, el Análisis de Resultados, las Conclusiones, la Bibliografía y los Anexos.

I.-En el Marco Teórico, explique en una página las características fundamentales de los vatímetros digitales, y en una segunda página el modelo circuital de un transformador real, justificando la inclusión de los distintos componentes.

II.-En la Metodología:

- a) Explique el procedimiento para determinar experimentalmente la relación de vueltas y la ubicación de las marcas de polaridad de los arrollados.
- b) Explique el procedimiento para obtener la gráfica del ciclo de histéresis en la pantalla del osciloscopio.
- c) Explique el procedimiento para realizar la prueba de cortocircuito al transformador, y los parámetros del modelo que se obtienen a partir de los datos medidos en esta prueba.
- d) Explique el procedimiento para realizar la prueba de circuito abierto al transformador, y los parámetros del modelo que se obtienen a partir de los datos medidos en esta prueba.
- e) Explique el procedimiento para realizar la prueba de carga al transformador.

III.-En los Resultados, además de colocar los datos obtenidos en el laboratorio, haga lo siguiente:

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 $|Z_{in}| = V_{1SC} / I_{1SC}$ 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 las mediciones realizadas durante la prueba de circuito abierto calcule:

- 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.- Con los datos obtenidos durante la prueba de carga, elabore los siguientes gráficos:
- Potencia de entrada vs. resistencia de carga (R_L).
 - Corriente de entrada vs. resistencia de carga (R_L).
 - Voltaje en el secundario vs. resistencia de carga (R_L).
- 4.- Calcule el valor de la regulación de voltaje (η) en el secundario aplicando la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{V_{\text{secundario(vacío)}} - V_{\text{secundario(plena carga)}}}{V_{\text{secundario(vacío)}}} \times 100\% =$$

IV.-En el Análisis de Resultados:

- Haga un diagrama completo del modelo circuital del transformador, indicando el valor calculado para cada uno de los parámetros.
- Analice los resultados obtenidos y haga comentarios sobre las aproximaciones realizadas.

V.-En las Conclusiones:

- Escriba sus conclusiones sobre la utilidad de poder conocer en detalle mediante mediciones experimentales el modelo circuital de un transformador real.
- Escriba sus conclusiones sobre la utilidad de los vatímetros en la aplicación de las pruebas para conocer los parámetros del transformador.
- Escriba sus conclusiones sobre la utilidad de poder obtener el ciclo de histéresis de un transformador real.

Bibliografía

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica versión electrónica, ubicada en la página web del laboratorio C, <http://www.labc.usb.ve>, enlace a "Páginas web de Asignaturas", EC1281- Laboratorio de Mediciones Eléctricas 2016