

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 las pruebas que se deben aplicar para obtener:

1.4.1- La relación de vueltas.

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 como opera el osciloscopio en la modalidad XY.

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

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, Variac, portafusibles, fusibles, puntas del osciloscopio, interruptores, tomacorrientes, fuente de poder DC, generador de funciones, etc.), notifíquelo inmediatamente al profesor.

4.- Para el vatímetro digital que tiene a su disposición, determine y registre sus características básicas.

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 (a), monte el circuito de la figura 9.1.

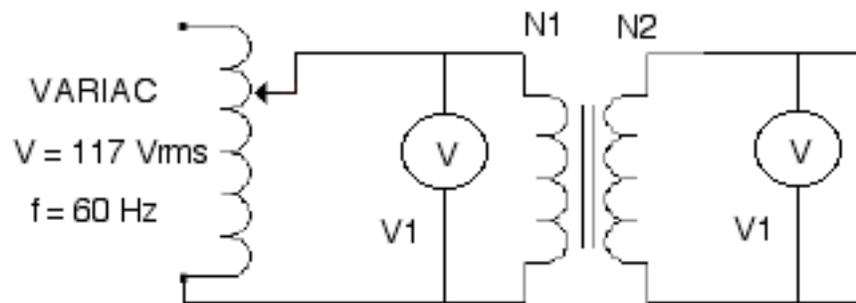


Figura 9.1

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 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.

11.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

12.- Para obtener las marcas de polaridad de los arrollados primario y secundario del transformador, monte el circuito de la figura 9.2.

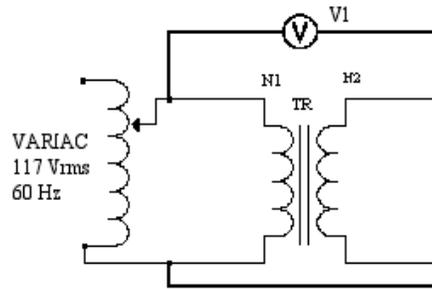


Figura 9.2

- 13.- 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.
- 14.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 15.- 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.
- 16.- Para obtener la relación de proporción k entre las resistencias $R1$ y $R2$ de los arrollados del primario y secundario, mídalas directamente con un óhmetro digital.
- 17.- Monte el circuito de la figura 9.3 para obtener el ciclo de Histéresis del transformador utilizando el osciloscopio en la modalidad X-Y.

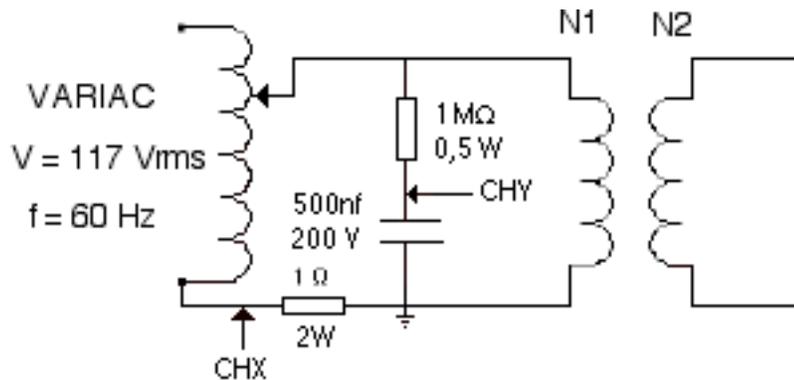


Figura 9.3

- 18.- Previamente ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 19.- Coloque las dos puntas del osciloscopio, CH1 (correspondiente al canal X) y CH2 (correspondiente al canal Y), en amplificación X10. Observe que debe invertir el canal CH2 para poder observar el voltaje sobre la resistencia de 1Ω con la polaridad correcta.
- 20.- Coloque la base de tiempo del osciloscopio en la modalidad X-Y. Ajuste las demás opciones que posee el osciloscopio para trabajar es dicha modalidad. Coloque las escalas de los amplificadores verticales en valores adecuados.

- 21.- 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.
- 22.- Si detecta alguna anomalía en el funcionamiento del circuito, baje el voltaje del Variac y revise el circuito.
- 23.- Grafique la señal del ciclo de Histéresis tal como lo observa en la pantalla de su osciloscopio. Asegúrese de tener bien calibrado tanto el eje vertical como el horizontal.
- 24.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 25.- Para obtener las características en cortocircuito del transformador, monte el circuito de la figura 9.4.

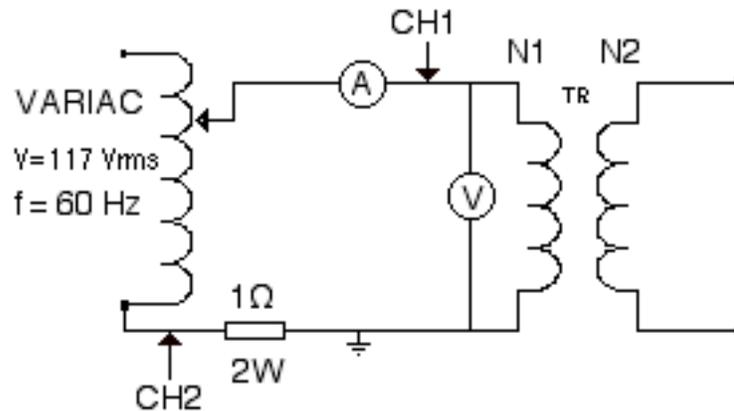


Figura 9.4.

- 26.- Coloque el voltímetro AC y el amperímetro AC en una escala adecuada. Recuerde que la máxima corriente que puede circular por el primario para no dañar el secundario (ya que éste se encuentra en cortocircuito) es: $I_{\text{máx}_{\text{primario}}} = I_{\text{máx}_{\text{secundario}}} / a$. Calcule cuidadosamente este valor y respete dicho límite.
- 27.- 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. Si detecta alguna anomalía en el funcionamiento del circuito, baje el voltaje del Variac y revise el circuito.
- 28.- 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.
- 29.- Observe que, según las conexiones mostradas en la figura 9.4, el canal CH1 del osciloscopio está midiendo el voltaje en el primario, y el canal CH2 está midiendo el voltaje sobre una resistencia de $2\ \Omega$, 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. Grafique las señales de los canales CH1 y CH2 del osciloscopio para la prueba de cortocircuito.

30.- Calcule el defasaje (θ) entre las 2 señales.

31.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.

32.- Para realizar las pruebas de vacío del transformador, monte el circuito de la figura 9.5.

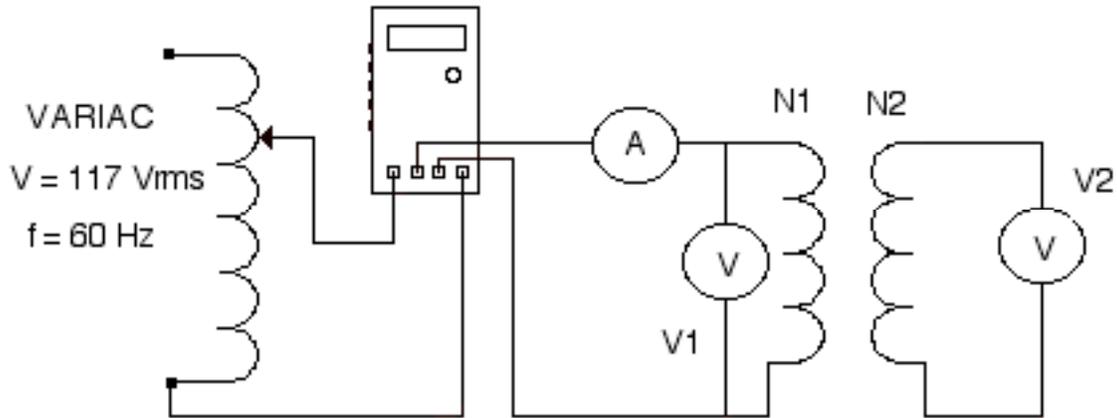


Figura 9.5.

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

34.- Aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador.

35.- Mida y anote los valores que indican los instrumentos en una 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.

36.- Para observar la señal de voltaje y la de corriente en el primario del transformador en la pantalla del osciloscopio, monte el circuito de la figura 9.6. Tenga en cuenta que es necesario invertir el canal 2 para presentar la señal con la polaridad correcta. Grafique las señales de los canales CH1 y CH2 del osciloscopio para la prueba de circuito abierto o prueba de vacío.

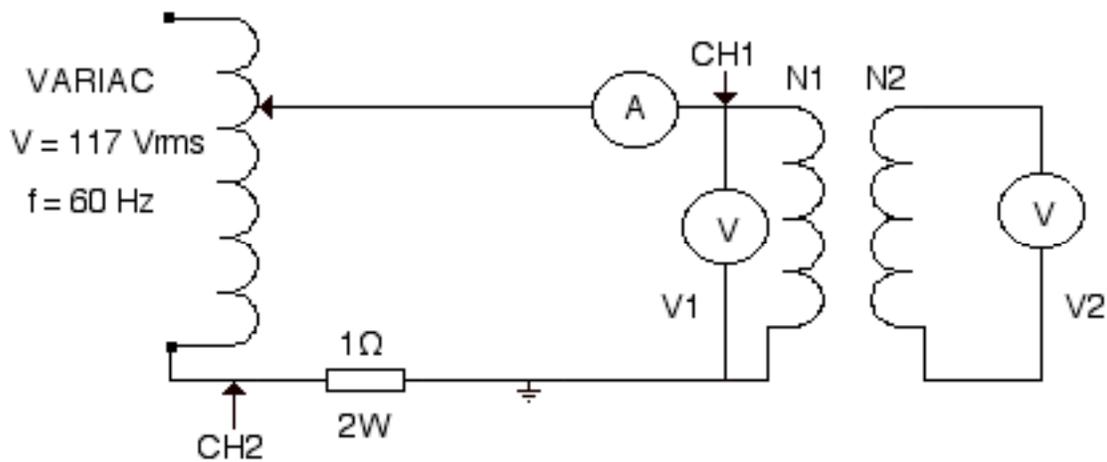


Figura 9.6

- 37.- Calcule el defasaje (φ) entre las dos señales.
- 38.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 39.- Para obtener las pruebas de carga, monte el circuito de la figura 9.7.

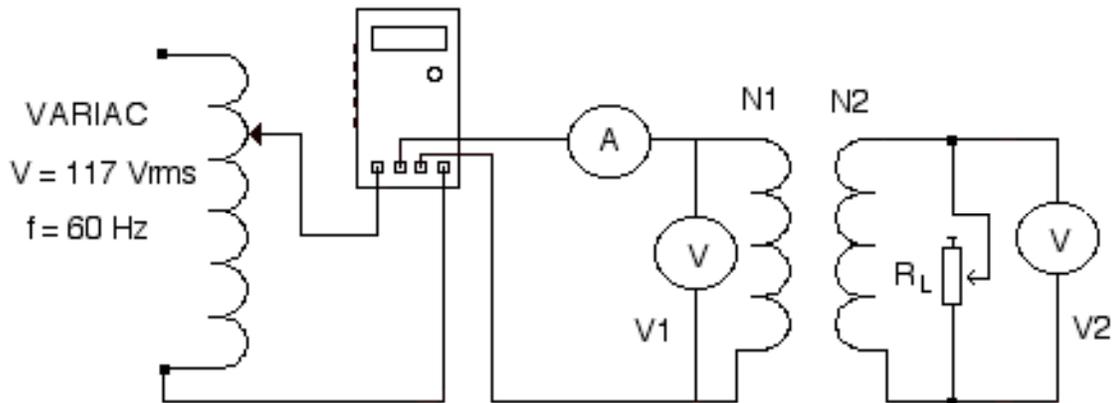


Figura 9.7.

- 40.- Coloque los voltímetros AC (V_1 y V_2), el amperímetro AC y el vatímetro en escalas adecuadas. Recuerde que la máxima corriente es la nominal del primario.
- 41.- 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. Registre los resultados en una tabla, en la que incluya R_L , V_1 , I_1 , W_1 y V_2 . 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 por su profesor.
- 42.- Conecte la resistencia de carga en el secundario del circuito.
- 43.- Aumente el voltaje a la salida del Variac hasta llegar al valor de la tensión nominal de entrada del primario del transformador.
- 44.- Mida y anote los valores de las mediciones en la tabla.
- 45.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 46.- Ajuste la resistencia de carga (R_L) del circuito al siguiente valor indicado por su profesor.
- 47.- Repita los puntos 43 hasta 46 hasta completar los valores asignados. Recuerde mantener el voltaje a la salida del Variac en el valor nominal para todas las mediciones.
- 48.- Ajuste la perilla de control de voltaje del Variac en cero.
- 49.- Al finalizar todas las mediciones, muéstreles a su profesor.
- 50.- Recuerde dejar el mesón ordenado al terminar la práctica y coloque los taburetes en su sitio.

Informe

NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas.

I. En el Marco Teórico, haga un resumen, de máximo tres páginas, sobre la características más importantes del transformador monofásico de tensión y de las pruebas diseñadas para determinar dichas características.

II. En la Metodología, describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados.

III. En los Resultados, debe colocar los datos obtenidos y los diagramas de las señales observadas en la pantalla del osciloscopio. A partir de dichos datos debe realizar los siguientes cálculos:

1.- El valor de la relación de vueltas (a) y la posición correcta de las marcas en los arrollados del transformador.

2.- El valor de proporción (k) entre las dos resistencias.

3.- Los parámetros que se obtienen a partir de las pruebas de cortocircuito:

3.1.- La impedancia de entrada (módulo y ángulo).

3.2.- Las resistencias de los dos devanados. (Considere que la resistencia de entrada está dada por $R_1 + a^2 R_2$ y que R_2 es igual a kR_1).

3.3.- La reactancia de dispersión de los dos devanados. (Considere que la reactancia de entrada está dada por $X_1 + a^2 X_2$ y que X_2 es igual a kX_1).

3.4.- La inductancia de dispersión de los dos devanados.

3.5.- Las pérdidas en el cobre (P_{cu}). (Ecuación : $P_{cu} = (I_{\text{primario(sc)}})^2 \times (R_1 + a^2 R_2)$)

4.- Los parámetros que se obtienen a partir de las pruebas de la prueba en vacío:

4.1.- El factor de potencia en vacío (fp), tanto a partir de las mediciones de V_{10C} , I_{10C} y W_{10C} como del ángulo φ . Explique las diferencias.

4.2.- La resistencia de pérdidas magnéticas.

4.3.- La corriente de pérdidas.

4.4.- La corriente de magnetización.

4.5.- La reactancia de magnetización.

4.6.- La inductancia de magnetización.

5.- Con los datos obtenidos durante la prueba de carga, elabore los siguientes gráficos:

5.1.- Potencia de entrada vs. resistencia de carga (R_L).

5.2.- Corriente de entrada vs. resistencia de carga (R_L).

5.3.- Voltaje en el secundario vs. resistencia de carga (R_L).

6.- 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, explique los datos, gráficos y resultados obtenidos, y haga las comparaciones pertinentes entre los parámetros medidos y los indicados por el fabricante en caso de que estén disponibles. Comente sobre los errores que puede haber cometido, cuantificándolos cuando sea procedente.

V. En las Conclusiones, indique sus conclusiones generales sobre todos los experimentos realizados.

VI. En los Comentarios finales: Describa las dificultades que se le presentaron en las etapas de montaje y medición de los circuitos en el laboratorio, analice las causas de los problemas, indique cómo los resolvió y haga un comentario sobre los procesos que debe seguir para tratar de prevenir o evitar dichas dificultades. Evalúe el grado en que Ud. considera que ha alcanzado los objetivos de la práctica.

VII. Recuerde anexar la Preparación.