



Autor: MC Jesús Guadalupe Castañeda Marroquín



Práctica 3

Determinación de los parámetros del transformador

Objetivo: Determinar el modelo de parámetros de un transformador mediante las pruebas de cortocircuito y la prueba de vacío.

MARCO TEÓRICO

Según el Instituto de Ingenieros Electricistas, un transformador es: dispositivo eléctrico, sin partes en movimiento continuo que por inducción electromagnética transforma la energía eléctrica de uno a más circuitos a la misma frecuencia, generalmente con valores cambiados de tensión y corriente.

En lo que a material se refiere, los bobinados de todos los tipos de transformadores se realizan con hilos de cobre esmaltado, con objeto de conseguir un adecuado aislamiento eléctrico entre las espiras contiguas del arrollamiento. Generalmente se devanan el primario y los secundarios apilados unos sobre otros aunque conservando la independencia entre devanados, empleándose para garantizar mejor el aislamiento entre ellos, una o varias capas de papel encerado. Para obtener un aislamiento entre devanados muy alto, se utilizan carretes divididos en dos partes, alojando primario y secundario en éstos separados.

El transformador tiene muchas funciones: Es útil para transferir energía eléctrica de un circuito a otro utilizando el campo magnético variable como único encadenamiento entre ambos. En esta forma se comporta como un elemento de acoplamiento.

Hay muchos tipos de transformadores. En un sentido amplio caben en dos categorías: con núcleo de hierro y con núcleo de aire. Cada categoría tiene numerosos

subdivisiones de acuerdo con su uso. Los dos tipos mencionados se refieren a la clase de material utilizado como camino para las líneas de fuerza magnética del primario al secundario y en dirección inversa.

Los calificativos de primario y secundario se aplican a los devanados, dependiendo de que estén conectados a la fuente o a la carga, respectivamente. Sin embargo, al no estar conectado a un transformador, es más propio hablar de un devanado de alta tensión (o simplemente alta) “H”, o de un devanado de baja tensión (o simplemente baja) “X”. El devanado de “alta” es el lado del transformador de mayor voltaje (por lo tanto, el de más vueltas). El devanado de “baja” es el lado de menor voltaje (embobinado de menos vueltas).

PROCEDIMIENTO

Los valores de los parámetros del circuito equivalente de un transformador dado se calculan a partir de los datos obtenidos en dos pruebas simples que se aplican. Estas pruebas son *la prueba de vacío* y *la prueba de cortocircuito*.

EQUIPO

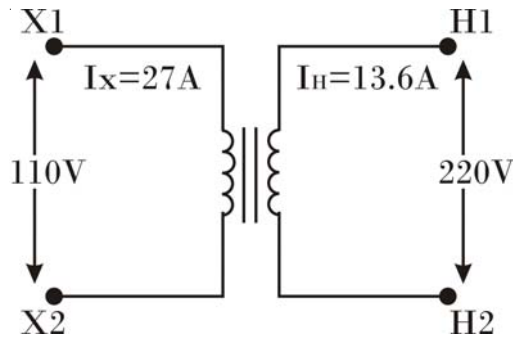
Transformador Monofásico con los siguientes datos de placa:



Con estos datos determinaremos las corrientes nominales de cada lado:

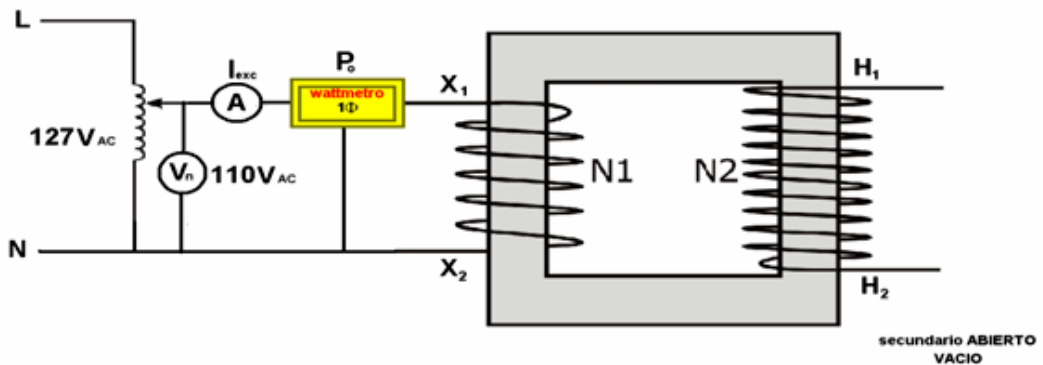
$$I_{nX} = \frac{\text{KVA}}{V_{nX}} = \frac{3 \text{ KVA}}{110 \text{ V}} = 27.27 \text{ A}$$

$$I_{nH} = \frac{\text{KVA}}{V_{nH}} = \frac{3 \text{ KVA}}{220 \text{ V}} = 13.64 \text{ A}$$



PRUEBA DE VACÍO

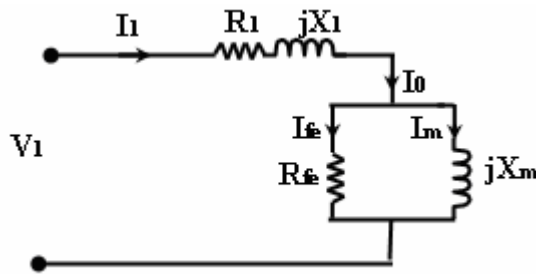
En esta prueba el secundario sin carga se alimenta al primario del transformador con el voltaje nominal del primario, tomando mediciones de la corriente del primario y de la potencia que toma en vacío. Como el transformador está en vacío a voltaje nominal, la corriente que toma es la corriente de excitación y la potencia que toma es prácticamente la pérdida de núcleo, ya que al ser muy pequeñas la corriente y la resistencia del primario, la pérdida del cobre del primario es despreciable.



TOMAR LECTURAS

Po =	
Iexc =	
Vnx =	110 V *nominal*

Los elementos en serie R_1 y X_1 son demasiado pequeños en comparación con R_{fe} y X_m para causar una caída significativa de voltaje así que, esencialmente, todo el voltaje se aplica a través de la rama de excitación.



La manera más fácil de calcular los valores de R_{fe} y X_m es observar primero la ADMITANCIA de la rama de excitación:

$$\text{conductancia } G_{fe} = \frac{1}{R_{fe}}$$

$$\text{susceptancia } B_m = \frac{1}{X_m}$$

$$\text{admitancia } Y_{exc} = G_{fe} - j B_m \quad Y_{exc} = \frac{1}{R_{fe}} - j \frac{1}{X_m}$$

La magnitud de la admitancia se encuentra mediante los valores de voltaje y corriente obtenidos en la prueba:

$$Y_{exc} = \frac{I_{exc}}{V_n}$$

El Ángulo de la admitancia puede encontrarse conociendo el factor de potencia (fp) del circuito en vacío.

$$fp = \cos \theta = \frac{P_0}{V_n I_{exc}}$$

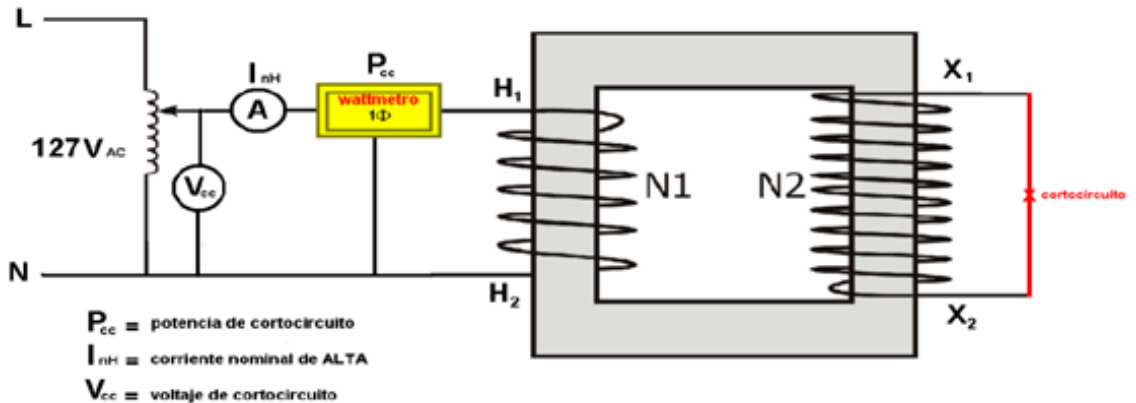
$$\theta = \cos^{-1} \frac{P_0}{V_n I_{exc}}$$

El factor de potencia siempre estará retrasado en un transformador real; por lo tanto la admitancia es:

$$Y_{exc} = \frac{I_{exc}}{V_n} \angle -\theta$$

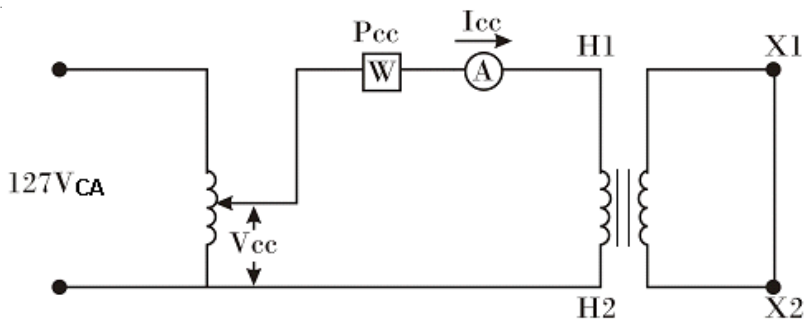
PRUEBA DE CORTOCIRCUITO

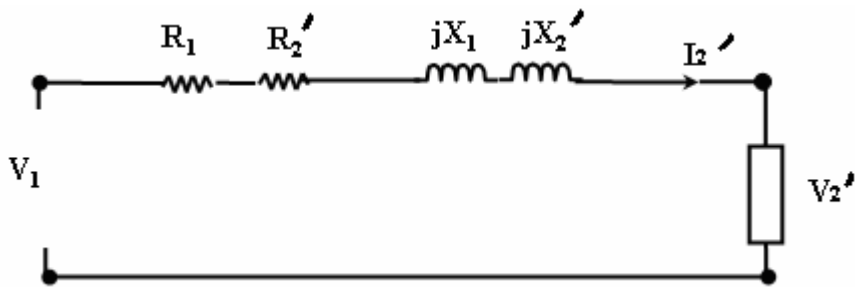
En esta prueba se cortocircuitan el secundario del transformador y se aplica un voltaje bajo al primario, suficiente para que tome la corriente nominal, del devanado que se alimenta. Se toman lecturas de voltaje aplicando corriente (que es la nominal) y potencia activa consumida. Esta prueba se alimenta por el lado de alto voltaje.



TOMAR LECTURAS:

P_{cc} =	
I_{cc} =	13.64 A *nominal*
V_{cc} =	





La magnitud de las impedancias en serie referidas al primario del transformador es:

$$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}}$$

$$fp = \cos \theta = \frac{P_{cc}}{V_{cc} I_{cc}}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{P_{cc}}{V_{cc} I_{cc}}$$

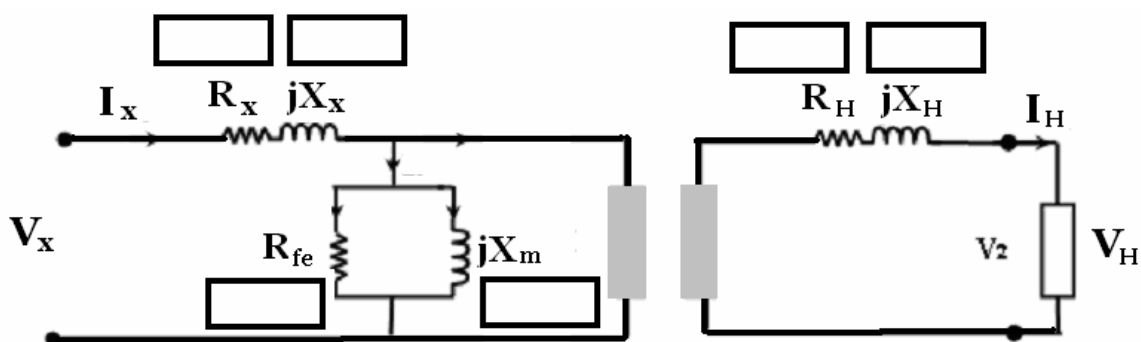
$$Z_{cc} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}} \angle \theta$$

$$Z_{cc} = R_T + jX_T \quad \begin{array}{l} R_T = R_H + R'_x \\ X_T = X_H + X'_x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} R_H = R'_x \\ X_H = X'_x \end{array} \quad \begin{array}{l} R_x = \frac{R'_x}{a^2} \\ X_x = \frac{X'_x}{a^2} \end{array}$$

REPORTE

1. Explique por qué se recomienda realizar la prueba de vacío alimentando el lado de **BAJA** del transformador.
2. Explique por qué se recomienda realizar la prueba de cortocircuito alimentando el lado de **ALTA** del transformador.
3. ¿Afectaría el resultado de los parámetros del transformador el que las pruebas se hicieran alimentando el lado de **ALTA** en la prueba de vacío y alimentando el lado de **BAJA** en la prueba de cortocircuito?
4. Explique para qué sirve el conocer el modelo de parámetros de un Transformador.
5. Explique lo que entiende por **VALORES NOMINALES** como los que se muestran en las placas de las máquinas eléctricas.
6. Determine el **MODELO DE 6 PARÁMETROS** del transformador.



$$I_{x \text{ nominal}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$I_{H \text{ nominal}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

