

SOLUCION

Razón de transformación, de acuerdo a los datos de placa:

$$a = \frac{66\ 000}{6\ 600} = 10$$

De la prueba de corto circuito, refiriendo los componentes del circuito equivalente hacia el lado de alta tensión (el lado que se alimenta durante la prueba), despreciando el efecto de la rama de excitación:

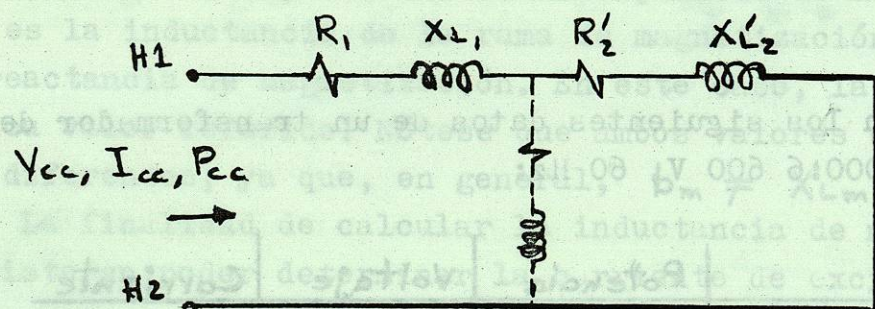
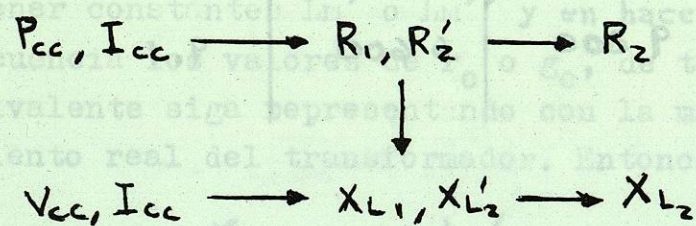


Diagrama de flujo:



Desarrollo; aplicando las Ecs. 6.1, 6.3 y 6.5:

$$R_1 + R'_2 = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} = \frac{7\ 490}{(15.2)^2} = 32.42\ \Omega$$

$$R_1 = R'_2$$

$$\Rightarrow R_1 = \frac{32.42}{2} = 16.21\ \Omega *$$

$$R'_2 = 16.21\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{R'_2}{a^2}$$

$$= \frac{16.21}{(10)^2} = 0.1621\ \Omega *$$

$$X_{L1} + X_{L'2} = \sqrt{\left(\frac{V_{cc}}{I_{cc}}\right)^2 - (R_1 + R'_2)^2} = \sqrt{\left(\frac{3240}{15.2}\right)^2 - (32.42)^2} = 210.7\ \Omega$$

$$X_{L1} = X_{L'2}$$

$$X_{L1} = \frac{210.7}{2} = 105.4\ \Omega *$$

$$X_{L'2} = 105.4\ \Omega$$

$$X_{L2} = \frac{X_{L'2}}{a^2}$$

$$= \frac{105.4}{(10)^2} = 1.054\ \Omega *$$

Se aclara que, normalmente, debe hacerse una corrección por temperatura del valor de las resistencias. En este caso se supone que la prueba se realizó a la temperatura de trabajo nominal del transformador, por lo que no se aplica ninguna corrección.

De la prueba de vacío, refiriendo el circuito equivalente al lado de baja:

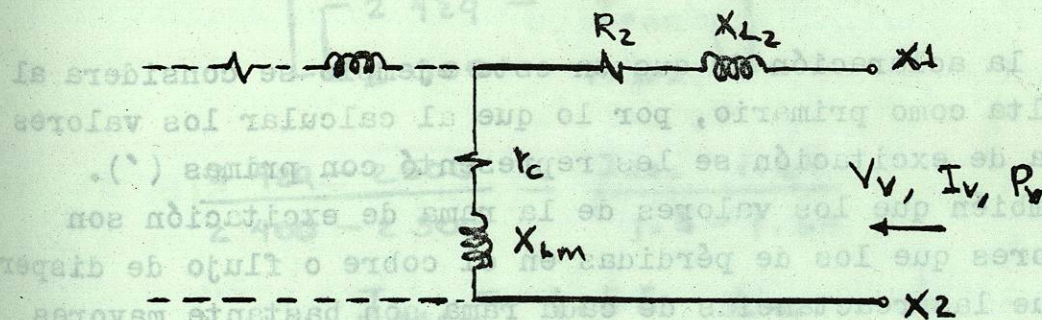
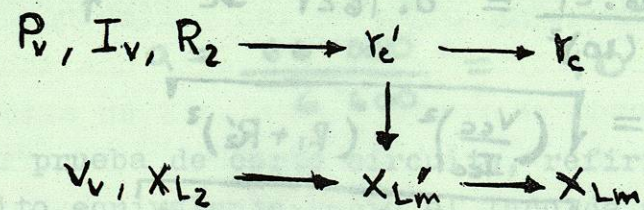


Diagrama de flujo:



Desarrollo, aplicando los Ecs. 6.7 y 6.8:

$$\begin{aligned}
 r_c' &= \frac{P_v}{I_v^2} - R_2 \\
 &= \frac{9300}{(9.1)^2} - 0.1621 = 112.1 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_c &= a^2 r_c' \\
 &= (10)^2 (112.1) = 11210 \Omega \quad *
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{Lm}' &= \sqrt{\left(\frac{V_v}{I_v}\right)^2 - (R_2 + R_2')^2} - X_{L2} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{6600}{9.1}\right)^2 - (112.3)^2} - 1.054
 \end{aligned}$$

$$= 715.5 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 X_{Lm} &= a^2 X_{Lm}' \\
 &= (10)^2 (715.5) = 71550 \Omega \quad *
 \end{aligned}$$

Cabe la aclaración de que en este ejemplo se considera al lado de alta como primario, por lo que al calcular los valores de la rama de excitación se les representó con primas (''). Nótese también que los valores de la rama de excitación son mucho mayores que los de pérdidas en el cobre o flujo de dispersión, y que las reactancias de cada rama son bastante mayores que las resistencias correspondientes.

El siguiente es un ejemplo de cálculo de la corriente de excitación y pérdidas de vacío, a partir de una tabulación de pruebas de vacío.

EJEMPLO 2

Determinar la corriente de excitación y las pérdidas de núcleo para un transformador con carga cuyo voltaje inducido interno (E_1) es de 2429 V. Las pruebas que se aplicaron al transformador alimentando al primario y con el secundario en vacío, arrojaron los siguientes datos:

Voltaje Aplicado	Corriente	Potencia
2400 V	1.5 A	940 W
2500	1.67	1020
2600	1.87	1110

SOLUCION

Nótese que al estar el transformador en vacío, al hacerse las pruebas, el voltaje inducido es prácticamente igual al voltaje aplicado; la corriente medida es igual a la corriente de excitación y la potencia consumida es prácticamente la potencia de pérdidas de núcleo.

Aplicando la interpolación lineal entre 2400 y 2500 V.:

$$\left[\begin{array}{l} 2400 - 1.5 \\ 2429 - I_{exc} \\ 2500 - 1.67 \end{array} \right]$$

$$\frac{2429 - 2500}{2400 - 2500} = \frac{I_{exc} - 1.67}{1.5 - 1.67}$$

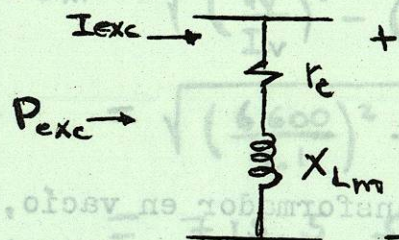
$$I_{exc} = 1.55 \text{ Amp.} \quad *$$

$$\begin{bmatrix} 2400 - 940 \\ 2429 - P_{exc} \\ 2500 - 1020 \end{bmatrix}$$

$$\frac{2429 - 2500}{2400 - 2500} = \frac{P_{exc} - 1020}{940 - 1020}$$

$$P_{exc} = 963 \text{ W} *$$

Para obtener los parámetros de la rama de excitación, por simple análisis de circuitos:



$$r_c = \frac{P_{exc}}{I_{exc}^2}$$

$$= \frac{963}{(1.55)^2} = 401 \Omega *$$

$$Z_{exc} = \frac{E_1}{I_{exc}} = \frac{2429}{1.55} = 1567 \Omega$$

$$X_{Lm} = \sqrt{Z_{exc}^2 - r_c^2}$$

$$= \sqrt{(1567)^2 - (401)^2} = 1515 \Omega *$$

$$Z_{exc} = 401 + j1515 = 1567 \angle 75.1^\circ$$

En palabras, la corriente de excitación se atrasa un ángulo de 75.1° con respecto a E_1 .

XXX

6.3 CORRECCION DE RESISTENCIAS POR TEMPERATURA

La resistencia de todos los metales puros aumenta con la temperatura, debido al aumento de la agitación térmica de sus átomos. Se requiere así de una mayor diferencia de potencial para desplazar a los electrones de un extremo a otro del conductor. Existen algunas aleaciones cuya resistividad permanece prácticamente constante dentro de ciertos límites. Sin embargo, la resistividad de estas aleaciones es grande, comparada con la de metales como el cobre o aluminio, de mayor coeficiente de temperatura. De ahí que, en un dispositivo cuyo rendimiento energético es importante, se emplea como conductor el cobre, que combina una baja resistividad con un bajo costo, convirtiéndose en el material conductor idóneo. Así, cuando se hace un trabajo que requiere de exactitud, debe anotarse la temperatura a que se toma o calcula el valor de una resistencia, a fin de poder calcular el valor de dicha resistencia a una temperatura distinta. Esto tiene aplicación, por ejemplo, al determinar los parámetros de una máquina eléctrica mediante ensayos. Se toma en estos casos el valor de la resistencia del cobre de un devanado a la temperatura ambiente y luego se corrige dicho valor a la temperatura nominal de trabajo, generalmente superior a la ambiental.

Para valores de temperatura dentro de límites prácticos, la relación entre la resistencia de un conductor de cobre y la temperatura es una línea recta, como lo ilustra el siguiente esquema:

