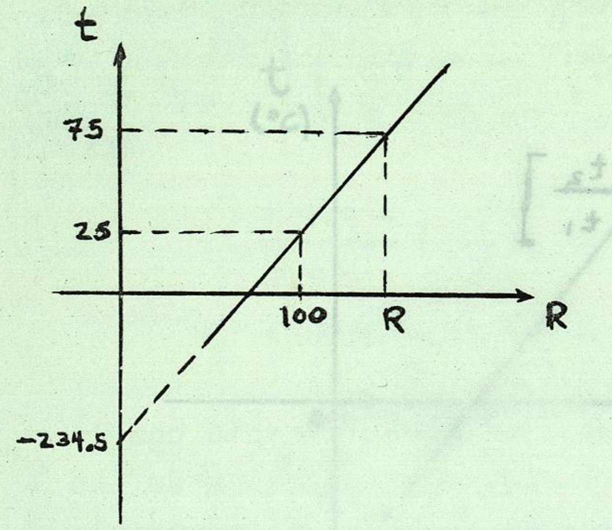


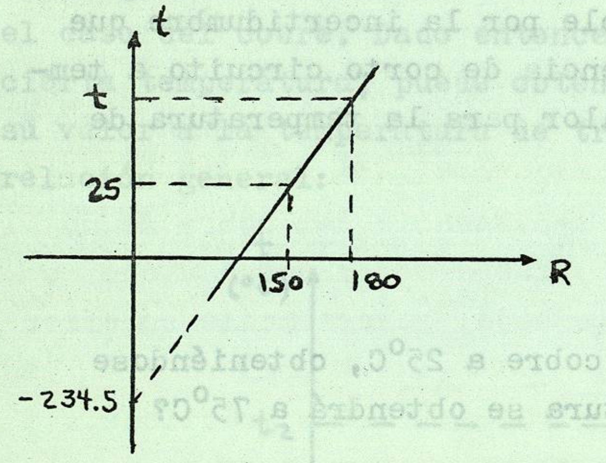
$$\frac{R}{75+234.5} = \frac{100}{25+234.5}$$

$$R = 119.3\ \Omega$$

xxx

EJEMPLO 4

A fin de determinar el incremento de temperatura en el devanado de un electroimán, se mide su resistencia a temperatura ambiente, y tiempo después de haber trabajado en condiciones nominales. Los valores obtenidos son: R a 25°C= 150 Ω ; R con el devanado caliente= 180 Ω . ¿Cuáles la temperatura de trabajo del devanado? Si la temperatura máxima que soporta el aislamiento del alambre es de 85°C, ¿está trabajando con seguridad el dispositivo?



$$\frac{25+234.5}{150} = \frac{t+234.5}{180}$$

$$t = 77°C$$

Se concluye que el devanado trabaja a una temperatura dentro del márgen de seguridad.

xxx

6.3.1 CORRECCION POR TEMPERATURA Y POR PERDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA

En el artículo 5.4.2 se explica el porqué la resistencia de un devanado puede ser sensiblemente diferente cuando se le mide con C.A. o C.D. En general, la resistencia a la C.A. es mayor que a la C.D., debido a que la variación alterna de la corriente induce corrientes parásitas en el interior de la sección del conductor. Estas a su vez obligan a la corriente a circular por el exterior de la sección, provocando una distribución no uniforme de la densidad de corriente. Tanto la distribución no uniforme, como las corrientes parásitas en el interior de la sección, provocan pérdidas de energía, que redundan en un aumento de la reisstencia efectiva del devanado.

El problema que se analiza a continuación es el siguiente, ¿cómo varía la diferencia entre R_{CD} y R_{CA} con la temperatura , a fin de hacer las correciones pertinentes? A las frecuencias industriales, el efecto más intenso es el de las corrientes parásitas (o de Foucault), y será éste el único que se tomará en cuenta.

Como se estudió en el Cap. 4, las pérdidas de Foucault varían en una forma inversamente proporcional a la resistividad. A su vez, la resistividad varía directamente con la temperatura, de lo que se concluye que la influencia de las corrientes de Foucault varía en forma inversa con la temperatura. Por influencia de las corrientes de Foucault se entiende la diferencia que a una temperatura dada guardan la resistencia a la corriente alterna y la resistencia a la corriente directa. Así, la diferencia entre R_{CA} y R_{CD} disminuye a medida que aumenta la temperatura. El factor de proporcionalidad directa queda definido según la Ec. 6.17:

$$\frac{234.5 + t_{Deseada}}{234.5 + t_{Tenida}}$$

Definiendo el factor de proporcionalidad inversa por:

$$\frac{234.5 + t_{\text{Tenida}}}{234.5 + t_{\text{Deseada}}}$$

La expresión para corregir la resistencia por temperatura y por efecto de Foucault, será entonces:

$$R_{CA_2} = R_{CD_1}\left[\frac{234.5 + t_2}{234.5 + t_1}\right] + \left(R_{CA_1} - R_{CD_1}\right)\left[\frac{234.5 + t_1}{234.5 + t_2}\right] \qquad 6.18$$

Donde los valores 1 son a la temperatura tenida y los valores 2 son a la temperatura deseada.

EJEMPLO 5

La resistencia calculada de la prueba de corto circuito de un transformador es de 100 Ω y la resistencia medida con un óhmetro es de 95 Ω. Ambas a una temperatura de 25^{o}C. Determinar la resistencia efectiva (R_{CA}) a 75^{o}C.

SOLUCION

Aplicando 6.18:

$$R_{CA}\Big|_{75^oC} = 95\left[\frac{234.5 + 75}{234.5 + 25}\right] + (100 - 95)\left[\frac{234.5 + 25}{234.5 + 75}\right]$$

$$= 117.5 \ \Omega \quad *$$

XXX

EJEMPLO 6

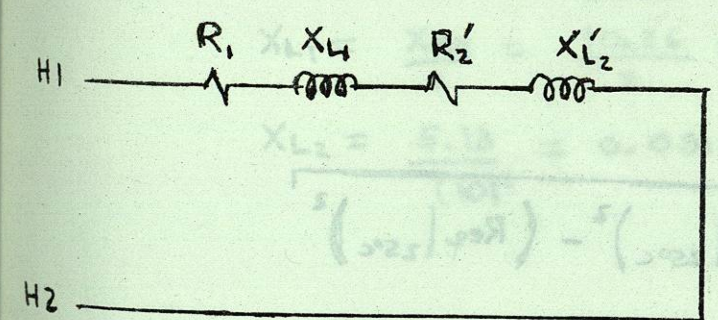
Calcular la resistencia y la reactancia equivalentes de un transformador de 15 KVA, 2 400:240 V , deacuerdo a los siguientes datos, tomados de una prueba de corto circuito:

$$V_{cc} = 74.5 \ V$$
$$I_{cc} = 6.25 \ A$$
$$P_{cc} = 237 \ W$$
$$f = 60 \ Hz$$
$$t = 25^oC$$
$$R_H = 2.8 \ \Omega \quad (C.D.)$$
$$R_X = 0.0276 \ \Omega \quad (C.D.)$$

Se sobreentiende que las resistencias fueron medidas a la temperatura de la prueba (25^{o}C) como las [illegible] . La resistencia equivalente debe tomarse a 75^{o}C, según las normas de la A.E.I.S.

SOLUCION

Como ya se mencionó, en el análisis de corto circuito, la impedancia de excitación puede despreciarse sin error apreciable. Puede observarse que la prueba de corto circuito se hizo alimentando el lado de alta tensión, Icc= $I_{H\ nom}$. Refiriendo el circuito equivalente hacia el lado de "alta":



$$R_{eq.} = R_1 + R_2'$$

$$X_{L_{eq.}} = X_{L_1} + X_{L_2}'$$

$$R_{CA}\Big|_{25^\circ} = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} = \frac{237}{(6.25)^2} = 6.07\ \Omega$$

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{2\,400}{240} = 10$$

$$R_{CD}\Big|_{25^\circ C} = R_H + a^2 R_x$$

$$= 2.8 + (10)^2\,(0.0276) = 5.56\ \Omega$$

Aplicando 6.18:

$$R_{CA}\Big|_{75^\circ C} = 5.56\left[\frac{234.5+75}{234.5+25}\right] + (6.07-5.56)\left[\frac{234.5+25}{234.5+75}\right]$$

$$= 7.06\ \Omega \quad *$$

Que es la resistencia equivalente del transformador (despreciando la rama de excitación), vista desde el lado de alta tensión y a temperatura nominal (75°C).

Cálculo de la reactancia:

$$Z_{eq.}\Big|_{25^\circ C} = \frac{V_{cc}}{I_{cc}}$$

$$= \frac{74.5}{6.25} = 11.92\ \Omega$$

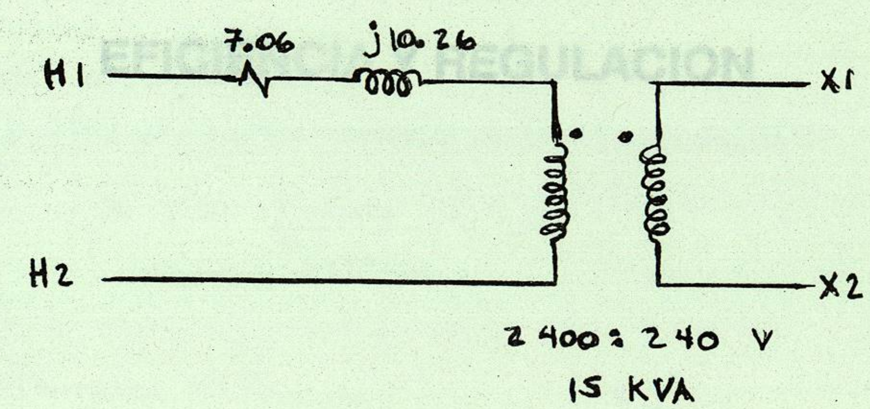
De la Ec. 6.3 :

$$X_{Leq} = \sqrt{\left(Z_{eq}\big|_{25^\circ C}\right)^2 - \left(R_{eq}\big|_{25^\circ C}\right)^2}$$

(la reactancia de dispersión no depende de la temperatura)

$$X_{Leq} = \sqrt{(11.92)^2 - (6.07)^2} = 10.26\ \Omega \quad *$$

En análisis de sistemas de potencia, a menudo se desprecia la rama de excitación de los transformadores de potencia. El transformador de este ejemplo sería representado así:



Si se desea obtener los parámetros de cada lado del transformador, utilizando la aproximación:

$$R_1 \approx R_2' \qquad y \qquad X_{L_1} \approx X_{L_2}'$$

se obtiene:

$$R_1 = \frac{R_{eq}}{2} = \frac{7.06}{2} = 3.53\ \Omega \quad *$$

$$R_2 = \frac{3.53}{(10)^2} = 0.0353\ \Omega \quad *$$

$$X_{L_1} = \frac{X_{eq}}{2} = \frac{10.26}{2} = 5.13\ \Omega \quad *$$

$$X_{L_2} = \frac{5.13}{(10)^2} = 0.0513\ \Omega \quad *$$