



Se tiene un transformador monofásico de 25 kVA, 380/220 V en el cual la curva de magnetización de las chapas magnéticas es la siguiente (para valores intermedios a los que figuran en la tabla se debe hacer una interpolación lineal)

H (Av/m)	30	50	125	186	428	838
B (T)	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,87

El arrollamiento primario tiene 100 espiras. Las dimensiones del circuito magnético son

- Longitud media del circuito magnético 1.060 mm
- Radio del circuito magnético (circular) 56 mm

El factor de potencia del transformador en vacío es 0,12 inductivo.

Se pide:

- 1) Corriente de vacío del transformador a tensión nominal expresada en porcentaje sobre la corriente nominal del transformador. Tómese como factor de amplitud (cociente entre el valor máximo y el valor eficaz) de la intensidad 1,7.
- 2) Potencia activa, reactiva y aparente consumida por el transformador en vacío

Se lleva el transformador a una instalación en la que la tensión es 400 V. Se pide

- 3) Pérdidas en el hierro en esas circunstancias
- 4) Corriente de vacío en esas circunstancias. Componentes magnetizante y de pérdidas de dicha corriente.
- 5) ¿Es adecuado seguir tomando 1,7 como factor de amplitud? ¿Por qué? ¿Qué habría que tomar, un número más grande o más pequeño?

Solución:

#### APARTADO 1

La inducción en el núcleo vale

$$S_{Fe} = \pi R_{Fe}^2 = \pi \cdot 56^2 = 9.852 \text{ mm}^2$$
$$\Phi = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot N} = \frac{380}{4,44 \cdot 50 \cdot 100} = 17,12 \text{ mWb}$$
$$B = \frac{\Phi}{S_{Fe}} = \frac{17,12 \cdot 10^{-3}}{9,85 \cdot 10^{-3}} = 1,74 \text{ T}$$

El campo magnético H se obtiene en la tabla por interpolación lineal



$$H_{1,74T} = H_{1,7T} + \frac{H_{1,8T} - H_{1,7T}}{B_{1,8T} - B_{1,7T}} (B_{1,74T} - B_{1,7T})$$

$$H_{1,74T} = 186 + \frac{428 - 186}{1,8 - 1,7} (1,74 - 1,7) = 282,8 \text{ Av/m}$$

La componente magnetizante de la intensidad de vacío valdrá

$$I_{\mu \max} = \frac{H \cdot l_m}{N_1} = \frac{282,8 \cdot 1,06}{100} = 3 \text{ A}$$

Como el factor de amplitud es 1,7 el valor eficaz será

$$I_{\mu} = \frac{I_{\mu \max}}{1,7} = \frac{3}{1,7} = 1,76 \text{ A}$$

La corriente de vacío  $I_0$  será

$$I_0 = \frac{I_{\mu \max}}{\text{sen} \varphi} = \frac{1,76}{0,992} = 1,77 \text{ A}$$

$$I_{Fe} = \frac{I_{\mu \max}}{\text{tg} \varphi} = \frac{1,76}{8,273} = 0,213 \text{ A}$$

La corriente nominal es

$$I_{1N} = \frac{S_N}{U} = \frac{25.000}{380} = 65,79 \text{ A}$$

$$I_0 (\%) = \frac{I_0}{I_N} 100 = \frac{1,77}{65,79} 100 = 2,69 \%$$

### APARTADO 2

Las potencias activa, reactiva y aparente serán

$$Q = U \cdot I_{\mu} = 380 \cdot 1,76 = 670 \text{ VAR}$$

$$S = U \cdot I_0 = 380 \cdot 1,77 = 673 \text{ VA}$$

$$P_{Fe} = U \cdot I_{Fe} = 380 \cdot 0,213 = 81 \text{ W}$$

### APARTADO 3

La inducción en el núcleo vale ahora

$$\Phi = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot N} = \frac{400}{4,44 \cdot 50 \cdot 100} = 18 \text{ mWb}$$

$$B = \frac{\Phi}{S_{Fe}} = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{9,85 \cdot 10^{-3}} = 1,83 \text{ T}$$

Las pérdidas en el hierro tiene por expresión

$$P_{Fe} = (K_H f B^2 + K_{Fo} f^2 B^2) Vol_{Fe}$$

Por tanto al variar la inducción las nuevas pérdidas serán

$$P'_{Fe} = P_{Fe} \left( \frac{B'}{B} \right)^2 = 81 \left( \frac{1,83}{1,74} \right)^2 = 89,6 \text{ W}$$

#### APARTADO 4

El campo magnético H se obtiene en la tabla por interpolación lineal

$$H_{1,83T} = H_{1,8T} + \frac{H_{1,87T} - H_{1,8T}}{B_{1,87T} - B_{1,8T}} (B_{1,83T} - B_{1,8T})$$

$$H_{1,83T} = 428 + \frac{838 - 428}{1,87 - 1,8} (1,83 - 1,8) = 603,7 \text{ Av/m}$$

La componente magnetizante de la intensidad de vacío valdrá

$$I_{\mu \max} = \frac{H \cdot l_m}{N_1} = \frac{603,7 \cdot 1,06}{100} = 6,4 \text{ A}$$

Como el factor de forma es 1,7 el valor eficaz será

$$I_{\mu} = \frac{I_{\mu \max}}{1,7} = \frac{6,4}{1,7} = 3,76 \text{ A}$$

La componente IFe valdrá

$$I_{Fe} = \frac{P_{Fe}}{U} = \frac{89,6}{400} = 0,224 \text{ A}$$

La corriente de vacío  $I_0$  será

$$I_0 = \sqrt{I_{Fe}^2 + I_{\mu}^2} = \sqrt{3,76^2 + 0,224^2} = 3,77 \text{ A}$$

#### APARTADO 5

El transformador está ahora más saturado. La corriente, por tanto, será ahora más picuda y el valor de cresta de la corriente crece en mayor medida que el valor eficaz. Por tanto, el factor de amplitud (cociente entre el valor máximo y el valor eficaz) debería tomarse ahora más grande (por ejemplo 1,9).