



Un transformador monofásico de 5 kVA y relación de transformación 400/133 V arrojó los siguientes resultados en los ensayos (ambos realizados por el lado de 400 V):

VACÍO: Tensión 400 V, Intensidad 0,31 A, Potencia 80 W

CORTO: Tensión 17 V, Intensidad 10,6 A, Potencia 126 W

Con tres transformadores iguales al indicado se desea hacer un banco de transformación Dy.

Se pide:

- 1) Características nominales del banco así formado (tensiones nominales de primario y secundario, intensidades nominales de primario y secundario, potencia nominal)
- 2) Circuito equivalente del transformador monofásico visto desde el primario
- 3) Circuito equivalente fase-fase del banco de transformación
- 4) Circuito equivalente fase-neutro del banco
- 5) Qué lecturas arrojarían los aparatos de medida (voltímetro, amperímetro y vatímetro) si se realiza un ensayo de cortocircuito del BANCO alimentando el lado en estrella a corriente nominal

## SOLUCIÓN

### 1) CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL BANCO

Las intensidades nominales de los transformadores monofásicos son

$$I_{1N1\phi} = \frac{S_N}{U_{1N1\phi}} = \frac{5 \cdot 10^3}{400} = 12,5A$$

$$I_{2N1\phi} = \frac{S_N}{U_{2N1\phi}} = \frac{5 \cdot 10^3}{133} = 37,59A$$

Dado que para formar el primario del banco se deben poner los primarios tres transformadores, y que en un triángulo la tensión de línea coincide con la tensión de fase, la tensión nominal primaria de línea del banco es

$$U_{1NL} = U_{1N1\phi} = 400V$$

Por lo que se refiere a la intensidad nominal, en un triángulo, la relación que existe entre la intensidad por dentro del triángulo y por la línea es

$$I_{1NL} = \sqrt{3}I_{1N1\phi} = \sqrt{3}12,5 = 21,65A$$

Por lo que se refiere al secundario, el banco se forma uniendo los secundarios de los tres transformadores monofásicos en estrella, de modo que la intensidad de línea coincide con la de uno de los transformadores monofásicos



$$I_{2NL} = I_{2N1\phi} = 37,59 \text{ A}$$

La tensión de línea será

$$U_{2NL} = \sqrt{3}U_{2N1\phi} = \sqrt{3}133 = 230 \text{ V}$$

La potencia es

$$S_N = \sqrt{3}U_{1L}I_{1NL} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 21,65 = 15 \text{ kVA}$$

## 2) CIRCUITO EQUIVALENTE DEL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

### RAMA DE VACÍO

$$\cos \varphi = \frac{P_0}{U_{1N1\phi} I_0} = \frac{80}{400 \cdot 0,31} = 0,645$$

$$I_{Fe} = I_0 \cos \varphi = 0,31 \cdot 0,645 = 0,2 \text{ A}$$

$$I_{\mu} = I_0 \sin \varphi = 0,234 \text{ A}$$

$$R_{Fe} = \frac{U_{1N1\phi}}{I_{Fe}} = \frac{400}{0,2} = 2000 \Omega$$

$$X_{\mu} = \frac{U_{1N1\phi}}{I_{\mu}} = \frac{400}{0,234} = 1689 \Omega$$

### RAMA SERIE

$$\cos \varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{U_{1\phi} I} = \frac{126}{17 \cdot 10,6} = 0,699$$

$$Z_{cc} = \frac{U_{1\phi}}{I} = \frac{17}{10,6} = 1,604 \Omega$$

$$R_{cc} = Z_{cc} \cos \varphi_{cc} = 1,604 \cdot 0,699 = 1,12 \Omega$$

$$X_{cc} = Z_{cc} \sin \varphi_{cc} = 1,147 \Omega$$

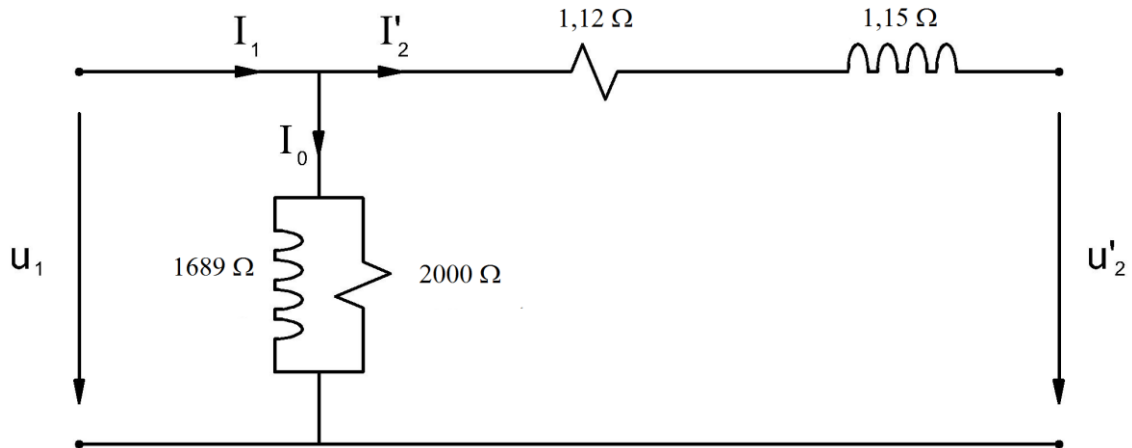


Figura 1: Circuito equivalente del transformador monofásico

3) CIRCUITO EQUIVALENTE FASE-FASE DEL BANCO

El circuito equivalente anterior, que representa el comportamiento del banco de transformación visto desde sus terminales primarios también representa una fase cualquiera del banco en un equivalente en triángulo.

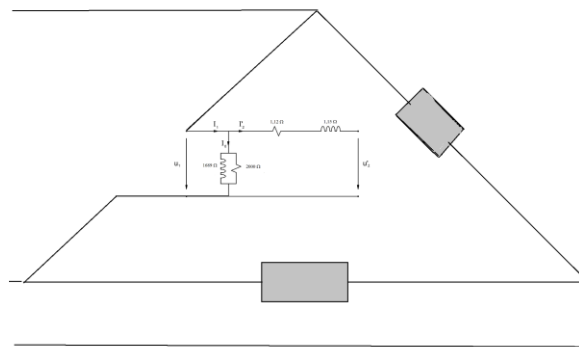


Figura 2: Circuito Fase-fase del banco Dy

4) CIRCUITO EQUIVALENTE FASE-NEUTRO DEL BANCO

Hacemos la transformación triángulo-estrella del circuito de la figura 2

$$R_{FeY} = \frac{R_{Fe\Delta}}{3} = \frac{2000}{3} = 666,7 \Omega$$

$$X_{\mu Y} = \frac{X_{\mu\Delta}}{3} = \frac{1689}{3} = 563 \Omega$$

$$R_{ccY} = \frac{R_{cc\Delta}}{3} = \frac{1,12}{3} = 0,37 \Omega$$

$$X_{ccY} = \frac{X_{cc\Delta}}{3} = \frac{1,15}{3} = 0,38 \Omega$$

$$Z_{ccY} = \frac{Z_{cc\Delta}}{3} = \frac{1,604}{3} = 0,53 \Omega$$

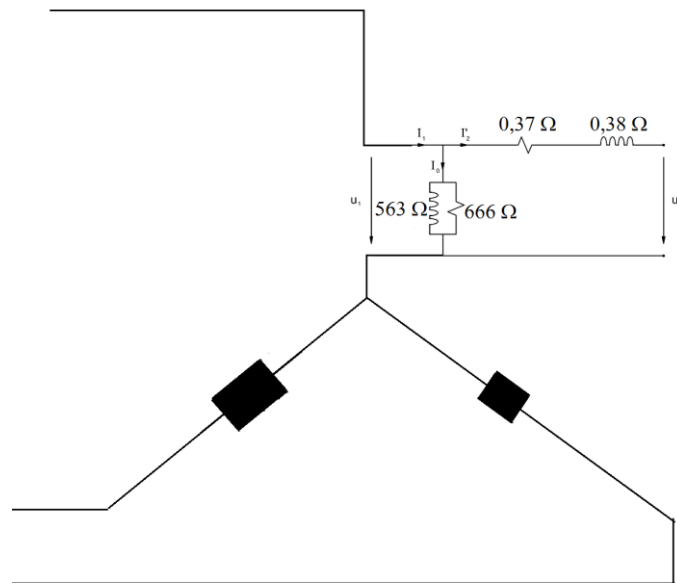


Figura 3: Circuito equivalente fase-neutro

#### 4) LECTURAS APARATOS DE MEDIDA

La intensidad que debería circular por la línea del transformador es la intensidad nominal

$$I_{1NL} = I_{1N1\phi} = 37,59 \text{ A}$$

La impedancia del circuito equivalente FN del transformador visto desde el secundario se obtiene a partir de la impedancia del circuito equivalente FN del transformador visto desde el primario

$$Z_{2ccFN} = \frac{Z_{1ccFN}}{r_t^2} = 0,535 \left( \frac{230}{400} \right)^2 = 0,177 \Omega$$

La tensión de línea se obtiene como

$$U_{ccL} = \sqrt{3}U_{ccFN} = \sqrt{3}I_{1NL} \cdot Z_{2ccFN} = \sqrt{3} \cdot 37,59 \cdot 0,177 = 11,52 \text{ V}$$

La resistencia de cortocircuito vista desde el secundario es

$$R_{2ccFN} = \frac{R_{1ccFN}}{r_t^2} = 0,37 \left( \frac{230}{400} \right)^2 = 0,122 \Omega$$

La potencia será

$$P_{cc} = 3 \cdot I_{1N\phi}^2 \cdot R_{ccFN} = 3 \cdot 37,59^2 \cdot 0,122 = 517 \text{ W}$$

