9.5 EJEMPLOS DE ANALISIS DE CONEXIONES TRIFASICAS IDEALES

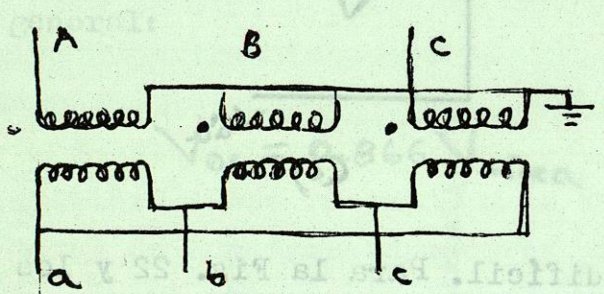
En este artículo, se considera ideales a los transformadores, es decir, se desprecian los efectos de la corriente de excitación y de la impedancia interna del transformador sobre las relaciones de fase entre las tensiones y corrientes de salida a los devanados. En el artículo siguiente se resolverán ejemplos tomando en cuenta sus efectos. Se considera aplicado a cada sistema un sistema trifásico balanceado de tensiones de línea, de secuencia ABC. Las cargas se suponen balanceadas.

EJEMPLO 7

Un generador trifásico de 10 000 KVA, 13 200 V, proporciona potencia a una carga trifásica de 220 V, por medio de un banco trifásico de tres transformadores monofásicos. Determínese la tensión, la corriente, los KVA nominales y la relación de transformación, para cada transformador, para cada conexión siguiente: a) Y-Δ ; b) Y-Y ; c) Δ -Y ; d) Δ - Δ .

SOLUCION

a) Y-Δ



Voltaje nominal del primario:

$$V_H = V_{fase} = \frac{13200}{\sqrt{3}} = 7621 \text{ V} \quad *$$

Voltaje nominal del secundario:

$$V_X = V_{línea} = 220 \text{ V} \quad *$$

Potencia nominal por transformador:

$$KVA_{nom.} = \frac{10000}{3} = 3\,333 \text{ KVA} \quad *$$

Corrientes nominales:

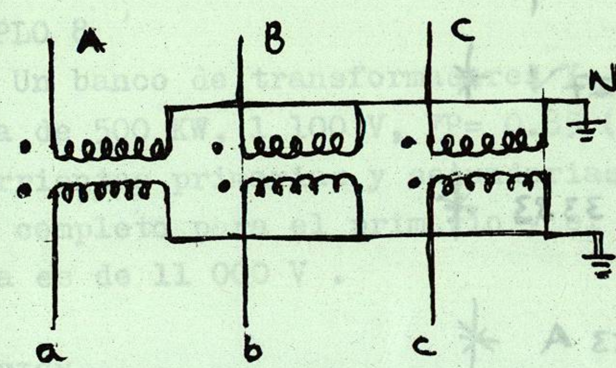
$$I_H = \frac{3333 \times 10^3}{7621} = 437 \text{ A} \quad *$$

$$I_X = \frac{3333 \times 10^3}{220} = 15{,}220 \text{ A} \quad *$$

Relación de transformación:

$$a = \frac{V_H}{V_X} = \frac{7621}{220} = 34.6 \quad *$$

b) Y- Y



$$V_H = V_{fase} = \frac{13200}{\sqrt{3}} = 7621 \text{ V.} \quad *$$

$$V_X = V_{fase} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ V.} \quad *$$

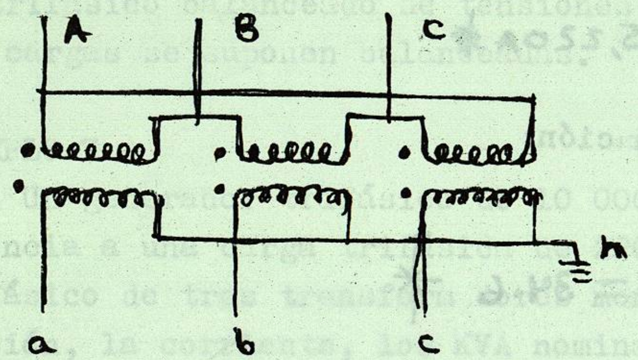
$$KVA_{nom} = \frac{10\,000}{3} = 3333 \text{ KVA} \quad *$$

$$I_H = \frac{3333 \times 10^3}{7621} = 437 \text{ A} \quad *$$

$$I_x = \frac{3\,333 \times 10^3}{127} = 26{,}200 \text{ A } *$$

$$a = \frac{7621}{127} = 60 \; *$$

c) $\Delta - Y$



$$V_H = V_{línea} = 13200 \text{ V } *$$

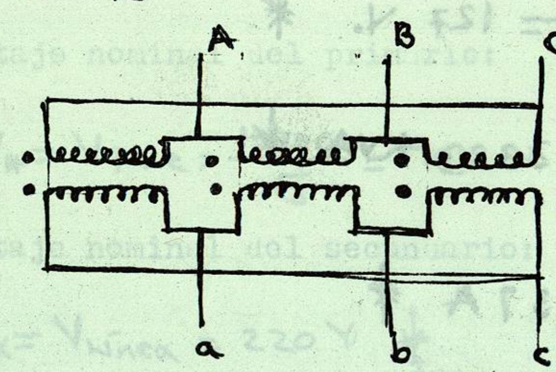
$$V_x = V_{fase} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127 \text{ V } *$$

$$KVA_{nom.} = \frac{10000}{3} = 3333 \; *$$

$$I_H = \frac{3333 \times 10^3}{13200} = 253 \text{ A } *$$

$$I_x = \frac{3333 \times 10^3}{127} = 26{,}200 \text{ A } * \qquad a = \frac{13200}{127} = 104 \; *$$

d) $\Delta - \Delta$



$$V_H = V_{línea} = 13200 \text{ V } *$$

$$V_x = V_{línea} = 220 \text{ V } *$$

$$KVA_{nom.} = \frac{10\,000}{3} = 3333 \text{ KVA } *$$

$$I_H = \frac{3333 \times 10^3}{13200} = 253 \text{ A } *$$

$$I_x = \frac{3333 \times 10^3}{220} = 15{,}200 \text{ A } *$$

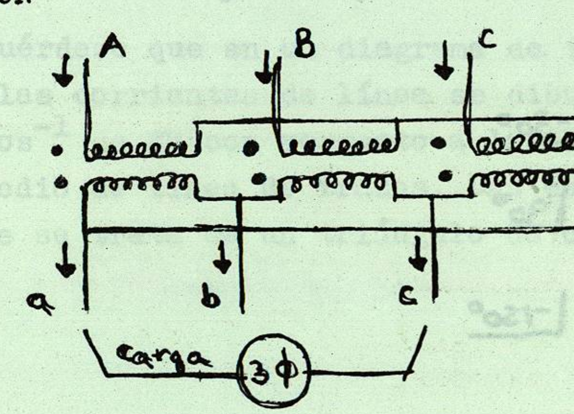
$$a = \frac{13200}{220} = 60 \; *$$

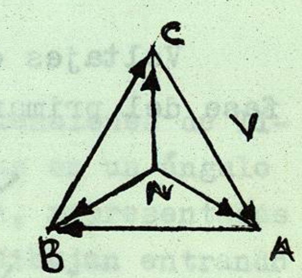
xxx

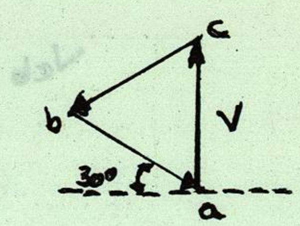
EJEMPLO 8

Un banco de transformadores Y- Δ alimenta una carga balanceada de 500 KW, 1 100 V, FP= 0.85 (-). Determínese las tensiones y corrientes primarias y secundarias. Dibújese un diagrama fasorial completo para el primario y el secundario. El voltaje de la línea es de 11 000 V .

SOLUCION







(El sentido AB-BC-CA se supuso arbitrariamente).

Voltajes de línea en el primario:

$$V_L = 11000\ V$$

Para los sentidos supuestos en la figura:

$$V_{AB} = 11000\ \underline{|180°}$$

$$V_{BC} = 11000\ \underline{|60°}$$

$$V_{CA} = 11000\ \underline{|-60°}$$

Voltajes de fase en el primario:

$$V_{fase} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{11000}{\sqrt{3}} = 6351\ V.$$

Del diagrama de triángulo:

$$V_{NA} = 6351\ \underline{|-30°}$$

$$V_{NB} = 6351\ \underline{|-150°}$$

$$V_{NC} = 6351\ \underline{|90°}$$

Voltajes de línea del secundario, correspondientes a los de fase del primario:

$$V_{ba} = 1100\ \underline{|-30°}$$

$$V_{ac} = 1100\ \underline{|90°}$$

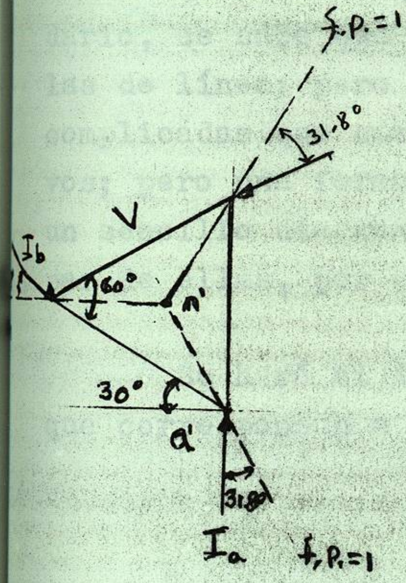
$$V_{cb} = 1100\ \underline{|-150°}$$

Características de la carga:

$$P = \sqrt{3}\, V_{Línea}\, I_{Línea} \cos\theta$$

$$I_{Línea} = \frac{P}{\sqrt{3}\, V_L \cos\theta} = \frac{500 \times 10^3}{\sqrt{3}(1100)\, 0.85} = 309\ A.$$

Triángulo de tensiones en la carga, de acuerdo al triángulo de tensiones en el secundario del banco:



$$\theta_L = \cos^{-1} f.p.$$

$$= \cos^{-1}(0.85)$$

$$\theta_L = 31.8\ (-)$$

(Recuérdese que en un diagrama de triángulo de tensiones de línea, las corrientes de línea se dibujan desfasadas en un ángulo de $\cos^{-1}$ de FP con respecto a las líneas de FP=1, representadas por medio de línea de trazos. Las corrientes se dibujan entrando porque se trata de un triángulo de caídas de tensión en una carga).

De donde las corrientes de línea del secundario:

$$I_a = 309 \angle 88.2^\circ$$

$$I_b = 309 \angle -31.8^\circ$$

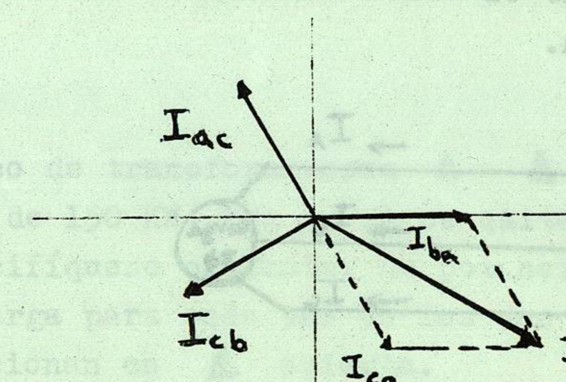
$$I_c = 309 \angle -151.8^\circ$$

Corrientes de fase del secundario:

$$I_f = \frac{I_b}{\sqrt{3}} = \frac{309}{\sqrt{3}} = 178\ A.$$

Para definir el ángulo de las corrientes de fase en el secundario, se sabe que existe un desfasamiento de 30° entre éstas y las de línea; pero ¿ en qué sentido? Para definirlo existen tablas complicadas que cubren los casos para distintos sentidos positivos; pero una forma más simple de lograrlo es dibujar simplemente un sencillo diagrama de corrientes y obtener la relación para un par de ellas, por ejemplo I_a e I_{ba}:

Se hará el trazo para el orden I_{ba}, I_{cb}, I_{ac}, por ser las que corresponden a las del primario.



Así, las corrientes de fase se adelantan 30° de la corriente de línea del segundo subíndice, para los sentidos supuestos. Entonces