



Campus Virtual FCEFyN
Universidad Nacional de Córdoba

AUTOTRANSFORMADOR

ELECTROTECNIA(IE)

29 DE ABRIL DE 2020

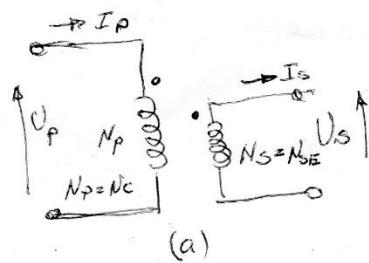
Auto transformador

(1)

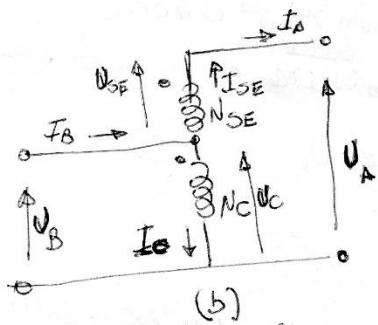
Hay ciertas ocasiones que se requiere cambiar los niveles de voltaje en una pequeña cantidad, como por ejemplo aumentos de voltaje de 220 a 230 V o de 13,2 a 13,8 KV. Como consecuencia a la corriente de voltaje que se produce en un sistema de potencia localizado lejos de los generadores. En estas circunstancias es un desperdicio ademas del costo que entra en ello bajar un trago con 2 devanados dimensionados para suministrar casi el mismo voltaje.

En su lugar se utiliza un transformador de propósito especial llamado auto transformador.

En la figura se ilustra un transformador convencional de 2 devanados. Con N_p y N_s numero de vueltas en los devanados primario y secundario respectivamente.



(a)



(b)

En esencia es posible obtener el mismo efecto de transformación sobre los voltajes, corrientes e impedancias con los dos devanados conectados en forma aditiva como se muestra en la Fig.(b).

Ahora la relación entre el voltaje del primer devanado y el voltaje del segundo devanado es dada por la relación de vueltas del trago, sin embargo el voltaje de salida es la suma del voltaje en ambos devanados.

En este caso el primer devanado se llama devanado común debido a que su voltaje aparece en ambos lados del trago, y el devanado más pequeño se llama devanado serie por que se conecta en serie con el común. Llamamos U_c (voltaje común) al voltaje sobre el devanado común e I_c (corriente común) al voltaje sobre el devanado serie. Y U_s (voltaje serie) al voltaje en la bobina serie y I_s (corriente serie). Por otra parte llamamos U_B e I_B al voltaje en la bobina serie y la corriente que circula la bobina serie. I_{SE} es la corriente que circula la bobina serie. Por otra parte llamamos U_B e I_B al voltaje en la bobina serie y la corriente que circula la bobina serie.

Los voltajes y las corrientes del lado de baja tensión respectivamente y U_A e I_A los valores correspondientes al lado de alta tensión.

El lado primario (Por el que entra la potencia) puede ser cualquiera de los 2 extremos.

Los voltajes y las corrientes están relacionados cuando ~~en la conexión convencional~~

$$\textcircled{1} \quad \frac{U_C}{U_{SE}} = \frac{N_C}{N_{SE}} = K \quad \text{y despreciando la corriente de magnetización.}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{I_C}{I_{SE}} = \frac{N_{SE}}{N_C} = \frac{1}{K} \quad \Rightarrow \quad N_C I_C = N_{SE} I_{SE}$$

Los voltajes en los bobinados están relacionados con los voltajes terminales.

$$U_B = U_C \quad \text{y} \quad U_A = U_C + U_{SE} \quad \text{y}$$

las corrientes

$$I_B = I_C + I_{SE} \quad \text{e} \quad I_A = I_{SE} \quad \text{Veamos ahora}$$

la relación de voltaje entre los terminales de un autotransformador

$$U_A = U_C + U_{SE} \quad \text{de } \textcircled{1} \quad U_{SE} = \frac{N_{SE}}{N_C} U_C = \frac{U_C}{K}$$

$$U_A = U_C + \frac{N_{SE}}{N_C} U_C = U_C \left(1 + \frac{1}{K}\right) \therefore \text{ como}$$

$$U_B = U_C \quad \Rightarrow \quad U_A = U_B + \frac{N_{SE}}{N_C} U_B = U_B \left(1 + \frac{N_{SE}}{N_C}\right) = U_B \left(1 + \frac{1}{K}\right)$$

$$U_A = U_B \left(\frac{N_C + N_{SE}}{N_C}\right) \quad \text{de donde}$$

$$\boxed{\frac{U_B}{U_A} = \frac{N_C}{N_{SE} + N_C}}$$

La relación de corrientes, entre los lados del auto transformador, la podemos encontrar teniendo en cuenta la siguiente relación.

$$I_B = I_c + I_{SE} \text{ de } ② \quad I_c = \frac{N_{SE}}{N_C} I_{SE}$$

$$I_B = \frac{N_{SE}}{N_C} I_{SE} + I_{SE} \quad \text{Como } I_A = I_{SE}$$

$$I_B = \frac{N_{SE}}{N_C} I_A + I_A = I_A \left(\frac{N_{SE}}{N_C} + 1 \right) = I_A \frac{N_{SE} + N_C}{N_C}$$

$$\boxed{\frac{I_B}{I_A} = \frac{N_{SE} + N_C}{N_C}}$$

Es interesante notar que no todo la potencia que se transfiere del primer al segundo lado en el auto transformador pasa a través de los devanados. por lo tanto si un transformador convencional se conecta como auto transformador puede manejar mucha más potencia que aquella para la que fue concebido.

La potencia aparente de entrada al transformador es dada por $S_{ent} = U_B I_B$ y la potencia aparente de salida

$$\text{por } S_{sal} = U_A I_A \quad S_{ent} = S_{sal} = S_{es} \quad \text{donde}$$

Es fácil demostrar que $S_{ent} = S_{sal} = S_{es}$

S_{es} es la potencia de entrada y de salida del TRAFO

$$S_{sal} = U_A I_A = \left(U_B \frac{N_C + N_{SE}}{N_C} \right) \cdot \left(\frac{I_B \frac{N_C}{N_{SE} + N_C}}{I_A} \right) = U_B I_B$$

Sin embargo la potencia aparente en los devanados es

$$S_D = U_C I_C = U_{SE} I_{SE}$$

$$S_D = U_C I_C = U_B (I_B - I_A) = U_B I_B - U_B I_A$$

$$S_D = U_B I_B - U_B I_A = U_B \frac{N_c}{N_{SE} + N_C} = U_B I_B \left(1 - \frac{N_c}{N_{SE} + N_C}\right)$$

$$S_D = U_B I_B \frac{\frac{N_{SE} + N_C - N_c}{N_{SE} + N_C}}{= U_B I_B \frac{N_{SE}}{N_{SE} + N_C}}$$

$$S_D = S_{ES} \frac{N_{SE}}{N_{SE} + N_C} \quad y \quad \boxed{\frac{S_{ES}}{S_D} = \frac{N_{SE} + N_C}{N_{SE}}}$$

Este ecuación muestra la ventaja en el manejo de la P. aparente que un auto transformador tiene sobre un trío formador convencional. Aquí S_{ES} es la potencia aparente que impresa al primario y sale por el Secundario y S_D es la potencia aparente que realmente pasa a través de los devanados del transformador (El resto pasa del primario al Secundario sin ser acoplado por los devanados del trío)

No se que monto mas pequeño es el devanado en serie mas grande es la ventaja.

De este análisis se desprende que un trío conectado en la conexión convencional necesita devanados que soporten la potencia S_{ES} , en tanto que si se lo conecta como auto transformador para mejorar la misma potencia requiere que esos bobinados manejen $S_D = \frac{N_{SE} S_{ES}}{N_{SE} + N_C}$ que es una potencia inferior, lo que permite construir auto transformadores más pequeños, y de menor costo.

Por lo general no es conveniente conectar simplemente un trío formador con 2 devanados (convencional) como auto transformador. Como lo mostrado debido a que el aislamiento del lado de bajo voltaje de un trío ordinario no es lo suficiente como para soportar todo el voltaje de salida de la conexión como auto transformador.

En los transformadores que se construyen de manera específica como autotransformador, el aislamiento del devanado en serie es tan bueno como el de los bobinas comunes.

Los auto transformadores se utilizan en los sistemas de potencia cuando se necesitan transformaciones de voltaje con niveles muy cercanos.

También se utilizan como transformadores variables donde la toma de bajo voltaje se desplaza hacia arriba y hacia abajo en el devanado.

La principal desventaja es que a diferencia de un transformador convencional hay una conexión física directa entre el circuito primario y el secundario, por lo que se pierde el aislamiento eléctrico entre ambos lados.

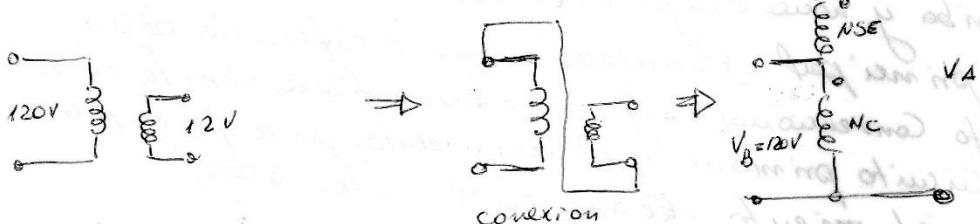
Los auto transformadores presentan reactancias de inserción menores, pérdidas mínimas, y coeficiente de excitación más pequeño. Además de un costo menor con respecto al transformador convencional.

Ejemplo

Se conecta un transformador convencional de 2 bobinados 120/12V y 100VA para conformar un auto transformador elevador.

Si se aplica 120V al primario se pide determinar

- ¿Cuál es el voltaje secundario del auto transformador?
- ¿Cuál es la capacidad máxima en VA en este modo de operación?
- Calcule el incremento en potencia no nula



Solución

- El transformador se usa como elevador

$$V_A = \frac{N_{SE} + N_C}{N_C} V_B = \frac{12 + 120}{120} \cdot 120V = 132V$$

- El valor máximo que soporta cada una de las devanadas es 100VA

El voltaje $V_{SE} = 12V$ y los VA que soporta 100

$$I_{SE\ max} = \frac{S_{max}}{V_{SE}} = \frac{100VA}{12V} = 8,33A$$

Como $I_{SE} = I_A$ y como $V_A = 132V$

$$S_{sol} = V_A I_A = 132V \times 8,33A = 1100VA = 5ent$$

- $\frac{S_{ES}}{S_D} = \frac{1100VA}{100VA} = 11$

