

Autotransformador

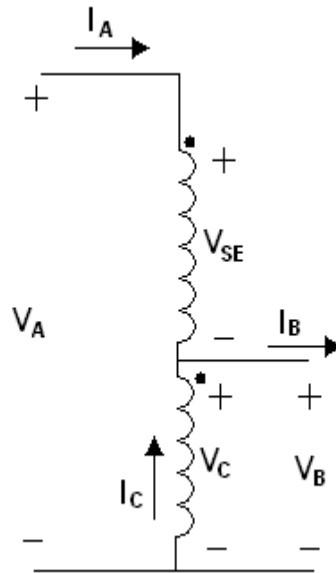
1. Introducción

El autotransformador es un transformador de características especiales.

En efecto, puede ser concebido como un transformador con un solo bobinado con sus dos bornes accesibles y con un tercer borne accesible que conecta a una toma intermedia del bobinado y el cuarto borne común a alguno de los dos primeros o, lo que sería equivalente, dos bobinados conectados de tal manera que tienen dos de sus cuatro bornes accesibles conectados en común.

La principal ventaja de este tipo de transformadores radica en que se puede disminuir el tamaño y los materiales utilizados respecto al transformador clásico para igual potencia nominal implicando una disminución sustancial en los costos del equipo, aunque con algunas desventajas que deben ser tenidas en cuenta al momento de seleccionar la aplicación de esta máquina.

En la figura siguiente se ilustra el esquema del autotransformador, en el mismo se definen el devanado común, como aquel que se “ve” tanto desde el primario como desde el secundario (V_c) y el devanado, que llamaremos serie, como aquel que se encuentra conectado “en serie” con el devanado común (V_{se}).



La principal desventaja del autotransformador que inmediatamente surge de la conexión planteada es que no dispone de aislación galvánica entre los bobinados primarios y secundarios, por lo que una elevación de potencial en un bobinado respecto a un punto repercute directamente en el otro. Por otra parte un cortocircuito en el bobinado “serie” aplica gran parte –o la totalidad en caso de un cortocircuito franco- de la tensión aplicada de un lado en el otro lado del transformador.

En general este tipo de transformadores se utilizan con relaciones de transformación bajas, en general del orden inferior de 3:1 o bien como reguladores de tensión.

Según que bobinado se asigne como entrada el autotransformador podrá ser “elevador” como “reductor”.

2. Ecuaciones que describen su funcionamiento

A continuación se desarrollan las ecuaciones que definen el funcionamiento de un autotransformador, consecuencia de las ecuaciones generales según la nomenclatura indicada en la figura 1, y para el caso de un autotransformador utilizado como reductor, si se deseara un elevador se debe intercambiar el “A” por el “B”.

$$\begin{aligned} V_B &= V_C \\ V_A &= V_C + V_{SE} \end{aligned} \quad \text{ec.1}$$

$$\begin{aligned} I_B &= I_C + I_{SE} \\ I_A &= I_{SE} \end{aligned} \quad \text{ec.2}$$

Suponiendo un transformador ideal:

$$\frac{V_{SE}}{N_{SE}} = \frac{V_C}{N_C} \quad \text{ec. 3}$$

Sustituyendo la ecuación 1 en la ecuación 3 obtenemos:

$$V_A = V_C + \frac{N_{SE}}{N_C} V_C = V_B \left(\frac{N_C + N_{SE}}{N_C} \right) \quad \text{ec. 4}$$

$$\boxed{\frac{V_A}{V_B} = \frac{N_{SE} + N_C}{N_C}} \quad \text{ec. 5}$$

Utilizando similar razonamiento para las corrientes nos queda:

$$\boxed{\frac{I_A}{I_B} = \frac{N_C}{N_{SE} + N_C}} \quad \text{ec. 6}$$

3. Potencia en un autotransformador

Como mencionamos antes unas de las características de un autotransformador es el hecho de que a diferencia de los transformadores de varios bobinados, este transformador no brinda un aislamiento galvánico entre el primario y el secundario dado que ambos están conectados físicamente mediante el devanado común. Esta característica, como mencionamos, es una de sus principales desventajas, pero también le brinda una de sus principales ventajas, como es el hecho de poder **manejar mayor potencia que un transformador conectado en forma convencional**

A continuación se demuestra esta afirmación:

Las potencias que entran y salen al transformador supuesto ideal son,

$$S_{entrada} = S_{salida} = V_A I_A = V_B I_B \quad \text{ec. 7}$$

Por otro lado la potencia que maneja cada devanado es,

$$S_D = V_C I_C = V_{SE} I_{SE} \quad \text{ec. 8}$$

$$\begin{aligned} S_D &= V_C I_C = V_B (I_B - I_A) \\ &= V_B I_B \frac{(N_{SE} + N_C) - N_C}{N_{SE} + N_C} \quad \text{ec. 9} \\ &= S_{SE} \frac{N_{SE}}{N_{SE} + N_C} \end{aligned}$$

Por lo tanto obtenemos,

$$\boxed{\frac{S_{ES}}{S_D} = \frac{N_{SE} + N_C}{N_{SE}}} \quad \text{ec. 10}$$

Queda claro que cuanto más pequeño es el número de vueltas del devanado serie respecto al devanado común mayor será la ventaja en cuanto a la potencia, ya que los devanados manejarán menos potencia que la que realmente circula por el transformador.

De la ecuación número 10 se desprende entonces que el conectar un transformador estándar en configuración autotransformado me permitiría manejar una potencia mayor que la que podría manejar dicho transformador en una conexión estándar.

4. Impedancia de cc del autotransformador.

El hecho de conectar un transformador estándar como autotransformador tiene otro efecto importante, la reducción de su impedancia interna, esta reducción en valores p.u es en una proporción inversa a la ganancia en potencia que obtenemos de conectar el transformador común como autotransformador.

$$Z_{\text{auto p.u}} = Z_{\text{estandar p.u}} * \frac{N_{SE}}{N_{SE} + N_C} \quad \text{ec. 11}$$

A continuación se demuestra esta característica:

Consideremos un transformador clásico, sabemos entonces que:

$$z_{\text{tcpu}} = Z_{\text{cc expresadalado1}} * \frac{S_D}{V_1^2}$$

Conectemos ahora este trafo como autotrafo tal que el lado 1 es el indicado como “serie”, mientras que el lado 2 es el “común” por tanto tendremos que V_1 es V_{SE} y V_2 es V_C

La expresión de la impedancia en por unidad será por definición:

$$z_{\text{autopu}} = Z_{\text{cc expresadalado1}} * \frac{S_{\text{Auto}}}{(V_{SE} + V_C)^2}$$

Pero sabemos que se cumple que: $V_{SE} + V_C = V_{SE} \left(\frac{N_{SE} + N_C}{N_{SE}} \right)$ y $S_{\text{Auto}} = S_D \left(\frac{N_{SE} + N_C}{N_{SE}} \right)$

Luego sustituyendo: l.q.q.d.