

Máquinas y Comandos Eléctricos

Joaquín Gómez — 5to “A”

2025

Capítulo 1

Autotransformadores

Los autotransformadores poseen una parte del devanado en común, que corresponde tanto al primario como al secundario. El principio de funcionamiento es el mismo que el del transformador común, entonces la relación de transformación entre las tensiones, las intensidades de corriente y el número de vueltas se mantienen.

Las corrientes primarias y secundarias están en oposición y la corriente total que circula por las espiras en común es igual a la diferencia de la corriente del devanado de baja tensión y el devanado de alta tensión

$$I_c = I_{AT} - I_{BT} \quad \text{si } V_{AT} > V_{BT} \quad (1.1)$$

Para que un autotransformador funcione adecuadamente, los devanados deben tener el mismo sentido de bobinado.

1.1. Autotransformadores Reductores

Si se aplica una tensión alterna entre los puntos A y B, y se mide la tensión de salida entre los puntos C y D, se dice que el autotransformador es un reductor de tensión

En este caso, la relación de vueltas del autotransformador es:

$$\frac{N_s}{N_p} < 1 \quad (1.2)$$

1.2. Autotransformadores elevadores

Si se aplica una tensión de alimentación alterna entre los puntos A y B, y se mide la tensión de salida entre los puntos C y D, se dice que el

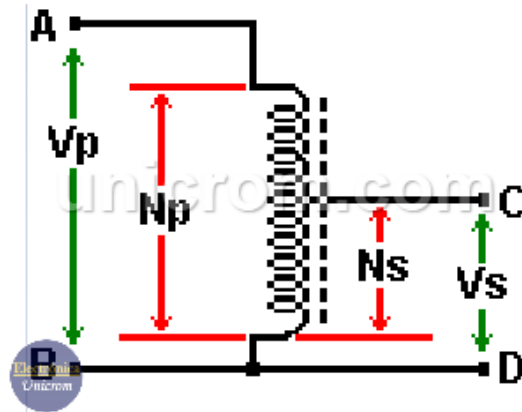


Figura 1.1: Autotransformador reductor

autotransformador es elevador de tensión.

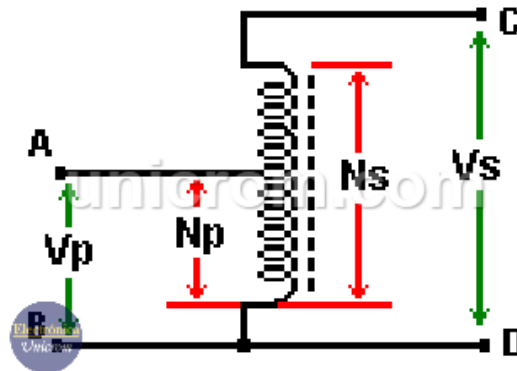


Figura 1.2: Autotransformador elevador

En este caso, la relación de vueltas del autotransformador es:

$$\frac{N_s}{N_p} > 1 \quad (1.3)$$

Los autotransformadores tienen la ventaja sobre los transformadores comunes de un peso y costo menor. En lugar de tener un bobinado de AT de N_1 espiras, se debe prever para el bobinado de BT, con un número N_2 de

espiras, un número adicional de espiras de $N_1 - N_2$. También hay que tener en cuenta que el conductor de la sección común del bobinado debe tener una sección de alambre en función de la diferencia de corrientes entre AT y BT, o sea, $I_2 - I_1$.

Otra ventaja es la de no necesitar aislamiento entre los bobinados primario y secundario. Sin embargo, esto trae como desventaja que el bobinado primario no es independiente del secundario. Esto causa peligro para una persona, pues, entre tierra y el hilo común del secundario y el primario existe la tensión del primario (Ver figura 1).

Ejemplo 1.2.1. *Se requiere un autotransformador para aumentar un voltaje de 220V a 250V. El número total de espiras que tiene el devanado principal es de 2000. Determine la posición del punto de toma primario, la corriente primaria y secundaria cuando la salida tiene una potencia de 10kVA. Y la economía de cobre ahorrada¹.*

Tenemos que la relación ideal de vueltas debe ser

$$\frac{V_1}{V_2} < 1 \quad (1.4)$$

ya que el transformador es elevador. De forma que

$$\frac{N_1}{N_2} < 1 \quad (1.5)$$

Así, tenemos que idealmente

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{N_1}{N_2} \\ \frac{220V}{250V} &= \frac{N_1}{2000esp} \end{aligned} \quad (1.6)$$

Por lo tanto

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{220V \cdot 2000esp}{250V} \\ &= 1760esp \end{aligned} \quad (1.7)$$

El porcentaje de ahorro de cobre está dado por

$$n \cdot 100 \% = \frac{V_1}{V_2} \cdot 100 \% = 88 \% \quad (1.8)$$

¹La relación n se define como la relación entre el voltaje más bajo y el voltaje más alto, entonces se puede demostrar que el ahorro de cobre es: $n \cdot 100 \%$

Como condición, tenemos que $P_1 = P_2$, así, podemos deducir que

$$\begin{aligned} V_1 I_1 &= P_1 \\ 220V I_1 &= 10000VA \\ I_1 &\approx 45,456A \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$\begin{aligned} V_2 I_2 &= P_2 \\ 250V I_2 &= 10000VA \\ I_2 &= 40A \end{aligned} \quad (1.10)$$

Ejemplo 1.2.2. En el siguiente autotransformador reductor indicar el sentido de la corriente (I_c , intensidad común) que circulará por la parte del arrollamiento que tienen en común N_1 y N_2 . Fundamentar el sentido de circulación.

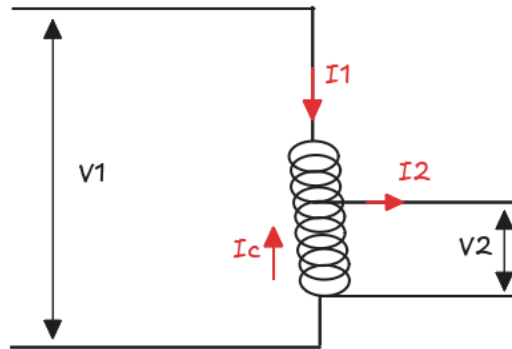
Si tenemos un transformador reductor, donde $V_1 > V_2$, entonces $I_1 < I_2$. Por la ley de Kirchoff tenemos

$$\sum_k I_s^{(k)} = \sum_k I_e^{(k)} \quad (1.11)$$

es decir, la suma de las corrientes de entrada es igual a las de salida. En este caso, si $I_1 < I_2$ tendremos

$$I_2 = I_1 + I_c \quad (1.12)$$

Como la corriente I_1 es la entrada, tenemos que I_2 y I_c serán corrientes de salida.



Capítulo 2

Transformadores Trifásicos

2.1. Introducción

La mayoría de los transformadores utilizados en la transmisión y distribución de energía eléctrica son trifásicos por una cuestión de costos, tamaños y transporte; pero hay excepciones: cuando las potencias son muy grandes, de cientos de m VA (mega volt-amper), o se requieren varios transformadores de gran potencia, e iguales. Por ejemplo, en una central con una cierta cantidad de máquinas de gran potencia, puede convenir utilizar bancos trifásicos armados con tres transformadores del tipo monofásicos, e inclusive, tener algún transformador de reserva.

Se puede decir que un transformador trifásico está constituido por tres transformadores tipo monofásicos montados en un núcleo magnético en común. La constitución más común es la de *tres columnas*, con los arrollamientos primarios y secundarios alternados o concéntricos.

El estudio del transformador trifásico se puede reducir al monofásico a condición de trabajar con los valores por fase. En este sentido, habrá que tener en cuenta la fórmula de potencia a aplicar, en vacío, en carga o en cortocircuito. Deberá ser trifásica y no monofásica.

Los devanados tanto en el primario como en el secundario, pueden estar acoplados en: