

Parte II

Transformador Monofásico

Capítulo 8

Transformador Monofásico Ideal

Supongamos un arreglo como en el da la figura 8.1(a), en el cual en una trayectoria cerrada de sección S y longitud L de material ferromagnético de permeabilidad infinita -al que llamaremos NÚCLEO- inmerso en un medio de permeabilidad magnética despreciable, bobinamos al menos dos bobinas - a las que llamaremos PRIMARIO, SECUNDARIO, TERCIARIO...etc- de material conductor de resistencia nula con N_1 y N_2 vueltas en un sentido tal que de acuerdo a la ley de Lenz las tensiones por una lado y las corrientes por el otro tienen valores positivos con la polaridad indicada en el diagrama equivalente de la figura 8.1(b), por lo que también se puede decir que las tensiones por un lado como las corrientes por el otro están en fase. Las tensiones y corrientes en el dominio del tiempo son sinusoidales perfectas por lo que en el diagrama se representan a través de sus fasores.

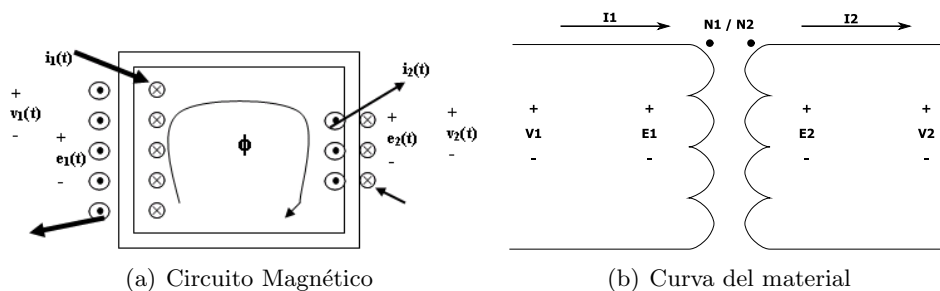


Figura 8.1: Transformador Monofásico

Al establecerse las corrientes, tensiones y flujo magnético indicadas y teniendo en cuenta la idealidad del circuito magnético (permeabilidad infinita) se puede escribir de acuerdo a la ley de Faraday y de Ampere que:

$$\left. \begin{aligned} v_1(t) = e_1(t) = N_1 \frac{d\phi}{dt} \\ v_2(t) = e_2(t) = N_2 \frac{d\phi}{dt} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2} \quad (8.1)$$

Como $\phi(t) = \phi_M \sin(\omega t)$ se cumple además que:

$$V_i = E_i = \frac{\omega N_i \phi_M}{\sqrt{2}} \quad (8.2)$$

De la solución del circuito magnético teniendo en cuenta su permeabilidad infinita sale:

$$N1i_1 - N2i_2 = \phi \mathfrak{R} = 0 \Rightarrow N1\overline{I_1} = N2\overline{I_2} \quad (8.3)$$

Luego estas dos relaciones resultan fundamentales a fin de evaluar el comportamiento eléctrico en régimen del transformador. Sus implicancias son muchas y relevantes a los efectos prácticos cuando se utiliza el transformador en el supuesto ideal².

A la relación $\frac{N1}{N2} = n$ se le denomina RELACIÓN DE VUELTAS, mientras que a la relación $\frac{\overline{V_1}}{\overline{V_2}}$ se le denomina RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN, estos parámetros son fundamentales. Obsérvese que en el transformador monofásico la relación de vueltas coincide con la relación de transformación. La relación de transformación indica la capacidad del transformador en modificar el valor eficaz de las tensiones a un lado y otro del transformador. Si aplico una fuente de tensión V_1 del lado 1 tendré entonces una tensión $V_2 = V_1/n$ del lado 2 con lo cual según el valor de n podré modificar como quiera el valor de la fuente primaria. Análogamente si por el lado 2 circula una corriente I_2 entonces necesariamente por la lado 1 deberá circular una corriente $I_1 = I_2/n$.

Luego se concluye fácilmente que en un transformador ideal se cumple que:

- Si la tensión en un bobinado es nula, entonces necesariamente también lo será en el otro.
- Si la corriente en un bobinado es nula, entonces necesariamente también lo será en el otro.

Supongamos ahora que multiplicamos las relaciones de corrientes con las de tensiones, se obtiene que:

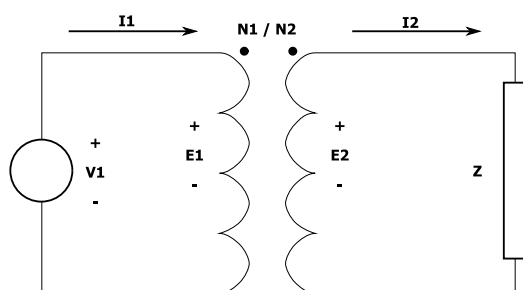
$$\overline{V_1} \cdot \overline{I_1} = \overline{V_2} \cdot \overline{I_2} \quad (8.4)$$

Entonces la potencia aparente de entrada es idéntica a la potencia aparente de salida del transformador con lo cual son iguales las potencias activas entre sí así como las reactivas.

Supongamos ahora que configuramos el circuito eléctrico de la figura 8.2.

¹Demostrarlo. Observar que el valor del flujo es el máximo

²La generalización para N bobinados compartiendo el mismo circuito magnético se verá en las clases prácticas siendo fácil probar que las ecuaciones del sistema son: $\frac{V_1}{N1} = \frac{V_2}{N2} = \dots = \frac{V_n}{Nn}$ y para las corrientes “entrando” todas “por el punto” de cada bobinado queda: $N1I_1 + N2I_2 + \dots + NnI_n = 0$



Se cumple que: $V_2 = Z \cdot I_2$
 por tanto $V_1 = n \cdot Z \cdot I_2$. Pero
 también se cumple en el trans-
 formador que $I_2 = n \cdot I_1$ por lo
 que: $V_1 = n^2 \cdot Z \cdot I_1$, luego

$$\frac{V_1}{I_1} = n^2 \cdot Z \quad (8.5)$$

Figura 8.2: Trafo Monofasico con Carga

Por lo que la impedancia “vista” por
 la fuente es $n^2 \cdot Z$.

En consecuencia: una impedancia en un lado del transformador ideal presenta un valor que se ajusta en proporción directa al cuadrado de la relación de vueltas en el otro lado del transformador.

Obsérvese que como la relación de vueltas es un “real” y recordando que el argumento de Z es el desfazaje entre la corriente y tensiones aplicadas, concluimos que el desfazaje entre tensiones y corrientes primarias es idéntico al desfazaje entre tensiones y corrientes secundarias en un transformador ideal.

