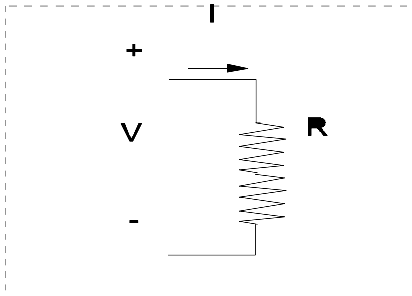
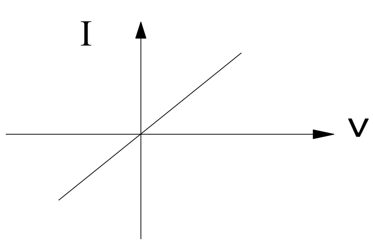
Caracterización de componentes:

ELÉCTRICOS





$V=R \cdot I$

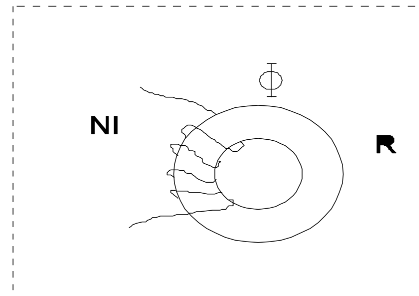
V= Fuerza electromotriz (f.e.m.)

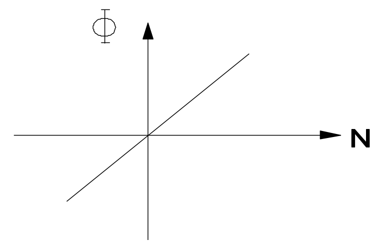
R= Resistencia

I= Corriente Eléctrica

Medida de la oposición del circuito eléctrico al paso de la corriente eléctrica

MAGNÉTICOS





$N \cdot I= R \cdot \Phi$

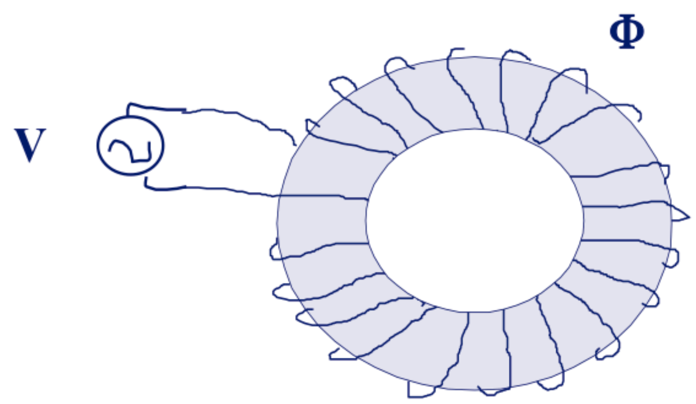
N·I= Fuerza magnetomotriz (f.m.m.)

R= Reluctancia

Φ= Flujo magnético

Medida de la oposición del circuito magnético a la circulación del flujo magnético

- Ley de Faraday : Esta ley establece que la fuerza electromotriz (emf) inducida en un circuito eléctrico es igual a menos la razón de variación temporal del flujo en el circuito.



$$v = -N\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(\phi N)}{dt} = -\frac{d\lambda}{dt}$$

λ= flujo de enlace (flux linkage)

La polaridad de la f.e.m. inducida a un circuito por el flujo de enlace cambiante siempre es tal que intenta oponerse al cambio del flujo que lo causa, tal como establece la ley de Lenz.

$$V = N\cdot\frac{d\Phi}{dt} = N\cdot\frac{d[Ae\cdot B]}{dt} = N\cdot Ae\cdot\frac{dB}{dt} \qquad [\mathrm{Volts.}]$$

$$\text{donde} \quad \Phi = \int_S \mathrm{B}\cdot d\mathrm{S}$$

flujo

Densidad de flujo magnético

Aplicando la ley de Faraday que relaciona la tensión aplicada y el flujo de unión en los bobinados del transformador, se obtiene:

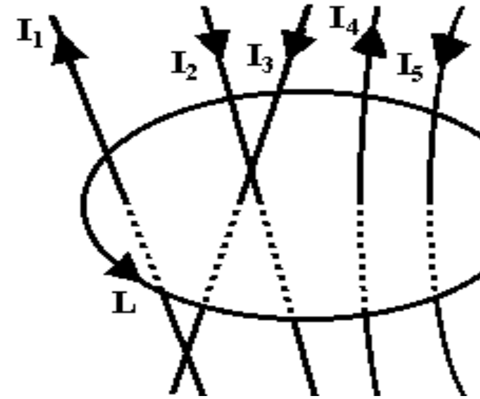
$$V = K_f\cdot N\cdot B_m\cdot Ae\cdot f_s\cdot 10^{-4} \qquad \text{donde} \qquad K_f = \begin{cases} 4 \text{ onda cuardada} \\ 4.44 \text{ onda senoidal} \end{cases}$$

Ley de Ampere

"La circulación de un campo magnético a lo largo de una línea cerrada es igual al producto de μ_0 por la intensidad neta que atraviesa el área limitada por la trayectoria”.

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{l} = \iint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = I_{\mathrm{enc}}$$

$$\boxed{\frac{1}{\mu_0} \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = I_1 - I_2 - I_3 + I_4 - I_5}$$

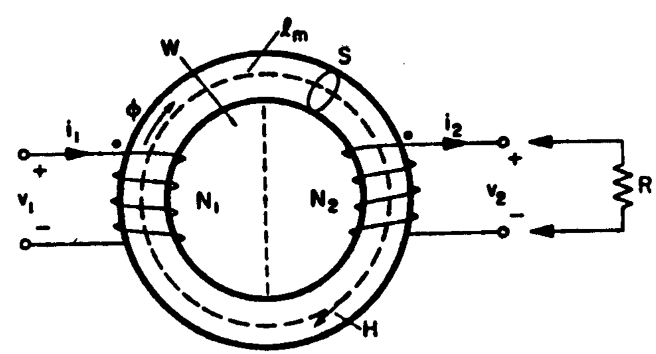


Para la mayoría de los circuitos prácticos, la ecuación anterior se puede escribir como:

$$\sum_k H_k \cdot l_k = \sum_m N_m \cdot i_m$$

Si la reluctancia del camino magnético fuera cero, lo cual corresponde a una permeabilidad del núcleo infinita y a la no existencia de gap, la intensidad de campo magnético, H, debería ser cero para evitar que la densidad de flujo magnético B fuese infinita.

$$\sum_i N_i \cdot I_i = 0$$



Transformadores: Establecer las ecuaciones de las fmm que permitan pasar de secundario a primario

Monofásicos

$$n_1 \cdot i_p = \sum n_2 \cdot i_S - \langle I_{media} \rangle$$

Trifásicos

Si los devanados primarios están conectados en ***triángulo***,

$$n_1 \cdot i_{p1} = \sum_{Núcleo1} n_2 \cdot i_S$$

$$n_1 \cdot i_{p2} = \sum_{Núcleo2} n_2 \cdot i_S$$

$$n_1 \cdot i_{p3} = \sum_{Núcleo3} n_2 \cdot i_S$$

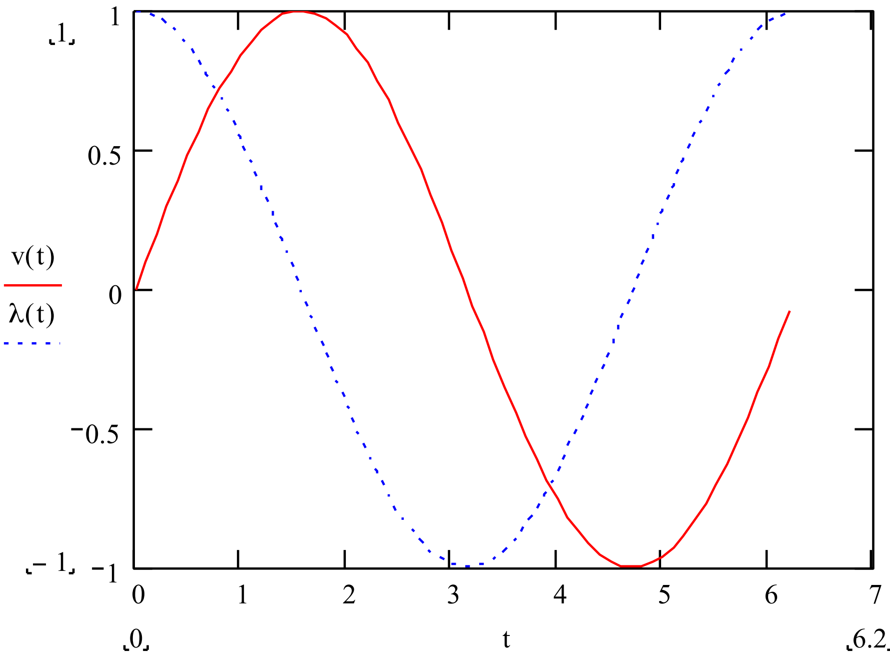
Si los devanados primarios están conectados en ***estrella sin conductor neutro***

$$n_1 \cdot i_{p1} = \sum_{N1} n_2 \cdot i_S - \frac{1}{3} \cdot \left(\sum_{N1} n_2 \cdot i_S + \sum_{N2} n_2 \cdot i_S + \sum_{N3} n_2 \cdot i_S \right)$$

Transformadores de red: Excitación senoidal

$$V = N \cdot \frac{d\Phi}{dt} = N \cdot \frac{d[Ae \cdot B]}{dt}$$

$$v(wt) := Vm\sin(wt)$$



$$\Delta\lambda := \int_0^{\pi} Vm\sin(wt)\, dw$$

$$\Delta\lambda := 2 \cdot \frac{Vm}{w}$$

$$\Delta\lambda := 2 \cdot \lambda s \quad \rightarrow \quad 2 \cdot \lambda s := 2 \cdot N \cdot B \cdot Ae$$

$$\frac{Vm}{w} := \cdot N \cdot B \cdot Ae$$

$$Vm := Vef\sqrt{2}$$

$$\frac{Vef}{N} := \frac{2 \cdot \pi f}{\sqrt{2}} \cdot B \cdot Ae$$

Aplicando la ley de Faraday que relaciona la tensión aplicada y el flujo de unión en los bobinados del transformador, se obtiene:

$$V = K_f \cdot N \cdot B_m \cdot Ae \cdot f_s \cdot 10^{-4} \qquad \text{donde} \qquad K_f = \begin{cases} 4 \text{ onda cuardada} \\ 4.44 \text{ onda senoidal} \end{cases}$$

$$\boxed{N = \frac{V \cdot 10^4}{K_f \cdot B_m \cdot Ae \cdot f}}$$

el factor de utilización de la ventana cuando se disponen de varios bobinados es igual a:

$$K_u = \Sigma_i \frac{N_i \cdot Ax_i}{A_w} \longrightarrow \boxed{\mathrm{K_u} \cdot A_w = N_p \cdot A_{xp} + N_s \cdot A_{xs}}$$

siendo, por definición $Ax_i = \dfrac{I_i}{J}$

por tanto $K_u \cdot A_w = N_p \cdot \dfrac{I_p}{J_p} + N_s \cdot \dfrac{I_s}{J_s}$ si $\mathrm{J_p} = J_s = J$

comparando las ecuaciones anteriores:

$$A_w \cdot K_u = \frac{V_p \cdot 10^4}{Ae \cdot K_f \cdot B_m \cdot f} \cdot \left(\frac{I_p}{J}\right) + \frac{V_s \cdot 10^4}{Ae \cdot K_f \cdot B_m \cdot f} \cdot \left(\frac{I_s}{J}\right)$$

reorganizando los términos :

$$Ae \cdot A_w = \frac{\left(V_p \cdot I_p + V_s \cdot I_s\right) \cdot 10^4}{K_u \cdot K_f \cdot B_m \cdot f \cdot J}$$

$$Ae \cdot A_w = \frac{\left(V_p \cdot I_p + V_s \cdot I_s\right) \cdot 10^4}{K_u \cdot K_f \cdot B_m \cdot f \cdot J}$$

y la potencia aparente total
se puede definir como:

$$P_t = P_{in} + P_o = \frac{P_o}{\eta} + P_o$$

$$AP = \frac{P_t \cdot 10^4}{K_f \cdot B_m \cdot f \cdot J \cdot K_u} = \frac{\left(\sum_i V_i \cdot I_i\right) \cdot 10^4}{K_f \cdot B_m \cdot f \cdot J \cdot K_u} \quad \left[\mathrm{cm}^4\right]$$

Cálculo de la Potencia Aparente

$$FP = \frac{\langle P \rangle}{V_{RMS} \cdot I_{RMS}} = \frac{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T v(t) \cdot i(t) \cdot dt}{V_{RMS} \cdot I_{RMS}}$$

aplicándolo al diseño de un transformador, necesitamos calcular:

1.voltios-amperios, que podrán ser calculados a partir del FP y las potencias medias de primarios y secundarios.

$$\sum VA = \sum_i \frac{\left\langle P_{primario} \right\rangle_i}{FP_{p-i}} + \sum_j \frac{\left\langle P_{\sec undario} \right\rangle_j}{FP_{s-i}}$$

2. Factor de forma Kf.
   En general el factor de forma Kf se define como:

$$Kf = \frac{K}{\tau / T} \quad , \ \text{donde K} = \frac{\text{valor RMS de la tension aplicada en un periodo}}{\text{valor medio sobre } \tau}$$

τ es el tiempo que tarda el flujo desde cero a su valor maximo

Distinguiendo entre factor de potencia en primario y en secundario, obtendremos:

$$P_{Atotal} = \frac{P_{Ap} + P_{As}}{2}, \quad \text{donde} \quad P_{Ap} = \frac{P_{cc} + P_{rect} + P_t}{FP_p} \quad \text{y} \quad P_{As} = \frac{P_{cc} + P_{rect}}{FP_s}$$

siendo P_{Ap} = Potencia aparente de primario $\qquad$ P_{As} = Potencia aparente de secundario

P_{cc} = Potencia de salida en corriente continua $\qquad$ P_{rect} = Potencia de pérdidas del rectificador

P_t = Potencia de pérdidas del transformador