



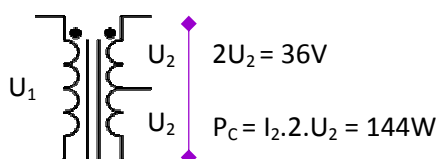
## TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

### Trabajo Práctico N° 5 TEMA: Transformadores

#### Enunciado

Diseñar un transformador con punto medio para tener una tensión en el secundario de 18+18v y una intensidad de corriente de 4A. La tensión en el primario es de 220v eficaces y la frecuencia de 50Hz en servicio continuo.

#### Resolución



La Relación de Transformación es:

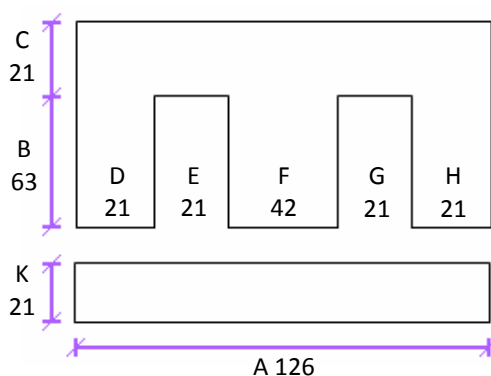
$$K = 2$$

A partir de ésta se calcula la superficie del núcleo:

$$S_N = K \cdot \sqrt{P_c} = 24 \text{ cm}^2 = 2400 \text{ mm}^2$$

Luego se elije el carretel por aproximación de superficie (Tabla 1) y el tipo de laminación con este carretel (Tabla2):

Carretel N°155E (42x60)mm = 2520mm<sup>2</sup>



Laminación  $\Rightarrow$  Peso por sección cuadrada = 3.1Kg

Se hace una regla de tres simples para encontrar el valor de la laminación cuando la superficie es rectangular:

$$P/42 \text{ --- } 3.1\text{Kg}$$

$$P/60 \text{ --- } X = 4.43\text{Kg de Fe}$$

La Relación de Transformación es igual a:

$$K = \frac{E}{N} = 4.44 \cdot S_N \cdot f \cdot B_{MAX} \cdot 10^{-8} \text{ V/v}$$



Se adopta  $B = 10\text{KG}$  para servicio continuo:

$$K = 0.63 \text{ V/v}$$

$$\begin{cases} E_1 \cong V_1 \\ E_2 \cong V_2 \end{cases} \begin{cases} N_1 = V_1/K = 220\text{V}/0.63 \text{ V/v} \cong 350\text{v} \\ N_2 = V_2/K = 36\text{V}/0.63 \text{ V/v} \cong 58\text{v} \end{cases}$$

A continuación se calcula la sección del alambre del bobinado secundario estableciendo como densidad de corriente  $\sigma = 4\text{A/mm}^2$ :

$$S_{\text{CU2}} = \frac{I_2}{\sigma} = 1\text{mm}^2$$

Con la Tabla 3 y utilizando el valor de la sección anterior, se encuentran los valores normalizados para la sección y para el diámetro del alambre:  $S_{\text{CU2}} = 1.038\text{mm}^2$  para  $\phi_2 = 1.15\text{mm}$

Para un rendimiento de:

$$\eta \cong 85\%$$

Encuentro la potencia  $P_1$  a partir de  $P_2 = 144\text{W}$ :

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{P_2}{\eta} \cong 169\text{W}$$

La corriente en el primario es:

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1} = 0.768\text{A}$$

Con esta corriente se encuentra la sección del alambre del bobinado primario:

$$S_{\text{CU1}} = \frac{I_1}{\sigma} = 0.19\text{mm}^2$$

Mediante la Tabla 3 se obtienen los valores normalizados para el diámetro y para una sección aproximada a la anterior:

$$S_{\text{CU1}} = 0.1963\text{mm}^2 \quad \phi_1 = 0.50\text{mm}$$

Teniendo los valores de sección y diámetro para ambos bobinados, se hace el cálculo del N° de espiras, de capas y del espesor:

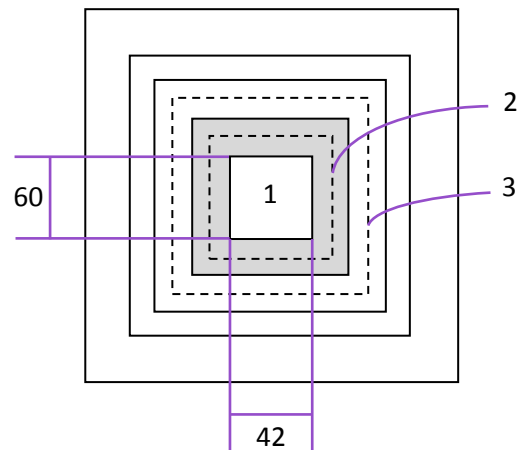
Primario

$$N^\circ \text{ espiras por capa} = \frac{B - 2\text{mm}}{\phi_1} = \frac{61\text{mm}}{0.5\text{mm}} = 122\text{v/capa}$$

$$N^\circ \text{ capas en bob}_1 = \frac{N_1}{N^\circ \text{ espiras por capa}} = \frac{350\text{v}}{122\text{v/capa}} \cong 3 \text{ capas}$$

$$\text{Espesor bob}_1 = N^\circ \text{ capas en bob}_1 \cdot \phi_1 = 1.5\text{mm}$$

La figura siguiente muestra un esquema del núcleo visto desde abajo con el bobinado en F = 1:



La longitud media de una vuelta del bobinado es:

$$L_{m1} = 2 \cdot (42 + 2 + 1.5) + 2 \cdot (60 + 2 + 1.5) = 218 \text{ mm} = 0.218 \text{ m}$$

La longitud total de todas las vueltas del bobinado es:

$$L_{bob1} = L_{m1} \cdot N_1 \cong 74 \text{ m}$$

La resistencia total del bobinado se encuentra utilizando la Tabla 3 de donde se obtiene el valor de la Resistencia Eléctrica por metro de alambre:

$$R_1 = R_1 [\Omega/\text{m}] \cdot L_{bob1} = 0.0891 \Omega/\text{m} \cdot 74 \text{ m} = 6.6 \Omega \cong 7 \Omega$$

Secundario

$$N^\circ \text{ espiras por capa} = \frac{B - 2 \text{ mm}}{\phi_1} = \frac{61 \text{ mm}}{1.15 \text{ mm}} = 53 \text{ v/capa}$$

$$N^\circ \text{ capas en bob}_2 = \frac{N_2}{53 \text{ v/capa}} \cong 1 \text{ capa}$$

$$\text{Espesor bob}_2 = N^\circ \text{ capas en bob}_2 \cdot \phi_2 = 1.15 \text{ mm}$$

La longitud media de una espira es:

$$L_{m2} = 2 \cdot (42 + 2 + 1.5 + 2 + \text{esp}_2) + 2 \cdot (60 + 2 + 1.5 + 2 + \text{esp}_2) = 0.232 \text{ m}$$

La longitud total de todas las vueltas del bobinado es:

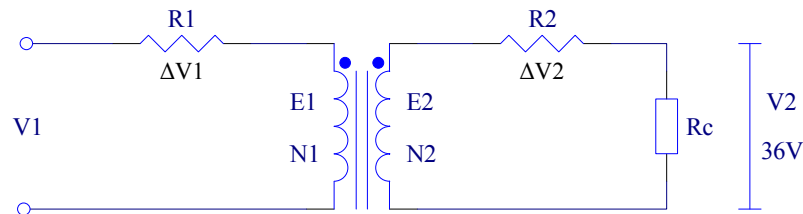
$$L_{bob2} = L_{m2} \cdot N_2 \cong 12.29 \text{ m} \cong 12.5 \text{ m}$$

Y la resistencia total del bobinado:

$$R_2 = R_2 [\Omega/\text{m}] \cdot L_{bob2} = 0.0168 \Omega/\text{m} \cdot 12.5 \text{ m} \cong 0.21 \Omega$$



El equivalente eléctrico del transformador se da a continuación:



Las resistencias en los bobinados producen caídas de tensiones por lo que se deben agregar o quitar vueltas en ambos bobinados para tener la tensión de salida deseada.

Caída de tensión en  $R_1$ :

$$\Delta V_1 = I_1 \cdot R_1 = 5.38V \cong 5V$$

Caída de tensión en  $R_2$ :

$$\Delta V_2 = I_2 \cdot R_2 = 4A \cdot 0.21\Omega = 0.84V \cong 1V$$

La fem en el primario es:

$$E_1 \cong V_1 - \Delta V_1 = 220V - 5V = 215V$$

Por la Relación de Transformación la fem en el secundario es:

$$E_2 = E_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} = 215V \cdot \frac{58v}{350v} = 35.6V \cong 36V$$

La tensión de salida en la carga es:

$$V_2 \cong E_2 - \Delta V_2 = 35V$$

En el primario se quitan vueltas del bobinado para tener una caída de tensión menor en  $R_1$ :

$$N^\circ \text{ de vueltas a quitar en 1ro} = \frac{\Delta V_1}{K} \cong 8v$$

$$\therefore N_1' = N_1 - 8v = 350v - 8v = 342v$$

En el secundario se agregan vueltas al bobinado para aumentar la caída de tensión y aproximarla al valor buscado  $V_2$ :

$$N^\circ \text{ de vueltas a sumar en 2ro} = \frac{\Delta V_2}{K} \cong 2v$$

$$\therefore N_2' = N_2 + 2v = 58v + 2v = 60v$$

De esta manera queda calculado el transformador.