



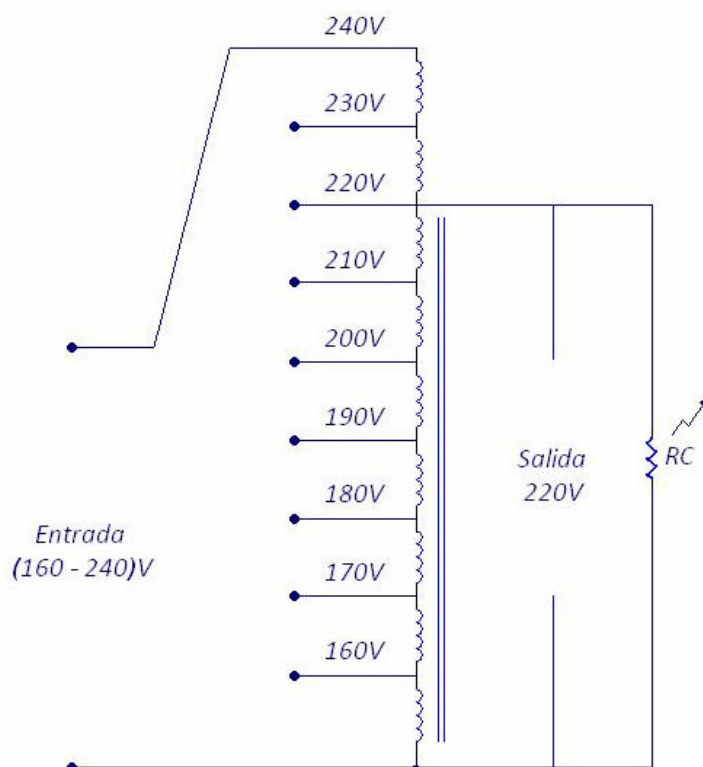
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Trabajo Práctico N° 6 TEMA: Autotransformadores

Enunciado

Diseñar un autotransformador para emplearlo como estabilizador de tensión cuya potencia en la salida debe ser de 1KW para 220V. La entrada puede variar entre 160 y 240V. Se busca que la variación sea de 10 en 10V.

Resolución



E_M = Tensión máxima en el primario = 240V

E_m = Tensión mínima en el primario = 160V

E_S = Tensión de salida = 220V

W_S = Potencia en la carga

W_a = Potencia que necesita transferir el primario al secundario a través del núcleo de Fe.

Se calcula W_a mediante la siguiente expresión:

$$W_a = \frac{E_M - E_m}{E_S} \cdot W_S$$

$$W_a = 363.63W \cong 364W$$



La sección del núcleo de hierro será:

$$S_N = K \cdot \sqrt{W_G} = 1.5 \cdot \sqrt{364} = 28.61 \text{ cm}^2$$

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

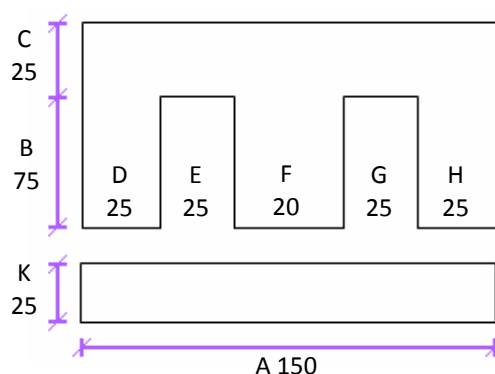
Carretel N°600 (50x60)mm = 3000mm²

Laminación \Rightarrow Peso por sección cuadrada = 5.4Kg

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

P/50 ____ 5.4Kg

P/60 ____ x = 6.48Kg de Fe



La Relación de Transformación es igual a:

$$K = 4.44 \cdot S_N \cdot B_{m\acute{a}x} \cdot f \cdot 10^{-8} \text{ V/v}$$

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

Se adopta B = 10KG para servicio continuo:

$$B_{m\acute{a}x} = 10 \text{ KGauss}$$

$$\begin{cases} E_1 \cong V_1 & N_1 = V_1 / K = 240 \text{ V/K} = 380 \text{ v} \\ E_2 \cong V_2 & N_2 = V_2 / K = 220 \text{ V/K} = 350 \text{ v} \end{cases}$$

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

$$S_{CU2} = \frac{1000 \text{ W} / 220 \text{ V}}{\sigma} = 1.14 \text{ mm}^2$$

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: $S_{CU2} = 1.1310 \text{ mm}^2$ para $\phi_2 = 1.20 \text{ mm}$ con $R_2 = 0.01547 \Omega/\text{m}$ y $P = 10.066 \text{ g/m}$

El rendimiento será:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{W_2}{W_G}$$

La corriente en el primario es:

$$I_1 = \frac{W_G}{E_M} = \frac{364 \text{ W}}{240 \text{ V}} = 1.51 \text{ A}$$



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

$$S_{CU1} = \frac{I_1}{\sigma} = 0.37 \text{ mm}^2$$

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

$$S_{CU1} = 0.38 \text{ mm}^2 \quad \phi_1 = 0.70 \text{ mm} \quad R_1 = 0.0455 \Omega/\text{m} \quad P = 3.42 \text{ g/m}$$

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

Primario

$$N^{\circ} \text{ espiras por capa} = \frac{B - 2 \text{ mm}}{\phi_1} = \frac{73 \text{ mm}}{0.70 \text{ mm}} \cong 105 \text{ v/capa}$$

$$N^{\circ} \text{ capas en bob}_1 = \frac{N_1}{N^{\circ} \text{ espiras por capa}} = \frac{380 \text{ v}}{105 \text{ v/capa}} \cong 4 \text{ capas}$$

$$\text{Espesor bob}_1 = N^{\circ} \text{ capas en bob}_1 \cdot \phi_1 = 2.8 \text{ mm}$$

La longitud media de una vuelta del bobinado es:

$$L_{m1} = 2 \cdot (50 + 2 + 2.8) + 2 \cdot (60 + 2 + 2.8) = 0.239 \text{ m}$$

La longitud total de todas las vueltas del bobinado es:

$$L_{bob1} = L_{m1} \cdot N_1 \cong 99 \text{ m}$$

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:

$$R_1 = R_1 [\Omega/\text{m}] \cdot L_{bob1} = 0.0455 \Omega/\text{m} \cdot 99 \text{ m} = 4.50 \Omega$$

El peso total del bobinado primario será:

$$P_1 = L_{bob1} \cdot 3.49 \text{ g/m} \cong 340 \text{ g} + 25 \text{ g} = 370 \text{ g}$$

Secundario

$$N^{\circ} \text{ espiras por capa} = \frac{B - 2 \text{ mm}}{\phi_2} = 61 \text{ v/capa}$$

$$N^{\circ} \text{ capas en bob}_2 = \frac{N_2}{N^{\circ} \text{ espiras por capa}} \cong 6 \text{ capas}$$

$$\text{Espesor bob}_2 = N^{\circ} \text{ capas en bob}_2 \cdot \phi_2 = 7.2 \text{ mm}$$

La longitud media de una espira es:

$$L_{m2} = 2 \cdot (50 + 2 + \text{esp}2 + 2 + \text{esp}2) + 2 \cdot (60 + 2 + \text{esp}2 + \text{esp}1 + 2) = 0.276 \text{ m}$$

La longitud total de todas las vueltas del bobinado es:

$$L_{bob2} = L_{m2} \cdot N_2 \cong 97 \text{ m}$$



Y la resistencia total del bobinado:

$$R_2 = R_2 [\Omega/m] \cdot L_{bob2} = 0.01547 \Omega/m \cdot 97m = 1.50\Omega$$

La sección total del autotransformador será:

$$S_{CU} = S_{CU1} \cdot N_1 + S_{CU2} \cdot N_2 = 144.4mm^2 + 396mm^2 = 5.40cm^2 \cong 5cm^2$$

Caída de tensión en R_1 :

$$\Delta V_1 = I_1 \cdot R_1 \cong 7V$$

Caída de tensión en R_2 :

$$\Delta V_2 = I_2 \cdot R_2 \cong 7V$$

La fem en el primario es:

$$E_1 \cong V_1 - \Delta V_1 = 233V$$

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

$$E_2 \cong E_1 \cdot \frac{N_2}{N_1} \cong 197v$$

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

$$N^\circ \text{ de vueltas a quitar en 1ro} = \frac{\Delta V_1}{K} \cong 12v$$

$$\therefore N'_1 = N_1 - 12v = 401v$$

En el secundario se agregan vueltas a bob₂ para aumentar la caída de tensión y aproximarla al valor buscado V_2 :

$$N^\circ \text{ de vueltas a sumar en 2ro} = \frac{\Delta V_2}{K} \cong 12v$$

$$\therefore N'_2 = N_2 + 12v = 362v$$

La siguiente tabla muestra la cantidad de espiras en el secundario para las distintas tensiones de salida:

0.63V	→	1v
N° V	→	X v
230V	→	365v
220V	→	362v
210V	→	334v
200V	→	318v
190V	→	302v
180V	→	286v
170V	→	270v
160V	→	254v