

EL42C – Conversión Electromecánica de la Energía

Ejercicio 3 – Diseño de transformador monofásico

Se desea diseñar un transformador o un autotransformador para la fuente de voltaje continuo que muestra la Figura 1, donde a partir de la red de 220[V], 50[Hz], se desea alimentar con 15[V] continuos a un equipo que requiere una potencia de 750[W].

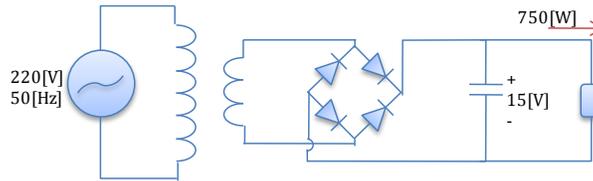


Figura 1: Circuito a diseñar

Para el diseño del transformador se dispone de láminas E-I, de acero silicoso de 0.5[mm] de espesor, de las dimensiones que se indican (en cm) en la Fig.2.

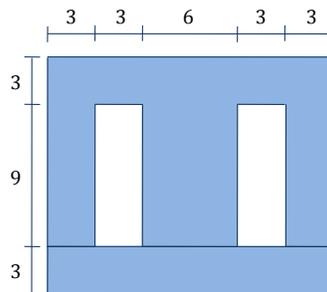


Figura 2: Núcleo de hierro utilizado

Asuma que la curva B-H de este material ferromagnético se comienza a saturar en 1.6[T], siendo su permeabilidad magnética $\approx 1,1 \cdot 10^3 \mu_0$ en la zona lineal.

a) Considerando ecuaciones de diseño simplificadas (de transformador ideal), encuentre las soluciones de mínimo costo para las alternativas como transformador y como autotransformador. Para ello asuma valores razonables de densidad de corriente, densidad de flujo, etc., justificándolos adecuadamente.

Compare técnica y económicamente las 2 soluciones; ¿cuál recomendaría?

Antecedentes:

- Considere que el condensador es tal que la componente continua en la carga es un 77% del voltaje máximo del secundario del transformador.
- Algunos conductores de cobre esmaltados de sección normalizada¹:

Nº AWG	Sección mm ²
10	5,26
11	4,17
12	3,30
13	2,62
14	2,03
15	1,65
16	1,31
17	1,04
18	0,822

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/American_wire_gauge

- Costo del Kg de cobre: \$17.000.-
 - Costo del Kg de acero silicoso: \$3.000.-
 - Densidad del fierro = 7,6 Kg/dm³
 - Densidad del cobre = 9,0 Kg/dm³
- b) Calcule los parámetros del circuito equivalente del transformador diseñado. Para ello emplee las relaciones adjuntas. Luego, evalúe el rendimiento del transformador y su voltaje secundario con carga nominal (600[W]), cuando el primario se alimenta con 220[V], 50[Hz].
- c) Rediseñe el transformador, para tener exactamente 12[V] en el secundario con carga nominal. Calcule y compare su rendimiento con el calculado en b) para la solución anterior.

(Si lo considera necesario, para desarrollar este ejercicio utilice los apuntes de diseño de transformadores que se encuentran en u-cursos; y si lo desea, utilice las curvas BH y B-pérdidas de las laminaciones de acero silicoso que allí se entregan)

ANEXO

PARÁMETROS:

Resistencias de los enrollados:

Se evalúan simplemente con

$$r = \frac{\rho l}{S_c}$$

donde $l[m]$ es la longitud total del alambre del enrollado (= N^2 de vueltas por la longitud media por vuelta), $\rho = 0.020[\Omega \text{ mm}^2/m]$ es la resistividad del cobre a temperatura de trabajo y $S_c[\text{mm}^2]$ es la sección del conductor.

Reactancias de fuga:

$$x_1 + x_2' = \frac{3.5 \cdot N_1^2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_L \cdot L}{3} + D_G \cdot G + \frac{D_H \cdot H}{3} \right)}{10^4 \left[l + \frac{L + G + H}{3} \right]}$$

donde las dimensiones [m] son las de la figura siguiente:

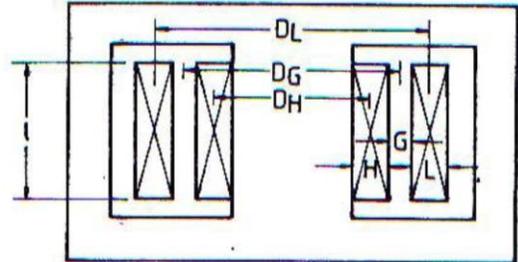


Figura 3: Dimensiones para el cálculo de reactancias de fuga

Reactancia de magnetización:

$$x_m = 2\pi f N_1^2 \mu_{Fe} \frac{A}{l_m}$$

donde $A[m^2]$ es el área transversal de la columna central del núcleo y $l_m[m]$ la trayectoria media del núcleo de la Figura 3.

Resistencia de pérdidas en el núcleo:

$$r_{Fe} = V_1^2 / \left[m_{Fe} \cdot \left(\frac{W}{Kg} \right) \right]$$

donde $m_{Fe}[kg]$ es la masa del núcleo y (W/Kg) son las pérdidas específicas del núcleo para la frecuencia de operación. Para el caso de 50[Hz] considere:

B _{máx} [T]	0	0,3	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
W/Kg	0	0,25	0,7	1,3	1,7	2,3	2,75	3,2	3,7	4,3	4,8