



Instituto Tecnológico de Las Américas

Departamento de Mecatrónica

Título de Practica:

Diseño del Transformador

Estudiantes:

Nelson J. Ramirez

Matricula:

2021-0360

Asignatura:

Circuitos Eléctricos 2

Docente:

Obed Hernández Castillo

Fecha:

04/04/2023

Introducción

El Transformador es un dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más, y que se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA) aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas. La bobina conectada a la fuente de energía se llama bobina primaria. Las demás bobinas reciben el nombre de bobinas secundarias. Un transformador cuyo voltaje secundario sea superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor. El producto de intensidad de corriente por voltaje es constante en cada juego de bobinas, de forma que en un transformador elevador el aumento de voltaje de la bobina secundaria viene acompañado por la correspondiente disminución de corriente.

Los transformadores se utilizan hasta en casa, en donde es necesario para aumentar o disminuir el voltaje que está impartido por la compañía que está distribuyendo la electricidad a estas, además sirve para resolver muchos problemas eléctricos.

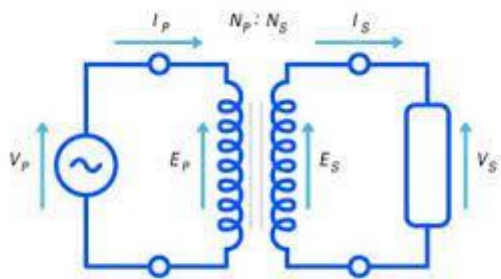
Partes del transformador

Núcleo: es el centro del transformador. En él circula el campo electromagnético producido por los devanados y su función es mantener ese flujo magnético contenido para evitar las pérdidas producidas por las corrientes de Foucault.

Bobinas: normalmente están compuestas por hilos de cobre enrollados alrededor del núcleo. Son las que producen el cambio de voltaje. El número de vueltas (espiras) de cada bobina tiene relación directa con el voltaje; mientras más espiras, más voltaje.

Un transformador tiene, por lo menos, dos bobinas: una primaria, por donde entra la corriente, conocida como devanado primario; y una secundaria, por donde sale la corriente, conocida como devanado secundario

Aislantes: los elementos de un transformador (núcleo, devanado primario y devanado secundario, y cada espira) se encuentran separados entre sí por un aislante, debido a que cada uno de ellos tiene tensiones diferentes.



Desarrollo

Se desea construir un Transformador para un UPS con las siguientes características:

Un bobinado primario con un tap para 115V voltios y otro para 215 V. Tendremos dos bobinados Secundarios y varios taps según el bobinado. En el bobinado Secundario (1) tendremos una bobina para 6 voltios y soportara un amperaje máximo de 1A, en el bobinado Secundario (2) Tendremos una bobina con varios taps 3, 6, 9, 12 y 24 Voltios.

Usando su matricula ej: 2017-2029

Deberá tomar todos los números para hacer el cálculo de su Transformador donde $A=2.017\text{ cm}$ y $B=2.029\text{ cm}$ y su multiplicación será el Área o sección del núcleo. Si los últimos cuatro números son menores a 2000 entonces le sumará 2150 y seguirá el proceso indicado mas arriba.

El trabajo debe incluir:

- Cálculos del transformador (Potencia, voltaje, Corriente etc.).
- Vueltas para cada bobinado y Tap, Calibre de cable utilizado, y cálculo de libra de alambre estimado Potencia máxima del transformador.
- Corriente máxima de corto circuito pudieran soportar el alambre basado en su calibre.
- Cuál será el calibre perfecto para el bobinado secundario (S1) de forma que se ahorre dinero, explique por qué lo escogió.
- Foto de CAD o un simple Paint de como quedaría su Transformador, Carrete y Secciones de la chapa.
- ¿Se pudiera conectar un pequeño motor de 0.145 HP a 24 voltios a su transformador sabiendo que funcionara correctamente y no se quemara el transformador? (Responda en base a la potencia y corriente de su transformador).

Ensamble del Transformador

Matrícula 2021-0393

Área del transformador.

$$A = 2.021\text{cm}; B = 0.360 + 2.150 = 2.51\text{cm}.$$

$$A*B = \text{Área} = 2.021\text{cm} * 2.51\text{cm} = 5.072\text{cm}^2.$$

Potencia Máxima del transformador.

$$P (\text{máx.}) = (\text{Área})^2.$$

$$P (\text{máx.}) = (5.072)^2 = 25.725 \text{ Watt}.$$

Bobinado Primario.

Espiras por voltio ($E*V$).

K (Constante) = 40; Sn = Sección núcleo.

$$E*V = \frac{K}{Sn}.$$

$$E*V = \frac{40}{5.072\text{cm}^2}.$$

$$E*V = 7.88 \text{ Espiras x voltio}.$$

$$\text{Espiras} = (E*V) * (V).$$

$$\text{Espiras}_{115v} = (7.886) * (115).$$

$$\text{Espiras}_{115v} = 904.59 \text{ Espiras} \approx 905 \text{ Espiras}.$$

$$\text{Espiras}_{215v} = (7.886) * (215).$$

$$\text{Espiras}_{215v} = 1691.19 \text{ Espiras} \approx 1692 \text{ Espiras}.$$

Bobinado Secundario 1 (S1)

$$\text{Espiras}_{6v} = (7.886) * (6v).$$

$$\text{Espiras}_{6v} = 47.196 \text{ Espiras} \approx 48 \text{ Espiras}.$$

Bobinado Secundario 2 (S2)

3 voltios

$$\text{Espiras}_{3v} = (7.783) * (3v).$$

$$\text{Espiras}_{3v} = 23.598 \text{ Espiras} \approx 24 \text{ Espiras}.$$

6 voltios

$$\text{Espiras}_{6v} = (7.783) * (6v).$$

$$\text{Espiras}_{6v} = 47.196 \text{ Espiras} \approx 48 \text{ Espiras}.$$

9 voltios

$$\text{Espiras}_{9v} = (7.783) * (9v).$$

$$\text{Espiras}_{9v} = 70.794 \text{ Espiras} \approx 71 \text{ Espiras}.$$

12 voltios

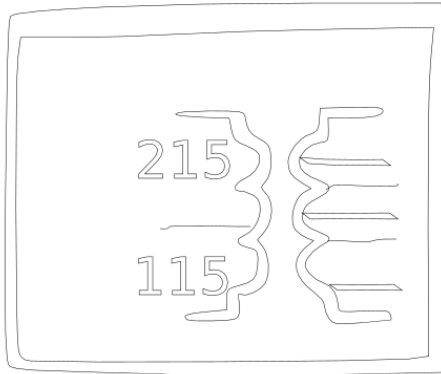
$$\text{Espiras}_{12v} = (7.783) * (12v).$$

$$\text{Espiras}_{12v} = 94.392 \text{ Espiras} \approx 95 \text{ Espiras}.$$

24 voltios

$$\text{Espiras}_{24v} = (7.783) * (24v).$$

$$\text{Espiras}_{24v} = 188.784 \text{ Espiras} \approx 189 \text{ Espiras.}$$



Corriente del primario

$$I_{115v} = \frac{W}{V} = \frac{25.725}{115V} = 223mA$$

$$I_{215v} = \frac{W}{V} = \frac{25.725W}{215V} = 119mA$$

Corriente del Secundario (S1)

$$I_{6v} = 1A$$

$$W = V * I = 6v * 1A = 6W$$

Corriente del secundario (S2)

$$I_{24v} = \frac{W}{V} = \frac{19.725W}{24V} = 19.7mA$$

Alambre seleccionado para el primario
(Tabla AWG al final).

Según la corriente máxima que pasará por la bobina primaria será de 223mA, el calibre AWG más próximo es 27, este tolera hasta una corriente de 0.29A, que sería equivalente a 290mA.

La corriente máxima para el secundario 1 (S1) es de 1 ampere, por lo que un alambre calibre 21 será ideal este soporta hasta 1.2 amperes. Y para el secundario 2 (S2) será de calibre 22, ya que este soporta hasta 0.92A.

Calculo de libras de Alambre del Primario

1 espira es igual a $2(A + B)$.

$$1 \text{ espira} = 2(2.021cm + 2.51cm) = 9.062cm.$$

Bobinado Primario

$$1674 \text{ Espiras} * \frac{9.062cm}{1 \text{ espira}} = 15,169.788cm = 151.69m.$$

Calibre 27 tiene un peso de 0.91kg * Km.

$$Km = 1000 \text{ metros.}$$

$$151.69m * \frac{0.91kg}{1000m} = 0.13803kg.$$

$$1kg = 2.204lb$$

Bobinado Secundario 1 (S1)

$$47 \text{ Espiras} * \frac{9.128cm}{1 \text{ espira}} = 429.016cm = 4.29016m.$$

Calibre 21 tiene un peso de 3.64kg * Km.

$$Km = 1000 \text{ metros.}$$

$$4.29016m * \frac{3.64kg}{1000m} = 0.01562kg.$$

$$1kg = 2.204lb$$

$$= 0.03443lb \text{ de alambre calibre 21.}$$

Bobinado Secundario 2 (S2)

$$187 \text{ Espiras} * \frac{9.062cm}{1 \text{ espira}} = 1694.594cm$$

Calibre 22 tiene un peso de 2.89kg * Km.

$$Km = 1000 \text{ metros.}$$

$$17.06936m * \frac{2.89kg}{1000m} = 0.049330kg.$$

$$1\text{kg} = 2.204\text{lb}$$

Corriente máxima de corto Circuito

$$I_{cc} = 0.8 * \frac{V}{R}$$

Calibre 27

$$R = 170 * \frac{\Omega}{\text{km}} * 0.1528027\text{km} = 26\Omega$$

$$I_{cc} = 0.8 * \frac{215V}{26\Omega} = 6.615A; \quad I_{cc} = 0.8 * \frac{115V}{26\Omega} = 3.538A;$$

Calibre 21

$$R = 41.46 * \frac{\Omega}{\text{km}} * 0.00429016\text{km} = 0.178\Omega$$

$$I_{cc} = 0.8 * \frac{6V}{0.178\Omega} = 33.71A;$$

Calibre 22

$$R = 51.5 * \frac{\Omega}{\text{km}} * 0.0171\text{km} = 0.881\Omega$$

$$I_{cc} = 0.8 * \frac{24V}{0.881\Omega} = 21.793A;$$

¿Se pudiera conectar un pequeño motor de 0.145 HP a 24 voltios a su

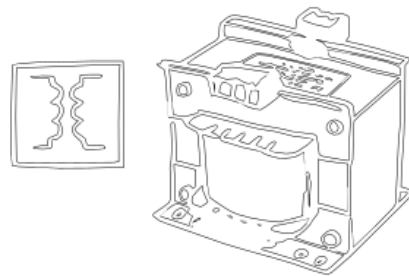
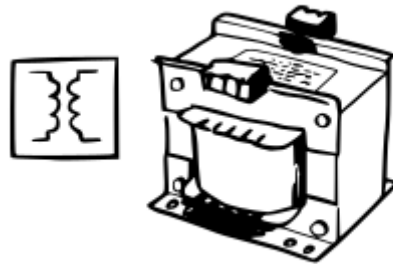
transformador sabiendo que funcionara correctamente y no se quemara el

transformador? (Responda en base a la potencia y corriente de su transformador)

No sería posible, el transformador que acabamos de construir es de 0.026KW y 0.145HP son iguales a 0.108KW y como vemos el transformador no tiene ni un cuarto de la potencia necesaria para mover ese motor.

Ahora yéndonos por el amperaje el transformador en la salida de 24v, maneja una corriente de 850mA y haciendo despeje tenemos que $108W/24V = 4.5A$. como

vemos el transformador se fundiría tratando de arrancar ese motor.



Cálculos del transformador hecho en físico.

Este transformador fue diseñado con un bobinado primario a 120 V y una bobina secundaria, de 12 V que soporta una corriente de 7A

Calculamos la potencia:

$$\text{Bobinado secundario } 1 = 12V \times 7A = 84W$$

$$84W = 84W$$

Como es un transformador personalizado decidimos buscar un carrete que según la sección del núcleo entregue algo más de 100 W comercialmente.

Pero en la electrónica estaban agotados carretes más exactos.

Por lo tanto, tuvimos que trabajar con:

La sección del núcleo = A x B

$$A = 4.5 \text{ cm } B = 6 \text{ cm}$$

$$\text{La sección del núcleo} = 4.5 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} = 27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Potencia máxima} = S_n^2 = (27 \text{ cm})^2 = 729 \text{ W}$$

- ✓ Calculamos la corriente para el bobinado primario:

$$V_p = 120 \text{ V}$$

$$P_p = 84 \text{ W}$$

$$I_p = 84 \text{ W} / 120 \text{ V} = 0.7 \text{ A}$$

La corriente del bobinado secundario ya la conocemos.

- ✓ Calibre del cobre esmaltado para los bobinados:

Según la corriente máxima que soporta cada bobinado seleccionamos el calibre del cobre esmaltado. Tomando como referencia el AWG.

$$\text{Para el bobinado primario: } 120 \text{ V} \rightarrow 0.7 \text{ A}$$

Calibre # 21 (1,2 A) dentro de los parámetros.

Pero en la tienda no había el valor mas próximo que tenían era #19 (2A).

$$\text{Para el bobinado secundario 2: } 12\text{V} \rightarrow 7 \text{ A}$$

Calibre # 12 (9,5 A) dentro de los parámetros.

Pero en la tienda no había, e; valor más próximo que tenían era #13 (7.5A).

- ✓ Cálculo para el numero de espiras en los bobinados:

Se calcula el número de espiras por voltio: Constante 42 en la ecuación.

$$\#E.V = \frac{42}{S_n} = \frac{42}{27 \text{ cm}^2} = 1.556 \approx 2 \text{ Esp.Volt}$$

Para 1 Voltio tenemos 1.556 espiras, entonces:

El número de espiras en el primario = **Numero de espiras por voltio x Voltaje en el primario**

$$\#E_p = \#E.V \times V_p \rightarrow \#E_p = 1.556 \text{ E.V} \times 120 \text{ V} = 186.72 \approx 187 \text{ Esp.}$$

El número de espiras en el secundario 1 = **Numero de espiras por voltio x Voltaje en el secundario 1**

$$\#E_{S1} = \#E.V \times V_{S1} \rightarrow \#E_p = 1.556 \text{ E.V} \times 12 \text{ V} = 18.672 \approx 19 \text{ Esp.}$$

- ✓ Cálculo de metros de cable que necesitamos para los bobinados:

Una espira o vuelta = $2(A+B) = 2(4.5+6) = 21$ esto es la suma de la longitud de los lados del carrete donde vamos a envolver el cable.

Primario. El calibre del cable es # 19 (2 A)

Entonces:

La longitud del cable = número de espiras que lleva el bobinado primario x el equivalente a una vuelta en cm.

$$L_{cp} = \#E_p \times 21 \text{ cm} = 186.72 \text{ E} \times 21 \text{ cm} = 3,927 \text{ cm} \rightarrow 39.27 \text{ m}$$

La longitud del cable para el primario es de 39.27 metros.

Secundario 1. El calibre del cable es # 13 (7.5 A)

$$L_{cS1} = \#E_{S1} \times 21 \text{ cm} = 19 \text{ E} \times 21 \text{ cm} = 399 \text{ cm} \rightarrow 3.99 \text{ m}$$

La longitud del cable para el secundario 1 es de 3.99 metros.

✓ **Cálculo de libra de alambre estimado.**

De acuerdo con el calibre que seleccionamos para los bobinados vamos a la tabla AWG y vemos el peso en Kg/Km de cada alambre.

#19 = 5.79 Kg/Km peso del conductor.

Aplicamos regla de tres:

1000 m → 5.79 Kg

39.27m

$$\text{Peso} = \frac{39.27m \times 5.79kg}{1000m} = 0.2274Kg \rightarrow \mathbf{227.4g}$$

Pasamos de gramos a libras:

$$\mathbf{g = 0.002204 L}$$

$$\text{Peso} = \frac{227.4g \times 0.002204L}{1g} = \mathbf{0.5012L} \rightarrow \text{media libra.}$$

#13 = 23.3 Kg/Km peso del conductor.

Aplicamos regla de tres:

1000 m → 23.3 Kg

3.99 m

$$\text{Peso} = \frac{3.99m \times 23.3kg}{1000m} = 0.09297 \text{ Kg} \rightarrow \mathbf{92.967g}$$

Pasamos de gramos a libras:

$$\mathbf{1g = 0.002204L}$$

92.967g

$$\text{Peso} = \frac{92.967g \times 0.002204L}{1g} = \mathbf{0.2049 L} \rightarrow \text{algo menos de 1/4 de libra.}$$

Anexo

Tabla (AWG)

Número AWG	Diámetro de mm	Sección en mm ²	Número de espiras x cm	Kg. por kilómetro	Resistencia en Ω por Km	Corriente en Amperios
0000	11,86	107,2	-	-	0,168	319
000	10,40	85,3	-	-	0,197	240
00	9,226	67,43	-	-	0,252	190
0	8,252	53,48	-	-	0,317	150
1	7,348	42,41	-	375	0,40	120
2	6,544	33,63	-	295	0,40	96
3	5,827	26,67	-	237	0,63	78
4	5,189	21,15	-	188	0,80	60
5	4,621	16,67	-	149	1,01	48
6	4,115	13,30	-	118	1,27	38
7	3,665	10,55	-	94	1,70	30
8	3,264	8,36	-	74	2,03	24
9	2,906	6,63	-	58,9	2,56	19
10	2,588	5,26	-	46,8	3,23	15
11	2,305	4,17	-	32,1	4,07	12
12	2,053	3,31	-	29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63	-	23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6
21	0,7230	0,41	12,8	3,64	41,46	1,2
22	0,6438	0,33	14,4	2,89	51,5	0,92
23	0,5733	0,26	16,0	2,29	56,4	0,73
24	0,5106	0,20	18,0	1,82	85,0	0,58
25	0,4547	0,16	20,0	1,44	106,2	0,46
26	0,4049	0,13	22,8	1,14	130,7	0,37
27	0,3606	0,10	25,6	0,91	170,0	0,29
28	0,3211	0,08	28,4	0,72	212,5	0,23
29	0,2859	0,064	32,4	0,57	265,6	0,18
30	0,2546	0,051	35,6	0,45	333,3	0,15
31	0,2268	0,040	39,8	0,36	425,0	0,11
32	0,2019	0,032	44,5	0,28	531,2	0,09
33	0,1798	0,0254	50,0	0,23	669,3	0,072
34	0,1601	0,0201	56,0	0,18	845,8	0,057
35	0,1426	0,0159	62,3	0,14	1069,0	0,045
36	0,1270	0,0127	69,0	0,10	1338,0	0,036
37	0,1131	0,0100	78,0	0,089	1700,0	0,028
38	0,1007	0,0079	82,3	0,070	2152,0	0,022
39	0,0897	0,0063	97,5	0,056	2696,0	0,017
40	0,0799	0,0050	111,0	0,044	3400,0	0,014
41	0,0711	0,0040	126,8	0,035	4250,0	0,011
42	0,0633	0,0032	138,9	0,028	5312,0	0,009
43	0,0564	0,0025	15,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

Construcción Evidencias

