

Lo que trataremos en este suplemento, es la construcción y su cálculo correspondiente, para así ampliar los conocimientos sobre la materia que ya tiene el alumno.

1.- TRANSFORMADOR DE PODER.

En la lección N° 34 se vió la importancia grande de los transformadores de poder (llamados también de fuerza); son llamados así, pues son en definitiva los que producen toda la tensión (poder o fuerza del aparato) que hará funcionar el receptor o amplificador.

El alumno ya ha aprendido a diferenciar que no es lo mismo un transformador que alimenta un receptor de 5, 8 ó más válvulas; la diferencia estriba en que a cantidad mayor de válvulas, la diferencia mayor consumo; y el transformador (que es donde descansa dicho consumo) debe ser fabricado teniendo muy en cuenta este dato.

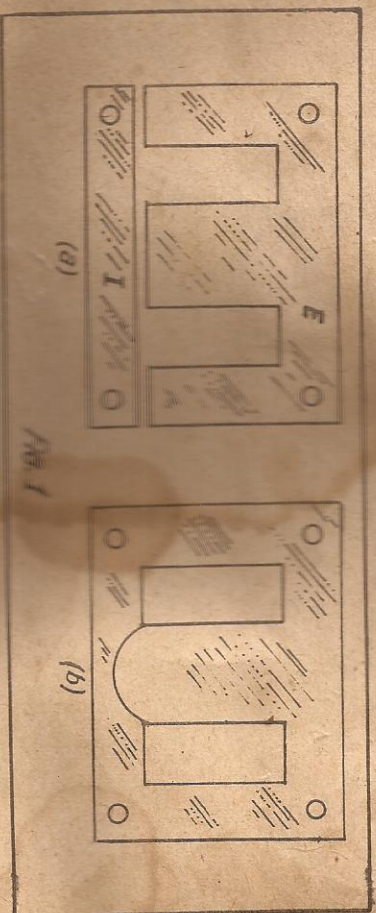
El núcleo de los transformadores no es de un solo bloque, sino que está constituido por una cierta cantidad de chapas superpuestas,

las cuales están aisladas entre sí por una capa de barniz o composición similar.

Esto se hace, a fin de evitar al máximo las pérdidas que inexactamente se producen en el núcleo, por efecto de Histerisis y por corrientes parásitas o de Foucault.

Las llamadas pérdidas por Histerisis son producidas según la calidad del hierro a usar; esto se evita usando para el núcleo, un hierro cuyo poder de magnetización remanente sea muy chico (Hierro Silicio).

Las corrientes de Foucault son aquellas que circulan por lo general por la superficie o periferia de los conductores (en este caso por la superficie del bloque del núcleo). Esta corriente se evita en sumo grado, laminando el bloque del hierro en chapas superpuestas de poco espesor y aislándolas entre sí.



En la figura N° 1 se muestra una chapa laminada de un tipo de núcleo muy usado. La forma que se muestra (forma E y la chapa aparte forma I) es prácticamente universalmente usada en transformadores de poder; en la figura 1 (b) se muestra una laminación de la misma forma pero sin tener la parte "I" separada.

Existen otras formas de laminaciones, pero son usadas por lo ge-

neral para otros usos y algunas se emplean en transformadores de poder pero para usos como amplificadores de alto poder, etc.

En la figura N° 2 se ve el núcleo completo pero sin el bobinado. (Se recomienda observar bien la sección del núcleo - la parte cuadrada - pues pronto nos referiremos a ello)

Tanto la figura N° 1 como la N° 2 son algo menor del tamaño natural.

2. CALCULO DE UN TRANSFORMADOR DE PODER - CONSUMO DEL RECEPTOR.

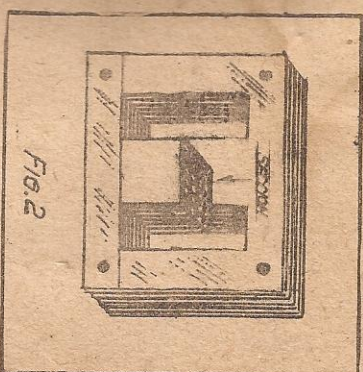
Encararemos a continuación el cálculo completo, para poder construir un transformador de poder destinado a un receptor común de radiotelefonía.

Como primer paso para el cálculo es averiguar el consumo a que estará expuesto dicho transformador, o sea, saber en que tipo de receptor se usará, la cantidad y tipos de válvulas que llevará.

Pondremos un caso completamente práctico y moderno. El alumno ya conoce el receptor Astor 13 T.A.; este es de ambas corrientes, pero si se quisiera armar el mismo tipo en corriente alternada únicamente, no habría grandes dificultades; la firma Astor (fabricantes de las bobinas) tiene este caso previsto, pues el mismo circuito viene tanto para ambas como para corriente alternada solamente.

El circuito en sí tiene varias modificaciones, pero para no complicar el problema, pues no viene al caso, solo diremos aquí que un circuito de alternada con respecto a otro de ambas corrientes, la diferencia fundamental son las válvulas.

En este caso, para poder convertir el circuito en alternada usare-



mos un juego de válvulas conocidas y que serían: 6A8 + 6K7 + 6Q7 - 6F6 - 5Y3, estas válvulas reemplazarían al juego del Astor 13 T.A. en el mismo orden (UCH 41 - UF 41 - UBC41 - UL41 - UY41). También se podrían reemplazar por el juego de técnica E, pero para el caso nuestro es lo mismo.

Lo primero que tenemos que averiguar para saber el consumo del receptor, es calcular el consumo de las válvulas que se usarán.

Como ya sabemos el tipo de cada una de ellas, nos remitimos al manual R.C.A. y extraemos los consumos de los diferentes electrodos de cada tipo de válvula.

Estos datos los resumiremos en un cuadro, (figura 3) de manera de tenerlos bien claros.

FIGURA Nº 3

TIPO	FILAMENTO		INTENSIDAD MA		
	Volts	Intensidad A	Placa A	Pantalla	Otras Grillas
6A8	6,3	0,3	3,5	2,7	4,4
6K7	6,3	0,3	10,5	2,6	-
6Q7	6,3	0,3	1,1	-	-
6F6	6,3	0,7	38	12	-
Total	-	1,6	53,1	17,3	4,4
5Y3	5	2			

El transformador que estamos calculando, consta de un primario y tres secundarios, Figura Nº 4 de página siguiente, donde:

P : Primario a conectar a una línea de corriente alternada de 220 volts.

S.1 : Secundario que alimenta únicamente el filamento de la válvula rectificadora 5Y3, y que da 5 volts. (sin punto medio).

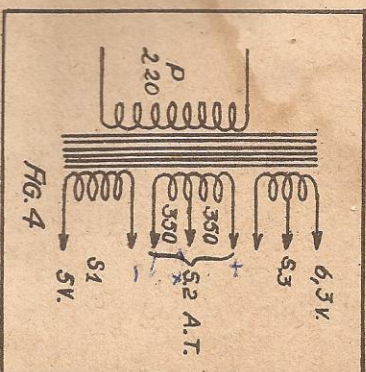
S.2 : Secundario de alta tensión que alimenta las placas de la válvula rectificadora 5Y3 (350 volts por rama). Con punto medio.

S.T.7.

S.3 : Secundario que alimenta los filamentos de todas las válvulas menos el de la rectificadora. Da 6,3 volts (con punto medio).

Ya sabemos el valor de tensión que nos tiene que proveer los secundarios. El valor de tensión de placas de la rectificadora (alta tensión), también la averiguamos en el manual R.C.A.; en él vemos que para las placas de la 5Y3 da un total de 700 volts entre placas (también se puede llegar a 1.000).

Este valor de 700 volts o sea 350 por rama es completamente práctico y lo que se usa, aproximadamente.



Las intensidades que deben soportar los secundarios S.1 y S3 ya las sabemos; (ver cuadro figura 3); para el secundario 1 es directamente un valor de 2 amperes y para el S.3 tenemos que sumar las intensidades de filamento de cada válvula (menos la rectificadora) y obtenemos un total de 1,6.

Nº 2. Nos resta averiguar qué consumo debe soportar el secundario

Para este cálculo, se debe sumar todos los consumos de los diferentes electrodos de todas las válvulas exceptuando la rectificadora y los filamentos (ya los tenemos y son alimentados por S.1 y S.3).

Efectuando dicha suma (tabla figura 3) obtenemos un total de 74,8 miliamperes (mA) el que redondeamos a 80 mA.

Se efectúa esta aproximación a 80 mA. pues en la práctica se usa 80 - 100 - 120 y 150 mA. en lo que a recepción se refiere, y así el alumno se acostumbra a trabajar con valores normales y prácticos; por otro lado la diferencia de 74,8 a 80 mA. es a favor del mismo.

De acuerdo a los datos que hemos sacado procederemos a habilitar otra tabla (figura 5 de página siguiente) y en ella se colocarán los

S.T.7

FIGURA N° 5

Bobinado	Volts	Amperes	Watts	Espiras	mms Diám. alam.	Esp x capa	N° cap.	mms Alt. Bob.	mms Alt. Aisl.	mms Alt. Total
Primario	220	0,273	60	1208	0,38	126	10	3,8	0,6	4,4
Sec 1	5	2	10	28	1	48	1	1	0,15	1,15
	350									
Sec 2	+	0,080	28	3,850	0,22	218	18	3,96	1,00	4,96
	350									
Sec 3	6,3	1,6	11	35	0,90	53	1	0,90	0,15	1,05
Total							30	9,66	1,90	11,56

valores ya sacados y dejaremos espacio para los nuevos cálculos que iremos hallando.

Si multiplicamos el valor de la tensión que desarrolla cada secundario por la intensidad de consumo, obtendremos el valor de la potencia que tendría cada uno ($W = V \cdot I$). (Anotamos estos datos en la tabla de la figura 5).

De acuerdo a las potencias parciales de cada secundario, podemos sacar el total de la potencia que será absorbida por los secundarios, a saber:

S.1. 10 W
S.2. 28 W
S.3. 11 W
Total 49 Watts.

El total de la potencia de los secundarios es de 49 Watts.

Si este valor de potencia lo diéramos como potencia del primario, daríamos un valor erróneo.

Esto es debido a que en el núcleo existen pérdidas, (se disminuyen en parte, pero no total) también se pierde energía en el traspaso de la tensión del primario al secundario (pérdidas de líneas de fuerza); en consecuencia hay que calcular un porcentaje para compensar este escape.

El cálculo aproximado da un valor del 20% por pérdidas; se puede aplicar directamente la siguiente fórmula para calcular la potencia del primario, a saber:

$$W \text{ Primario} = W \text{ Secundario} + 20\%$$

En nuestro caso sería:

$$W \text{ Primario} = 49 + 10 = 59 \text{ Watts (redondeamos a 60 Watts.)}$$

También se usa otra fórmula para calcular la potencia del primario y que es:

$$W_p = \frac{5 \cdot W_s}{4}$$

donde:

W_p : Potencia del primario en Watts.

W_s : Potencia del secundario en Watts.

Cualquiera de las dos fórmulas nos da prácticamente un resultado similar, por lo tanto el resultado de 60 watts como valor de potencia en el primario queda fijo para este cálculo.

Sabiendo la tensión y la potencia del primario, aplicamos la Ley de Ohm y obtenemos el valor de intensidad de este bobinado:

$$W_p = V_p \cdot I_p$$

donde:

W_p : Potencia del primario en watts.

V_p : Tensión del primario en volts.

I_p : Intensidad del primario en amperes

Reemplazando tendríamos:

$$60 = 220 \times I_p$$

despejando:

$$I_p = \frac{60}{220} = 0,273 \text{ Amperes}$$

Este valor de 0,273 Amperes es la intensidad del primario y que junto con la potencia, la anotamos en el cuadro (figura 5).

3. SECCION DEL NUCLEO.- ELECCION DE LAMINACION.

En la figura 2 mostramos un núcleo en el cual se marcó especialmente su parte central.

Esta parte es la sección del mismo y tiene suma importancia, pues como veremos a continuación nos dará un valor tal que nos llevará a elegir el tipo de núcleo a usar (laminación).

La fórmula que nos lleva al cálculo de la sección del núcleo es la siguiente:

$$S = \frac{\sqrt{W}}{0,73}$$

donde:

- S : Sección del núcleo en cms².
W : Potencia del primario en Watta.
0,73 : Constante.

De acuerdo al valor hallado como potencia del primario, reemplazamos valores y:

$$S = \frac{\sqrt{60}}{0,73} = 10,6 \text{ cms}^2.$$

El valor de la sección del núcleo también puede ser hallado por medio de una curva.

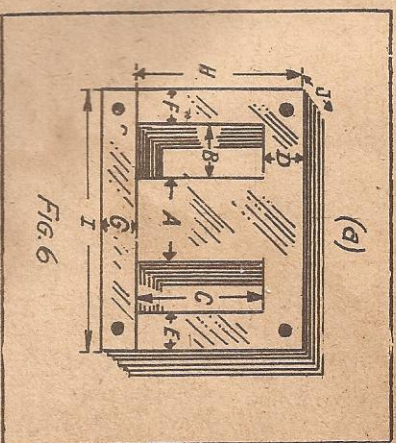
Hemos dado el sistema de fórmula por considerarlo más práctico (la curva no es publicada en todos los textos).

En la figura N° 6 mostramos una chapa de núcleo tipo standard, tamaño reducido; en 6 (b) se ven los valores de medidas en centímetros, de acuerdo a las letras de la laminación correspondiente.

De acuerdo al cálculo del valor de la sección, si nos fijamos en dicha tabla, observamos que 10,6 cms² no existe, usaremos el más cercano que es 10,25 cms².

El tipo de laminación que usaremos para la construcción y cálculo de este transformador es el que tiene el número 7 en la tabla de la figura 6. Tome el alumno muy en cuenta este detalle, pues todos los cálculos serán en base a este tipo de núcleo.

FIGURA N° 6 (b)



Laminación	En centímetros									Sección
	A	B	C	F-G	H	I				
N°1	1,35	0,8	2,05	0,65	2,7	4,2				1,82
N°2	1,6	0,9	2,35	0,8	3,2	4,8				2,56
N°3	1,9	1,0	2,85	0,95	3,8	5,7				3,61
N°4	2,25	1,1	3,3	1,1	4,4	6,7				5,1
N°5	2,54	1,25	3,8	1,25	5,1	7,6				6,45
N°6	2,9	1,45	4,3	1,45	5,7	8,6				8,4
N°7	3,2	1,6	4,8	1,6	6,4	9,6				10,25
N°8	3,5	1,75	5,2	1,75	7,0	10,5				12,25
N°9	3,85	1,9	5,7	1,9	7,6	11,5				14,8
10	4,2	2,1	6,3							17,7

La parte central que se marca en la figura N° 2, es como se indi-

c6, la sección del núcleo; dicha sección se obtiene de multiplicar el valor "A" por la profundidad del núcleo "J" (figura N° 6 a).

Las laminaciones se consiguen, por lo general, solicitando directamente las chapas de acuerdo al valor de la sección del núcleo; pero si quisiéramos saber cuántas chapas necesitaríamos para la fabricación del transformador que estamos calculando, procedamos de la siguiente manera; en nuestro caso sabemos que:

Sección del núcleo 10,25 cms²
 Valor de "A" 3,2 cms.

Si sabemos que:

Sección del núcleo = Valor de "A" por Valor de "J",

$$\text{Valor de "J"} = \frac{\text{Sección del núcleo}}{\text{Valor de "A"}}$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{"J"} = \frac{10,25}{3,2} = 3,2 \text{ cms.}$$

10 = 4,26 cms.

Ahora bien, para saber cuántas chapas necesitamos, primero averiguamos el espesor de las mismas, y sabiendo este dato, dividimos el valor de "J" hallado, o sea, la profundidad (que nos da el conjunto de las chapas que forman el núcleo) por el valor de espesor de cada chapa.

En las laminaciones comunes de transformadores baratos se usan chapas de 0,8 mms. de espesor y en los transformadores especiales de 0,2 a 0,4 mms. (cuanto menor es el espesor, menores serán las pérdidas y en consecuencia mayor el rendimiento del transformador); nosotros elegiremos un término medio de 0,5 mms. (Valor usado aproximadamente en transformadores de silicio para recepción).

En consecuencia, tendremos: "J" = 32 mms. (3,2 cms)

Espesor de las chapas = 0,5 mms.

Dividimos y:

$$\text{Cantidad de chapas a usar} = \frac{\text{Valor de "J"}}{\text{Espesor}}$$

S.T.7.

Reemplacemos:

$$\text{Cantidad de chapas a usar} = \frac{32}{0,5} = 64 \text{ chapas.}$$

Tendremos que usar, en consecuencia, 64 chapas de un espesor de 0,5 mms. cada una, para formar el núcleo a usar que nos dé 10,25 cms² de sección.

4. Cálculo del Número de Espiras del Bobinado.- Espiras del Primario.

La fórmula que nos da el cálculo para hallar el número de espiras necesarios del bobinado primario es:

$$N_p = \frac{V \cdot 100.000.000}{4,44 \cdot f \cdot S \cdot B}$$

donde:

- Np : Número de espiras del primario.
- V : Tensión aplicada al primario en volts.
- f : Frecuencia de la corriente alterna del primario, en ciclos.
- S : Sección del núcleo, en centímetros cuadrados.
- B : Inducción magnética del núcleo, en gauss.

El valor de 4,44 es una constante.

La cantidad de 100.000.000 es el resultado de una reducción de diferentes tipos de medidas (C.G.S. y M.K.S) (No se aclara más, pues no es necesario para este fin).

De los valores de esta fórmula, el único valor que no estamos ya familiarizados es el de B.

B es inducción magnética, o sea cantidad de líneas de fuerza por centímetro cuadrado que circulan por el núcleo; su valor está dado por la calidad del núcleo a usar, o sea, según el tipo de hierro.

Existen tablas al respecto, publicadas por los fabricantes de chapas de laminación (no las damos a conocer, por no extender el tema):

S.T.7.

de ellas hemos extractado los datos necesarios para nuestro caso, y el valor óptimo para un núcleo como el que estamos calculando, es de: $B = 8.000$ gauss.

El valor de B no se puede elegir arbitrariamente y no es factible de disminuirse ni aumentarse a grosso modo, pues depende de la calidad del hierro a usar.

El valor de inducción magnética B tiene que ser exactamente el que nos marcan las tablas; pues si fuera más se llegaría a la saturación del núcleo.

El valor de 8.000 gauss es común entre los hierros tipo silicio para transformadores; existen laminaciones para transformadores especiales que pueden llegar a un valor de hasta 12.000 gauss de inducción magnética.

Como ya sabemos todos los valores de la fórmula antedicha, iremos directamente al cálculo para saber el número de espiras que le corresponde al bobinado primario, a saber:

$$N_p = \frac{220 \times 100.000.000}{4,44 \times 50 \times 10,25 \times 8.000} = 1.208 \text{ espiras}$$

En consecuencia, en el primario necesitamos una cantidad de espiras igual a 1.208.

4. b. NUMERO DE ESPIRAS POR VOLTS.

Ya sabemos la cantidad de espiras del primario, también conocemos el valor de la tensión con que trabajará, por lo tanto para poder seguir con el cálculo de las espiras de los secundarios, el primer paso a dar es averiguar el número de espiras por volts que le corresponde al primario

Este valor es muy fácil de hallar, pues, dividiendo el número de espiras por la tensión, tenemos solucionado el problema, a saber:

$$N_v = \frac{N_p}{V_p}$$

donde:

N_v : Número de espiras por volts del primario.

N_p : Número de espiras del primario.

V_p : Tensión del primario en volts.

reemplazando, tenemos:

$$N_v = \frac{1.208}{220} = 5,49 \text{ espiras por volt.}$$

Este valor lo redondeamos directamente a 5,5 espiras por volt.

4. c. NUMERO DE ESPIRAS DE LOS SECUNDARIOS.

Conociendo ya el número de espiras por volt, para averiguar la cantidad de espiras de cada secundario, solo tenemos que multiplicar la tensión que dará cada uno de ellos por el valor de espiras por volt hallado.

En consecuencia:

$$\begin{array}{l} \text{Secundario N}^\circ 1: N_v \cdot V : 5 \times 5,5 = 27,5 \text{ espiras} \\ \text{Secundario N}^\circ 2: N_v \cdot V : 350 \times 2 \times 5,5 = 3.850 \text{ espiras} \\ \text{Secundario N}^\circ 3: N_v \cdot V : 6,3 \times 5,5 = 34,65 \text{ espiras.} \end{array}$$

Las espiras del secundario N°1 las redondeamos a 28.

Las espiras del secundario N°2 las redondeamos a 35.

El valor de 350 x 2, del secundario N°3 es por que tenemos dos ramas (una por cada placa de la 5V3). Estos nuevos cálculos los vamos agregando en la tabla de la figura 5.

5. ALAMBRE A USAR Y CALIBRE DEL MISMO.

El paso siguiente es fijar el tipo de alambre que se usará, y el calibre (diámetro) para cada bobinado.

La clase de alambre que es usado para los diferentes bobinados en las distintas máquinas eléctricas (Motores, Dinamos, Transformadores, etc.) es de cobre; y con las siguientes variaciones en lo que a

aislación se refiere:

- a) Alambre de cobre desnudo con esmalte.
- b) Alambre de cobre esmaltado con 1 capa de algodón.
- c) Alambre de cobre esmaltado con 1 capa de seda.
- d) Alambre de cobre desnudo con 1 capa de algodón.
- e) Alambre de cobre desnudo con 2 capas de algodón.
- f) Alambre de cobre desnudo con 1 capa de seda.
- g) Alambre de cobre desnudo con 2 capas de seda.

Los alambres esmaltados y desnudos con capas de seda o algodón, son usados para máquinas tipo generadores, dínamos y transformadores grandes; donde la tensión en juego es alta y en consecuencia se hace necesario usar aislantes de mayor poder.

En nuestro caso, como las tensiones no son exorbitantes, (podrían llegar a 1.000 ó 1.300 volts en caso extremos) usaremos el alambre de cobre aislado con esmalte (Es el tipo que se usa en la práctica).

Ya tenemos la clase de alambre a usar, nos falta averiguar los distintos diámetros que corresponden según los bobinados.

Para fijar estos valores seguiremos el siguiente razonamiento: Se calcula que para los transformadores que efectúan un trabajo permanente (las 24 horas continuadas) corresponde un máximo de 2 amperes por mm^2 de sección de alambre; y para el caso de trabajos intermitentes se toman 3 amperes por mm^2 de sección, aclarando:

Trabajo Permanente: 2 amperes por mm^2 de sección.
Trabajo Intermitente: 3 amperes por mm^2 de sección.

Actualmente, en la práctica, se usa entre 3 y 5 amperes por mm^2 según sea el trabajo del transformador; pero nosotros nos quedaremos con los valores de 2 y 3 amperes, pues de esta manera tenemos siempre a favor una seguridad en cuanto al recalentamiento del alambre se refiere.

El uso de un aparato de radiotelefonía, nunca es permanente; en consecuencia, calcularemos 3 amperes por mm^2 de sección.

S.T.7.

Sabiendo la intensidad por milímetro cuadrado, y teniendo también los valores de corriente que circularán por los diferentes bobinados, estamos en condiciones de calcular los diámetros correspondientes a los mismos.

Si: por 1 mm^2 corresponden 3 amperes, dividiendo las intensidades de cada bobinado por el valor de 3 amperes, sabremos qué sección corresponda a cada uno. Es decir:

Intensidad del bobinado : Sección del alambre de cada bobinado.
Amperes x mm^2 de sección

5 a). ALAMBRE A USAR EN EL PRIMARIO.

De acuerdo a lo explicado anteriormente, tendríamos:

Intensidad del primario: 0,273 amperes

Sección a usar : $\frac{0,273}{3}$: 0,091 mm^2 de sección.

De acuerdo a tablas existentes al efecto, reducimos la sección en diámetro y:

0,096 mm^2 de sección : 0,35 mm diámetro alambre desnudo.

(Se tomó 0,096 en lugar de 0,091 por ser más práctico).

Este valor es el diámetro del alambre desnudo, o sea sin el esmalte aislante, como tenemos que usar el esmaltado, volvemos a la tabla y de acuerdo al diámetro del alambre desnudo sacamos el mismo con esmalte, o sea:

Alambre desnudo: 0,35 mm Alambre esmaltado: 0,38 mm.

En consecuencia para el primario tenemos que usar alambre esmaltado de 0,38 mm. de diámetro.

5 b). ALAMBRE A USAR EN EL SECUNDARIO N°1 (5 Volts).

Intensidad del secundario N°1 : 2 amperes

Sección a usar : $\frac{2}{3}$: 0,666 mm^2 .

Sección : 0,666 mm² = 0,95 mm de diámetro (el más aproximado)
 Alambre desnudo: 0,95 mm. ; alambre esmaltado: 1 mm de diámetro.

El secundario N°1 necesita alambre con esmalte de 1 mm de diámetro.

5 c). ALAMBRE A USAR EN EL SECUNDARIO N°2 (A.T) 700 VOLTS.

Intensidad del secundario N°2: 0,080 amperes

Sección a usar.....: $\frac{0,080}{3}$: 0,0266 mm² de sección

Sección : 0,20 mm. de diámetro (el más aproximado).

Alambre desnudo: 0,20 mm. alambre esmaltado: 0,22 mm. diámetro.

El secundario N°2 deberá usar alambre esmaltado de 0,22 mm. de diámetro.

5 d). ALAMBRE A USAR EN EL SECUNDARIO N°3 (6,3 VOLTS).

Intensidad del secundario N°3: 1,6 amperes

Sección a usar.....: $\frac{1,6}{3}$: 0,533 mm² de sección.

Sección : 0,533 mm² 0,85 mm. diámetro (el más aproximado).
 Alambre desnudo: 0,85 mm alambre esmaltado: 0,90 mm.

El secundario N°3 será bobinado con alambre esmaltado de 0,90 mm. de diámetro.

De acuerdo a estos datos, formamos un cuadrito, que nos servirá como ayuda memoria:

Bobinado	Sección	Cobre desnudo	Cobre esmaltado
Primario	0,091	0,35	0,38
Sec.1	0,666	0,95	1,00
Sec.2	0,0266	0,20	0,22
Sec.3	0,533	0,85	0,90

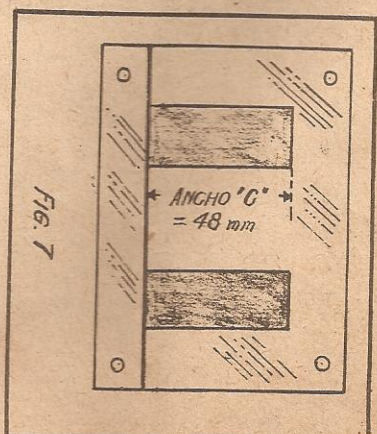
También colocamos estos datos en el cuadro de la figura N°5.

6. ESPIRAS POR CAPA Y NUMERO DE CAPAS DE CADA BOBINADO.

Reconstruyamos una chapa del núcleo que estamos usando tal cual se ve en la figura N°7.

El bobinado va colocado en el espacio que hemos sombreado en la figura.

El ancho que ocupa el mismo, es el marcado con la letra "C" (ver cuadro figura 6) que en nuestro caso (laminación N°7) es de 4,8 cms. o sea 48 mms.



Como los bobinados se van haciendo en capas superpuestas, cada capa ocupará, lógicamente, un ancho de 48 mms.; en el caso del primario que tenemos un alambre de 0,38 mms. de diámetro, si colocamos una espira al lado de la otra, Cuántas espiras nos entrará en una capa?, pues para averiguarlo solo nos hace falta dividir el valor del ancho del núcleo "C" por el diámetro del alambre, es decir, que:

$$\text{Espiras por capa primario: } \frac{\text{Ancho "C"}}{\text{Diámetro alambre}}$$

reemplazando:

$$\text{Espiras por capa primario: } \frac{48}{0,38} = 126 \text{ espiras.}$$

Siendo la cantidad de espiras de este bobinado de 1.208, para calcular el número de capas solo tenemos que dividir el total de espiras por la cantidad de estas por capas, o sea:

$$\text{Número de capas del primario: } \frac{\text{N° de espiras del primario}}{\text{N° de espiras por capa}}$$

reemplazando:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de capas: } \frac{1.208}{126} : 9,5$$

Tendríamos nueve capas y media, que redondeamos a 10 directamente.

Siguiendo el mismo método, calculemos el secundario N°1:

$$\text{Espiras por capa del secundario N}^{\circ}1: \frac{\text{Ancho "C"}}{\text{Diámetro de alambre}}$$

reemplazando:

$$\text{Espiras por capa del secundario N}^{\circ}1: \frac{48}{1} : 48 \text{ espiras}$$

Siendo solamente el total de espiras de este secundario igual a 28, con una sola capa tenemos ya cubierto el bobinado. (Solamente cubriremos algo más de la mitad del ancho, pero calculamos el total). El secundario N°2 tendrá:

$$\text{Espiras por capa del Secundario N}^{\circ}2: \frac{\text{Ancho "C"}}{\text{Diámetro del alambre}}$$

reemplazando:

$$\text{Espiras por capa del secundario N}^{\circ}2: \frac{48}{0,22} : 218 \text{ espiras.}$$

El total de espiras de este bobinado es de 3.850 (1.925 x 2), en consecuencia:

$$\text{Número de capas: } \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de espiras del secundario N}^{\circ}2}{\text{N}^{\circ} \text{ de espiras por capa del secundario N}^{\circ}2}$$

reemplazando:

$$\text{Número de capas: } \frac{3.850}{218} : 17,6 \text{ que redondeamos a 18 capas.}$$

S.T.7.

El secundario N°3 tendrá:

$$\text{Espiras por capa del secundario N}^{\circ}3: \frac{\text{Ancho "C"}}{\text{Diámetro del alambre}}$$

reemplazando:

$$\text{Espiras por capa del secundario N}^{\circ}3: \frac{48}{0,90} : 53 \text{ espiras}$$

Como este secundario tiene 35 espiras en total, con una sola capa lo bobinamos.

De acuerdo a la cantidad de capas que tenemos que bobinar por cada arrollamiento, calcularemos la altura de los mismos.

El método a seguir para este cálculo es como sigue:

Se multiplica el diámetro del alambre por la cantidad de capas y lógicamente obtenemos la altura del bobinado correspondiente (No olvidemos que se bobina una capa encima de la otra). Para el primario, tenemos:

Altura del primario: Diámetro del alambre por N° de capas.

Altura del primario: 0,38 x 10 : 3,8 mms.

Para el secundario N°1:

Altura del secundario N°1: Diámetro del alambre por N° de capas

Altura del secundario N°1: 1 x 1 : 1 mm.

Para el secundario N°2:

Altura del secundario N°2: Diámetro del alambre por N° de capas

Altura del secundario N°2: 0,22 x 18 : 3,96 mms.

Para el secundario N°3:

Altura del secundario N°3: Diámetro del alambre por N° de capas

Altura del secundario N°3: 0,90 x 1 : 0,90 mms.

Resumamos todo lo calculado en este párrafo en el cuadrado si-

S.T.7

fuente: (Se agrega a la tabla de la figura 6)

Bobinado	Espiras por capa	Nº de capas	Altura
Primario	126	10	3,80
Sec. 1	48	1	1,00
Sec. 2	218	18	3,96
Sec. 3	53	1	0,90
TOTAL		30	9,66

7. AISLANTES, ALTURA TOTAL Y PORCENTAJE DE CONSTRUCCION.-

El total de espiras que nos dan los cuatro bobinados es de 9,66 mms.; este valor de altura es llamado neto.

Es denominado así, pues no hemos calculado ninguna otra cosa que no sea el alambre; pero todavía nos falta un paso muy principal y que es la colocación de los aislantes.

El tipo y espesor de estos aislantes dependen directamente de la tensión puesta en juego por el transformador que se está calculando.

En este caso se usa un aislante entre bobinados que es cartón prespan de 0,10 mms. de espesor y para aislar cada una de las capas usaremos papel manteca de un espesor de 0,05 de mms.

De acuerdo a esto, tendremos que calcular la altura que se sumará a la ya calculada, a saber:

- 4 Aislantes entre bobinados de 0,1 c/u 0,4
- 10 Aislantes entre capas del primario de 0,05 c/u..... 0,5
- 1 Aislante entre capa del secundario Nº1 de 0,05 0,05
- 18 Aislantes entre capas del secundario Nº2 de 0,05 c/u... 0,90
- 1 Aislante entre capas del secundario Nº3 de 0,05 0,05
- Total altura de los aislantes 1,90 mms

Este valor de la altura de los aislantes tendremos que sumarlo a la altura total de los bobinados, para así calcular el total de altura entre los dos.

Altura total bobinados: Altura neta bobinados más altura aislantes
Altura total bobinados: 9,66 + 1,90 : 11,56 mms.

Lo único que nos falta, es agregarle la altura del carrete sobre el cual se construirá el transformador.

Este carrete se arma por lo general con cartón prespan de un espesor de 0,5 a 0,7 mms., nosotros calcularemos el máximo (mayor consistencia, siempre estamos a tiempo de bajar este valor si el cálculo no diera); es decir, que a la altura total calculada le tendremos que agregar este valor de 0,7 mms. que es el espesor del carrete.

Altura total definitiva del transformador es:
Altura total bobinados más altura del carrete, o sea:

$$11,56 + 0,7 : 12,26 \text{ mms.}$$

Habiendo terminado el cálculo del transformador, tenemos que la altura total del mismo es de 12,26 mms.

El espacio donde debe entrar todo este bobinado ya terminado es el marcado con la letra "B" (ver tabla de figura 6) y que de acuerdo a la laminación por nosotros elegida (Nº7) es de 1,6 cms. o sea 16 mms. (Este espacio "B" es llamado ventanilla del núcleo).

Para saber si el bobinado entrará perfectamente en el núcleo y si la altura de ventanilla "B" dará para la altura del bobinado calculado, se efectúa una operación que denominaremos porcentaje de construcción.

$$\% \text{ de construcción: } \frac{\text{Altura total del bobinado}}{\text{Altura "B" de ventanilla}}$$

Para que el bobinado calculado sea factible de colocarlo en el núcleo, este valor de porcentaje no debe pasar del 90%.

Reemplacemos por sus valores numéricos y tendremos:

$$\% \text{ de Construcción: } \frac{12,26}{16} : 83\%$$

En consecuencia el cálculo nos dá perfectamente y el transforma-

der se puede construir sin ningún inconveniente.

En este caso que el cálculo nos dió un buen porcentaje de construcción, (hasta el 90% es permitido) se puede aumentar un poco el espesor de los aislantes usados, tanto entre capas como entre bobinados; también se puede aumentar de a poco el espesor del alambre a usar; en una palabra que el alumno puede rehacer los cálculos llevando en aumento primero, los aislantes y después los diámetros de los alambres a usar; pero siempre teniendo en cuenta que el valor del % de construcción no suba del 90%.

Además, estas variaciones de los cálculos le servirán como práctica para su mejor aprendizaje.

En el cuadro de la figura N°5 hemos recopilado el total de datos calculados.

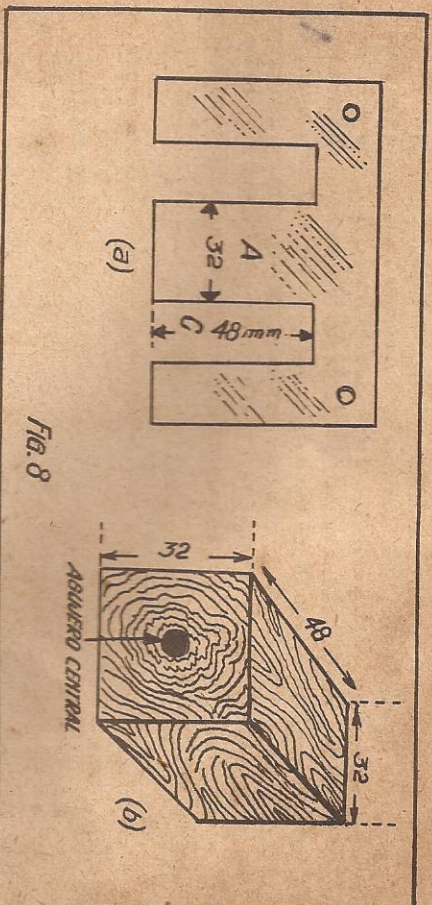
8. CONSTRUCCION DEL TRANSFORMADOR CALCULADO.

El cuadro de la figura 6 con todos los datos del transformador que vamos a construir, debe tenerse permanentemente en cuenta para evitar errores.

El primer paso para iniciar la construcción es preparar un carrete de cartón prespan de 0,7 mms. de espesor (valor calculado); este carrete tiene que tener exactamente las medidas de la parte central del núcleo; para construirlo hay que armarlo sobre un molde de madera (también puede ser de metal), que sea una reproducción exacta de la parte central del núcleo. (figura N°8 de página siguiente), similar a lo visto en la figura N°6.

En la figura 8 (a) se muestra una chapa del núcleo a usar y en (b) se dibujó el taco de madera sobre el cual armaremos el carrete; observese que las medidas concuerda: "A" 32 mms. y "C" 48 mms.

El alumno puede ver que dicho molde de madera está agujereado en el centro. Se recomienda mucho que las medidas de este taco sean lo más exactas posible, pues al terminar el bobinado se retira el taco y se coloca el núcleo; y salta a la vista que cualquier error dificultará enormemente la colocación de las chapas.



mamente la colocación de las chapas.

Si el error de medidas del taco de madera fuera grande o estuviera fuera de escuadría, se podría llegar a que las chapas del núcleo no entraran en el hueco dejado por aquel y todo el trabajo del bobinado se perdería; por esta razón insistimos en este detalle.

En la figura 9 de página siguiente, se muestra el desarrollo del cartón para preparar el carrete y también el mismo terminado.

La terminación de este carrete debe hacerse pegándolo con cola y encima una tira engomada, tal como se muestra en la figura 9 (b), tratando que no se pueda separar evitando de esta manera que se mueva mientras estamos bobinando.

Como suponemos que por lo regular se carece de máquina de bobinar, trataremos de explicar al alumno cómo puede ingeniarse para improvisarse una con medios rudimentarios y económicos.

Las herramientas necesarias serían, un berbiquí (máquina de agujerear a mano), y una morsa chica, elementos que por lo general no faltan en nuestro hogar.

Se fija el carrete que contiene el alambre a bobinar sobre una va-

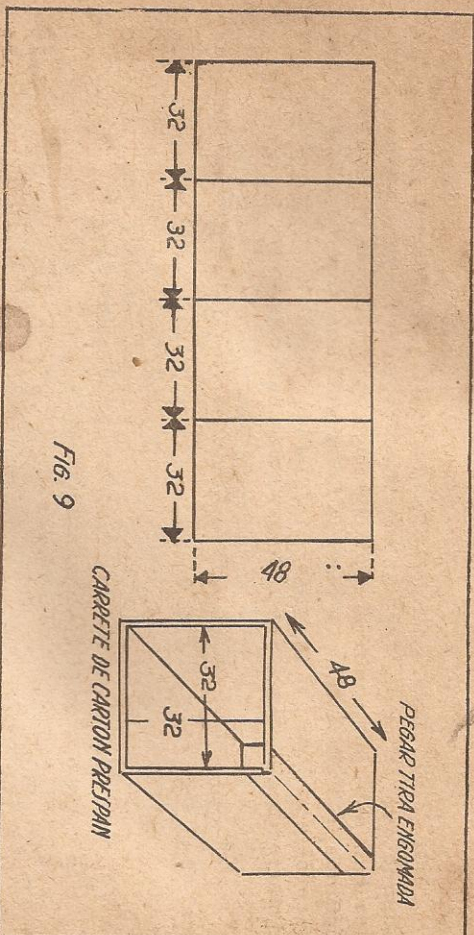


Fig. 9

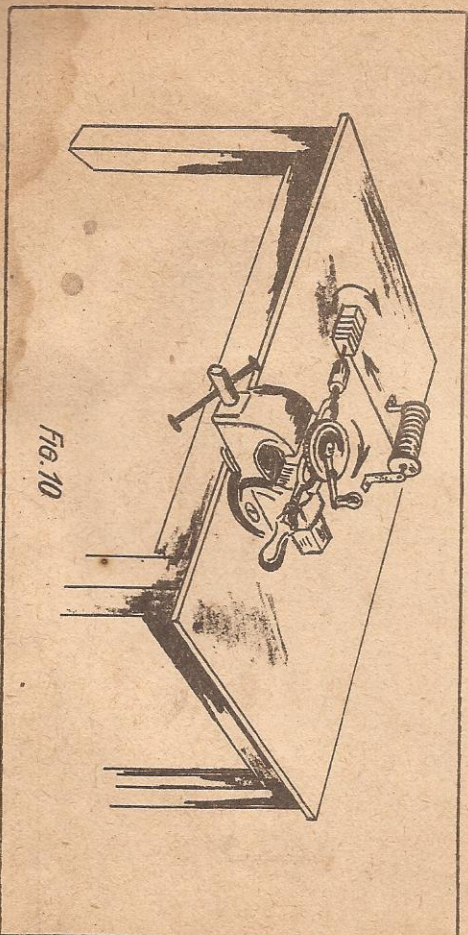


Fig. 10

rilla (la varilla pasa totalmente sobre el agujero que ya tiene el carrete), se fija dicho alambre sobre el extremo de una mesa común y a una distancia que puede variar de 50 cms. a 1 metro, se coloca la morsa que nos mantendrá el berbiquí fijo; sobre el mandril del mismo colocamos el carrete sobre el cual bobinaremos el transformador de manera que pueda girar al mover la manija de la máquina de agujerear; y de esta manera podremos ir bobinando. La figura 10 nos muestra aproxima-

damente como se puede efectuar todo lo dicho.

De esta manera sencilla y económica le podemos garantizar al alumno que se puede efectuar este trabajo, pues muchos transformadores han sido bobinados de esta manera rudimentaria y con resultados óptimos (lógicamente no para la fabricación en gran escala, sino para hacerse uno para uso personal). Dejamos librado al ingenio del alumno el perfeccionar al máximo este sistema casero.

El orden en que deben irse bobinando los diferentes arrollamientos, es el siguiente:

- 1º : Se bobina el Primario.
- 2º : Se bobina el Secundario N°2 (Alta Tensión)
- 3º : Se bobina el Secundario N°3 (6,3 volts)
- 4º : Se bobina el Secundario N°1 (5 volts)

Al empezar el primario (lo mismo para todos los demás arrollamientos) hay que tener en cuenta el asegurar el principio del alambre y fijarse sobre qué lado debe tener lugar la salida de las conexiones (entrada y salida de los bobinados). La figura 11 nos ilustra al respecto.

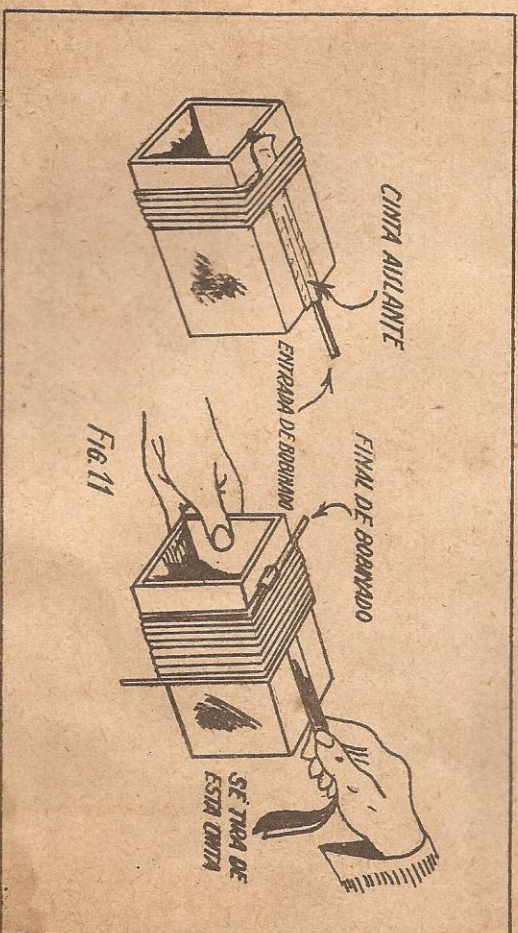


Fig. 11

Los terminales de los arrollamientos deben salir por la misma

cara del carrete (por ambos lados, pero misma cara). Si se sacara en ángulo recto una conexión con respecto a la otra, el trabajo quedaría inutilizado pues no hay que olvidar que dos caras del carrete quedan cerradas al colocar el núcleo de hierro.

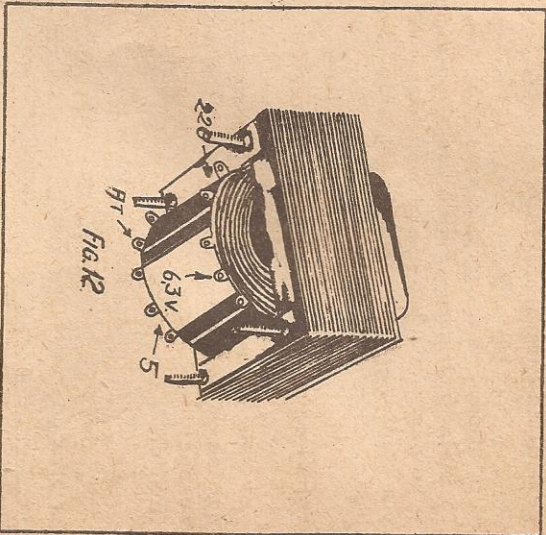
Por lo general en los transformadores comerciales los bobinados se sacan: por una cara los arrollamientos del Primario y Secundario N° 3 (6,3 volts) juntos; y sobre la cara opuesta los Secundarios N° 1 (5 volts) y N° 2 (alta tensión) también juntos. (Ver figura 12). En este trabajo se tomará esta norma, se recomendará en consecuencia no olvidar este detalle al sacar los extremos de los bobinados.

Tener presente de ir colocando entre cada capa del primario el aislante de papel manteca.

Este aislante no debe ser superpuesto al juntarse en los extremos, pues no olvidarse que si encimamos un extremo con otro, la altura calculada de 0,05 por capa se convertirla en $0,05 + 0,05 = 0,1$ y la altura total variará corriendo el peligro de no dar el valor de ventanilla "B" al tener que colocar el núcleo.

Una vez terminado el bobinado primario, se lo aísla con el cartón prespan de 0,1 mms. de espesor ya calculado (al terminar la última capa colocar primero el aislante 0,05 y encima de éste al prespan de 0,1) y se procede a bobinar el segundo arrollamiento que es el de alta tensión (Secundario N° 2).

Se va colocando los aislantes correspondientes entre capa y capa y al llegar a la cantidad de 1.925 espiras tenemos que sacar el punto medio, es completamente importante sacar este punto medio lo más exactamente posible, es decir, que tiéne que ser a las 1.925 espiras, pa-



ra evitar diferencias de tensiones entre las dos ramas.

La figura N° 13 nos ilustra perfectamente cómo se debe sacar la derivación central de este bobinado.

Una vez terminado este bobinado se lo aísla tal como se hizo con el primario y se procede a bobinar el secundario N° 3 y a continuación el secundario N° 1.

Al bobinar el secundario N° 3 (6,3 volts) no olvidar sacar el punto medio.

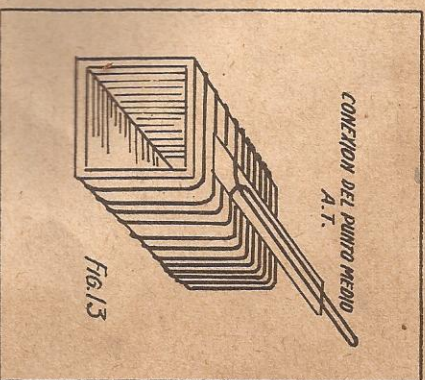
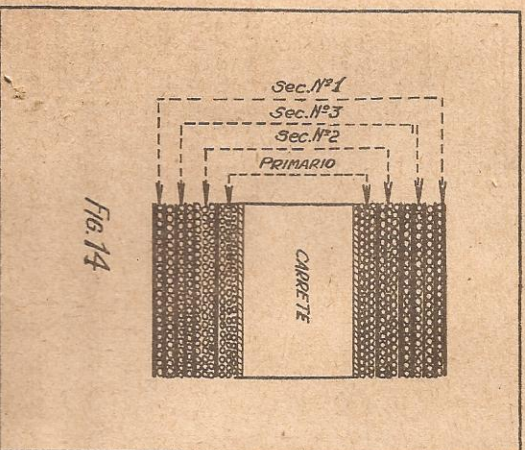
Se siguen las mismas instrucciones que las dadas para el primario, ya sea con respecto a las aislaciones como con respecto a la salida del principio y final de cada bobinado.

Se recomienda que las espiras estén bien apretadas una junto con la otra para así llegar a la cantidad de espiras por capa calculada.

A medida que se va bobinando, tratar que estén los arrollamientos apretados, para evitar juego entre los mismos.

Una vez terminado todo el transformador, se procede a colocar el último cartón aislante (0,1) y ya tenemos listo el bobinado. La figura N° 14 nos muestra un corte del bobinado ya terminado.

Se saca el molde (taco de madera) del bobinado y se procede a efectuar un baño aislante, se puede amarrar el bobinado con hilo si se viera que estuviera algo flojo (este hilo se saca al terminar el



baño).

Este aislante es de mucha seguridad, pues le saca la humedad propia del ambiente, que se deposita en los arrollamientos y aislantes, y automáticamente refuerza la aislación del transformador.

Los aislantes más usados para este baño son la parafina, o cera; se usa mucho un barniz especial que se vende al efecto; pero por ser de costo elevado y no venderse en cantidades pequeñas, recomendamos la cera o parafina.

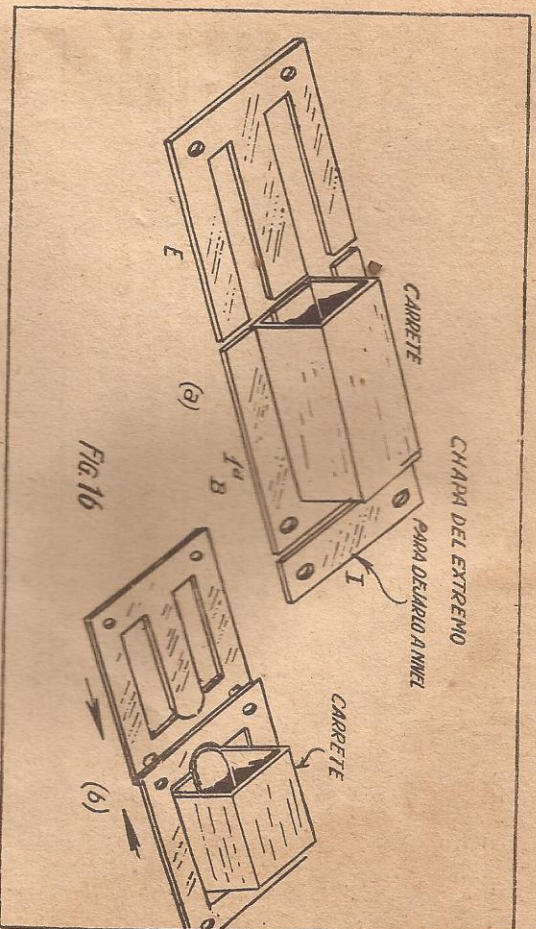
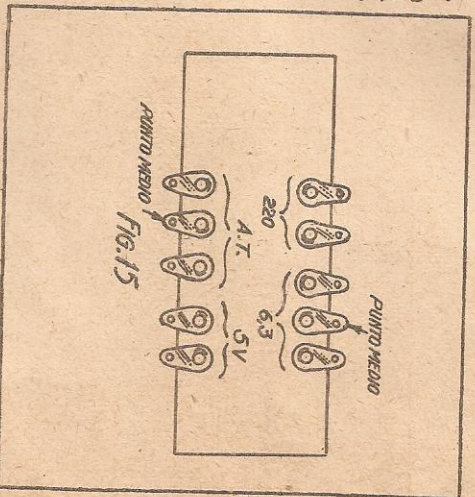
Sobre un recipiente bien amplio se procede a diluir una cantidad de cera o parafina que alcance para que el bobinado quede totalmente sumergido; una vez en estado líquido el aislante, se ata el bobinado con un alambre o hilo y se le sumerge de manera que sea cubierto por la cera o parafina; se lo deja unos 15 a 20 minutos y después, procediendo a escurirlo muy bien se le deja secar, dando por terminado el proceso del baño aislante.

Antes de proceder a colocar las chapas en el bobinado, se coloca un cartón prespan de 0,1 mm. sobre el cual marcamos y colocamos los terminales de los bobinados para así poder individualizarlos. Figura Nº15.

Este último cartón con terminales (podemos llamarlo tablero de conexiones) nos sirve también para proteger todo el bobinado contra las aristas o posibles rebarbas que puedan tener las chapas.

Estado todo listo procederemos a colocar las chapas dentro del bobinado. La figura Nº16 de página siguiente, nos muestra como se pueden ir colocando, se tiene que ir alternando una con respecto a la otra en forma diametralmente opuesta; es decir, colocamos una chapa sobre una cara. y la chapa siguiente en forma inversa sobre la cara opuesta.

Se ponen dos ejemplos (16 a y 16 b), según sean las chapas de for-



ma "I" separadas y toda enteriza.

Una vez colocado todo el núcleo se procede a colocarle los cuatro tornillos de las esquinas y de esta manera tenemos terminado nuestro transformador.

Creemos que a esta altura del curso, el alumno está capacitado para encarar una construcción como la prevista en este suplemento de taller.

Se ha tratado de no dejar ningún detalle importante en el aire, pero recomendamos al alumno, aguzar su ingenio al máximo; pues de su habilidad personal y dedicación depende en mucho el grado en que ésta construcción sea lo más perfecta posible.

Como última recomendación de valor, conviene efectuar unas pequeñas mediciones con el transformador en frío (antes de conectarlo a la línea).

Estas mediciones se pueden efectuar con un ohmmetro o la parte ohmmetro de un tester (se llama así a un medidor universal, Ohms -

Volts-Amperes), solo es necesario que la escala de ohms llegue por lo mínimo a 1.000.000 de ohms (para medición de aislaciones). Lógicamente cuanto más exacto sea el instrumento, más precisas serán las pruebas de medición.

Las mediciones a efectuar con sus valores aproximados que deben resultar son las siguientes:

- a) Extremos del primario 30 a 60 ohms
- b) Extremos del secundario N°1 Prácticamente 0 ohms
- c) Extremos del secundario N°3 Prácticamente 0 ohms
- d) Extremos del secundario N°2 300 a 600 ohms
- e) Cualquier extremo y punto medio del secundario N°2 150 a 300 ohms (mitad anterior)
- f) Entre cualquier bobinado entre sí Infinito (no debe moverse la aguja)
- g) Entre cualquier bobinado y el núcleo Infinito (id. id. id. id.)

9. TRANSFORMADOR DE BAJA FRECUENCIA.- CALCULO.

Tratando de completar en lo posible este suplemento de taller, efectuaremos el cálculo y construcción de un transformador de baja frecuencia de los usados para transmitir las señales al altoparlante.

Este tipo de transformador es llamado de salida o vulgarmente, "Transformador de Parlante".

Buscando siempre unir lo teórico a lo práctico, daremos los datos con referencia al transformador de salida usado en el receptor Astor 13 T.A., ya conocido por el alumno.

En este receptor tenemos como salida una válvula tipo Técnica "A" U.L. 41, cuyas características que nos interesan para nuestro cálculo son las siguientes: (datos aproximados).

Impedancia del primario (Carga de placa)	3.000 ohms
Tensión de placa	170 volts
Potencia de salida	4 Watts
Intensidad de placa	53 miliamperes

La figura N°17 da una idea de cómo está conectado el transformador a calcular, a la válvula de salida U.L. 41 (es una réplica del circuito Astor 13 ya visto en Suplemento de Taller N°5).

El primer cálculo a efectuar tendrá por objeto hallar la sección del núcleo a usar, para así poder elegir la laminación que corresponde.

La fórmula que nos da dicha sección es:

$$S = 15 \sqrt{\frac{W}{f}}$$

donde:

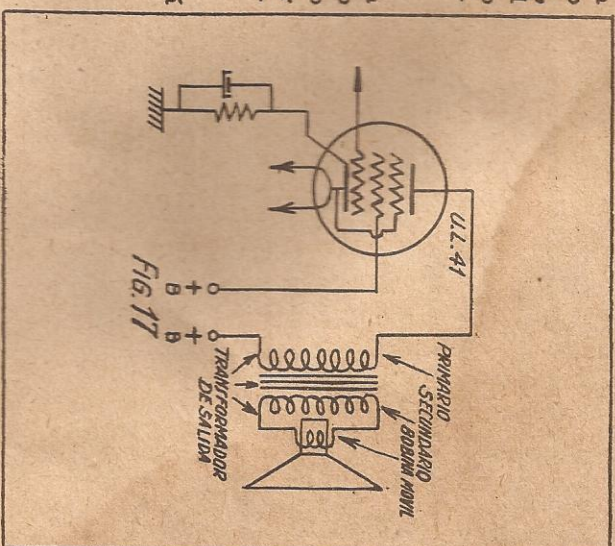
- S: Sección del núcleo en centímetros cuadrados.
- W: Potencia en juego del primario del transformador a calcular, en Watts (potencia de la válvula de salida).
- f: Valor de la baja frecuencia a reproducir por el altoparlante en ciclos (se calcula el valor más bajo).
- 15: Constante.

El valor de la frecuencia a considerar para el cálculo es la de 50 ciclos en las reproducciones comunes (que corresponde al sonido del violoncello, muy grave); en las reproducciones estereofónicas se llega a calcular 20 ciclos.

Reemplazando por valor numéricos, tenemos:

$$S = 15 \sqrt{\frac{4}{50}} = 4,2 \text{ cms}^2$$

Existe una forma práctica de calcular el valor de la sección del núcleo en relación a la potencia, y es la de considerar 1 a 1,2 watts por



centímetro cuadrado de sección.

Nosotros tomaremos como resultado el que hemos calculado por intermedio de la fórmula y cuyo resultado fué de 4,2 cms².

Sabiendo el valor de la sección, buscamos en la tabla de la figura 6 la laminación adecuada, y que para este caso es la N°3 que da una sección de 3,61 cms² (Es la más aproximada pues 4,2 no hay).

El segundo paso para el cálculo es hallar el número de espiras que corresponde al primario del transformador. Su valor se calcula por intermedio de la fórmula:

$$N_p = \frac{0,315 \cdot V_p \cdot 10^8}{B \cdot f \cdot S}$$

donde:

Np : Número de espiras del primario.

Vp : Tensión que recorre el primario en volts (Es la tensión que alimenta la placa de la válvula de salida).

B : Inducción magnética en gauss (Se toma el valor de 8.000, a igual que lo visto en transformadores de poder).

f : Valor de la frecuencia más baja a reproducir por el altoparlante, en ciclos.

S : Sección del núcleo a usar, en centímetros cuadrados.

Como estamos en condiciones de seguir adelante, pues conocemos todos estos valores, reemplazamos por lo numéricos y:

$$N_p = \frac{0,315 \times 170 \times 100,000,000}{8,000 \times 50 \times 3,61} = 3,708 \text{ espiras.}$$

Para efectuar el cálculo del número de espiras del secundario, tenemos que conocer los valores de impedancia de ambos bobinados.

El manual de características de válvulas nos marca para la U.L.41 una impedancia de carga en el primario de 3.000 ohms.

El valor de la impedancia del secundario está dado por el valor de impedancia de la bobina móvil del parlante o parlantes a conectar (pue-

S.T.7.

de ser uno o varios, caso de amplificadores); en nuestro caso se usará un parlante de 5 a 6 pulgadas de diámetro y el valor de impedancia de la bobina móvil oscila entre: 2,6 a 3,2 ohms aproximadamente; consideraremos 3 ohms para el cálculo, una vez que conocemos los valores de impedancia de ambos bobinados, hallamos lo que se denomina relación entre impedancias, a saber:

$$R = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}}$$

donde:

R : Relación entre la impedancia del primario y la del secundario (también llamada relación de transformación).

Zp: Valor de la impedancia del bobinado primario en ohms.

Zs: Valor de la impedancia del bobinado secundario en ohms.

De acuerdo a los valores conocidos, reemplazamos y:

$$R = \sqrt{\frac{3,000}{3}} = 32 \text{ aproximadamente}$$

Conociendo el valor de relación entre las impedancias, nos es fácil hallar la cantidad de espiras que deberá llevar el secundario, pues la fórmula que las halla es la siguiente:

$$N_s = \frac{N_p}{R}$$

donde:

Ns: Número de espiras en el secundario.

Np: Número de espiras en el primario.

R : Relación entre impedancias.

reemplazamos:

$$N_s = \frac{3,708}{32} = 116 \text{ espiras.}$$

El cálculo siguiente es el de averiguar el calibre del alambre a usar (será de cobre esmaltado).

La densidad de corriente ya la conocemos, pues daremos un valor igual que el dado para el caso del transformador de poder, y que era de 3 amperes por centimetro cuadrado de sección de alambre (trabajo intermitente); podríamos dar un valor superior en amperes por cms² de alambre, pues en este tipo de transformadores la tensión en juego es menor, pero mantendremos esta densidad, y al final del cálculo si el porcentaje de construcción nos diera mal, estamos a tiempo de disminuir el diámetro del alambre.

Sabiendo que por el bobinado primario circula una corriente de 0,053 Amperes, (corriente de placa de la válvula de salida) y necesitamos 1 mms² de sección cada 3 amperes de corriente; empleando la misma fórmula vista en el párrafo 5, tenemos:

$$S_p = \frac{I_p}{3}$$

reemplazamos:

Sp: Sección del primario.

$$S_p = \frac{0,053}{3} = 0,0176 \text{ mms}^2 \text{ de sección.}$$

De acuerdo a las tablas ya usadas, reducimos y:

Sección : 0,0176 cms²

Diámetro: 0,15 mms. alambre desnudo.

Diámetro: 0,17 mms. alambre esmaltado, el que redondeamos a 0,18 mms.

En el primario usaremos alambre de cobre esmaltado de un diámetro de 0,18 mms.

Para averiguar el diámetro del alambre a usar en el secundario, tendremos que primero averiguar la intensidad que circula por dicho bobinado.

Hallamos primero el valor de la potencia y la resistencia del bobinado secundario.

El valor de la potencia a transmitir por el secundario es la misma que la aplicada al primario, es decir, 4 watts; y el valor de la resistencia ohmica la podemos igualar al de la impedancia (en la práctica exis-

te muy poca diferencia), y que en nuestro caso es de 3 ohms, en consecuencia:

Potencia del secundario: 4 Watts.
Resistencia id. : 3 Ohms.

Aplicando la Ley de Ohm, sabemos que:

$$W = R \cdot I^2$$

como desconocemos I, despejamos y:

$$I^2 = \frac{W}{R}$$

extrayendo la raíz cuadrada a ambos términos:

$$\sqrt{I^2} = \sqrt{\frac{W}{R}} = I$$

reemplazando por valores numéricos:

$$I = \sqrt{\frac{4}{3}} = 1,15 \text{ Amperes} \quad 3,65$$

Conociendo el valor de intensidad que circula por el secundario, hallamos la sección de alambre correspondiente:

$$S_s = \frac{I_s}{3}$$

reemplazamos y:

$$S_s = \frac{1,15}{3} = 0,38 \text{ cms}^2 \text{ de sección del alambre del secundario.} \quad 4,21$$

Empleamos la tabla nuevamente y:

Sección	0,38 cms ²
Diámetro	0,70 mms. cobre desnudo.
Diámetro	0,74 mms. cobre esmaltado, que redondeamos a 0,75 mms.

Se usará alambre de cobre esmaltado de 0,75 mm. de diámetro, para bobinar el secundario.

A igual que el primer caso, tendremos que calcular bien las alturas que alcanzarán los bobinados, sus aislantes y el valor total para así confirmar si el transformador es factible de construcción.

Recurramos nuevamente a la tabla de la figura N° 6, y de acuerdo a la laminación que estamos usando (N°3) nos corresponde un ancho de bobinado (valor "C") de 2,85 cms. o sea 28,5 milímetros.

Hallamos los siguientes datos en el primario:

$$\text{Espiras por capa} = \frac{\text{Valor "C"}}{\text{Diámetro alambre}}$$

$$\text{Espiras por capa} = \frac{28,5}{0,18} = 158 \text{ espiras por capa}$$

$$\text{Número de capas} = \frac{\text{Espiras}}{\text{Espiras por capa}}$$

$$\text{Número de capas} = \frac{3.708}{158} = 23 \text{ Capas}$$

Los mismos datos pero en el secundario:

$$\text{Espiras por capa} = \frac{\text{Valor "C"}}{\text{Diámetro alambre}}$$

$$\text{Espiras por capa} = \frac{28,5}{0,75} = 38 \text{ espiras por capa.}$$

$$\text{Número de capas} = \frac{\text{Espiras}}{\text{Espiras por capa}}$$

$$\text{Número de capas} = \frac{116}{38} = 3 \text{ capas}$$

Resumamos todos estos últimos cálculos y tenemos:

Primario..... 158 Espiras por capa 23 capas.
Secundario..... 38 Espiras por capa 4 capas.

S.T.7.

La altura de los bobinados, nos dan el siguiente resultado:

PRIMARIO:

Altura del bobinado = Diámetro alambre por N° de capas

Altura del bobinado = 0,18 x 23 = 4,14 mm.

SECUNDARIO:

Altura del bobinado = Diámetro alambre por N° de capas

Altura del bobinado = 0,75 x 4 = 3,00 mm.

La altura total de los bobinados será la suma de las alturas de los dos bobinados, a saber:

Altura total bobinados = 4,14 + 3,00 = 7,14 mm.

Los aislantes a usar son de igual calidad y medidas aproximadas de los usados para el transformador de poder; serían para este caso:

Carrete	Cartón prespan de 0,3 mm. de espesor
Aislante entre bobinados	Cartón prespan de 0,1 mm. de espesor
Aislante entre capas ...	Papel manteca de 0,05 mm. de espesor

Para esta construcción necesitamos dos aislantes entre bobinados y 26 entre capas, a saber:

1 Carrete	0,3
2 Aislantes bobinados a 0,1	0,2
26 Aislantes entre capas de 0,05	1,3
TOTAL...	1,8 mm.

La altura total de los aislantes es de 1,8 milímetros, la cual agregada a la altura total de los bobinados, nos dará el siguiente resultado:

Altura total del transformador = 7,14 + 1,8 = 8,94 mm.

Calculemos el porcentaje de construcción:

Porcentaje de construcción $\frac{\text{Altura del transformador}}{\text{Altura ventanilla "B"}}$

S.T.7.

$$\text{Porcentaje de construcción} = \frac{0,894}{10,00} = 8,94$$

El valor de ventanilla "B" se toma de la ya conocida tabla de la figura 6.

Siendo el porcentaje inferior al 90%, el transformador se puede construir sin ningún inconveniente.

En la figura N° 18 damos una tabla con los datos totales calculados.

FIGURA N° 8

Bobinado	Volts	Amperes	Díámetro alambre	Espiras	Espiras N° de Alt.	Alt.
Primario	170	0,053	0,18	3.708	158	23
Secundario	-	1,15	0,75	116	38	3
Total:						26
						7,14
						1,50

La construcción se encara exactamente como lo hemos explicado en el transformador anterior.

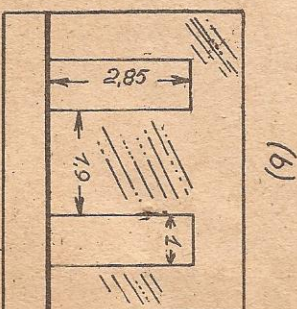
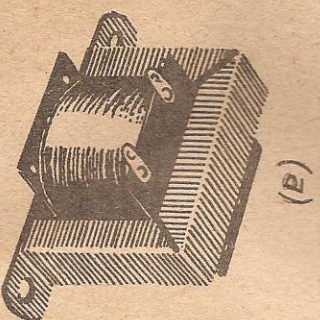


Fig. 19

La figura 19 de página anterior muestra un transformador tipo de salida (transformador de parlante) de los empleados en la actualidad.

En 19 (b) se da la laminación correspondiente con sus medidas aproximadas.