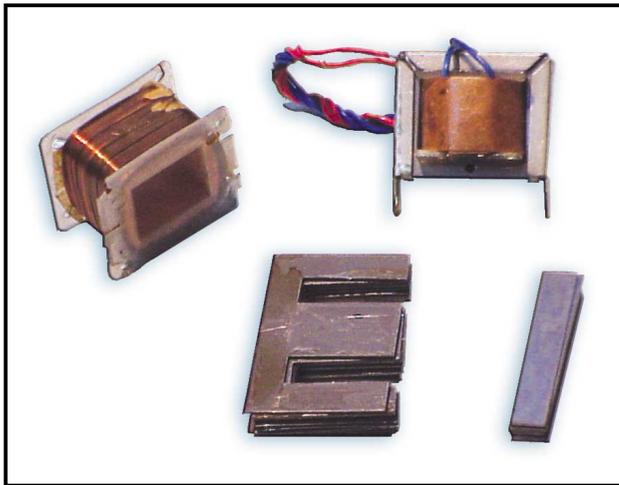


# Cálculo Simplificado de Transformadores



Si bien en varias ediciones de *Saber Electrónica* hemos explicado cómo se realiza el cálculo de transformadores, en esta oportunidad presentamos un método rápido y sencillo para construir dispositivos con componentes que ya están en desuso. En síntesis, aprenda a hacer pequeños transformadores y bobina. Puede ser de gran importancia para la reposición de componentes que no

se encuentran con facilidad, sobre todo transformadores de alimentación de relojes digitales y otros aparatos, choques de filtros y transformadores de salida y fuerza de bajas potencias. Damos indicaciones de cómo calcular esos componentes.

Preparado por: Horacio D. Vallejo  
e-mail: hvquark@ar.inter.net  
www.webelectronica.com.ar

## INTRODUCCIÓN

Cuando nos sentamos con Federico Prado y Luis Horacio Rodríguez para definir el contenido de la nueva enciclopedia de electrónica "Teoría, Servicio y Montajes" decidimos incluir temas muy prácticos y con pocos cálculos que le permitieran al técnico encontrar soluciones "reciclando" material que ya no utiliza. Fue así que en el capítulo 5 de dicha obra (figura 1) incluimos como uno de los temas

al cálculo simplificado de transformadores que permita diseñar componentes utilizando los núcleos de aparatos viejos. Decidimos no emplear fórmulas complicadas, aunque el resultado fuesen transformadores con hasta un 10% de tolerancia, más que aceptables para la mayoría de las aplicaciones de la electrónica.

Bien, como en estos días estamos lanzando dicho fascículo (actualmente está disponible en los quioscos el número 4) decidimos



## Artículo de Tapa

publicar en esta revista un resumen para compartirlo con todos los lectores.

Cabe aclarar que la enciclopedia se compone de 24 fascículos quincenales, que tiene un costo para Argentina de \$2,40 por fascículo y que cada 4 fascículos publicamos un CD que es gratuito para quienes se suscriben llamando al teléfono 4301-8804 o por internet a:

[ateclien@webelectronica.com.ar](mailto:ateclien@webelectronica.com.ar)

Quienes deseen comprar sólo el CD (figura 2), éste tiene un costo de \$15 para Argentina y U\$S15 para otros países.

Ahora bien, si Ud. desea suscribirse a la obra, mensualmente recibirá dos fascículos, la revista Saber

Electrónica y cada dos meses un CD. La obra se completa en un año y si desea recibirla en su domicilio, sólo debe abonar un pago de \$70 por todo el material.

### CÁLCULO DE TRANSFORMADORES

Los transformadores y choques de filtros están formados por uno o más bobinados de alambres barnizados sobre núcleos de hierro laminado, que pueden tener aspectos diferentes como se ve en la figura 3.

La finalidad del núcleo es la de concentrar las líneas de fuerza del campo magnético para obtener

mayor inductancia en el caso de los filtros y mayor transferencia de energía en el caso de los transformadores.

El cálculo del alambre para cada bobinado, así como el número de espiras depende de diversos factores como, por ejemplo, la tensión del primario y la potencia del secundario.

Cuanto mayor es la potencia que debe transferirse al secundario, más grande debe ser el componente.

Cómo hacer el cálculo de un pequeño transformador de alimentación o el de un choque de filtro es algo que pocos técnicos dominan.

La dificultad principal que encuentran los técnicos o aficionados que desean bobinar un pequeño

Figura 2

## Éste es el CD N° 1 de la Enciclopedia "Teoría, Servicio y Montajes"

Si Ud. es suscriptor de la obra, reclámelo GRATIS!!!



### CONTIENE:

#### Fascículos 1 a 4 de la Enciclopedia

**Tomo 1 de "Electrónica en Acción"** (que trata temas tales como: Cómo evaluar las características de un equipo de audio, Memorias, Sintetizador para Música Electrónica, Tecnología de fabricación de componentes, Montajes, etc.).

**Tomo 1 de "Circuitos Integrados"** con la explicación, características y montajes con los integrados más utilizados en electrónica.

**Video Presentación:** a través del cual el Ing. Vallejo lo guía paso a paso para el estudio de la obra.

**Video de Electrónica Básica:** para que Ud. aprenda electrónica mediante un método audiovisual sencillo y fácil de comprender.

**Programas:** 1) Laboratorio Virtual con la posibilidad de diseñar circuitos

impresos. 2) DEMO clásico del laboratorio explicado en Saber Electrónica. 3) Programa para crear el circuito impreso de los proyectos creados en el Workbench. 4) Compresor-descompresor de archivos+parche para español+video demostrativo. 5) Programador de microcontroladores y memorias. 6) Lector de Tarjetas: carpeta que contiene diferentes archivos sobre tarjetas telefónicas, incluyendo varios programas lectores.

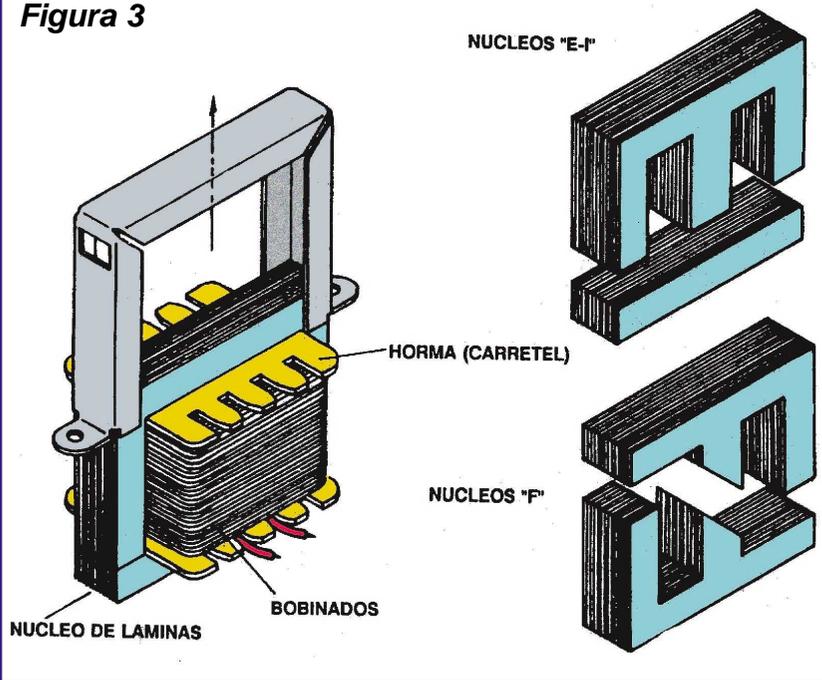


Valor del CD: Argentina: \$15, México: \$10 M.N., Otros Países: U\$S15. Si es suscriptor, reclámelo **GRATIS**.

Si aún no está suscripto a esta enciclopedia, hágalo ahora enviando el cupón de la última página y reciba sin cargo los 6 CDs de la obra.

# Cálculo Simplificado de Transformadores

Figura 3



transformador o choque de filtro, no reside en el cálculo sino en el trabajo cansador de enrollar millares de vueltas de alambre alrededor de un carretel de plástico o de otro material. (figura 4).

Un transformador típico de salida puede llegar a tener más de 10.000 vueltas de alambre fino como el AWG 32 en el primario que, además de ser difícil de trabajar es sumamente delicado y puede romperse al menor descuido.

Para facilitar el trabajo de los bobinadores de transformadores y bobinas existen máquinas simples,

que además de proporcionar un movimiento seguro del carretel hace posible la obtención de bobinas sin superposición despareja de los alambres y que tiene también el recurso adicional de un contador mecánico de vueltas.

El contador mecánico impide que el lector se pierda en el recuento de las vueltas o tenga dificultades cuando interrumpe para descansar.

La máquina bobinadora tiene, además de eso, la ventaja de que admite carretes de distintos tamaños lo que significa que prácti-

camente puede prepararse cualquier tipo de bobina.

Si usted pretende aumentar el servicio de su taller con un trabajo adicional de bobinado de transformadores, debe pensar seriamente en adquirir una bobinadora. El proyecto de un pequeño transformador puede dividirse en tres etapas:

- a) Elección del núcleo;*
- b) Determinación del número de espiras de cada bobinado;*
- c) Determinación de la clase de alambre de cada bobinado.*

## Elección del Núcleo

En nuestros cálculos del núcleo partimos de la forma "F" e "I" que se muestran en las figuras 1 y 3 y son las más comunes, con láminas de hierro dulce (hierro-silicio).

La sección del núcleo, dada por S en la figura 5, está determinada por la potencia del transformador o sea el valor resultante del producto de la tensión por la corriente del bobinado secundario. Si tuviéramos más de un bobinado secundario, deberíamos considerar la suma de las potencias de cada uno de ellos. Es así que un transformador de 12V x 2A tiene una potencia de  $12 \times 2 = 24VA$  o 24W.

La sección puede calcularse aproximadamente mediante la fórmula:

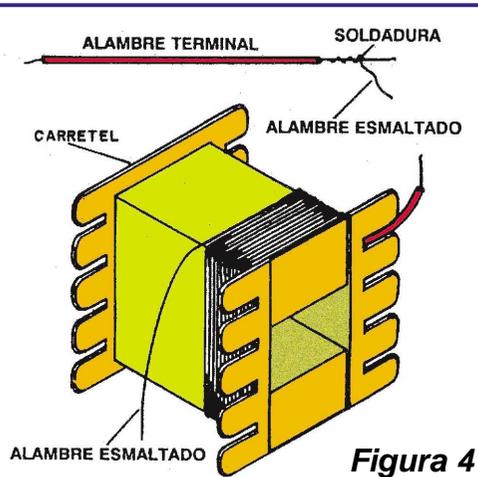


Figura 4

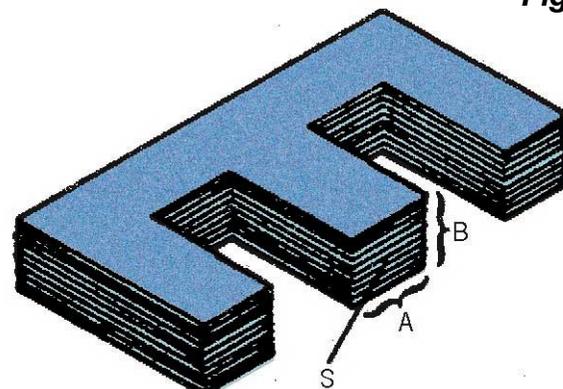


Figura 5

# Artículo de Tapa

$$S = 1,1 \times \sqrt{P}$$

Donde:

S = sección del núcleo en centímetros cuadrados

P = es la potencia en watt (volt x ampere).

La sección S del núcleo está dada por el producto (a x b) en el gráfico de la figura 5.

Para dar un ejemplo, supongamos un transformador de 12V x 2A, el cálculo de la sección será:

$$S = 1,1 \times \sqrt{24} =$$
$$S = 1,1 \times 4,9 = 5,39 \text{ cm}^2$$

Teniendo en cuenta que las chapas del transformador son finas y que al agruparlas para formar el núcleo quedará un espacio (muy pequeño) entre ellas desperdiciado que no "debe tenerse en cuenta" o, mejor dicho, que debe ser compensado, para lo cual se debe aumentar la sección calculada en un 15%, lo que nos permite redondear la sección de nuestro ejemplo en 6 cm<sup>2</sup>.

Una vez determinado el núcleo del transformador, siempre es posible que se tenga un transformador viejo que tenga láminas con las dimensiones buscadas y que podremos aprovechar.

## Número de Espiras de Cada Bobinado

Para el cálculo simple aproximado de la cantidad de espiras de cada bobinado partimos de las fórmulas:

$$N1 = V1 / (f \times S \times 4,4 \times B \times 10^{-6})$$
$$N2 = V2 / (f \times S \times 4,4 \times B \times 10^{-6})$$

Donde:

N1 = número de espiras del bobinado primario.

N2 = número de espiras del bobinado secundario.

V1 = tensión del bobinado primario.

V2 = tensión del bobinado secundario (volts).

f = frecuencia de la red en Hertz (50 Hz).

B = inducción magnética en Gauss del núcleo elegido.

S = sección del núcleo en centímetros cuadrados.

La inducción en Gauss es una indicación del flujo magnético por centímetro cuadrado en el núcleo. Este valor está determinado por la permeabilidad del hierro usado, mediante la fórmula:

$$B = \mu H$$

donde:

$\mu$  es la permeabilidad del hierro usado en el núcleo.

H es el campo magnético.

Si usted posee o puede comprar un manual de algún fabricante de láminas para transformadores, podrá tener en las tablas para cada clase los valores adoptados de B.

Si desea aprovechar placas comunes puede considerar B = 12.000 Gauss. Eso sucede porque los núcleos comunes poseen coefi-

cientes de inducción entre 8000 y 14000 Gauss, siendo más comunes los valores mayores. Si el valor adoptado fuera muy alto, lo que ocurre es una posible saturación del núcleo con absorción indebida de energía y pérdida de rendimiento cuando aumenta la corriente.

Sugerimos que, en la duda, adopte valores de 8000 o 10000 en la fórmula. Valores menores darán por resultado transformadores voluminosos.

Tenga en cuenta que estamos considerando el cálculo para transformadores pequeños de no más de 50W de potencia y, que en todo caso, B no puede ser mayor que A en las láminas (vea nuevamente la figura 5).

Por otra parte, el cálculo es aproximado y sirve para la mayoría de los propósitos básicos de la electrónica. Apliquemos estos valores en nuestro ejemplo de transformador de 12V x 2 A.

$$N1 = 220 / (50 \times 6 \times 4,4 \times 10.000 \times 10^{-6})$$

$$N1 = 220 / 0,132$$

$$N1 = 1666 \text{ espiras}$$

Este será el enrollamiento primario. Para el secundario tendremos:

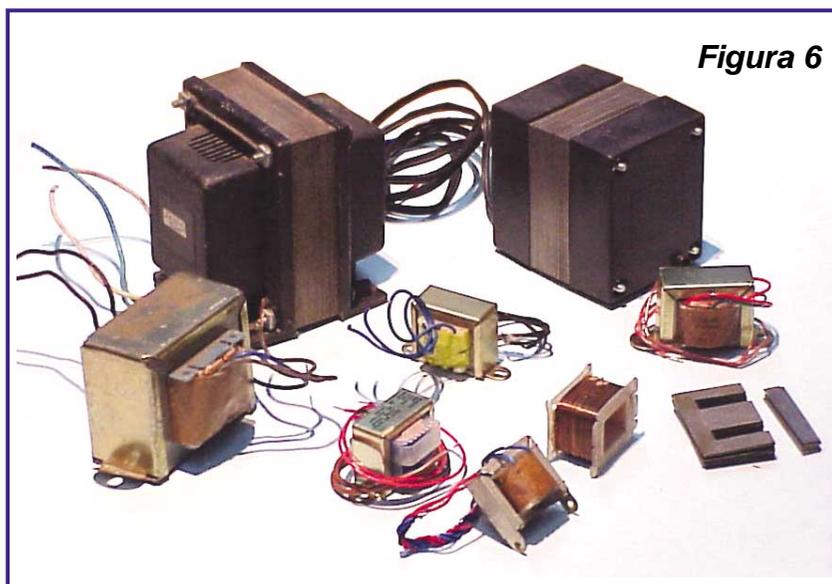


Figura 6

# Cálculo Simplificado de Transformadores

$$N2 = 12 / (50 \times 6 \times 4,4 \times 10.000 \times 10^{-8})$$

$$N2 = 12 / 0,132$$

$$N2 = 91 \text{ espiras}$$

Obtenidas las espiras de los dos bobinados debemos pensar en el alambre a utilizar para hacer el bobinado. Recordamos una vez más que estos cálculos son aproximados y útiles para pequeños transformadores (figura 6).

## Tipo de Alambre para el Bobinado

El espesor de los alambres usados depende directamente de la intensidad de la corriente que los recorre.

Esta corriente puede calcularse fácilmente a partir de la tensión y de la potencia en el caso de que no tengamos el dato.

El alambre de cobre admite una densidad máxima de corriente dada su resistividad. Es así que si se supera esa densidad, existe el peligro de sobrecalentamiento, que hasta puede quemarlo. Del mismo modo debemos considerar que el espesor del alambre más la longitud del bobinado, dada por el número de espiras, son responsables de una resistencia, la del bobinado que podría tener pérdidas de potencia.

Podemos construir una tabla aproximada en la que la densidad máxima de la corriente está determinada por la potencia del transformador:

Potencia (W)	Densidad máx. en A x mm <sup>2</sup>
hasta 50	4
50 - 100	3,5
100 - 200	3
200 - 400	2,5

Aplicamos ahora la siguiente fórmula para determinar la sección de los alambres esmaltados que deben usarse para cada bobinado:

Tabla 1 - Características para el Cálculo de Transformadores

(1) AWG	(2) diámetro	(3) sección	(4) Nº espiras	(5) kg por km	(6) Resistencia	(7) Cap.
0000	11,86	107,2	-	-	0,158	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	0,50	96
3	5,827	26,67	-	237	0,63	78
4	5,189	21,15	-	188	0,80	60
5	4,621	16,77	-	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	2,05
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	2696,3	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	156,4	0,022	6800,0	0,007
44	0,0503	0,0020	169,7	0,018	8500,0	0,005

(1) Número AWG (American Wire Gauge)

(2) Diámetro en milímetros.

(3) Sección en milímetros cuadrados.

(4) Número de espiras por centímetros.

(5) Kg. por kilómetro.

(6) Resistencia en ohm por kilómetro.

(7) Capacidad de corriente en amperes.

## Artículo de Tapa

$$S = I/D$$

donde:

S es la sección del alambre en mm<sup>2</sup>

I es la intensidad de la corriente en A

D es la densidad de la corriente (según la tabla) en A/mm<sup>2</sup>

Para nuestro transformador, teniendo en cuenta primero el bobinado secundario, tenemos:

$$I = 2A$$

$$D = 4 \text{ A/mm}^2 \text{ (de la tabla)}$$

$$S = 2/4$$

$$S = 0,5 \text{ mm}^2$$

Para el bobinado primario tenemos que calcular la corriente. Partimos de la fórmula:

$$P = V \times I$$

El transformador de nuestro ejemplo es 24W y suponemos calcularlo para una tensión de red de

220V (normalmente será 117V para la mayoría de los países latinoamericanos):

$$24W = 220V \times I$$

$$I = 24W / 220V$$

$$I = 0,109A$$

La sección del alambre debe ser entonces:

$$S = I/D$$

$$S = 0,109/4$$

$$S = 0,027 \text{ mm}^2$$

La tabla 1 nos permite elegir los alambres a partir de la numeración AWG. Tenemos entonces que el alambre de sección 0,5 mm<sup>2</sup> más próximo (para el bobinado secundario) es el número AWG 20. El alambre de 0,027 para el bobinado primario es el AWG 32.

Los datos calculados para construir un transformador con primario para ser utilizado en una red de 220V y con un secundario de

24V x 2A deberá tener entonces las siguientes características:

**Bobinado primario:** 1666 espiras de alambre 32.

**Bobinado secundario:** 91 espiras de alambre 20.

**Sección del núcleo:** 6 cm<sup>2</sup>

**Potencia:** 24 watts.

Aclaremos una vez más que lo que vimos son sólo los pormenores del cálculo de las espiras de cada bobinado. En la práctica existen algunas dificultades que el armador o el recuperador de transformadores deberá enfrentar. Entre ellas señalamos el cálculo del tamaño del carretel para que quepan todas las vueltas del alambre, la aislación entre las capas de alambre, etc. Todo eso exige una habilidad que el armador de bobinas adquirirá con la experiencia, debiendo para eso "armar" algunos transformadores antes de sentirse seguro de la perfección requerida a un profesional. ⚡

### Centro Argentino de Televisión Nuevos Cursos 1º Semestre 2002

- \* Reparación de PC, Impresoras, Redes
- \* Técnicas Digitales, Microcontroladores
- \* Audio Digital, CD
- \* Electrónica Aplicada, niveles 1 y 2
- \* Electromedicina, Curso Integral
- \* Curso de Actualización en TV Moderna
- \* Service TVC, curso práctico
- \* Reparación de Videocasetas
- \* CD Avanzado, Minidisk-DVD R/W
- \* Cursos y Seminarios de Temas Varios

Cuota Accesible - Vacantes Limitadas  
[www.ceartel.com](http://www.ceartel.com) [info@ceartel.com](mailto:info@ceartel.com)

Pje. El Maestro 55 (alt. Rivadavia  
4650)

Tel.: 4901-4684, Tel.-Fax: 4901-5924

### Tenga 2 Años Completos de Saber Electrónica

Todas las ediciones de la mejor revista de electrónica de los dos últimos años en dos CDs, con videos explicativos, prácticas y **Planos de Equipos Electrónicos**.



Más de 300 notas  
Más de 1500 páginas de información  
Oferta especial.

Cada CD: \$15.  
Compra uno y lleva el otro de obsequio.



**Teoría  
Montajes  
Servicio  
Reparación  
PLC  
PICs  
y mucho más.**

Pídalo en nuestras oficinas o por teléfono al (011)4301-8804 o por Internet a: [ateclien@webelectronica.com.ar](http://ateclien@webelectronica.com.ar). También pídalo por pago contrarreembolso