

Un energizador para cercas eléctricas

Reinhard Ross
Georg-Koenigstrasse 5
D-21335 Lueneburg
Alemania

E-Mail: Reinhard-Ross@gmx.de

Achim Rau
Reising 2
84 081 Fuerstenzell

8 de mayo de 2007

Índice general

1. Introducción	5
1.1. ¿Qué es un energizador?	5
1.2. Esquema del energizador	6
1.3. Plan de construcción del energizador	8
2. Cálculación del transformador TR1	11
2.1. Calcular las propiedades magnéticas del nucleo de TR1	11
2.2. Calcular el transformador TR1	14
2.3. ¿Cómo se hacen los bobinados sin tener ningun cuerpo de bobina?	16
3. Cálculación del transformador de alta tensión TR2	19
3.1. Cálculación de las bobinas	19
3.2. El núcleo para el transformador TR2	20
3.3. Las bobinas del transformador TR2	22
4. Componentes electrónicos requeridos	23
4.1. Anejo: Lista de los componentes requeridas	23
4.2. ¿Cómo se utilizan los componentes electrónicos?	24
4.2.1. Resistores	24
4.2.2. Capacitadores	25
4.2.3. Semiconductores	25

Capítulo 1

Introducción

1.1. ¿Qué es un energizador?

Una cerca eléctrica funciona con impulsos de tensión eléctrica alta de entre 5000 hasta 10000 voltios que asustan los animales que tocan el alambre. Pues la intensidad de la corriente está limitada y los impulsos se interrumpen cada segundo siendo muy corto no hay peligro a pesar de la tensión bastante alta.

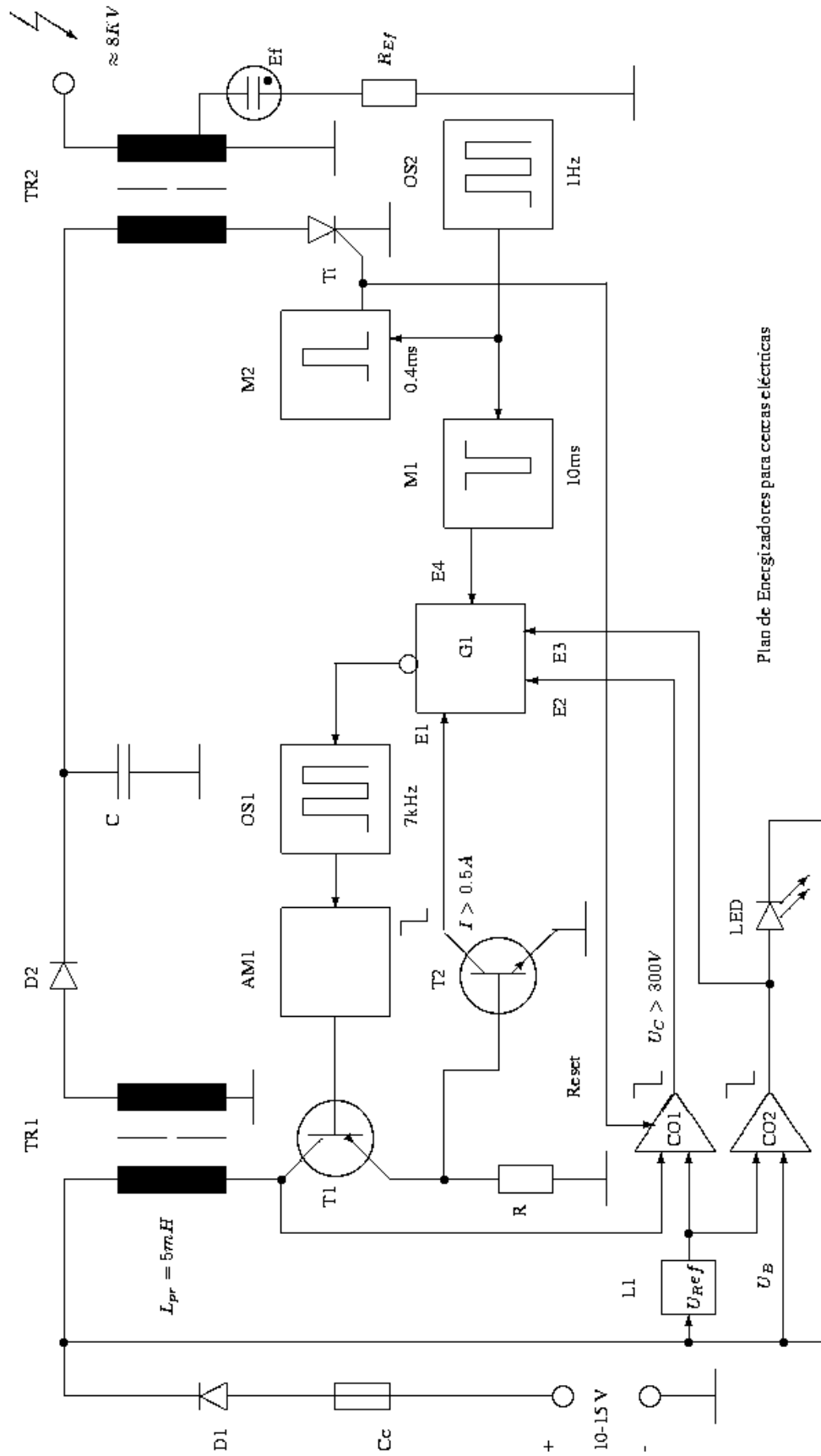
Para manejar la cerca con estos impulsos hay que generar los impulsos de tensión alta de la tensión baja de 12 voltios que nos da por ejemplo una batería de carro. Hay también energizadores que funcionan con la energía de luz de 110 voltios pero su desventaja es que habrá el problema de los apagones y además hay varias comunidades sin acceso de luz. Así funcionará el equipo de 12 Volteos con paneles solares o con un generador de bicicleta.

El modelo que estoy presentando aquí necesita poco de energía eléctrica está gastando por día una cantidad de corriente de 12 horas de watio o una hora de amperio. Para producir esta energía con un panel solar se necesitará una potencia de un watio lo que cuesta entre 5 y 6 dólares. Con una planta de bicicleta de 100 watios hay que hacer ejercicios de 10 minutos para tener energía para un día.

El modelo presente costará entre 500 y 600 Córdobas más o menos lo que quiere decir tal como una cria de oveja pelibuey.

En esta obra quiero explicar su construcción y su funcionamiento.

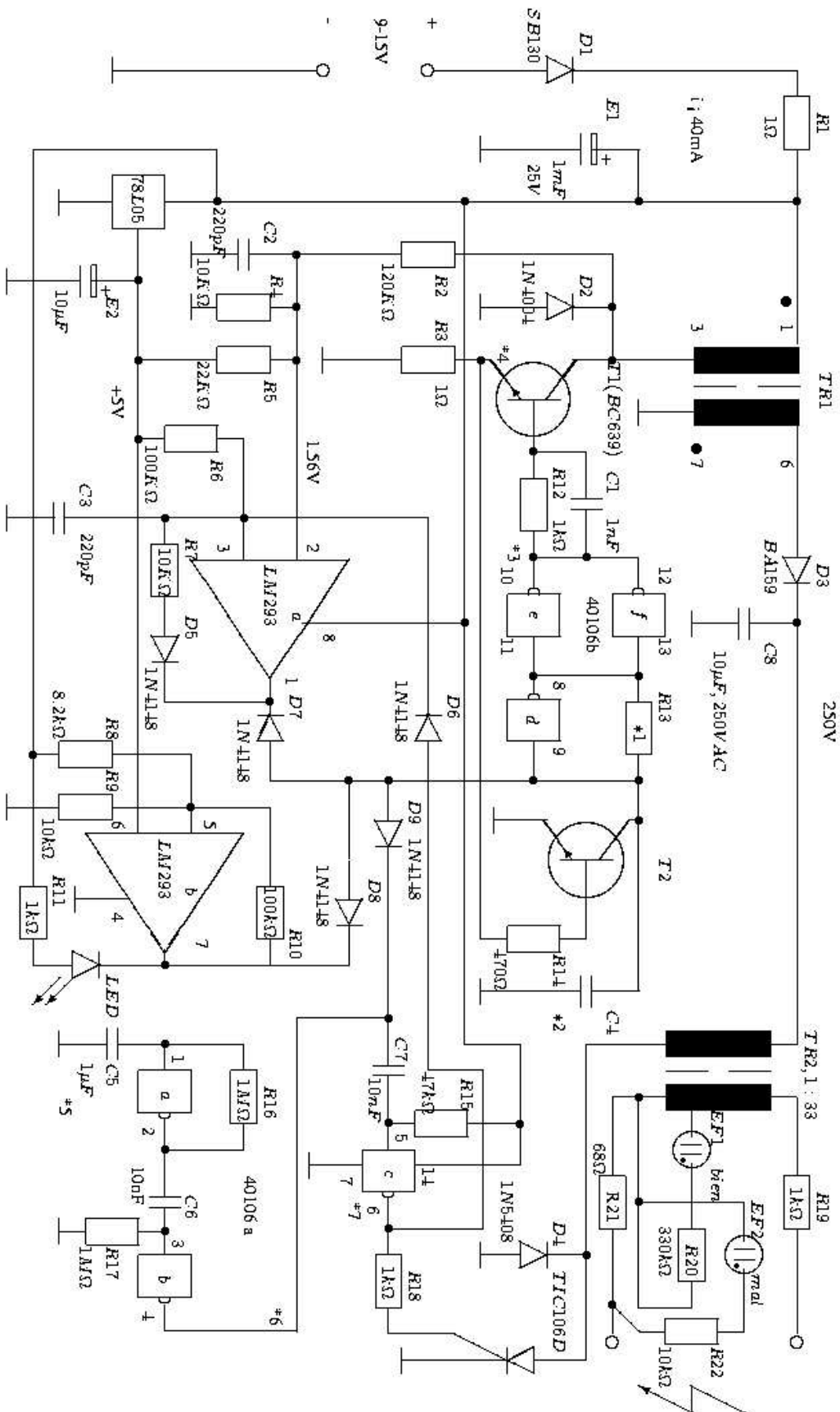
1.2. Esquema del energizador



El equipo tiene los componentes siguientes:

OS 1	Oscilador No. 1	Este componente oscila con una señal rectangular de 7 kilociclos (en caso de que el bobinado primario del transformador TR1 tiene una inductividad de 5 mH en caso de que el bobinado primario de TR1 tiene 2.8 mH este oscilador produce una frecuencia de 12 kilociclos)
AM 1. T1	Amplificador Transistor 1	Está amplificando la señal de OS1 arrancando T1 Enciende y apaga el bobinado primario del transformador TR1.
TR1	Transformador 1	Convierte el Voltaje de 12 Volteos a 250-300 Volteos
T2	Transistor T2	Conduce la corriente cuando la intensidad de corriente de T1 sobrepase 0.5 A
OS2	Oscilador 2	Genera una señal rectangular de un Hz más o menos
M1	Monoflop 1	Genera al lado negativo de OS2 una señal de pausa de 10 ms
M2	Monoflop 2	Genera al lado positivo de OS 2 una señal de arranque de 0.4ms para el tyristor Thy
Thy TR2	Tyristor Transformador 2	Enciende y apaga el transformador TR2 Convierte el voltaje de 300V a impulsos de 8-10 KV
G1	Función de NOR	Apaga el oscilador OS1 cuando una de las entradas E1 hasta E4 esté a nivel bajo (LOW)
L1	URef	Areglador lineal que genera 5V
CO1	Comparador 1	Compuesto como Multivibrador biestabil (Flip-Flop) pondrá su salida bajo (Low) cuando UT1 sea mayor que 60 V esto quiere decir UC sea mayor que 300 V
CO2	Comparador 2	Compuesto como Trigger, su salida se pone bajo (Low), cuando UB (Voltaje de batería) esté debajo de 10 V, La LED se enciende mostrando batería bajo y el equipo se apaga por la entrada E3 de G1

1.3. Plan de construcción del energizador

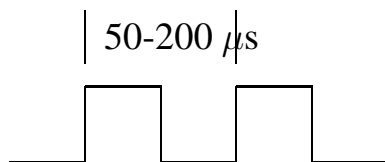


Explicaciones al plan de construcción

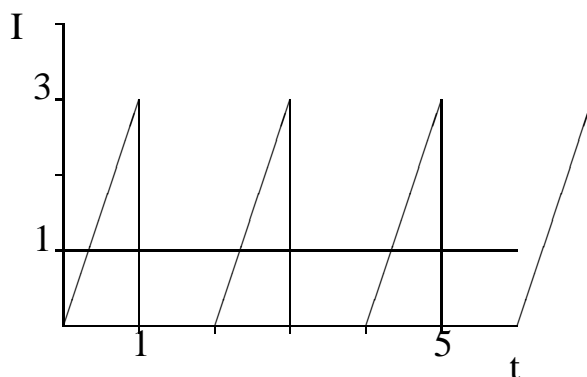
*1: El valor del resistor R13 determina junto con el capacitador C4 la frecuencia del Oscilador OS1. El valor de R13 puede ser entre 5 hasta 22 k Ω . La frecuencia del Oscilador OS1 se escoge segun la inductividad de la bobina primaria del transformador TR 1.

*2: El valor del capacitador C4 que determina junto con el resistor R13 la frecuencia del oscilador OS1 puede ser entre 10 y 22 nF

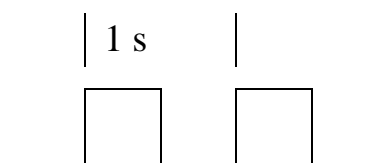
*3: El oscilador OS1 produce una señal rectangular con una frecuencia entre 5 y 20 KHz que se arregla a la inductividad de la bobina primaria del transformador TR1.



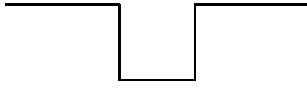
*4: Cambio de la corriente por la bobina primaria del transformador. La corriente máxima no debe ser más que tres veces mayor que la corriente promedio



*5: El oscilador OS2 produce una señal rectangular con una frecuencia de un ciclo por segundo.

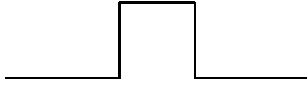


*6: El monoflop M1 produce una señal de pausa negativa de 10 milisegundos



10ms

*7: El monoflop M2 produce una señal de pausa positiva de 400 microsegundos



0.4ms

Capítulo 2

Calculación del transformador TR1

2.1. Calcular las propiedades magnéticas del nucleo de TR1

A_L caracteriza esas propiedades del hierro o ferrito utilizado para una inductividad como un transformador. Para poder hacer las bobinados necesarios hay que conocer el valor A_L del hierro o ferrito utilizado que caracteriza sus propiedades magnéticas. Cuando se compre el ferrito o el hierro normalmente se le dan estos datos a Vd. Los datos de los ferritos llevados de Alemania son:

1. ferrito mayor con cuerpo para bobinados: $A_L = 416 \text{ nH}$
2. ferrito menor sin cuerpo para bobinados utilizando dos partes para cada lado: $A_L = 352 \text{ nH}$

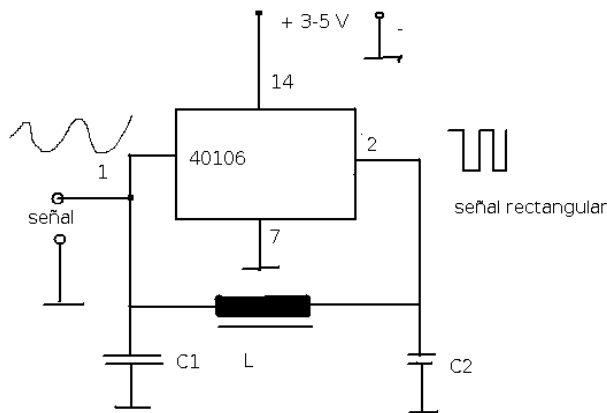
Cuando se saque un transformador por ejemplo de una pantalla o de un televisor roto no se sabrán los datos del ferrito de los transformadores sacados. En este caso hay que medirlo. Para esto primero se sacan los bobinados originales. Después se pone un bobinado de 100 vueltas de alambre de cobre con barniz aislante de un diámetro entre 0.3 y 0.5 mm. Se cierran las dos piezas de ferrito haciendo una ranura de aire poniendo un poco de masquitape a una de las piezas de ferrito.

Se conectan los dos componentes con un poco de parafino (resto de velas). Cuando la inductividad salga bien se podrán conectarlos con pegante universal.

Para medir la inductividad se construye un oscilador utilizando el circuito integrado 40106 que se utiliza también en la electrónica del energizador. Con este circuito y dos capacitadores de 220 nF se construye un oscilador sencillo que sirve para medir la inductividad de un bobinado.

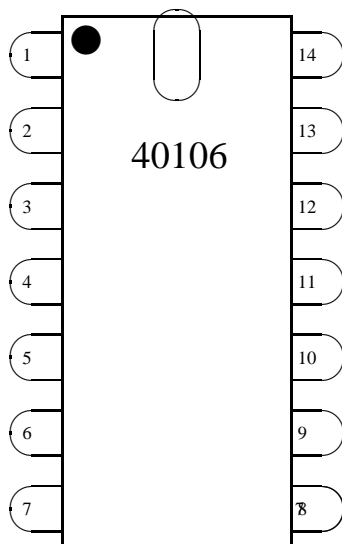
Los dos capacitadores C1 y C2 forman junto con la inductividad L un oscilador activado por los semiconductores en el circuito 40106. Produce una oscilación armónica en la salida 1 del semiconductor. La frecuencia depende de la inductividad L y capacidad C que se calcula en nuestro caso de los capacitadores C1

y C2 que forman la capacidad efectiva del circuito de oscilación formada junto la inductividad L. La capacidad se calcula: $C = \frac{1}{\frac{1}{C1+C2}}$

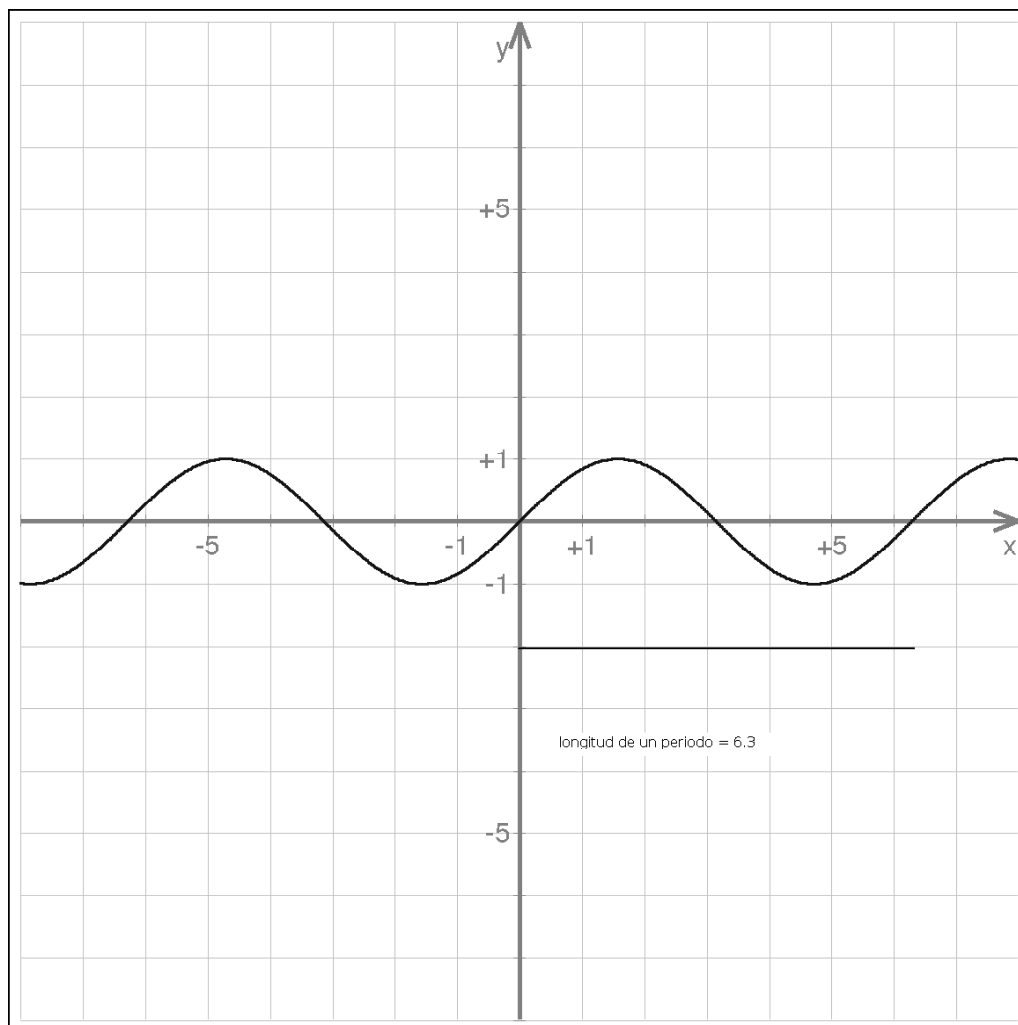


plan de construcción del oscilador de prueba para medir inductividades

El dibujo siguiente muestra los contactos eléctricos del circuito integrado 40106. Este esquema de enchufes vale para todos los circuitos integrados de esta forma.



Entre el contacto No. 1 del circuito 40106 y el polo negativo se puede observar con un osciloscopio una oscilación harmónica con una curva de la función de sinus. La longitud de un ciclo se puede medir calculando así la frecuencia.



Una oscilación harmónica con curva de sinus

En la imagen un ciclo dura 6.3 unidades. En los Osciloscopios se puede configurar el tiempo de un ciclo que puede durar entre un segundo y un microsegundo por ejemplo. Puesto que una unidad corresponda a un tiempo de 20 microsegundos el periodo total durará $6.3 \text{ por } 20 = 126 \text{ microsegundos}$. La Frecuencia (f en ciclos por segundo) describe el número de periodos (t en segundos) por segundo, así la frecuencia f es: $f = \frac{1}{t}$. En nuestro caso $f = 1/0.000126 = f = 7937 \text{ ciclos por segundo o Hertz}$. Teniendo así la frecuencia y la capacidad que en nuestro caso se calcula de las capacidades $C1$ y $C2$ que tienen cada una 220 nF. Para dos capacitadores puestos en serie la capacidad total se calcula con la formula descrito más arriba: $C = \frac{1}{\frac{1}{220} + \frac{1}{220}} = C = 110 \text{ nF}$

La capacidad C y la inductividad L forman un oscilador mantenido en oscilación por el circuito 40106. La frecuencia f está relacionada con la capacidad y la inductividad según la fórmula:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}, \text{ que se puede transformar para calcular la inductividad: } L = \frac{1}{C(f2\pi)^2}$$

En nuestro caso podremos calcular la inductividad: $L = \frac{1}{0,00000011(7937\pi^2)} \cdot \pi$ es igual a 3.14. Así tenemos en nuestro caso una inductividad de 0.00366 H (Henry) o de 3.66 mH.

Teniendo la inductividad se puede calcular también el Valor A_L del núcleo de hierro o de ferrito. Con este valor se puede calcular cualquiera inductividad. La inductividad L está relacionada con el valor A_L y el número de vueltas del bobinado: $L = n^2 A_L$ o para calcular el valor de A_L $A_L = \frac{L}{n^2}$.

En nuestro caso se calcula: $A_L = \frac{0,00366}{10000} = 366nH$.

Con este parametro se puede calcular también el numero de vueltas que son necesarias para lograr cierta inductividad: $n = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$

Para lograr una inductividad de 5 mH se necesitan por ejemplo: $n = \sqrt{\frac{0,005}{0,000000366}} = 117$ vueltas.

2.2. Calcular el transformador TR1

Conociendo los datos del ferrito saldrá fácil calcular un transformador según las necesidades del energizador. El energizador produce impulsos de un voltaje alto de casi 10 KV. Este voltaje se genera en dos pasos: El primer paso genera de la tensión de 12 V que viene del acumulador una corriente directa de 250-300 V. En el segundo paso se generan de esa corriente los impulsos de 10 KV.

La meta es generar el voltaje de 250 V con un mínimo de gasto de energía eléctrica. El modelo presentado de un energizador tendrá un consumo de 0.05 A lo que significa un gasto de 1.2 AH por día. Para generar esta energía se necesitan un panel solar de un Watio de potencia o diez minutos de ejercicios diarios en una biciplanta eléctrica.

Primero hay que calcular la energía por impulso. $W_C = 0,5CU^2$

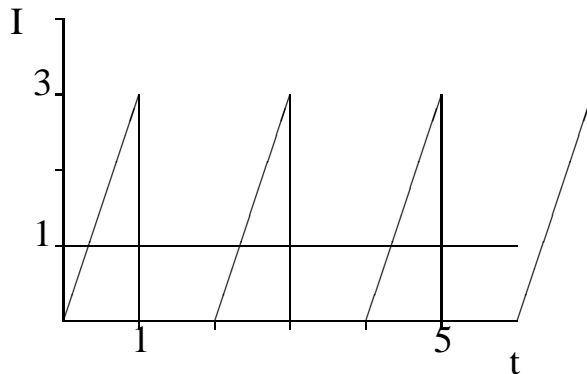
Tenemos el capacitador C8 con un valor de 10 μF y un voltaje de 250 V, así sale un valor de 0.32 J por impulso.

La efectividad η es 70 %, así se necesitan 0.46 J de energía eléctrica por cada impulso.

El voltaje de batería para manejar el energizador puede ser entre 9 y 12 V así se puede calcular con un promedio de voltaje de 10 V. El energizador da normalmente cada segundo un impulso lo que significa que tiene una potencia eléctrica

de 0.46 W

Así se puede calcular la corriente necesaria segun la formula: $I_P = \frac{W_P}{U_t}$, $W_P = \frac{W_C}{\eta}$ así $W_P = 46mA$



Esta gráfica muestra como se cambia la corriente en la inductividad y en el transistor Tr1 durante del tiempo. Se puede sacar esta curva por conectar el osciloscopio entre la resistencia R1 que está entre la masa y el emisor del Tr1.

La linea horizontal que está una unidad sobre la linea cero describe la corriente promedia I_P , que corre de la batería por el energizador. Este corriente no corre así en realidad sino es el promedio calculado.

La linea que asciende durante de una unidad de tiempo describe como se cambia la corriente. La inductividad impide al comienzo la corriente de la electricidad por inducir una tensión contraria a la corriente. Se puede comparar este fenómeno fisico con la asceleración de un peso en la mecánica. Por esta razon un carro no tiene al instante su velocidad máxima cuando se lo arranque.

Después de una unidad de tiempo la corriente está apagada por el transistor. En este momento se induce una tensión de 250 V en el bobinado secundario del transformador 1. Importante es que el maximo de la corriente sea tres veces más alta que la corriente promedia. Cuando la corriente sea más alta o más baja la efectividad se bajará y se gasta más corriente para manejar el energizador.

Cuando se tome nota que la corriente máxima esté mucho más alta que tres veces de la corriente promedia, habrá elevar la frecuencia del oscilador Os1. Cuando la corriente máxima esté mucho más baja que el promedio habrá que bajar la frecuencia.

La inductividad para el bobinado primario se calcula con el voltaje de manejo y el cambio de corriente $U_L = L \frac{di}{dt}$. Esta ecuación es parecida a la regla de

Newton en la mecánica: $F = am$

Con esta ecuación se puede calcular también la inductividad mejora para manejar el energizado. Para esto se transforma la ecuación para tener la inductividad como variable dependiente: $L = \frac{Ut}{i}$

Ahora se calcula la inductividad cuando se maneje el oscilador con una frecuencia de 6666,7 ciclos por segundo. En este caso un periodo dura $150 \mu s$ y $t = 75 \mu s$. Así se calcula: $L = \frac{10 * 0,000075}{0,15}$ lo que es igual a 0.005 Henry. Para poner los bobinados hay que calcular se pone el Valor de A_L del ferrito utilizado.

Para el ferrito A con un Valor de A_L de 416 nH (ferrito mayor de los ferritos mandados salen $n = \sqrt{\frac{L}{A_L}}$ *math* = 110 vueltas

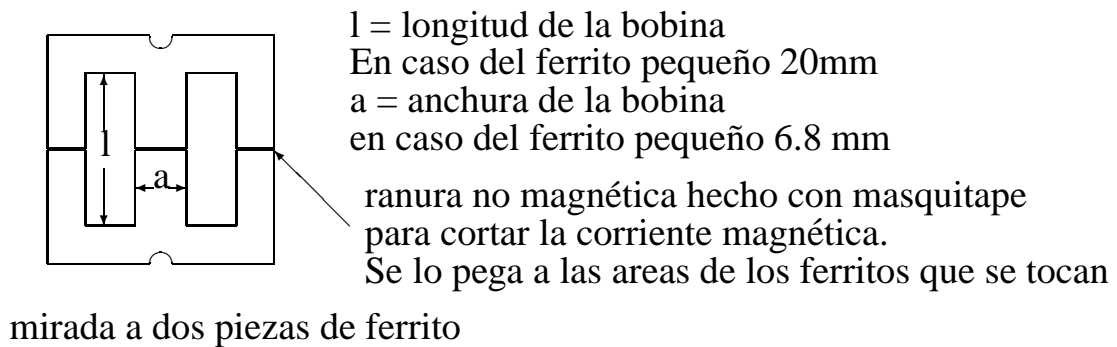
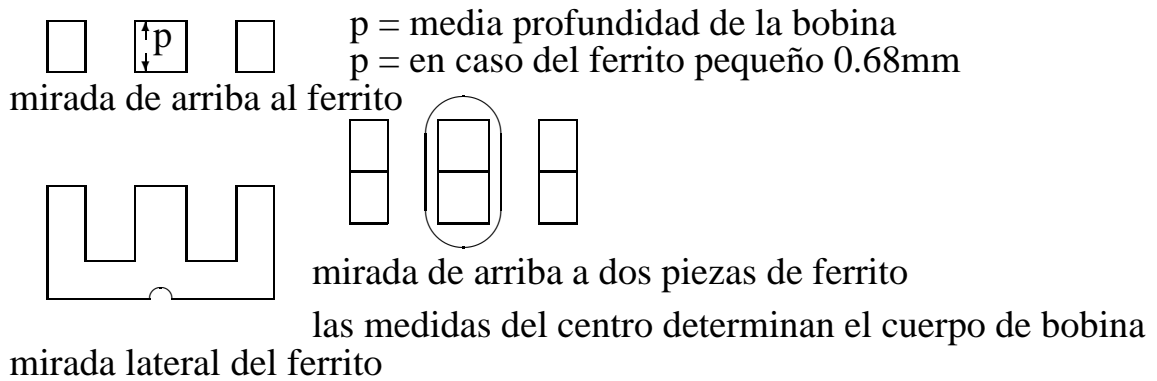
Para el ferrito B con un Valor de A_L de 352 nH (ferrito menor de los ferritos mandados salen $n = \sqrt{\frac{0,005}{0,000000352}} = 120$ vueltas

El bobinado secundario se calcula segun la transmisión requerida de 1:5 lo que significa que el bobinado secundario requiere 5 veces más de vueltas que el bobinado primario: Así se necesitan para el ferrito A 550 vueltas y para el ferrito B 600 de vueltas. La fórmula para calcular el bobinado secundario es: $\frac{U_P}{U_S} = \frac{n_P}{n_S}$. El alambre del bobinado será más delgado que el alambre para el bobinado primario. Para el bobinado primario se utiliza un alambre de cobre con barniz con un diámetro de 0.4 mm mientras el alambre de cobre con barniz para el bobinado secundario tendrá un diámetro de 0.15 mm.

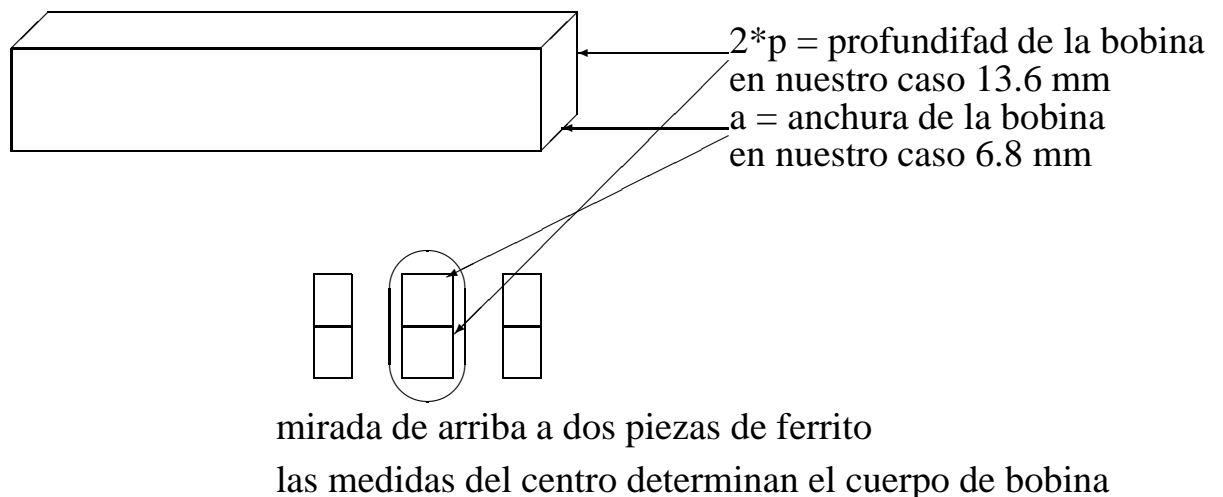
2.3. ¿Cómo se hacen los bobinados sin tener ningun cuerpo de bobina?

Los ferritos menores no tienen ningun cuerpo de bobina y los cuerpos de bobina de los ferritos mayores no son muy agradables para manejar. Así se harán los cuerpos de bobina con papel y pegante. Para los ferritos menores se hace un molde de un pedazo de madera mientras para los ferritos mayores que tienen una parte central redonda se puede utilizar una jeringa o un lapicero con el mismo diámetro como la parte central de ese ferrito como molde para el cuerpo de bobina.

Los dibujos explican como se hace un cuerpo de bobina para ferritos como son los del tamaño menor.



Este pedazo de madera se prepara con una lima o un cuchillo hasta que tenga una anchura de 6.8 milímetros y una profundidad de 13.6 milímetros. Así tendrá las medidas de anchura y profundidad como dos ferritos juntados.



Ahora se corta una cinta de papel con una anchura de 20 milímetros. La anchura de esta cinta no debe ser mayor para que se pueda juntar las dos partes de ferrito. Por la misma razón se hará la bobina un poco más corta que 2 centímetros.

Se vuelve la cinta de manera fija enrededor de la pieza de madera sacandola con cuidado del molde de madera para que no se afloge. Ahora se prueba si se puede meter el papel sobre los ferritos. Cuando este sea posible con facilidad, el molde de madera saldrá bien. Cuando el molde sea más estrecha que el ferrito

no se podrá meter la bobina sobre el ferrito. En este caso se vuelve una capa de masquitape enrededor de la pieza de madera probando después otra vez. Cuando el tamaño del molde salga bien se podrá hacer la base para la bobina. Para esto se pega la cinta de papel con un poco de pegante fijándose que no se pegue al molde.

Cuando el pegante está seco se puede comenzar con la bobina primaria. Se utiliza alambre de cobre con aislamiento de barniz con un diámetro de 0.4 milímetros. Para una inductividad de 5 mH se necesitan 120 vueltas. Hay que poner el alambre una vuelta a otra al cuerpo de la bobina. Cuando se termine una capa se fijan la últimas vueltas con pegante. Igualmente se fijan las primeras vueltas de una capa también con pegante antes de comenzar con esas vueltas.

Cuando una capa está lista se pone una vuelta de masquitape para aislar la capa. Entre la bobina primaria y la bobina secundaria se ponen tres vueltas de masquitape. La bobina secundaria tiene cinco veces más vueltas (600 vueltas en nuestro caso) hechas con alambre de cobre con barniz con un diámetro de 0.15 milímetros. Así el transformador tiene una relación de transformación de 1:5.

Importa que se pongan las dos bobinas con la misma dirección de las vueltas. También se marcan los comienzos de cada una de las bobinas. En el plan de construcción electrónica las comienzas de las bobinas estan marcadas con un punto. Importa que se conecten las bobinas de manera correcta pues sólo así funcionará el inverter de tipo flyback correctamente.

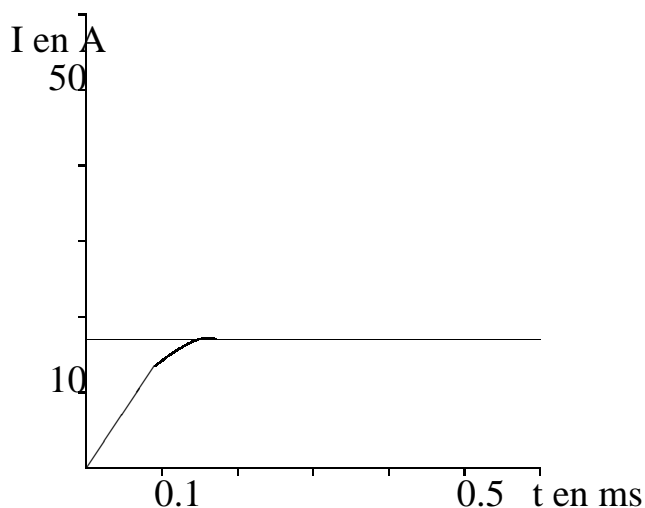
Capítulo 3

Calculación del transformador de alta tensión TR2

3.1. Cálculo de las bobinas

Este transformador produce de un voltaje de 250 V impulsos de 8000 - 10000 V. Se calcula la inductividad según la ecuación de calcular las inductancias que es análoga a la regla de Newton en la mecánica: $L = \frac{U dt}{di}$.

La intensidad máxima de la corriente depende del tiristor utilizado, en caso del tipo TIC106 la intensidad de corriente es 17 A. El tiempo en que la corriente logra una intensidad de 17 A son 0.17 ms.



Esta curva describe cómo se cambia la corriente en la bobina primaria del transformador TR2. El Tiristor del tipo TIC106 puede encender una corriente de 17 A. Como puede verse, la corriente asciende en las primeras 75 por ciento de la curva de manera lineal por causa del efecto de la inductancia. En la última parte de la curva, muestra el efecto de la resistencia eléctrica de la bobina por la que el

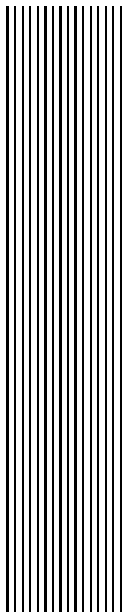
aumento de la corriente se disminuye hasta que alcanza su intensidad máxima de 17 A después de 0.170 ms. A este tiempo el capacitor C8 está descargado.

Según esta curva que en su mayor parte sale lineal se puede calcular $\frac{di}{dt} = \frac{17}{0,00017}$. Así se calcula una inductividad necesaria de $L = \frac{U * dt}{di} = \frac{250 * 0,00017}{17} = 0,0025$. Así se necesita una inductividad de 2.5 mH.

3.2. El núcleo para el transformador TR2

Para calcular el número de vueltas de la bobina primaria se necesita aparte de la inductividad el valor A_L del hierro de núcleo utilizado. El núcleo puede ser un hierro de un transformador del tamaño de 60 a 70 mm de longitud, anchura y profundidad. Un buen núcleo se puede hacer de alambre de hierro sin alear y no galvanizado. El alambre debe consistir de hierro suave y no de acero.

El núcleo se puede hacer de manera abierta o de manera cerrada. En caso de un núcleo cerrado se necesitan dos ranuras no magnéticas de 0.2 mm.

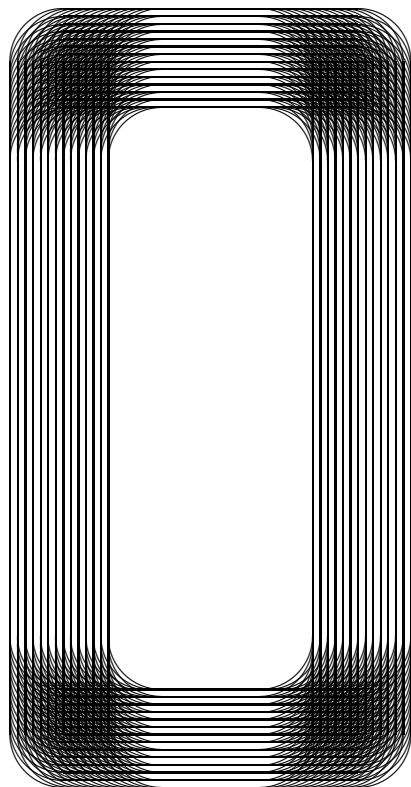


El núcleo abierto consiste de un haz de alambres de hierro suave
Este haz tiene un diámetro entre un y dos centímetros
Los alambres tienen una longitud de 8-10 centímetros
cada alambre está barnizado con laca
se fija el haz de alambre con un hilo vuelto de manera firme por una o dos vueltas
Se barniza este haz con la capa de hilo con laca

núcleo abierto hecho con alambre de hierro

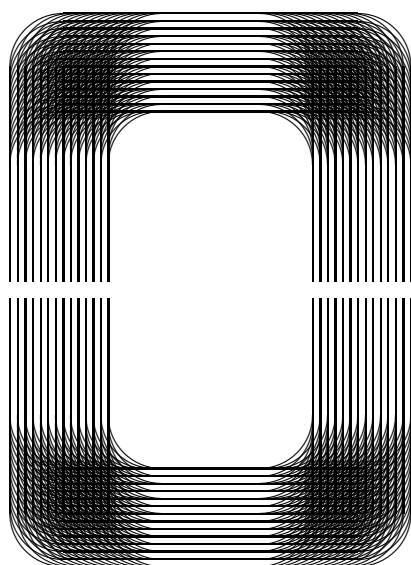
Para hacer un núcleo cerrado se necesita un molde para poder hacer un haz de alambre en forma de un núcleo de un transformador flyback. Este molde se puede hacer de madera. Se vuelve el alambre barnizado antes con laca en este molde hasta que esté lleno.

Se pone el haz en laca y deja secarlo. Este se repita una o dos veces.



nucleo cerrado hecho de alambre de hierro

Cuando la laca está bien secado se corta el haz en dos partes.



nucleo cerrado hecho de alambre de hierro con ranura por cortar el haz

Se hace los puntos, donde se ha cortado el haz, muy lizo utilizando una lima. Al fin se pone otra vez en laca. Para hacer la ranura se pega masquitape a los fines de las dos mitades.

El cuerpo para las bobinas se puede hacer de manera parecida como en el caso del transformador TR1. Se hace el molde para las bobinas de acuerdo a las medidas del nucleo hecho.

3.3. Las bobinas del transformador TR2

El número de vueltas para la bobina primaria se calcula de tal manera para lograr una inductividad de 2.5 mH. Para esto hay que saber el valor A_L lo que se puede medir como escrito más arriba en el capítulo sobre el transformador TR1.

En caso de que el valor de A_L sea 2441 nH se necesitan $n = \sqrt{\frac{L}{A_L}} = \sqrt{\frac{0,0025}{0,000002441}} = 32$ vueltas. Esta bobina se hace con alambre de cobre barnizado con un diámetro de un milímetro.

La bobina secundaria se calcula según la relación de transformación que debe ser de 1 : 32 más o menos. Así sale la ecuación: $\frac{U_P}{U_S} = \frac{n_P}{n_S}$. En nuestro caso se ponen $n_S = \frac{32 \cdot 8000}{250} = 1024$ vueltas. Para esta bobina se usa alambre de cobre barnizado con un diámetro de 0.35 milímetros. Hay que aislar las capas de la bobina secundaria muy bien para evitar descargas. Así se pone entre cada una de las capas una separación con masquitape. Las primeras y últimas vueltas de una capa se pegan con un pegante universal.

Después de la primera capa de la bobina secundaria puede salir una derivación para poder controlar la función del energizador. Pero no es necesario tener esta derivación, sólo facilita el control del energizador.

Para toda la bobina secundaria se necesitan entre diez y quince capas. Se ponen las bobinas al nucleo y puede fundir todo el transformador en parafino o sebo de res para mejorar el aislamiento.

Teniendo calculado el transformador para la tensión alta sólo hace falta calcular el capacitador C8 que carga la energía para producir los impulsos de tensión alta. $E_L = 0,5 * L * \hat{i}^2$ y $2E_C = 0,5 * C * U'^2$. Puesto que $E_L = E_C$ así sale $0,5 * L * \hat{i}^2 = 0,5 * C * U'^2$. En nuestro caso sale para C8 11.5 μ F.

Capítulo 4

Componentes electrónicos requeridos

4.1. Anejo: Lista de los componentes requeridas

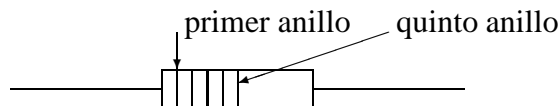
piezas	parte	tipo	datos
1	T1	BC337	Transistor, 60V, 1A o otro tipo parecido
1	T2	BC238	Transistor 30V, 0.2A o otro tipo parecido
1	Thy	TIC106	tiristor (tiratrón de semiconductor) 400V; 10A
1	D1	SB130	diodo de shotky 50V, 1A
1	D2	1N4002	diodo de 100V, 1A
1	D3	BA159	diodo rápida de 1000V,1A
1	D4	1N5408	diodo de 1000V, 5A
5	D5-D9	1N4148	diodo rápida de 60V, 0,1A
1	LED	LED	diodo luminoso rojo
1		LM393	Comparador dual
1		46106	Hex-Schmitttrigger
1		78L05	regulador de voltaje positivo de 0.1 A para un voltaje de salida de 5 V
2		GL	bombillas de efluvio
1	TR1		Transformador de ferrito
1	TR2		Transformador de voltaje alto
1	E1		Capacitador de elctrolito de 1 mF y un voltaje más que 16 V
1	E2		Capacitador de elctrolito de 10 μ F y un voltaje más que 16 V
1	C8		Capacitador de 10 μ F y un voltaje más que 250 V corriente alterna
1	C1		Capacitador de 1 nF y un voltaje más que 100 V
2	C2, C3		Capacitador de 220 pF
1	C4		Capacitador entre 10 y 22 nF dependiente de los parámetros de TR 1, en caso de una inductividad de 2.8 mH (89 vueltas en la bobina primara con el ferrito dentro del paquete) C4 será de 15 nF en caso de una inductividad de 5 mH (119 vueltas en la bobina primaria con el mismo ferrito) C4 será de 22 nF
1	C5		Capacitador de 1 - 1.33 μ F
2	C6, C7		Capacitador de 10 nF

piezas	parte	tipo	datos
2	R1, R2		Resistencia de 1 Ω y 1 W
1	R2		Resistencia de 120 k Ω
4	R4, 7,9,22		Resistencia de 10 k Ω
1	R13		Resistencia entre 5 y 20 k Ω dependiente de los datos del transformador TR1 , 5 k Ω en caso de una inductividad de 2.8 mH de la bobina primaria y 10 k Ω en caso de una inductividad de 5 mH de la bobina primaria
3	R11,12 y 18		Resistencia de 1 k Ω
1	R5		Resistencia de 22 k Ω
1	R8		Resistencia de 8.2 k Ω
1	R15		Resistencia de 47 k Ω
2	R6, 10		Resistencia de 100 k Ω
1	R20		Resistencia de 330 k Ω
2	R 16,17		Resistencia de 1 M Ω
1	R21		Resistencia de 68 Ω
1	R2		Resistencia de 120 k Ω

4.2. ¿Cómo se utilizan los componentes electrónicos?

4.2.1. Resistores

Los resistores tienen anillos colorados que significan su valor. Los resistores tienen entre tres y cinco anillos.



En caso de cuatro anillos los primeros dos anillos describen las primeras dos cifras del valor mientras el tercer anillo cuenta el numero de los ceros. El cuarto anillo describe la tolerancia en porcientos.

Tabla de los valores de resistores

Color del anillo	1 er anillo	2 do anillo	3 er anillo	4 to anillo
negro	0	0	-	-
café	1	1	0	1 %
rojo	2	2	00	2 %
naranja	3	3	000	-
amarillo	4	4	0000	-
verde	5	5	00000	0.5 %
celeste	6	6	000000	0.25 %
violeta	7	7	0000000	0.1 %
gris	8	8	-	-
blanco	9	9	-	-
dorado	-	-	*0.1	5 %
plata	-	-	*0.01	10 %

Así un resistor con los anillos de color café, rojo, naranja, dorado significa que tiene una resistencia de $12000\ \Omega$ y una tolerancia de 5 %.

En caso de que un resistor de cinco anillos hay tres cifras descritas. Así un resistor con anillos del color café rojo verde rojo dorado tiene el valor de resistencia de $12500\ \Omega$ y una tolerancia de 5 %.

No importa fijarse a la polaridad de resistores.

4.2.2. Capacitadores

Capacitadores de Electrolito

Este tipo de capacitadores tienen una capacidad muy alta. El valor de su capacidad está escrito en estos capacitadores. Importa que se conectan con la polaridad correcta. Así el polo positivo o negativo está indicado.

Capacitadores unipolares

Aquí no importa la polaridad. Más difícil es que muchas veces el valor está codificado. Aquí está la llave para entender el valor de la capacidad. Muchas veces se encuentran tres cifras y una letra. Las primeras dos cifras indican las primeras dos cifras del valor de la capacidad formando así un número de dos cifras mientras la tercera cifra caracteriza el multiplicador. El cuarto caracter nos informa sobre la tolerancia del valor. Así el sistema es parecido como los anillos colorados de los resistores.

Tabla de los valores de capacitadores

3era cifra	Significado	4 to caracter	tolerancia
1	*10	D	0.5 %
2	*100	F	1 %
3	*1000	G	2 %
4	*10000	H	2.5 %
5	*100000	J	5 %
6	*1000000	K	10 %
-	-	M	20 %

Así un capacitor de 222J tiene un valor de $2200\ \text{pF}$ y una tolerancia de 5 %.

Otras maneras de etiquetar capacitadores son:

$2n2 = 2.2\ \text{nF}$. Una letra al cuarto lugar describe la tolerancia como arriba.

$2\mu 2 = 2.2\ \mu\text{F}$

$2p2 = 2.2\ \text{pF}$

$2r2 = 2.2\ \text{pF}$

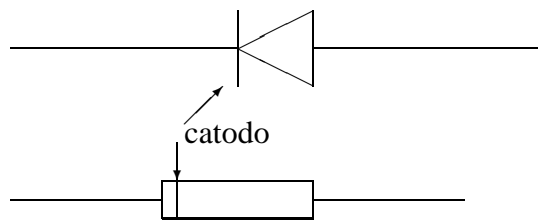
4.2.3. Semiconductores

Diodos

Los diodos rectifican una corriente alterna. Hay que fijarse a la polaridad correcta indicada por un anillo que muestra el polo negativo. Cada tipo de diodo está diseñado para voltajes y

corrientes distintos. Así hay que mirar si un tipo de diodo funciona.

Los polos de un diodo

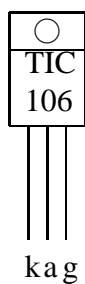


Diodos luminosos (LED)

Estos diodos emiten luz cuando pasa una corriente. El catodo tiene un alambre de enchufe más corto que el anodo.

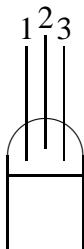
Tiristor

El tiristor tiene tres alambres de contacto. Cuando se mire la lado delantera de este componente donde se halla el rótulo por ejemplo TIC 106 el alambre de la izquierda será el catodo (k), el alambre central el anodo (a) y el alambre de la derecha el gate (g).



Transistor

En caso de los transistores hay varias formas de contactarlos. La imagen siguiente muestra la forma más común de transistores de señal baja.



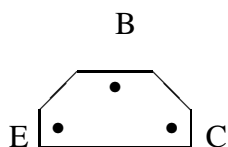
Este cuadro muestra la forma más común de transistores de fuerza baja. Se puede hallarlos en radios, televisores y pantallas. También el regulador de voltaje de fuerza baja parece de esta manera.

Desgraciadamente el esquema de los contactos es variable dependiendo del tipo. Así hay aquí

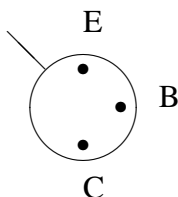
una tabla de los transistores más comunes.

Tipo del componente	1	2	3
BC 639	B	C	E
BC 238, BC 557	E	B	C
78L05	IN	GND	OUT

Otras formas de transistores son los siguientes que ya no son producidos ahora. Pero se hallan en equipos electrónicos producidos en la década 70 del siglo pasado. La imagen muestra los contactos de este tipo de transistor como el BC147, BC148 y BC158 con mirada a los contactos al lado inferior.



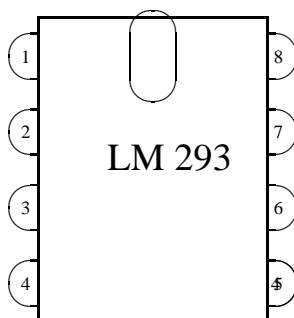
Otros transistores ya no producidos tienen un cuerpo metálico. Estos son por ejemplo los tipos BC107, BC108 y BC109. También se hallan en los equipos electrónicos de la década 70. Aquí otra vez la mirada hacia abajo.



¡Importa que se utilicen transistores de tipo npn para este equipo!

circuitos integrados

El esquema del circuito 40106 ya está descrito más antes en el capítulo del cálculo de las inductancias. El circuito del comparador de voltajes (LM 293) tiene un esquema de contactos parecido al 40106 fuera de que sólo tiene ocho contactos.



Como puede verse en caso de los circuitos de esta forma siempre haz que buscar la marcación. Entonces se comienza a contar del lado izquierdo hacia abajo y despues en el lado derecha hacia arriba.