

NUEVA
ELECTRÓNICA



Nº 307

5,25 €UROS

ELECTRÓNICA

NUEVA



factor

iPOD... iPHONE... iPAD... iTESLA

Un ESTROBOSCOPIO con LED de potencia

FACTOR Q:
aclaremos algunas cosas

Dispositivo DISUASORIO

USB-PIC'School laboratorio para PIC's (175€)



NUEVO!!

FlowCode V4 para PIC: otra forma de programar ...

- Programación gráfica mediante iconos.
- Panel de simulación y depuración.
- Gran número de periféricos virtuales.
- Compatible con USB-PIC'School.
- Con un sólo click el programa se compila, ensambla y graba sobre el laboratorio.
- Disponible en versión educativa y profesional.

FlowCode versión educativa (no incluye el laboratorio USB-PIC'School) por ... **49 €**

Consulte en nuestra web las ofertas adquiriendo conjuntamente el FlowCode V4 + USB-PIC'School

Azkar-Bot: un robot didáctico, programable y expandible



desde **135 €**

Reproductor SOMO-14D:

!! Voces, música y sonido para todos los gustos !!



Módulo ultrasónico SRF02

Receptor GPS 28500

Acelerómetro de 2 ejes 26017

Vrbot: Reconocimiento de voz

PIR de movimiento

Compás CMPS03

Módulos de visualización "todo en uno"

Color, gráficos, texto, imágenes, video, touch y sonido en tus proyectos y aplicaciones



NUEVO!!

desde ... **25 €**

Universal Trainer

En Kit 110 €
Montado 140 €



Laboratorio didáctico-profesional con módulos opcionales de prácticas para electrónica Digital, Semiconductores, Electrónica Analógica, Microcontroladores y PLD.

LIBRO11
PVP 34 €

Libro de prácticas basadas en Universal Trainer y sus módulos. Temario adaptado al programa de FP.

Los precios no incluyen el IVA y pueden verse modificados sin previo aviso

MSE
MICROSYSTEMS
ENGINEERING

INGENIERÍA DE MICROSYSTEMAS PROGRAMADOS S.L.
Alda. Mazarredo, 47 - 1º, 48009 BILBAO Tfno/Fax: 944230651
www.microcontroladores.com

DIRECCION

C/ Arboleda, 2
Oficina 405
28031 (MADRID)
Teléf.: 902 009 419
Fax: 911 012 586

Director Editorial
Eugenio Páez Martín

Director Técnico
Felipe Saavedra

Diseño Gráfico
M^a Isabel Camacho Ferro

Webmaster
Natalia García Benavent

Suscripciones y Pedidos
Noemi Salguero Fernández

SUSCRIPCIONES
Correo Electrónico:
revista@nuevaelectronica.com

PEDIDOS:
Correo Electrónico:
pedidos@nuevaelectronica.com

SERVICIO TECNICO
Correo Electrónico:
tecnico@nuevaelectronica.com

Teléf.: 902 009 419
Fax: 911 012 586

PAGINA WEB:
www.nuevaelectronica.com

IMPRESION:
EUROGRAFICAS, 2000 S.L.
C/ Buzanca, 6 - Nave, 6
28343 Valdemoro - MADRID
Tel.: 918 083 976

DISTRIBUIDOR:
COEDIS S.A.
Tel.: 936 800 360
Molins de Rei
BARCELONA

Traducción en lengua
Española de la revista
"Nuova Elettronica", Italia.

DEPOSITO LEGAL:
M-18437-1983

Edición Impresa:
Suscripción anual: 50,00 Euros
Susp. certificada: 85,00 Euros

Edición digital:
Suscripción anual: 30,00 Euros

Nº 307
5,25 Euros. (Incluido I.V.A.)
Canarias, Ceuta y Melilla
5,25 Euros (Includidos portes)

En este número

SUMARIO

Un ESTROBOSCOPIO con LED de potencia

Hemos fabricado este interesante estroboscopio semiprofesional sustituyendo a la aparatosa y frágil lámpara de xenon y su transformador de arranque con un LED de potencia.

LX1771 4

IPOD... iPHONE...IPAD...iTESLA

¿Pueden el agudo de una soprano, el canto de un ruiseñor o incluso una canción entera ser reproducidos fielmente por un suceso tan repentino, y aparentemente incontrolable, como una descarga eléctrica? Aunque pueda parecer imposible, cuando probéis el iTesla que presentamos en este artículo, os daréis cuenta de hasta qué punto puede ser real este fenómeno mágico.

LX 1776 12

FACTOR Q: aclaremos algunas cosas

En este artículo queremos poner algo de luz sobre el llamado "factor Q", teniendo en cuenta tanto el factor de calidad de los componentes electrónicos - condensadores e inductores- como el de los circuitos de resonancia.

FACTOR Q 32

APARATO DISUASORIO para alejar molestias

Lo que presentamos es un dispositivo que genera impulsos de alta tensión y, al ser portátil, puede ser utilizado tanto para comprobar el estado de inmunidad al ruido de nuestros equipos electrónicos como para protección personal.

LX 1775 44

PROXIMAMENTE





Un ESTROBOSCOPIO

Hemos fabricado este interesante estroboscopio semiprofesional sustituyendo a la aparatosa y frágil lámpara de xenon y su transformador de arranque con un LED de potencia.

El uso de los **LED** ya se está extendiendo a los más variados ámbitos de aplicación, desde la iluminación doméstica a las luces de posición de los coches, pasando por la retroiluminación de los nuevos televisores, las lámparas bactericidas **UVC** para desinfectar el agua o los instrumentos quirúrgicos. Precisamente ha sido la disponibilidad de led de alta potencia y eficacia lo que nos ha permitido fabricar este **estroboscopio** que, como se sabe, es un instrumento que permite observar y estudiar un objeto “en movimiento” -pudiendo ser este movimiento rotatorio u oscilatorio- igual que si éste estuviera parado, además de permitir medir su

velocidad. Hasta hace un tiempo esta misma función se podía realizar con una lámpara de xenon tipo las que van montadas en los flashes de uso fotográfico, pero necesitaba para su encendido una alimentación de alta tensión y, no teniendo una duración ilimitada, suponía también un coste elevado.

Los led de potencia se caracterizan por una alta velocidad de encendido/apagado, por la posibilidad de poder ser alimentados a baja tensión y por tener una duración superior a la de casi cualquier otra lámpara, revelándose así como los componentes más adecuados para este fin.

Las **aplicaciones prácticas** del estroboscopio son múltiples, aquí os enseñamos sólo algunas. En el ámbito mecánico este instrumento se usa para hacer **test de verificación** en diversos dispositivos. Por ejemplo, para establecer la velocidad de rotación de un ventilador que sirva para enfriar una CPU.

En este caso hay que orientar la lámpara hacia el ventilador y variar lentamente la frecuencia de los haces de luz hasta verlo “parado”. Si se conoce la frecuencia de la luz se puede obtener la velocidad de rotación en revoluciones por minuto, multiplicando el valor de frecuencia por 60.

El estroboscopio se usa también en el ámbito del **Hi-Fi** para controlar y medir el número de revoluciones por minuto del plato para la escucha de los discos de vinilo, que últimamente vuelven a estar en boga entre los jóvenes. En este caso, el estroboscopio

sirve para calibrar la velocidad del plato exactamente en 33 revoluciones y 1/4: una velocidad precisa es necesaria ya que modifica el “pitch” de escucha.

Además, puede usarse en lugar de la fuente luminosa de un microscopio para “congelar” cualquier movimiento de bacterias y hongos inmersos en un caldo de cultivo o bien para analizar formas bacterianas en una muestra, etc.

Naturalmente el estroboscopio tiene una aplicación práctica también en el campo de la fotografía, donde permite obtener diversas imágenes de un objeto en movimiento, pudiendo determinar su posición instantánea por instante. El clásico ejemplo es el de una gota de agua cayendo en un vaso.

Por último el uso de estroboscopios de gran potencia puede crear efectos visuales en discotecas.

con LED de potencia



Fig. 1 Foto del generador de Tesla que puede conectarse a cualquier fuente de audio.

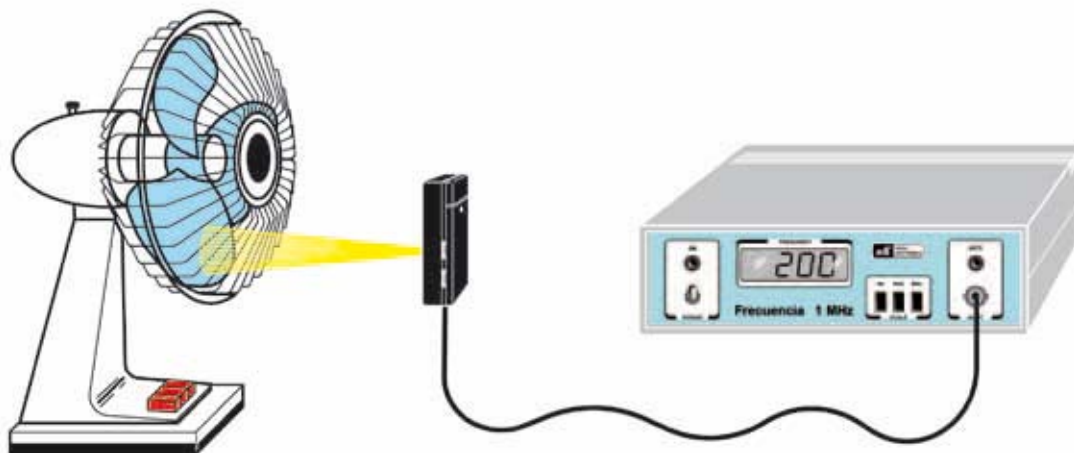


Fig.2 En este dibujo se representa un simple experimento que podréis llevar a cabo colgando el estroboscopio de un frecuencímetro y dirigiéndolo hacia un ventilador en marcha: con una simple fórmula conseguiréis obtener el número de rotaciones por minuto de las tres palas del ventilador. Obviamente para garantizar el éxito de la prueba tendréis que hacerla en un ambiente en penumbra.

Hagamos ahora un experimento que cualquiera puede realizar en su casa, una vez montado el estroboscopio. Aplicándolo a una rueda o a un engranaje se puede conocer su número de rotaciones por minuto gracias a la siguiente fórmula:

RPM (Revoluciones Por Minuto) = (60 x Hz) : n. haces de luz

Ejemplo: si medís en salida de vuestro estroboscopio la frecuencia de **200 Hz** y disponéis, por ejemplo, de un ventilador de **3** palas (ver fig.2), aplicando la fórmula anterior obtendréis el número de revoluciones por minuto que será de:

$$(60 \times 200) : 3 = 4.000 \text{ RPM (revol. por minuto)}$$

Hay que recordar que cada objeto en movimiento tiene una frecuencia propia aunque nuestros ojos lo vean inmóvil por efecto de la **persistencia** de la imagen en la retina.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Para generar impulsos de frecuencia variable que servirán para manejar el led de alta luminosidad, hemos usado el clásico integrado **NE555** (ver IC1 en la fig.5). Éste, unido a un transistor **PNP** (ver **TR1**) servirá para obtener, en los extremos del

condensador **C3**, una tensión “dentada” con una frecuencia variable entre los **30 Hz** y los **300 Hz**, actuando sobre el potenciómetro **R11**.

La amplitud constante de esta onda está incluida entre los **+1,5 voltios** y los **+3 voltios**, aprox.

Para evitar que la reducción de la tensión de la batería –habitual en su proceso de descarga– modifique la frecuencia generada, hemos polarizado el pin **5** del integrado **NE555** con la tensión constante de **3,3 voltios** generada gracias al diodo zener **DZ1**. Por tanto, incluso aunque la tensión de la batería se redujera a **8/7 voltios**, la frecuencia generada seguiría siendo constante.

Por medio del distribuidor de tensión formado por **R2**, **R4** y el potenciómetro **R3**, obtenemos dos funciones:

- la relativa a la **variación** de la amplitud del impulso luminoso que en un circuito estrobo es de vital importancia;
- la relativa a la **compensación** de la variación de luminosidad del led cuando el potenciómetro está regulado por un impulso muy breve.

De hecho, ya que el valor medio de la corriente que discurre por el diodo es proporcional al ciclo de trabajo de la onda cuadrada que controla el led, sin ninguna

compensación obtendremos la máxima luminosidad cuando la amplitud del impulso sea máxima y la mínima luminosidad cuando la amplitud sea regulada por el valor mínimo.

En este último caso, reduciéndose sensiblemente el valor medio de la corriente en el diodo led, lo veremos levemente encendido y el haz de luz generado podría ser insuficiente para nuestros fines.

Gracias al potenciómetro **R3**, modificamos la tensión de entrada no invertible del operacional **IC2/B** usado como un comparador de tensión para obtener la variación del ciclo de trabajo.

Además, a través del buffer **IC2/A**, modificamos automáticamente también la tensión presente en el **pin 5** del operacional **IC3/B** que, por medio del transistor **NPN** marcado como **TR2**, será “modulada” por la señal de onda cuadrada generada por el comparador **IC2/B**.

Gracias a este descubrimiento obtenemos, incluso

con valores mínimos de ciclo de trabajo, una corriente para el diodo led de alta potencia, suficiente para producir una buena luminosidad.

El estadio compuesto por el operacional **IC3/B** desempeña la función de generador de corriente que alimenta el diodo led.

Con este propósito se hace necesario el uso de otro transistor (ver **TR3**) ya que la corriente suministrada por el **IC3/B** es insuficiente para obtener el encendido del diodo led de alta potencia.

El **IC3/A** se utiliza como un schmitt trigger para obtener una señal útil para manejar, potencialmente, un frecuencímetro externo que mida la frecuencia exacta de relampagueo. Así se podrán deducir las revoluciones/minuto de un elemento en rotación como, por ejemplo, el árbol de un motor.

Combinando al circuito el frecuencímetro **LX.1543** (que publicamos ya en otro número de la revista) **se obtiene** un sistema completo para poder hacer todas las pruebas y comprobaciones posibles.

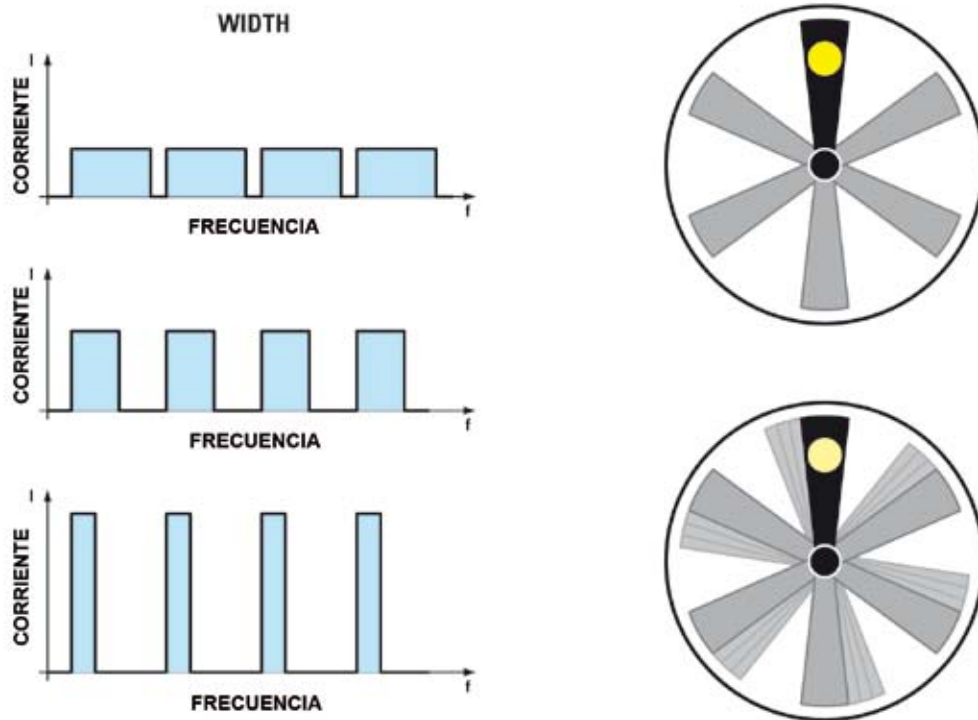


Fig.3 Como se puede suponer por los 3 gráficos de la izquierda, la corriente del diodo led aumenta si la amplitud del impulso se reduce y viceversa; esto es para compensar la pérdida normal de luminosidad a medida que el impulso se hace más estrecho.

La variación en la amplitud del impulso es necesaria para eliminar el molesto “efecto estela” reproducido en la imagen de la derecha, en cuanto que el objeto a observar se ilumina sólo por un breve espacio de tiempo

Otros frecuencímetros adecuados son:

- LX.5048
- LX.1190

La absorción de corriente, variable en función de las frecuencias y de la amplitud del impulso, tiene un valor máximo de unos **100 miliamperios** y garantiza una buena autonomía de la pila utilizada.

BREVES CONSEJOS DE USO

Usando una cámara de video digital y nuestro estroboscopio se podrá grabar en modo “**macro**” las fases de la caída de una gota en un líquido. Probad en principio con un líquido de alta densidad. En este caso la frecuencia a utilizar será más baja.

Con una cámara de fotos analógica (de carrete), una vez localizada la frecuencia exacta, se podrán incluso “congelar” los movimientos de pequeños insectos.

EJECUCIÓN PRÁCTICA

La ejecución práctica de este proyecto que hemos denominado **LX.1771** no presenta especial dificultad y con la ayuda del dibujo de la fig. 7 lo podréis completar en muy poco tiempo.

Os damos algunas indicaciones generales que pueden ser útiles a quienes no tengan demasiada destreza en el montaje.

Sugerimos soldar las tomas en las que se insertarán los tres integrados previstos y, tras soldar todos los pasadores a las pistas del circuito, se procederá a montar todas las **resistencias y los condensadores de poliéster**.

Como se ve en la fig.7, los dos condensadores **electrolíticos C2 y C6** se insertarán abajo a la derecha, fijándose en el signo + que indica el pie de polaridad **positiva**, mientras que el condensador grueso **C7** se pondrá arriba, tras haber doblado en L las terminaciones(ver fig.7).

LISTADO DE COMPONENTES LX.1771

R1 = 1.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 10.000 ohm pot. lin.
R4 = 10.000 ohm
R5 = 47.000 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 1 megaohm
R8 = 6.800 ohm
R9 = 1.000 ohm
R10 = 1.000 ohm
R11 = 47.000 ohm pot. lin.
R12 = 4.700 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 1.000 ohm
R15 = 33 ohm
R16 = 1.000 ohm
R17 = 10 ohm
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 10 microF. elettrolitico
C3 = 220.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 10 microF. elettrolitico
C7 = 1.000 microF. elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N4150
DS2 = diodo tipo 1N4150
DZ1 = zener 3,3 V ½ W
DL1 = diodo led 1 Watt (=DL4.1)
TR1 = PNP tipo BC557
TR2 = NPN tipo BC547
TR3 = NPN tipo ZTX653
IC1 = integrato tipo NE555
IC2 = integrato tipo LM358
IC3 = integrato tipo LM358
S1 = interruttore su R11



DIODO LED

Fig.4 - Arriba, vista delantera y trasera de la conexión del diodo de 1 Vatio LED SMD (Código = DL41) Como puede ver, terminales AEK son identificables debido a sus diferentes biselados.

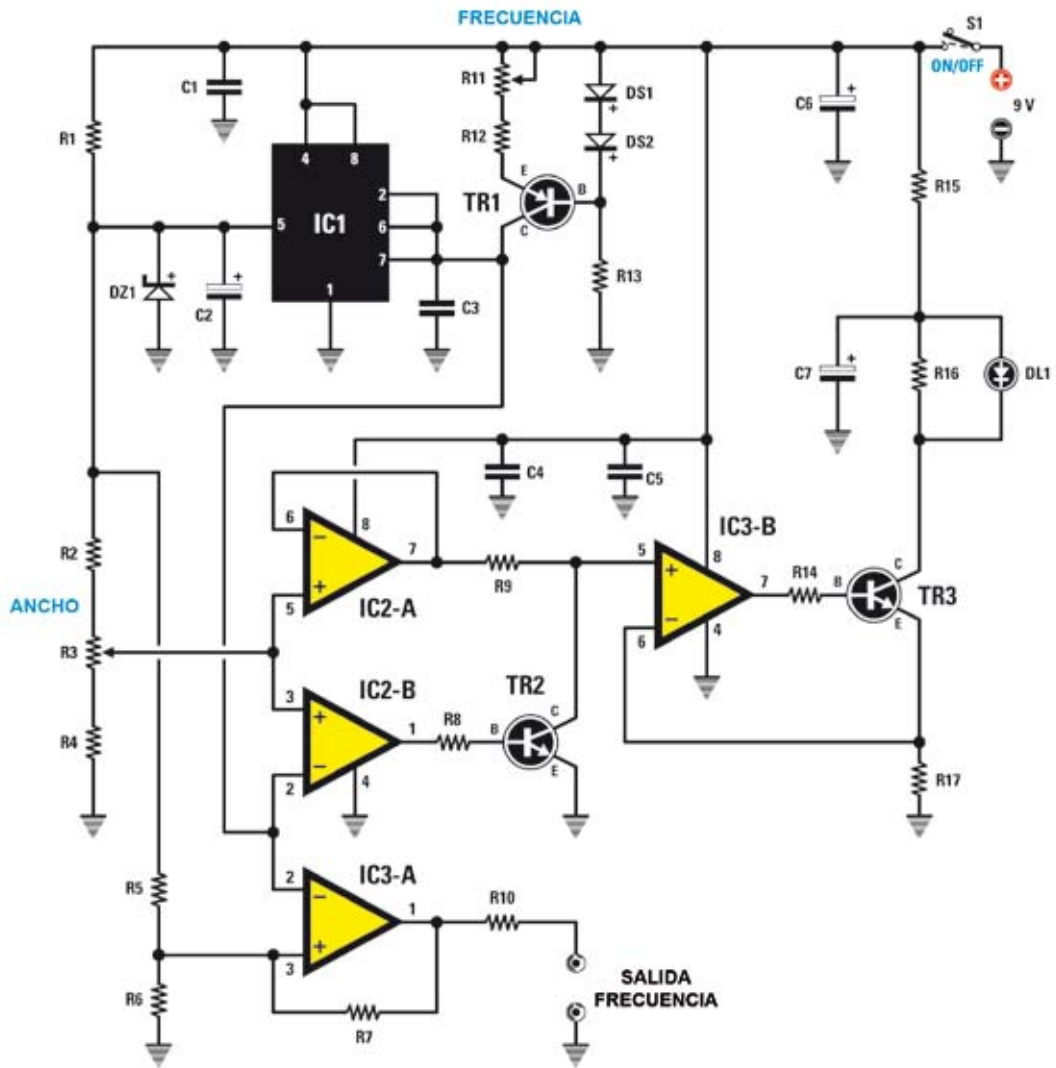


Fig.5 Arriba se representa el esquema eléctrico del proyecto del estroboscopio y al lado el listado de componentes utilizados para su realización. Os recordamos que todas las resistencias son de 1/8 vatios.

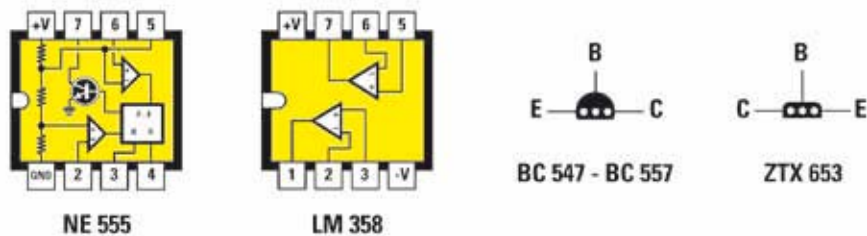


Fig.6 A la izquierda están representadas las conexiones de los integrados NE555 y LM358 vistas desde arriba y con la muesca de referencia hacia la izquierda, las del transistor BC547 y el equivalente BC557, y las del transistor ZTX653 vistas desde abajo.

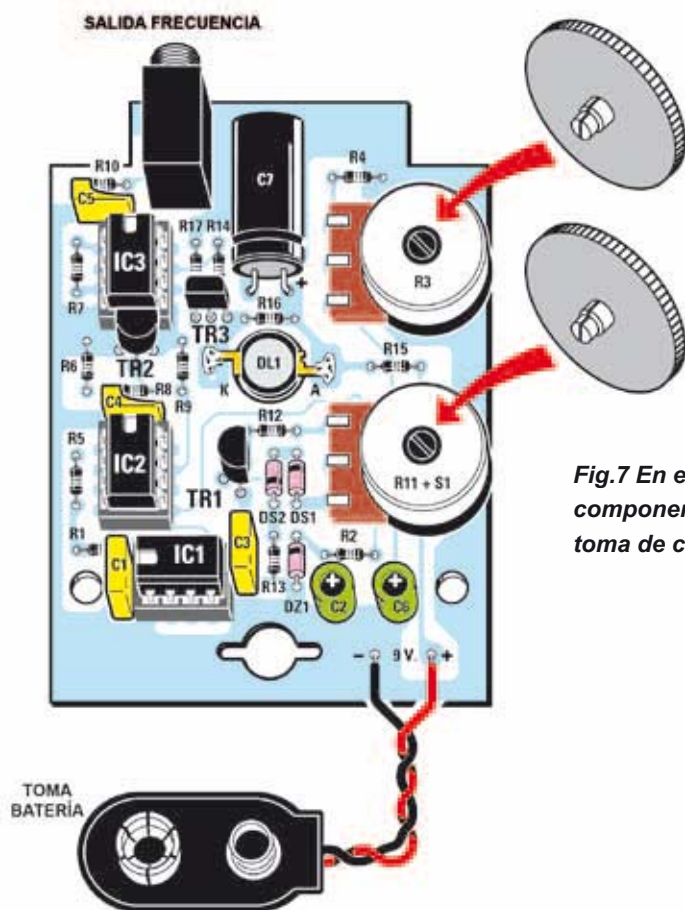
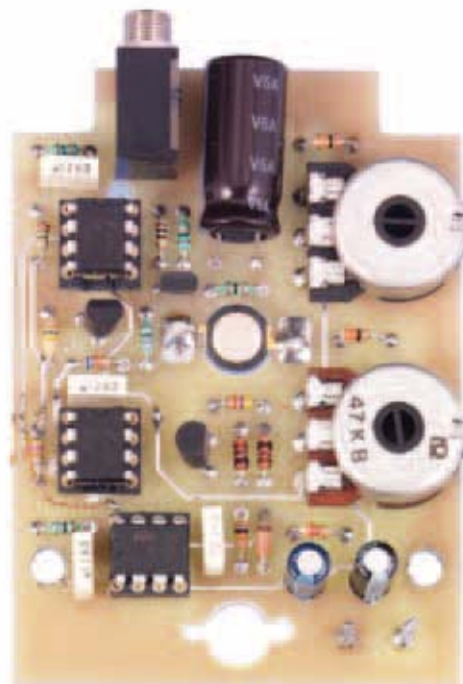


Fig.7 En este dibujo se ve la disposición de los componentes sobre el circuito impreso. Abajo la toma de conexión para la pila de 9 voltios.

Fig.8 Foto del montaje terminado. Este circuito impreso no tiene dibujo serigrafiado ni el barniz protector, que sí están presentes en los impresos de fábrica.



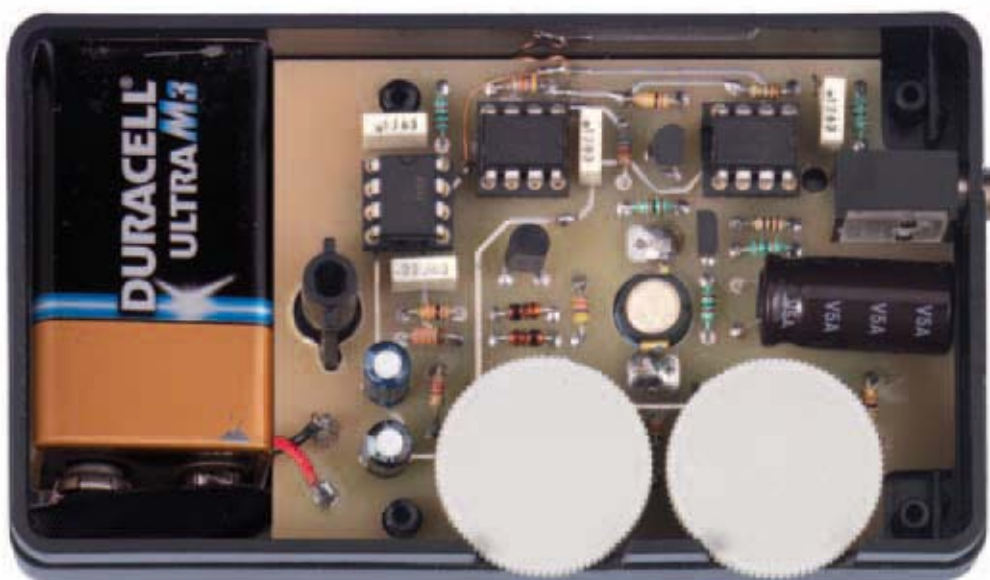


Fig.9 La tarjeta una vez montada se fija dentro de la caja de plástico. Abajo puede verse el espacio reservado para la pila de 9 voltios.

Luego podéis introducir los tres **transistores TR1-TR2-TR3**, dirigiendo su lado plano tal y como se ilustra en el dibujo y los dos **diodos de silicio DS1-DS2**, orientando respectivamente hacia abajo y hacia arriba la franja negra impresa sobre su cuerpo. Luego, hay que soldar el diodo zener **DZ1**, orientando el lado de su cuerpo donde está la marca de referencia hacia el diodo **DS1** (ver fig.7).

Llegados a este punto podéis introducir, a la derecha del circuito, el **potenciómetro** para la regulación de la **frecuencia** completa del **interruptor de encendido** (ver **R11+S1**) y el **potenciómetro** para regular la duración del **impulso R3** (ver fig.7).

Ahora, hay que soldar en el centro del estampado el **diodo led DL1**, sacando la lente por la parte opuesta del circuito con respecto a la cara sobre la que se montan los componentes.

Proceder después a montar encima el **jack hembra** para la salida de la frecuencia y abajo a la derecha los cables de conexión de la toma para la **pila**.

Concluir el montaje insertando en sus respectivos huecos los integrados **IC1-IC2-IC3**, orientando la marca de referencia tal y como se indica en el dibujo de la fig.7.

Ya queda solamente meter en el chasis de plástico el circuito estampado, insertándolo en sus respectivos pernos.

Una vez introducidos en el perno de los dos potenciómetros **R3** y **R11** se ponen los dos botones de disco para su regulación, colocándose para poder accionarlas desde el exterior.

Del mismo modo, observando el chasis frontalmente notaréis que la lente del led se sitúa coincidiendo con el agujero.

Antes de cerrar el chasis, hay que conectar a la toma correspondiente una pila de **9 voltios** indispensable para la alimentación del circuito.

COSTE DE FABRICACIÓN

Todos los componentes necesarios para la fabricación de este **estroboscopio de led**:

LX.1771 (ver fig.7), caja MTK18.05 incluido	38,50 €
Sólo el circuito estampado CS.1771	7,90 €

Los precios no incluyen el **IVA**



POD... ¡PHONE...

¿Pueden el agudo de una soprano, el canto de un ruiseñor o incluso una canción entera ser reproducidos fielmente por un suceso tan repentino, y aparentemente incontrolable, como una descarga eléctrica? Aunque pueda parecer imposible, cuando probéis el iTesla que presentamos en este artículo, os daréis cuenta de hasta qué punto puede ser real este fenómeno mágico.

Hace algún tiempo nuestros diseñadores nos pidieron que echáramos una ojeada a una nueva y curiosa aplicación en la que estaban trabajando y, entrando en el laboratorio, fuimos recibidos por el festivo **canto de un ruiseñor**.

El sonido que llenó la sala en ese momento era tan limpio y claro que no pudimos más que mirar a nuestro alrededor pensando que el pajarillo tenía que estar escondido en algún rincón de la habitación. Sin embargo, en la mesa frente a nosotros, no había nada más que el arsenal habitual de instrumentos de calibración y un generador de Tesla, que irradiaba una serie ininterrumpida de chispas fluorescentes.

Sólo después de haber disfrutado mucho a nuestra costa, nuestros colegas nos confesaron lo que a primera vista parecía increíble: que ese sonido tan agradable no provenía de un altavoz, como pensábamos, sino del **generador de Tesla** que teníamos delante o, para ser más precisos, de sus coloreadas **chispas**.

Al ver nuestra incredulidad, nos explicaron el principio de funcionamiento de este extraordinario dispositivo, que consiste en conducir con una **señal de audio** de baja frecuencia un circuito **oscilador mosfet**, conectado a una **bobina de Tesla**.

El oscilador está diseñado a fin de poner en **resonancia** la **bobina** a una frecuencia muy alta, utilizando la combinación entre la **inductancia** y la **capacidad parásita** de su envolvente. Se produce así en los extremos de la bobina una tensión de **decenas de miles de voltios**, lo que crea una fuerte ionización del aire, originando una **descarga eléctrica continua** entre su terminal de alta tensión y el aire circundante.

Si en este punto se envía una **señal de audio** a los puertos mosfet del oscilador se produce en la bobina del generador una variación de la corriente que la atraviesa, cuyo valor depende de la amplitud de la señal. De esta manera **la intensidad de la descarga eléctrica** producida por la bobina se modifica segundo a segundo, “persiguiendo” fielmente la evolución de la **señal BF** aplicada a la entrada.

El resultado es una **reproducción sonora** de la señal

de audio de la **banda** de los **agudos**, ya que la propia naturaleza del sistema no permite la reproducción de los graves. En este caso, en lugar de usar el cono de un altavoz para producir ondas de sonido se aprovecha la continua variación de la intensidad de la descarga eléctrica.

Quedamos tan fascinados por este dispositivo que no teníamos la menor duda de que también podría despertar en nuestros lectores la misma curiosidad que nos había producido a nosotros.

Así nació el proyecto que presentamos del iTesla, fruto de nuestra invención, pero inspirado en un ingenioso descubrimiento que data de hace más de un siglo: el llamado “**arco cantante**”.

Después de haber fabricado nuestro iTesla sugerimos que lo probéis en un rincón de la casa en penumbra. De esta manera, el parpadeo de las chispas, que

¡PAD... ¡TESLA...



Fig.1 En esta foto se puede ver cómo queda el proyecto del estroboscopio con led de potencia una vez terminado el montaje.

se ramifican en el aire desde la punta de la bobina, será más evidente. Si queréis añadir un toque de originalidad, no tendréis más que conectar la **entrada BF** del Tesla a un sintonizador de radio, a un lector de CD o incluso al iPod.

Un curioso descubrimiento

Antes de la invención de la lámpara incandescente por Thomas Edison, en la segunda mitad del siglo XIX, para la iluminación de las vías públicas se aprobó en Inglaterra la lámpara de arco. A pesar de que fue un gran paso adelante con respecto a la antigua iluminación de gas, llegando a producir una luz blanca muy intensa, la lámpara de arco tenía algunos defectos: el primero era que los dos electrodos de carbono, debido a su rápido consumo, debían ser reemplazados continuamente.

La otra era que, durante su funcionamiento, la lámpara producía un continuo y molesto **zumbido**. Para resolver este último problema, en 1899 las autoridades encargaron su estudio al físico británico William Duddell (1872 - 1917).

Duddell se dedicó a una cuidadosa observación del arco fotovoltáico y, para entender su funcionamiento, comenzó aplicando a dos electrodos de carbón una **tensión** constante, de valor controlado, **augmentando** gradualmente. Se dio cuenta de que el **zumbido** de la lámpara no era inherente a la descarga eléctrica producida por el arco, sino que se debía exclusivamente al hecho de que el **voltaje** aplicado a los electrodos **no era constante**. Cualquier fluctuación en la tensión, de hecho, producía variaciones en la intensidad que atravesaba los electrodos y esto modificaba la intensidad de la descarga eléctrica producida por el arco, dando lugar a la formación de las ondas de sonido responsables del molesto zumbido.

Investigando este fenómeno, más adelante, Duddell hizo otro curioso descubrimiento. Se dio cuenta de que las ondas sonoras producidas por el arco fotovoltáico no eran un suceso caótico, como podría parecer a primera vista, sino que el sonido producido podía variar en **amplitud y frecuencia**, siempre y cuando se aplicara el control exacto a la corriente que atravesaba los electrodos.

En la práctica, se dio cuenta de que si se aplicaba a sus extremos una tensión modulada de cierta manera, la lámpara de arco, literalmente, "**cantaba**". Así fue que Duddell quien inventó "**el arco cantante**." Este dispositivo, conectado a un **teclado**, es capaz de producir **notas musicales** individuales, de amplitud y frecuencia determinada como cualquier instrumento musical, anticipándose en medio siglo a la invención de los modernos **instrumentos electrónicos**.

Cuando Duddell presentó su invento en el **Instituto de Ingeniería Eléctrica de Londres**, sus colegas se sorprendieron cuando fue capaz de hacer sonar simultáneamente la misma melodía en varias lámparas de arco conectadas entre sí y colocadas en diferentes edificios. A pesar de la extraordinaria exhibición, esta invención que, como un moderno "**hilo musical**" podría haber llevado la música a las calles de Londres con la red de iluminación pública, fue inexplicablemente dejada de lado por su descubridor que, probablemente, no le vio ninguna utilidad práctica.

Y así, el proyecto del arco cantante que habría podido cambiar la historia de la reproducción de sonido, fue abandonado en un cajón durante más de medio siglo. No volvió a ver la luz hasta **principios de los 60** cuando algunos fabricantes de altavoces decidieron usar el arco cantante para construir un nuevo tipo de **tweeter**, que es un altavoz diseñado para reproducir **sonidos agudos**.

Así nació el "**tweeter de plasma**", un innovador transductor acústico que, en lugar de la membrana impulsada por un electroimán, utiliza una **descarga eléctrica** para producir las ondas sonoras. Hablamos de plasma porque, igual que ocurre en los rayos, la descarga eléctrica produce un rápido calentamiento del aire que lo atraviesa, convirtiéndolo en plasma, un gas que está fuertemente ionizado. Este fenómeno provoca una repentina expansión de la columna de aire que rodea la chispa, creando una **onda de choque** que es percibida por el oído humano como un **sonido**.

Dado que el plasma producido por el aire de la descarga que lo rodea tiene una densidad diferente se crea entre ellos un **frente** que los separa. Al modular la intensidad de la corriente eléctrica que

Las lámparas de Arco eléctrico

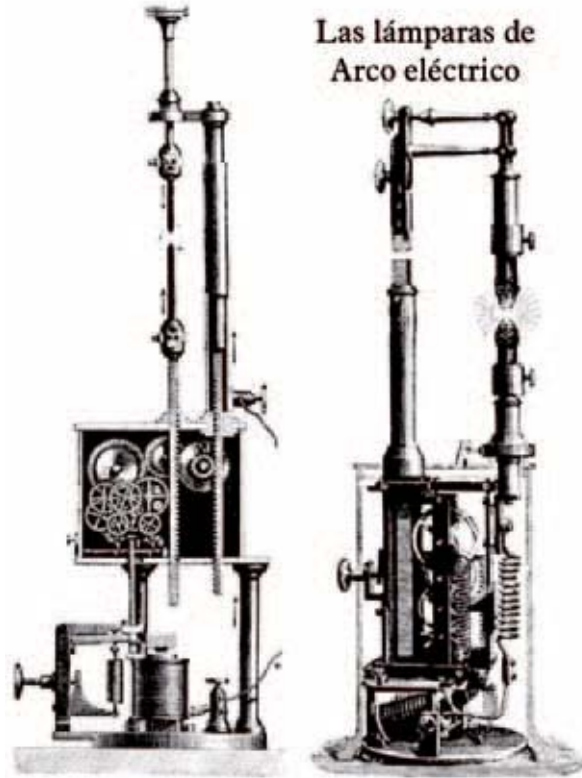


Fig. 2 En la figura se representan dos de los primeros prototipos de la lámpara de arco auto-regulable, la de Foucault y la de Dubosq, a la izquierda, y la de Serrin a la derecha.

La lámpara de arco introdujo una mejora significativa en el campo de la iluminación pública, pero presentaba, además de un consumo rápido de los electrodos, también un molesto zumbido durante su funcionamiento. Fue precisamente tratando de eliminar este problema cuando William Duddell descubrió en 1899 que, aplicando a sus extremos una tensión adecuadamente modulada, era posible reproducir con una fidelidad asombrosa los sonidos de una pieza musical.

atraviesa la descarga se puede ampliar o reducir el frente aire-plasma, modulando así las ondas la presión derivadas de ello, que es el **sonido**.

Una de las ventajas de este tipo de reproducción de sonido es que éste se irradia en todas direcciones, produciendo en el oyente un particular efecto “**envolvente**”.

Al no tener que depender de la inercia de las partes en movimiento, este tweeter también tiene una **respuesta rapidísima** combinada con una gran eficiencia en la reproducción de sonidos de tono alto. Destacamos “sonidos de tono alto o agudos” por razones obvias, porque el límite del altavoz es que tanto su **frecuencia** de trabajo **inferior** como la **presión sonora** producida dependen muchísimo del tamaño de la **descarga** que, evidentemente, no puede ser demasiado amplia. Por esta razón, este transductor no puede ser utilizado para reproducir sonidos **medios** ni, mucho menos, **bajos**.

Otro inconveniente del altavoz de agudos de plasma deriva de que la descarga eléctrica, la ionización del aire, transforma el oxígeno en **ozono** (O₃), un gas de típico olor y de efecto **irritante**. Por esta razón no se

recomienda realizar un uso prolongado, pues puede ser perjudicial para la salud.

El “tweeter de plasma” causó sensación cuando fue fabricado por primera vez. Sin embargo, no hubo muchas empresas dispuestas a sacar adelante el proyecto (las más famosas son **Acapella**, **Ionovac** y **Magnat**), porque cuando fue diseñado no se disponía de los modernos componentes en **estado sólido** y esto rendía muy costoso el proyecto del circuito de pruebas de este dispositivo.

Con los años, a menudo se han aventurado a construirlo muchos expertos y aficionados al audio, excitados por la calidad de su reproducción de sonido, que se caracteriza por la presencia de agudos y que puede llegar a fácilmente a frecuencias casi “ultrasónicas” de 22 kHz y más.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Este circuito se puede utilizar de dos maneras diferentes: para producir amplias **descargas eléctricas** que se irradian por el aire desde la punta de la alta tensión de la bobina, creando efectos

especiales de iluminación, como pasa en la clásica **bobina de Tesla**, o bien para **reproducir sonidos** mediante la modulación con una **señal de audio** de la descarga eléctrica. Para llevar a cabo estas funciones se utiliza un **mini transformador de Tesla**.

Algunos podrían pensar que hacer un **mini transformador de Tesla** es más fácil que fabricar la clásica **bobina** de gran tamaño. Pero en realidad no es así porque, siendo la bobina de Tesla “**resonante**”, reducir sus dimensiones supone inevitablemente obtener un aumento en su **frecuencia de resonancia**. Este **aumento** de la **frecuencia de resonancia** entraña muchas dificultades para realizar el circuito de control, ya que fácilmente se pasa de unos **cientos de kHz** (véase nuestro proyecto **LX.1292**) a tan sólo **algunos MHz**.

La bobina necesaria para la realización de este proyecto está compuesta por unas **1.400** vueltas a un tubo de plástico, similar a las utilizadas en instalaciones eléctricas, de **25 mm** de diámetro y tiene una **frecuencia de resonancia** de aproximadamente **1,5 MHz**.

Por lo tanto, es impensable utilizar un **control de onda cuadrada** para conducir una o dos fuentes de alimentación MOSFET tal y como lo hicimos en nuestro anterior circuito **LX.1292**.

La **capacidad del puerto mosfet**, que es de algunos nanofaradios, no permite el uso de los controles que normalmente se utilizan para manejar los Mosfet a una frecuencia inferior.

Hemos elegido por eso un **circuito auto-oscilante**, que simplifica en gran medida el esquema, con un rendimiento inferior al de un hipotético circuito de control, pero eliminando a la vez otro problema: la **reducción** de intensidad de la “**chispa**” que se produce cada vez que se acerca a la bobina.

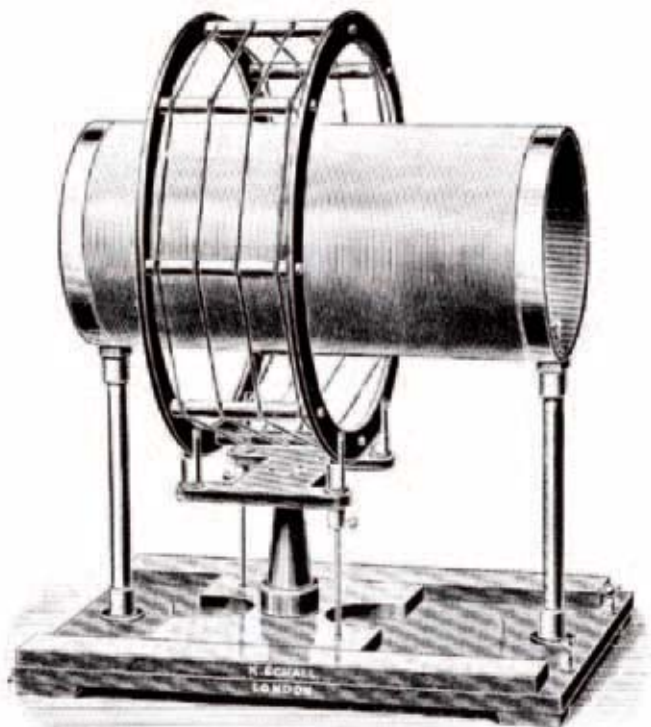
Este fenómeno se debe a la capacidad parásito que modifica, **reduciéndola**, la **frecuencia de resonancia** de la bobina, y está presente en todos los circuitos de Tesla “impulsados”, salvo que se usen dispositivos especiales para circuitos de feedback.

Nuestro circuito oscilador podrá **ajustar automáticamente la frecuencia**, por lo que se tendrá siempre la **resonancia** de la bobina aunque se acerquen las manos a la misma.

La inductancia de nuestra bobina tiene un valor de **3.76 mH** que, junto con la capacitancia distribuida que es de **3 pF**, permite obtener una frecuencia de resonancia de **1,5 MHz** y es a esta frecuencia a la que la bobina debe ser utilizada para obtener la descarga típica.

Fig. 3 Así era uno de los primeros modelos de la bobina de Tesla. La particularidad de este dispositivo es que el alto voltaje que se genera en el envoltorio secundario no se produce por la simple relación de espirales existente entre el primario y el secundario, sino en el transformador.

La bobina de Tesla se comporta más bien como una antena resonante en la que la tensión se sus extremos alcanza su máximo valor cuando la longitud de la antena corresponde a 1/4 de la longitud de onda de su frecuencia de trabajo.



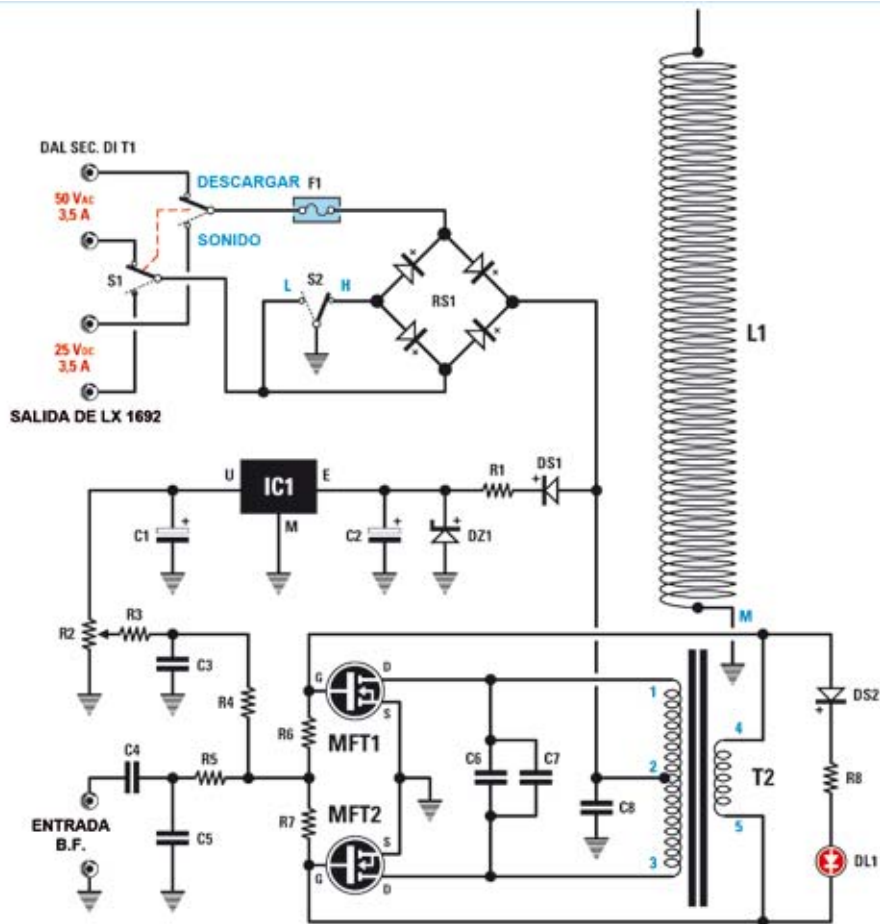
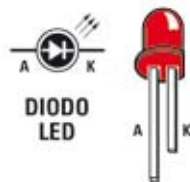
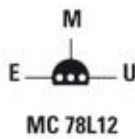


Fig. 4 Esquema eléctrico de Tesla. El dispositivo se alimenta con una tensión de 50 V CA cuando se utiliza como un simple generador de chispas, y un voltaje de 25VDC cuando se utiliza para la reproducción de sonido. A continuación, conexiones de algunos componentes y la lista de componentes en general.



DIODO LED



MC 78L12



K 2150

LISTA DE COMPONENTES LX.1776

R1 = 270 ohm 2 vatios
 R2 = 1.000 ohm trimmer
 R3 = 680 ohm
 R4 = 1.000 ohm
 R5 = 1.500 ohm
 R6 = 4,7 ohm 2 vatios
 R7 = 4,7 ohm 2 vatios
 R8 = 220 ohm
 C1 = 10 microF. electrolítico
 C2 = 10 microF. electrolítico

C3 = 100.000 pF poliéster
 C4 = 1 microF. multicapa
 C5 = 100 pF cerámico
 C6 = 820 pF cerámico VHF
 C7 = 820 pF cerámico VHF
 C8 = 1 microF. multicapa
 RS1 = puente rect. 400 V 8 A
 DS1 = diodo tipo 1N4007
 DS2 = diodo tipo 1N4150
 DZ1 = zener 27 V 1 vatios

DL1 = diodo led
 MFT1 = mosfet tipo 2SK2150
 MFT2 = mosfet tipo 2SK2150
 IC1 = integrado tipo MC78L12
 L1 = bobina mod. L1776
 T1 = transform. 190 vatios (TT19.01) sec. 25+25 V 3,5 A
 T2 = transform. mod. TM1776
 F1 = fusible 5 A
 S1 = interruptor
 S2 = conmutador 5 A

Para determinar empíricamente la frecuencia de resonancia de cualquier **bobina de Tesla** se puede usar un **generador de funciones** que tenga una salida de **baja impedancia (50 ohmios)**, capaz de proporcionar una amplitud de la señal de al menos **30 Voltios pico a pico** y una pequeña **bombilla de neón** que medirá el nivel de tensión, como se muestra en la figura 5.

La salida del generador estará conectada a un enlace formado por **5-10** vueltas de **cable aislado**, envuelto en la **bobina** que se prueba.

La **amplitud de la señal** de salida del generador se fijará en el valor **máximo**. Es preferible seleccionar la **onda sinusoidal** para evitar falsas resonancias en frecuencias armónicas (si se elige, por ejemplo, la onda cuadrada).

Para la calibración, la **bombilla de neón** se pone en contacto con un terminal de alta tensión de la **bobina**, mientras que el otro terminal debe dejarse libre en dirección al aire circundante.

De esta manera, la bombilla funciona como un **indicador**, encendiéndose cuando el campo eléctrico de sus extremos alcance un valor apreciable. La calibración consiste en cambiar poco a poco la **frecuencia** del generador hasta que la bombilla se encienda, lo que coincidirá con el alcance de la **frecuencia de resonancia** de la bobina. Una vez que se ha encontrado la frecuencia de resonancia, basta con acercar una mano a la bobina para **reducir el brillo** de la bombilla o su completo apagado.

Esto significa que la capacidad añadida ha modificado la frecuencia de resonancia. Por lo tanto, con el fin de volver a encender la bombilla, tendremos que actuar sobre la frecuencia del generador.

En la práctica, la bobina se comporta como un **circuito resonante** con un alto **factor de calidad Q**, capaz por tanto de **“amplificar”** en gran medida la unidad de tensión, en detrimento de la corriente.

Es interesante observar que, siguiendo este procedimiento, puede encontrarse más de una frecuencia de resonancia en la que se obtenga un brillo máximo de la bombilla de neón. En este caso se debe elegir la frecuencia a la que se cuenta con el **máximo** de luminosidad.

Tras esta breve explicación, pasamos a describir nuestro circuito.



Fig.5 Para estimar la frecuencia de resonancia de una bobina es suficiente con fabricar un circuito como el que se muestra en la figura. Se utiliza un generador de onda sinusoidal conectado a un link de 5-10 espirales envueltas en la bobina que se medirá. Un extremo de la bobina está conectado al generador, mientras que el otro está conectado a un terminal con una pequeña bombilla de neón.

La calibración consiste en variar progresivamente la frecuencia del generador para encender la bombilla. El punto de máximo brillo corresponde a la frecuencia de resonancia de la bobina.

El esquema eléctrico es realmente muy simple, ya que, mediante la adopción de un circuito **“auto-oscilante”**, sobra la parte de generación de la **señal** y su correspondiente **conductor**. Los únicos componentes activos de potencia utilizados en el oscilador son los dos **mosfet TOSHIBA 2SK2150 de 500 voltios - 15 A**, usados para obtener la señal de potencia necesaria para energizar la bobina.

Se usa una **vara de ferrita** para envolver las dos bobinas (una con **toma central**), necesarias para obtener el **oscilador de potencia**.

El regulador de voltaje **78L12 de 12 voltios**, denominado IC1, se utiliza como una fuente de **tensión constante** de la polarización de los dos mosfets, ya que la puesta en marcha de las oscilaciones requiere una polarización adecuada.

La tensión de arranque se establece con el **trimmer R2**, mediante un sencillo procedimiento de calibración.

Cuando el circuito sólo se utiliza para generar **descargas eléctricas**, el doble **desviador S1** se pone de modo que suministre a la entrada del circuito **LX.1776** los **50 VAC** que vienen de los dos **extremos** del secundario del transformador.

Sin embargo, cuando el circuito se utiliza para la reproducción de sonido, el **desviador S1** se coloca para proporcionar al circuito **LX.1776** una tensión continua de 25 voltios, ajustada con el **trimmer R10** en el circuito de **LX.1692/5**. En este caso, actuando sobre el **desviador S2 H-L** la frecuencia de la descarga **no se cambia** en ninguna manera.

Quien no quiera utilizar el Tesla para la reproducción de sonido, puede evitar la compra de la tarjeta **LX.1692/5** y su correspondiente **disipador de calor (cod.AL90.8)**, o puede comprarla en un segundo momento si desea activar esta función o utilizar cualquier fuente de alimentación capaz de suministrar una tensión máxima de **25 voltios** con al menos **5 amperios** de corriente.

Utilizar como un GENERADOR de DESCARGA ELÉCTRICA

Para una mejor eficacia, el circuito se alimenta con una tensión por impulsos que se puede obtener por medio del **desviador S2**, enderezando una onda media (**half wave**) o enderezando una doble semi onda (**full wave**), obteniendo una **frecuencia** diferente de las descargas producidas por la bobina que pueden llegar a los 4-5 cm de altura.

Con el interruptor en la posición H (**full wave**) se utilizará el puente rectificador completo, obteniendo una frecuencia de **100 Hz**. Con el desviador situado en la posición L (**half wave**) se utilizará, sin embargo, un único diodo rectificador del puente, lo que dará una frecuencia de descarga de **50 Hz**, la mitad que la anterior.

El consumo de corriente (a **45 V RMS**) es de aproximadamente **2 amperios** en onda media y de **4 amperios** en onda completa. La potencia del diodo **DL1** se obtiene cuando se enchufa el oscilador y puede servir como chivato para ver si el oscilador funciona.

Nota: Cabe señalar que el circuito **no** está previsto para operar ininterrumpidamente, ya que la

temperatura de trabajo de los mosfet, de la ferrita y de la propia bobina se **eleva** significativamente durante su funcionamiento, por tanto, no debe mantenerse encendido mucho rato. De lo contrario, corremos el riesgo de sobrecalentamiento hasta fundir las piezas de plástico que soportan el núcleo de ferrita y la bobina, **dañando de forma permanente el dispositivo**.

Además, hay una liberación de ozono en el aire a causa de la descarga eléctrica. Por lo tanto, no se debe utilizar este circuito por largos períodos de tiempo y se debe **ventilar** la sala durante su funcionamiento.

Utilizar como ALTAVOZ

En este caso todo el circuito debe ser alimentado con una tensión continua estabilizada, sin *ripple* para evitar zumbidos de fondo. Para ello se utiliza la potencia de **25 Voltios DC** que ofrece la **tarjeta de alimentación LX.1692 / 5**.

Hay que tener en cuenta que durante su uso como altavoz tendrá un arco de amplitud de menor magnitud, alrededor de **1 cm** de largo, con respecto al uso como **generador de descargas eléctricas**.

Para conseguir la **reproducción de sonido**, la **entrada BF** del circuito se puede conectar a cualquier fuente capaz de ofrecer una **señal de audio** de amplitud comprendida entre los **2-3 Vpp**, que se regulará de manera apropiada para obtener la mejor fidelidad posible.

También en el uso del Tesla como difusor de sonido valen las mismas precauciones mencionadas anteriormente.

EJECUCIÓN PRÁCTICA

El Tesla se compone de la **bobina**, el **circuito LX.1776** y el **alimentador LX.1692/5**.

Se puede comenzar con la instalación de los pocos componentes del **LX.1776** en el circuito y la fijación del disipador de calor.

Se coge el circuito impreso y, por el lado de los componentes, se introducen las **resistencias** que habrá que identificar por bandas de colores marcadas en su cuerpo. Como se puede ver, además de la resistencia de **1/4 de vatio**, también hay otras 3 resistencias de **2 vatios** que se colocan en las posiciones asignadas, **separándolas** al menos **1-2 cm** del circuito impreso.

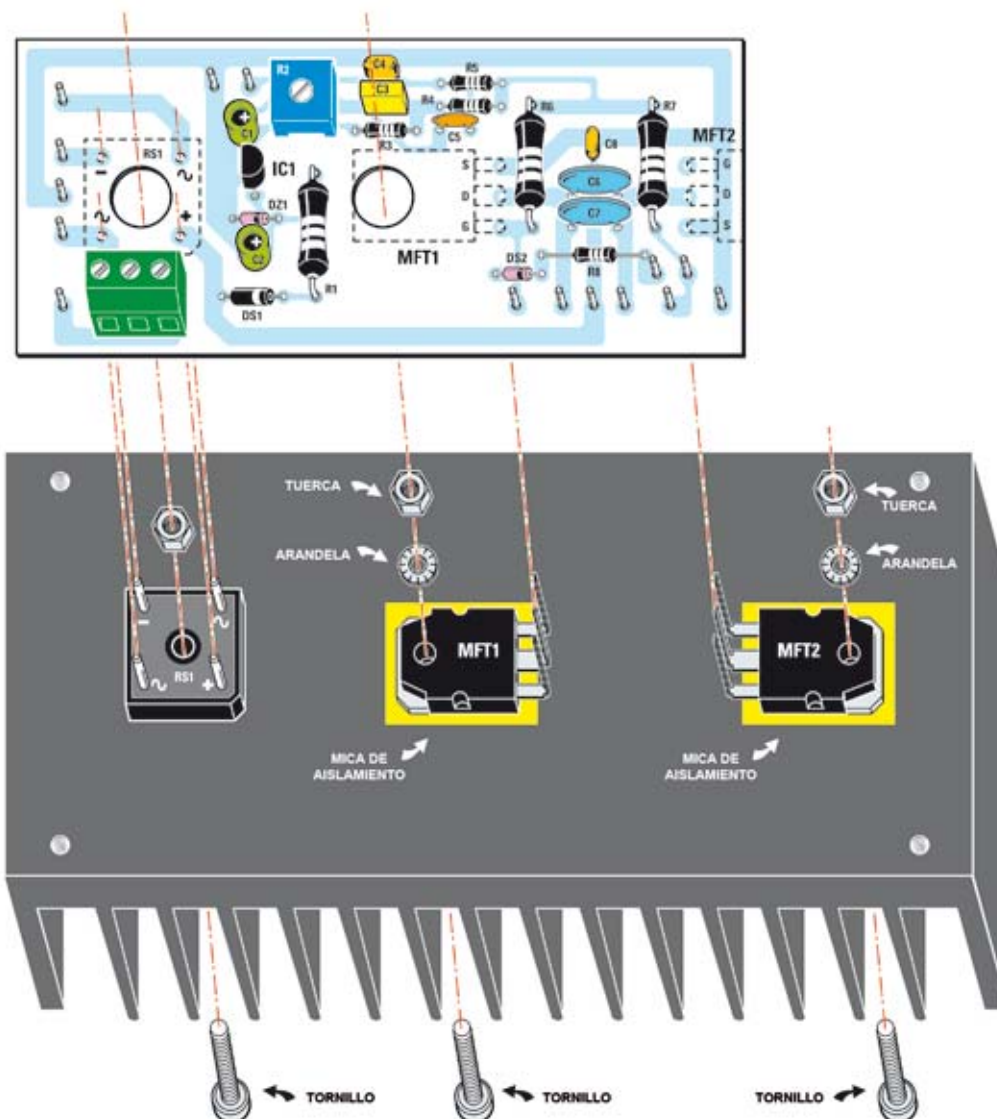


Fig. 6 Después de completar la instalación de la tarjeta LX.1766, hay que fijarla en el disipador de calor, como se muestra en la figura.

Se introduce, en la posición que le corresponde, el **trimmer R2** de **1000 ohmios**. Luego, el condensador de **poliéster C3**, los dos **condensadores multiestratos C4-C8**, los 3 **condensadores cerámicos C5 -C6-C7** y los **condensadores electrolíticos C1-C2-C3**, respetando su polaridad y teniendo en cuenta que su **polo positivo** corresponde al extremo más largo.

A continuación, introducir los dos **diodos DS1 y DS2** y el diodo **Zener DZ1**, asegurándose de que las franjas marcadas en su cuerpo queden como se muestra en la figura 6.

Poner en la posición asignada el **integrado IC1**,

dirigiéndolo hacia el lado izquierdo de su lado plano. Por último, soldar sobre el circuito la **clema de 3 polos**, necesaria para la conexión al transformador de alimentación.

En este punto el montaje del circuito LX.1776 está acabado.

Ahora, toca montar el **punteo rectificador RS1** y los dos mosfet de potencia **MFT1- MFT2** sobre el disipador de calor.

Para hacer esto hay proceder del siguiente modo: coger los dos **mosfet 2SK2150** y doblar sus tres

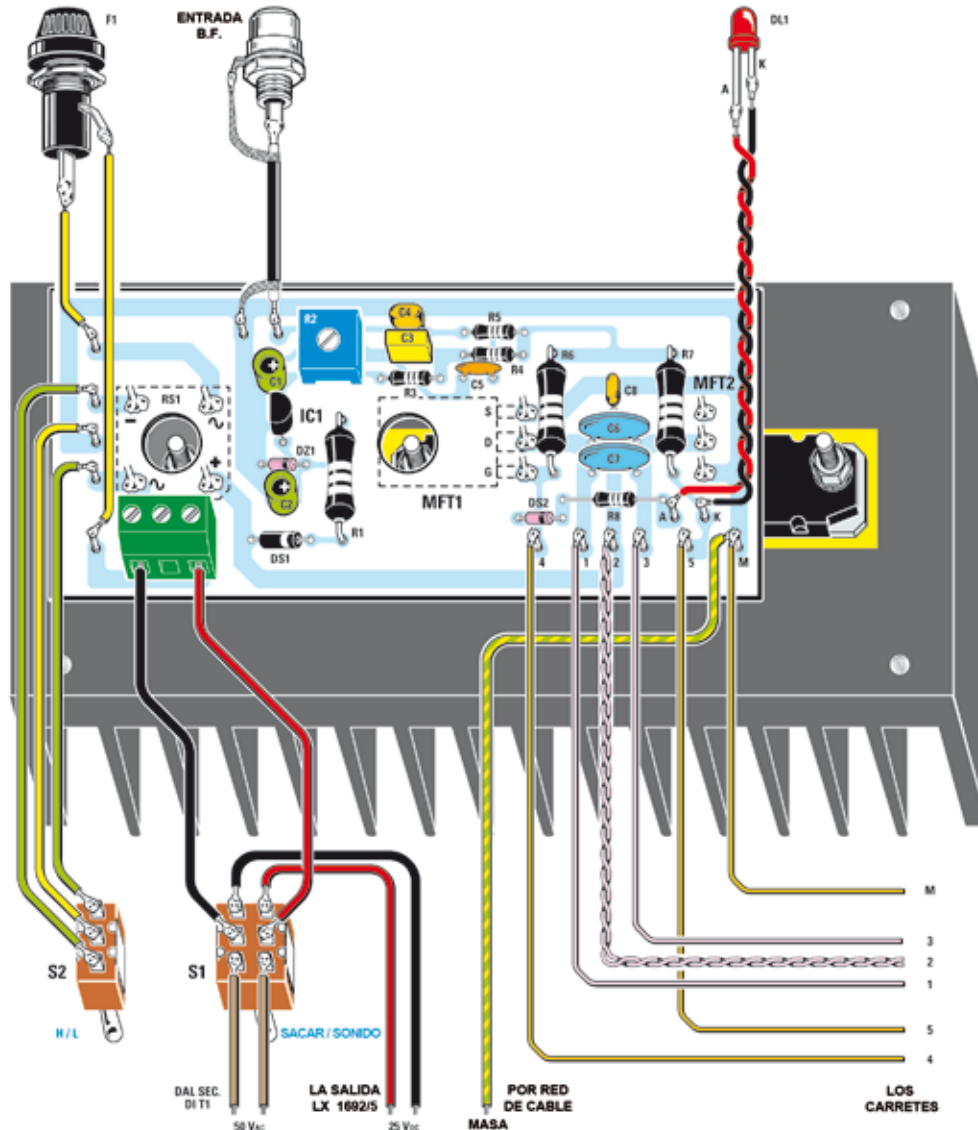


Fig.7 Hay que prestar mucha atención a la polaridad de los cables rojo y negro que conectan el interruptor S1 a la clema y a la tarjeta de LX.1692/5. En caso contrario, se puede dañar el circuito. A continuación, conectar el cable de tierra como se muestra en la figura.

extremos hacia arriba donde el terminal más estrecho se ensancha, como se muestra en la figura 6. De este modo, los terminales coincidirán con los orificios de la tarjeta LX.1776.

Poner en el disipador de calor las dos micas de aislamiento haciéndolas coincidir con los orificios existentes, como se muestra en la figura 6. Entonces se colocan los dos mosfet sobre las micas, poniendo su lado metálico hacia el disipador y luego fijándolos

con los tornillos.

Nota: para una mejor disipación del calor se recomienda interponer entre la mica y el metal de los mosfet una capa delgada de pasta termoconductor.

A continuación, se coge el puente rectificador RS1 y se pone por el lado de cobre en el circuito LX.1776, orientándolo para que sus terminales coincidan

con indicaciones serigrafiadas en el lado de los componentes de la placa.

Nota tenga cuidado de no poner incorrectamente el puente rectificador, de lo contrario puede dañarse el circuito al encenderlo.

En este punto, manteniendo en su lugar el puente rectificador con una mano, se coloca el circuito **LX.1776** sobre el disipador, de modo que los terminales de los mosfet encajen en sus respectivos orificios en el circuito.

Para ello, antes se puede introducir ligeramente los terminales de un mosfet en los agujeros y doblar los extremos del otro lado, hasta que coincidan con los orificios del circuito. Una vez hecho esto, se coloca el circuito para que quede a una distancia de aproximadamente **1 cm** del disipador, a fin de garantizar el flujo necesario de aire fresco, y se sueldan los terminales de los mosfet.

A continuación, centrar el **punto RS1** sobre el agujero que hay en el disipador y fijarlo con su tornillo. En este punto se puede realizar la soldadura de sus terminales y la instalación del **circuito de control LX.1776** puede considerarse terminada.

Ahora es el turno de la **placa de alimentación LX.1692/5**. Para la descripción del esquema eléctrico y para las instrucciones de montaje de este circuito, os remitimos a las instrucciones de la pág. 2-3-4-5-6-7-8- 9 de la revista N.232 que se adjunta al kit.

Nota de este proyecto hay que utilizar sólo **la tarjeta LX.1692/5** y **no el disipador de calor**, que tiene un código diferente (**AL90.8**).

Después de montar la tarjeta de **LX.1692/5** hay que girar el **trimmer R10** en el sentido de las agujas del reloj a fin de obtener la tensión de **25 voltios**. Esta medida se lleva a cabo con un tester.

MONTAJE DE LA BOBINA

Ahora ya está todo listo para llevar a cabo el montaje de la bobina. Para hacer esto hay que seguir las siguientes instrucciones.

Tomar el soporte plástico de la **bobina interna** (Ver **T2**) y observarlo con cuidado. Os daréis cuenta de que en el interior hay un pequeño canal, donde se

alojan los **cables del núcleo** de ferrita para evitar dañarlos. En la base de apoyo hay un agujero que donde se aloja el cable de la **bobina exterior** (ver **L1**).

Tomar el **núcleo** de ferrita. Insertarlo en el agujero del soporte de modo que los cables que vienen desde el núcleo entren en el surco interno y sobresalgan de la parte inferior del soporte, tal y como se muestra en la figura 8.

El núcleo se inserta **completamente** en el soporte, hasta llegar a la medida adecuada, como se ve en la figura 8.

Hecho esto, se toma el **soporte** de la **bobina externa** y se introduce completamente en su interior el soporte con el **núcleo** que se acaba de montar, hasta llegar a la **medida** interior adecuada (ver figura 9). Luego se coge la **bobina externa**, que tiene dos cables, uno más **corto** que corresponde a la **parte superior** y un cable más **largo**, envuelto en una madeja, que indica la **parte inferior** de la bobina. A partir del **borde inferior** del tubo que soporta la bobina, hay que medir una distancia de **35 mm**. Marcar esta medida en el tubo de plástico, siguiendo una fina línea de referencia con un rotulador, como se muestra en la fig. 9.

Coger el **cable extremo de la bobina** y pasarlo por el interior del soporte, centrando el orificio que hay para ello en el **soporte interno**. Dejarlo sobresalir, como se muestra en la misma ilustración.

A continuación, introducir la **bobina** en su soporte, hasta alcanzar la **línea** que se ha dibujado previamente (ver figura 10). Así, la bobina ya estaría colocada dentro del soporte.

Ahora, hay que conectar la **punta** al extremo **superior** de la bobina. Tomar la punta e insertarla en el orificio del tapón de plástico, a continuación inserte la arandela de conexión y la tuerca como se muestra en la figura 10. Pelar cuidadosamente el cable proveniente de la parte superior de la bobina y, después de haberlo preparado para la soldadura, soldarlo a la arandela de conexión.

A continuación, introducir el tapón en el soporte de la bobina, teniendo cuidado de que el **cable** siga en el interior, sin dañarlos. Así la instalación de la bobina puede considerarse terminada.

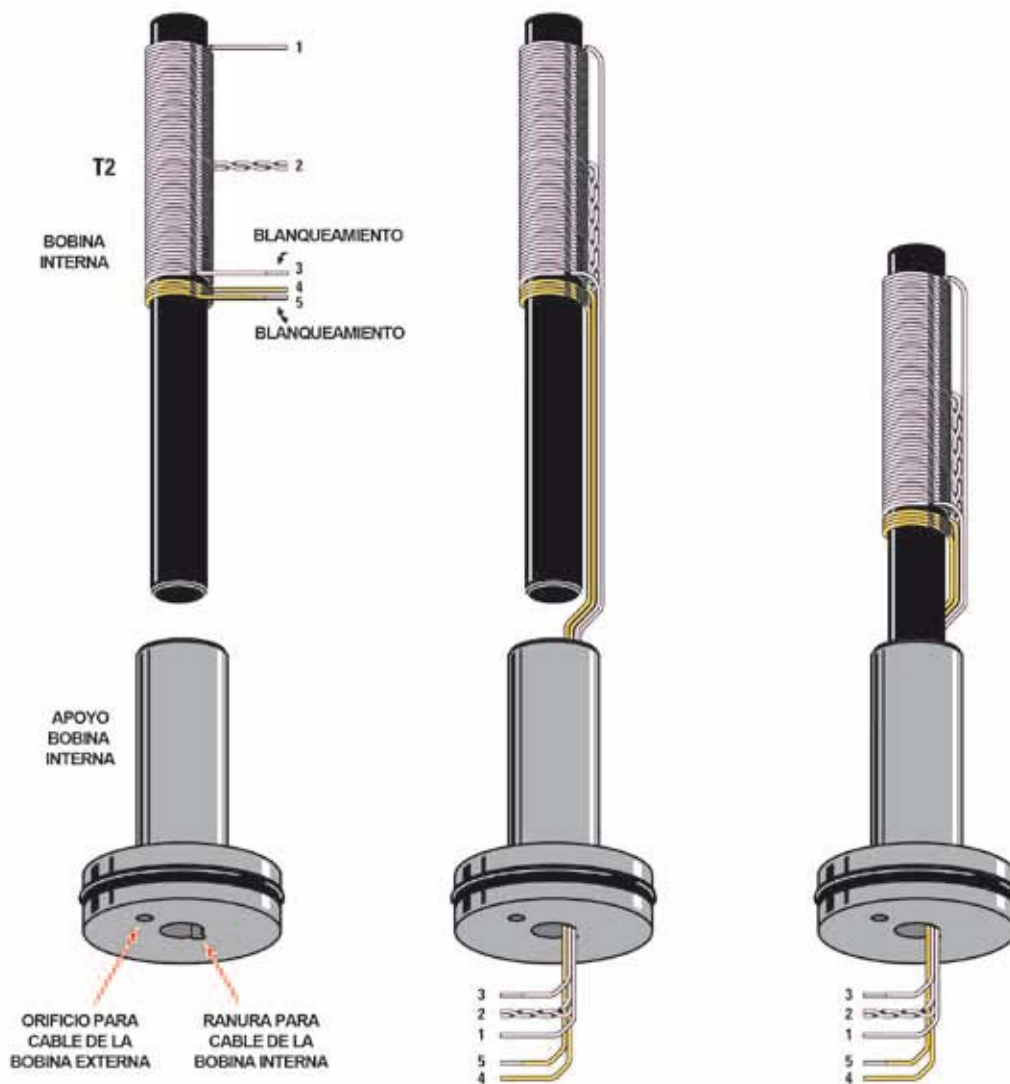


Fig.8 Esta figura y las siguientes representan la secuencia de montaje de la bobina. A la izquierda se representa el núcleo de ferrita en el que están las dos bobinas y su soporte. El primer paso consiste en pasar los 5 cables de los envolventes del núcleo por dentro del soporte, ajustados en su ranura. A continuación, se debe introducir el núcleo en el soporte, hasta que coincida con la medida adecuada.

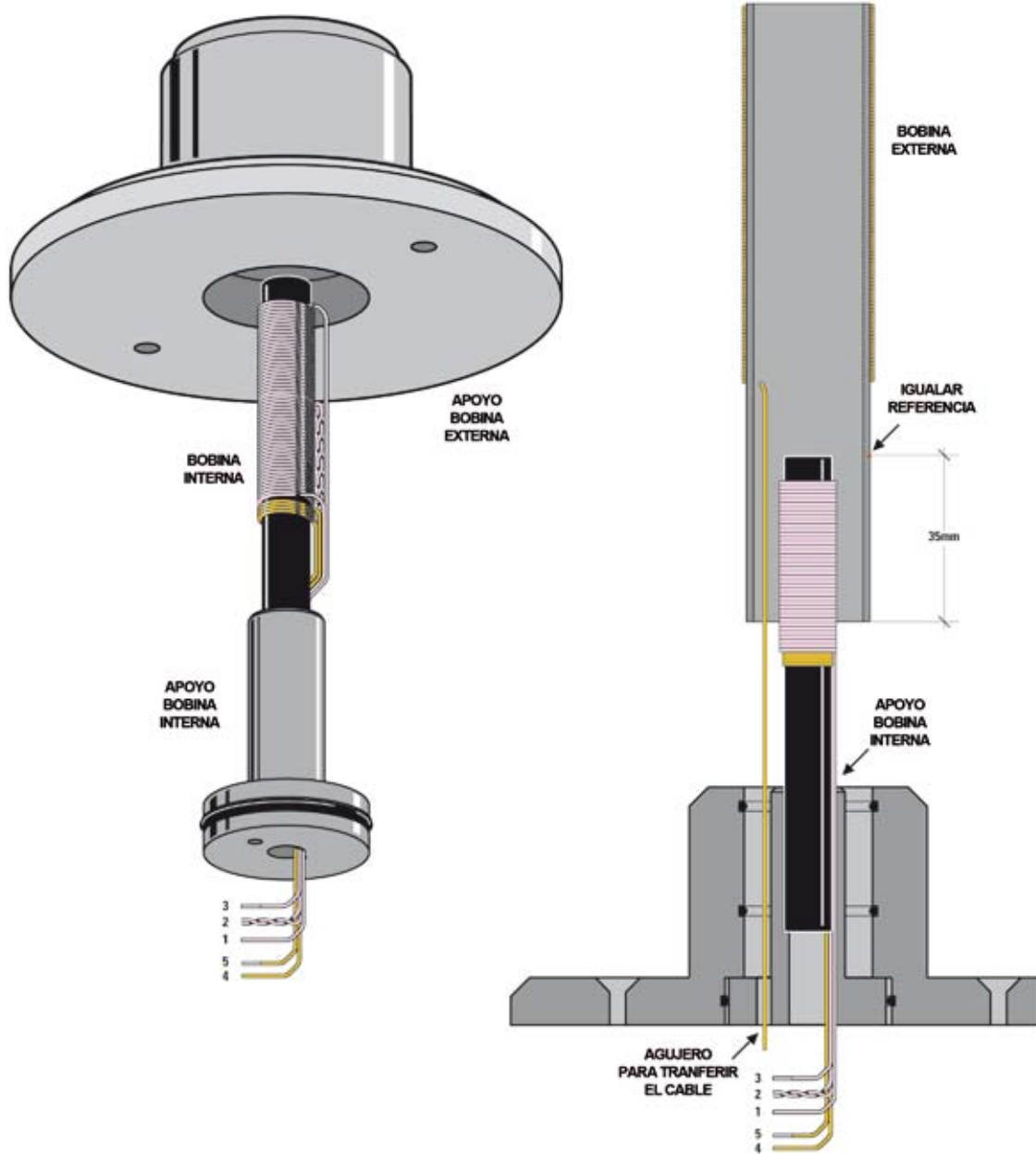


Fig. 9 Una vez que el núcleo se ha insertado en su soporte interno, se puede introducir este último en su soporte externo. El soporte interno va totalmente insertado en el soporte externo, hasta llegar a su medida adecuada.

En este punto hay que introducir el cable más largo, desde el extremo inferior de la bobina, en el agujero correspondiente en el soporte interno. Una vez hecho esto, hay que dibujar en el tubo de soporte de la bobina una línea a una distancia de 35 mm del borde inferior, como se muestra en el dibujo.

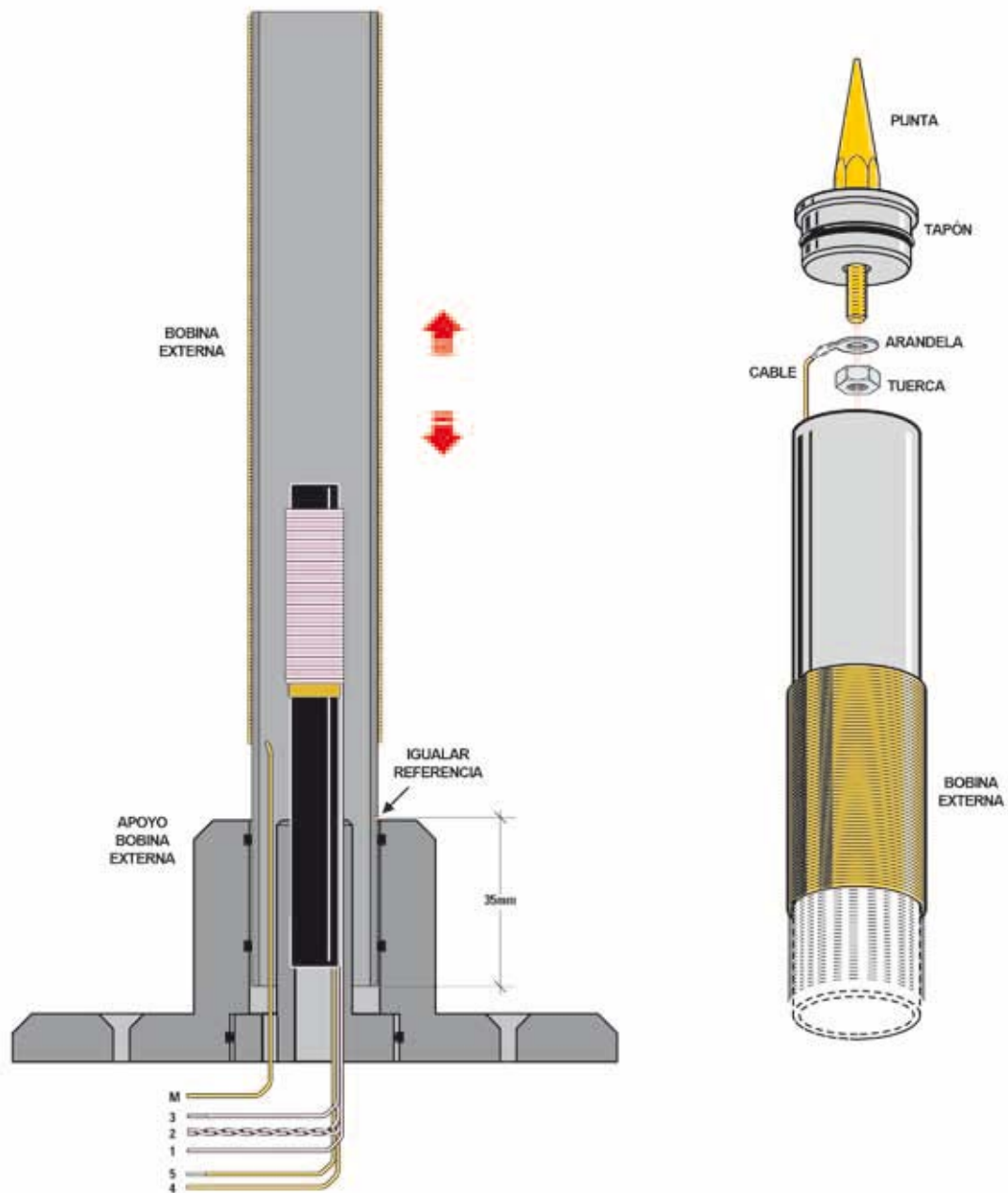


Fig. 10 El siguiente paso es insertar la bobina en el soporte externo. La bobina se introduce hasta la línea previamente trazada, que se aproxima a la condición de eficiencia óptima. Esta posición se retocará luego ligeramente durante la fase de calibración, insertando o extrayendo unos milímetros la bobina de su soporte. El último paso es el montaje de la punta y la soldadura del cable que corresponde al terminal superior de la bobina.

MONTAJE EN EL CHASIS

Lo primero que os aconsejamos es realizar la instalación del **conmutador de red**, el **fusible de red**, el **fusible F1** y el **enchufe BF** sobre la pared posterior del chasis de plástico; luego, se fijan en la pared frontal el doble **desviador S1**, el **S2** y el **diodo led DL1**.

A continuación, tomar el **transformador toroidal** y observarlo con cuidado. Por el lado del transformador tiene una etiqueta que indica la tensión suministrada por el transformador y los colores de los cables que van a las diferentes bobinas.

Las bobinas que se tienen que tener en cuenta son dos:

- **La bobina primaria a 220 VAC**
- **La bobina secundaria 25 + 25 V CA con toma central**

Tras la identificación de las bobinas que se utilizarán, se requiere aislar los cables correspondientes a las bobinas que no se utilizarán.

Para empezar, fijar el **transformador toroidal** al fondo del chasis a través del tornillo de fijación adecuado, teniendo cuidado de no pasarse al apretar la tuerca. Luego, soldar los cables provenientes del transformador primario al **interruptor de encendido**, como se muestra en la figura, y completar la conexión al **fusible de red** y al **cable de alimentación**.

A continuación, conectar los **tres cables** del transformador secundario a la **clema**, tal y como se muestra en la fig.11.

Se conectarán a la misma clema los dos cables correspondientes a **uno** de dos envoltentes **secundarios**, que proporcionan **25 VAC** a la tarjeta **LX.1692/5** y los dos cables que corresponden a los **dos extremos del secundario**, que proporcionan **50 V CA** a la tarjeta **LX.1776**.

Los cables que salen de la clema se sueldan uno con la entrada de la tarjeta **LX.1692/5** y el otro con el **doble desviador S1**, como se indica en la fig.11.

Los dos terminales centrales del interruptor **S1** se conectan luego a la clema de la tarjeta **LX.1776**, prestando atención a respetar las polaridades de los cables **rojo y negro**. Una vez hecho esto hay que soldar los dos cables **rojo y negro**, que vienen de la **LX.1692/5**, a los terminales libres del **desviador S1**,

teniendo cuidado de respetar la polaridad como se muestra en la fig.11.

A continuación, realizar las conexiones del desviador **S2** a la tarjeta **LX.1776** y de ésta al fusible **F1**, al **enchufe BF**, utilizando el cable adecuado apantallado, y al diodo led **DL1**, prestando atención en este último caso a respetar la polaridad indicada.

Ahora hay que fijar la tarjeta **LX.1692/5**, que se instalará por el interior de la pared posterior del chasis con las **4 fijaciones autoadhesivas**. A continuación, fijar el disipador de calor del alimentador a la pared izquierda del contenedor de plexiglás, encajándolo de modo que coincida con la ventanita y sujetándolo con los **4 tornillos**.

En este punto se puede proceder a fijar el disipador de calor que soporta el circuito **LX.1776** a la pared lateral derecha del chasis, por medio de los 4 tornillos y situándola en la ventanita correspondiente.

Después se conecta el soporte de plástico de la bobina sobre la **tapa superior** del chasis con los dos tornillos especialmente preparados para ello y haciendo pasar los cables por el orificio adecuado.

Ya se pueden soldar los 5 cables de la bobina a sus correspondientes posiciones en el circuito impreso **LX.1776** (ver figura 7), en el que se habrán introducido antes **5 terminales de aguja**. De estos 5 cables, los dos correspondientes a los terminales **3** y **5** de la bobina **T2** ya tienen que estar preparados para su identificación. Los cables restantes son de cobre esmaltado y se prepara el cable con un soldador para eliminar cualquier rastro de la capa aislante.

Para llevar a cabo las soldaduras hay que hacer lo siguiente:

- el **cable de cobre esmaltado**, del **terminal inferior** de la bobina, se suelda al **punto M** del circuito;

- los **dos cables** que empiezan en los puntos 1-3 del envoltente **T2** (ver figura 8) están compuestos por varios alambres recubiertos con una película aislante y trenzados (denominado **hilo de Litz**). Estos alambres se sueldan a los correspondientes puntos 1-3 de la tarjeta **LX.1776**, mientras que el cable preparado y enfundado corresponde al **terminal 3** del envoltente (ver figura 8);

- los **dos cables trenzados** del mismo tipo, que

corresponden al **central 2** de la bobina **T2**, se sueldan en el **punto 2**;

- los **dos alambres esmaltados**, que vienen desde los puntos **4-5** de la bobina **T2**, se sueldan a los correspondientes **puntos 4 y 5** de la tarjeta, teniendo en cuenta que el cable preparado corresponde al **terminal 5**.

Antes de cerrar el chasis debe **calibrarse la tensión de polarización de los mosfet**, que explicaremos más adelante. Una vez hecha la calibración, se puede proceder a cerrar el chasis, introduciendo antes en la base de plástico los **4 tornillos de metal** y sus correspondientes “patas”.

Una vez introducidos los tornillos, hay que montar las **4 paredes** transparentes con sus juntas correspondientes y en última instancia colocar la tapa que soporta la bobina, fijándola a los tornillos mediante las 4 tuercas de plástico. En este punto el montaje del Tesla se ha completado.

CALIBRACIÓN

Los procedimientos de calibración son dos y se realizan uno tras otro:

- **Calibración de la tensión de polarización de los mosfet.**

- **Ajuste de la máxima eficiencia de la bobina.**

La **calibración de la tensión de polarización** se hace **antes** de cerrar el chasis de plástico y para realizarla tiene que haberse fijado ya la bobina a la tapa superior del chasis. De esta manera se podrá colocar la bobina sobre la mesa, manteniéndose cómodamente en posición vertical. Después de esto, hay que hacer lo siguiente:

Calibración de la polarización del MOSFET

- Con el chasis abierto, colocar verticalmente sobre la mesa la bobina. Poner el **switch S2** en posición **L**;

- con el Tesla sin alimentación, girar el **trimmer R2** completamente a la derecha. De este modo no hay tensión de polarización en los puertos de los **mosfet**;

Nota: asegúrese de hacer esto antes de acceder al Tesla, de lo contrario, podría dañar permanentemente los mosfet.

- con mucho cuidado de **no tocar las partes**

expuestas del circuito, ni la **bobina**, dar corriente al Tesla. Después de haber puesto el **trimmer R2** al **mínimo** no se verá ninguna descarga;

- girar lentamente el **trimmer R2** hacia la izquierda hasta ver la descarga eléctrica en la punta del Tesla. Ahora se puede girar el trimmer hasta alcanzar un estado estable.

Nota: No sobrepasar esta condición, porque en este caso llegaría a los mosfet una tensión de polarización excesiva que podría dañarlos.

- Si girando el **trimmer R2 no aparece ninguna descarga** en la punta de la bobina, se tiene que **invertir** la conexión de los dos cables del envoltorio del núcleo de ferrita. En este caso, hay que **apagar el Tesla**. Luego **de-soldar** los dos alambres marcados con los números 4 y 5 en el dibujo de la fig.7, e **invertir** su posición. Este truco puede ser útil si, por ejemplo, se han cortado accidentalmente, antes de soldarlos, los terminales preparados que identifican los puntos 3 y 5 de las bobinas;

- Girar el **trimmer R2** hacia la **derecha** hasta el final;

- Dar corriente de nuevo al Tesla y repetir el procedimiento de calibración, como se describe anteriormente. Una vez calibrado, el **trimmer R2** no debe ser tocado.

Calibración de máxima eficacia de la bobina

Esta calibración se puede realizar incluso después de haber medido el circuito en el chasis.

En el esquema práctico hemos recomendado introducir la bobina externa en su chasis de plástico hasta la línea que habéis dibujado a **35 mm del borde inferior de la bobina**, porque esta posición corresponde aproximadamente a la **máxima eficacia** del Tesla. Sin embargo, para un mejor rendimiento es necesario efectuar una simple **calibración de la posición de la bobina**, que compense las tolerancias de fabricación inevitables. Para realizar este procedimiento se debe:

- poner el **switch S2** en la posición **L**;

- si la calibración anterior fue un éxito, al proporcionar energía al circuito debe aparecer una **descarga eléctrica** en la punta de la bobina. Mirar cuidadosamente la intensidad de la descarga eléctrica producida;

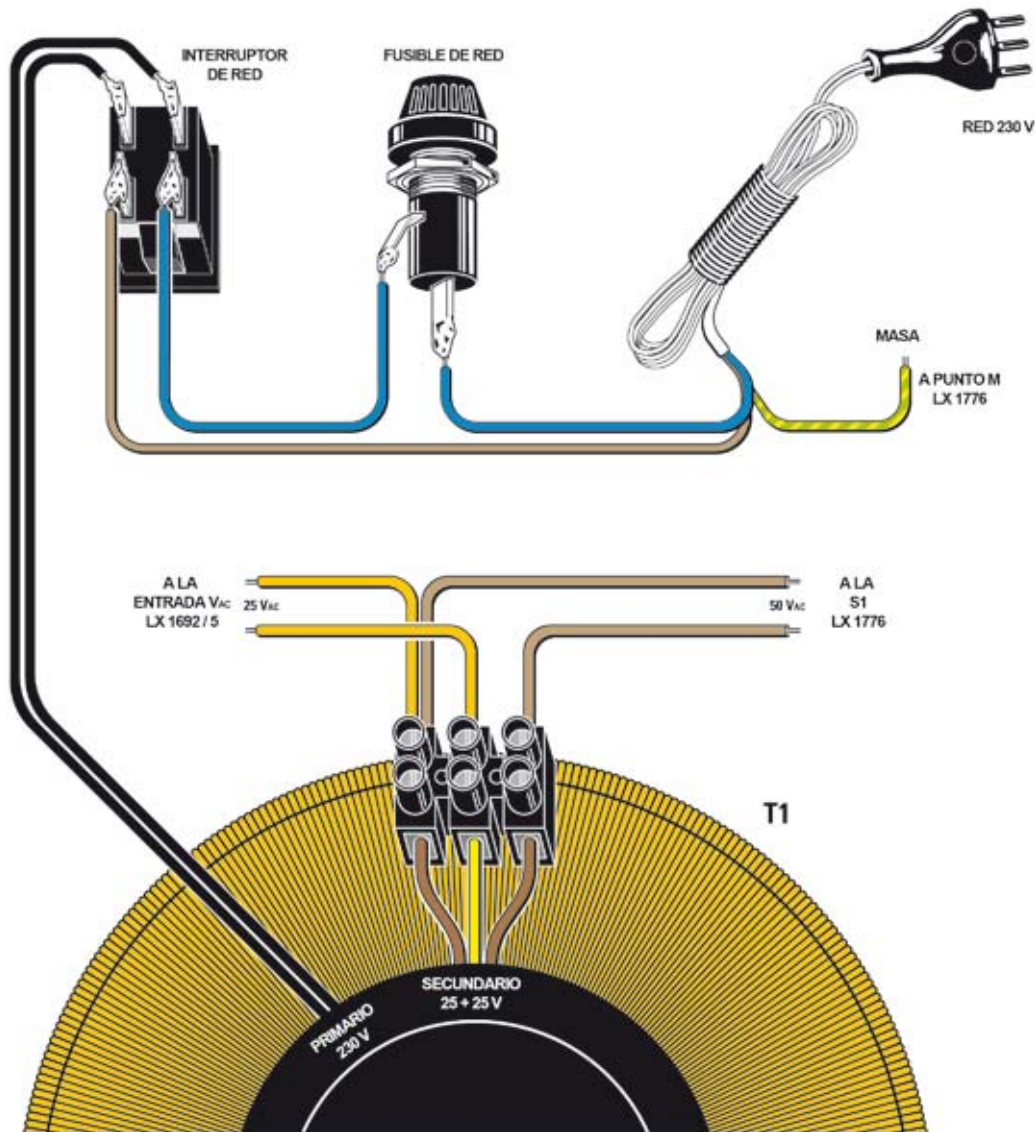


Fig. 11 El dibujo muestra el cableado del envolvente primario de 220 V y de los dos envolventes secundarios 25 + 25 VAC del transformador toroidal de alimentación. Los cables correspondientes a las otros envolventes secundarios no utilizados serán aislados convenientemente para evitar cortocircuitos.

- en este punto, **apagar el Tesla.**

La calibración consiste en mover **ligeramente** primero **hacia adentro**, luego **hacia fuera**, el tubo de plástico que actúa como **soporte** de la bobina, como se muestra en la figura 10. De esta manera se acercará o alejará la **bobina del núcleo de ferrita**, hasta encontrar la posición que corresponde a su máximo rendimiento.

Para ajustar, se puede empezar empujando suavemente la bobina hacia el interior del soporte. **Esto debe hacerse con el Tesla apagado.**

- Encender de nuevo el Tesla y observar la chispa que se produce. Si la intensidad ha aumentado, significa que se está en la dirección correcta. En este caso, se debe **apagar el Tesla** e insertar un poco más la bobina en el soporte. Encender otra vez el Tesla y controlar la descarga. Repetir esta operación hasta

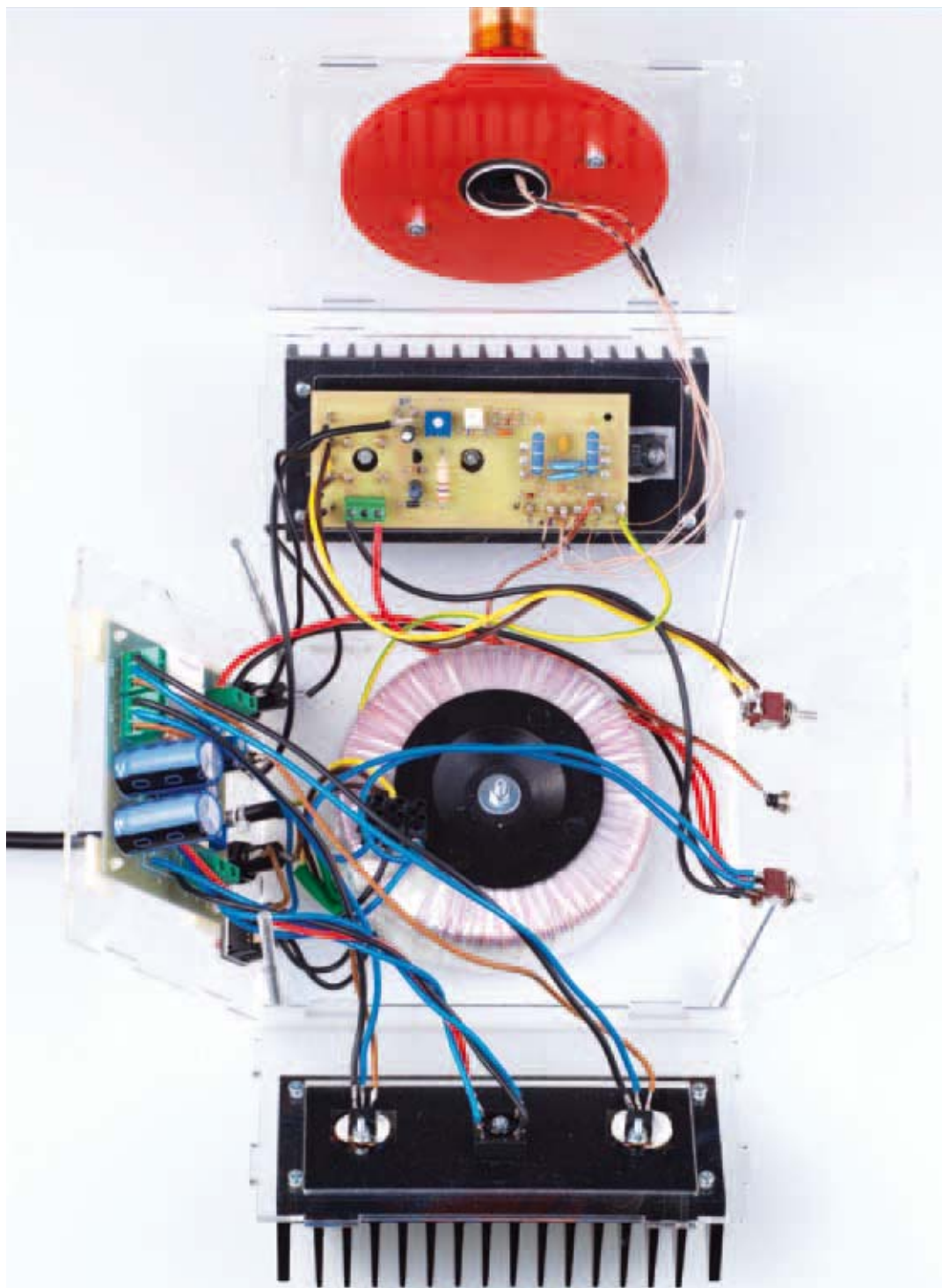


Fig. 12 En la fotografía se muestra el Tesla una vez montado. Antes de cerrar la carcasa hay que hacer la calibración de la corriente de polarización de los MOSFET. Así mismo, hay que asegurarse de haber rotado al máximo hacia la derecha el potenciómetro R10 situado en la tarjeta LX.1692 / 5.

obtener el **máximo de intensidad** en la descarga;

Atención: *nunca* hay que introducir la bobina con el Tesla encendido, hay que asegurarse de que durante esta operación el Tesla esté **apagado**. El circuito debe ser alimentado después, para comprobar la intensidad de la descarga.

Sin embargo, si después de la primera inserción de la bobina en el soporte, se nota una reducción de la descarga, hay que realizar el proceso de calibración a la inversa, es decir, se va sacando la bobina del soporte hasta encontrar la mejor posición.

ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES DE USO

Cuando se utiliza el Tesla es muy importante observar cuidadosamente algunas precauciones:

- por la **elevada tensión** que hay en la bobina y la presencia de una **punta de metal**, este dispositivo puede resultar **peligroso**. Mantener **alejado de los niños** y usarlo siempre con la máxima cautela.

- Las descargas eléctricas también pueden causar quemaduras o daños fisiológicos, incluso un paro cardíaco. Para reducir el riesgo de descargas eléctricas y quemaduras es mejor no poner las manos o cualquier otra parte del cuerpo en la punta de alta tensión.

- Cuando el dispositivo no se utiliza es mejor cubrir la punta con una capuchón de protección, por ejemplo un tubo de plástico o de cartón para evitar accidentes.

- Nunca hay que tocar la punta, ya sea durante su puesta en marcha o inmediatamente después sin dejar el tiempo necesario para su enfriamiento.

- Asegúrese de que en un radio de por lo menos a **1 metro** alrededor de la bobina de alta tensión no hay **objetos de metal**, capaces de atraer la descarga eléctrica, o **materiales inflamables**, como madera, papel u otros materiales con esta característica. **Las descargas eléctricas pueden incendiar fácilmente**

materiales inflamables que estén dentro de su radio de acción.

- Nunca use el circuito en presencia de **vapores inflamables**, tales como alcohol, gasolina y otros disolventes inflamables.

- **Evite el uso prolongado** del dispositivo ya sea como generador de descargas que como reproductor de sonido. Las descargas eléctricas continuas producen **ozono**, un gas que tiene un efecto **nocivo para la salud**. Por esta razón, se recomienda ventilar siempre adecuadamente el cuarto donde se use.

- El arco de alta tensión crea **interferencias electromagnéticas en RF** (radio frecuencia). Para suprimirlas se debe meter la bobina en una **jaula de Faraday**, que elimina éstas.

COSTE DE FABRICACIÓN

El iTesla se puede fabricar en dos versiones:

1) La **versión completa** que incluye las dos funciones, de generador de descargas eléctricas y de altavoz de sonido. Se compone de:

- los componentes necesarios para la realización de la **tarjeta LX.1776** (ver figura 6), incluyendo el circuito impreso, las bobinas y sus soportes

LX 1776	85,00 €
• El transformador T1 (TT19.01)	53,00 €
• Los elementos necesarios para fabricar el alimentador LX.1692/5	33,50 €
• Un disipador de calor cod. AL90.8	19,00 €

2) La **versión reducida** que sólo permite utilizarlo como un generador de descargas eléctricas y para la que se requieren sólo el **kit LX.1776** y el transformador **T1**.

Caja contenedora MO1776 , válido para las dos versiones	59,00 €
El circuito impreso CS.1776	10,50 €

Los precios no incluyen el **IVA**.

RADIO RHIN

**EL
MAYOR**

AUTOSERVICIO

de componentes electrónicos

- **TV, VIDEO Y SONIDO PROFESIONAL.**
- **ANTENAS, SEMICONDUCTORES, KITS, SONORIZACIÓN...ETC.**
- **CABLES Y CONEXIONES INFORMÁTICAS.**

RADIO RHIN



ALAMEDA URQUIJO 32
48010 BILBAO

☎ 94 443 17 04

Fax: 94 443 15 50

e-mail: radiatorhin@elec.euskalnet.net



factor

FACTOR Q:

En este artículo queremos poner algo de luz sobre el llamado “factor Q”, teniendo en cuenta tanto el factor de calidad de los componentes electrónicos - condensadores e inductores- como el de los circuitos de resonancia.

Quienes trabajan en el campo de la **electrónica**, ya sea como profesión o afición, y especialmente los que trabajan en **RF** (Radio Frecuencia), a veces tienen que “enfrentarse” con el llamado **factor Q** (Factor de Calidad), un término al que se dan diferentes significados que suelen llevar a confusión. En este breve artículo trataremos de aclarar un poco el asunto, buscando la ayuda de algunos ejemplos sencillos. Comencemos por distinguir el **factor Q** de los componentes electrónicos como **condensadores e inductancias** y el **factor Q** de un **circuito resonante**.

En el primer caso, el **factor Q** está estrechamente relacionado con los **factores de fabricación** del

componente, como por ejemplo la sección del cable, la relación longitud/diámetro, el tipo de núcleo en el caso de una bobina o bien el tipo dieléctrico en el caso de un condensador. Por lo general, **Q** se menciona en la **lista de características técnicas** del componente. Hay que tener en cuenta que, ya que su valor varía en función de la frecuencia, por lo general en esa lista se indica su **peor valor**.

La **Q** de un **condensador** se expresa como una relación entre su reactancia capacitativa y su **ESR** (Equivalent Series Resistance), como se muestra en la Figura 1.

Por ejemplo, si un condensador de 100 microfaradios

tiene una **ESR** de **0,2 ohmios** y se pone a trabajar a una frecuencia de **100 Hz**, el factor **Q** será igual a:

$$Q = XC : ESR$$
$$XC \text{ ohm} = 1 : (6,28 \times F \times C)$$
$$Q = 15,9 : 0,2 = 79,5$$

donde:

XC = reactancia capacitiva en ohmios
ESR = Equivalent Series Resistance en ohmios
= 6,28 número fijo igual a $2 \times \pi$ griego
F = frecuencia en hercios
C = capacidad en faradios

Nota: en la fórmula se utilizan las unidades de medida estándar de hercios y faradios, pero en realidad se suele trabajar con megahercios y con picofaradios o microfaradios.

La fórmula en cuestión se transforma de la siguiente manera:

$$XC \text{ ohm} = 159.000 : (\text{MHz} \times \text{pF})$$

O bien:

$$XC \text{ ohm} = 159.000 : (\text{Hz} \times \mu\text{F})$$

Hay que tener en cuenta que el **factor Q** se expresa sólo con un número y por lo tanto, es una cantidad adimensional.

Es por esto que los condensadores pueden recalentarse durante su funcionamiento: la **ESR** produce una disipación del calor en función de la corriente que fluye a través de ellos. Este fenómeno se puede observar fácilmente en **fuentes de alimentación conmutadas**, donde los condensadores de nivelación están sujetos a altas corrientes impulsadas por frecuencias relativamente elevadas.

La resistencia parásita **ESR** se da cuando los componentes son demasiado largos como para poder considerarse "ideales", o lo que es lo mismo "faltos de pérdidas" y, en consecuencia, se intentan usar los que tienen el mejor factor **Q** posible.

aclaremos algunas cosas

$$Q = XC : ESR$$

Ejemplo:

$$C = 100 \mu\text{F}$$
$$F = 100 \text{ Hz}$$
$$ESR = 0,2 \text{ ohm}$$

Calcular **XC** del condensador mediante la fórmula:

$$XC \text{ ohm} = 159.000 : (\text{Hz} \times \mu\text{F})$$

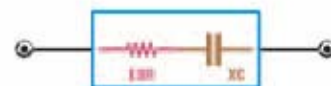
Por tanto:

$$XC \text{ ohm} = 159.000 : (100 \times 100) = 15,9$$

Ahora podemos calcular el **Q**:

$$Q = XC : ESR = 15,9 : 0,2 = 79,5$$

CONDENSADOR REAL



CONDENSADOR IDEAL

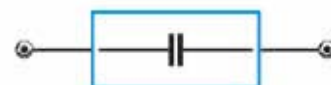
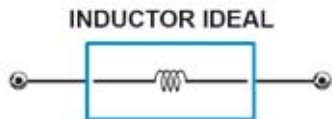
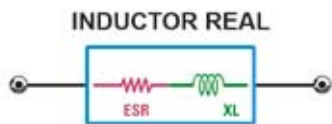


Fig. 1 En todos los condensadores hay una resistencia parásita **ESR** que provoca su recalentamiento cuando se someten a corrientes elevadas.



$$Q = X_L : ESR$$

Fig. 2 También en las inductancias existe la ESR debida a la resistencia del cable con el que se fabrican.

La **Q** de una bobina inductora es igual a la relación entre su reactancia inductiva y su ESR (Ver fig. 2).

$$Q = X_L : ESR$$

$$L = 6,28 \times F \times L$$

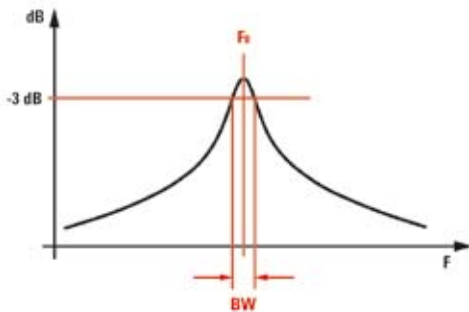
donde:

- X_L** = reactancia inductiva en ohmios
- = 6,28 número fijo igual a 2 x pi griego
- F** = frecuencia en Hz
- L** = inductancia en henrios

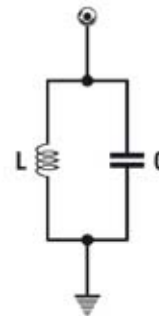
Nota: también en este caso, en la fórmula se han usado las unidades de medida estándar de hercios y de henrios, pero ya que en realidad se suele trabajar con megahercios y microhenrios, la fórmula en cuestión se transforma de la siguiente manera:

$$X_L \text{ ohm} = 6,28 \times (\text{MHz} \times \mu\text{F})$$

Incluso en este caso la **ESR** es una resistencia de pérdida debida a la resistencia óhmica del cable con el que está hecha la bobina.



$$Q = F_0 : BW$$



Ejemplo:

$$F_0 = 50 \text{ MHz}$$

$$BW = 10 \text{ MHz}$$

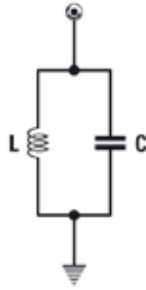
$$Q = 50 \text{ MHz} : 10 \text{ MHz} = 5$$

Fig.3 En un circuito resonante el factor **Q** expresa su ancho de banda. En este caso **Q** es la relación entre la frecuencia central y el ancho de banda a -3 dB.

El cuadro que se reproduce en la página siguiente muestra los valores de algunos parámetros de las inductancias Neosid, incluyendo el valor **Q**.

L± 10% (µH)	Q ≥	Freq. Ris. > (MHz)	R ≤ ohm	I max. (mA)
0,1	70	600	0,15	800
0,12	80	560	0,15	800
0,15	80	470	0,2	800
0,18	80	420	0,2	800
0,22	80	380	0,2	800
0,27	80	320	0,25	800
0,33	80	290	0,25	800
0,39	75	260	0,25	800
0,47	75	230	0,3	800
0,56	45	210	0,35	800
0,68	45	185	0,35	800
0,82	45	165	0,4	800
1	55	155	0,25	800
1,2	60	135	0,3	800
1,5	65	115	0,3	800
1,8	65	100	0,3	800
2,2	65	85	0,33	800
2,7	70	75	0,33	800
3,3	55	72	0,35	800
3,9	60	64	0,4	800
4,7	60	58	0,44	750
5,6	65	51	0,46	750
6,8	65	47	0,5	750
8,2	70	41	0,55	750

L± 5% (µH)	Q ≥	Freq. Ris. > (MHz)	R ≤ ohm	I max. (mA)
10	55	38	0,55	700
12	55	32	0,6	680
15	60	27	0,7	620
18	60	23	0,75	580
22	60	20	0,85	560
27	60	18	0,9	540
33	60	16	0,95	520
39	60	14	1,1	500
47	60	12	1,2	480
56	60	9	1,3	460
68	60	8	1,4	440
82	60	7	1,6	400
100	60	6,5	1,8	380
120	60	5,5	2	360
150	60	4,5	2,2	340
180	60	2,8	2,5	320
220	60	2,5	2,8	300
270	60	2,2	3,1	280
330	60	2	3,4	270
390	65	3,5	8	180
470	70	3	9	180
560	70	2,5	10	170
680	70	1,5	11	150
820	70	1,5	12	140



Ejemplo:

$L = 1 \mu\text{H}$

$C = 33 \text{ pF}$

$F_0 = 1 : (6,28 \times \sqrt{L \times C}) = 27,71 \text{ MHz}$

Fig.4 La condición de resonancia se produce cuando XC y XL toman los mismos valores.

Nota: para simplificar los cálculos, la fórmula de la frecuencia de resonancia se puede modificar como sigue:

$F_0 \text{ MHz} = 159,24 : \sqrt{\text{pF} \times \mu\text{H}}$

donde los valores de capacidad se expresan en picofaradios y los de inducción microhenrios. Si calculamos la XL y la XC en esta frecuencia, obtendremos que asumen los mismos valores. De hecho:

$XC \text{ ohm} = 159.000 : (\text{MHz} \times \text{pF}) = 159.000 : (27,71 \times 33) = 173,8$

$XL \text{ ohm} = 6,28 \times (\text{MHz} \times \mu\text{H}) = 6,28 \times (27,71 \times 1) = 174$

Nota: la pequeña diferencia entre los valores se debe al redondeo.

Hay que tener en cuenta que en alta frecuencia no es la resistencia la que se mide con un tester, sino que se mide la frecuencia de trabajo, que puede tener un valor más alto: a causa de “efecto piel”: la corriente no fluye de manera uniforme por el conductor, sino sólo por su superficie, reduciendo así “virtualmente” la efectividad del conductor en sí mismo.

A veces se prefiere recurrir a **núcleos magnéticos** para la fabricación de bobinas magnéticas, ya que se obtiene el mismo valor de inductancia con menos vueltas de alambre, con la consiguiente reducción de la **ESR** que se traduce en un mayor **Q**.

Hablemos ahora del **factor Q** aplicado a los **circuitos de resonancia de tipo paralelo**. El **Q** de un **circuito resonante** es igual a la relación entre su **frecuencia central** y su ancho de banda a -3 dB y proporciona una medida de su “Selectividad” (ver Figura 3).

La frecuencia de resonancia (F_0) se produce cuando la reactancia de la capacidad del condensador es igual a la reactancia inductiva de la bobina y ésta

tiene una frecuencia igual a:

$F_0 = 1 : (6,28 \times \sqrt{L \times C})$

El hecho de que incluso en este caso los componentes no sean los “ideales”, por lo tanto con un **Q no infinito**, significa que la frecuencia de resonancia del circuito no se comporta exactamente igual que un circuito “abierto”, como tendría que ser al menos teóricamente, sino que presenta una resistencia parásita **RP** puesta prácticamente en paralelo a los componentes (ver fig. 5).

El valor de esta resistencia depende del **Q de la bobina** y tiene un efecto negativo en el circuito debido a que **disminuye la selectividad**, mientras que el **Q del condensador** en muchos casos sigue siendo elevado.

Ya que es útil saber de antemano el **ancho de banda** que podemos esperar de un circuito resonante paralelo en función del **Q** de la bobina utilizada, damos algunos ejemplos que aclaran cómo localizarlo.

El valor de esta resistencia parásita es igual a:

$RP = Q \times L$

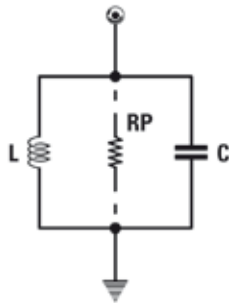
Ejemplo:

$$RP = Q \times XL = 55 \times 628 = 34.540 \text{ ohm}$$

$$L = 10 \mu\text{H Neosid}$$

$$Q = 55 \text{ (ver tabla en página anterior)}$$

$$C = 25,3 \text{ pF}$$



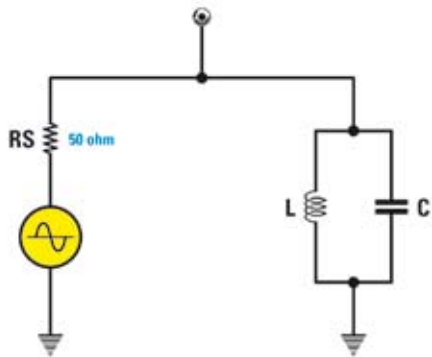
En este ejemplo tenemos un circuito de resonancia en la frecuencia de **10 MHz** determinada mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$F0 \text{ MHz} = 159,24 : \sqrt{\text{pF} \times \mu\text{H}}$$

luego:

$$159,24 : \sqrt{25,3 \times 10} = 10 \text{ MHz}$$

Fig. 5 El valor de resistencia del parásito RP depende de Q.



Ejemplo:

$$L = 0,1 \mu\text{H}$$

$$C = 47 \text{ pF}$$

$$F0 = 73,4 \text{ MHz}$$

$$XL = XC = 46 \text{ ohm}$$

Para encontrar el Q de este circuito y por lo tanto la selectividad se debe proceder de la siguiente manera:

$$Q = RS : XC = 50 : 46 = 1,08 \text{ BW} = F0 : Q = 73,4 \text{ MHz} : 1,08 = 67,9 \text{ MHz}$$

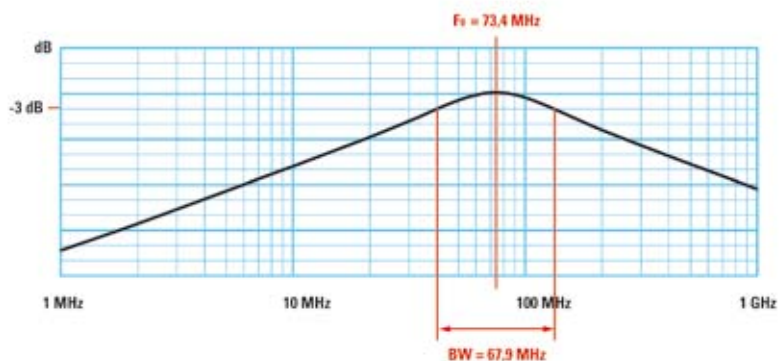


Fig. 6 Como se puede deducir de la gráfica, la resistencia de salida del generador RS afecta al Q del circuito resonante.

Por ejemplo, si tenemos en cuenta una **inductancia Neosid de 10 microhenrios** (ver figura 5), consultando los data sheet vemos que tiene un **Q de 55** y, por tanto, si se hace funcionar a **10 MHz** tendrá un **RP** igual a:

$$RP = 55 \times 628 = 34.540 \text{ ohm}$$

Esta resistencia "**virtual**" afectará al **Q** del circuito de resonancia y ampliará su ancho de banda.

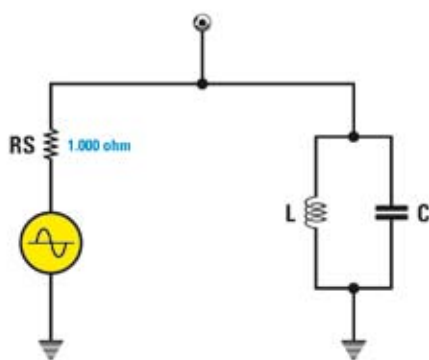
Obviamente, un circuito resonante paralelo nunca funcionará solo, sino que siempre estará conectado

a "algo" que lo supeditará a otras "cargas", como la resistencia de entrada de un amplificador de potencia o la resistencia de salida de un generador.

Estas resistencias **reducirán** aún más el **Q** del circuito de resonancia.

En este sentido, hay un ejemplo en la figura 6.

Por lo tanto, es un circuito poco selectivo, pero si aumentamos la **RS** del generador a **1000 ohmios** veremos cómo cambia el **Q** a la misma frecuencia central observando el ejemplo de la Figura 7.



Ejemplo:

$$L = 0,1 \mu H$$

$$C = 47 \text{ pF}$$

$$Q = RS : XC = 1.000 : 46 = 21,7$$

$$BW = 73,4 \text{ MHz} : 21,7 = 3,38 \text{ MHz}$$

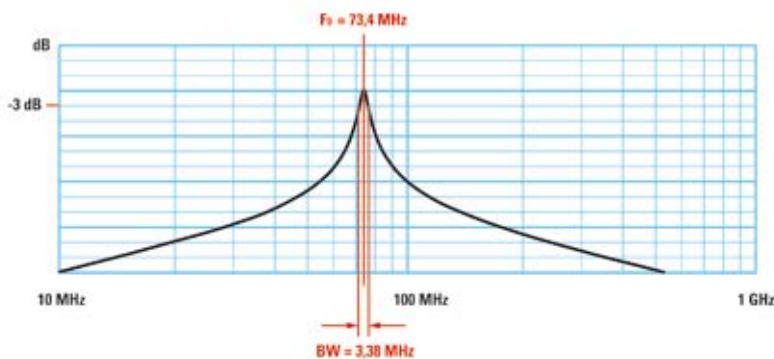
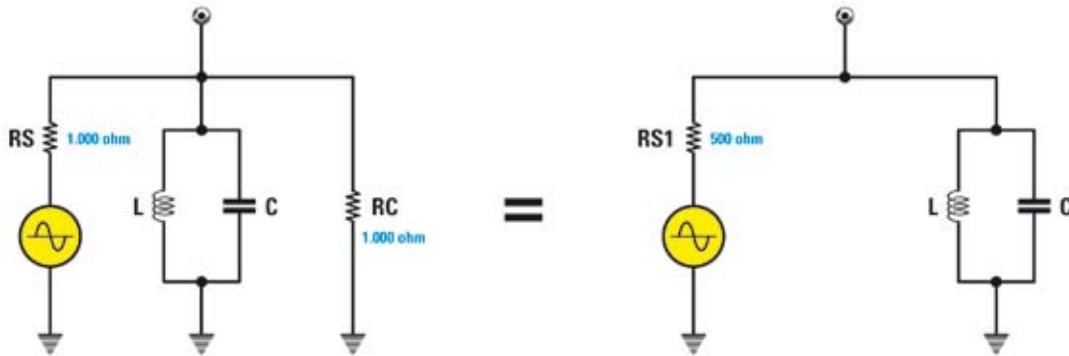


Fig.7 En comparación con Fig.6 donde la **RS** era de 50 ohmios, al aumentar el valor a 1000 ohm se observa una mayor selectividad.

Como se puede ver, aumentando la R_S el Q también aumenta considerablemente, lo que hace el circuito más selectivo utilizando los mismos componentes L/C.

Si se aplica al circuito una resistencia “de carga”, algo que en la práctica ocurre siempre, Q se reduce ya que la resistencia total a la que se enfrenta la da el “paralelo” de los dos valores, como lo demuestra el ejemplo de la fig.8.



Ejemplo:

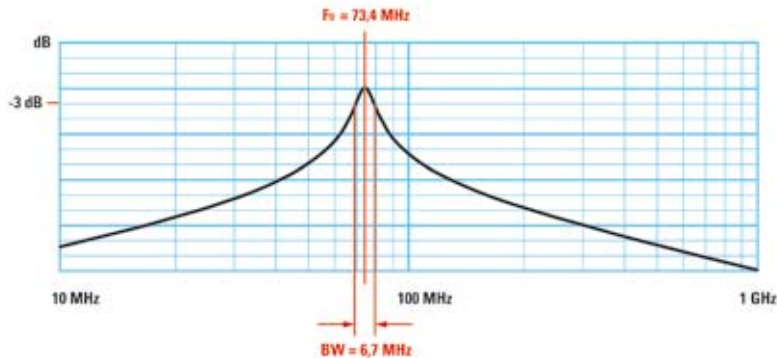
$$RS1 = (RS \times RC) : (RS + RC) = (1.000 \times 1.000) : 2.000 = 500 \text{ ohm}$$

Fig.8 La combinación de la dos resistencias R_S y R_C se puede considerar un único valor dado por el paralelo entre ambas.

En estas condiciones Q se reducirá como lo demuestra el ejemplo de la fig. 9.

denomina “loaded Q ”, es decir, Q cargado, ya que considera también la resistencia de la carga a la que está sujeto el circuito), dependerá del valor de la resistencia de carga a la que esté conectado el circuito.

Podemos entonces decir que la selectividad y por lo tanto el Q del circuito resonante (en este caso se



Ejemplo:

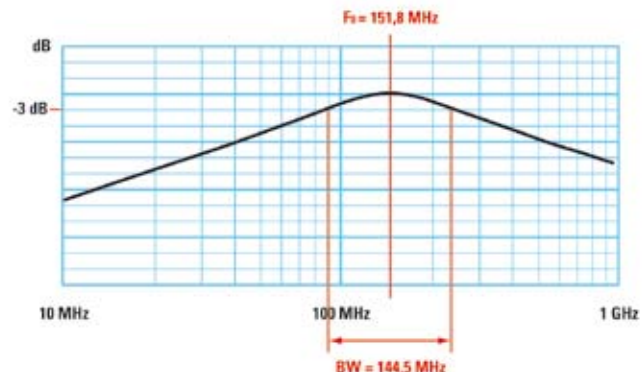
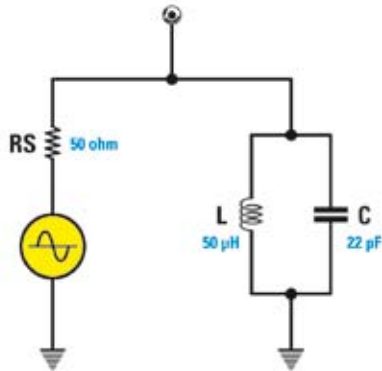
$$Q = RS : XC = 500 : 46 = 10,8$$

$$BW = F0 : Q = 73,4 \text{ MHz} : 10,8 = 6,7 \text{ MHz}$$

Fig. 9 En este ejemplo podemos ver que la presencia de la resistencia de carga R_C afecta a la selectividad.

A una frecuencia constante y de resistencia de la carga aplicada, también la relación L/C de un circuito resonante determina la selectividad como se demuestra en la fig.10.

Si, de lo contrario, se obtiene un ancho de banda determinado con una resistencia equivalente de carga conocida; podemos proceder como en el ejemplo que proponemos a continuación.



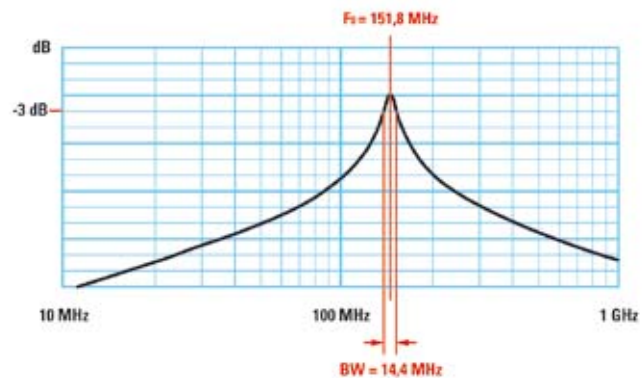
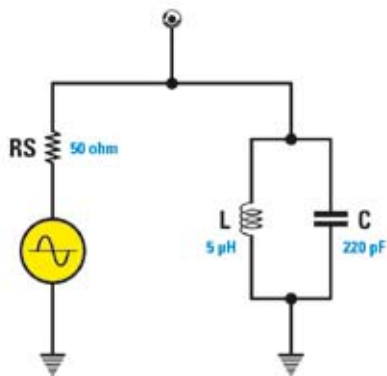
Ejemplo:

$F_0 = 151,8 \text{ MHz}$

Gran inductancia - pequeña capacidad = bajo Q

$Q = R_S : X_C = 50 : 47,6 = 1,05$

$BW = F_0 : Q = 151,8 \text{ MHz} : 1,05 = 144,5 \text{ MHz}$



Ejemplo:

$F_0 = 151,8 \text{ MHz}$

Pequeña inductancia - gran capacidad = alto Q

$Q = R_S : X_C = 50 : 4,76 = 10,51$

$BW = F_0 : Q = 151,8 \text{ MHz} : 10,51 = 14,4 \text{ MHz}$

Fig. 10 Como se puede deducir de estos dos ejemplos, la relación de L/C determina una selectividad diferente de los circuitos.

Ejemplo: queremos calcular un circuito resonante con una frecuencia de **100 MHz** con un ancho de banda de **15 MHz** conectado a un circuito que tiene una resistencia de salida **RS de 500 ohm** y una resistencia de carga **RC de 1.000 ohmios** (ver fig.11).

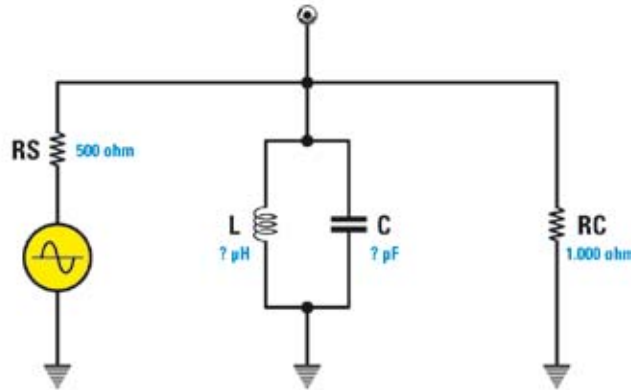


Fig.11 En este ejemplo se muestra cómo calcular los componentes L/C para obtener un circuito resonante con un cierto ancho de banda en función de los valores de RS y RC.

Ejemplo:

$F_0 = 100 \text{ MHz}$

$BW = 15 \text{ MHz}$

El **Q** del circuito debe ser igual a:

$$\mathbf{Q = F_0: BW}$$

$$100 \text{ MHz}: 15 \text{ MHz} = 6,66$$

La resistencia total equivalente **RP** es igual al paralelo de la **RS** con la **RC**:

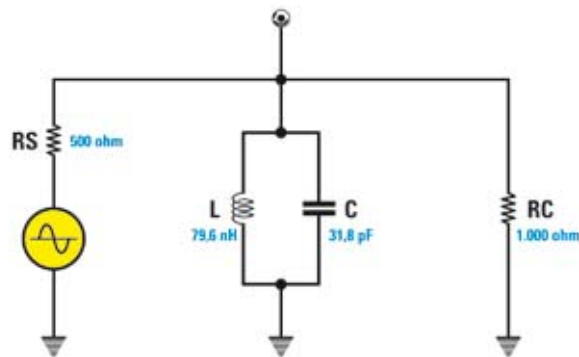
$$\mathbf{RP = (SR \times RC): (RS + CR)}$$

$$500 \times 1000: (500 + 1.000) = 333 \text{ ohmios}$$

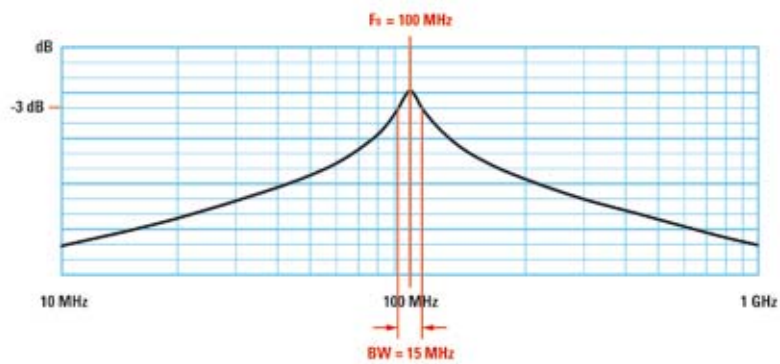
La reactancia a **F0** de los dos componentes L/C es igual a:

$$\mathbf{XL (\text{o } XC) = RP: Q}$$

$$333 \text{ ohms}: 6.66 = 50 \text{ ohms}$$



Seguimos el ejemplo de la figura 11 que muestra cómo, una vez conocidos los valores de X_L y X_C , es fácil calcular los valores de L y C en función de la frecuencia de trabajo utilizando la siguiente fórmula.



Los valores de los componentes serán:

$$L = X_L : (6,28 \times F) = 50 : (6,28 \times 100 \text{ MHz}) = 79,6 \text{ nH}$$

$$C = 1 : (6,28 \times F \times X_C) = 1 : (6,28 \times 100 \text{ MHz} \times 50) = 31,8 \text{ pF}$$

En este caso el Q de la inductancia determina fundamentalmente la pérdida de inserción del filtro.

ELECTRÓNICA

NUEVA

PUBLICACIÓN MENSUAL

desde 1980

**Descárgate nuestra edición digital
mes a mes a tu PC por 30€/año**



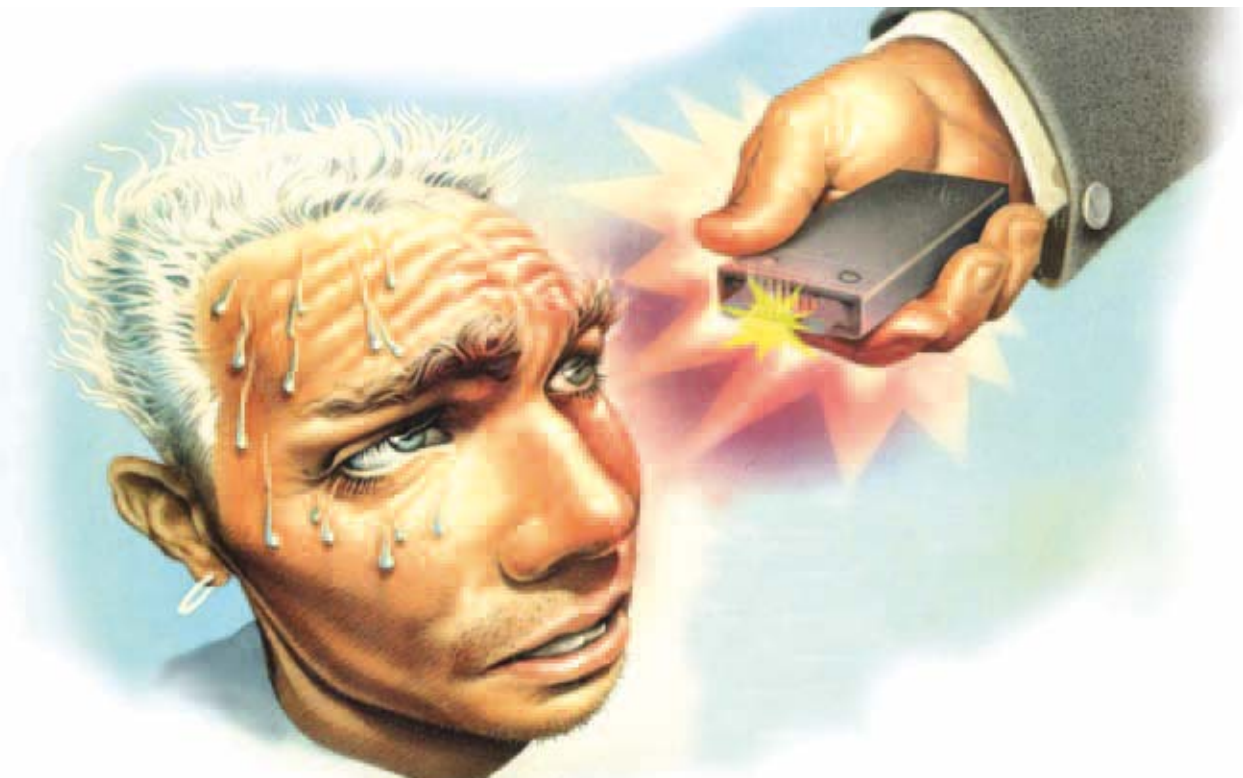
**Hobby
Formación académica
Soluciones profesionales**

Numerosas aplicaciones y usos = Multitud de equipos

**Sonido
Emisión
Laboratorio
Micros
Medición
Electromedicina, ...**

**También disponible
en edición impresa**

www.nuevaelectronica.com - Telf. 902 009 419



APARATO DISUASORIO

Lo que presentamos es un dispositivo que genera impulsos de alta tensión y, al ser portátil, puede ser utilizado tanto para comprobar el estado de inmunidad al ruido de nuestros equipos electrónicos como para protección personal.

El dispositivo que hemos fabricado encuentra una aplicación específica en el ámbito electrónico para realizar lo que se llaman “**test de susceptibilidad eléctrica**”, útiles en la fase de **prueba y comprobación** de muchos aparatos. Por ejemplo., si se acerca a un

proyecto del que se quiera comprobar si cumple las normas **CE**, tal y como declara, el aparato tendrá que seguir funcionando sin problemas. Sin embargo, si durante la prueba su funcionamiento se ve alterado de algún modo, tendréis que someterlo a alguna otra

prueba. Ya que este instrumento emite impulsos de alta tensión y es portátil se presta también a muchas otras aplicaciones.

Sobre todas, podemos destacar que se puede llevar encima como **disuasorio** mientras realizáis alguna actividad al aire libre (**jogging, bicicleta, trekking, etc.**) De hecho, accionando el aparato disuasorio, la descarga eléctrica acompañada por un fuerte ruido como de crepitar será suficiente para alejar a posibles perros rabiosos o animales salvajes que puedan querer atacaros.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Se trata de un aparato muy simple que, gracias a su pila de 9 Voltios que alimenta un oscilador formado

por **TR1 y TR2** en una frecuencia de **30 KHz** y gracias al transformador elevador **T1** con una relación de vueltas de 1 a 100, transforma la baja tensión continua de la pila en una tensión alterna de unos **800 VRMS sinusoidales**.

Un clásico **multiplicador de tensión x5** en serie al secundario de **T1** lleva a los electrodos del disuasorio una tensión de unos **11.000 Voltios**.

El oscilador es del tipo "auto-oscilante", escogido porque tiene un número mínimo de componentes y permite hacer un circuito muy compacto.

Los transistores **TR1/TR2**, ambos del tipo **ZTX653** y aptos para este tipo de aplicaciones, son

para alejar molestias



Fig.1 Foto del disuasorio electrónico.

alternativamente en conducción a una frecuencia de **30 KHz**, determinada por la capacidad del condensador **C2** y por la inductancia del envolvente **2-4** del transformador **T1**.

Las dos resistencias **R1-R2** llevan la corriente de base a los transistor es que, junto con el envolvente de los "feedback" 1-5 determinan el inverso de la oscilación.

La inductancia **JAF1** de **100 henrios** tiene como misión "forzar" la corriente de entrada, que da la pila, siendo de forma sinusoidal y aumentando así el rendimiento de todo el conversor.

La absorción de corriente es de unos **0,5 amperios**, ya que el circuito necesita una cierta "energía" y considerado el uso esporádico del aparato, se obtiene suficiente autonomía.

La tensión disponible en los terminales del envolvente secundario **6-10** tienen una amplitud considerable, de unos **2.000 Voltios pico a pico**, aunque insuficiente para una descarga ya que se trata de tensión alterna.

El multiplicador de tensión eleva la tensión hasta un valor en que se puede producir la descarga entre dos electrodos en forma de punta, producida por la ionización del aire por efecto de la alta tensión presente.

Estando compuesto nuestro multiplicador por **10 diodos y 10 condensadores, tenemos 5 celdas multiplicadoras**, por tanto el valor de pico a pico se multiplica **x5**, obteniendo una tensión en los terminales de salida:

$$2.200 \text{ Vpp} \times 5 = 11.000 \text{ Voltios.}$$

Obviamente la corriente disponible con esta tensión es irrisoria, pero molesta.

MULTIPLICADOR DE TENSIÓN

La principal condición necesaria para multiplicar una tensión de entrada de "n" voltios es la de tener siempre una señal alterna. Para verificar la tensión que se obtiene de salida en nuestro multiplicador, es necesario recurrir a la siguiente fórmula:

$$\text{Voltios CC} = \text{Voltios AC} \times 2,82 \times \text{número de celdas}$$

Para quien desee profundizar en el tema, en la fig.5 os proponemos un esquema formado por más celdas duplicadoras (**que ya publicamos en el Handbook**).

CONSEJOS DE USO INDISPENSABLES...

... O, mejor dicho, consejos para no abusar de este aparato.

Aunque hayamos realizado este proyecto para comprobar aparatos eléctricos, nos parece imprescindible dar algunas advertencias para evitar incidentes desagradables durante su utilización. Recomendamos, por tanto:

- no usar nunca el circuito directamente sobre personas ya que provocaría los siguientes efectos, según el tiempo de descarga:

en **1/10 de segundo** contracción muscular y un fuerte impulso hacia atrás;

en **1-3 segundos** aturdimiento y caída al suelo;
 en **3-6 segundos** parálisis de la persona y caída al suelo y ,en muchos casos, un estado de desorientación que duraría varios minutos;

en **6-10 segundos** pérdida de conocimiento de la persona.

- no dejar al alcance de los niños;

- no usar cerca de personas que utilicen aparatos electrónicos tipo marcapasos, miembros biónicos, etc.

- no usar el disuasorio en zonas con sustancias inflamables;

- no usar el disuasorio en acciones como torturas a personas o animales.



Fig.2 Conexiones del transistor ZTX653 vistas desde abajo y del diodo de alta tensión BY509. Para localizar el terminal + de este diodo, ver fig.4.

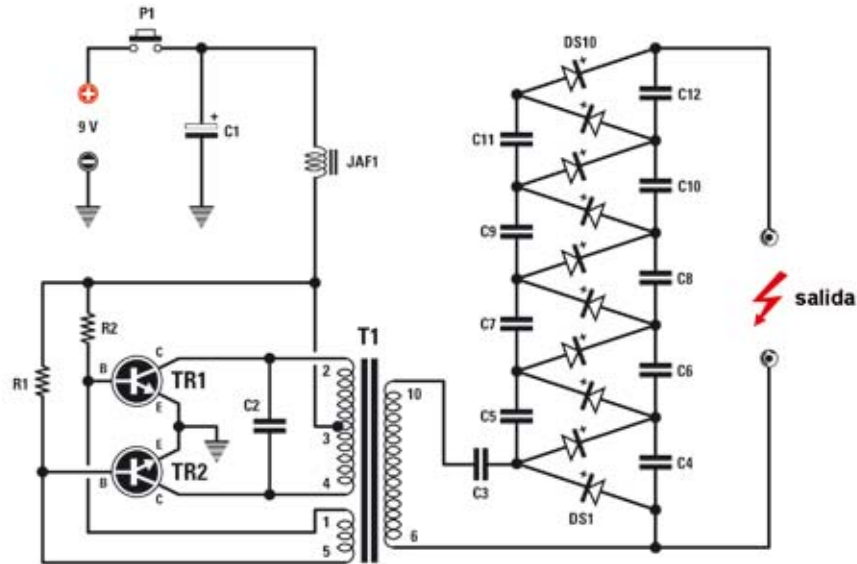


Fig.3 Esquema eléctrico del disuasorio electrónico LX.1775 y, debajo, listado completo de los componentes usados para su ejecución:

LISTADO DE COMPONENTES LX.1775

- R1 = 2.200 ohm
- R2 = 2.200 ohm
- C1 = 220 microF. electrolítico
- C2 = 470.000 pF poliéster
- C3-C12 = 4.700 pF cer. 2.000 V

- JAF1 = imped. 100 henrios
- DS1-DS10 = diodos tipo BY509
- TR1 = NPN tipo ZTX653
- TR2 = NPN tipo ZTX653
- T1 = trasform. mod. TM1025
- P1 = pulsador

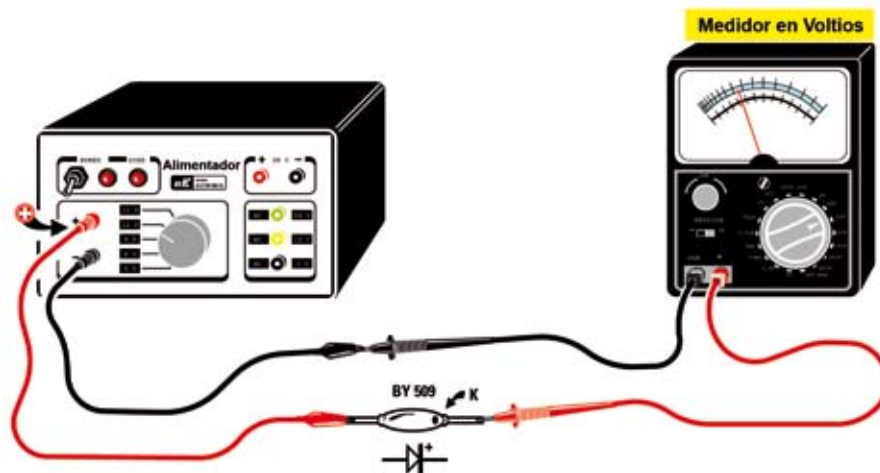


Fig.4 Para localizar el terminal + del diodo BY509 se puede usar un "tester" normal y un alimentador o una pila de 9 voltios. Cuando el tester lea una tensión positiva marcar este lado del cuerpo como K.

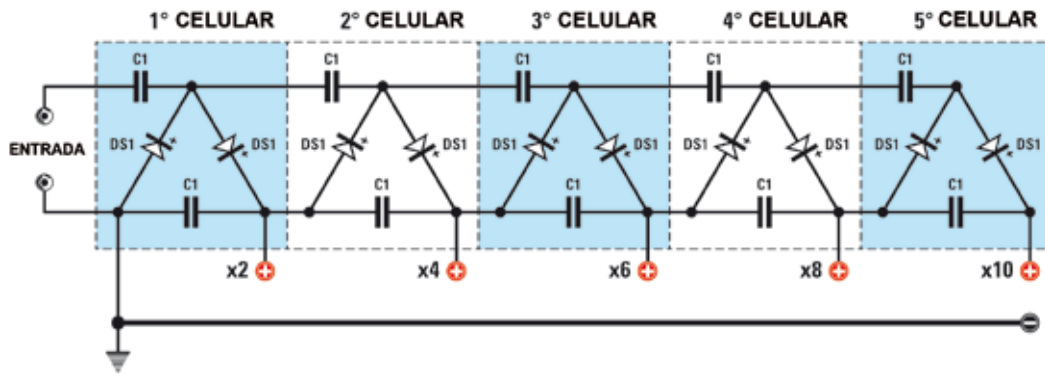


Fig.5 Para obtener tensiones muy elevadas, podéis usar este esquema con más duplicadores. Cuanto más alta sea la frecuencia de la tensión alterna a duplicar, menor será la capacidad de los condensadores de acoplamiento.

$$\text{Voltios CC} = \text{Voltios AC} \times 2,82 \times \text{número celdas}$$

$$C1 \text{ mF} = [(40.000 \times \text{NC}) : \text{Hz}] : (\text{Vcc} : \text{mA})$$

$$\text{mA salida} = (\text{Vcc} \times C1 \text{ mF}) : [(40.000 \times \text{NC}) : \text{Hz}]$$

dove:

NC = número de celdas utilizadas en el circuito.

Atención: nuestro disuasorio puede usarse a distancia de **un metro** de modo que el ruido generado por el **arco eléctrico** y la **vista** de la **descarga eléctrica** actúen por sí solos como ahuyentadores.

EJECUCIÓN PRÁCTICA

Como se ve en el esquema práctico (ver fig.6) de este **disuasorio** denominado **LX.1775**, se trata de un circuito bastante sencillo que prevé el uso de pocos componentes.

Por supuesto, hay que realizar cada fase del montaje con cuidado, pero nos vamos a limitar a daros algunos consejos que pueden ser especialmente útiles a quienes no tengan demasiada práctica en el proceso de montaje.

Hay que empezar soldando en el circuito impreso las dos resistencias **R1-R2** y luego los diodos de alta tensión **DS1 a DS10** (ver fig.6).

Ya que estos diodos van insertados en el circuito impreso respetando su polaridad, podríais tener

problemas ya que el terminal positivo, llamado cátodo, casi siempre vienen marcado por un microscópico punto rojo o negro que, con el paso del tiempo, se borra. Si éste es el caso, usando el tester en posición ohm como se suele hacer para los diodos normales, no se puede saber cuál es el terminal + ya que estos diodos -que trabajan a alta tensión- se caracterizan por tener resistencias óhmicas muy elevadas. El único sistema válido, por tanto, es usar un tester conmutado a voltios CC y un alimentador estabilizado normal o bien una pila de 9 Voltios.

Como se ve en la fig.4, un terminal del diodo va conectado a la salida positiva del alimentador o bien al de la pila.

A la salida negativa se conecta la punta negativa del tester, mientras la punta positiva va conectada al terminal opuesto del diodo.

Si el terminal positivo del diodo está dirigido hacia el tester se leerá una tensión positiva, mientras que si el que está dirigido es el negativo no se leerá ninguna tensión. Si éste fuera el caso, basta con girar el diodo.

Fig.6 Esquema práctico del proyecto. Arriba se puede ver la pareja de tornillos + para la salida de tensión y abajo la toma para la pila que se conectará a una pila de 9 Voltios.

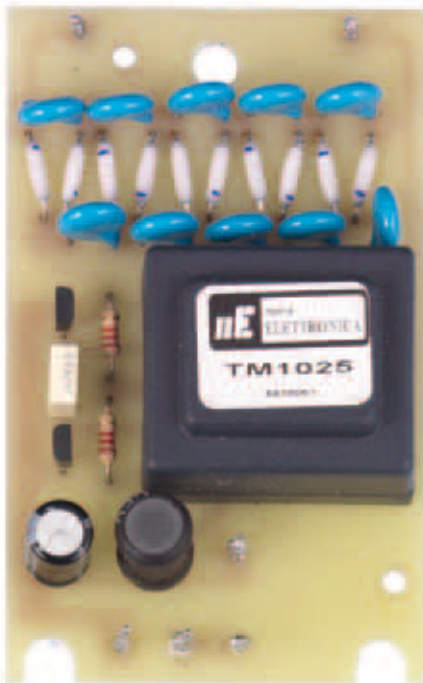
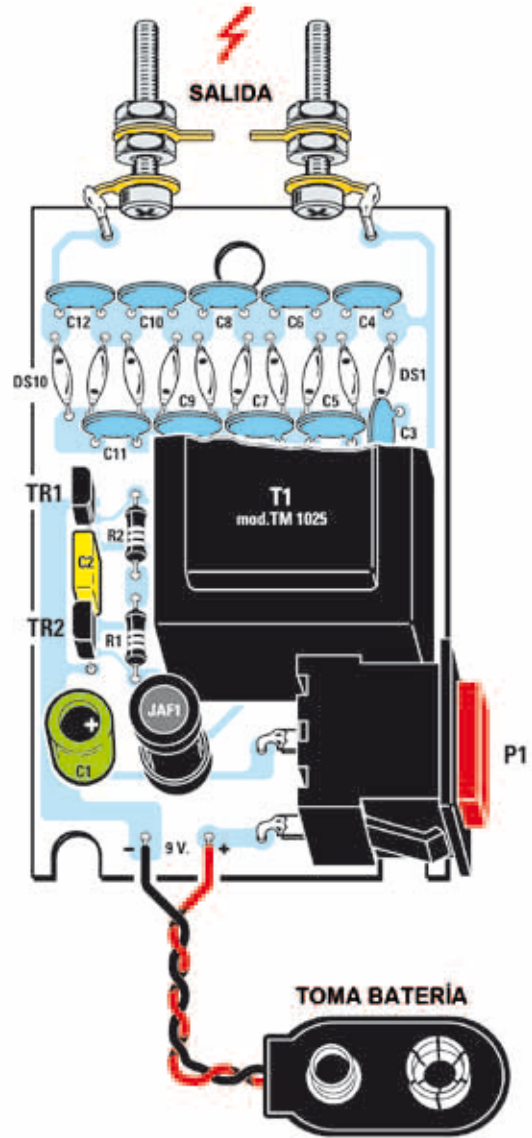


Fig.7 La foto del circuito impreso una vez terminado el montaje.

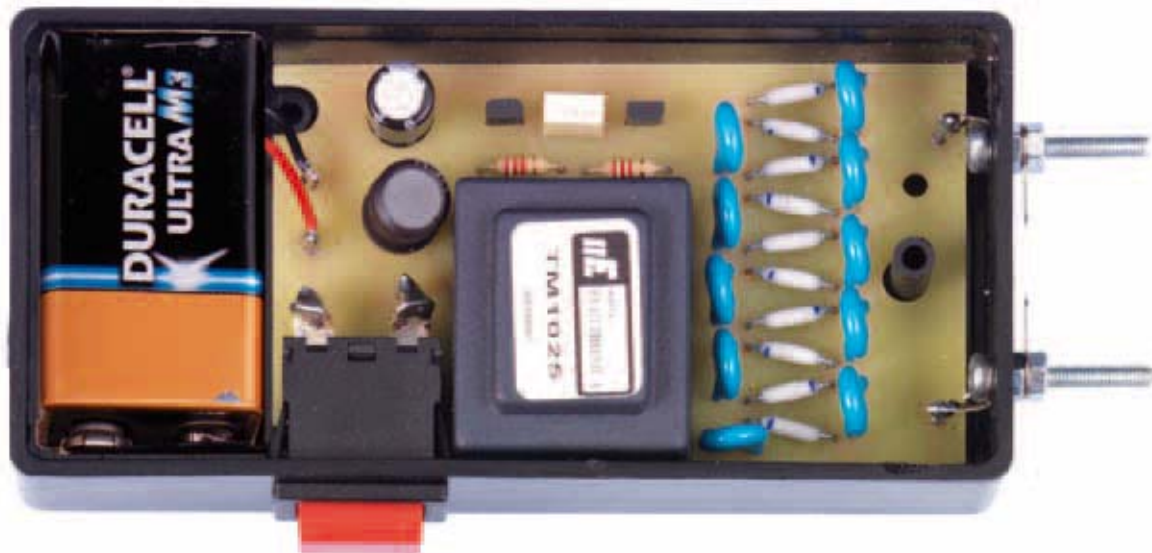


Fig.8 Así se ve el circuito del disuasorio electrónico LX.1775 una vez introducido en el chasis. A la izquierda se ve la pila de 9 Voltios metida en su hueco.

Una vez localizado el terminal + os aconsejamos marcarlo con un punto, para evitar insertarlo al revés en el circuito impreso.

Una vez soldados todos los diodos de alta tensión con el punto de referencia hacia el agujero marcado con +, por encima y por debajo de estos diodos hay que montar los condensadores cerámicos marcados de C3 a C12 (ver fig.6) y seguir con el condensador electrolítico C1 y el poliéster C2.

Como notaréis en la fig.6, el electrolítico se reconoce por la forma cilíndrica del cuerpo y por el signo + que se posicionará tal y como está indicado en el dibujo. Junto al condensador C1 hay que soldar la impedancia JAF1 de 100 henrios, también ésta con forma de cilindro.

Después se sueldan los dos transistores TR1-TR2, orientando respectivamente hacia la izquierda y hacia la derecha su lado plano y el transformador T1.

Completar esta fase del montaje soldando abajo los terminales de conexión a la toma para la pila, con cuidado de no invertir su polaridad.

Llegados a este punto, podéis colocar el circuito dentro del chasis y proceder con el montaje de los componentes externos, es decir, las tomas de salida que tiene que sobresalir por los correspondientes agujeros del chasis y fijarlas por dentro con dos tuercas que vienen incluidas en el kit.

Luego se monta el botón para el que hay otro agujero en el lateral del chasis, soldando las dos lengüetas que sobresalen del cuerpo del impreso a dos trozos del terminal.

Ahora sólo queda conectar a la toma una pila de 9 Voltios, cerrar el chasis y proceder a hacer las pruebas que se quieran.

COSTE DE EJECUCIÓN

Los componentes necesarios para fabricar el circuito del disuasorio:

LX.1775 (ver fig.6), incluidos el circuito impreso y la caja de plástico MOX04	55,50 €
Sólo el circuito impreso CS.1775	12,50 €

Los precios no incluyen el IVA .

módulos y balizas

energía solar autónoma

www.ariston.es



JH001

Señalización para la construcción
Decoración de plazas, parques y patios



JH002

Colocación en cualquier superficie
Circunvalaciones, intersecciones,
autopistas y autovías



JH003

Especialmente para laterales o
márgenes de autopistas, autovías,
señalización de aceras y senderos



JH004

Por sus características puede ser
colocado en columnas de parkings
o muros.



JH005

Señalización de medianas y arcones
de autopistas, intersecciones y stops,
carreteras secundarias.



JH006

Decora al tiempo que ilumina plazas,
parques, patios y embellece veredas.



JH007

Para iluminar y realzar en colores,
jardines, parques, patios, muros,
veredas.



JH008

Diseñado especialmente para la
demarcación y señalización de
cualquier espacio fluvial y marítimo,
puertos deportivos, lagos, canales,
piscinas.



JH009

Decora y señala rutas de plazas, muros
y senderos



JH010

Especialmente para laterales o
márgenes de autopistas, autovías,
señalización de aceras y senderos
(plana)



JH011

Señalización para la construcción
y señalización del mar (faros)



JH012

Decora y señala rutas de plazas,
parques, muros y senderos
(forma de trébol)



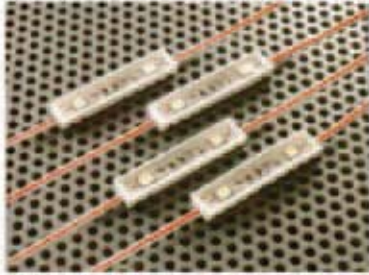
JH013

Luz para la señalización de peligro

- Módulos integrados estancos
- Expectativa de vida hasta 20 años
- Anti-vandálico

- Resistentes al agua
- No necesitan instalación eléctrica
- ISO 9001

LED
para iluminación



AMPLIA GAMA DE LEDS DE ALTA CALIDAD

ILUMINA EL MUNDO

**24 HORAS DE LUZ ININTERRUMPIDA-ESTANQUEIDAD IP68 (LA MAS ALTA DEL MERCADO)
3 AÑOS DE GARANTIA-50.000 HORAS-PROTECCIÓN CONTRA INVERSIÓN DE POLARIDAD
ISO 9001-LUMINOSIDAD HASTA 48 LÚMENES
MAYOR POTENCIA, MENOS CONSUMO (70% MENOS QUE UN FLUORESCENTE)
PRODUCTO ECOLÓGICO LIBRE DE METALES PESADOS**



consultenos sin compromiso

vector
integral

Telf.: 91 331 52 66
vectorintegral@vectorintegral.com
www.vectorintegral.com