

ELECTRÓNICA

NUEVA



MÉTODO de CLARA ROCKMORE para APRENDER a tocar el THEREMIN



ENCENDER un diodo LED con una PILA de 1,5 VOLTIOS



MÚSICA ELECTRÓNICA: THEREMIN

LX1665



LOS MONTAJES MÁS POPULARES

ALARMA POR SENSOR VOLUMÉTRICO
MEDIDOR DE TIERRA
CONTROLAR EL VALOR DE UNA INDUCTANCIA



DIRECCIÓN

C/ Ferraz, 37
Teléf: (91) 542 73 80
Fax: (91) 559 94 17
MADRID 28008

DIRECTOR EDITORIAL:

Eugenio Páez Martín

Diseño Gráfico:

Paloma López Durán

Redactor:

Roberto Quirós García

SERVICIO TÉCNICO

Lunes y Miércoles de 17 a 20 h.

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

Correo Electrónico:

tecnico@nuevaelectronica.com

SUSCRIPCIONES

CONSULTAS

PEDIDOS

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

Correo Electrónico:

revista@nuevaelectronica.com

PAGINA WEB:

www.nuevaelectronica.com

FOTOMECÁNICA:

Videlec S.L.

Teléf.: (91) 375 02 70

IMPRESIÓN:

IBERGRAPHI 2002

C/ Mar Tirreno 7

San Fernando de Henares - Madrid

DISTRIBUCIÓN:

Coedis, S.A.

Teléf.: (93) 680 03 60

MOLINS DE REI

(Barcelona)

Traducción en Lengua
española de la revista
"Nuova Elettronica", Italia.
DIRECTOR GENERAL
Montuschi Giuseppe

DEPÓSITO LEGAL:

M-18437-1983

Suscripción anual	50,00 Euros
Susc. certificada	85,00 Euros.
Europa	89,00 Euros.
América	152,00 Euros.

Cupón de suscripciones y pedidos en
página 37.

Nº 266

5,25 Euros. (Incluido I.V.A.)

Canarias, Ceuta y Melilla

5,25 Euros (Incluidos portes)

SUMARIO

 **THEREMIN: El primer INSTRUMENTO MUSICAL ELECTRÓNICO**
El theremin fue el primer instrumento musical completamente electrónico que no precisaba partes mecánicas para producir sonidos, de hecho no hace falta contacto físico para "tocarlo". Hoy, utilizando algunos componentes electrónicos, se puede construir un theremin de características excepcionales, similar al utilizado por Jimmy Page, guitarrista del famoso grupo Led Zepelín.
(LX 1665) pag.4

 **MÉTODO de CLARA ROCKMORE para tocar el THEREMIN**
Clara Rockmore fue la primera virtuosa de la música electrónica y es considerada la mejor thereminista de todos los tiempos. No recibió formación para interpretar un instrumento, en aquel entonces nuevo, sobre el que no existía ningún método de interpretación. Clara lo desarrolló hasta el punto de convertirlo en un método de aprendizaje clásico. Además, de acuerdo con sus propios deseos, se distribuye de forma libre pag.21

CUPÓN DE PEDIDOS Y SUSCRIPCIONES pag.37

 **ENCENDER un diodo LED con una PILA de 1,5 VOLTIOS**
¿Cómo es posible que un diodo LED de alta luminosidad que opera a una tensión de conducción de unos 3 voltios pueda ser alimentado con una pila de 1,5 voltios? La lectura de este artículo responde a esta pregunta.
(LX 1664) pag.40

 **PROYECTOS EN SINTONÍA pag.49**

CATÁLOGO DE KITS pag.56

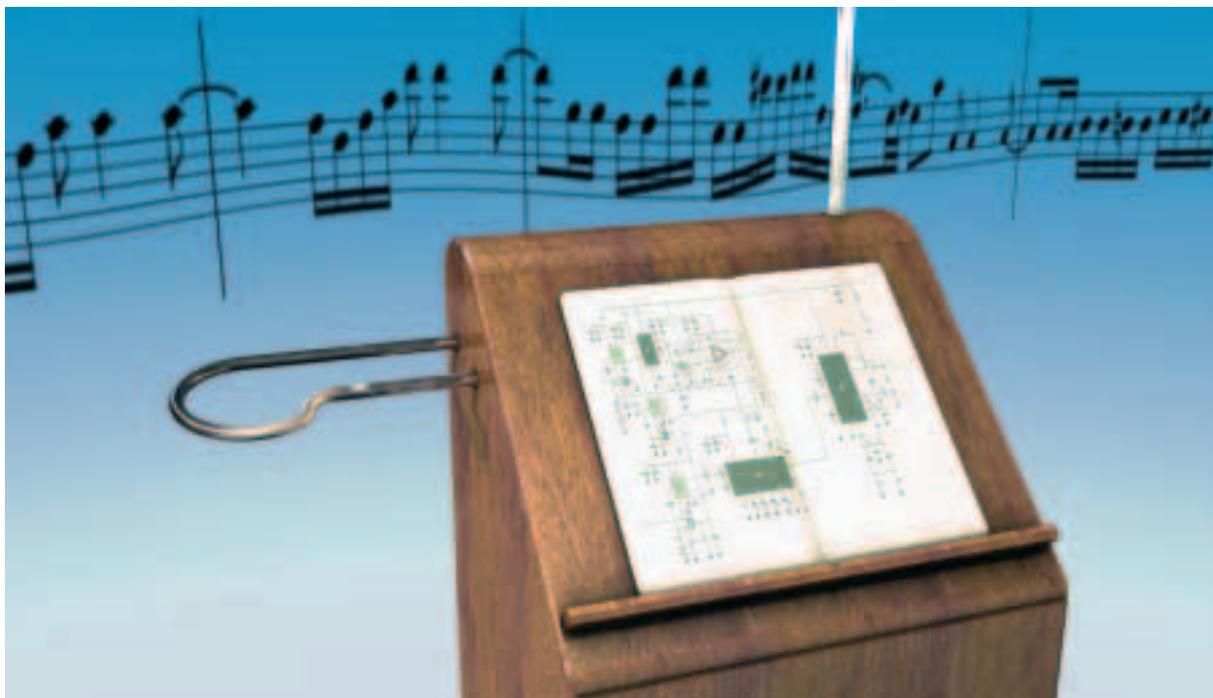
LOS MONTAJES MÁS POPULARES

 **Alarma por sensor volumétrico**
El sensor volumétrico que aquí se presenta es capaz de detectar al instante las pequeñas variaciones de presión del aire causadas por la apertura de puertas o ventanas siendo, por lo tanto, muy útil como antirrobo.
(LX 1506) pag.59

 **Medidor de tierra**
Para comprobar que en una instalación eléctrica hay una toma de tierra válida hay que realizar una medición fiable utilizando un instrumento denominado Medidor de Tierra (Ground Meter). Puesto que estos dispositivos son muy caros, y no muy fáciles de encontrar, aquí exponemos como se puede construir uno.
(LX 1512) pag.63

 **Controlar el valor de una Inductancia**
Aplicando a la entrada de este circuito una inductancia o una impedancia RF (al aire o en núcleo) se obtiene en su salida una señal RF que, aplicada a la entrada de un frecuencímetro digital, permite leer la frecuencia generada. A partir de la frecuencia se puede calcular fácilmente el valor de la inductancia.
(LX 1522) pag.67

www.nuevaelectronica.com



THEREMIN: El primer INSTRUMENTO

El theremin fue el primer instrumento musical completamente electrónico que no precisaba partes mecánicas para producir sonidos, de hecho no hace falta contacto físico para "tocarlo". Hoy, utilizando algunos componentes electrónicos, se puede construir un theremin de características excepcionales, similar al utilizado por Jimmy Page, guitarrista del famoso grupo Led Zepelín.

El theremin ha sido el precursor de los modernos **instrumentos electrónicos**, contribuyendo de forma notable al nacimiento de los modernos **sintetizadores** al ser capaz de producir música con circuitería electrónica.

El primer nombre que recibió este instrumento fue **eterófono**, es decir **sonido** del **éter**. Su timbre está a medio camino entre el **violín** y la **voz humana**, parece producir el sonido del "aria".

El nombre con el que es universalmente conocido deriva del nombre de su **inventor**, el físico ruso nacionalizado norteamericano **Leon Theremin**.

Este instrumento está constituido por **dos antenas** montadas sobre un contenedor que aloja

toda la **circuitería electrónica**. Con una antena, la dispuesta **verticalmente**, se controla la **altura** de la **nota (frecuencia)**, mientras que con la otra, dispuesta **horizontalmente**, se controla el **volumen**.

Como ya hemos expuesto el **theremin** es considerado el **primer instrumento musical electrónico** del mundo, cosa que, de por sí, justifica nuestro interés. No obstante el aspecto que lo hace realmente único es que ... **¡se toca sin tocarlo!**

En efecto, el thereminista toca **moviendo** los **dedos** en el **aire**, alejándolos y acercándolos a las antenas con **movimientos casi imperceptibles**, como si tocara las notas en el aire.

Como se puede imaginar la técnica para tocarlo requiere **entrenamiento** y se precisa un gran **dominio** del **cuerpo**.

A diferencia de los instrumentos clásicos el theremin no ha tenido amplia **difusión**. A pesar de ello, desde su primera aparición, el theremin sigue ejerciendo un fuerte atractivo, atrayendo tanto a **músicos profesionales** como a **admiradores** y **curiosos**.

Por estas razones hemos decidido publicar un proyecto para la construcción de este instrumento y acompañarlo con un **artículo complementario** sobre el **método** de aprendizaje más conocido, en el cual también se describen unas líneas acerca de la implantación del propio instrumento en la música y sobre la mejor thereminista de todos los tiempos, y creadora del método, **Clara Rockmore**.

En condiciones normales estos osciladores, oscilando a una **misma frecuencia**, generan una frecuencia **superior** a la que es capaz de captar el **oído humano**.

Si variando una **capacidad** se cambia la **frecuencia** de **uno** de estos osciladores la mezcla de las frecuencias producidas genera una **tercera** igual a la **diferencia de las frecuencias**, que cuando está en el **espectro de audio** resulta **audible**, y por tanto, puede aplicarse a un **amplificador BF**.

NOTA: Este principio es el mismo que el utilizado en los **receptores de radio superheterodinos**, en los cuales la **mezcla** de dos señales de diferente frecuencia genera una **tercera frecuencia**.

Conectando una **antena vertical** tipo **mástil** a uno de los **osciladores** es posible controlar de una

MUSICAL ELECTRÓNICO

Sin duda este instrumento es parte de la **cultura del siglo XX**, de hecho en la década de los **30**, gracias a **Clara Rockmore**, tuvo una **estética** similar a la de los **instrumentos clásicos**.

En los años **50**, **60** y **70** se difundió ampliamente tanto en el **cine** como en **series de terror** y de **ciencia-ficción**. Cabe mencionar, por ejemplo, **Ultimátum a la Tierra** y **Star Trek**.

También la música pop, e incluso el jazz, han adoptado este instrumento. A destacar **The Beach Boys**, el mencionado **Jimmy Page** y actualmente grupos como **Marilyn Manson**, entre otros.

Con estos precedentes el theremin es un **instrumento musical** que tiene garantizado su **futuro**.

PRINCIPIO de FUNCIONAMIENTO

En esencia el sonido del theremin es producido por la **interacción** de las **frecuencias** generadas por **dos osciladores**.

ENTREVISTA

Así describió su instrumento Theremin en una entrevista concedida a Olivia Mattis, a Bourges en Francia el 16 de junio de 1989.

MATTIS: “¿Cuándo concibió la primera vez su instrumento?”

THEREMIN: “La primera idea me vino de repente después de nuestra Revolución, al principio del estado Bolchevique. Inventé un tipo de instrumento que no se tenía que tocar mecánicamente, como un piano, un violonchelo o un violín. Concebí un instrumento que pudiera crear sonidos sin utilizar ninguna energía mecánica, de forma similar a como actúa un director de orquesta. La orquesta toca mecánicamente y usa energía mecánica, mientras que el movimiento de las manos del director tiene un efecto sobre la emisión musical de la orquesta”.

NOTA: Traducción del sitio www.oddmusic.com/theremin/index.html

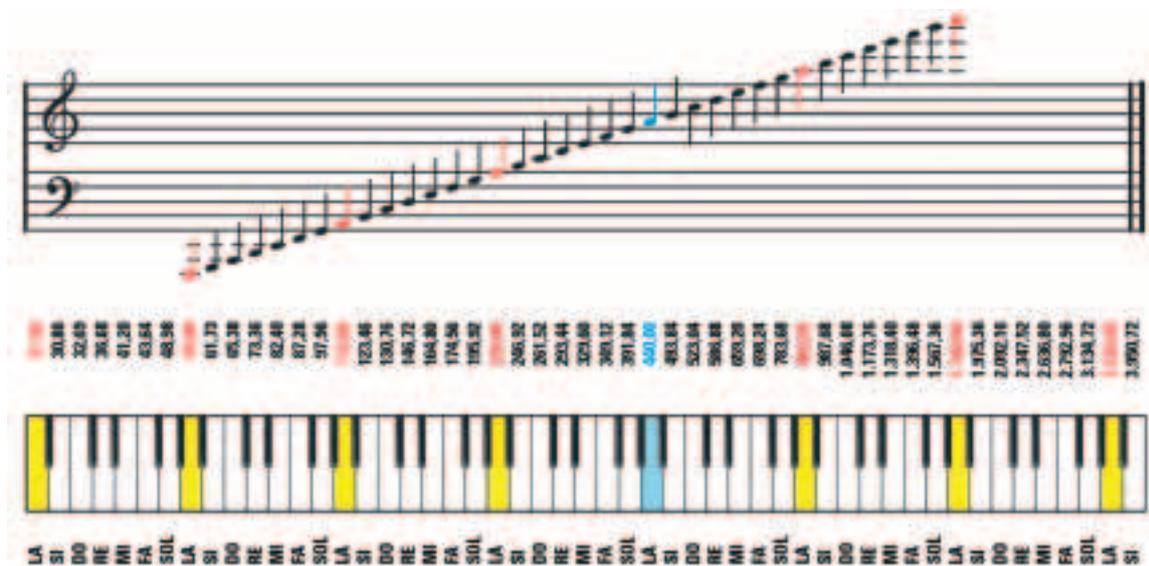


Fig.1 Teclado de un piano y sus notas correspondientes en un pentagrama con la indicación de sus frecuencias. Las teclas y las frecuencias coloreadas indican las diferentes alturas de la nota LA. Con el Theremin LX.1665 se pueden reproducir frecuencias entre 20 Hz y 2.000 Hz.

forma "sencilla" su **frecuencia de resonancia** con una **mano** (ver esquema de bloques en la Fig.2).

En efecto, la **mano** tiene una **capacidad** determinada que, al influenciar en el **campo electromagnético** que rodea la **antena**, permite modificar la **frecuencia de oscilación**.

En función de la posición de la mano con respecto a la antena se pueden conseguir **frecuencias** entre **20** y **2.000 Hz**, e incluso más.

Cuanto más se **acerque** la mano a la **antena** más **alta** será la **frecuencia**, y por lo tanto el so-

nido será más agudo. A medida que se **aleje** la mano de la **antena** la **frecuencia** será más **baja**, por lo que el sonido producido será más **grave**.

El **theremin** que hemos proyectado cubre el rango de frecuencias incluido entre **20** y **2.000 Hz**, que corresponde a una extensión de **5 octavas** alrededor del **LA** situado en el segundo espacio de un pentagrama (sobre el **DO central**), que tiene convencionalmente una frecuencia de **440 Hz** (ver Fig.1).

EL SONIDO

El **sonido** como elemento constitutivo de la música se define con **cuatro atributos**: La **altura**, que determina la agudeza o la gravedad de un sonido (**frecuencia**), la **duración**, que determina cuánto **tiempo** permanece un sonido, el **timbre**, que distingue los sonidos según el **instrumento** utilizado, y la **intensidad**, es decir el **volumen** con el cual un sonido es producido y percibido.

Para representar la **altura** se utilizan las **notas**, que son señales gráficas transcritas sobre el **pentagrama (renglones musicales)**. Es función de la **posición** de las notas sobre el pentagrama es posible establecer su **altura**.

FIGURA	VALOR	FORMA	PAUSA
REDONDA	4/4		
BLANCA	2/4		
NEGRA	1/4		
CORCHEA	1/8		
SEMICORCHEA	1/16		
FUSA	1/32		
SEMIFUSA	1/64		

Para asociar el **nombre** de los notas a la **posición** sobre el **pentagrama** se utilizan las **claves**. La más común es la clave de **violín**, que establece la posición del conocido **SOL** sobre la segunda línea.

Para indicar la **duración** de una nota se utilizan distintas **figuras (formas) musicales** (ver tabla adjunta).

A cada **figura (forma)** le corresponde un **valor**: **Redonda** (entera), **blanca**, **negra**, **corchea**, **semicorchea**, **fusa** y **semifusa**.

La duración de cada figura vale la **mitad** de la **anterior** y el **doble** de la **siguiente**. Así, la **redonda** vale **4/4**, la **blanca** **2/4**, la **negra** **1/4**, la **corchea** **1/8**, la **semicorchea** **1/16**, la **fusa** **1/32** y la **semifusa** **1/64**.

Puesto que en la música también aparecen **silencios (pausas)** que tienen una determinada **duración** también hay **figuras** que los representan.

El **curso rítmico** de la pieza musical está definido por el tiempo indicado sobre el pentagrama con una **fracción numérica**.

El **compás** es la división de la música en **partes iguales**. Cada compás está separado por una línea divisoria que corta **perpendicularmente** el **pentagrama**. Cada **compás** contiene un valor de tiempo igual a la **suma** de las **figuras musicales** incluidas en él. Así si el tiempo es **4/4**, la suma de los valores de las notas incluidas tendrá que dar como resultado **4/4**.

El **theremin**, además de disponer de una **antena** que permite modificar la frecuencia (**al-**

tura), dispone de una **segunda antena** que permite controlar el volumen (**intensidad**) a través de la **posición** de la **mano izquierda** (ver esquema de bloques en la Fig.2).

Alejando la **mano** de esta segunda **antena** el volumen del sonido emitido se **atenúa** (hasta desaparecer completamente) mientras que **acercando** la **mano** se consiguen sonidos poco a poco **más fuertes**.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Para la descripción del funcionamiento del theremin vamos a tomar como base su esquema de bloques (Fig.2) y el desarrollo del esquema eléctrico realizado a partir de este (Fig.3). El análisis se expone etapa a etapa.

Etapa PITCH (altura)

Esta etapa está compuesta por dos **MF (MF1-MF2)**, dos **FET (FT1-FT2)** y por el integrado **NE.602**, un mezclador balanceado.

MF2, junto al **FET FT2**, constituyen una primera etapa osciladora que opera a una frecuencia fija de **350 KHz**, mientras que **MF1**, junto al **FET FT1**, constituyen un oscilador que trabaja a una frecuencia variable entre **350 y 360 KHz**.

La **mano (derecha)** se comporta como un **condensador** conectado en paralelo al circuito de sintonía, que varía su capacidad, y por lo tanto la frecuencia generada, en función de la **distancia** de la mano a la antena.

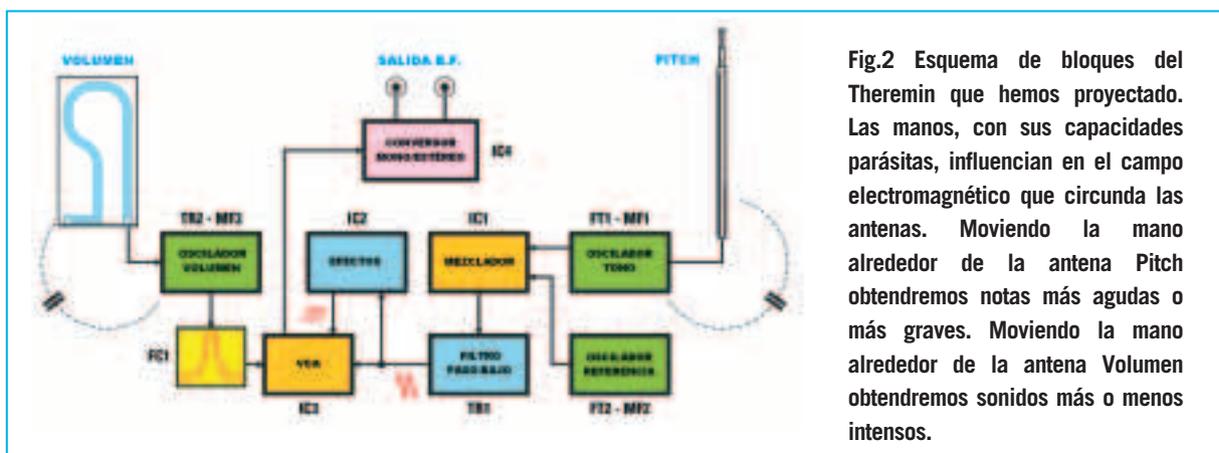


Fig.2 Esquema de bloques del Theremin que hemos proyectado. Las manos, con sus capacidades parásitas, influyen en el campo electromagnético que circunda las antenas. Moviendo la mano alrededor de la antena Pitch obtendremos notas más agudas o más graves. Moviendo la mano alrededor de la antena Volumen obtendremos sonidos más o menos intensos.

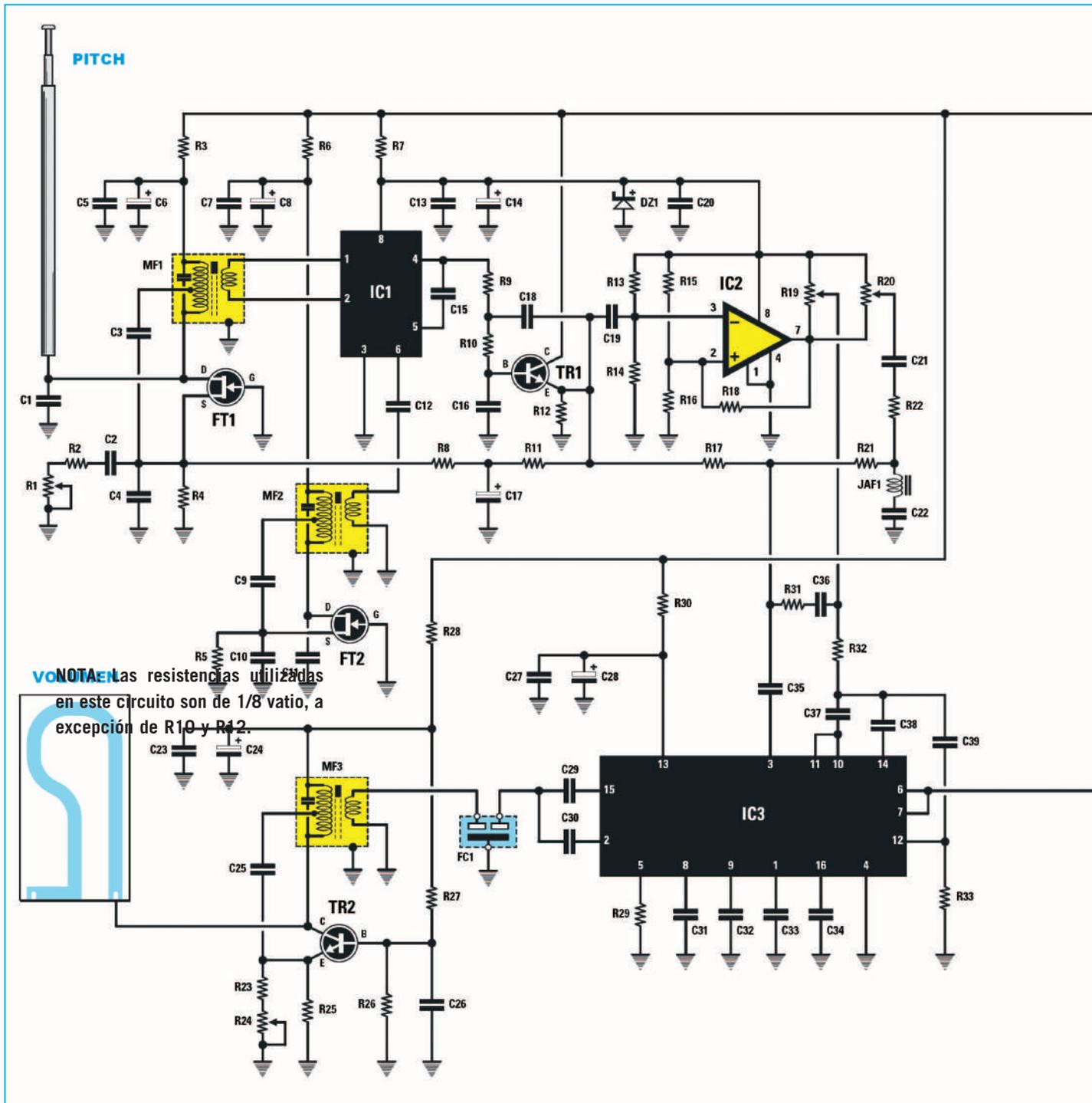


Fig.3 Esquema eléctrico del Theremin. La etapa Pitch está compuesta por MF1-MF2, por los FET FT1-FT2 y por el mezclador balanceado NE.602. Para la etapa de Efectos hemos utilizado el comparador de tensión LM.311 y los potenciómetros R19-R20. La variación del volumen está controlada por MF3, por el transistor TR2 y por el integrado NE.571. Con el integrado TDA.3810 se obtiene una señal de audio pseudo-estéreo. Para alimentar el instrumento se puede utilizar una pila de 9 voltios o bien un alimentador externo de 12 voltios.

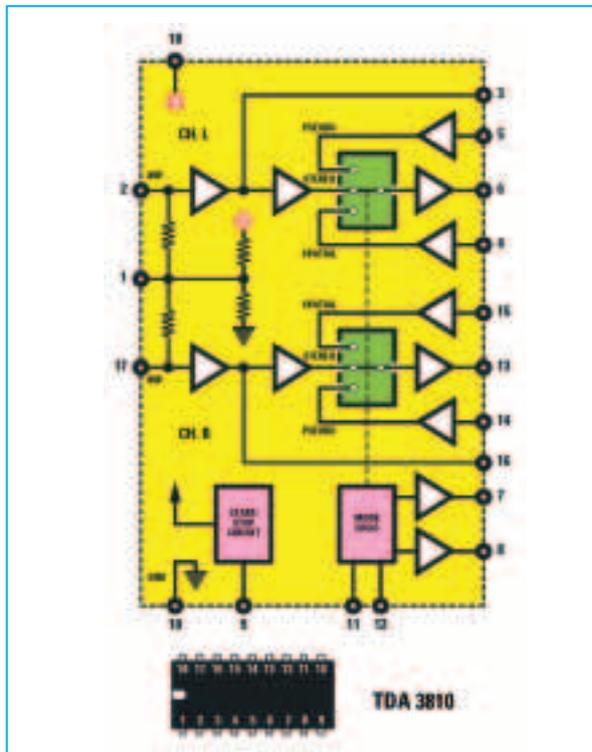
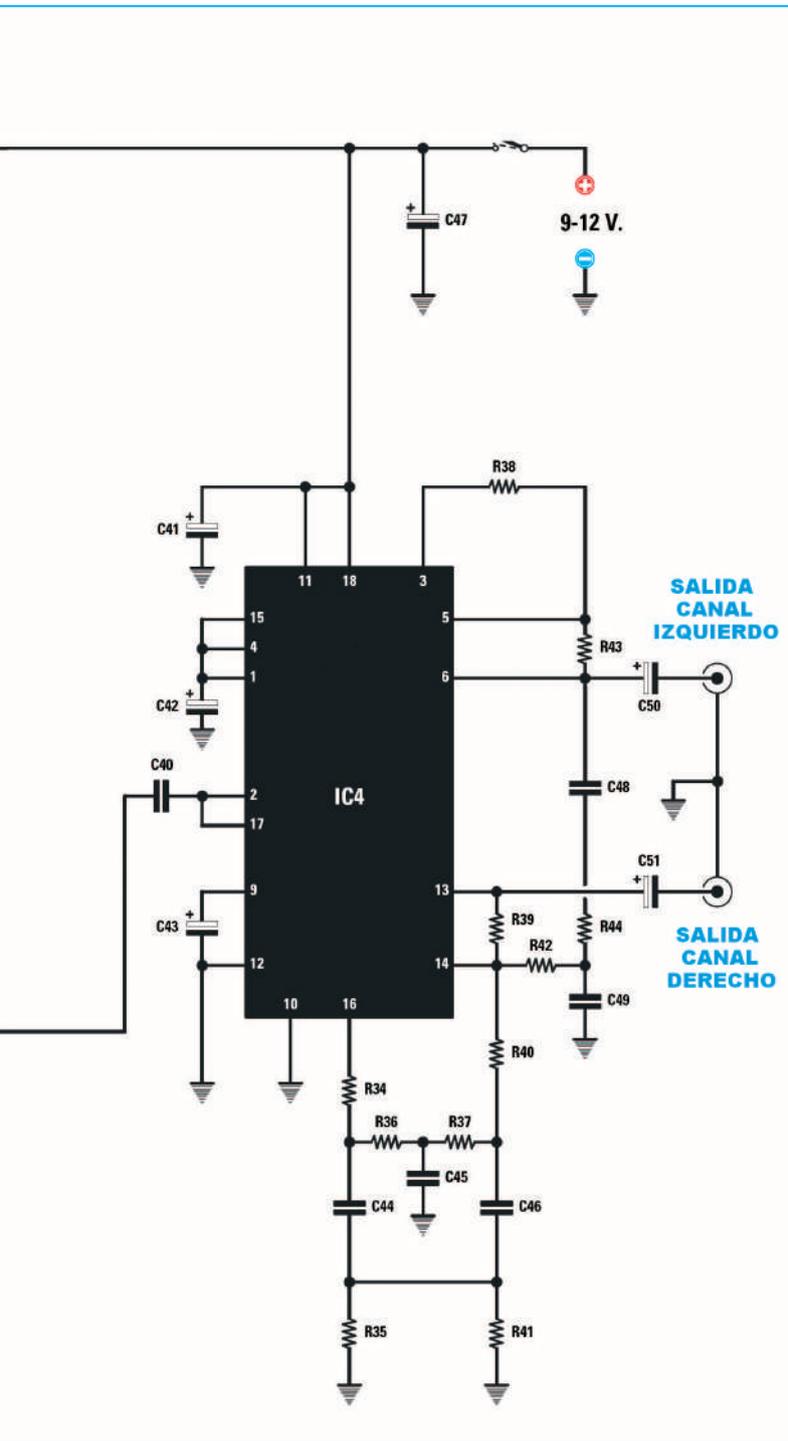


Fig.4 Esquema de bloques y conexiones, vistas desde arriba, del integrado TDA.3810 (IC4).

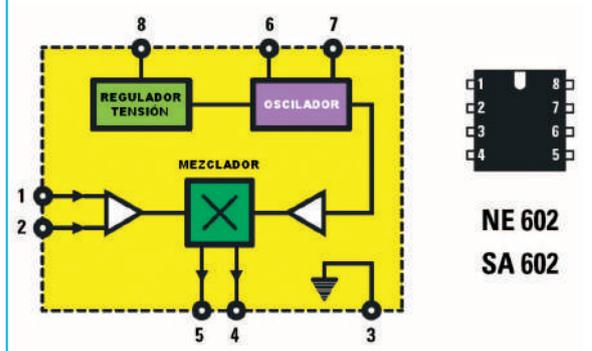


Fig.5 Esquema de bloques y conexiones, vistas desde arriba, del integrado NE.602 (IC1).

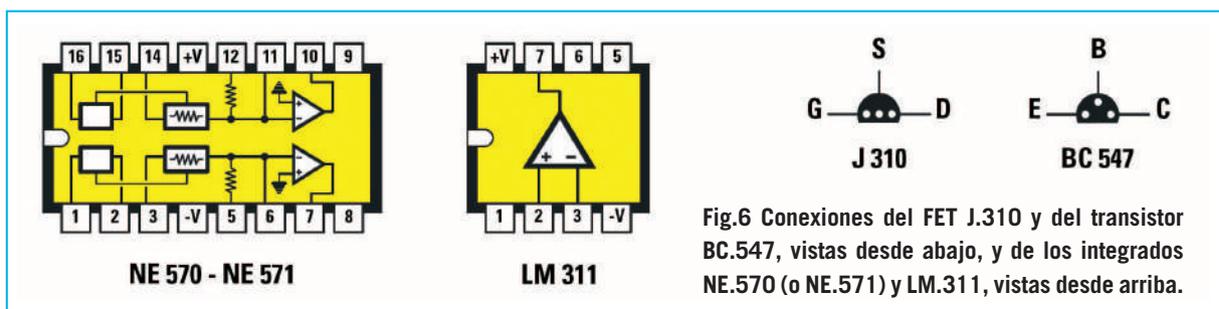


Fig.6 Conexiones del FET J.310 y del transistor BC.547, vistas desde abajo, y de los integrados NE.570 (o NE.571) y LM.311, vistas desde arriba.

Las frecuencias generadas por los dos osciladores son mezcladas por **IC1**, un **NE.602**, en cuyo terminal de salida hay una señal cuya frecuencia corresponde a la **suma** de las dos frecuencias y otra señal cuya frecuencia corresponde a la **diferencia** de las dos frecuencias.

El resultado de la **diferencia** es una **señal** con una frecuencia incluida entre **0** y **10 KHz**, justo las frecuencias percibidas por el **oído humano**.

La salida BF es filtrada mediante el **filtro paso-bajo** formado por el transistor **TR1** para **eliminar** la señal **suma** de las frecuencias, que siempre es superior a **20 KHz**.

De esta forma se cuenta con una **señal sinusoidal** que se aplica a la etapa siguiente, formada por el integrado **NE.571 (IC3)**, un amplificador controlado por tensión.

Etapa de EFECTOS

Una parte de la señal sinusoidal también es enviada al operacional **IC2**, un comparador de tensión incluido en el integrado **LM.311** que se ocupa de **encuadrarla** y de enriquecerla con **armónicos**. Los potenciómetros lineales **R19-R20** permiten de regular el efecto.

De este modo se genera una forma de onda diferente que es mezclada con la onda sinusoidal original, lo que provoca interesantes **timbres musicales**.

Etapa de CONTROL de VOLUMEN

Mediante **MF3** y el transistor **TR2** se han solucionado dos problemas. En los primeros **terminales** hacían falta bastantes componentes para realizar estas funciones.

La variación de **volumen** se obtiene mediante un **oscilador** variable **controlado** por la **mano** (izquierda) que, también en este caso, se comporta como un **condensador variable** conectado en paralelo al circuito de sintonía, controlado por **MF3**.

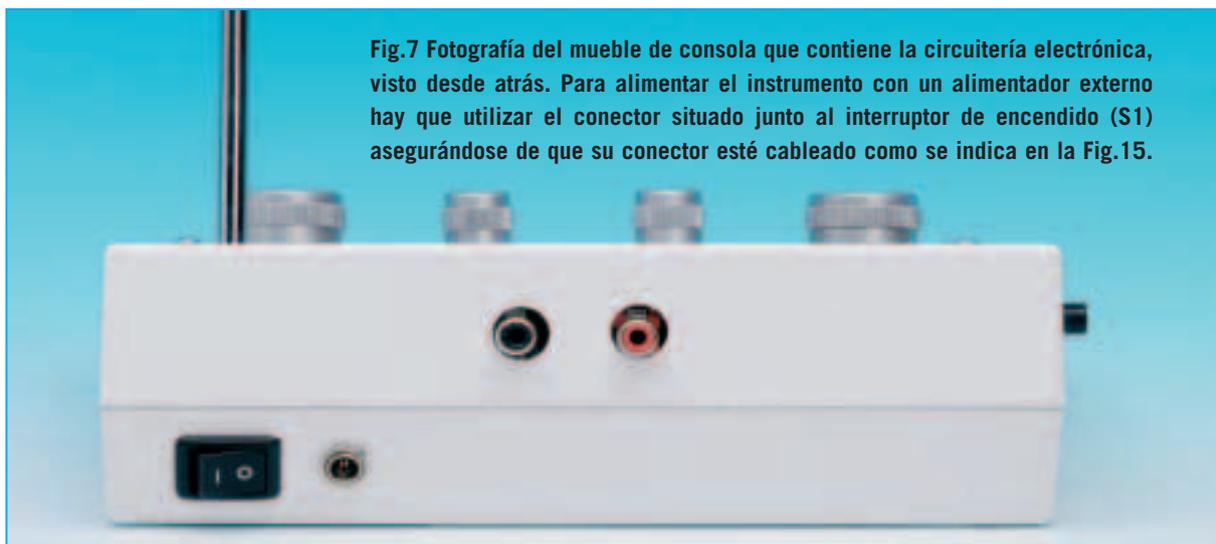
Después de ajustar adecuadamente **MF3** el oscilador, en **reposo**, trabaja a una frecuencia ligeramente **superior** a **455 KHz**. En este caso en la salida del filtro cerámico **no** hay ninguna **señal**, por lo tanto el **volumen** de la salida es **mínimo**.

Cuando se **acerca** la **mano** a la **lámina (antena)** la frecuencia disminuye, aproximándose más a **455 KHz**, por lo que aumenta la amplitud a la salida del filtro haciendo **aumentar** el **volumen** de salida.

La señal es **rectificada** dentro del integrado **NE.571**, que la utiliza para **controlar** el **volumen** de la señal generada.

Etapa SALIDA de AUDIO (CONVERSOR MONO/ESTÉREO)

El integrado **TDA.3810 (IC4)** genera una doble señal **pseudo-estéreo** a partir de una señal mono.



LISTA DE COMPONENTES LX.1665

R1 = Potenciómetro 10.000 ohmios	C12 = 1.000 pF cerámico
R2 = 1.500 ohmios	C13 = 100.000 pF cerámico
R3 = 1.000 ohmios	C14 = 100 microF. electrolítico
R4 = 1.000 ohmios	C15 = 1.000 pF cerámico
R5 = 1.000 ohmios	C16 = 560 pF cerámico
R6 = 1.000 ohmios	C17 = 10 microF. electrolítico
R7 = 330 ohmios	C18 = 1.500 pF cerámico
R8 = 10.000 ohmios	C19 = 100.000 pF poliéster
R9 = 10.000 ohmios	C20 = 100.000 pF poliéster
R10 = 10.000 ohmios	C21 = 100.000 pF poliéster
R11 = 47.000 ohmios	C22 = 33.000 pF poliéster
R12 = 1.000 ohmios	C23 = 100.000 pF cerámico
R13 = 10.000 ohmios	C24 = 10 microF. electrolítico
R14 = 10.000 ohmios	C25 = 1.000 pF cerámico
R15 = 10.000 ohmios	C26 = 100.000 pF cerámico
R16 = 10.000 ohmios	C27 = 100.000 pF poliéster
R17 = 10.000 ohmios	C28 = 10 microF. electrolítico
R18 = 1 Megaohmio	C29 = 100.000 pF cerámico
R19 = Potenciómetro 10.000 ohmios	C30 = 100.000 pF cerámico
R20 = Potenciómetro 10.000 ohmios	C31 = 220 pF cerámico
R21 = 10.000 ohmios	C32 = 220 pF cerámico
R22 = 10.000 ohmios	C33 = 1 microF. poliéster
R23 = 1.500 ohmios	C34 = 1 microF. poliéster
R24 = Potenciómetro 10.000 ohmios	C35 = 220.000 pF poliéster
R25 = 4.700 ohmios	C36 = 1.500 pF poliéster
R26 = 33.000 ohmios	C37 = 1.000 pF poliéster
R27 = 47.000 ohmios	C38 = 220.000 pF poliéster
R28 = 1.000 ohmios	C39 = 1.000 pF poliéster
R29 = 22.000 ohmios	C40 = 220.000 pF poliéster
R30 = 100 ohmios	C41 = 100 microF. electrolítico
R31 = 10.000 ohmios	C42 = 100 microF. electrolítico
R32 = 10.000 ohmios	C43 = 47 microF. electrolítico
R33 = 22.000 ohmios	C44 = 10.000 pF poliéster
R34 = 15.000 ohmios	C45 = 22.000 pF poliéster
R35 = 22.000 ohmios	C46 = 10.000 pF poliéster
R36 = 22.000 ohmios	C47 = 100 microF. electrolítico
R37 = 22.000 ohmios	C48 = 10.000 pF poliéster
R38 = 10.000 ohmios	C49 = 12.000 pF poliéster
R39 = 100.000 ohmios	C50 = 10 microF. electrolítico
R40 = 15.000 ohmios	C51 = 10 microF. electrolítico
R41 = 22.000 ohmios	DZ1 = Diodo zéner 5,1 voltios
R42 = 22.000 ohmios	JAF1 = Impedancia 10 miliHenrios
R43 = 12.000 ohmios	MF1 = MF 455 KHz (amarilla)
R44 = 18.000 ohmios	MF2 = MF 455 KHz (amarilla)
C1 = 100 pF cerámico	MF3 = MF 455 KHz (amarilla)
C2 = 27 pF cerámico	FC1 = Filtro 455 KHz
C3 = 470 pF cerámico	FT1 = FET N J.310
C4 = 560 pF cerámico	FT2 = FET N J.310
C5 = 100.000 pF cerámico	TR1 = Transistor NPN BC.547
C6 = 10 microF. electrolítico	TR2 = Transistor NPN BC.547
C7 = 100.000 pF cerámico	IC1 = Integrado NE.602
C8 = 10 microF. electrolítico	IC2 = Integrado LM.311
C9 = 470 pF cerámico	IC3 = Integrado NE.570 (o NE.571)
C10 = 560 pF cerámico	IC4 = Integrado TDA.3810
C11 = 100 pF cerámico	S1 = Interruptor

NOTA: Todas las resistencias utilizadas en este circuito son de 1/4 watio.

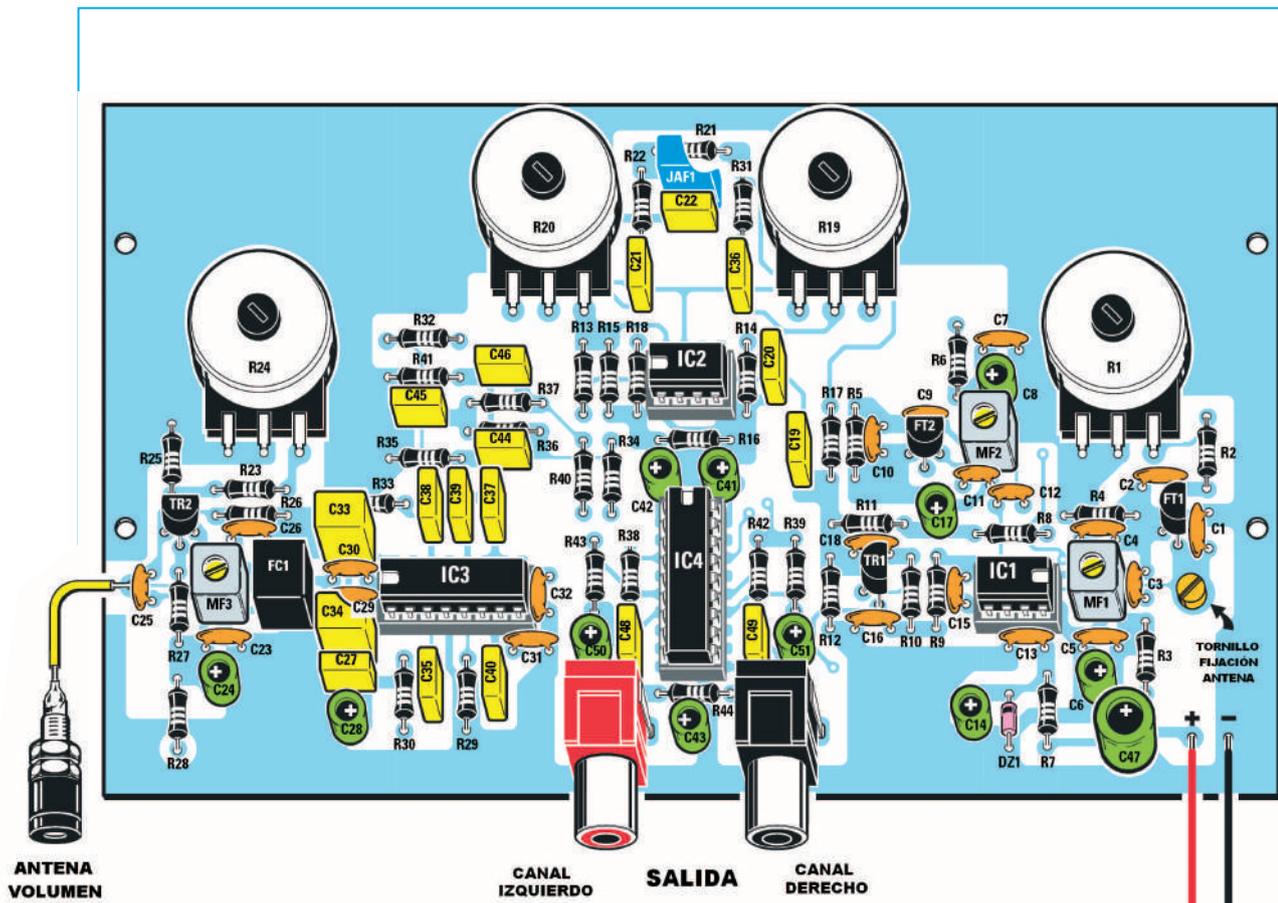


Fig.8 Esquema práctico de montaje del Theremin. Todos los componentes, incluyendo los cuatro potenciómetros y los conectores RCA de salida BF, se montan directamente en el circuito impreso LX.1665. Recordamos que para que al quitar y poner la antena Pitch no se suelte su tornillo de anclaje, además de la propia tuerca de fijación del tornillo, hay que instalar una segunda tuerca. Por motivos prácticos hemos dibujado la conexión entre el circuito y la antena de volumen como un corto trozo de cable.



Al disponer el theremin de una **etapa final estéreo** que incluye un **preamplificador** se obtiene un "efecto espacial" más remarcado que el producido por una señal plana monaural.

Etapa de ALIMENTACIÓN

El circuito se puede alimentar con una **pila de 9 voltios**. Considerando el bajo consumo, unos **30 mA**, se obtiene una **prolongada autonomía**. Por supuesto también influye el tipo de pila utilizada.

No obstante también se puede utilizar un **alimentador externo de 12 voltios**, como por ejemplo nuestro **LX.92** publicado en la revista **Nº71**.

Pese a ser un kit con bastante antigüedad es ideal para el theremin. Puesto que pocas personas tendrán a su alcance este número de la revista, hace tiempo agotada, incluimos en el artículo su **esquema eléctrico** y el esquema de **montaje práctico** correspondiente.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Como se puede apreciar observando las fotografías hemos logrado encerrar toda la circuitería electrónica, **pila incluida**, en un mueble de plástico con forma de **consola** de dimensiones bastante reducidas.

Aunque el número de componentes es alto la variedad de componentes para realizar el theremin

no lo es. Con la ayuda de la lista componentes y del esquema de la Fig.8 se pueden **localizar** fácilmente sus **posiciones** en el circuito impreso.

Recordamos que se ha de tener especial cuidado en el montaje de los **componentes polarizados**, sobre todo de los **condensadores electrolíticos**, de los **FET** y del **transistor**, ya que si montasen incorrectamente el instrumento no funcionará.

Como hacemos usualmente aconsejamos comenzar el montaje del circuito impreso con la instalación de los **zócalos** de soporte para los **integrados**, soldando cuidadosamente todos sus terminales sin provocar cortocircuitos por exceso de estaño. Sus muescas de referencia se han de orientar tal y como se indica en la Fig.8.

A continuación se pueden instalar las **resistencias**, los **condensadores cerámicos**, los **condensadores de poliéster** y los **condensadores electrolíticos**, respetando en estos últimos la **polaridad** de sus terminales.

Sin perder de vista la **serigrafía** del circuito impreso incluido en el kit (recordamos una vez más que las fotografías del artículo carecen de ella ya que son los **prototipos**) se puede montar la **impedancia** de 10 milihenrios (**JAF1**), el **filtro FC1** y las **tres MF** amarillas de **455 KHz** (**MF1-MF2-MF3**). Solo se pueden instalar en la posición que permite la forma de sus terminales.

Ha llegado el momento de instalar los dos **FET** y los dos **transistores**. Puesto que estos com-

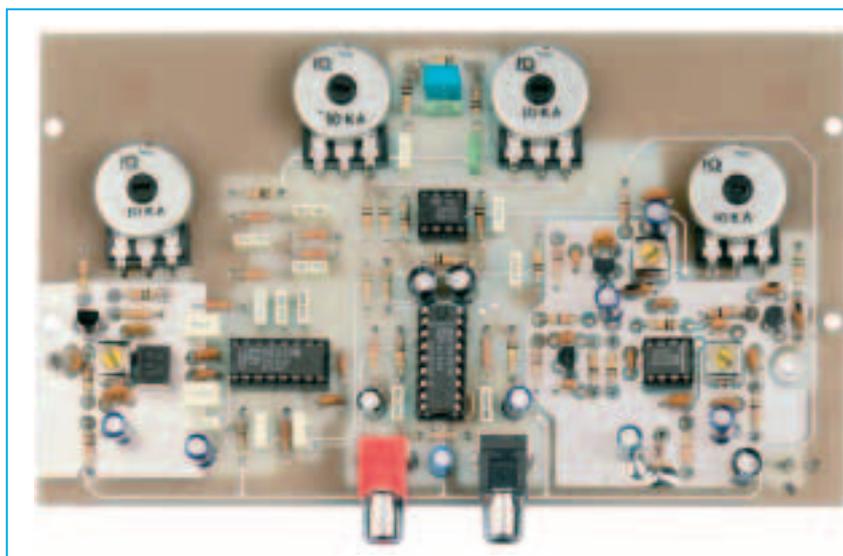
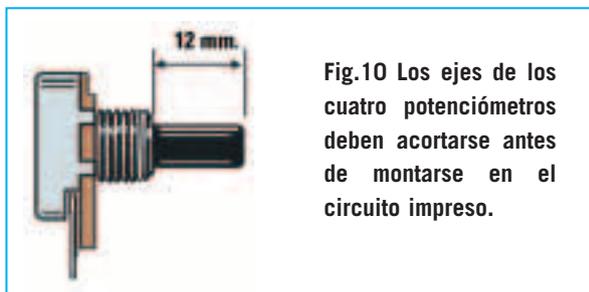


Fig.9 Fotografía, ligeramente reducida, del circuito impreso del theremin con todos sus componentes montados. Como se puede observar los dos conectores RCA de salida y los cuatro potenciómetros se sueldan directamente al circuito impreso. Antes de soldar los potenciómetros hay que acortar sus ejes a unos 12 mm de longitud y doblar sus terminales en forma de L.



ponentes tienen el mismo encapsulado hay que controlar cuidadosamente las referencias impresas para no confundirlos. Los **FET (FT1-FT2)** tienen serigrafiada la referencia **J.310**, mientras que los **transistores (TR1-TR2)** tienen serigrafiada la referencia **BC.547**. Han de instalarse orientando sus lados planos tal como se muestra en el esquema de montaje práctico (Fig.8).

Ahora hay que soldar los terminales tipo **pin** utilizados para realizar la conexión del interruptor **S1**, del conector **jack** utilizado para la **alimentación** externa y de los bornes de la **antena** de control el **volumen**.

Acto seguido hay que montar los **conectores RCA** de salida **BF**. El conector **rojo** corresponde al canal **izquierdo** mientras que el conector **negro** corresponde al canal **derecho**.

Es el momento de instalar los **circuitos integrados**, en sus correspondientes **zócalos**, haciendo coincidir las muescas de referencia de los integrados con la de los zócalos.

Los **cuatro potenciómetros** se montan directamente en el circuito impreso, no pueden confundirse ya que todos son iguales. No obstante hay que tener la precaución de **acortar previamente** sus **ejes** con las dimensiones indicadas en la Fig.10 y doblar en forma de **L** sus **terminales**.

Para finalizar el montaje del circuito impreso hay que instalar un **tornillo** en el agujero que se encuentra bajo el condensador cerámico **C1**, fijándolo con su **tuerca**. Sobre este tornillo se instala la **antena** tipo mástil que controla la **altura (frecuencia)**, pudiendo de esta forma atornillarse y desatornillarse fácilmente sin tener que abrir el mueble. Para que al quitar y poner la antena no se suelte el tornillo, además de la tuerca de fijación, antes de atornillar la antena, hay que instalar una **segunda tuerca**.

El montaje del circuito impreso ha concluido. Antes de proceder a su **ajuste** hay que instalarlo en su **mueble contenedor**.

MONTAJE en el MUEBLE

El mueble contenedor con forma de consola que hemos asignado a este kit está constituido por dos partes, **base** y **tapa**, ambas **sin perforar**.

Para realizar los agujeros necesarios hay que utilizar una **taladradora**, varias **brocas** y una **regla**. Para simplificar este trabajo hemos reproducido varios **esquemas** con las medidas correspondientes a las **cotas**.

En primer lugar hay que realizar **4 agujeros** en la **tapa**: **2 de 12 mm** para los conectores **RCA** de salida **BF** (ver Fig.11) y **2 de 5 mm** en un lateral para los bornes de conexión de la **lámina** que hace las funciones de **antena de volumen** (ver Fig.12). Mirando la tapa desde **atrás** los agujeros se han de realizar en el lado **derecho**.

A continuación hay que **agrandar** con una broca de **3,5 mm** los cuatro agujeros sobre los que se atornilla el panel.

La **base** del mueble se perfora en su parte **posterior**, junto al hueco para el portapilas. Para el conector de **alimentación** hay que realizar un agujero de **8 mm** y, a su lado, una **apertura rectangular** para el **interruptor** de encendido (ver Fig.13).

Ahora hay que montar los elementos en el mueble: El **conector** para la entrada de **9-12 voltios**, el **interruptor** de encendido y los **dos bornes** para la **lámina** (antena) de volumen, no es necesario su aislamiento ya que el mueble es de plástico.

Después de fijar al impreso, en sus cuatro agujeros correspondientes, las **torrecillas metálicas separadoras**, hay que encajar el circuito impreso de forma que los conectores RCA de salida **BF** sobresalgan por los agujeros situados en el reverso de la tapa. El circuito se fija al panel mediante cuatro tornillos, que además forman parte de la decoración del mueble.

Llegado este punto ya se pueden instalar los **cuatro mandos** en los ejes de los **potenciómetros**.

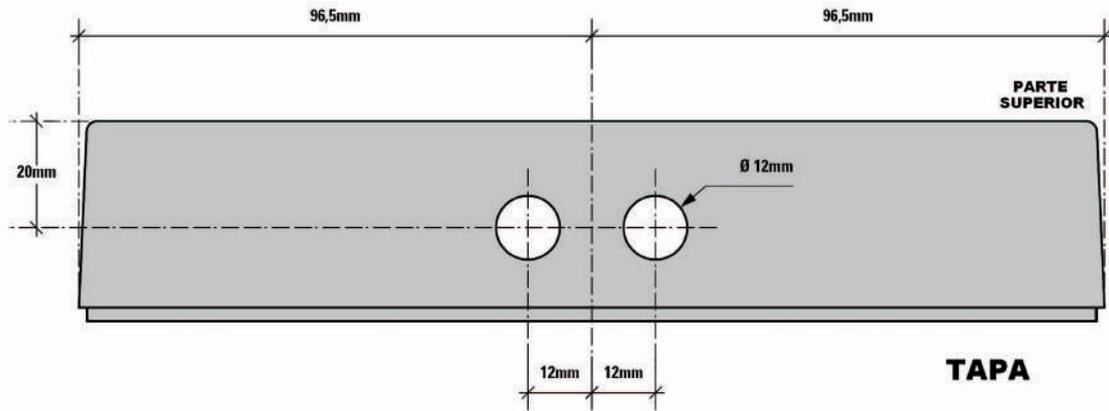


Fig.11 El mueble de plástico que hemos elegido para alojar el circuito impreso del theremin no está perforado. Para hacer las perforaciones de forma sencilla aquí se reproducen las cotas de los agujeros circulares para los conectores RCA de salida BF. Han de realizarse en el reverso de la tapa con una broca de 12 mm.

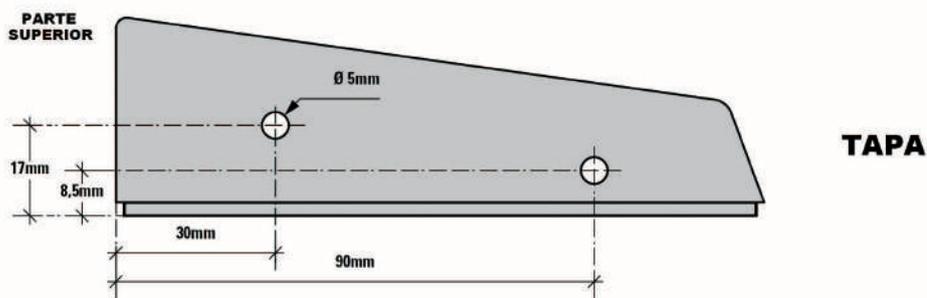


Fig.12 Mirando la tapa frontalmente, con la parte baja apoyada sobre la superficie de trabajo, hay que realizar en el lado izquierdo dos pequeños agujeros circulares del mismo diámetro, pero a alturas diferentes. En estos agujeros se montan dos pequeños bornes que no es necesario aislar ya que el mueble es de plástico.

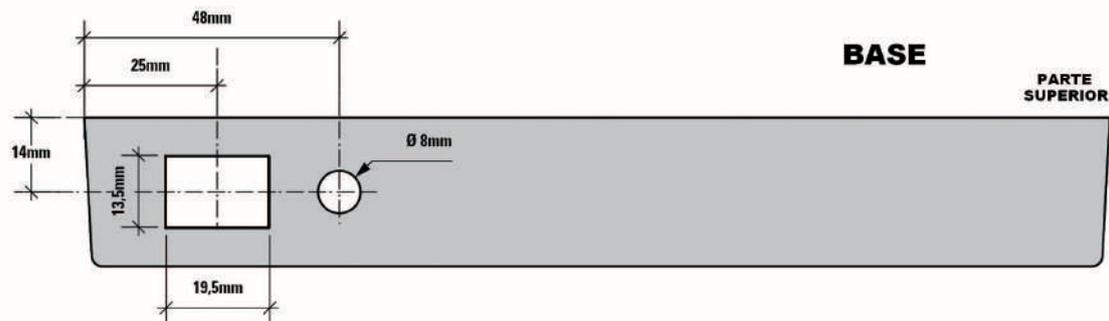


Fig.13 Para completar el trabajo hay que realizar dos agujeros en el reverso de la base del mueble junto al hueco reservado para el portapilas, uno circular de 8 mm de diámetro y uno rectangular de 13,5 mm de altura y 19,5 mm de ancho. En la imagen se muestran todas las cotas necesarias para realizar estos agujeros.

BIOGRAFÍA de THEREMIN

Aunque ha pasado a la historia como **Leon Theremin**, el inventor del primer instrumento musical electrónico se llamó en realidad **Lev Sergeyevich Termen**. Nació en **San Petersburgo** en **1896**. Desde joven estudió con gran pasión el mundo de la música y de la electricidad.

Alrededor del **1918**, mientras realizaba experimentos para el **ejército** sobre sistemas de transmisión de radio, amplificadores y osciladores con válvulas termiónicas (de reciente invención) se percató de que acercando y alejando las manos del circuito se ocasionaba un silbido que variaba de frecuencia.

Este hombre genial, que poseía una capacidad intuitiva y una imaginación poco comunes, tuvo mucha curiosidad por este fenómeno, lo que le motivó a observarlo y a estudiarlo hasta que logró realizar un instrumento musical, al que puso el nombre de **eterófono**.

En unos pocos años perfeccionó su invención y comenzó a proponerla en círculos musicales, de hecho también fue violonchelista. Después de despertar un creciente interés **Lenin** le propuso realizar una gira por **Europa**, probablemente para difundir el ingenio de los nuevos soviéticos. Termen partió hacia las capitales europeas: Berlín, Londres, París ... cosechó un enorme éxito.

La vida de Lev dio un giro decisivo cuando llegó a Nueva York en **1928**. Después de presentar el instrumento a un selecto círculo de músicos y magnates empezó a trabajar activamente fundando su propia empresa, organizando conciertos, perfeccionando e inventando variantes al eterófono. Tanto él como su instrumento cambiaron al nombre de Theremin.

Sin duda un hecho trascendental en su vida fue el encuentro con una joven compatriota, **Clara Reisemberg** (posteriormente conocida como **Clara Rockmore**), que se convertiría en la mejor intérprete de todos los tiempos del theremin. Leon concedió a **RCA** la licencia de comercialización del theremin. El instrumento no tuvo el éxito esperado a causa de su dificultad de uso y de la fuerte crisis mundial debida al derrumbamiento de Wall Street.

Mientras tanto la mente genial de Leon concibió otras invenciones: El **theremin-chelo**, una especie de violonchelo electrónico, el **rithmycon**, un generador de ritmos, el **terpsitone**, ins-

trumento mediante el cual un bailarín es capaz de generar música al moverse, y varios **dispositivos de alarma**. Su empresa, **Teletouch**, creció rápidamente convirtiéndolo en millonario. A mitad de los años treinta se separó de su primera mujer y se casó con una bailarina de color, creando cierto escándalo en los círculos exclusivos de los que formaba parte.

Su carrera se interrumpió en **1938** cuando desapareció de repente sin dejar señales. Desde aquel momento su vida está envuelta en el misterio. Nunca se aclaró si fue secuestrado por el **NKVD** (la **KGB** de aquellos tiempos) o si se fue voluntariamente de Estados Unidos. El hecho es que reapareció en su patria internado en un campo de trabajo.

Años después fue rehabilitado gracias a inventos revolucionarios para el campo del espionaje, como el **micrófono oculto** para las interceptar conversaciones a **distancia**.

Algunos colaboradores opinan que Leon trabajó para los servicios de **espionaje soviéticos** en los primeros años veinte y que fue mandado en los Estados Unidos con el objetivo de obtener secretos ... Nunca se supo si esta teoría fue real o no.

Una vez que terminó, la forzosa o voluntaria colaboración con los servicios secretos, en **1966** empezó a trabajar a la **universidad de Moscú** dedicándose a la verdadera pasión de su vida, el theremin. Estudió nuevos modelos, algunos polifónicos, de los que desafortunadamente no queda nada.

En **1991**, después de que en el mundo occidental se le daba por muerto, volvió a **Estados Unidos** a visitar a sus antiguos amigos y a Clara. **Murió** dos años después, en **1993**, a la edad de 97 años.

Incluso hoy su vida está rodeada por un halo de misterio. Hay quien le describe como uno de los mejores espías soviéticos, otros piensan que fue una de las mayores víctimas del régimen.

A nosotros nos gusta recordarlo como un hombre extraordinariamente inteligente, un incansable experimentador, un inventor ... en resumen un verdadero **científico** que supo combinar sus conocimientos académicos y una gran pasión por la música, abriendo el camino a los **instrumentos musicales electrónicos**.

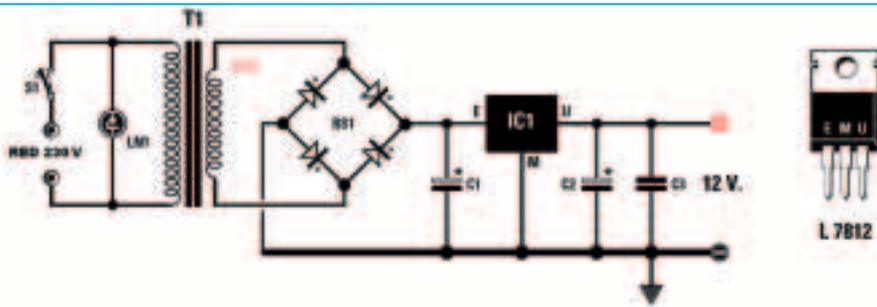


Fig.14 Esquema eléctrico del alimentador de 12 voltios LX.92. También se muestran las conexiones, vistas frontalmente, del integrado estabilizador de tensión L.7812. Las referencias E-M-U identifican los terminales de Entrada - Masa - Salida.

Es el momento de **conectorizar** los terminales de los componentes instalados en el mueble a los terminales tipo pin correspondientes del circuito impreso. Para realizar estas conexiones hay que seguir las indicaciones mostradas en el esquema de montaje práctico (Fig.8).

Ya solo queda soldar **dos terminales macho** a la **lámina** que hace las funciones de antena de volumen (Ver Fig.17), una vez instalados ya se puede conectar la lámina a los bornes del

mueble. Después hay que **atornillar** la **antena pitch** al circuito impreso.

De momento no hay que **cerrar el mueble** ya que queda por realizar el **ajuste** del instrumento.

AJUSTE

El ajuste del instrumento consiste en **regular** adecuadamente las **tres MF**, para lo cual es necesario conectar a las tomas de **salida BF** del theremin un **amplificador**.

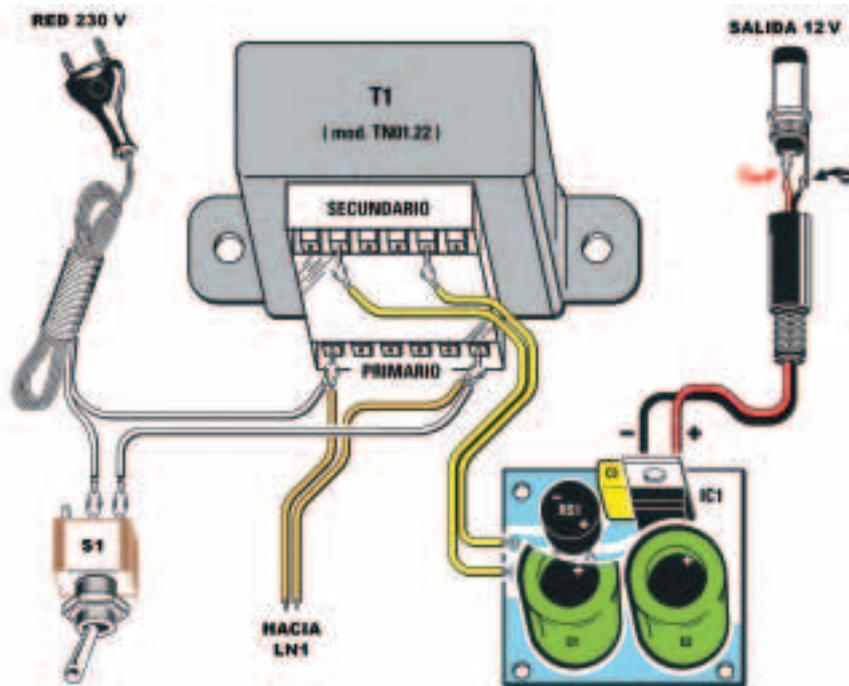


Fig.15 Esquema práctico de montaje del alimentador de 12 voltios LX.92. Si se utiliza este circuito para alimentar el theremin es aconsejable instalarlo en un mueble contenedor.

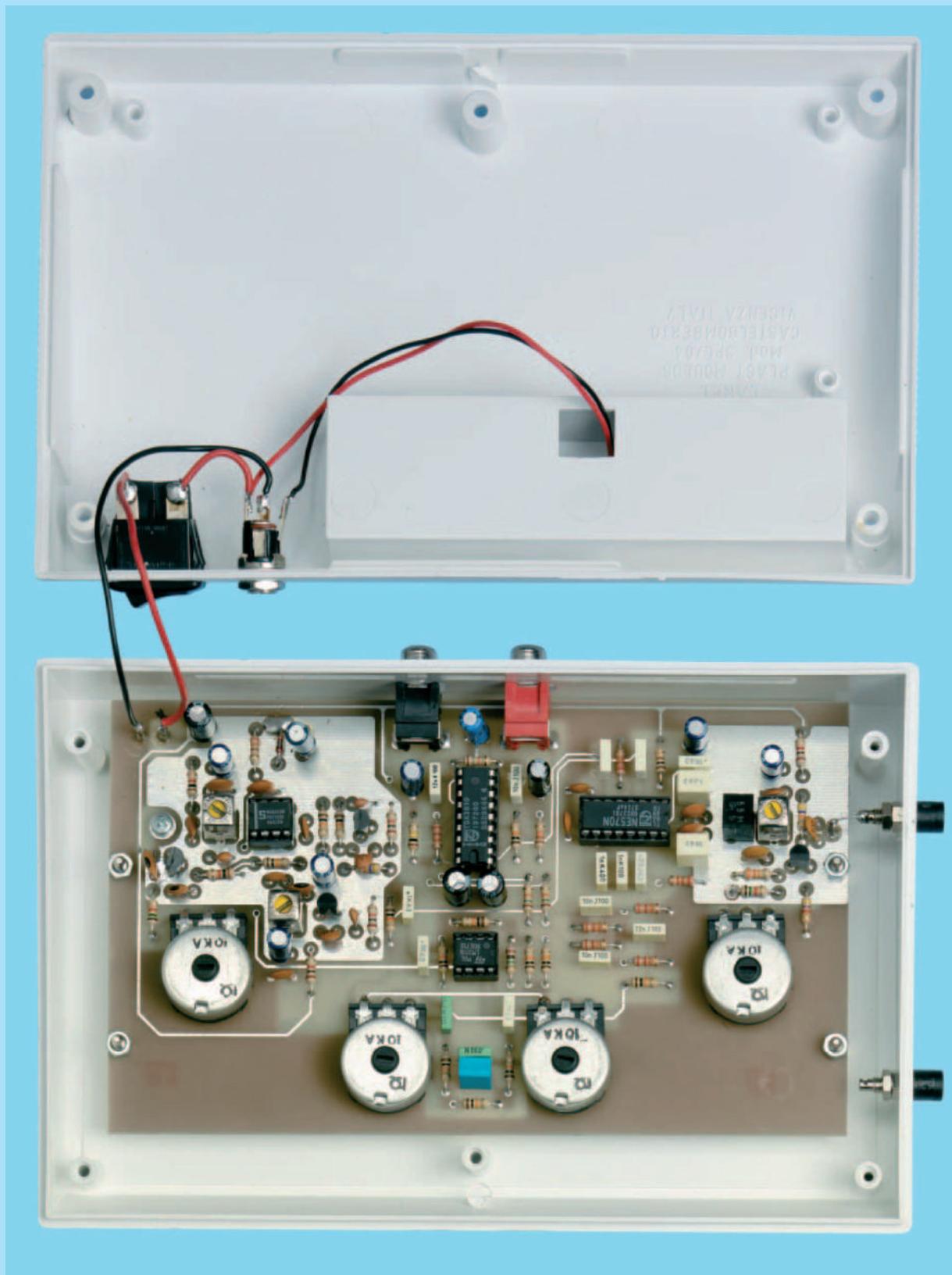


Fig.16 Fotografía del circuito impreso instalado en el mueble contenedor. Antes de cerrar el mueble hay que ajustar las tres MF con el procedimiento descrito en el artículo. Recordamos que para obtener un ajuste adecuado el instrumento tiene que estar situado lejos de eventuales masas metálicas.

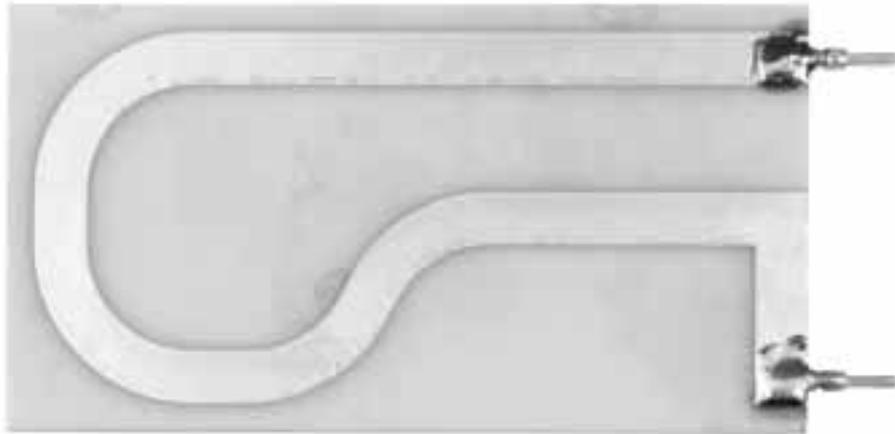


Fig.17 La antena para el control del volumen consiste en un circuito impreso con una pista en forma de lazo. Como siempre esta fotografía corresponde al prototipo, la placa del kit incluye barniz protector y serigrafía. En las dos hendiduras de la parte derecha hay que soldar dos pequeños terminales, que posteriormente se conectan a los bornes montados en la tapa (Fig.18). Solo uno de los terminales se conecta eléctricamente al circuito impreso, el segundo solo sirve de soporte.

Obviamente también hay que alimentar el instrumento mediante la **pila de 9 voltios** o bien mediante un alimentador, como el **LX.92**. Si se utiliza un **alimentador comercial** hay que verificar que la conexión de alimentación sea como la mostrada en la Fig.15.

Las operaciones de ajuste son bastante sencillas. Lo más importante a tener en cuenta es mantener el instrumento a **distancia de masas metálicas**.

En primer lugar hay que desplegar completamente la **antena vertical (pitch)** y ajustar a **medio recorrido** los cursores de los potenciómetros **R1** y **R24**.

A continuación hay que **atornillar** hasta el **final**, pero sin forzarlos, los núcleos de las **tres MF**. Una vez realizada esta operación hay que **desatornillarlos** aproximadamente **media vuelta** (la posición no es crítica).

En este punto se ha de percibir en el altavoz una **nota** de BF. En caso de no escuchar nada hay que actuar sobre el núcleo de **MF3** para aumentar el volumen de salida.

Teniendo cuidado para **no** entrar con las manos, o con el cuerpo, en el campo electromagnético que circunda la antena **pitch** hay que girar el núcleo de **MF2** de forma que se reduzca la frecuencia de la nota generada hasta que se **anule**. En otras

palabras hay que ajustar el **MF2** para que los dos osciladores generen la **misma frecuencia**.

Escuchando una nota en el altavoz, poniendo la mano cerca de la antena **pitch**, hay que destornillar el núcleo de **MF3** hasta que el volumen de la nota emitida sea mínimo. El ajuste de esta **MF** debe realizarse teniendo cuidado para **no** entrar con las manos, o con el cuerpo, en el campo electromagnético que circunda la lámina (antena) del **volumen**.

Los potenciómetros **R1** y **R24** controlan, respectivamente, los ajustes de **precisión** de la frecuencia del oscilador **pitch** y del **volumen**. Su función es **corregir** eventuales variaciones de frecuencia en los osciladores debidas a variaciones de capacidad o de temperatura.

El potenciómetro **R1** se utiliza para que la **nota** generada quede **anulada**, es decir para que no haya ninguna señal BF en la salida, cuando se **aleja la mano** de la **antena**. El potenciómetro **R24** sirve para corregir las variaciones de **volumen**.

Por fin ya se puede **cerrar** el mueble, utilizando los **5 tornillos** incluidos en el kit.

COMO se TOCA

Como es bien conocido, **Clara Rockmore** es considerada la mejor thereminista de todos los

Fig.18 Fotografía del theremin completamente terminado, incluyendo la antena para el control del volumen (izquierda) y la antena para el control de la altura de la nota (derecha).



tiempos. Sin embargo **no** recibió ninguna **formación** para interpretar un instrumento, en aquel entonces nuevo, sobre el que no existía ningún **método de interpretación**.

Clara desarrolló un **método** que se ha convertido en un **clásico**. No ha habido ningún intérprete de theremin que haya conseguido tanta complicidad con el instrumento, prácticamente una de **simbiosis** entre **instrumento e intérprete**.

Fue la primera vez que un instrumento electrónico tenía características reservadas a los **instrumentos clásicos**, la música electrónica había encontrado su primera gran dama. Dado su interés, y como complemento al **Generador theremin LX.1665**, exponemos en esta misma revista, la **traducción revisada del método de aprendizaje** original desarrollado por **Clara Rockmore** que, según sus propios deseos, lo puede utilizar **libremente** quien lo desee.

No obstante también los **aficionados** pueden entretenerse **tocando a oído** las melodías de sus piezas preferidas, o simplemente **producir efectos sonoros**.

Ante todo, como **Clara Rockmore** nos recuerda en su método, al comportarse el **cuerpo humano** como un **conductor eléctrico** inmerso en un **campo electromagnético** hay que "sintoni-

zarse" con el instrumento y tener la precaución de que **otras personas no interfieran**.

Ya que cada **movimiento** produce variaciones en la **altura (frecuencia)** de los sonidos, es necesario controlar el movimiento de **todo el cuerpo**, no solo de las manos. **No** es necesaria la **fuerza física** sino **movimientos controlados**.

Como ya hemos explicado la **altura** de las notas depende de la **distancia** entre la **antena Pitch** y la mano **derecha**. Cuanto más **alejada** esté la mano las notas serán **más graves**, en cambio si se **acerca** la mano a la antena las notas serán **más agudas**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX1665: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **theremin** mostrado en las Figs.8-9, incluyendo circuito impreso, las dos antenas y el **mueble contenedor** de plástico serigrafiado136,55 €

LX1665: Circuito impreso22,10 €

LX.92: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el **alimentador** de **12 voltios** mostrado en la Fig.15, incluyendo el circuito impreso y el transformador de 5 vatios **TN01.22**18,15 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

CLARA ROCKMORE MÉTODO PARA THEREMIN



MÉTODO PARA THEREMIN por Clara Rockmore
Revisión de la transcripción original por
David Miller y Jeffrey McFarland Johnson.

Traducción al español

De acuerdo con los deseos de la Sra. Rockmore, esta nueva edición se distribuye libre de cargo alguno. Es mi deseo sincero que estas páginas le sirvan al lector para establecer la técnica necesaria para tocar el theremin.

David Miller

Shreveport, LA
30 de Agosto de 1988

Clara Rockmore fue la primera **virtuosa** de la **música electrónica** y es considerada la **mejor thereminista** de todos los tiempos. No recibió formación para interpretar un instrumento, en aquel entonces nuevo, sobre el que no existía ningún método de interpretación. Clara lo desarrolló hasta el punto de convertirlo en un **método de aprendizaje clásico**.

Gracias a ella por primera vez un **instrumento electrónico** poseía características sonoras y estéticas que solo tenían los **instrumentos clásicos**. La **música electrónica** había encontrado a su primera **gran dama**.

Una jovencita de la comunidad rusa de Nueva York llamada **Clara Reisenberg** realizó una visita al hotel Plaza a finales de **1928**, su objetivo era conocer a un científico e inventor recién llegado de la Unión Soviética, **Lev Sergeyevich Termen**, inventor de un nuevo **instrumento musical mágico** que se **tocaba sin necesidad de contacto físico**. La suite de Termen estaba llena de invitados y periodistas que querían constatar las propiedades del **insólito aparato** que el propio inventor ya había demostrado con gran éxito en una gira por varios países europeos.

Clara acudió a la presentación con la intención de distraerse. No obstante desde un primer momento quedó intrigada por el aspecto externo del instrumento, por su **estética** y por la **personalidad** de su **creador**. Cuando **Theremin** muy cortésmente le ofreció a **Clara** probar el instrumento que lleva su nombre y la joven alzó los brazos para proceder a tocarlo, nadie, ni siquiera ella, imaginaba que aquel gesto iba a **cambiar su vida para siempre** ...

El **legado musical** de Clara Rockmore, además de su disco **The Art Of The Theremin**, del **Concerto For Theremin And Orchestra** presentado en Nueva York en **1945**, incluido dentro del álbum **Ionisatio**, incluye varias piezas de **Beethoven**, **Sibelius** y **Elgar**.

Aparte de su **arte** en forma de **grabación discográfica** o de su **theremin mejorado**, que pasó a manos de una alumna suya llamada **Dalit Warsaw**, Clara Rockmore nos ha dejado

mucho más. Un **método para interpretar** un instrumento nuevo, un compromiso con una **forma de concebir** el theremin y su **arte**, y una importante labor de **divulgación** del mismo a través de **giras y conciertos**.

Por otro lado el theremin es un instrumento que sigue fascinando a **nuevas generaciones** de músicos. Se calcula que existen en el mundo unos **12.000 theremines**.

El precio de uno de los **500 RCA Theremin** que se fabricaron en los **años 30** puede oscilar entre 5.000 y 25.000 euros, dependiendo de su estado de conservación, son venerados por todos los thereministas del mundo. Existen **varias empresas** que fabrican theremines en kits de montaje, entre ellas las firmas **Moog Music Inc.** y **PAiA**, si bien hay otras que lo hacen de un modo más artesanal.

Anualmente se celebran **certámenes** de thereministas, fundamentalmente en **Estados Unidos**, donde cuenta con centenares de intérpretes aficionados, la mayoría de ellos con instrumentos de fabricación y diseño propios.

Su sonido es ya parte intrínseca de la **cultura popular** del **siglo XX**. Aunque su presencia en el mundo de la música clásica ha sido tangencial, su aportación al **cine** ha sido más que significativa. Toda película de **ciencia ficción** o de **terror** de los años **50** y **60** que se precie incluía un theremin en su banda sonora.

La **música pop** y el **jazz** también han sido un terreno fértil para la proliferación de grabaciones en las que ha estado presente el theremin. Desde **Good Vibrations** de **The Beach Boys**, llevada a cabo con un sucedáneo del theremin denominado Tannerin, obra del músico e inventor **Paul Tanner** y de ejecución similar a una "slide guitar", pasando por discos de **Jimmy Page** o actualmente por grupos como **Air**, **Mercury Rev** o **Marilyn Manson**, entre muchos otros.

Con estos precedentes, y gracias a la **semilla** que plantó **Clara Rockmore** en los años **30**, el theremin es un **instrumento musical** que tiene garantizado su **futuro**.

Clara Rockmore comenzó su vida musical tocando el **violín**. A los cuatro años de edad, ya era la estudiante más joven jamás admitida en el afamado **Conservatorio de San Petersburgo**. Allí fue donde comenzó sus estudios con Leopold Auer, profesor de Jascha Heifetz y Efreim Zimbalist. Actuó en conciertos con su hermana **Nadia Reisenberg** hasta los diecinueve años de edad, cuando una **lesión** en su brazo la forzó a abandonar el violín.

El final de una carrera significó el comienzo de otra. Rápidamente se pasó a otro instrumento, valiéndose de los mismos principios y filosofías aprendidas de **Auer**. Su **increíble habilidad natural** le permitió la invención de una técnica de interpretación para tocar un instrumento único y novedoso, el **THEREMIN**.

Con **su técnica**, Clara Rockmore se convirtió enseguida en la **primera virtuosa** del instrumento. Si no fuera por el theremin construido **expresamente** para ella (en contraposición al theremin de la compañía RCA) su técnica **nunca** se hubiera desarrollado plenamente. Los Theremines de aquellos días tenían una capacidad de respuesta demasiado **lenta** para los matices más **finos** de **volumen**, y además **carecían** del rango de **cinco octavas** de su instrumento. Su colaboración con el **profesor Theremin** no solo creó un instrumento con una respuesta y un rango **mejorados**, sino que creó el tono que hoy día asociamos con los mejores theremines.

Una gran **dificultad** que encontraba **Clara Rockmore** cuando **enseñaba** a estudiantes era la **transferencia** de lo que ella podía hacer en su instrumento a los instrumentos de los estudiantes. Tuvieron que transcurrir bastantes años hasta que otros theremines poseerían las cualidades del theremin de Clara Rockmore.

Clara Rockmore tuvo una agenda muy apretada como **concertista de theremin** durante **varias décadas**, interpretando no solo

piezas originales compuestas para el instrumento, sino también transcripciones de **violonchelo** y **violín**. Se esforzó muchísimo en legitimizar el theremin en una era en la que el instrumento había sido relegado a producir espeluznantes **efectos de sonido** en las películas.

Ella estableció el camino para la **música moderna** de hoy día. Es por ello que todos le estamos agradecidos. El **theremin** es, ante todo y sobre todo, un **instrumento MUSICAL**.

Con la llegada del **sintetizador**, el theremin casi **cayó en el olvido**. Aunque fabricantes como **Bob Moog** (muy aclamado por su **sintetizador MOOG**), seguían fabricando theremines de forma ocasional, no fue hasta los primeros **años noventa** cuando el theremin volvió a estar en el candelero.

Con el lanzamiento del documental "**Theremin: An Electronic Odyssey**" surgió un renovado interés por el instrumento. Muchas personas que nunca antes habían escuchado la palabra "**Theremin**" conocieron su **historia**, y aquellos de nosotros que ya estábamos familiarizados con el instrumento sentimos mayor cercanía al mismo ... ¡La historia de nuestro instrumento estaba siendo contada!

El theremin estaba de nuevo de moda, las compañías reintrodujeron los theremines en el mercado. El theremin nunca se había ido del todo, pero esto no podía dejar de verse como un **retorno**.

Fue durante esta época de renovado interés en la que **Clara Rockmore** comenzó a escribir su **técnica** para los futuros thereministas.

El método se llamó "**The Art of the Theremin**", estaba dedicado a **Bob Moog**. La compañía de Moog (Big Briar, Inc.) lanzó "**Clara Rockmore: The greatest Theremin Virtuosa**", un vídeo excelente que acompaña al **método impreso**.

La presente edición es una versión actualizada de "The Art of the Theremin". Los ejemplos musicales son más sencillos de leer, habiendo sido establecidos profesionalmente

por Jeffrey McFarland Johnson. Solo se han realizado ligeros cambios al texto original donde había ciertos errores gramaticales que han sido corregidos.

De acuerdo con los deseos de la Sra. Rockmore esta nueva edición se distribuye de forma libre. Es mi deseo sincero que estas páginas le sirvan al lector para establecer la técnica necesaria para tocar el theremin.

David Miller
Shreveport, Los Angeles
30 de Agosto de 1998

Los instrumentos no son los que producen música. Son las personas.

Max Rudolph
New York Times
21 de Junio de 1992

Dedicado a un amigo muy especial, el Dr. Robert Moog, en aprecio por su constante interés en la promoción y reproducción del Theremin de control espacial.

Clara Rockmore

MENOS ES MÁS

Una pequeña **sugerencia inicial** para los futuros thereministas, es decir para aquellos que ven este instrumento como una voz más con la cual interpretar **MÚSICA REAL** y no como un **juguete mágico** para producir sonidos extraños y espeluznantes.

El propio nombre del Theremin Etherwave de **control espacial** lo dice todo.

No olvides que tu propio **cuerpo** al completo es un **conductor eléctrico** situado en medio de un **campo electromagnético**. Por lo tanto es

imprescindible **controlar** el más **ligero movimiento**, no solamente el movimiento de las manos y de los dedos.

Cualquier **movimiento involuntario**, como podría ser el movimiento de la cabeza o de los hombros, puede **interferir** con el **tono** y con el **volumen**.

PARA MANEJAR EL AIRE NO NECESITAS MARTILLOS

No olvides que estás tratando con **aire**. Piensa en tus **dedos** como si fueran delicadas **alas de mariposa** y llegarás más lejos que utilizando la fuerza.

Hay que advertir que es **aconsejable**, incluso necesario, aprender primero a **leer música** y tener un mínimo conocimiento de **teoría**, **armonía**, etc. Se puede comenzar con clases

de piano, tal y como hacen todos los violinistas. No se puede señalar un punto en el aire y decir "aquí está el DO central".

MUY IMPORTANTE: Asegúrate de que **nadie** esté **cerca** mientras tocas para que no entre en el campo electromagnético DESDE EL OTRO LADO, pues **afectaría** de inmediato a tu ejecución.

EJERCICIO NÚMERO 1

El primer estudio trata sobre la **distancia relativa** entre diferentes intervalos.

El theremin ha de ser tocado **lentamente**, deslizándote desde una **nota** a la **siguiente**, pero teniendo mucho cuidado en no sobrepasar la nota final.

La **mano izquierda** se mantiene en **reposo**, se utiliza solo la **mano derecha**.

Este ejercicio ha de ser practicado en **distintos tonos**.

MANO EN PRIMERA POSICIÓN

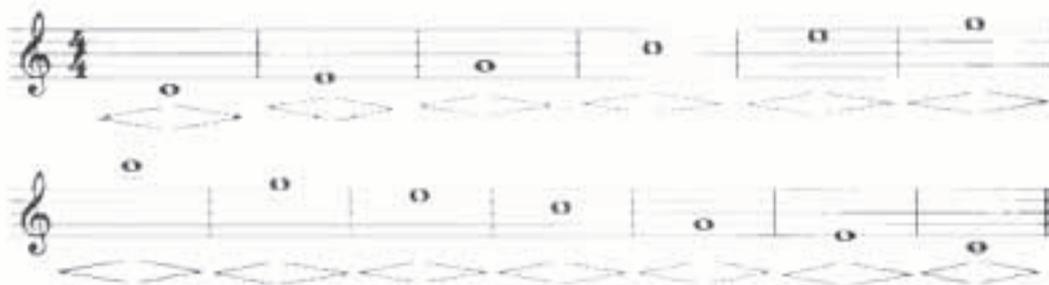
El dedo **índice** ha de estar apoyado **sobre el pulgar**.



EJERCICIO NÚMERO 2

Un importante estudio para **prevenir** que una **mano afecte** a la **otra**. El theremin ha de ser tocado tan **lentamente** como sea posible, comenzando cada nota **pianissimo** y **subir**

lentamente la **mano izquierda** para luego hacerla **descender** en cada nota, siendo al mismo tiempo muy cuidadoso para mantener el **tono correcto** con la **mano derecha**.



EJERCICIO NÚMERO 3

El siguiente ejercicio consiste en estudiar la forma de obtener **mayor velocidad, exactitud y libertad de movimientos** a la hora de encontrar intervalos a diferentes distancias.

Este ejercicio sirve de ejemplo.

El método más beneficioso consiste en que el estudiante siga los intervalos dados por el **piano**. Hay que **comenzar lentamente** e incrementar la velocidad a la vez que el estudiante progresa, volviendo a un **tempo menor** si **no se realiza bien** la ejecución.



EJERCICIO NÚMERO 4 : ESTUDIO PARA LA MANO IZQUIERDA

La mano izquierda ha de ser **elevada y bajada enérgicamente** en cada nota, produciéndose un efecto de **staccato**. Ha de ser practicado en **distintos tonos**.

Utiliza tu **mano izquierda** como si manejaras un **arco de violín**. Todos los acentos (legato,

staccato, etc.) pueden obtenerse con distintos **movimientos de la mano** o de los **dedos**.

Primero has de tener una idea clara de **qué quieres expresar**, y entonces la **lógica** te ayudará para encontrar la **mejor manera** de conseguirlo.



EJERCICIO NÚMERO 5

Este es el primer estudio del uso de **diferentes posiciones** de los **dedos de la mano derecha**.

En lugar de mover la mano al completo déjala en la **posición 1** (dedo índice sobre el pulgar).

Para obtener la **posición 2** mueve solamente los **dedos libres** estirándolos hacia **delante**.

Para obtener la **posición 3** muévelos aún **más lejos**.

■ **Explicación adicional** sobre las posiciones y las distintas de digitaciones:

Posición 1: Dedo índice sobre el pulgar.

Posiciones 2, 3, 4: Estirando los **tres dedos** hacia **delante**, con el **brazo quieto**, en dirección hacia la **antena** y luego, según se necesite, moviendo los dedos de vuelta, no solamente a la posición original, sino todo el recorrido hacia la **palma** de tu **mano derecha** cuando se desee para crear un efecto musical (el mismo contacto de los dedos cuando tocan la palma sirve como acento).

The musical score for Exercise 5 is written in 3/4 time and consists of three staves. The first staff begins with the word 'posiciones' above the first three notes, which are marked with fingerings 1, 2, and 3. This is followed by a 'segue' marking above the next three notes (fingerings 1, 2, 3), and another 'segue' marking above the final three notes (fingerings 1, 2, 3). The second and third staves continue the melodic and harmonic lines with various fingerings and phrasing slurs.

EJERCICIO NÚMERO 6

Este ejercicio es el mismo que el **ejercicio número 5**, pero ha de ser tocado **staccato**.

En caso de hallarse **demasiado difícil** hay que **practicar más** con el **ejercicio número 5**, será de gran ayuda.

The musical score for Exercise 6 is identical in notation to Exercise 5, but the notes are marked with staccato dots. It features the same three-staff structure, 3/4 time signature, and 'posiciones' and 'segue' markings with fingerings 1, 2, 3.

VARIACIONES LEGATO/STACCATO DE LOS EJERCICIOS NÚMEROS 5 Y 6

Four staves of musical notation in treble clef, 3/4 time signature. Each staff contains a sequence of eighth and quarter notes, some beamed together and some with slurs. The notation is repeated across four staves, with the word "etc." written to the right of each staff.

EJERCICIO NÚMERO 7

En este caso se trata de un estudio avanzado de las posiciones de los dedos, yendo desde

la posición 1 a la posición 3 directamente.

Five staves of musical notation in treble clef, 3/4 time signature. The notation shows a sequence of notes with slurs and fingerings. Above the first staff, the text "pos.1 pos.3 pos.1 pos.3 etc" is written. The notes are arranged in a way that demonstrates the transition from position 1 to position 3 and back.

EJERCICIO NÚMERO 8

Este ejercicio es el mismo que el **ejercicio número 7**, pero ha de ser tocado **staccato**.

En caso de hallarse **demasiado difícil** hay que **practicar más** con el **ejercicio número 7**.

pos.1 pos.3 pos.1 pos.3 etc.

3 1 etc.

VARIACIONES LEGATO/STACCATO DE LOS EJERCICIOS 7 Y 8

pos.1 pos.3 pos.1 pos.3 etc.

pos.1 pos.3 pos.1 pos.3 etc.

EJERCICIO NÚMERO 9

En este caso se trata de un estudio en las **posiciones 1, 2, 3, 4** y también en **posición intermedia**.

La **posición intermedia** se consigue estirando los **dedos** a la **distancia** correspondiente a un **semitono**.

posición 1 2 3 4 *segue* 1 2 3 4

VARIACIONES LEGATO/STACCATO DEL EJERCICIO NÚMERO 9

EJERCICIO NÚMERO 10 : ESTUDIO DE OCTAVAS

Inicialmente se toca con la **posición** de dedos 1 a 4 en **staccato**.

Posteriormente hay que realizar el mismo ejercicio en **legato**.

El sonido de deslizamiento ha de ser eliminado **bajando la mano izquierda** mientras se va de una **nota a otra** y **subiéndola** cuando se **llegue a la nota**, manteniendo **uniforme el volumen**.

posición 1 4 4 1 1 4 4 1 etc.

pos. 1 4 4 etc.

VARIACIÓN DEL EJERCICIO NÚMERO 10

etc.

EJERCICIO NÚMERO 11

Estudio avanzado de cambios rápidos de posición.

posición 4 1 4 1 4 1 4 1 etc.

The score consists of five staves of music in 4/4 time. The first staff is a single melodic line with eighth notes. The second staff is a similar melodic line. The third and fourth staves are a pair of sixteenth-note chords, with fingering numbers (1-4) written above and below the notes. The fifth staff is another pair of sixteenth-note chords, also with fingering numbers. The piece concludes with a double bar line.

EJERCICIO NÚMERO 12

Ejercicio diario de calentamiento.

The score consists of eight staves of music in 4/4 time. It features a variety of rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes, and slurs. Fingering numbers (1-4) are provided for many of the notes. The exercise is designed to warm up the fingers and improve technique.

VIBRATO

Resulta crucial para producir la **calidad** de sonido deseada.

El **dedo índice** de la **mano derecha** ha de descansar sobre el **pulgar**.

POR FAVOR no hagas un **vibrato demasiado amplio**, pero sí tan rápido como sea posible sin cambiar de sitio para que no se confunda con un **trino**.

Un **trino** no debe ser un vibrato amplio sino que debe estar a una **distancia exacta** de un **tono** o de un **semitono**.

Evita un **vibrato constante** permitiendo momentos sin el mismo, tal y como sugiera la propia música.

Cuando estés preparado para intentar tocar música comienza con **piezas fáciles**, como por ejemplo:

"El Cisne" de C. Saint-Saëns
"Aria en tono de Sol" de J.S.Bach

Llegados a este punto la **calidad** del sonido es lo más importante, moldéala con un **bonito vibrato** y un **bello fraseo**.

Prueba todas las **alternativas**: El brazo en reposo y los dedos hacia delante o hacia atrás, bien con los dedos juntos o estirados, hacia delante o hacia atrás, tal y como la **música** te **indique**.

La manera de situar tu **brazo derecho** o tus **dedos** de la **mano derecha** dependerá de tu **fraseo musical**, así que estate preparado para la **dirección** hacia la que vaya la **música**.

INSTRUCCIONES PRÁCTICAS

En primer lugar **conecta** el instrumento y deja que se **caliente** alrededor de **quince minutos** antes de afinarlo.

Afina según la **capacitancia** de tu propio cuerpo. Para mí misma encuentro que el **SOL** bajo es el **DO central**, confiéndome **tres octavas** hacia **arriba** en dirección hacia la antena vertical y **una octava** hacia **abajo** en dirección hacia mí misma.

El **rango** de cada nuevo instrumento construido puede ser **distinto**.

A la hora de **buscar material**, en las amplias bibliotecas para voz y otros instrumentos adaptables al theremin, recuerda que es posible en **pasajes rápidos** tocar **intervalos pequeños**, no siendo así para los pasajes que, aun siendo fáciles para un violín, salten mucho de una cuerda a otra del mismo.

Al tocar arriésgate a conseguir **amplios saltos** sin ningún portamento, persiguiendo siempre no solo la **NOTA DESEADA** sino el **CENTRO PRECISO** de la misma.

Si actuases como **solista** con una **orquesta sinfónica** asegúrate en el ensayo de que tu instrumento se sitúa adecuadamente con el fin de **asegurar** que ni los **arcos** de los **primeros violines** ni la **batuta del director** puedan en ningún momento **introducirse** en tu mágico **círculo electromagnético**.

Una muestra del **nivel de dificultad** que es capaz de **interpretar** el **Theremin** son las siguientes piezas:

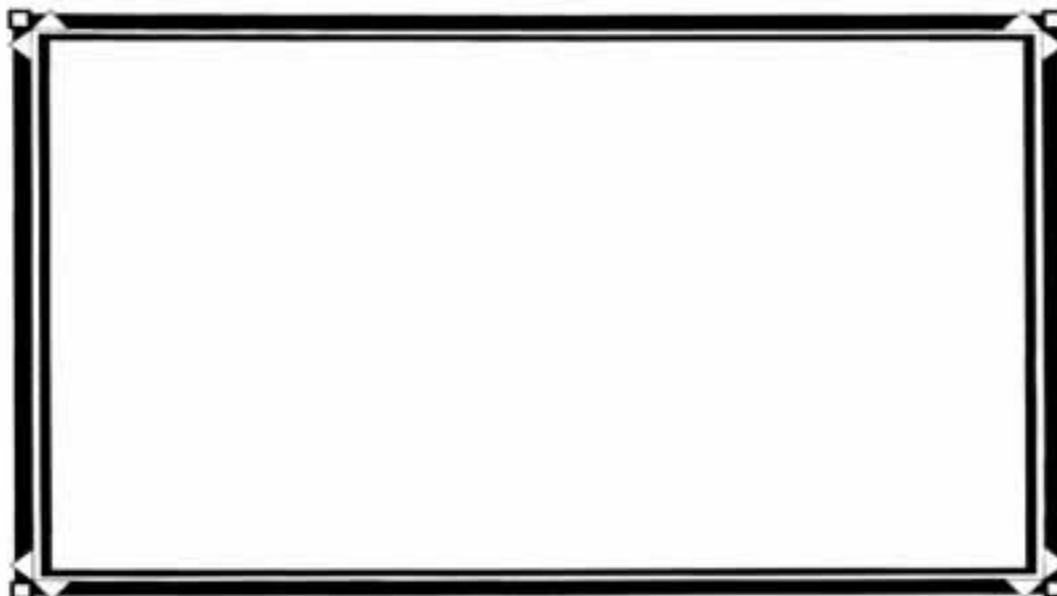
Schelomo (E. Bloch), para violonchelo y orquesta, tocado junto a la Orquesta Sinfónica de Filadelfia en Filadelfia.

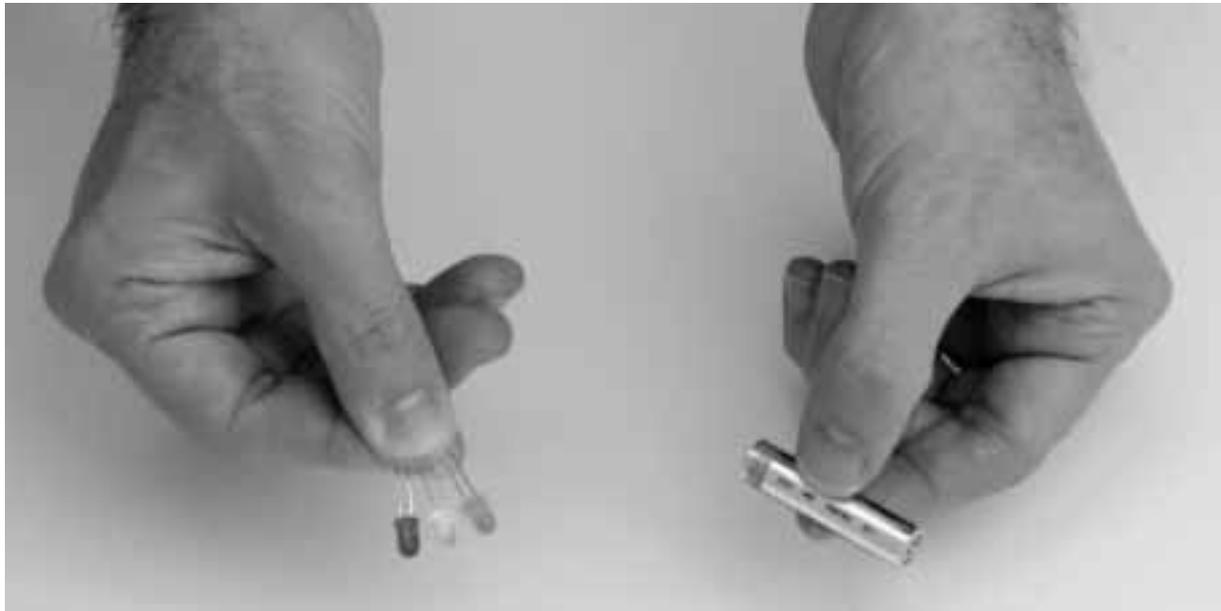
Sonata para violín y piano (C. Franck), interpretada con mi hermana Nadia Reisenberg

(los cuatro movimientos) en un recital en la Town Hall de Nueva York.

Concierto para theremin y orquesta en tres movimientos (Anis Fuleihan), interpretada con la Sinfónica de Nueva York en Nueva York, con Leopold Stokowski a la dirección, quien adaptó la obra especialmente para mí.

Esta obra fue posteriormente interpretada junto a la Orquesta Sinfónica de Filadelfia en la "Academy of Music" de Filadelfia, con Alexander Hilsberg a la dirección, y con la Filarmónica de Nueva York en el Estadio Lewison de Nueva York.





ENCENDER un diodo LED con

¿Cómo es posible que un diodo LED de alta luminosidad que opera a una tensión de conducción de unos 3 voltios pueda ser alimentado con una pila de 1,5 voltios? La lectura de este artículo responde a esta pregunta.

Para que un **diodo LED** se **ilumine** se precisa alimentarlo con una tensión superior a su tensión de conducción, **limitando** la **corriente** mediante la utilización de una **resistencia** conectada en **serie** con un valor óhmico oportunamente calculado para que la corriente no supere los **20 mA** (este valor depende de la intensidad luminosa que se desee obtener del diodo LED).

De hecho nosotros mismos hemos utilizado este **procedimiento de cálculo** de forma práctica en varios artículos donde se describe la parte del esquema eléctrico referente al cálculo de la **resistencia limitadora** de los diodos LED.

No obstante, aunque parezca una cuestión banal, no son pocas las personas que nos han preguntado por qué al alimentar un diodo LED con una **pila común** de **1,5 voltios** no se enciende.

La respuesta es sencilla: Porque la **tensión de conducción** de un **diodo LED** es más alta. Por ejemplo, la tensión de un **diodo LED rojo** corriente está en torno a **1,8 voltios**, mientras que la tensión de conducción de un **diodo LED de alta luminosidad** blanco o azul es de unos **3 voltios**.

Esta es la teoría. Sin embargo en la práctica sí es posible **encender** un **diodo LED** con una **pila de 1,5 voltios**, incluso un diodo LED de alta luminosidad.

Esta cuestión es aparentemente tan banal que muy pocos explican como es posible. De hecho tampoco nosotros ... hasta hoy.

A partir de esta idea, y para obtener un **resultado práctico**, hemos desarrollado el **circuito** que presentamos en estas páginas.

FUNDAMENTOS

Para que un dispositivo funcione la **corriente eléctrica** tiene que **fluir** tanto en los **cables de conexión** como en el **elemento** a alimentar.

Es necesario que exista una "**diferencia de potencial**" que haga circular la **corriente eléctrica** por el cable, y así hacer funcionar el dispositivo. Esta diferencia de potencial genera la **energía** necesaria para que las **car-gas eléctricas** se **desplacen** de un punto a otro del circuito.

La **corriente continua** que alimenta los **dispositivos eléctricos** se puede comparar con el **agua** que circula por un **río**. La **diferencia de potencial** es similar a la **diferencia de al-**

Seguindo con la analogía del río, es como si se tratara de una catarata cuya **altura crece** en lugar de disminuir. Habría que ir **contra-co-rriente**, como los salmones.

También hay que tener en cuenta que diodos LED de **color** diferente tienen valores diferentes de **tensión de umbral**.

Por otro lado, modificando el **valor** de la **co-rriente directa** se logra, dentro de un límite, variar la **luminosidad**. Generalmente cuanto **más corriente** atraviesa el diodo LED **más luz** emite. No obstante la corriente **no** puede ex-ceder un determinado valor (corriente máxima), ya que de hacerlo se podría dañar el diodo LED permanentemente.

una PILA de 1,5 VOLTIOS

tura que se forma en una **catarata**, diferencia que provoca un flujo de agua en el río.

En el caso del río el **movimiento** de la masa de agua se debe a la **diferencia de altura**. En el caso de la **corriente eléctrica** para generar un **movimiento** se precisa una **diferencia de potencial**, es decir una diferencia de **voltaje** entre dos puntos del circuito.

El **diodo LED** necesita para iluminarse una tensión de alimentación **superior** al **umbral** de su **tensión de conducción** que provoque la circulación de una **corriente eléctrica**.

Consideramos un **diodo LED rojo** corriente, que, como ya hemos expuesto, tiene un umbral de tensión de **1,8 voltios**.

Si lo alimentamos con una pila de **1,5 voltios** ... ¿puede circular corriente? Evidentemente no, ya que:

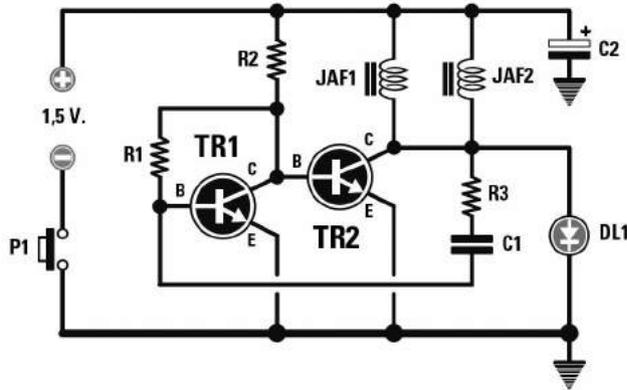
1,5 voltios (fuente) - 1,8 voltios (carga) = - 0,3

El resultado es un número **negativo**.

A nivel informativo adjuntamos los valores de tensión de conducción de diodos LED de diferentes colores. Para los **diodos LED rojos** la tensión de umbral es de **1,8 voltios**, mientras que para los **diodos LED amarillos y verdes** es de, aproximadamente, **2 voltios**. Los **diodos LED azules y blancos** tienen una tensión de umbral de unos **3 voltios**.



Fig.1 Aspecto del circuito LX.1664 instalado en su mueble contenedor.



LISTA DE COMPONENTES LX.1664

- R1 = 2.200 ohmios
- R2 = 1.000 ohmios
- R3 = 1.000 ohmios
- C1 = 470 pF cerámico
- C2 = 100 microF. electrolítico
- JAF1-JAF2 = Impedancias 220 microHenrios
- DL1 = Diodo LED de alta luminosidad
- TR1 = Transistor NPN ZTX.653
- TR2 = Transistor NPN ZTX.653
- P1 = Pulsador

Fig.2 Esquema eléctrico y lista de componentes de la linterna con diodo LED. Para encender un LED de alta luminosidad con una pila de 1,5 voltios hemos elevado su tensión mediante un circuito convertidor DC-DC step-up formado por dos transistores NPN tipo ZTX.653 y dos inductancias conectadas en paralelo (JAF1-JAF2). Las resistencias utilizadas en el circuito son de 1/4 vatio.

Para encender un **diodo LED rojo** es preciso utilizar al menos **dos pilas de 1,5 voltios** conectadas en **serie** para obtener una tensión total de **3 voltios**. Además hay que utilizar una **resistencia** para **limitar** la **corriente** que circula por el diodo.

En efecto, la corriente que circula por el LED debe limitarse con un **valor óhmico** adecuadamente **calculado**, ya que de esta forma se **evita** que el diodo LED sea **destruido** por una **corriente excesiva**.

De forma general se utiliza la siguiente fórmula, que no es más que la aplicación de la **Ley de Ohm** al circuito formado por la alimentación (V_{cc}), el **diodo LED** y la **resistencia limitadora**:

$$\text{ohmios} = [(V_{cc} - V_{led}) : \text{mA}] \times 1.000$$

Para una corriente de **15 mA**, un **diodo LED rojo** y una **alimentación de 3 voltios** la **resistencia limitadora** tiene un valor de:

$$[(3 - 1,8) : 15] \times 1.000 = 80 \text{ ohmios}$$

Para encender **diodos LED blancos** o **azules de alta luminosidad** se precisan valores más altos de tensión de alimentación, ya que, como hemos expuesto, tienen una caída de tensión de unos **3 voltios**.

Al igual que para los diodos LED rojos normalmente debería utilizarse una fuente de ali-

mentación **mayor** de este valor y conectar una **resistencia limitadora** de corriente para que no se supere el máximo valor permitido, que suele estar en torno a **20-30 mA**.

Así pues se deberían conectar en serie al menos **3 pilas de 1,5 voltios** para obtener una tensión total de **4,5 voltios** y conectar una resistencia de **82** o **100 ohmios**, en función de la luminosidad que se desee obtener.

Esta solución **no** siempre puede utilizarse, ya que a veces se tienen **problemas de espacio**. Además **no** es un esquema muy **eficiente** ya que una de las pilas se utiliza para asegurar que se supera la tensión de **3 voltios**, lo que

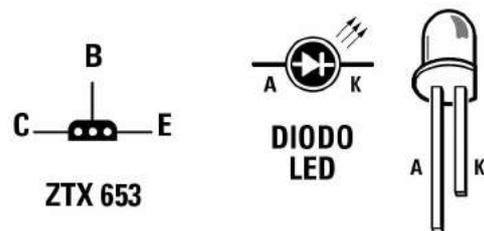


Fig.3 El transistor NPN ZTX.653, cuyas conexiones se muestran vistas desde abajo, es especialmente adecuado para aplicaciones de conmutación (switching) de baja tensión ya que tiene un valor V_{ce} en saturación muy bajo. El Ánodo (A) del diodo LED se reconoce fácilmente ya que es más largo que el Cátodo (K).

produce una apreciable caída de tensión en los contactos de la resistencia limitadora.

Para ofrecer una **solución eficaz** a estos problemas, consiguiendo encender incluso diodos LED de alta luminosidad con una **única pila** de **1,5 voltios**, hay que elevar la tensión de modo que se supere la tensión de umbral del diodo LED y hacer circular la corriente necesaria para iluminarlo.

Nuestro circuito es un ejemplo de la **forma de proceder** para alcanzar este objetivo.

ESQUEMA ELÉCTRICO

El método más eficiente consiste en la realización de un circuito **convertidor DC-DC step-up**, también denominado **Booster**, capaz de proporcionar la tensión y la corriente necesarias para iluminar un **LED flash** con una **única pila** de **1,5 voltios**.

Para alcanzar este objetivo hemos utilizado **dos transistores NPN** tipo **ZTX.653**, ya que tienen una **tensión Colector-Emisor (Vce) muy baja** en **satración**, por lo que son muy adecuados para aplicaciones de **conmutación (switching)** de **baja tensión**.

De hecho en aplicaciones de **baja tensión** el dato **más importante** de un transistor es que su **tensión Colector-Emisor (Vce)** sea **muy baja** en **satración** para "no desperdiciar" parte de la tensión de la pila y así **optimizar** el rendimiento del circuito.

Estos transistores (ver **TR1-TR2** en el esquema eléctrico de la Fig.2) forman un **oscilador** con una frecuencia de unos **90 KHz**.

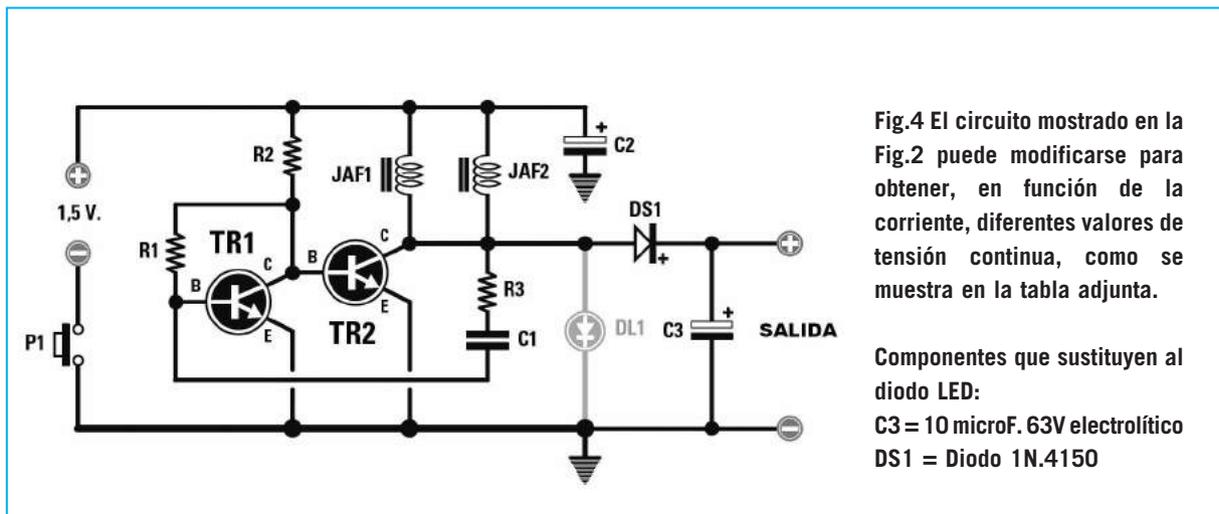
El valor de esta **frecuencia** está determinado por el valor de las inductancias **JAF1-JAF2**, conectadas en paralelo, y por la capacidad del condensador de realimentación **C1**.

Seguramente muchos os preguntéis por qué hemos utilizado **dos inductancias** conectadas en **paralelo** en lugar de utilizar solo una. En efecto, dos inductancias en **paralelo** de idéntico valor tienen un **valor equivalente** a la **mitad** de una de las dos.

El motivo es el siguiente: Al tratarse de inductancias de **dimensiones muy reducidas**, y por tanto envueltas con **hilo muy fino**, presentan una **resistencia parásita** nada despreciable para este tipo de aplicación. Al conectar en paralelo las dos inductancias también la **resistencia equivalente** se reduce a la **mitad**, mejorando así las prestaciones del circuito.

La señal en forma de onda cuadrada presente en el Colector del transistor **TR2** provoca que se **almacene** en las dos inductancias cierta cantidad de **energía (Ton)** que se aplica al **diodo LED (Toff)** como una tensión **superior** a la de alimentación.

NOTA: Se utiliza el mismo principio de funcionamiento que en los **alimentadores conmutados step-up (boost)**.



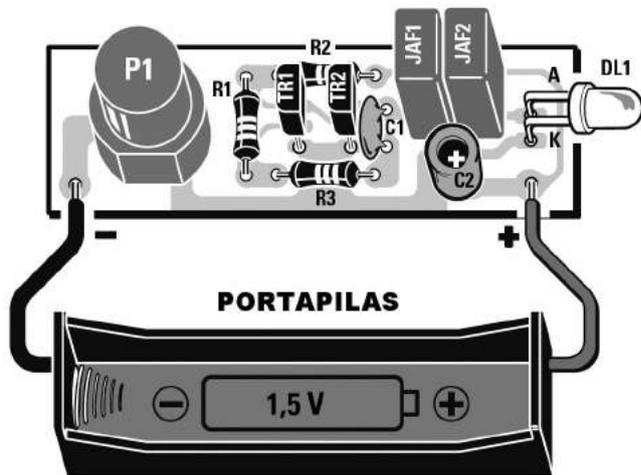


Fig.5 Esquema práctico de montaje del circuito LX.1664. Los transistores ZTX.653 se instalan orientando la parte plana de sus cuerpos hacia la derecha.

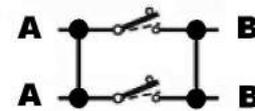
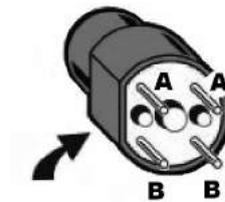


Fig.6 El pulsador P1 dispone de doble contacto. Para realizar correctamente su montaje hay que orientar su lado rebajado hacia abajo.

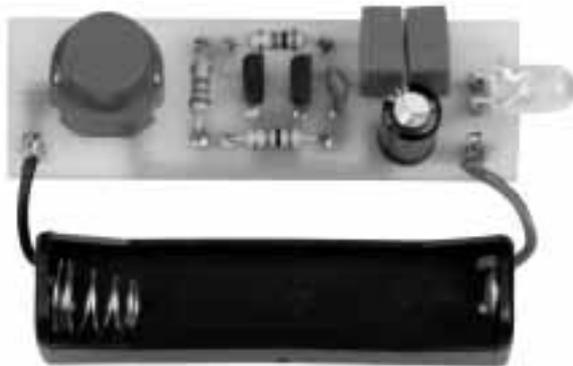


Fig.7 Fotografía del circuito una vez concluido el montaje. Como se puede observar el diodo LED se monta después de haber doblado sus terminales en forma de L. También se muestra una fotografía del circuito impreso instalado en su mueble contenedor. Antes de instalar el circuito en el mueble hay que realizar dos agujeros, uno para el pulsador y otro para el diodo LED flash blanco.

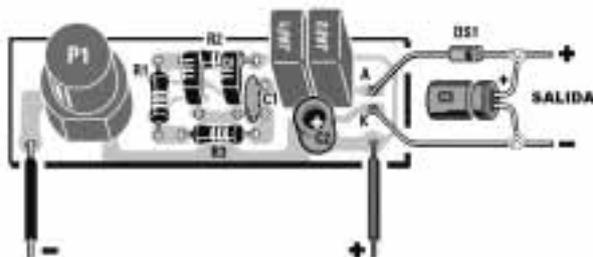
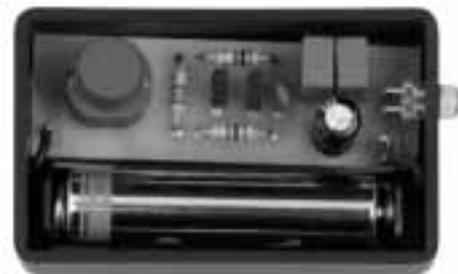
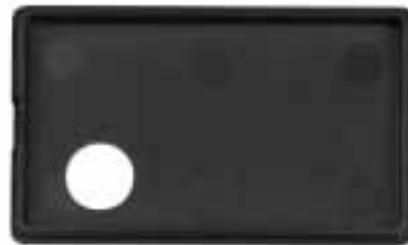


Fig.8 Esquema práctico de montaje del circuito mostrado en la Fig.3. El diodo DS1 se conecta al cable procedente del agujero A, orientando su lado marcado con una franja negra hacia el exterior. El terminal positivo del condensador electrolítico C3 se conecta al diodo, mientras que el terminal negativo se conecta al cable procedente del agujero K.



Superando el valor de la tensión directa del diodo LED la corriente puede circular y excitar el LED, que vemos **encendido** de forma **uniforme** debido a la persistencia visual de la imagen en la retina del ojo. En realidad el **diodo LED** se enciende con **picos de tensión** a una frecuencia de **90 KHz**.

No es necesaria ninguna **resistencia limitadora** ya que la **corriente** es **muy baja**, estando limitada por la arquitectura de las inductancias a unos **15-20 mA**, valor suficiente para encender hasta **dos diodos LED** conectados en **paralelo**.

Hemos querido HACER MÁS

Sustituyendo el diodo LED por un **diodo de silicio** y por un **condensador electrolítico** (ver **DS1** y **C3** en la Fig.4) se puede utilizar este circuito para conseguir una **tensión continua** cuyo valor está en función de la **corriente obtenida**, tal como se muestra en la tabla adjunta.

Únicamente con la tensión proporcionada por una **pila de 1,5 voltios** este circuito puede utilizarse para alimentar un **sintonizador FM**, ya que puede alimentar perfectamente diodos varicap. También puede alimentar **circuitos** que utilicen **operacionales**.

TABLA

Iout	Vo
0	60,0 volt
400 microamperios	40,0 volt
1,6 miliamperios	20,0 volt
2,6 miliamperios	15,0 volt
3,6 miliamperios	12,0 volt
7,0 miliamperios	7,0 volt
10,0 miliamperios	5,0 volt
25,0 miliamperios	2,5 volt

REALIZACIÓN PRÁCTICA

El circuito **LX.1664** incluye muy **pocos componentes**, por lo que es bastante fácil de montar.

En primer lugar aconsejamos instalar las **tres resistencias** y los **dos condensadores** en los orificios correspondientes del circuito impreso.

A continuación hay que montar los **transistores TR1-TR2**, orientando la parte plana de sus cuerpos hacia la derecha. Una vez realizada esta operación se puede proceder al montaje de las **inductancias JAF1-JAF2**.

El **pulsador P1** se instala al lado de la resistencia **R1**, orientando hacia abajo la parte plana de su cuerpo.

El **diodo LED** se suelda directamente al circuito impreso doblando en forma de **L** sus terminales. Al montar este componente hay que recordar que su terminal **más largo** corresponde al **Ánodo**, terminal que ha de insertarse en el agujero identificado con una letra **A**.

Como hemos descrito en el artículo, realizando unas sencillas modificaciones se puede conseguir una **variante** del circuito que presenta diferentes tensiones de salida.

Para realizar esta **variante** del circuito **LX.1664** hay que instalar **dos terminales tipo pin** en el lugar correspondiente a los orificios del **diodo LED**. A estos terminales hay que conectar dos trozos de **cable**.

En el **cable** procedente del agujero marcado con la letra **A** hay que conectar un diodo de silicio tipo **1N.4150**, orientando su lado marcado con una **franja negra** hacia la parte **opuesta** al **cable**, es decir hacia el exterior del circuito impreso (ver Fig.8).

El terminal marcado con la **franja negra** del diodo corresponde al **borne positivo** de la **salida** del circuito. A este terminal hay que soldar el **terminal positivo**, el **más largo**, del **condensador electrolítico** de **10 microfarradios**.

El **terminal negativo** del **condensador** se conecta al **cable** procedente del agujero del circuito impreso identificado con la letra **K**.

Con el kit proporcionamos un pequeño **mueble contenedor** rectangular de plástico negro para alojar el circuito y la pila.

Como se puede apreciar en la fotografía mostrada en la Fig.7 hay que realizar un **agujero** de **5 mm** en uno de los lados más pequeños para hacer salir la **cabeza** del **diodo LED** y un **agujero** de **10 mm** en la tapa para el **pulsador**.

Las medidas del circuito impreso han sido ideadas para que pueda **adaptarse** a cualquier contenedor, incluso se puede instalar en el cuerpo de un **bolígrafo**.

Utilizando el cuerpo de un **rotulador** o de un **bolígrafo** que tenga un diámetro de **30-40 mm** se puede transformar en una **linterna** utilizando un **diodo LED** de **alta luminosidad**.

En primer lugar hay que **vaciar** el cuerpo del bolígrafo (o del rotulador). A continuación hay que **ensanchar** el agujero de la **punta** para que sobresalga un poco la **cabeza** del **diodo LED**.

Ahora es el momento de introducir el **circuito impreso** y, acto seguido, la **pila** de **1,5 voltios**. Una vez instalados los elementos hay que **fijarlos** para que no se muevan, utilizando, por ejemplo, un poco de **esponja**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX1664: Precio de todos los componentes necesarios para realizar el circuito mostrado en las Figs.5-7, incluyendo circuito impreso, un diodo LED blanco de alta luminosidad, pulsador, portapilas y el **mueble** contenedor de plástico **MOX00**44,70 €
LX1664: Circuito impreso1,15 €

Bajo petición expresa podemos proporcionar **diodos LED** de **alta luminosidad** adicionales a los siguientes precios:

LB.10: Diodo LED de alta luminosidad **azul**1,75 €
LG.80: Diodo LED de alta luminosidad **amarillo**2,25 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

FINAL Hi-Fi con VÁLVULAS

Soy un entusiasta de las **válvulas termiónicas** y también de la **Alta Fidelidad**. Utilizando válvulas comunes, **dobles triodos ECC.82** y **pentodos EL.34**, he realizado este final estéreo **clase A**, consiguiendo óptimos resultados. Me gustaría que lo publicaseis en vuestra sección Proyectos en Sintonía.

Como podéis ver en la Fig.1 el circuito de entrada diferencial utiliza un doble triodo **ECC.82**.

Los **Ánodos** de un segundo doble triodo **ECC.82** están unidos al cursor del **trimmer R6**, utilizado para balancear la corriente de absorción de las dos válvulas finales **EL.34**.

Para polarizar las **rejillas** de las dos válvulas finales con una tensión **negativa** sobre los **Ánodos** de los dos triodos **ECC.82** se aplica una tensión **positiva** de unos **74 voltios** a las **Rejillas** de las dos válvulas finales mediante resistencias de **1.000 ohmios** (R12 - R15).



Observando el esquema se puede notar que los dos **Cátodos** de las válvulas finales están unidos a **masa** mediante resistencias de **2.200 ohmios** (R13-R14), y, ya que cada válvula absorbe en reposo unos **38,5 miliamperios**, en los bornes de estas resistencias se produce una caída de tensión que se puede calcular con esta fórmula:

$$\text{Voltios} = (\text{ohmios} \times \text{mA}) : 1.000$$

Así, sobre los **Cátodos** de cada válvula hay una tensión **positiva** de:

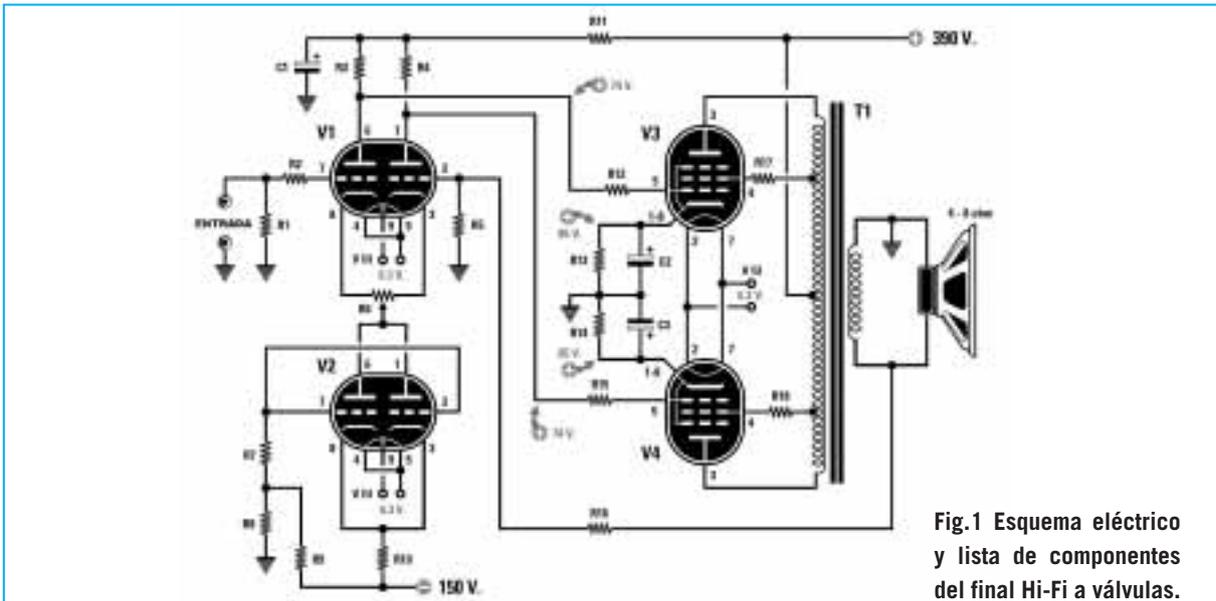


Fig.1 Esquema eléctrico y lista de componentes del final Hi-Fi a válvulas.

LISTA DE COMPONENTES Fig.1

R1 = 100.000 ohmios

R2 = 10.000 ohmios

R3 = 120.000 ohmios

R4 = 120.000 ohmios

R5 = 100 ohmios

R6 = Trimmer 220 ohmios

R7 = 1.000 ohmios

R8 = 180.000 ohmios

R9 = 100.000 ohmios

R10 = 15.000 ohmios 1/2 vatio

R11 = 27.000 ohmios 1/2 vatio

R12 = 1.000 ohmios

R13 = 2.200 ohmios 3 vatios

R14 = 2.200 ohmios 3 vatios

R15 = 1.000 ohmios

R16 = 4.700 ohmios

R17 = 100 ohmios 3 vatios

R18 = 100 ohmios 3 vatios

C1 = 22 microF. 450 V electrolítico

C2 = 47 microF. 100 V electrolítico

C3 = 47 microF. 100 V electrolítico

V1 = Válvula ECC.82

V2 = Válvula ECC.82

V3 = Válvula EL.34

V4 = Válvula EL.34

T1 = Transformador de salida

$$(2.200 \times 38,5) : 1.000 = 84,7 \text{ voltios}$$

Valor que puede ser redondeado a **85 voltios**. Ya que la tensión de polarización de **Rejilla** se mide entre este terminal y su **Cátodo** se puede afirmar que las **Rejillas** de las válvulas **EL.34** están polarizadas con una tensión **negativa** de:

$$74 - 85 = -11 \text{ voltios}$$

Para alimentar el amplificador he utilizado el esquema mostrado en la Fig.2, que suministra una tensión **positiva** de unos **390 voltios** utilizada para alimentar todas las válvulas y una tensión **negativa** de unos **150 voltios** usada para alimentar los **Cátodos** del doble triodo **ECC.82** utilizado para el balance.

NOTA DE LA REDACCIÓN

El circuito propuesto es **muy interesante**. No obstante tenemos que hacer notar que el autor ha sido muy parco en la información proporcionada, información que consideramos muy útil para quien desee realizar este proyecto.

Por ejemplo, no ha indicado la **máxima señal** que se puede aplicar a la **entrada**. Nosotros calculamos que puede tener un valor en torno a **1,5 - 2 voltios pico-pico**.

Tampoco ha indicado la **potencia** máxima en salida. Nosotros, mediante cálculos teóricos, y considerando una carga de **8 ohmios**, obtenemos un valor en torno a **14 vatios**.

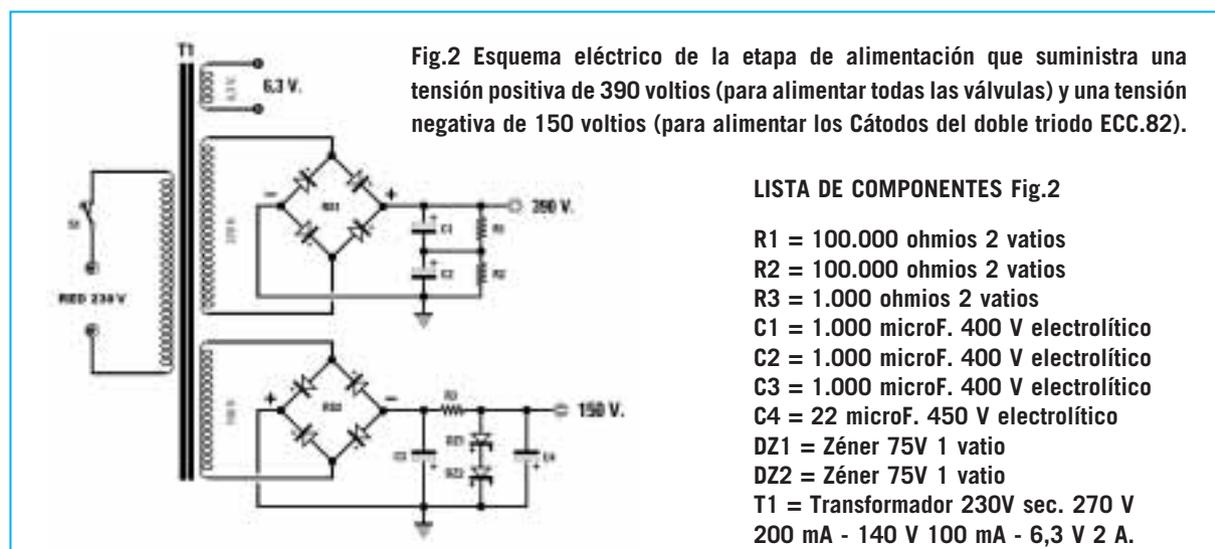
No ha explicado tampoco como se **ajusta el trimmer R6** conectado a los dos **Cátodos** de las válvulas **ECC82** de la etapa de entrada. Por el diseño realizado pensamos que el trimmer debe **ajustarse** de modo que se lea una tensión **idéntica** en los bornes de las resistencias **R13** y **R14** de **2.200 ohmios** conectadas a los **Cátodos** de las válvulas finales **EL.34**.

Por ejemplo, si en los bornes de una de estas resistencias se lee una tensión de **83 voltios** y en la otra resistencia se obtiene una tensión de **87 voltios**, hay que girar el cursor del trimmer hasta leer en los bornes de las dos resistencias una tensión de **(83 + 87) : 2 = 85 voltios**.

Tampoco se ha precisado el tipo de transformador utilizado en la salida. Si se utiliza un transformador **ultralineal**, como el que suministramos en nuestros kits amplificadores a válvulas, se conseguirá una señal con una **distorsión** del **0,08%**. Si, en cambio, se utiliza un transformador **corriente** para finales (un push-pull para **EL.34**) se conseguirá una señal con una **distorsión** que puede alcanzar el 1%.

A todo esto hay que añadir un **importante detalle**: Completado el montaje hay que controlar cuál de los **secundarios** del **transformador de salida** se conecta a **masa** y cuál se conecta a la resistencia **R16**, ya que si se conectan en sentido opuesto al requerido el amplificador comenzará a **auto-oscilar**.

Si se produce este inconveniente hay que invertir los secundarios, es decir, el que se ha conectado a **masa** se pasa a conectar a la resistencia **R16** y el que se ha conectado a **R16** se pasa a conectar a **masa**.



FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble	
TELECOMUNICACIONES	LX 1349	Simple TX-FM para la gama 144-146 MHz	46,43€	170	*	
	LX 1489	Transmisor en CW de 12 vatios en 3 MHz	41,60€	207		
	LX 1555	Radiomicrofono de onda Media	45,65€	229	*	
EMISIÓN	LX 1029	VFO válido de 2 a 200 MHz	36,36€	95		
	LX 1385	VFO programable modulado FM 26-160 MHz	143,46€	182	*	
	LX 1447-48	Timbre portátil red eléct.Emisor/receptor	27,02€	193	Incluido	
	LX 1462	Activador para transmitir en SSB	86,13€	200	*	
	LX 1463	Final RF de 1 vatio	22,84€	199		
	LX 1464	Oscilador para SSB	11,66€	199		
	LX 1490	Microtransmisor FM en 170-173 MHz	112,70€	209	*	
	LX 1557	Transmisor Audio/Vídeo a 2,4 GHz de 20 milivatios	103,70€	232	Incluido	
	ANT.24.8	Antena emisora/receptora para banda 2,4 GHz	96,55€	232		
	LX 1565	VFO programable de 50 180MHz con micro ST7	97,65€	233	incluido	
	LX.1566	Etapa VCO de 100 mW de potencia	60,50€	233		
	LX 5039	Superheterodino para onda media	63,29€	193	*	
	KM 1507	Emisor radiomicrofono FM en 423 MHz	46,90€	214	*	
	EMISIÓN T.V	LX 1413	Modulador VHF para TV sin Euroconector	29,54€	184	incluido
		KM 1445	Transmitir en 49 canales TV en gama UHF	131,77€	196	
EMISIÓN F.M.	LX 010	Emisora de FM de 1 vatio	40,05€	72-144		
	LX 5036	Radiomicrofono FM Banda 88-108 MHz	15,24€	189		
EMISIÓN C.B.	LX 5037	Sonda de carga para LX 5036	3,43€	189		
	LX 5040	Transmisor 27 MHz modulado en AM	33,78€	196		
	LX 5041	Transmisor 27 MHz modulado AM Modulador	26,17€	196		
EMISIÓN COMPLEMENTOS	LX 5042	Transm.27 MHz mod, AM sonda de carga	4,33€	196		
	LX 1248	Codificador estéreo	96,01€	145		
RECEPCIÓN	LX 662	Mini receptor FM	32,45€	23		
	LX 887	Superheterodino didáctico para OM	58,90	64		
	LX 1295	Receptor AM-FM para la gama 110-180 mHz	130,81€	157	*	
	LX 1346	Receptor AM-FM de 38 MHz a 860 MHz	256,66€	171	*	
	KM1450	Módulo SMD para LX. 1451	29,54€	195	*	
	LX 1451	Sintonizador para onda media y FM estéreo	78,52€	195		
	LX 1452	Etapa display para LX 1451	57,40€	195		
	LX 1453	Circuito de ajuste para LX 1451	12,68€	195		
	LX 1519	Recibir onda media con dos integrados	35,10€	217	incluido	
	LX 1529	Receptor FM con solo 3 integrados	51,80€	221		
	LX 1558-58/B	Receptor para la banda de 2,4 GHz	198,70€	232	incluido	
	KM 1508	Receptor Radiomicrofono en FM 423 MHz	83,40€	214	*	
	RECEP.O/CORTA O/LARGA RECEP.COMPLEMENTOS	LX 1532	Redescubrir la fascinante Onda Corta	57,95€		
		LX 1467	E.Alimentación + conmutación para KM1466	46,43€	199	
	KM 1466	Preamplificador de antena de 20 a 450 MHz	5,49€	199		
SATELITES METEREOLÓGICOS		Parábola rejilla con antena para METEOSAT	164,98€	119		
		ANTENA para satélites polares (doble V)	64,91€	116		
		PREAMPLIFICADOR satélites polares	37,56€	116		
	LX 1148	Interface DSP para JVFX	168,88€	125	*	
	LX 1375	Receptor para Meteosat y polares	337,53€	180	incluido	
TV.970	Convertor de frecuencia para meteosat	158,22€	180			
LABORATORIO FRECUENCIMETROS	LX 1374	Frecuencímetro digital que lee hasta 2 GHz	167,08€	177	*	
	LX 1374/D	Placa premontada de SMD para LX 1374	29,54€	177		
	LX 1525	Frecuencímetro de 550 MHz con LCD	73,70€	219	incluido	
	LX 1526	Fuente de alimentación LX.1525	23,70€	219		
	LX 1572	Frecuencímetro de 2,2 GHz con 10 dígitos	121,85€	236	incluido	
	LX 5047	Medidor de frecuencia analógico	44,72€	204	incluido	
	LX 5048	Medidor de frecuencia digital de 5 dígitos	139,25€	203	incluido	
	LX 1142	Generador de ruido 1MHz.-2GHz.	79,93€	122	*	
	LX 1234	Generador de VFO sintetizado 1,2 GHz	69,63€	142	*	
	LX 1234/B	Etapa de conmutación completa LX 1234	89,40€	142		
LABORATORIO GENERADORES	LX 1235	Módulos para LX 1234	24,04€	142		
	LX 1344	Etapa de comando	124,89€	170	*	
	LX 1345	Etapa base	168,76€	170		
	LX 1464	Oscilador para SSB	11,66€	199		
	LX 1542	Generador BF con tres formas de ondas	86,10€	222	*	
	LX 1543	Frecuencímetro digital	62,30	222		
	LX1563	Generador de señal RF 40 KHz -13,5 MHz	60,50	233	incluido	
	LX 1151	Generador de BF	31,07€	124	*	
	LX 1337	Generador de BF	56,56€	166	*	
	LX 1513	Generador Sweep B.F.	91,30€	214	*	
LABORATORIO GENERADOR BF	LX 5031	Generador de señal BF	39,67€	178	incluido	
	LX 5032	Generador de señal BF	55,71€	178	incluido	
	LX 1351	Gen.de monoscopio TV/MONITOR VGA	126,57€	171		
	LX 1125	Medidor flujo magnético	56,04€	119		
	LX 1192	Impedancímetro y Reactancímetro	179,31€	134	*	
LAB.GENERADOR TV LABORATORIO MEDIDORES	LX 1310	Medidor de campos electromagnéticos	84,44€	159	Incluido	
	LX 1393	Para medir imped. característica de antena	25,33€	185		
	LX 1421	Localizador de terminales de un transistor	46,85€	187	incluido	

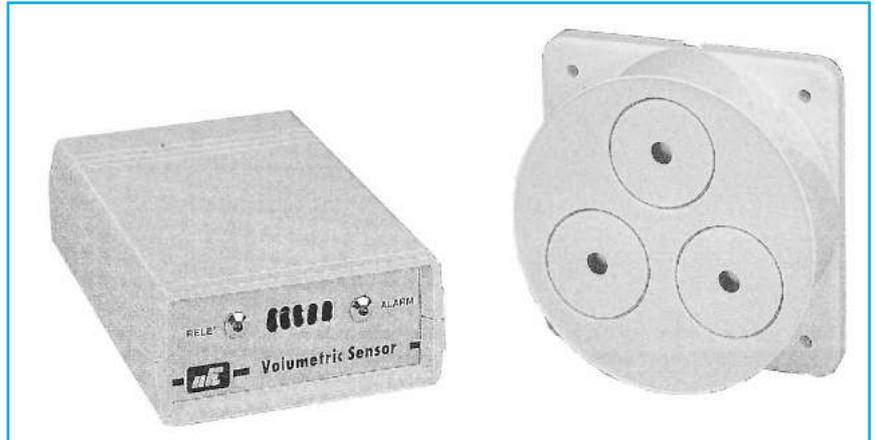
FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble
	LX 1431	Analizador RF para osciloscopio	105,48€	192	*
	LX 1432	Fuente de Alimentación para LX 1431	37,98€	192	
	LX 1435- /B	Contaminación e. irradiada por enlaces RF	115,60€	193	
	LX 1512	Medidor de Tierra	66,20€	215	*
	LX 1518	Medir la ESR de un condensador electrolítico	36,85€	216	
	LX 1522	Como controlar el valor de una inductancia	38,60€	216	
	LX 1538	Trazador de curvas para Transistores-Fet,SCR etc.	122,85€	224	*
	LX 1556	Voltímetro-Amperímetro digital	74,30€	232	*
	LX 1570	Termómetro a distancia	126,15€	235	incluido
	LX 1576	Inductancímetro de 0,1 a 300 microHenrios	60,50€	237	
LAB. COMPROBADORES	LX 1272	Comprobador de Mospower Mosfet e IGBT	23,65€	152	
	LX 5014	Comprobador de transistores	61,60€	160	incluido
LAB. COMPLEMENTOS	LX 5019	Comprobador para SCR y TRIAC	72,15€	166	incluido
	LX 1169	Preamplificador 400 KHz.- 2GHz.	27,05€	128	
	LX 1456	Preamplificador de antena de 0,4 a 50 MHz	18,18€	197	
SONIDO HI-FI	LX 1113	Ampl. HI-FI estéreo con válvulas. EL34	325,63€	115	*
SONIDO AMPLIFICADORES	LX 1114	Ampl. HI-Fi estéreo con válvulas KT88	371,43€	115	
	LX 1115	Fuente de alimentación para LX 1113	142,08€	115	
	LX 1239	Vú-meter para amplificadores	18,00€	115	
	LX 1240	Fuente de alimentación para LX 1240	56,28€	142	
	LX 1240	Amplificador estéreo para EL 34	159,00€	142	*
	LX 1257	Fuente de alimentación para LX 1256	69,72€	148	
	LX 1258	V-Meter para LX 1256	39,85€	148	
	LX 1309	Amplificador a válvulas para auriculares	139,25€	160	*
	LX 1320	Amplificador compacto a válvulas	171,89€	161	*
	LX 1321	Etapa final para LX 1320	421,91€	161	
	LX 1322	Etapa Vu-meter para LX 1320	62,51€	161	
	LX 1323	Fuente de alimentación para LX 1320	179,70€	161	
	LX 1471	Final estéreo Hi-Fi de 110+110 vatios musicales	75,25€	211	incluido
	LX 1472	Amplificador HI-FI de 200 W con finales IGBT	66,25€	213	*
	LX 1473	Final con mospower de 38-70 vatios RMS	44,20€	212	*
	LX 1553	Amplificador SUB-WOOFER con filtro DIGITAL	171,10€	231	*
	LX 1577	Amplificador HI-FI 30 vatios RMS sobre 8 Ohmios	39,75€	236	*
	LX 1578	Etapa de alimentación para LX.1577	51,55€	236	
	LX 5043	Convertir la gama de 27 MHz en onda media	26,17€	197	
SONIDO HI-FI PREVIOS	LX 1139	Etapa entrada LX 1140	46,28€	122	
	LX 1140	Previo estéreo a válvulas	214,26€	122	*
	LX 1141	Etapa alimentación LX 1140	82,94€	122	
	LX 1149	Previo Hi-Fi a Fet	63,23€	125	
	LX 1150	Previo Hi-Fi a Fet	53,88€	125	*
SONIDO HI-FI COMPLEM.	LX 1169	Amplificador de 400 khz a 2 GHz	27,05€	128	
	LX 1073	Filtro estéreo paso alto	24,04€	104	
	LX 1074	Filtro estéreo paso bajo	23,14€	104	
	LX 1198-/B	Filtro cross-over estéreo	71,73€	135	*
	LX 1241	Mezclador a fet	58,45€	144	*
	LX 1242	Mezclador a fet (00es)	44,78€	144	
	LX 1275	Micrófono para escuchar a distancia	40,51€	154	
	LX 1282	Compresor ALC estéreo	98,75€	153	
	LX 1357	Ecuilizador RIAA con filtro antiruido	36,30€	174	
	LX 1564	Karaoke con efecto eco	63,10€	234	*
FUENTES DE ALIMENTACION	LX 1131	Fuente de Alimentación 3-18 V 2A.	27,05€	121	
	LX 1138	Cargador de baterías plomo	84,74€	122	
	LX 1364	Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa base	61,90€	175	*
	LX 1364/B	Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa final	16,50€	175	
	LX 1364/C	Al.de 2,5 a 25 V. max.5 amp.Etapa voltímetro	39,88€	175	
	LX 1449	Inversor de 12 volt. CC a 220 volt. AC 50 Hz	202,54€	197	*
CARGADORES	LX 1545	Alimentador estabilizado	78,95€	226	*
	LX 1069	Cargador de baterías de niquel-cadmio	64,91€	103	*
	LX 1428	Cargador bat. automáticos con diodos SCR	121,07€	190	
	LX 1479	Cargador de pilas NI-MH	109,71€	201	*
SEGURIDAD ALARMAS	LX 1396	RADAR antirrobo de 10 gHz	50,49€	184	incluido
	LX 1424	Antirrobo banda UHF 433,9 MHz transmisión	56,98€	190	incluido
	LX 1425	Antirrobo banda UHF 433,9 MHz recepción	60,76€	190	incluido
	LX 1506	Alarma por sensor volumétrico	40,40€	209	*
SEGURIDAD SIRENAS	LX 5025	Sirena bitonal digital	19,41€	170	
SEG. COMPLEMENTOS	LX 5027	Contador 2 cifras	27,86€	172	
	LX 5028	Contador 2 cifras	25,33€	172	
SEGURIDAD DETECTORES	LX 1216	Detector para fugas de gas	77,74€	137	
	LX 1287	Detector para micrófonos	35,46€	155	
	LX 1407	Nuevo y eficaz contador geiger	139,25€	185	incluido
	LX 1433	Buscador de cables instalaciones eléctricas	16,47€	192	incluido
	LX 1465	Sensible detector de metales	88,60€	216	*
	LX 1517	Detector de fugas para Micro-ondas	34,75€	217	incluido
	LX 1568	Emisor de Barrera de Rayos infrarrojos	10,40€	234	incluido
	LX 1569	Receptor de Barrera de Rayos infrarrojos	20,75€	234	incluido

FAMILIA	Código	Descripción	PVP	Revista	Mueble
<u>MEDICINA ELECTRONICA</u>	LX 559	Detector de acupuntura	17,13€	8	
	LX 654	Acupuntura portátil	23,14€	24	
	LX 811	Electromagnetoterapia reforzada en A.F.	66,71€	55/147	*
	LX 811/B	Disco radiante para LX 811	12,32€	55	
	LX 950	Electromagnetoterapia en baja frecuencia	49,58€	77	*
	LX 950/B	Difusor para LX 950	10,82	77	
	MP 950	Difusor magnético	10,82€	77	
	LX 987	Etapa de potencia para LX 950	21,34€	85	
	LX 1003	Estimulador analgésico	41,47€	90	
	LX 1010	Iones negativos para coche	39,07€	90	
	LX 1072	Banda radiante para LX 811	15,93€	104	
	LX 1146	Magnetoterapia BF alta eficacia	212,01€	123	incluido
	MP 90	Difusor magnético	28,25€	123	
	LX 1176	Cargador de baterías para LX 1175	37,83€	129	
	LX 1293	Magnetoterapia de AF	156,11€	157	incluido
	PC 1293	Paño radiante para LX.1293	37,98€	157	
	LX 1343	Depurador antipolución	101,27€	169	incluido
	LX 1365	Nueva Iontoforesis con microprocesador	75,97€	175	*mo 1365
	LX 1365/B	Circuito display	24,91€	175	
	LX 1365/P	Placa de aplicación	16,47	175	
	LX 1387	Tens, electromedicamento elimina el dolor	84,74€	181	*
	LX 1387/B	Placa de visualización	40,93€	181	
	LX 1408	Tonificar los músculos con la electrónica	118,16€	186	
LX 1480	Ionoterapia	106,38€	202	incluido	
LX 1480-B	Etapa Voltímetro para LX.1480	36,66€	202		
<u>LUCES-ILUMINACIÓN</u>	LX 1011	Generador de albas y ocasos digital 1 salida	61,90€	91	
	LX 1061	Luces tremolantes	50,49€	107	
	LX 1326	Luz que apaga y se enciende gradualmente	47,69€	165	*
	LX 1493	Generador de Alba y ocaso	101,27€	206	incluido
<u>MISCELANEA</u>	LX 1025	Termostato con relé	44,47€	96	
	LX 1182	Temporizador variable	46,43€	130	
	LX 1238	Circuito simulador de rayos	35,79€	143	
	LX 1259	Ahuyentador de mosquitos	44,75€	151	Incluido
	LX 1332	Ahuyenta-ratones ultrasónico	39,25€	167	*
	LX 1398	Vallas con descargas de Electroshock	27,02€	186	
	LX 1562	Alimentador PWM para TRENES ELECTRICOS	112,35€	232	*
	LX 5035	Reloj digital	84,44€	185	*
	LX 5044	Temporizador con el NE.555	24,07€	198	*
	LX 5045	Temporizador con el NE.555	26,17€	198	
<u>CIRCUITOS DIDÁCTICOS</u>	LX 1325	Programador para MICRO ST6 60/65	84,44€	165	*
	LX 1329	Entrenador para ST6/60-65	32,09€	166	
	LX 1329/B	Interface para ST6/60-65	14,36€	166	
	LX 1546	Programador para ST7-lite 09	26,65€	227	
	LX 1547	Entrenador para LX.1546	53,60€	227	
	LX 1548	Tarjeta experimental reloj para ST7	23,70€	228	
	LX1549	Tarjeta experimental display para ST7	36,05€	228	
<u>CIRCUITOS TELÉFONO</u>	LX 1510	Excitar un relé con un teléfono	109,10€	213	*
	KM 1515	Leer y escribir en las tarjetas sim de los móviles	78,95€	216	
<u>MANDO A DISTANCIA</u>	LX 1409	Telemando codificado de 4 canales Transmisor	24,49	184	incluido
	LX 1410	Telemando codificado de 4 canales Receptor	58,24	184	*
	LX 1411	Salida de 2 relés para el LX.1410	21,94	184	
	LX 1412	Salida de 4 relés para el LX.1410	32,06	184	
	LX 1474	Mando a distancia a 433 MHz via radio -Transmisor	63,80	199	incluido
	LX 1475	Mando a distancia a 433 MHz via radio - Receptor	84,44	199	incluido
	LX 1501	Mando Emisor codificado a traves de red eléctrica	58,15€	210	incluido
	LX 1502	Receptor de LX1501	64,65€	210	incluido
<u>ORDENADORES</u>	LX 1574	Programador de EPROM para puerto paralelo	82,95€	237	
	LX 1575	Etapa de soporte para LX 1574	31,10€	237	

¡MAS DE 800 MONTAJES DISPONIBLES! www.nuevaelectronica.com

Nº238 - ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. Esta lista anula las anteriores. * consultar precio del mueble 91 542 73 80

El sensor volumétrico que aquí se presenta es capaz de detectar al instante las pequeñas variaciones de presión del aire causadas por la apertura de puertas o ventanas siendo, por lo tanto, muy útil como antirrobo.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Instalando este **sensor volumétrico** se puede obtener una protección **eficaz** en un recinto, aunque también se puede utilizar para aplicaciones diferentes a la seguridad, por ejemplo puede avisar cuando un cliente entra en una tienda.

En lugar de utilizar un **medidor de presión atmosférica** hemos utilizado un **micrófono preamplificador** que no capta sonidos sino **variaciones de presión**.

Al utilizar un **micrófono preamplificado** para funcionar tiene que tener en su terminal + una tensión de **2,5 voltios**, que se obtiene a través de **R3**. En presencia de una variación de **presión** se produce una variación de **tensión** a muy baja frecuencia (entre **0,7 y 4 Hz**). Esta señal se amplifica unas **1,5 veces** por la etapa compuesta por **IC1/B** (esta etapa realiza también la función de **filtro paso-bajo** con una frecuencia de corte menor de **4 Hz**).

La señal **amplificada** y **filtrada** por el operacional **IC1/B** se amplifica de nuevo unas **45 veces** por medio de **IC1/D**. La señal presente en el terminal **8** de **IC1/D** es transferida, a través de **R14**, a la entrada **inversora** de **IC2/A**, y, a través de **R15**, a la entrada **no inversora** del operacional **IC2/B**.

Los operacionales **IC2/A-IC2/B** se utilizan como **comparadores**. Son capaces de generar un **impulso negativo** cada vez que el micrófono detecta una variación de presión. Este impulso se aplica posteriormente a los integrados **IC4-IC5**, dos **NE.555**.

El trimmer **R17** se utiliza para regular la **sensibilidad** del sensor, por lo tanto, una vez instalado el circuito, hay que ajustar su cursor de manera que el relé se active en cuanto se abra una puerta o una ventana.

El trimmer **R24** sirve para determinar el **tiempo** en el que el **relé** permanece **activo**. Ajustando su cursor de manera que se **cortocircuite** toda su resistencia el relé permanecerá **activo** durante unos **10 segundos**. En cambio si el cursor se ajusta para **insertar** toda su resistencia el relé permanecerá **activo** durante unos **60 segundos**.

El segundo integrado **NE.555 (IC5)** se utiliza para obtener una **activación retardada** del relé, si se conecta **J1** entre el Emisor del transistor **TR1** y el terminal **3** de **IC5**, o una **activación inmediata**, si se inserta el puente **J1** entre el Emisor del transistor **TR1** y **masa**. Esta **acción retardada** es necesaria para poder **volver a entrar** en el recinto y tener el **tiempo** necesario para **desconectar** la alimentación del antirrobo antes de que la sirena empiece a sonar.

El circuito dispone también un **reset automático temporizado** que sirve para salir del recinto y cerrar la puerta de acceso después de alimentar el antirrobo. Este **reset temporizado** se obtiene mediante el operacional **IC1/C**.

Con un valor de **470.000 ohmios** para **R9** y de **47 microfaradios** para **C8** el antirrobo estará operativo **15 segundos** después de haberlo alimentado. Si se quiere **aumentar el tiempo** hay que utilizar para **C8** una capacidad de **100 microfaradios**, mientras que si se quiere **reducir** hay que utilizar para **C8** una capacidad de **22 microfaradios**.

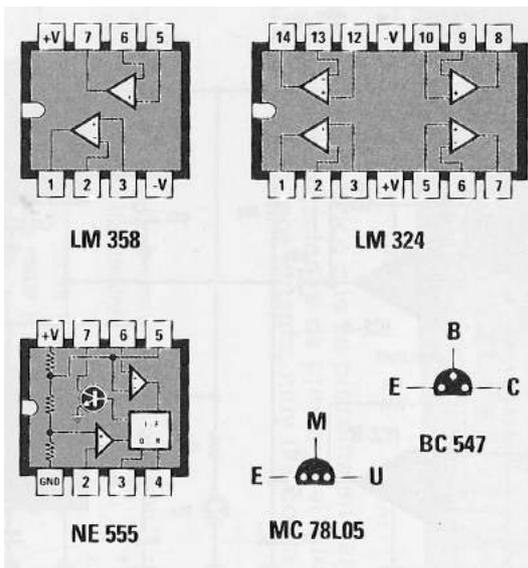
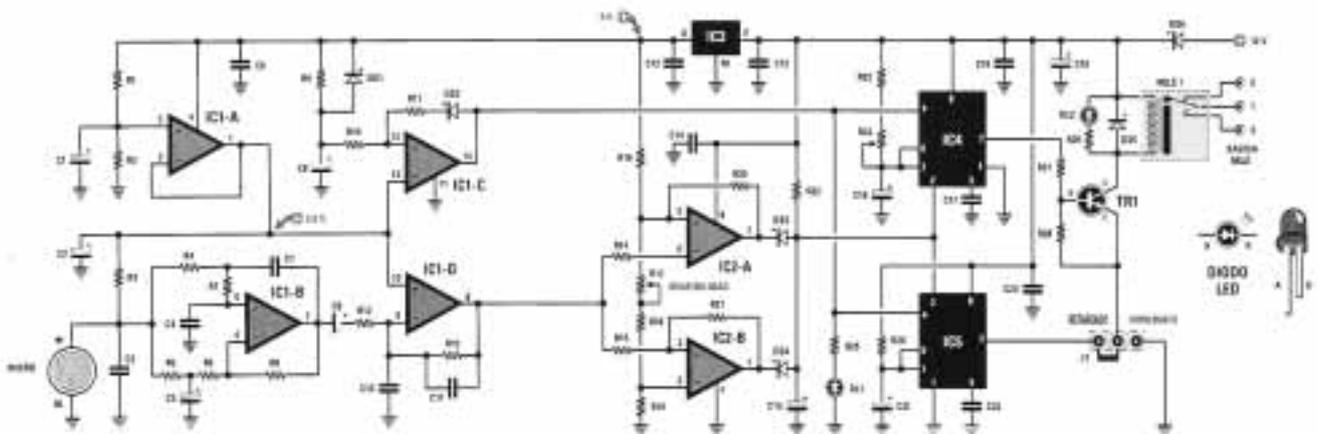
El operacional **IC1/A** se utiliza para **reducir a la mitad** la tensión de alimentación de **5 voltios** necesaria para alimentar el **micrófono**, el terminal **13** de **IC1/C** y el terminal **10** de **IC1/D**. El integrado **IC3**, un **78L05**, tiene la función estabilizar la tensión de **12 voltios** a un valor de **5 voltios**.



LISTA DE COMPONENTES LX.1506

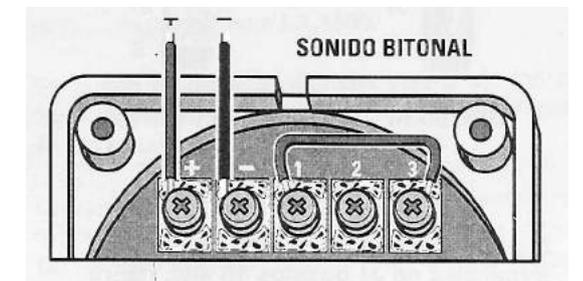
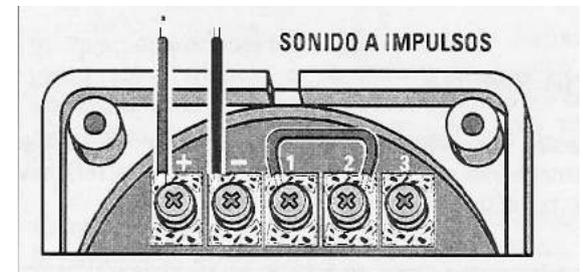
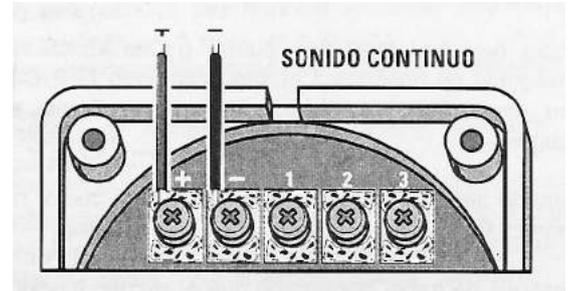
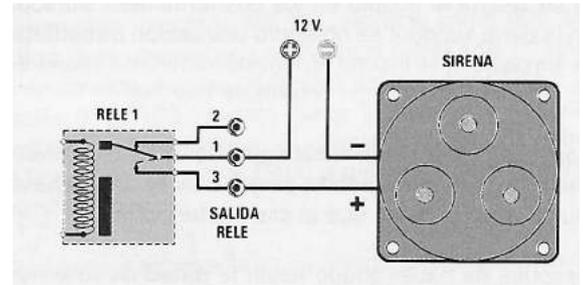
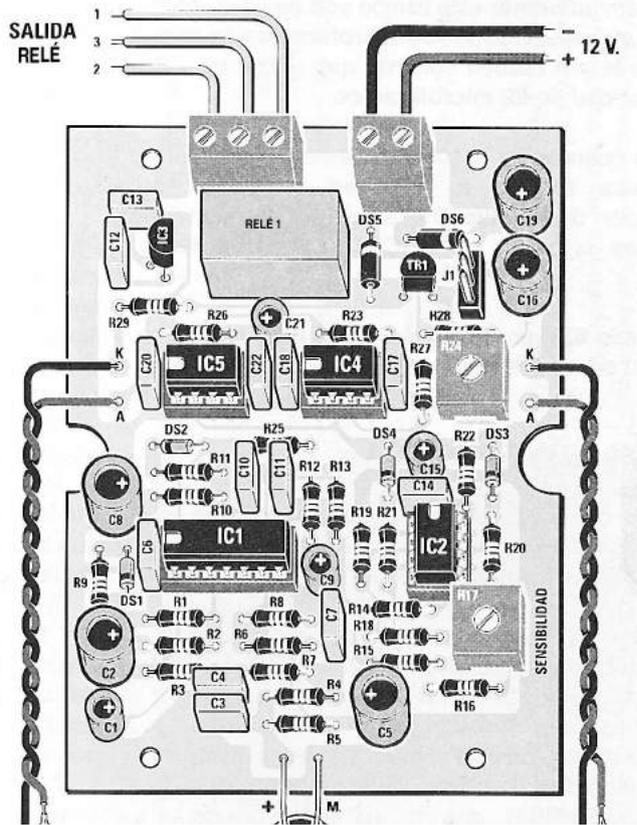
R1 = 10.000 ohm	R25 = 470 ohm	C20 = 100.000 pF poliéster
R2 = 10.000 ohm	R26 = 470.000 ohm	C21 = 22 microF electrolítico
R3 = 3.300 ohm	R27 = 10.000 ohm	C22 = 10.000 pF poliéster
R4 = 330.000 ohm	R28 = 10.000 ohm	DS1 = diodo tipo 1N4148
R5 = 470.000 ohm	R29 = 1.000 ohm	DS2 = diodo tipo 1N4140
R6 = 47.000 ohm	C1 = 10 microF electrolítico	DS3 = diodo tipo 1N4148
R7 = 330.000 ohm	C2 = 100 microF electrolítico	DS4 = diodo tipo 1N4148
R8 = 27.000 ohm	C3 = 100.000 pF poliéster	DS5 = diodo tipo 1N4007
R9 = 470.000 ohm	C4 = 100.000 pF poliéster	DS6 = diodo tipo 1N4007
R10 = 10.000 ohm	C5 = 100 microF electrolítico	DL1 = diodo led
R11 = 2,2 Megaohm	C6 = 100.000 pF poliéster	DL2 = diodo led
R12 = 22.000 ohm	C7 = 100.000 pF poliéster	TR1 = NPN tipo BC.547
R13 = 1 Megaohm	C8 = 47 microF. electrolítico	IC1 = Integrado tipo LM-324
R14 = 10.000 ohm	C9 = 10 microF electrolítico	IC2 = Integrado tipo LM-358
R15 = 10.000 ohm	C10 = 100.000 pF poliéster	IC3 = Integrado tipo MC.78L05
R16 = 18.000 ohm	C11 = 33.000 pF poliéster	IC4 = Integrado tipo NE.565
R17 = 10.000 ohm trimmer	C12 = 100.000 pF poliéster	IC5 = Integrado tipo NE.555
R18 = 330 ohm	C13 = 100.000 pF poliéster	J1 = puente
R19 = 18.000 ohm	C14 = 100.000 pF poliéster	RELE11 = relé 12 volt
R20 = 2,2 Megaohm	C15 = 4,7 mlcroF. electrolítico	MICRO = capsula microfónica
R21 = 2,2 Megaohm	C16 = 100 mlcroR electrolítico	
R22 = 10.000 ohm	C17 = 10.000 pF poliéster	
R23 = 100.000 ohm	C18 = 100.000 pF poliéster	
R24 = 500.000 ohm trimmer	C19 = 100 microR electrolítico	

Nota: todas las resistencias utilizadas son de 1/4 de vatio.



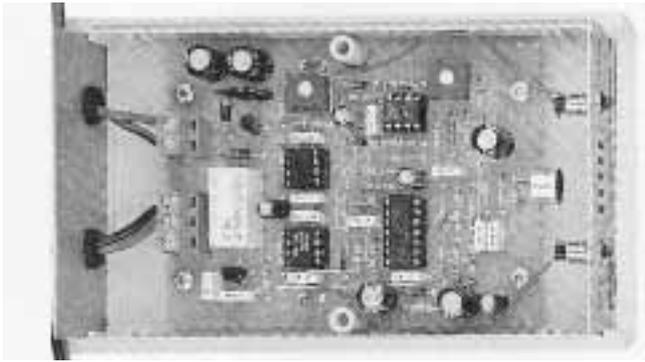
Esquema eléctrico y lista de componentes del Sensor volumétrico LX.1506. También se muestra la disposición de terminales de los semiconductores utilizados en el circuito.

MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico de la placa LX.1506. En caso de utilizar la sirena AP01.115 han de conectarse sus bornes (+) (-) tal como se indica en el pequeño esquema adjunto y configurarse el sonido emitido a través de los terminales (1) (2) (3).





Aspecto final del Sensor volumétrico LX.1506 y montaje en el mueble MO.1506, que solo se sirve bajo petición expresa.

Para realizar el Sensor volumétrico se necesita **un circuito impreso** de doble cara: El **LX.1506**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Zócalos: Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1, IC2, IC4 e IC5** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R16, R18-R23, R25-R29**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso de los **trimmers horizontales (R17, R24)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo.

Condensadores: Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C3-C4, C6-C7, C10-C14, C17-C18, C20, C22)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C1-C2, C5, C8-C9, C15-C16, C19, C21)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Semiconductores: Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS6)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color (negra o blanca) como se indica en el esquema de montaje práctico. Para el montaje del **transistor (TR1)** y del **circuito integrado IC3** hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado plano tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

Diodos LED: Al montarlos hay que respetar la polaridad, el **Ánodo (A)** es el terminal **más largo**. Este circuito incluye **dos diodos LED (DL1-DL2)** que se han de instalar en el panel frontal del mueble soldándose al circuito impreso a través de cables.

Conectores: Este circuito incluye **una clema de 2 polos** para la conexión de la tensión de **alimentación (12 voltios)** y **una clema de 3 polos** para la conexión del **elemento a activar** en caso de **alarma**. También incluye un **conector de tres terminales** para alojar el **punteo (jumper)** de **selección de modo retardado-inmediato**.

Relés: El circuito incluye **un relé (RELÉ1)** que se suelda directamente al circuito impreso en la única posición que permiten sus terminales.

Circuitos integrados con zócalo: Los integrados **IC1, IC2, IC4 e IC5** se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de **U** de los integrados con la de los zócalos.

Elementos diversos: Además de los componentes ya relacionados el circuito incluye una **cápsula microfónica preamplificada** que se conecta siguiendo las indicaciones del esquema de montaje práctico.

MONTAJE EN EL MUEBLE: Para alojar el sensor volumétrico se puede utilizar el mueble **MO.1506**, que solo se sirve bajo petición expresa. En su **panel frontal** hay que instalar únicamente los **diodos LED** y hacer un **orificio** para la **cápsula microfónica**. En el **panel posterior** hay que hacer salir los **cables** correspondientes a la **alimentación** y al **elemento a activar** en caso de alarma.

AJUSTE Y PRUEBA: Antes de cerrar la tapa del mueble hay que poner el **punteo (jumper)** en los terminales del conector **J1**. Si se pone el puente en los terminales de la parte **superior** se obtiene una acción **inmediata**, mientras que si pone el puente en los terminales de la parte **inferior** se obtiene una acción **retardada**. Para **comprobar** su funcionamiento es preferible la acción **inmediata** para no tener que esperar mucho tiempo. Para realizar el **ajuste** hay que efectuar las siguientes operaciones: (1) Ajustar a **mitad** de recorrido el cursor del trimmer **R17**. (2) Esperar a que el diodo LED **DL1** se encienda para confirmar que el circuito está operativo. (3) Abrir una puerta o una ventana, se encenderá el diodo LED **DL2** hasta que el relé se des-excite. Ajustando el cursor del trimmer **R17** se puede modificar la **sensibilidad**, mientras que regulando el cursor del trimmer **R24** se puede determinar el tiempo durante el que se quiere dejar encendido el relé.

UTILIZACIÓN: Puesto que este **sensor volumétrico** se utiliza normalmente como **antirrobo** en la salida del relé se suele conectar una **sirena**, nosotros proponemos nuestra **AP01.115**, que se alimenta con una tensión de **12 voltios** y es capaz de suministrar una potencia sonora de **115 decibelios**. Abriendo la tapa posterior de la sirena se encuentran **5 terminales**. Los terminales (+) (-) sirven para conectar los **12 voltios** de alimentación. Los terminales (1) (2) (3) se utilizan para seleccionar el sonido emitido. Si no se tocan el sonido permanece **continuo**, uniendo los terminales (1) y (2) se obtendrá un sonido a **impulsos** y uniendo los terminales (1) y (3) se obtiene un sonido **bitonal**.

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1506: Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso, excluidos el mueble contenedor y la sirena	40,40 € + IVA
LX.1506: Circuito impreso.....	9,10 € + IVA
MO.1506: Mueble contenedor.....	10,15 € + IVA
AP01.115: Sirena bitonal 12V 115 dB	11,85 € + IVA

Para comprobar que en una instalación eléctrica hay una toma de tierra válida hay que realizar una medición fiable utilizando un instrumento denominado Medidor de Tierra (Ground Meter). Puesto que estos dispositivos son muy caros, y no muy fáciles de encontrar, aquí exponemos como se puede construir uno.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Las normas CE indican que todos los aparatos que funcionan en **monofase** de **220-230 voltios** y en **trifase** de **380-400 voltios** tienen que estar conectados a una **toma de tierra** para proteger a los usuarios de posibles descargas eléctricas.

En cualquier casa hay **electrodomésticos** potencialmente peligrosos porque para funcionar necesitan **agua**, por ejemplo la **lavadora** y el **lavavajillas**. Si en su interior se verificasen **pérdidas de agua**, al ser esta una buena conductora de la electricidad, podría conectar la tensión de red de **230 voltios** con el **metal del mueble**.

En las casas casi siempre hay **toma de tierra**, muchas **tomas eléctricas** tienen **3 contactos**: Dos contactos para la tensión de **230 voltios** y uno para el cable de **tierra**. El cable de **tierra** conecta todas las **tomas eléctricas** y termina con un **varilla metálica**, denominada **pica**, introducida en el **interior de la tierra** (de ahí el nombre de toma de tierra) que se encarga de **descargar** todas las dispersiones de los aparatos.

Un Medidor de tierra mide la **resistencia** entre el **cable de tierra** de las tomas eléctricas y la **puesta a tierra** de la pica. Se trata de un **téster** especial que funciona con **tensiones alternas** en una frecuencia comprendida entre **600-700 Hz** para no recibir ninguna influencia de la frecuencia de red (**50 Hz**).

El operacional **IC1/A**, **R3** y **C1** forman **generador de onda cuadrada** con esta frecuencia situada entre **600 y 700 Hz** que es aplicada a **IC1/B** y estabilizada en **amplitud** mediante los dos diodos zéner de **3,3 voltios** conectados en **serie** y en oposición de polaridad (**DZ1-DZ2**).

IC1/B, junto a **TR1-TR2**, constituyen un **generador de corriente constante** que sirve para aplicar al **borne de salida A** una corriente de **1 miliamperio** o de **10 miliamperios**. Puesto que el aparato tiene una escala graduada

de **0 a 200** se pueden considerar estos números como valores **óhmicos**: Cuando el conmutador **S1** se pone en la posición **x1** se lee de **0 a 200 ohmios**, cuando se pone en la posición **x10** se lee de **0 a 2.000 ohmios**.

La señal alterna de **600-700 Hz** del borne **A** se aplica a una **varilla metálica** de **50 cm** que se coloca en el **terreno** a unos **10 metros** de la toma **B**. El borne **T** (tierra) se conecta al **agujero central** de una **toma de corriente** a través de un trozo de cable. En el borne **B** se aplica una segunda **varilla metálica** de **50 cm** que se coloca en el terreno a **10 metros** de la primera **varilla metálica A**.

Si la **pica** de la toma de tierra con el paso del tiempo se **corroyese** o se **interrumpiese** faltaría la **dispersión** de estas corrientes hacia la **tierra**. En estas condiciones la **corriente alterna** que hay en el borne **A** se disipará en el terreno, pero al encontrar una **resistencia óhmica** elevada al llegar a la **toma de tierra T** se volverá hacia la **varilla metálica** conectada al borne **B**. En caso contrario la corriente se dispersaría hacia **tierra**.

IC2/A, y sus componentes auxiliares, se encargan de **amplificar** la corriente que llega al borne **B**. La señal, antes de llegar al cuarto operacional **IC2/B**, pasa a través de un filtro de **50 Hz** que se encarga de eliminar cualquier frecuencia de **50 Hz** que pueda influir en la lectura.

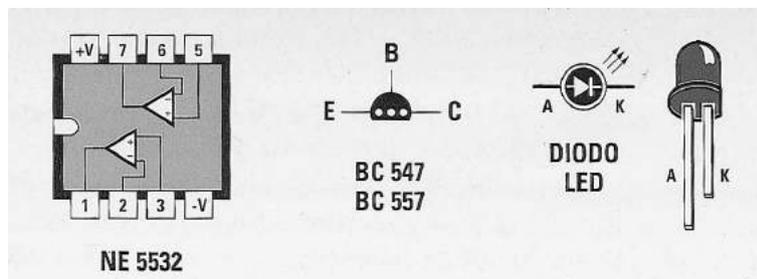
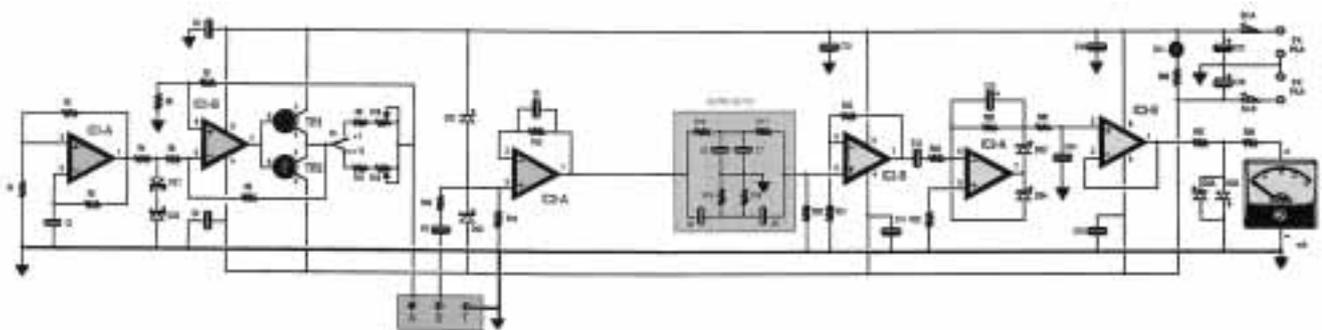
IC3/A se utiliza como **rectificador** para convertir en una tensión continua la tensión **alterna** de **600-700 Hz** obtenida de la **varilla metálica** conectada al borne **B**. Su salida se aplica al operacional **IC3/B**, utilizado para controlar el aparato de medida conectado a su salida.

Para alimentar el circuito se necesita una tensión **dual** de **9+9 voltios**. Esta se obtiene de dos pilas de **9 voltios**. El circuito absorbe unos **15 miliamperios**, por lo que las dos pilas garantizan una larga autonomía.



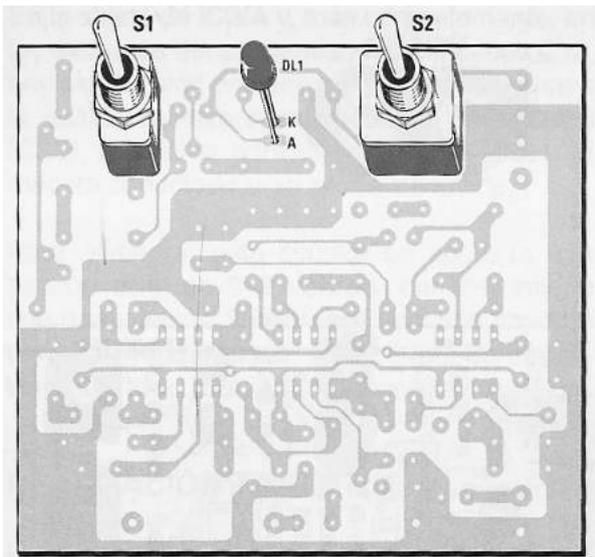
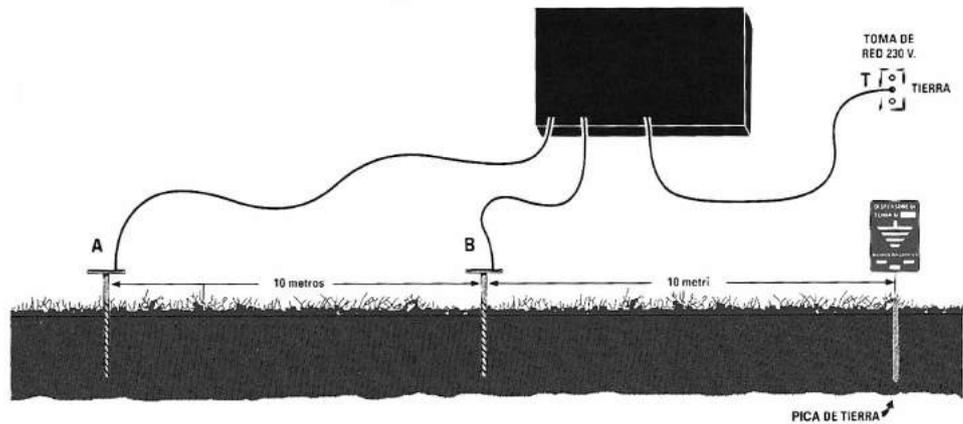
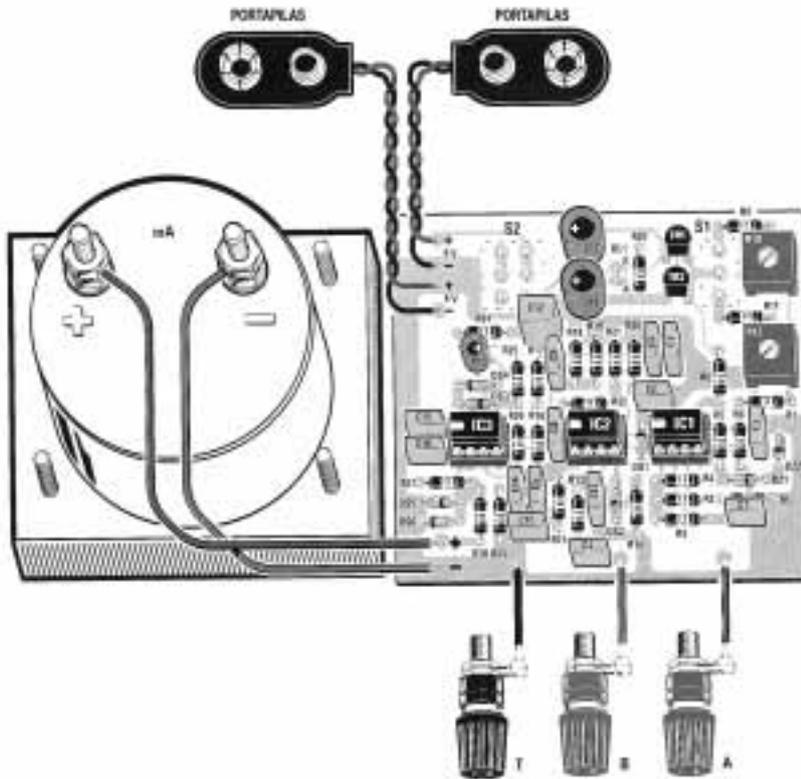
LISTA DE COMPONENTES LX.1512

R1 = 100.000 ohm	R22 = 1 megaohm 1%	C15 = 100.000 pF poliéster
R2 = 100.000 ohm	R23 = 6.800 ohm	C16 = 100.000 pF poliéster
R3 = 18.000 ohm	R24 = 10.000 ohm	C17 = 47 microF electrolítico
R4 = 1.000 ohm	R25 = 22.000 ohm	C18 = 47 microF. Electrolítico
R5 = 100.000 ohm 1%	R26 = 10.000 ohm	DS1 = diodo tipo 1N.4148
R6 = 100.000 ohm 1%	R27 = 8.200 ohm	DS2 = diodo tipo 1N.4148
R7 = 100.000 ohm 1%	R28 = 1.200 ohm	DS3 = diodo tipo 1N.4148
R8 = 100.000 ohm 1%	R29 = 1.200 ohm	DS4 = diodo tipo 1N.4148
R9 = 330 ohm	C1 = 47.000 pF poliéster	DS5 = diodo tipo 1N.4148
R10 = 100 ohm trimmer	C2 = 100.000 pF poliéster	DS6 = diodo tipo 1N.4148
R11 = 3.300 ohm	C3 = 100.000 pF poliéster	DZ1 = zéner 3,3 V 1/2 w
R12 = 1.000 ohm trimmer	C4 = 47.000 pF poliéster	DZ2 = zéner 3,3 V 1/2 w
R13 = 1 megaohm 1%	C5 = 1.000 pF poliéster	DL1 = diodo led
R14 = 1 megaohm 1%	C6 = 4.700 pF poliéster	TR1 = NPN tipo BC.547
R15 = 1 megaohm	C7 = 4.700 pF poliéster	TR2 = PNP tipo BC.557
R16 = 680.000 ohm	C8 = 4.700 pF poliéster	IC1 = integrado NE.5532
R17 = 680.000 ohm	C9 = 4.700 pF poliéster	IC2 = integrado NE.5532
R18 = 680.000 ohm	C10 = 100.000 pF poliéster	IC3 = integrado NE.5532
R19 = 680.000 ohm	C11 = 100.000 pF poliéster	S1 = conmutador
R20 = 1 megaohm 1%	C12 = 1 microF. Poliéster	S2A-B = doble conmutador
R21 = 1 megaohm 1%	C13 = 10 microF. Poliéster	MA = instrumento 200 microA.
	C14 = 100.000 pF poliéster	



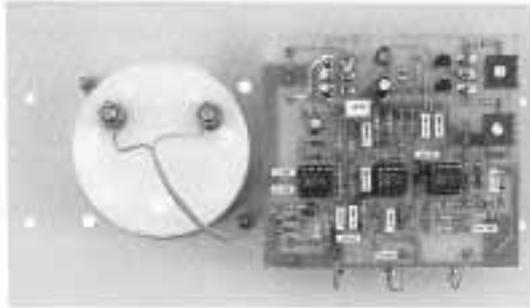
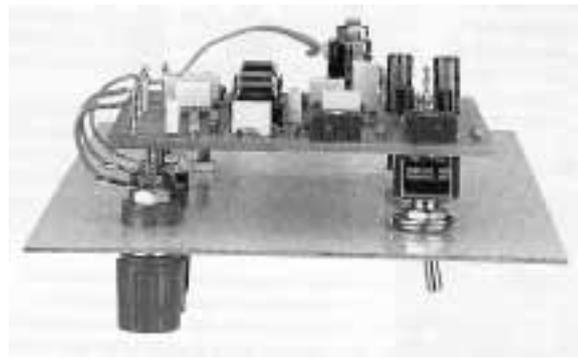
Esquema eléctrico y lista de componentes del Medidor de tierra LX.1512. También se muestra la disposición de terminales de los semiconductores utilizados en el circuito.

MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico del Medidor LX.1512 (vista delantera y trasera). También se muestra su esquema de utilización (para comprobar una toma de tierra se necesitan dos varillas de hierro de unos 50 cm que se colocan en el terreno a una distancia de unos 10 metros y se conectan a los bornes A-B con dos largos cables de cobre. El borne T se conecta a la toma de tierra del enchufe de 220-230 voltios más cercano).





Aspecto final de la placa LX.1512 instalada en la parte interior del panel frontal del mueble MO.1512, que solo se sirve bajo petición expresa (vista lateral y superior).

Para realizar el Medidor de tierra se necesita **un circuito impreso** de doble cara: El **LX.1512**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Zócalos: Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC1, IC2** e **IC3** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R9, R11, R13-R29**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso de los **trimmers horizontales (R10, R12)** el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo.

Condensadores: Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C1-C16)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C17-C18)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Semiconductores: Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS6, DZ1-DZ2)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color (negra o blanca) como se indica en el esquema de montaje práctico. Para el montaje de los **transistores (TR1-TR2)** hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado plano tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

Diodos LED: Al montarlos hay que respetar la polaridad, el **Ánodo (A)** es el terminal **más largo**. Este circuito incluye **un diodo LED (DL1)** que se instala directamente en el lado de las pistas del circuito impreso.

Conectores: Este circuito incluye **dos portapilas de 9 voltios** cuyos cables de conexión se sueldan directamente al impreso, teniendo cuidado en respetar su polaridad (cable rojo al positivo y cable negro al negativo). Los **3 bornes** para la conexión de las **puntas de prueba** se fijan en el panel frontal y se sueldan al circuito impreso a través de cables de conexión.

Interruptores y pulsadores: Tanto interruptor de **encendido (S1)** como el conmutador de **selección de escala (S2)** se

instalan directamente en el lado de las pistas del circuito impreso (ver esquema de montaje práctico).

Circuitos integrados con zócalo: Los integrados **IC1, IC2** e **IC3** se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de U de los integrados con la de los zócalos.

Elementos diversos: Además de los componentes ya relacionados el circuito incluye un **microamperímetro** que se fija en el panel frontal y se suelda al circuito impreso a través de cables de conexión.

MONTAJE EN EL MUEBLE: En circuito impreso se fija en la parte interior del panel frontal a través de las **tuercas** de los conmutadores de palanca **S1** y **S2**. Los bornes se han de fijar, con su **arandela aislante**, en el panel frontal, y soldar sus terminales al circuito impreso a través de cables. El panel frontal se fija en el mueble utilizando **cuatro tornillos** y sus correspondientes **tuercas**. Los dos **portapilas** deben pasar a través de la **pequeña ranura** presente en la tapa del mueble.

AJUSTE Y PRUEBA: Una vez completado el montaje hay que ajustar los **trimmers R10-R12** siguiendo los siguientes pasos: (1) Cortocircuitar con un cable los bornes **A-B** y, entre estos y el de tierra (**T**), conectar en serie dos resistencias de 100 ohmios de manera que se obtenga una resistencia total de 200 ohmios. (2) Desplazar la palanca de **S1** a la posición **x1**. (3) Girar con un destornillador el cursor del trimmer **R10** hasta que se desplace la aguja al fondo de la escala. (4) Una vez realizado este primer ajuste hay que quitar la tensión de alimentación y sustituir las dos resistencias de 100 ohmios conectadas a los bornes **A-B** y **T** por dos resistencias de 1.000 ohmios de manera que se obtenga una resistencia total de 2.000 ohmios y realizar la mismas operaciones con **S1** en posición **x10** y actuando sobre **R12**.

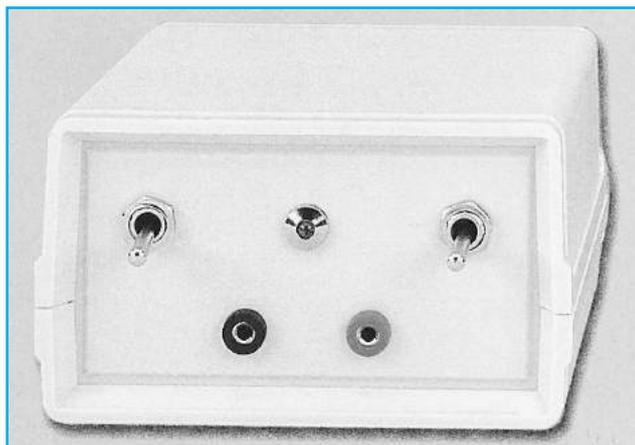
UTILIZACIÓN: Antes de utilizar el **Medidor de Tierra LX.1512** hay que adquirir **dos varillas de hierro** de unos **50 cm**. A cada **varilla metálica** se conecta un extremo de un cable de unos **10 metros**, los otros extremos se conectan a los bornes **A-B** del panel frontal del aparato siguiendo la disposición mostrada en el esquema de montaje práctico. El borne **T** se conecta al contacto de tierra de un enchufe.

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1512: Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso, excluido el mueble contenedor	66,20 € + IVA
LX.1512: Circuito impreso.....	15,05 € + IVA
MO.1512: Mueble contenedor.....	8,10 € + IVA

Revista de aparición del kit: **N.215**

Aplicando a la entrada de este circuito una inductancia o una impedancia RF (al aire o en núcleo) se obtiene en su salida una señal RF que, aplicada a la entrada de un frecuencímetro digital, permite leer la frecuencia generada. A partir de la frecuencia se puede calcular fácilmente el valor de la inductancia.



FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Quienes realicen este proyecto pueden calcular muy fácilmente el valor de bobinas, impedancias RF, etc., leyendo en el display de un frecuencímetro digital la frecuencia generada.

En ocasiones basta con una sencilla idea y un único circuito integrado para dotar a un laboratorio de un instrumento de medida muy útil sin tener que gastar mucho dinero. En esta ocasión se trata de un sencillo oscilador RF basado en un integrado uA.720, como puede apreciarse en el esquema eléctrico.

La entrada de la etapa de oscilación se asocia a los terminales 2-3 del integrado, mientras que la tensión positiva de alimentación de esta etapa se obtiene del terminal 3.

La tensión positiva aplicada al terminal 3 es estabilizada a un valor de 7,50 voltios mediante un diodo zéner alojado en el interior del circuito integrado.

La bobina o impedancia RF de la que se quiere conocer su inductancia se conecta a los bornes de entrada XL, a los cuales se encuentra conectado en paralelo un condensador cerámico de 82 pF (C1).

Actuando sobre la palanca del interruptor S1 se puede aplicar en paralelo al primer condensador

C1 un segundo condensador de poliéster de 1.000 pF (C2). De esta manera se obtiene una capacidad total de $1.000 + 82 = 1.082$ pF.

La capacidad de 82 pF (C1) se utiliza para hacer oscilar las inductancias incluidas en el rango de 0,5 microHenrios a 470 miliHenrios, mientras que la capacidad de C1+C2, igual a 1.082 pF, se utiliza para hacer oscilar las inductancias incluidas en el rango de 2,2 microHenrios a 470 miliHenrios.

Puesto que la etapa de oscilación está conectada internamente a una etapa mezcladora (terminales 1-14) la frecuencia generada se obtiene del terminal 14 y es transferida, a través del condensador C5, a la entrada de una etapa de amplificación RF (terminal 12 del integrado uA.720).

De la salida de esta etapa de amplificación RF (terminal 13) la señal se aplica a un conector BNC situado en el panel posterior del mueble. De aquí, mediante un cable coaxial, tiene que aplicarse a la entrada de un frecuencímetro digital capaz de leer una frecuencia máxima de 20-30 MHz.

Para alimentar todo el circuito, tanto el integrado uA.720 y sus componentes auxiliares como el diodo LED DL1 utilizado para la indicación de encendido, se utiliza una pila de 9 voltios.

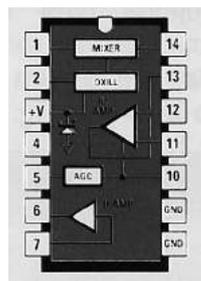
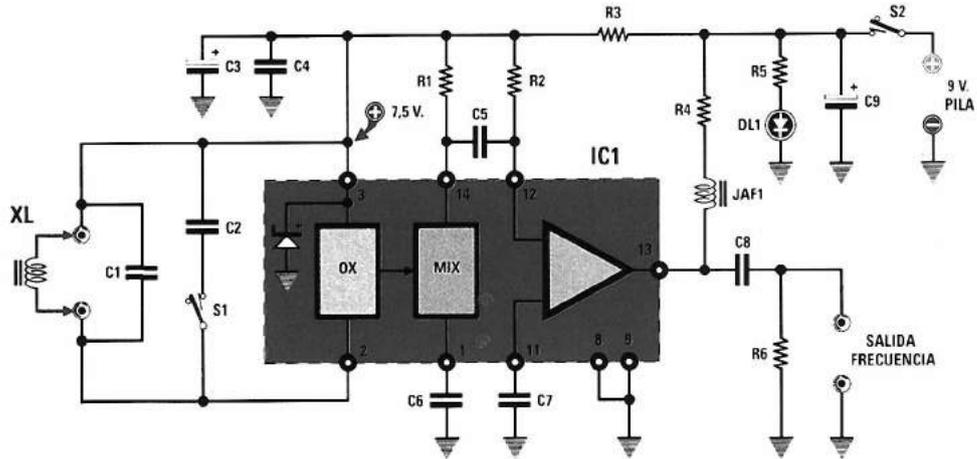


Tabla de componentes LX 1522

R1 = 2.700 ohm
 R2 = 56.000 ohm
 R3 = 100 ohm
 R4 = 330 ohm
 R5 = 680 ohm
 R6 = 2.200 ohm
 C1 = 82 pF cerámico

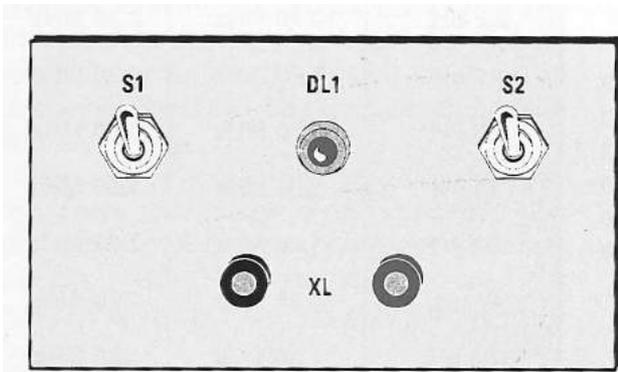
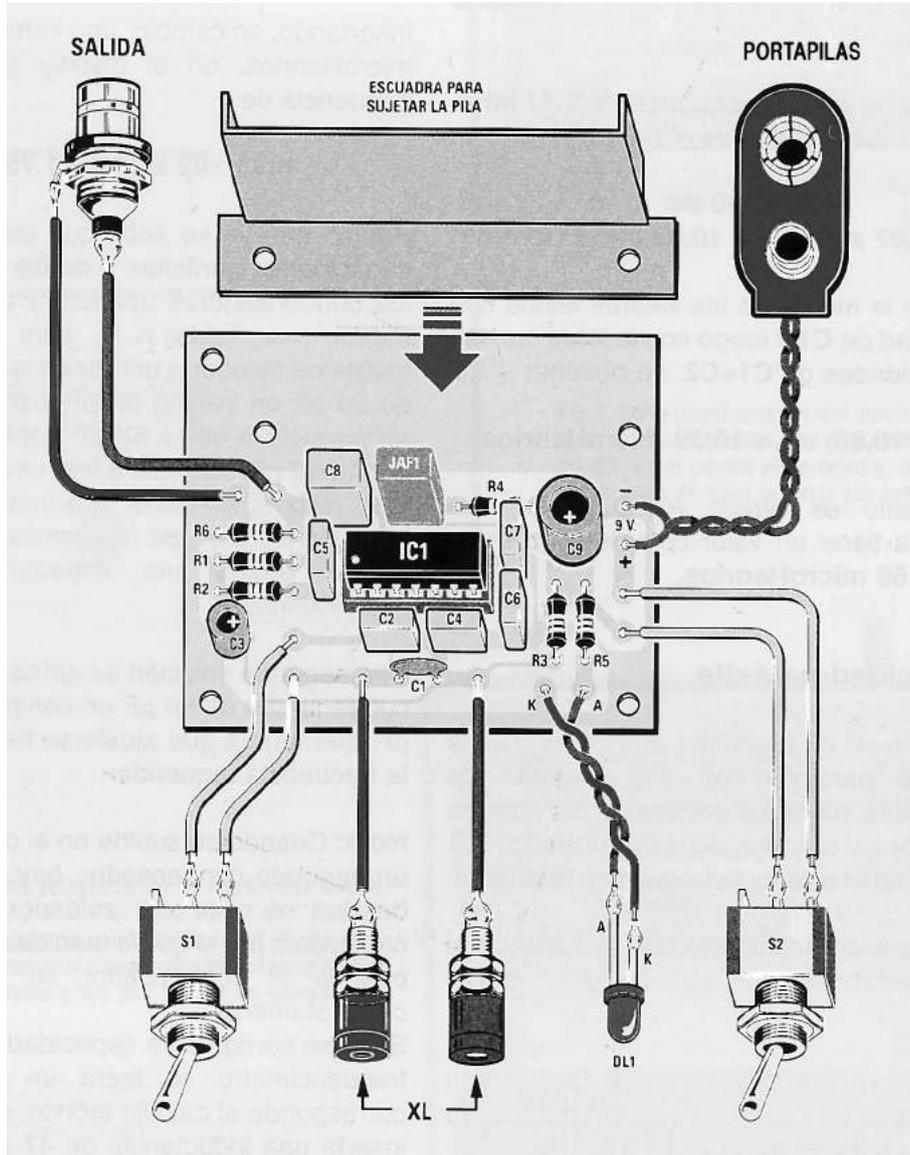
C2 = 1.000 pF poliéster
 C3 = 10 microF electrolítico
 C4 = 100.000 pF poliéster
 C5 = 10.000 pF poliéster
 C6 = 100.000 pF poliéster
 C7 = 100.000 pF poliéster
 C8 = 1 microF poliéster

C9 = 100 microF electrolítico
 JAF1 = impedancia 18 mH
 DL1 = diodo led
 IC1 = integrado tipo uA.720
 S1 = conmutador
 S2 = conmutador



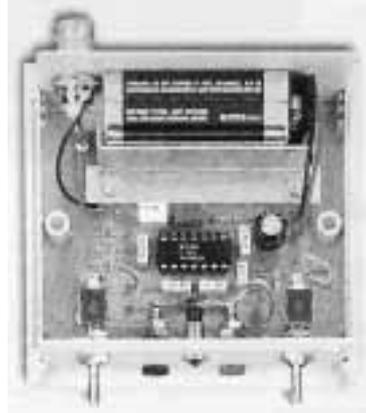
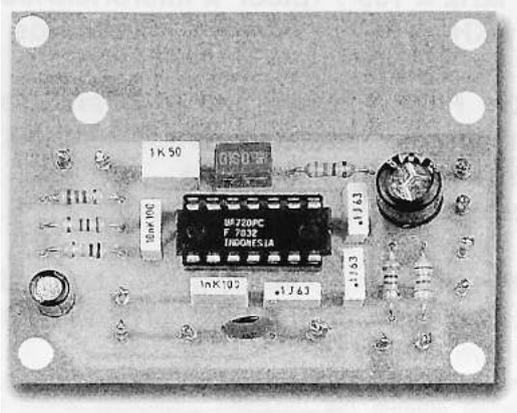
Esquema eléctrico y lista de componentes del Medidor de inductancia LX.1522. También se muestra la disposición de terminales de circuito integrado uA.720.

MONTAJE Y AJUSTE



Esquema de montaje práctico del Medidor LX.1522. También se muestra la disposición de los elementos en el panel frontal del mueble contenedor (incluido en el kit).





Aspecto final de la placa LX.1522 con todos sus componentes montados e instalación dentro del mueble contenedor, también incluido en el kit.

Para realizar el Medidor de impedancia se necesita un **circuito impreso** de simple cara: El **LX.1522**, circuito que soporta todos los componentes. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

Zócalos: Al montar el **zócalo** para el circuito integrado **IC1** hay que respetar la muesca de referencia presente en la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

Resistencias: Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R6**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores.

Condensadores: Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster (C2, C4-C8)** y el **cerámico (C1)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C3, C9)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

Diodos LED: Al montarlos hay que respetar la polaridad, el **Ánodo (A)** es el terminal **más largo**. Este circuito incluye un **diodo LED (DL1)** que se instala en el panel frontal del mueble y se conecta al circuito impreso a través de cables.

Conectores: Este incluye un **portapilas de 9 voltios** cuyos cables de conexión se sueldan directamente al impreso, teniendo cuidado en respetar su polaridad (cable rojo al positivo y cable negro al negativo). Los **2 bornes XL** para la conexión de la **inductancia a probar** se instalan en el panel frontal del mueble y se conectan al circuito impreso a través de cables.

Interruptores: El interruptor de **encendido (S2)** y el conmutador de **selección (S1)** se han de fijar, mediante sus propias tuercas, en el panel frontal del mueble. Posteriormente hay que soldarlos, mediante pequeños trozos de cable, al circuito impreso.

Circuitos integrados con zócalo: El integrado **IC1** se ha de introducir en su correspondiente zócalo haciendo

coincidir la muesca de referencia en forma de **U** del integrado con la del zócalo.

Elementos diversos: Además de los componentes ya relacionados en el circuito hay que montar la inductancia **JAF1**. También hay que instalar una **escuadra** para sustentar la **pila**, se fija al impreso mediante dos tornillos y sus correspondientes tuercas.

MONTAJE EN EL MUEBLE: El pequeño mueble elegido para este proyecto tiene sus paneles, de plástico, **sin perforar**. Para perforarlos se necesita una broca de **10 mm**, una de **6,5 mm** y una de **5,5 mm**.

Con la broca de **10 mm** hay que hacer un agujero en el **panel posterior** para fijar el **BNC** de conexión al frecuencímetro, con la broca de **6,5 mm** hay que realizar en el **panel frontal** los agujeros para los conmutadores **S1-S2** y los dos agujeros para los **bornes de entrada**, con la broca de **5,5 mm** hay que realizar un último taladro para el **portaled**.

Una vez **fijados** estos componentes se han de **cablear** al circuito impreso.

El circuito impreso se instala en la **base** del **mueble** utilizando cuatro tornillos.

AJUSTE Y PRUEBA: Este circuito **no** precisa ningún ajuste.

UTILIZACIÓN: Una vez conectada la salida del circuito a un **frecuencímetro digital** se puede leer en el **display** la **frecuencia** generada por la **bobina** o la **impedancia RF** aplicada a los bornes de entrada.

Conociendo la **frecuencia** y la **capacidad** aplicada en paralelo a la inductancia, que en este caso puede ser de **82 pF** (utilizando solo la capacidad de **C1**) o de **1.082 pF** (si se utilizan las dos capacidades de **C1+C2**) se puede conocer el **valor** de la bobina o impedancia RF utilizando la siguiente **fórmula**:

$$\text{MicroHenrios} = 25.300 : (\text{MHz} \times \text{MHz} \times \text{picofaradios})$$

PRECIOS Y REFERENCIAS

LX.1512: Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso y mueble contenedor**38,60 € + IVA**

LX.1512: Circuito impreso.....**3,05 € + IVA**

Revista de aparición del kit: **N.216**