



THEREMIN

El interés suscitado por el Theremin ya publicado en la revista nos ha llevado a considerar la invitación que nos han hecho muchos músicos para realizar una versión profesional. Gracias a dos nuevas antenas especialmente diseñadas y a la revisión de la parte eléctrica por fin podemos satisfacer esta petición.

¿Recuerdan la memorable y conmovedora escena del final de la película “Alguien voló sobre el nido del cuco” cuando el gigante indio se escapa del manicomio y se posa sobre el hombro de un Jack Nicholson “lobotizado”? ¡Usted se sorprenderá al saber que las notas que acompañan a la conmovedora escena han sido generadas por un Theremin!

En realidad, hay muchas bandas sonoras de películas famosas que utilizan esta original herramienta, como “Spellbound” de Alfred Hitchcock, o la película de ciencia ficción “El Día que paralizaron la Tierra”, de Robert Wise y también la sintonía de “Star Trek”, sólo por mencionar algunas.

Pero esto no es sorprendente ya que el Theremin, el primer instrumento musical electrónico hecho por el ingeniero ruso **Lev Ivanov Termen** (1896-1993), desde su primera aparición ha despertado el entusiasmo no sólo de conocedores y aficionados curiosos, sino también de músicos profesionales que aman la experimentación. Entre éstos, se incluye el ingeniero estadounidense **Robert Moog**, pionero de la música conocida como electrónica que, antes de llegar a la invención del teclado sintetizador, se ejerció durante largo tiempo en el uso de un Theremin hecho por él mismo. O, en música clásica, el estadounidense **Charles Ives**,

que lo ha utilizado en la composición de su famosa Cuarta Sinfonía.

Con el pequeño **Theremin** que se presentó en la revista queríamos dar una idea del sonido que genera este instrumento y la singularidad de efectos que se pueden obtener. Y también revivir el ambiente de gran entusiasmo y experimentación musical de los años 60 y 70, que ha sido un punto de referencia para toda la evolución musical posterior.

Y que este instrumento puede seguir ejerciendo una fuerte atracción, como hemos podido comprobar personalmente, viendo nuestro pequeño Theremin sobre las cajas gigantes de **Marshall** o **Fender** de grupos jóvenes comprometidos en la búsqueda de nuevos efectos sonoros.

¿Por qué un Theremin profesional?

La idea de crear este nuevo Theremin nos ha llegado a través de algunas cartas de algunos lectores músicos que, a pesar de haber disfrutado de nuestra iniciativa anterior, calificaron nuestro instrumento como poco versátil, y sobre todo no apto para su uso en un contexto artístico-profesional.

Para obtener el resultado actual es decir, un **Theremin profesional**, hemos encargado las antenas a un artesano que "vive" literalmente para este instrumento y que pone toda su experiencia a nuestra disposición. Gracias a su aporte tenemos una mejora en la **sensibilidad táctil** y una mayor **versatilidad**, lo que se ha traducido en una precisa **definición de las notas musicales** y, ampliando el espacio físico entre una nota y otra, más una mejor dinámica.

PROFESIONAL



Fig. 1 Nuestro Theremin profesional después del montaje.

Cómo se toca el Theremin

Recordemos que el Theremin, que consta de dos antenas montadas en una caja que contiene todos los circuitos electrónicos, se toca moviendo las manos en el aire, al igual que los directores de orquesta, de modo que se “acarician” los vectores invisibles que conforman los campos eléctricos de las antenas.

Alejando y acercando las manos a la antena más alta (en posición vertical) se controla la **altura de la nota**, mientras que alejándolas y acercándolas de la antena lateral (la horizontal), se ajusta la **amplitud** (volumen).

La técnica de ejecución, como es fácil de suponer, es bastante singular.

Aquí se describe una secuencia de ejercicios acompañados, en la página opuesta, con algunos ejemplos gráficos.

Ejercicio 1 – Las notas (Fig. 2)

Consiste en mantener la mano izquierda quieta y usar la mano derecha colocando el dedo índice sobre el pulgar (como el OK de los buzos), para pasar de una nota a otra, sin superar nunca la nota en sí. Inicialmente, este movimiento se realiza lentamente.

Ejercicio 2 – Intensidad (Fig. 3)

El ejercicio consiste en subir y bajar la mano izquierda muy lentamente sobre la antena del volumen en correspondencia con cada nota, teniendo cuidado de detenerse en la nota misma.

Ejercicio 3 – Fluidéz

Está dirigido a realizar intervalos aleatorios con una velocidad en aumento; cada vez que se aprecie “disonancia” hay que reducir la velocidad y volver a intentarlo.

Ejercicio 4 – Mano izquierda

En este ejercicio hay que levantar la mano izquierda y luego dejarla caer rápidamente en correspondencia con cada nota para producir un efecto de “staccato”: el ejercicio se debe hacer en diferentes tonos.

Ejercicio 5 – derecho de los movimientos de dedo de la mano (Fig. 4)

Repita el ejercicio 1 con el dedo índice y el pulgar de la mano derecha juntos. Mientras se mantiene quieto el brazo en la misma posición, mover los dedos hacia adelante una o dos veces manteniendo siempre unidos los dedos índice y pulgar.

Ejercicio 6

Repita el ejercicio 5, pero separando los movimientos.

Ejercicio 7 - Pasar de una nota a otra

Aprender a ir directamente de la posición del ejercicio 1 a la posición del ejercicio 3 (extendiendo de los dedos).

Ejercicio 8

Consiste en llevar a cabo el **ejercicio 7** pero tocando con el efecto “staccato”.

Ejercicio 9

Estudio de las posiciones **1, 2, 3, 4**, también en posición media.

La posición intermedia se obtiene mediante la extensión de los dedos para una distancia de medio tono.

Ejercicio 10

Tocar “staccato” pasando directamente de la posición 1 de los dedos a la 4. Hacer luego el mismo ejercicio “unido”.

De acuerdo con la “sacerdotisa” del Theremin, Clara Rockmore, es necesario llegar hasta el décimo ejercicio incluso si eso significa tener una

Fig. 2 El primer ejercicio se debe hacer muy lentamente, tomando en conjunto los dedos índice y pulgar de su mano derecha.

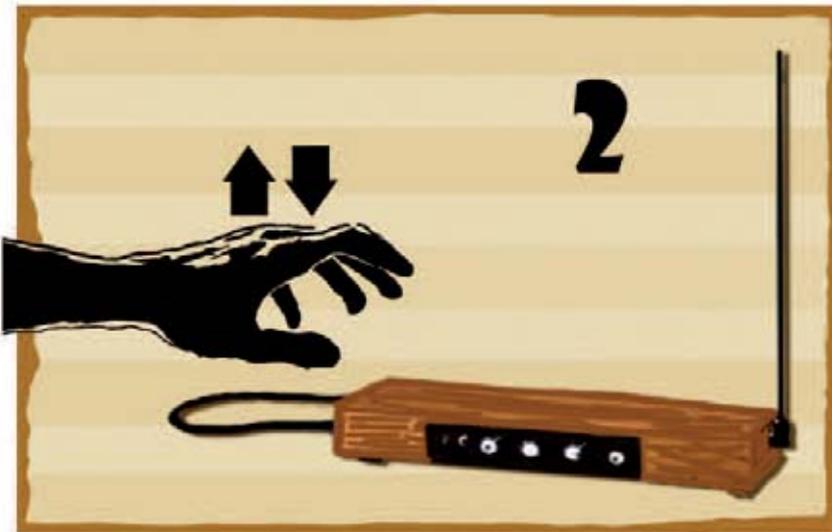


Fig. 3 Suba y baje lentamente la mano izquierda sobre la antena horizontal del volumen.

Fig. 4 Mueva la mano derecha con el dedo índice y el pulgar unidos alargando los dedos hacia delante mientras mantiene el brazo quieto.



partitura musical en la que leer las distintas notas para tocar.

Ésta es una condición muy importante para utilizar esta herramienta de manera rentable.

En la web se pueden encontrar películas, videos de simples músicos aficionados o formidables, muy útiles para aquellos que quieren aprender esta técnica extraordinaria.

Escribiendo Theremin en You Tube, también encontramos multitud de sonidos de todo el mundo.

En este punto, sólo nos queda profundizar en la descripción esquemática de nuestro Theremin.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Como se puede ver en el diagrama eléctrico que se reproduce en la figura 6, el Theremin se ha hecho con un fin, obtener un proyecto profesional. Eso sí, “profesional” no quiere decir que su principio de funcionamiento sea diferente del de nuestro anterior Theremin, pero hemos añadido algunas etapas para mejorar el funcionamiento del instrumento y hacerlo más **sensible**.

Para simplificar la descripción del sistema eléctrica, lo hemos dividido en cinco estadios considerando cada una de ellas de forma individual:

- 1 – estadio de generación de las notas
- 2 – estadio que genera los efectos especiales en las notas
- 3 – estadio que predispone para las notas MIDI
- 4 – estadio que controla el volumen para MIDI

1 - Estadio que genera las notas (antena vertical)

La antena con el condensador y las tres impedancias en serie forman un circuito resonante con dos osciladores (el primer oscilador está constituido por el grupo **IC1/A + antena**, el segundo oscilador está formado por **IC2/A**).

Hay que recordar que las tres impedancias en serie con la antena también aumentan la sensibilidad del instrumento.

Dos osciladores son capaces de “ponerse de acuerdo” y engancharse a la frecuencia determinada por la presencia de la mano en el espacio que circunda a la antena.

La frecuencia de los dos osciladores es de unos **280 kHz**.

El chip de **IC2/B** se utiliza en la forma de circuito sintonizador ya que modifica, por medio del potenciómetro R10 (como lo haría un diodo varicap) la capacidad interna del mismo transistor cambiando la frecuencia de oscilación del estadio oscilador **IC2/A**.

El estadio no es más que un **superheterodino** en el que se genera una señal debida a los golpes entre frecuencia de la antena unida a su oscilador y el segundo oscilador que, a la vez, genera una frecuencia la antena junto con su segundo oscilador que a la vez genera una frecuencia que es igual a la suma de las dos frecuencias y la diferencia entre ambas.

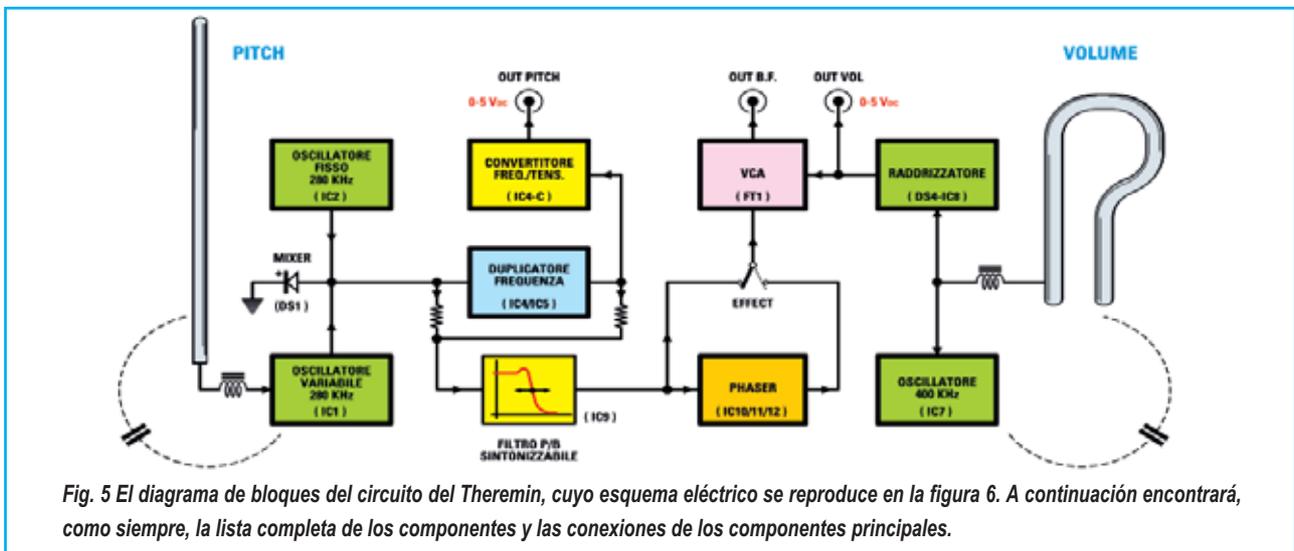
El diodo **DS1** actúa como mezclador que tiene en cuenta sólo la frecuencia generada por la diferencia entre frecuencias (tonos).

Una sección de **IC3/A** se utiliza para adaptar la impedancia entre el mezclador, formado por el diodo **DS1**, que sirve para amplificar la señal generada por BF en detrimento del superheterodino.

2 – Estadio que genera efectos especiales en las notas

El estadio formado por **IC4/A**, **IC4/B** y **IC5/A** y **IC5/B** forma un duplicador de frecuencia que produce el efecto por el que casi parece que el Theremin “cante”, generando un sonido muy impresionante.

La señal siendo una onda compleja es filtrada por el filtro de paso bajo de ajuste **IC9/A**, **IC9/B**, por



medio del potenciómetro doble **R66** y **R67** agrega o elimina los armónicos a la señal.

Por medio de un interruptor añadimos o quitamos a la señal de audio de salida un efecto similar a un “Phasing”, gracias al grupo formado por **IC10**, **IC11**, **IC12** y los FET desde **FT2** a **FT7**.

3 – Estadio que prepara notas para MIDI

El puerto **IC4/C** y el operacional **IC6/A** forman un conversor de frecuencia/tensión, que produce un nivel de tensión de **0 a 5 voltios** en función de las notas generadas por la mano que se acerca de la antena.

Este nivel de tensión será explotado en un proyecto futuro para un interfaz MIDI especial con el que nuestro instrumento, combinado con un ordenador, será capaz de hacer cosas realmente sorprendentes: por ejemplo, simular instrumentos musicales simplemente acercando sus manos a la antena.

4 - Estadio que controla el volumen

En este caso nos encontramos sólo con un oscilador compuesto por **IC7/B** más la antena loop. El **IC7/A** sigue sirviendo para variar la capacidad interna como un diodo varicap en el circuito oscilante.

Al girar el potenciómetro **R46** se puede cambiar la

capacidad y por tanto ajustar el oscilador en la frecuencia de **400 Hz**.

Al acercar o alejar la mano de la antena loop, se producirá una variación en la capacidad que cambiará la frecuencia de resonancia. El diodo **DS4** sirve para mostrar la frecuencia de respuesta y, a través del estadio **IC8/A - IC8/B** y el fet **FT1**, ajusta el volumen.

De hecho, es un estadio de VCA (**V**oltage **C**ontrol **A**mplifier), es decir, un amplificador controlado por la tensión.

5 - Estadio que establece el volumen para el MIDI

De salida tras el estadio del volumen, hemos puesto otro circuito que convierte la frecuencia, proporcional al volumen, en una tensión entre **0 y 5 voltios**.

Esto servirá, de nuevo en una futura aplicación, para conectar un interfaz MIDI a este canal y determinar en el PC también las respuestas por volumen.

Como se puede ver es un patrón un poco de complejo, pero esencial para lograr la calidad de sonido que nos hemos prefijado.

Y todo en una hermosa caja de madera como la que hemos diseñado especialmente.

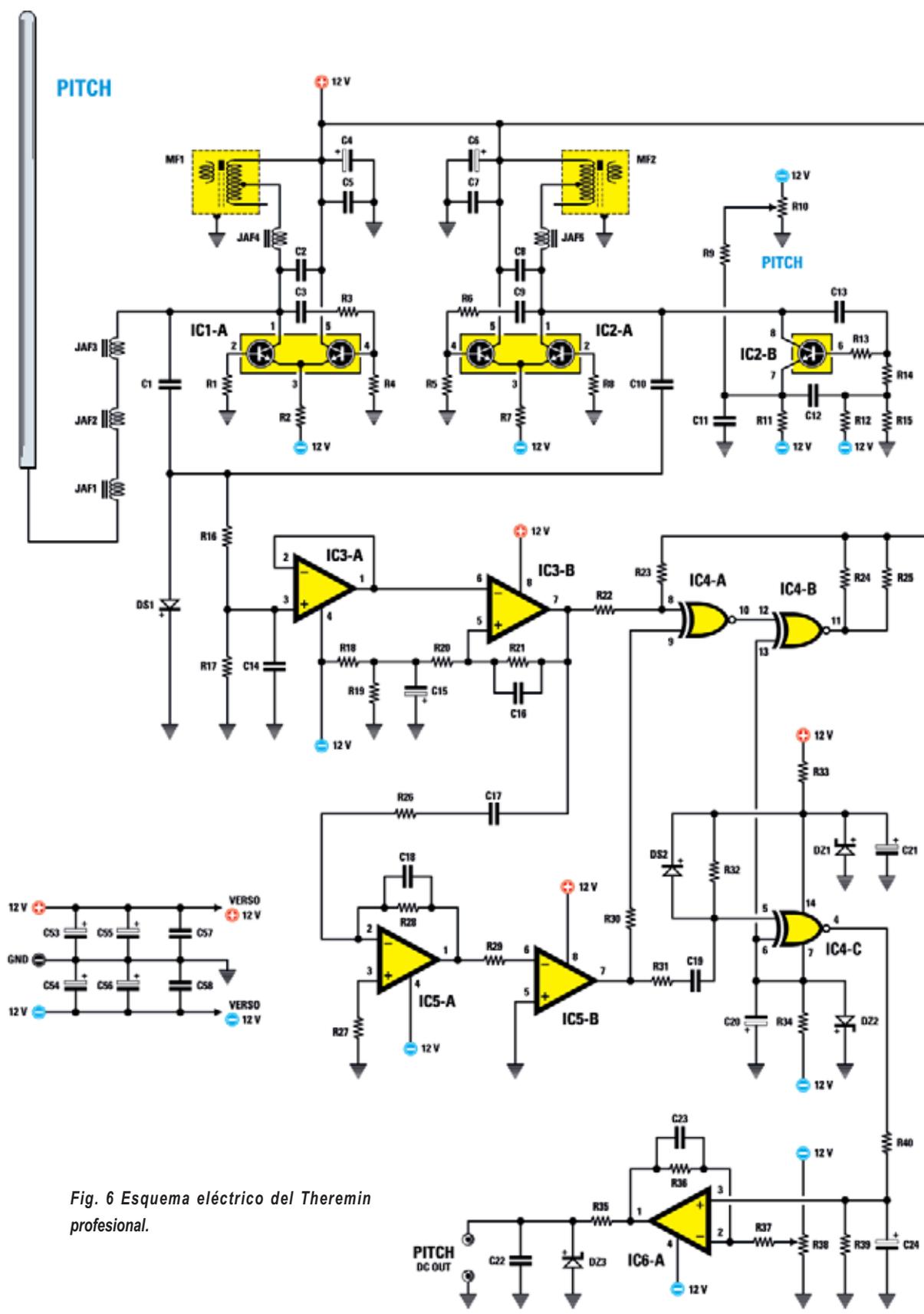
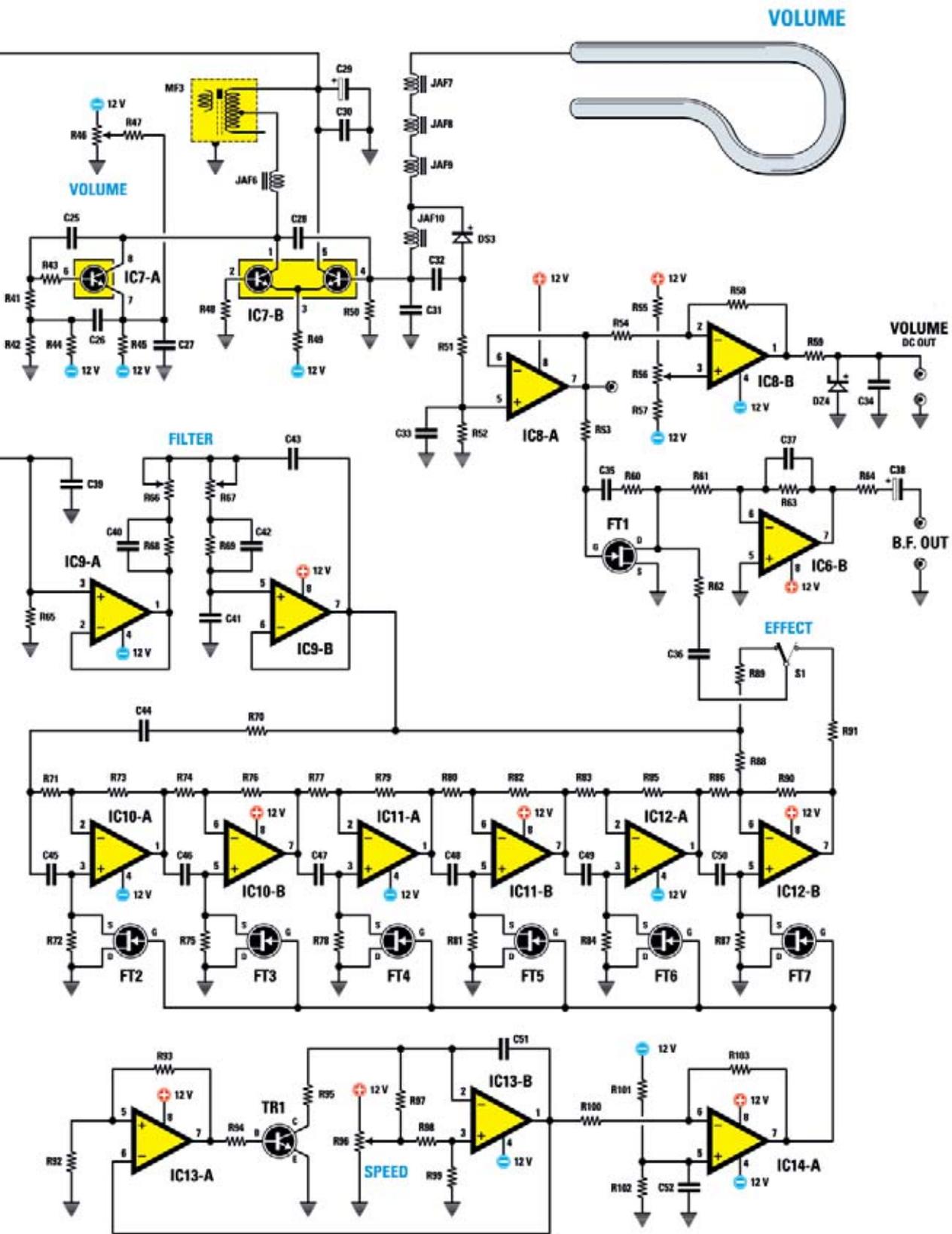


Fig. 6 Esquema eléctrico del Theremin profesional.



LISTA DE COMPONENTES LX.1790

R1 = 1.000 ohm	R64 = 100 ohm	C24 = 2,2 microF. electrolítico
R2 = 2.200 ohm	R65 = 12.000 ohm	C25 = 22 pF cerámico
R3 = 47.000 ohm	R66 - R67 = 100.000 ohm pot. lin.	C26 = 1 microF. de poliéster
R4 = 1.000 ohm	R68 = 4.700 ohm	C27 = 1 microF. de poliéster
R5 = 1.000 ohm	R69 = 4.700 ohm	C28 = 2.200 pF de poliéster
R6 = 47.000 ohm	R70 = 10.000 ohm	C29 = 10 microF. electrolítico
R7 = 2.200 ohm	R71 = 22.000 ohm	C30 = 100.000 pF de poliéster
R8 = 1.000 ohm	R72 = 10.000 ohm	C31 = 6.800 pF cerámico
R9 = 10.000 ohm	R73 = 22.000 ohm	C32 = 1.000 pF cerámico
R10 = 4.700 ohm pot. lin.	R74 = 22.000 ohm	C33 = 100 pF cerámico
R11 = 10.000 ohm	R75 = 10.000 ohm	C34 = 100.000 pF de poliéster
R12 = 10.000 ohm	R76 = 22.000 ohm	C35 = 100.000 pF de poliéster
R13 = 470 ohm	R77 = 22.000 ohm	C36 = 1 microF. de poliéster
R14 = 33 ohm	R78 = 10.000 ohm	C37 = 100 pF cerámico
R15 = 2.200 ohm	R79 = 22.000 ohm	C38 = 10 microF. electrolítico
R16 = 10.000 ohm	R80 = 22.000 ohm	C39 = 100 pF cerámico
R17 = 4.700 ohm	R81 = 10.000 ohm	C40 = 1.000 pF de poliéster
R18 = 33.000 ohm	R82 = 22.000 ohm	C41 = 330 pF cerámico
R19 = 820 ohm	R83 = 22.000 ohm	C42 = 1.000 pF de poliéster
R20 = 10.000 ohm	R84 = 10.000 ohm	C43 = 47.000 pF de poliéster
R21 = 3,3 megaohm	R85 = 22.000 ohm	C44 = 1 microF. de poliéster
R22 = 10.000 ohm	R86 = 22.000 ohm	C45 = 1 microF. de poliéster
R23 = 33.000 ohm	R87 = 10.000 ohm	C46 = 470.000 pF de poliéster
R24 = 33.000 ohm	R88 = 47.000 ohm	C47 = 330.000 pF de poliéster
R25 = 330.000 ohm	R89 = 1.000 ohm	C48 = 150.000 pF de poliéster
R26 = 100.000 ohm	R90 = 22.000 ohm	C49 = 100.000 pF de poliéster
R27 = 100.000 ohm	R91 = 1.000 ohm	C50 = 47.000 pF de poliéster
R28 = 1 megaohm	R92 = 47.000 ohm	C51 = 100.000 pF de poliéster
R29 = 4.700 ohm	R93 = 47.000 ohm	C52 = 100.000 pF de poliéster
R30 = 10.000 ohm	R94 = 47.000 ohm	C53 = 100 microF. electrolítico
R31 = 1.000 ohm	R95 = 47.000 ohm	C54 = 100 microF. electrolítico
R32 = 47.000 ohm	R96 = 10.000 ohm pot. lin.	C55 = 100 microF. electrolítico
R33 = 270 ohm	R97 = 100.000 ohm	C56 = 100 microF. electrolítico
R34 = 270 ohm	R98 = 47.000 ohm	C57-C58 = 100.000 pF pol. x10
R35 = 1.000 ohm	R99 = 47.000 ohm	JAF1 = imped. 10 milihenrios
R36 = 100.000 ohm	R100 = 100.000 ohm	JAF2 = imped. 4,7 milihenrios
R37 = 100.000 ohm	R101 = 4.700 ohm	JAF3 = imped. 3,3 milihenrios
R38 = 10.000 ohm trimmer	R102 = 1.000 ohm	JAF4 = imped. 82 microhenrios
R39 = 100.000 ohm	R103 = 47.000 ohm	JAF5 = imped. 82 microhenrios
R40 = 100.000 ohm	C1 = 15 pF cerámico	JAF6 = imped. 33 milihenrios
R41 = 33 ohm	C2 = 2.200 pF de poliéster	JAF7 = imped. 3,3 milihenrios
R42 = 2.200 ohm	C3 = 10.000 pF de poliéster	JAF8 = imped. 2,2 milihenrios
R43 = 470 ohm	C4 = 10 microF. electrolítico	JAF9-JAF10 = imped. 2,2 milihenrios
R44 = 10.000 ohm	C5 = 100.000 pF de poliéster	MF1-MF3 = media frec. 455 KHz
R45 = 10.000 ohm	C6 = 10 microF. electrolítico	DS1-DS3 = diodos de tipo 1N4150
R46 = 4.700 ohm pot. lin.	C7 = 100.000 pF de poliéster	DZ1 = zener 6,8 V 1/2 W
R47 = 2.700 ohm	C8 = 2.200 pF de poliéster	DZ2 = zener 6,8 V 1/2 W
R48 = 470 ohm	C9 = 10.000 pF de poliéster	DZ3-DZ4 = zener 5,6 V
R49 = 2.200 ohm	C10 = 15 pF cerámico	TR1 = NPN tipo BC547
R50 = 470 ohm	C11 = 470.000 pF de poliéster	FT1 = fet tipo J310
R51-R52 = 1 megaohm	C12 = 470.000 pF de poliéster	FT2-FT7 = fet tipo BF245
R53 = 470.000 ohm	C13 = 33 pF cerámico	IC1-IC2 = integrados de tipo LM3086
R54 = 100.000 ohm	C14 = 4.700 pF de poliéster	IC3 = integrado de tipo LM082
R55 = 10.000 ohm	C15 = 10 microF. electrolítico	IC4 = C/Mos tipo 4077
R56 = 10.000 ohm trimmer	C16 = 2.200 pF de poliéster	IC5-IC6 = integrados de tipo TL082
R57 = 10.000 ohm	C17 = 100.000 pF de poliéster	IC7 = integrados de tipo LM3086
R58 = 120.000 ohm	C18 = 22.000 pF de poliéster	IC8-IC14 = integrados de tipo TL082
R59 = 1.000 ohm	C19 = 10.000 pF de poliéster	S1 = interruptor
R60 = 470.000 ohm	C20 = 10 microF. electrolítico	
R61 = 10.000 ohm	C21 = 10 microF. electrolítico	
R62 = 100.000 ohm	C22 = 100.000 pF de poliéster	
R63 = 10.000 ohm	C23 = 100.000 pF de poliéster	

EJECUCIÓN PRÁCTICA

En la Figura 8 se ha reproducido el esquema del circuito a escala 1:1, que será útil como guía en la fase de ejecución del Theremin.

Como de costumbre, os sugerimos comenzar el montaje introduciendo los zócalos para los circuitos integrados de **IC1** a **IC14**, orientando la muesca de referencia tal y como se indica en el dibujo.

A continuación, se puede continuar introduciendo todas las resistencias, después de haber descifrado cuidadosamente el valor indicado por las rayas de color de su cuerpo, y los dos trimmer **R38** y **R56** con forma de paralelepípedo.

Después se introducen los diodos de silicio **DS1-DS2-DS3** orientando la franja negra de su cuerpo como se indica en la serigrafía y los diodos Zener **DZ1-DZ2-DZ3-DZ4** con su muesca de referencia como se indica en el dibujo.

Proceder después a soldar los condensadores de poliéster, los cerámicos y los electrolíticos a las posiciones asignadas.

Acerca de los condensadores electrolíticos os recordamos que se debe prestar especial atención a la polaridad de sus dos terminales.

Después de estos componentes, pasamos a las impedancias de **JAF1** a **JAF10**, de cuerpo rectangular, y colocarlas en las posiciones asignadas en la serigrafía, en particular, montar arriba a la izquierda **JAF7-JAF8-JAF9-JAF10** y, por debajo un poco alejada, la **JAF6**. A la derecha del circuito impreso soldar arriba **JAF1-JAF2-JAF3** y, más abajo, **JAF4** y **JAF5**.

A continuación, montar el transistor **TR1** poniendo hacia la derecha el lado plano de su cuerpo y los fet de **FT1** a **FT7** como ilustra el dibujo de la Fig. 8 para determinar la dirección hacia la que va su cara plana.

Al insertar las medias frecuencias **MF1 MF2-MF3** en las posiciones asignadas (ver Figura 8), se debe retirar antes el condensador que tienen dentro.

En este punto hay que poner en su zócalos correspondientes todos los circuitos integrados de **IC1** a **IC14**.

Como se puede ver en el dibujo de la fig.8, la muesca de referencia con forma de U debe estar orientada hacia abajo, con la excepción de **IC7** en el que la muesca va hacia arriba.

Para finalizar la instalación hay que fijar sobre el circuito impreso el cuerpo de los potenciómetros y más concretamente, de izquierda a derecha, el potenciómetro **R46** de ajustar el volumen, el **R96** de la velocidad, el doble potenciómetro **R66 + R67** del filtro y el **R10** del pitch tune.

Para ello, doblar suavemente en forma de L los pines, introducirlos en el circuito y soldarlos con precisión.

Como veréis, en el cuerpo de estos potenciómetros hay una fina barrita de metal para garantizar una fijación perfecta en el circuito impreso.

Como se puede ver en la Figura 8 en la parte superior del circuito hay que soldar los cables apantallados para la conexión con la salida para el volumen (**DC OUT**), con la toma de salida **BF OUT** y la toma pitch **DC OUT**.

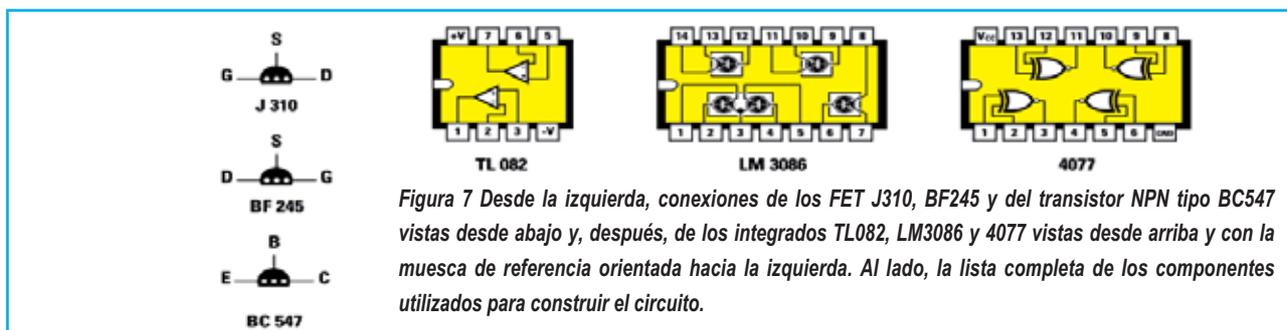


Figura 7 Desde la izquierda, conexiones de los FET J310, BF245 y del transistor NPN tipo BC547 vistas desde abajo y, después, de los integrados TL082, LM3086 y 4077 vistas desde arriba y con la muesca de referencia orientada hacia la izquierda. Al lado, la lista completa de los componentes utilizados para construir el circuito.

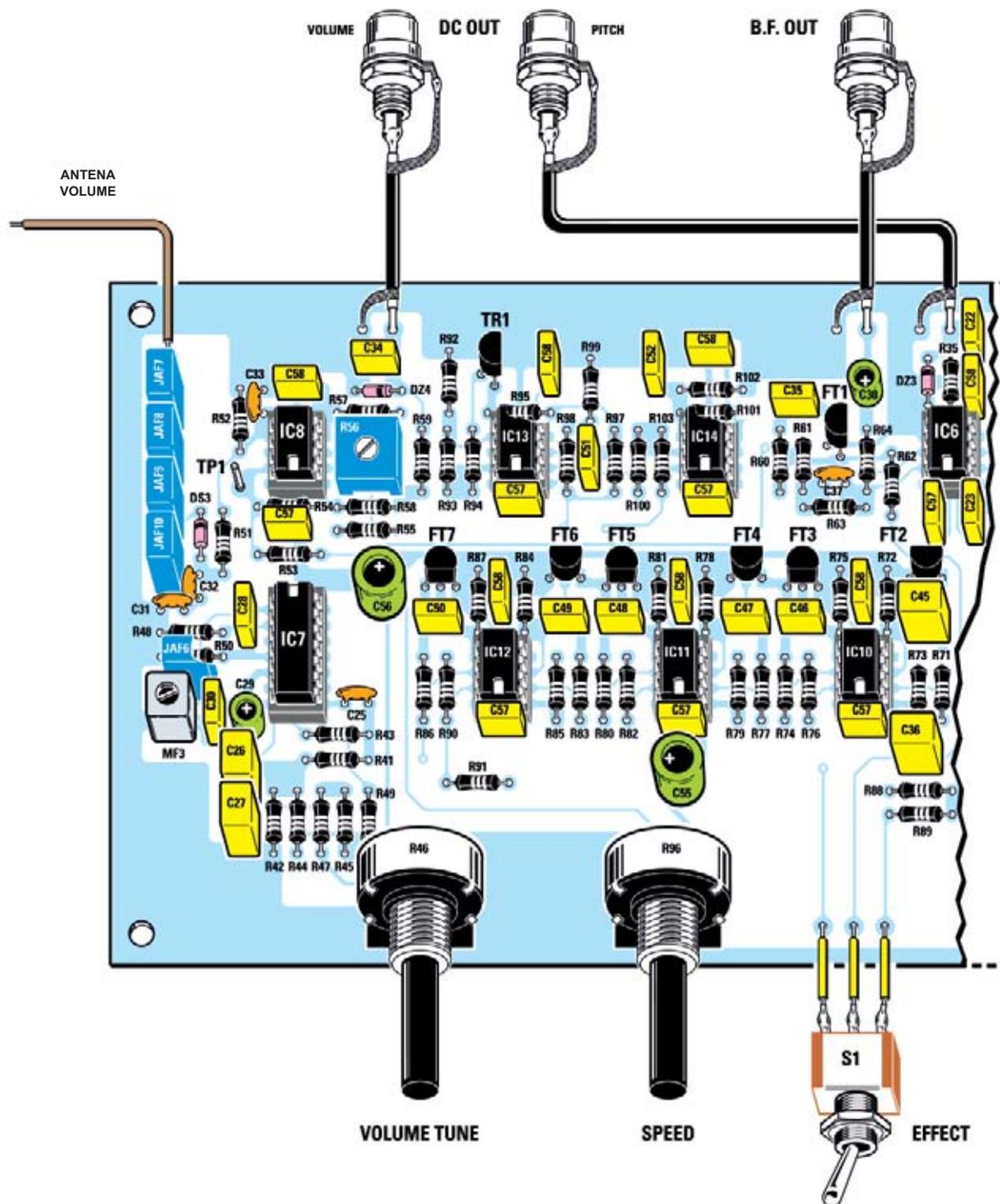


Fig.8 Esquema práctico de montaje del Theremin profesional LX.1790. Si se siguen las instrucciones contenidas en el artículo, se pueden completar todas las operaciones necesarias sin dificultad.



Nota: Antes de montar las **frecuencias medias MF1-MF2-MF3** recuerde quitar el condensador presente en las mismas

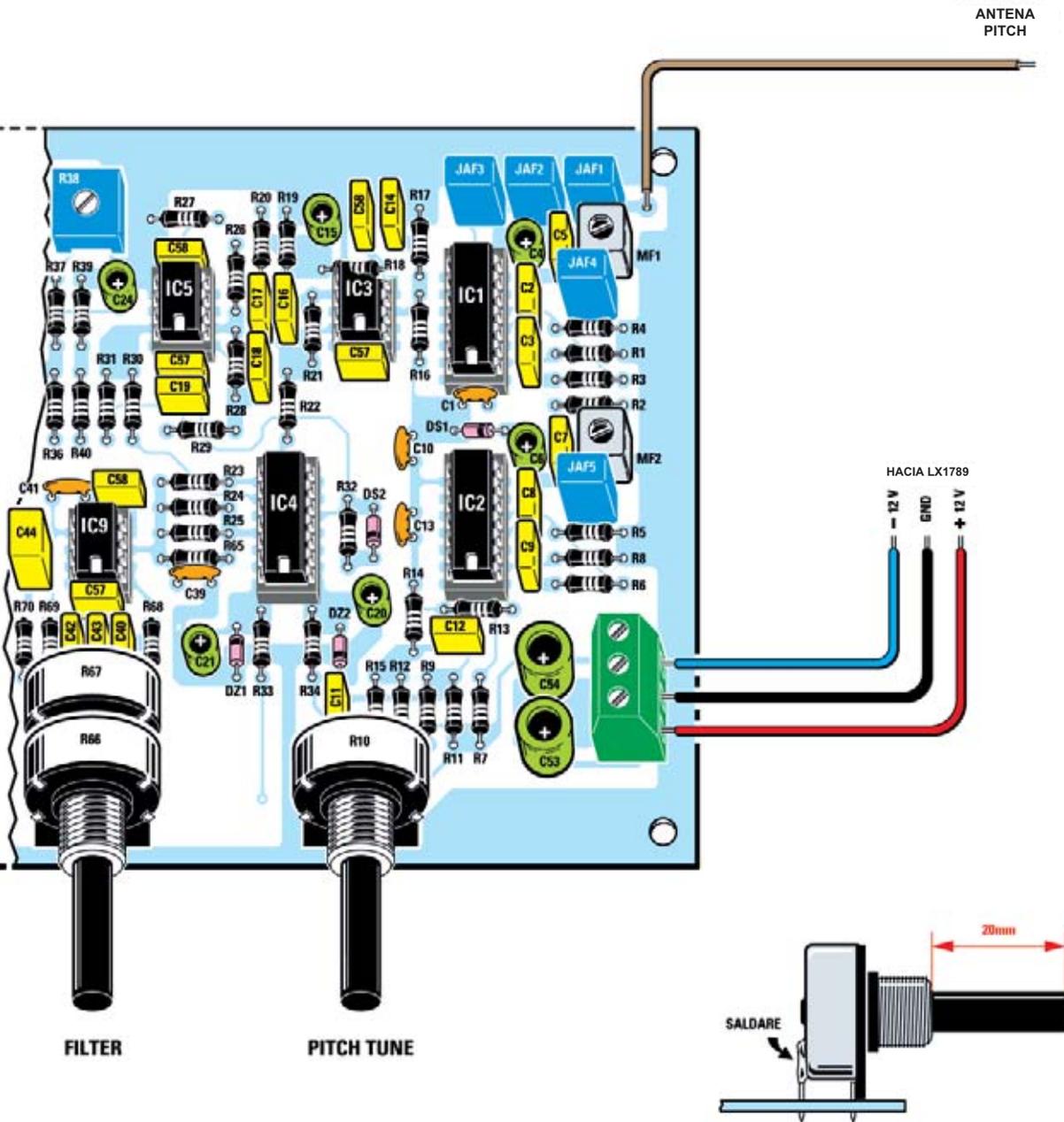
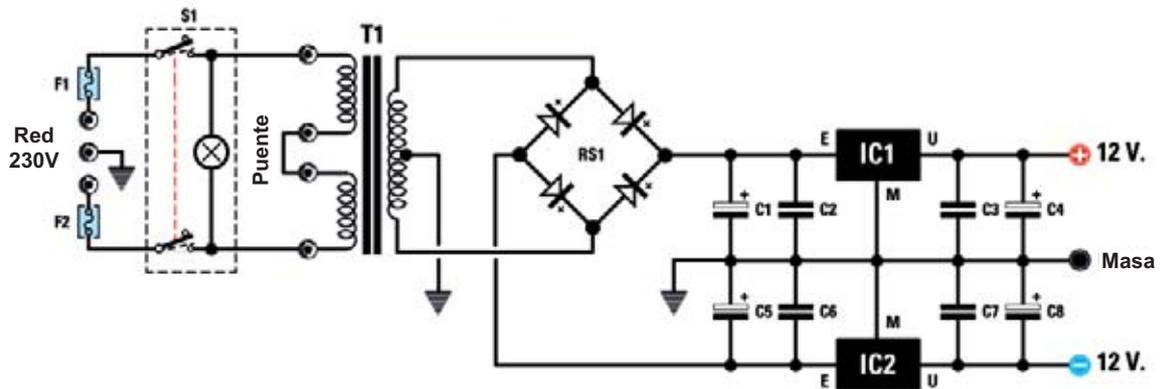


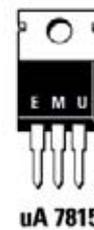
Fig.9 A la derecha se indica la longitud que deben tener los pines de los potenciómetros para pasar por el frontal correctamente. El metal en la parte posterior asegura una mejor fijación del componente a la placa.



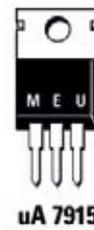
LISTADO DE COMPONENTES LX.1789

C1 = 1.000 microF. electr.
 C2 = 100.000 pF de poliéster
 C3 = 100.000 pF de poliéster
 C4 = 100 microF. electrolítico
 C5 = 1.000 microF. electr.
 C6 = 100.000 pF de poliéster
 C7 = 100.000 pF de poliéster
 C8 = 100 microF. electr.
 RS1 = puente enderezador
 100 V 1 A

IC1 = integrado tipo uA7815
 IC2 = integrado tipo uA7915
 F1 = fusible 1 Amperio
 F2 = fusible 1 Amperio
 T1 = transform. 3 Watt
 (TS03.01)
 Sec. 19+19 V 100 mA
 S1 = doble interruptor



uA 7815



uA 7915

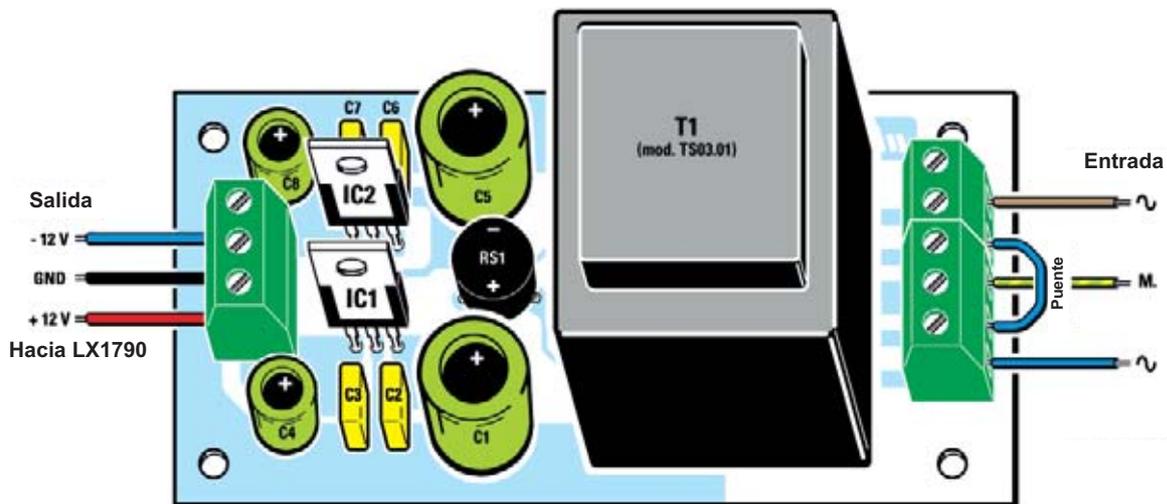


Fig.10 Arriba está el diagrama de cableado de la fuente de alimentación LX.1789 de este Theremin profesional y debajo la lista de componentes y conexiones de los dos integrados uA7815 uA7915 vistos frontalmente.

Aquí encima, el esquema práctico de montaje. A la derecha se puede ver cómo se realiza el cableado del puente sobre las clemas de entrada y los tres cables para la conexión a la red con el bloque de entrada que se reproduce en la figura 11.

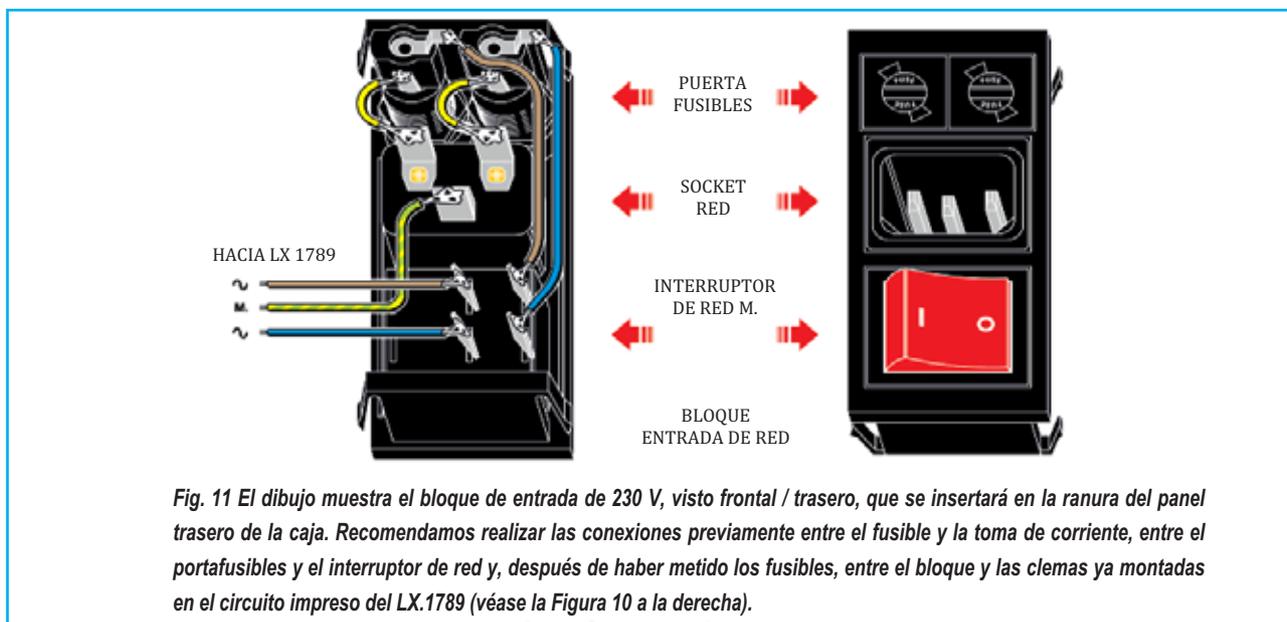


Fig. 11 El dibujo muestra el bloque de entrada de 230 V, visto frontal / trasero, que se insertará en la ranura del panel trasero de la caja. Recomendamos realizar las conexiones previamente entre el fusible y la toma de corriente, entre el portafusibles y el interruptor de red y, después de haber metido los fusibles, entre el bloque y las clemas ya montadas en el circuito impreso del LX.1789 (véase la Figura 10 a la derecha).

A la derecha e izquierda del circuito impreso, conectar finalmente los dos cables de conexión a la antena del volumen y la antena pitch.

Para completar esta fase de montaje se fija a la derecha la clema de conexión al estadio de **alimentación LX.1789** que se reproduce en la figura 10.

En cuanto a la realización práctica de este último, hay que decir que no presenta dificultades.

Proceder como de costumbre, insertando los **condensadores de poliéster** y los **electrolíticos**, teniendo cuidado de respetar la polaridad.

A continuación, montar los dos integrados **IC1** e **IC2** orientando la parte metálica hacia los condensadores **C2** y **C3** y el transformador **T1**. Al final fijar a la derecha las dos clemas para la conexión con el bloque de entrada de red que se ve en la figura 11.

MONTAJE EN LA CAJA

Una vez completada la instalación de la tarjeta **LX.1790** y de la fuente de alimentación **LX.1789** habrá que meter ambos en la caja que hemos predispuesto y fijar a los paneles delantero y trasero todos los componentes externos.

Con algunas piezas cortas de cable de cobre

aislado de plástico se conectan los terminales del interruptor **S1 (Effect)** a las pistas del circuito impreso, dejándolos con largo suficiente para llegar al cuerpo del componente al panel frontal.

A continuación, asegúrelo con la tuerca adecuada que se encuentra en el blister del kit. Introducir en el panel frontal las clavijas de los potenciómetros que ya estarán fijados al circuito impreso, dimensionándolos como se indica en la fig.9 para hacerlos sobresalir la longitud adecuada, aproximadamente 20 mm: luego se combinan con sus respectivos mandos.

En el frontal posterior hay que introducir las tomas DC OUT (volumen y pitch) y para la baja frecuencia BF OUT conectar el cable apantallado a su cuerpo metálico, y el bloque de entrada de red.

A continuación, realizar el cableado con la tarjeta de alimentación LX.1789 teniendo cuidado de no invertir los tres cables de conexión.

CALIBRACIÓN

Antes de proceder a este paso, hay que señalar que el Theremin se coloca lejos de objetos de metal que pueden afectar negativamente a las antenas.

En algunos casos, se aconseja conectar el polo negativo de alimentación a una toma de tierra del

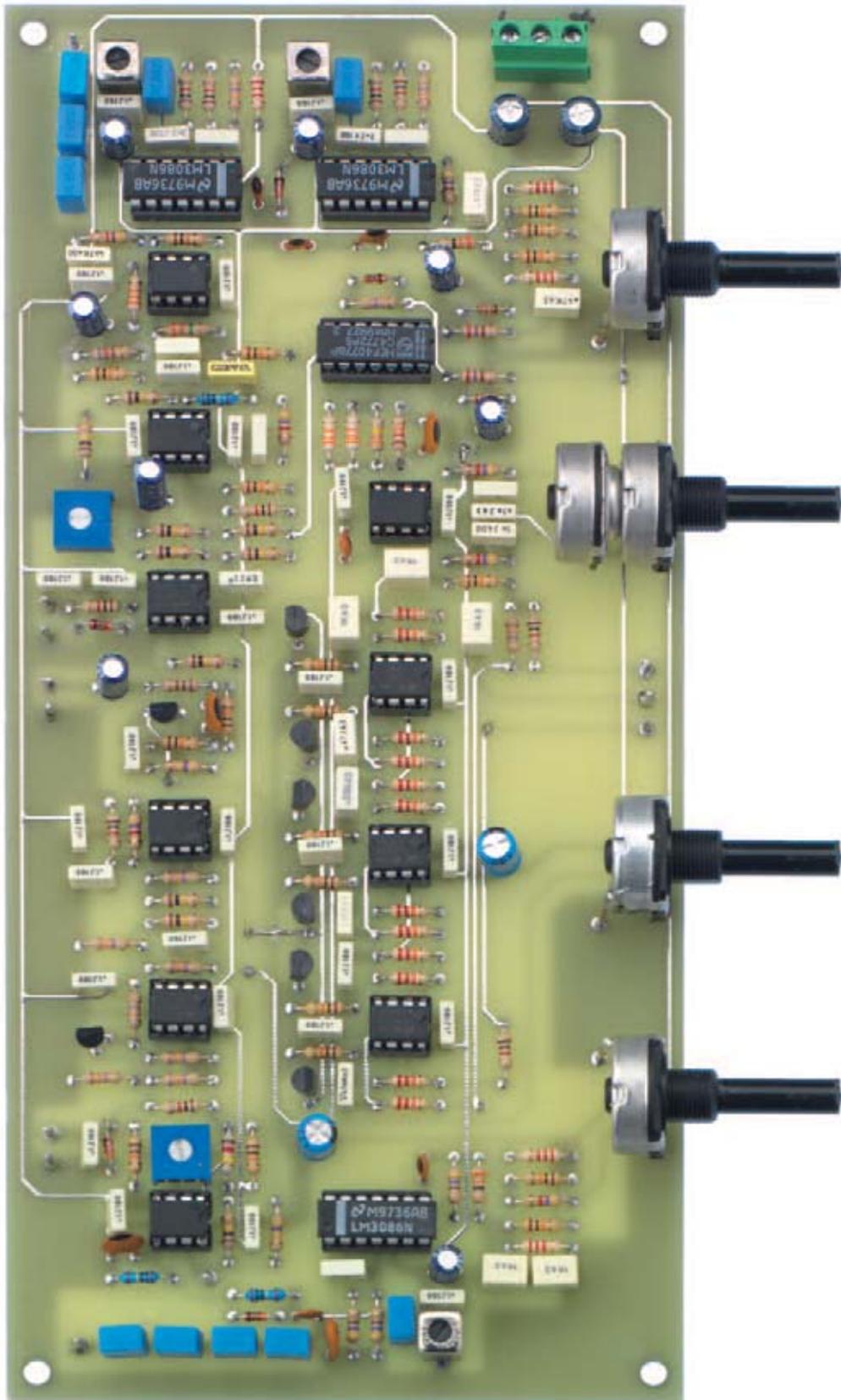


Fig.12 La fotografía muestra la tarjeta del Theremin profesional LX.1790 montado por nosotros para realizar las pruebas de laboratorio habituales.

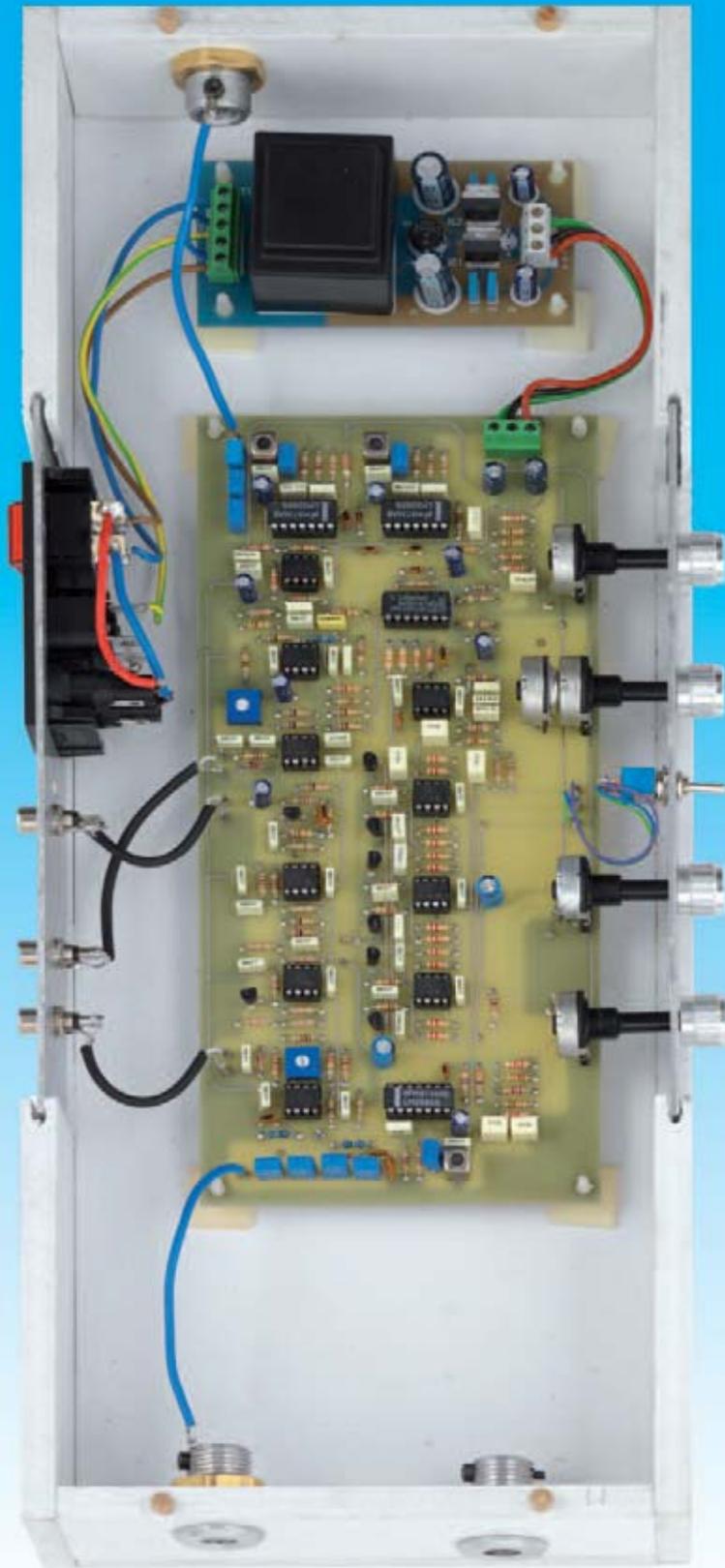


Fig. 13 En esta foto se pueden ver los circuitos del Theremin profesional LX.1790 y de la fuente de alimentación LX.1789, situados en el interior la caja de madera con el panel frontal y posterior de aluminio anodizado.

sistema eléctrico: en el panel trasero de la caja hay un anclaje adecuado preparado para este uso.

El dispositivo será impulsado por una tensión estabilizada de 6 voltios con una corriente de al menos 0,5 amperios.

El estadio interno de switching generará a partir de esta tensión los ± 12 voltios utilizados por el circuito.

Si se desea, se puede comprobar con un medidor. Hay que tener en cuenta que los valores pueden no ser constantes con una diferencia de hasta el 5% con respecto al valor nominal: si se mide un valor, por ejemplo, de +11,5 V en lugar de los 12 voltios nominales, se considera perfectamente normal y no producirá ningún efecto negativo en el circuito.

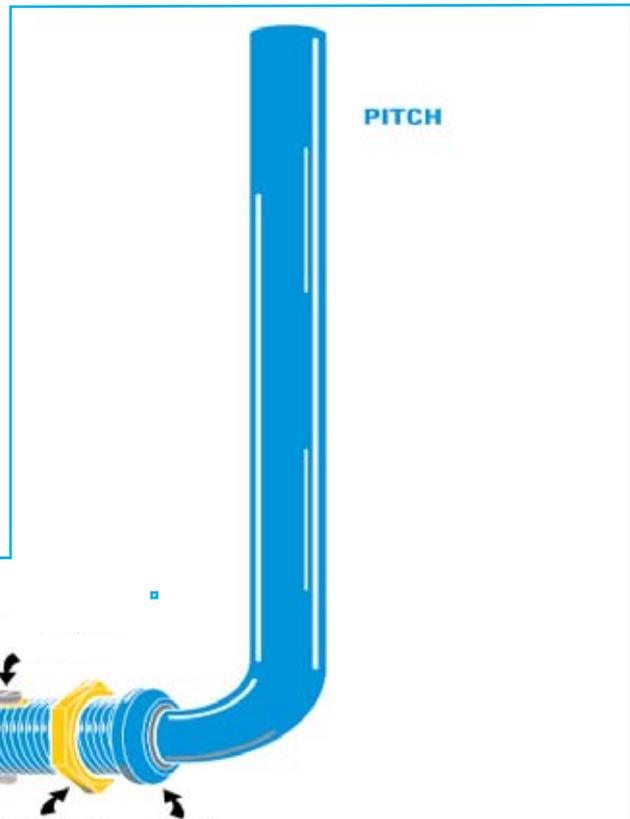
La calibración del estadio "Volumen", es decir, el de la antena "loop", se puede ejecutar sin que la salida del Theremin está conectada a un amplificador de baja frecuencia y su correspondiente altavoz: de hecho, basta con usar cualquier tester para medir tensiones conectado al TP1, al que estará conectado el polo positivo.

El terminal negativo del tester estará conectado, a su vez, a cualquier toma de tierra del circuito.

Nota: por supuesto, antes de proceder a la calibración, se debe colocar la antena "loop" en su perno.

En este punto, hay que girar hasta la mitad el mando del potenciómetro **R46** "volumen tune", actuando sobre el núcleo de la bobina **MF3** con un pequeño destornillador y sin acercarse a la antena hay que llevar el voltaje de **TP1** tanto como sea posible hacia el valor máximo negativo que suele ser de unos **-5 voltios**.

Acercando una mano a la antena la tensión presente en **TP1** debe llegar a 0 voltios, es decir, desde -5 voltios tendrá que llegar a los 0 voltios cuando la mano toque la antena. Ésta es la condición que se debe cumplir para dar por terminada la calibración de la bobina **MF3**.



Nota: arriba se puede ver el detalle de los pernos donde se insertan las antenas.

Fig.14 Como se muestra en el dibujo, para rotar los núcleos de las bobinas MF1 y MF2 basta con un destornillador. Para conocer toda la secuencia de tareas sencillas, pero esenciales de la calibración, le recomendamos la lectura atenta del párrafo pertinente.

Ahora hay que mover las puntas del tester, respetando la polaridad, sobre la toma "**volumen DC OUT**" para que, actuando en el trimmer **R56**, se obtenga una tensión aproximadamente 0 voltios cuando la mano toca la antena y se llegue a unos +5 voltios cuando la mano está lejos de la antena. Esta tensión se utilizará más tarde para enviar datos "MIDI" a un generador de tonos exterior a través de un interfaz en la que estamos trabajando para exponeros próximamente.

Vamos a la calibración del "**pitch**": se debe conectar la salida BF del Theremin a la entrada de cualquier amplificador de potencia, con el fin de ser capaz de escuchar la señal generada.

Nota: Por supuesto, también en la calibración de este estadio, hay que introducir antes la antena "**pitch**" en su respectivo perno.

El mando del potenciómetro **R10 (pitch tune)** tiene que estar a la mitad antes de comenzar la calibración. El propósito de esto es obtener la condición por la que de salida no hay ninguna señal BF cuando la mano está lejos de la antena vertical y, en cambio, se tiene señal BF con frecuencia creciente cuanto más se acerca la mano a la antena.

Os sugerimos girar desde el principio a la mitad ambos núcleos de las bobinas **MF1** y **MF2** y después actuar solo en uno de estos núcleos (no importa cuál, ver Fig. 14), a fin de despejar la señal de salida que se escuchará a través del altavoz.

Dado que la sensibilidad máxima se alcanza sólo a una determinada frecuencia de los osciladores, esta calibración se repetirá en diferentes posiciones de los núcleos y finalizará cuando se obtenga el efecto de la mano a la distancia máxima de la antena.

Durante la calibración, manténgase lo más alejado posible de la antena, ya que no debe estar influenciada por su cuerpo, podría distorsionar la calibración.

Finalmente queda por calibrar el trimmer **R38** para obtener en la salida **pitch DC OUT** una tensión continua variable entre 0 voltios y +5 voltios según la distancia de la mano con respecto a la antena.

Cuando la mano está lejos de la antena, la tensión de salida debe ser igual a 0 voltios y en su lugar cuando está a punto de tocarla la tensión debe aumentar hasta aproximadamente **5 voltios**.

También esta tensión se puede utilizar como tensión de control para el interfaz MIDI que estamos preparando.

Comprobaréis, finalmente, que funcione la antena de volumen: acercando una mano a la misma, el volumen de la salida debe reducirse y viceversa.

Los dos potenciómetros **R10 (pitch tune)** y **R46 (volume tune)** tienen la tarea de ajustar la calibración de los osciladores, de modo que actuando sobre ellos se alcance siempre los mismos valores.

Ahora puede cerrar la tapa de la caja de salir a la evidencia.

COSTE DE REALIZACIÓN

Componentes necesarios para construir el **Theremin profesional LX.1790** (ver Figura 8), incluyendo el circuito impreso: **160,85 euros**.

Componentes necesarios para construir el estadio de alimentación **LX.1789** (ver Figura 10), incluyendo el circuito impreso: **36,25 euros**

Caja de madera con paneles frontal y trasero de aluminio anodizado perforados y serigrafiados **MO1790**: **64,25 Euros**

Dos **antenas** de aluminio anodizado equipadas con 3 pernos: **78,00 euros**

Sólo el circuito impreso **LX.1790**: **42,00 euros**

Sólo el circuito impreso **LX.1789**: **9,40 euros**

Los costes **no** incluyen el **IVA**, ni los gastos de envío a domicilio.