

SONÓMETRO

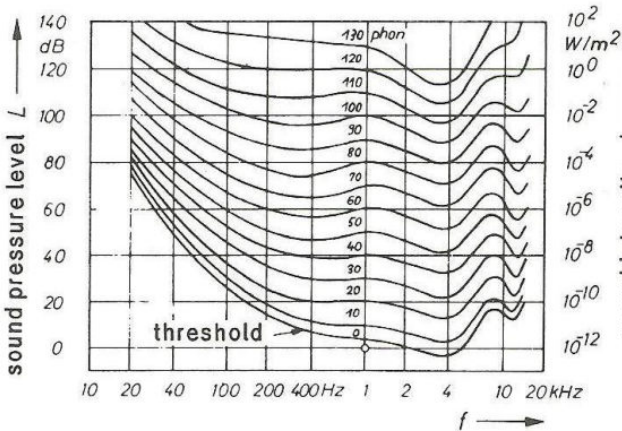
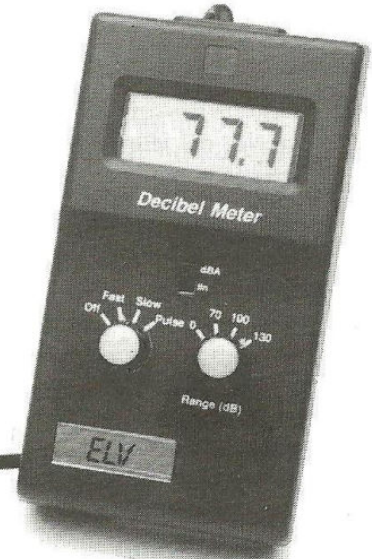
El instrumento de medida de decibelios portátil descrito a continuación ha sido diseñado por la firma ELV. El equipo en cuestión, es capaz de medir el nivel de presión sonora (SPL) con un alto grado de precisión. El sonómetro digital que presentamos dispone de tres rangos de SPL, tres modalidades de respuesta lineales o con carga ponderada, lo que le permite realizar mediciones precisas de ruidos de ambiente o detectar el nivel de sensibilidad de un altavoz.

En función de su estado físico y mental, el ser humano responde de diferentes formas al ruido ambiente. El objeto del presente artículo es precisamente describir un práctico y preciso instrumento de medida del ruido ambiente al que nos vemos todos sometidos, en mayor o menor medida. Se han previsto dos métodos de medición ponderados, asociados a sendas curvas características que se suelen utilizar generalmente para comprobar niveles de presión sonora (SPL). En la figura 1b se puede observar la respuesta en frecuencia del filtro que se ha utilizado en la ponderación A de las mediciones. En este sonómetro se ha incorporado un

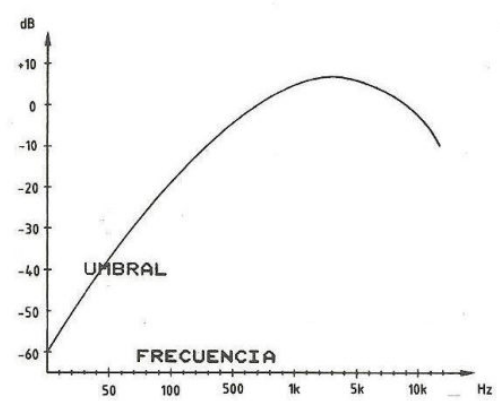
filtro tipo A con el fin de estudiar niveles de presión sonora de la misma forma que los capta el oído medio humano.

En algunos casos, también será necesario tomar medidas de tipo lineal; en estas ocasiones no se necesitarán filtros de ponderación. Por ejemplo, para poder establecer el coeficiente SPL de un altavoz, lo haremos cuando este dispositivo trabaje dentro de un rango de frecuencias comprendido entre

20 Hz y 20 KHz y sin utilizar ningún tipo de filtro en el sonómetro.



899512 - 13



899512 - 15

Figura 1. A la izquierda, control de equalización de una respuesta sonora. A la derecha, curva característica de respuesta, aplicando un filtro ponderado tipo A..

Controles y operativa

Este instrumento dispone de dos conmutadores rotativos y un conmutador deslizante en su parte frontal. Todas las funciones del equipo se seleccionarán mediante estos tres botones de control.

El conmutador deslizante permite seleccionar una medición con respuesta lineal (LIN) o ponderada en modo A (dB) o logarítmica. Por lo general, tal como se ha indicado anteriormente, se seleccionará una respuesta logarítmica (dB) cuando se desee sea realizar mediciones de sonido al nivel en que lo percibe el oído humano. Un caso práctico de este último tipo de medición es el que se aplicará cuando se desee medir el nivel de ruido ambiente. Sin embargo, la medición lineal sólo se suele utilizar cuando se realizan estudios de tipo teórico, generalmente aplicados a diseño de altavoces o dispositivos afines.

El conmutador rotativo de la derecha sirve para seleccionar el rango. Cuando giremos este conmutador a tope, en el sentido contrario al giro de las agujas del reloj (posición 0), se realizará un autochequeo del convertidor analógico/digital y del preamplificador que contiene el instrumento.

Cuando el conmutador rotativo de la izquierda esté posicionado en la F, el display deberá indicar un valor entre 00,0 y 00,4; si aparecieran valores superiores a este margen, sería indicativo de que el aparato de medida tiene algún tipo de problema. En la selección indicada con 70 dB del conmutador de la derecha, se podrán realizar mediciones comprendidas entre 40 y 70 db; en la posición 100 dB podremos medir entre 70 y 100 dB y, por

consiguiente, en la posición 130 dB, se podrán realizar mediciones entre 100 y 130 dB. Cada rango de medida puede ser utilizado para leer 10 dB por encima o por debajo de sus márgenes; ésto significa que, por ejemplo, en la escala de 70 dB pueden medirse valores de hasta 30 dB, por la parte baja de escala, y hasta 80 dB por la parte alta.

La tolerancia de lectura del medidor, entre sus márgenes de 40 a 130 dB, es del 5%. En la mayoría de los casos, los límites del margen de medición suelen ser 35 y 135 dB respectivamente, lo cual corresponde a un rango dinámico de no menos de 100 dB o una relación de 1:100.000.

La precisión de instrumento esta determinada por el uso de una escala lo más acorde con la medida a realizar; la lectura obtenida durante una medida debe estar dentro de los límites de la escala seleccionada; si no es así, será necesario cambiar a un rango superior o inferior, según el caso.

De todas formas intentaremos conseguir la máxima desviación en cada escala, y no emplear un rango superior, sino la lectura no llega al máximo desviación en cada escala, y no emplear un rango superior, sino la lectura no llega al máximo del anterior. Esta puede ser la forma de obtener una lectura libre de errores, y además procuraremos no realizar medidas de más de 10 dB por debajo del mínimo del rango seleccionado.

El selector rotativo de la izquierda permite seleccionar la velocidad de medición y, por otra parte, también permite conectar o desconectar el instrumento.

Es importante dar con la velocidad de lectura apropiada para cada ca-

so, ya que por lo general las fluctuaciones de nivel del sonido pueden generar lecturas incorrectas. El equipo presentado permite seleccionar tres velocidades de lectura de SPL diferentes:

- Velocidad lenta (selección S): En este caso se ha fijado una constante de tiempo de 1 s, con el fin de mantener una lectura estable, aunque el SPL varíe considerablemente. Este tipo de velocidad es la adecuada para mediciones de sonido de prolongada duración. En esta posición, se ignoran los cambios puntuales y/o bruscos de nivel de sonido.

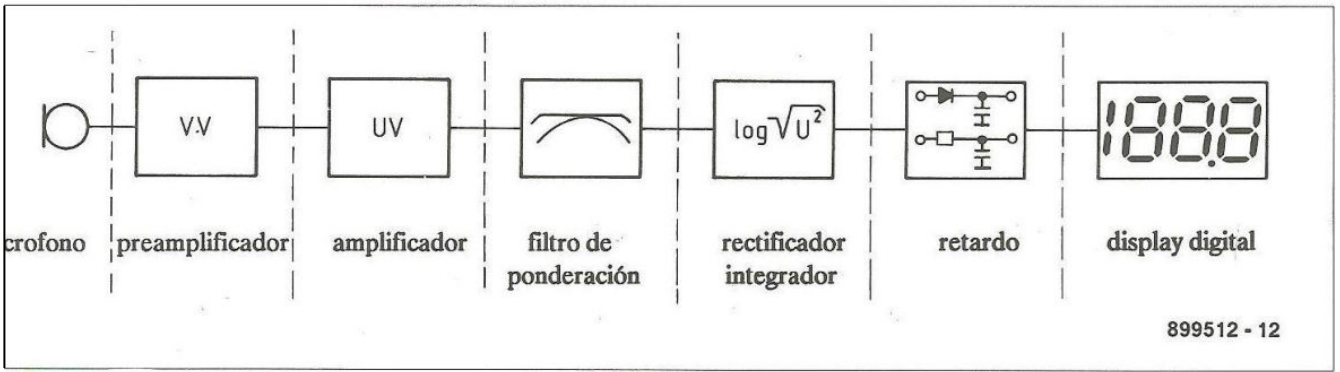
- Velocidad rápida (selección F): En este otro caso, la constante de tiempo se ha fijado en 125 ms. Este tipo de velocidad es la más adecuada para registrar cambios rápidos de presión sonora. Esta selección es la que se puede emplear para medir picos de sonido.

- Pulsante (selección P): En esta modalidad se utilizan dos constantes de tiempo, 35 ms y 10 s. En el supuesto en que se sobrepase la escala elegida en una medición debido a las características de nuestro instrumento, habrá que esperar 10 segundos para que el equipo se estabilice a un valor inferior al pico que le haya producido la saturación.

En definitiva, la selección de la velocidad de lectura la marcarán nuestras necesidades reales del tipo de prueba que se vaya a realizar (lectura de valores de picos de sonido, valores medios o fluctuaciones).

El diagrama de bloques

El diagrama de bloques de la figura 2 muestra la configuración esencial del equipo en cuestión. La pre-



899512 - 12

Figura 2. Diagrama de bloques del sonómetro.

sión sonora que se vaya a medir se aplicará a un micrófono especial, de la marca Sennheiser modelo KE4-211-2, que dispone de un convertidor de impedancias interno. Este elemento tiene un encapsulado del tipo TO-18 y, por otra parte, puede trabajar dentro de un amplio ancho de banda (entre 20 Hz y 20 KHz), dispone de una excelente relación señal/ruido, así como de una generosa relación dinámica (aproximadamente entre 35 y 135 dB). La composición del elemento proporciona una muy baja sensibilidad a las vibraciones y elimina las resonancias mecánicas. Todas estas características hacen que el KE4-211-2 sea una elec-

ción excelente para este medidor de decibelios. De cualquier forma, hay que tener en cuenta que si no se utiliza el micrófono especial, cuyas características y modelo vienen reflejadas en la lista de componentes, la calidad de las mediciones, y por tanto del rendimiento del instrumento se verá sensiblemente alterada.

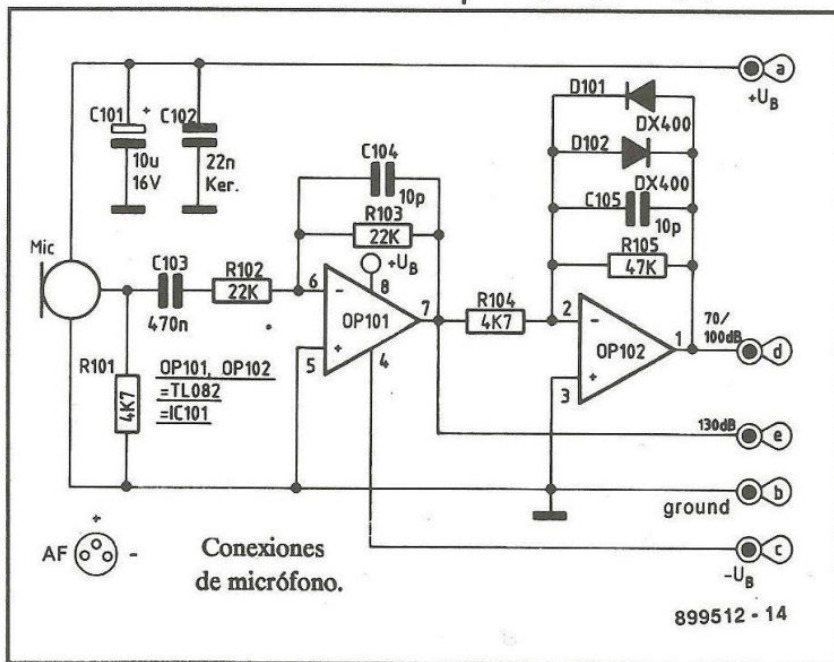
El transductor en cuestión y el preamplificador asociado se ubicarán en un pequeño cilindro que constituirá el micrófono propiamente dicho. Esta disposición del cilindro conteniendo los dos elementos citados, es necesaria para conseguir que el equipo sea sensi-

ble a voltajes de valores próximos a los 10 μ V, en su rango más sensible.

El micrófono se conecta al equipo de medida mediante un cable de una longitud aproximada de 1 m. El hecho de considerar al equipo y al micrófono como dos unidades físicamente separadas, se debe a la intención de obtener una mejor y mayor operatividad del sistema; por otra parte, esta separación entre el micrófono y el dispositivo analizador evitará la posibilidad de que el equipo introduzca interferencias en la fuente de sonido que se medirá. A nivel de circuitería, al preamplificador le sigue un selector de rango del que ya hemos dado cuenta anteriormente.

La etapa siguiente es un filtro que permite seleccionar el modo lineal o logarítmico de la medición, en este último caso, en base a una curva característica tipo A.

Se aplicará la tensión AF ampliificada a un rectificador cuádruple y, a continuación, se aplicará la señal resultante a un integrador. La tensión rectificada debe convertirse de un valor lineal a un valor logarítmico, para que el voltímetro digital (DVM) permita obtener la correspondiente curva característica. Al final, el DVM y el display a él asociado mostrarán una lectura directa del SPL en dB.



899512 - 14

Figura 3. Esquema del preamplificador de dos etapas de micrófono.

El circuito

En la figura 3 puede verse el esquema del micrófono con su preamplificador y elementos asociados. El micrófono es, como todos sabemos, un transductor que transforma los diferentes niveles de presión producidos por las vibraciones de una fuente sonora, en una corriente alterna. La señal que suministra el micrófono se aplica a un convertidor de impedancias, acoplándola mediante C_{103} y R_{102} . El componente principal de esta etapa es el amplificador operacional OP_{101} . El factor de ganancia de esta etapa se estabiliza a valor 1; ésto se consigue mediante las resistencias R_{102} y R_{103} , estableciendo un desfase de 180° . La señal de salida del OP_{101} (obtenida por el pin 7) se emplea para la escala de 130 dB. La conexión se realiza desde la placa del circuito integrado por el terminal marcado con una "e".

Los dos rangos de mayor sensibilidad requieren una amplificación de factor 10, que se obtendrá mediante el operacional OP_{102} , R_{104} y R_{105} . Se han incluido dos diodos Schottky de bajo nivel de corriente inversa (D_{101} y D_{102}), en la red de realimentación del segundo operacional, de tal forma que este segundo circuito integrado no influya en la función del primero cuando, por ejemplo, la salida de OP_{102} alcance un nivel de saturación debido a un pico de sonido que debiera ser tratado con la escala de 130 dB. En el rango inferior (70-100 dB), los diodos no tendrán efecto, ya que el nivel de señal será insignificante para ellos.

Los condensadores C_{101} y C_{102} tienen como misión estabilizar al amplificador y evitar que éste oscile. R_{101} es la resistencia de carga del micrófono.

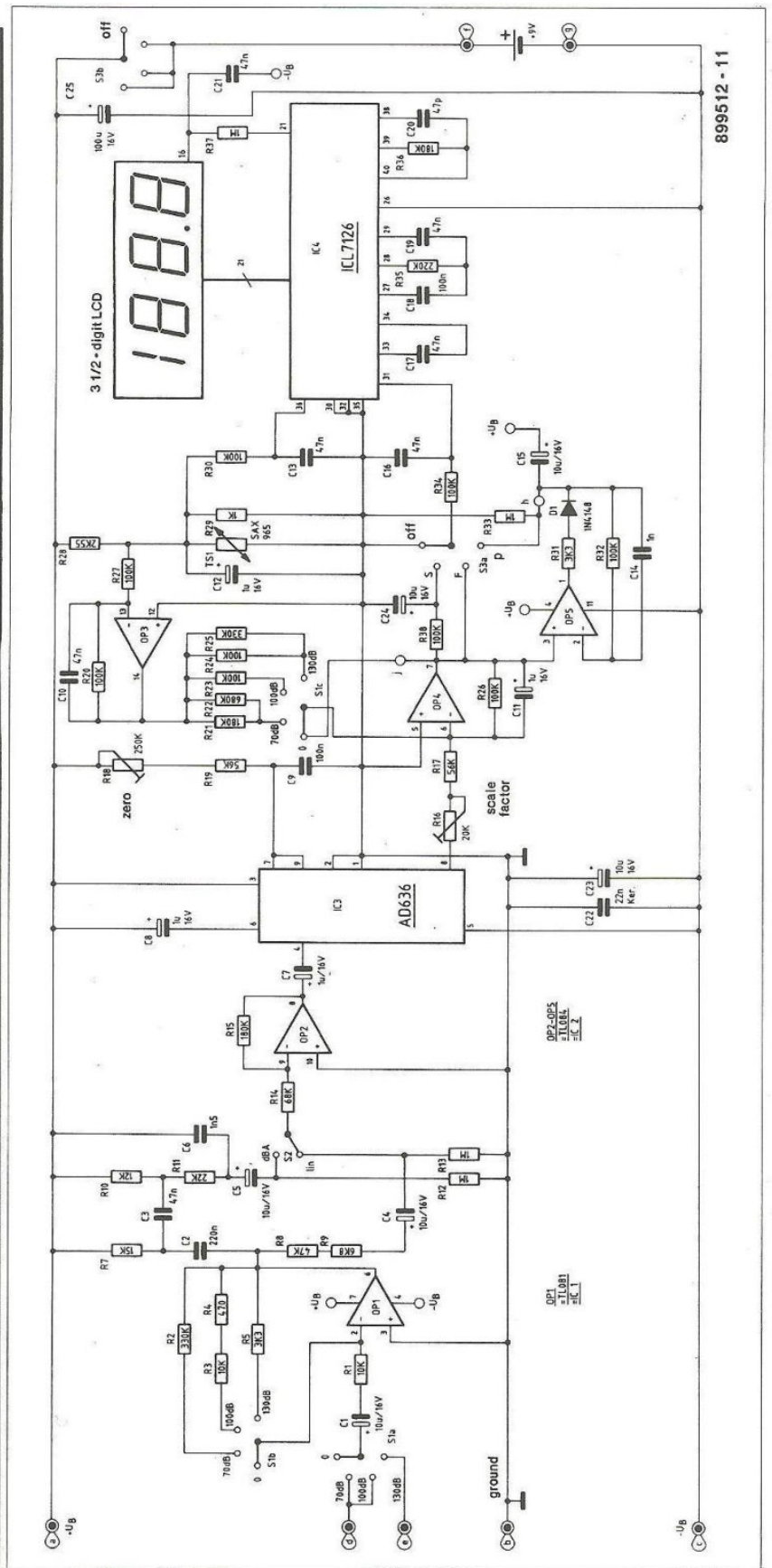


Figura 4. Esquema de la placa principal del equipo. Cabe destacar que se aplica una compensación de temperatura que actúa sobre el convertidor A/D IC_3 y sobre el "driver" del display IC_4 .

La alimentación del micrófono se aplica a través de los terminales "a" (+ de tensión de batería) y "c" (- de tensión de batería). El terminal "b" es el que acopla la masa del micrófono a la masa virtual del instrumento de medida. Tal como ya lo hemos indicado anteriormente, los terminales "d" y "e" facilitan la señal de salida. El micrófono se conecta al instrumento, mediante una manguera apantallada de 1 m, compuesta por 4 conductores. La malla de la manguera se debe soldar al punto "b" de la placa del preamplificador.

En la figura 4 se muestra el esquema del instrumento de medida. El conmutador rotativo S_{1a} conecta la señal AF del micrófono a la entrada del amplificador OP₁. El factor de amplificación necesario se consigue mediante el selector S_{1b}.

Dicho factor de amplificación queda determinado por la relación entre la resistencia seleccionada mediante S_{1b} y R₁. El condensador C₁ tiene por misión desacoplar la corriente continua que pudiese presentarse en este punto.

En función de la posición del conmutador esclavo S₂, se aplicará la tensión AF suministrada por OP₁, o bien al filtro para modo de lectura logarítmica A (C₂, C₃, C₆, R₇, R₁₀, R₁₁) o bien al amplificador inversor OP₂, a través de R₈-R₉. En este último caso, la salida de OP₂ se acoplaría a la entrada de IC₃. Los condensadores C₄, C₅ y C₇ tienen por misión desacoplar la tensión continua en este punto del circuito.

El circuito integrado IC₃ es un convertidor A/D analógico/digital, tipo AD636. Este último chip lleva incorporado un convertidor rms que permite pasar señales lineales a logarítmicas, contando con una salida en dB. El convertidor en dB

estará gobernado por un convertidor de rms-real y suministrará una tensión de salida correspondiente al logaritmo del valor de tensión rectificada. La tensión logarítmica de la que se dispone en la patilla 8 de IC₃ se aplica a un amplificador inversor constituido por OP₄ y sus componentes asociados. La amplificación de esta etapa viene determinada por la resistencia R₁₆ y su resultado es el que fija la escala de lectura.

La posición en la que se encuentre seleccionado el conmutador de tiempos de respuesta S_{3a}, es la que determina si se toma, de forma directa, la salida de OP₄ (respuesta rápida), o si se toma la misma salida con una constante de tiempo de 1s. (R₃₈-C₂₄) o a través de un rectificador de impulsos constituido por OP₅. En este operacional OP₅, la constante de tiempo de carga queda definida por la red R₃₁-C₁₅ y la constante de tiempo de descarga la determinan R₃₃-C₁₅. La tensión seleccionada se aplicará a la entrada del convertidor A/D IC₄, del tipo ICL7126. Este circuito integrado convierte la diferencia de potencial que exista entre sus patillas 30 y 31 en un valor digital proporcional, que será el que aparezca en el display de cristal líquido (LCD). La tensión de referencia asociada es la que habrá entre las patillas 35 y 36. También se dispondrá de una fuente interna de tensión de referencia en la patilla 32. Esta última tensión será típicamente 2,8 V inferior a la tensión de alimentación (en este caso 9 V).

Se puede destacar un componente especial como es T_{s1}, un sensor de temperatura SAX965. Las resistencias R₂₈ y R₂₉ hacen que el efecto de regulación de temperatura del sensor sea tal que la tensión de referencia aplicada a la patilla 36 de IC₄ varíe en función de la temperatura de IC₃ y, en conse-

cuencia, con el nivel de tensión presente en la salida de este ADC (Convertidor Analógico-Digital). Esta compensación de temperatura es necesaria para asegurar la estabilidad de la tensión en la salida en dB.

Las corrientes de compensación de los tres rangos de medida pasan al mismo grado que la tensión de referencia, pero con signos diferentes. La inversión se produce gracias a OP₃, que se conecta a la tensión de referencia mediante R₂₇. A una temperatura ambiente de 25°, el sensor T_{s1} genera una tensión de referencia de unos 470 mV.

Los valores de las resistencias R₂₁ y R₂₅ se han calculado de tal forma que en la salida de OP₄ se obtenga un valor equivalente a los 30 dB de diferencia entre escalas de lectura que necesita el montaje.

El circuito se restaurará (puesta a cero) a través de R₁₈, que alimenta al convertidor lin-log con una corriente continua de "off-set" adicional. El ajuste de la puesta a cero se consigue seleccionando un valor de medición conocido y perfectamente predeterminado y ajustando R₁₈, hasta obtener la lectura correspondiente al valor previsto.

Montaje

Todo el montaje completo está localizado en dos placas de circuito impreso de simple cara.

En primer lugar insertaremos los componentes de bajo perfil y a continuación los componentes más altos. Hay tres componentes que se han de montar en disposición horizontal: C₁₀₁ en la placa del preamplificador y C₁₂ y T_{s1}, en la placa principal. Evidentemente, lo mejor es montar el sensor de

temperatura en contacto térmico directo con IC₃. De cualquier forma, si no fuera posible realizar un contacto directo entre el sensor y el componente concreto que éste tiene que controlar, también obtendrán buenos resultados al estar el sensor e IC₃ en la misma placa de impreso y en la misma caja de montaje, puesto que Ts₁ recogerá la temperatura ambiente dentro de la caja. Si por alguna razón, la temperatura aumentará de golpe en 10 grados o más, se necesitará media hora aproximadamente para que el circuito esté de nuevo en condiciones de funcionamiento.

Los siguientes componentes se insertarán por el lado pistas de la placa principal: R₃₅, C₁, C₁₃, C₁₆ a C₂₀ y C₂₅. Las patillas de C₂₅ se soldarán directamente a los pines 4 y 11 respectivamente de IC₂.

Una vez llegados a este punto del montaje, se insertarán seis espadines en sendos agujeros previstos en la placa del impreso para tal finalidad. Los espadines deberán tener una altura de 2 mm por encima de la placa del circuito integrado, y a ellos se soldarán las patillas del conmutador rotativo S₂.

La instalación más correcta del display LCD se consigue montándolo en un zócalo especial de 40 pines, formado por tiras de pines.

Los terminales para soldadura que se ven marcados con "h" en la placa principal, están interconectados con un largo cable flexible, aislado, de 35 cm, instalado en la parte componentes del circuito impreso. De igual forma, los puntos marcados con "j", están interconectados con un cable de 25 cm. Los cables del conector de batería se sueldan a los terminales "f" (+ rojo) y "g" (- negro).

Los cables del micrófono, que se

dejarán a la longitud original, se insertarán en los orificios previstos para ello en la placa del preamplificador y una vez traspasada ésta, se soldarán por la cara pistas de la misma placa.

La placa de circuito impreso del preamplificador está preparada para recibir el tubito metálico de 100 mm de longitud previsto para contener el micrófono, una vez que se hayan conectado los cuatro cables y la malla de apantallamiento de la manguera que une ambas placas. La placa de circuito impreso pequeña se insertará en el interior del cilindro, fijándola de tal forma que el micrófono sobresalga unos 3 mm del borde del tubo. Una vez llegados a este punto del montaje, se empleará un soldador de elevado vataje para soldar una parte de la superficie de cobre de la masa de la plaquita del circuito impreso, al cuerpo del tubo. Esta soldadura debe hacerse lo más rápidamente posible, con el fin de no dañar los componentes sensibles de la placa ni las pistas.

A continuación, se soldarán los cuatro hilos y la malla a la placa principal en sus correspondientes puntos de contacto y se procederá a ubicar la placa principal en la cajita prevista para este efecto.

Puesta en marcha del equipo

En primer lugar, se debe intercalar un amperímetro entre el recién terminado equipo y la pila de 9 V de alimentación. El conmutador rotativo de la izquierda debe estar en posición OFF y el de la derecha en 0. El conmutador deslizante se posicionará en LIN. El amperímetro no deberá estar detectando ninguna corriente aún, y el display estará apagado.

Se posicionará el conmutador de

la izquierda en F (Fast = Rápida); en este instante la corriente resultante será de entre 4 y 10 mA, siendo la típica de 6 mA. El display deberá indicar valores entre 00,0 y 00,4. Si no se obtuviesen estos resultados, habrá que desconectar la alimentación y comprobar todas las soldaduras y la correcta ubicación de los componentes, especialmente los del entorno de los circuitos integrados IC₂ e IC₄.

Si hasta ahora las cosas han ido por buen cauce, se situará el conmutador de la derecha en posición 70 dB y se probará el micrófono, pronunciando algunas palabras.

Ahora se deberá componer un pequeño circuito auxiliar, concretamente el que aparece en la figura 6 de este artículo. Se conectará un generador de señal senoidal de 1 KHz al citado circuito auxiliar. Es importante conectar los terminales del pequeño circuito de pruebas a la unión entre R₁₀₁ y C₁₀₃ y a masa del circuito preamplificador; para esta conexión se utilizará un trocito corte de cable apantallado, cuyo vivo es el que se colocará en la unión de R₁₀₁ y C₁₀₃, mientras que la malla de pantalla se conectará a masa del preamplificador. SE desconectarán, momentáneamente, los cables del micrófono. También es importante tener en cuenta que el generador de señales disponga de su propia fuente de alimentación, independiente de la que alimenta a este

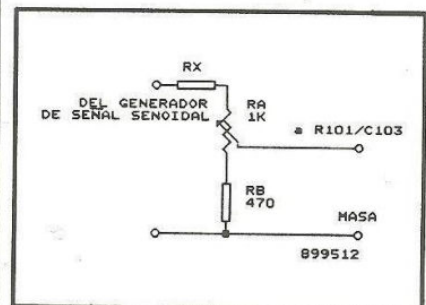
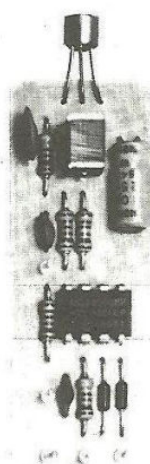
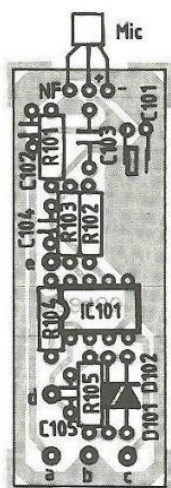
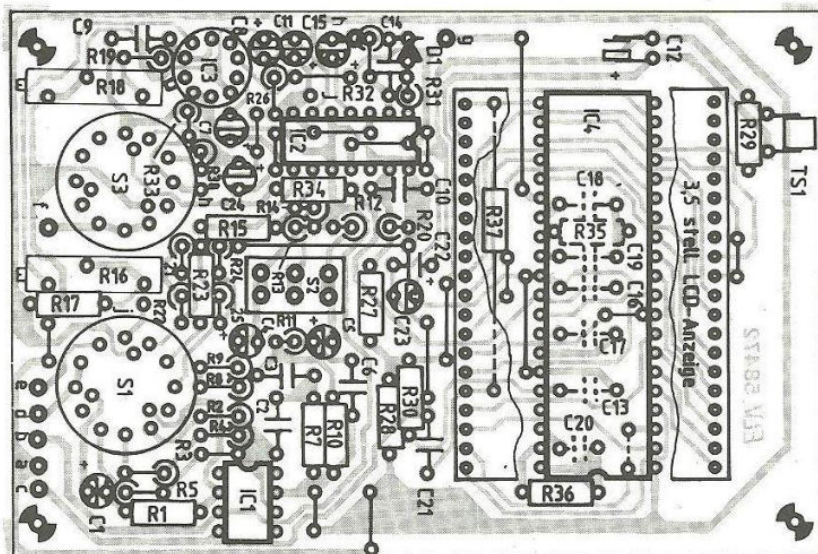


Figura 6. Circuito auxiliar para puesta a punto del montaje



montaje. Se Ajustan las tres escalas de lectura en dB, simulando con el generador de señales las tensiones que, en situación real estaría suministrando el micrófono. El procedimiento de etapas del ajuste viene dado en la tabla 1. El selector de la izquierda quedará en posición F y el conmutador deslizante, en LIN.

Para el primer paso del ajuste, se cortocircuitará, con un cablecillo Rx y se graduará RA para obtener, en salida del circuito auxiliar, una tensión de 631 Vrms. En la placa principal del montaje, se tendrá

R18 preajustada para una lectura de 130 dB. De todas formas, no se podrá obtener una lectura de cero puro en esta escala.

El segundo paso consiste en ajustar el factor de escala, con la ayuda de R16, para conseguir una lectura de 100 dB cuando al preamplificador le llega una tensión de 20 mVrms; para ello, Rx tiene que tener un valor de 39 KΩ.

Quizás esta fase del ajuste desplace un poco el punto de ajuste del primer paso, y por esta razón conviene ahora repetir el primer paso

LISTA DE COMPONENTES

INSTRUMENTO PRINCIPAL

RESISTENCIAS:

- R4 = 470 Ω
- R29 = 1 K
- R28 = 2,55 K 1%
- R5 y R31 = 3,3 K
- R9 = 6,8 K
- R1 y R3 = 10 K
- R10 = 12 K
- R7 = 15 K
- R11 = 22 K
- R17 = 27 K
- R8 = 47 K
- R14 y R19 = 68 K
- R20, R23, R24, R26, R27, R30, R32, R34, R38 = 100 K
- R15, R21, R36 = 180 K
- R35 = 220 K
- R2, R25 = 330 K
- R22 = 680 K
- R12, R13, R33, R37 = 1 M
- R16 = 50 K AJ. H. mult
- R18 = 100 K AJ. H. mult

CONDENSADORES:

- C20 = 47 pF
- C14 = 1 nF
- C6 = 1,5 nF
- C22 = 22 nF ceramico
- C3, C10, C13, C16, C17, C19, C21 = 47 nF
- C9, C18 = 100 nF
- C2 = 220 nF
- C7, C8, C11, C12 = 1 μF/16 V
- C1, C4, C5, C15, C23, C24 = 10 μF/16 V
- C25 = 100 μF/16 V

SEMICONDUCTORES:

- IC1 = TL081
- IC2 = TL084
- IC3 = AD636
- IC4 = ICL7126
- D1 = 1N4148

VARIOS:

- TS1 = SAX965
- Display LC, 3 1/2 digitos
- S1 y S3 = 4pos 3cir rotativo
- S2 = 2cir 3pos deslizante
- Clip para batería PP3
- 2 tiras de 40 pines (zocalo)

LISTA DE COMPONENTES

PREAMPLIFICADOR MICROFONO

RESISTENCIAS:

R₁₀₁, R₁₀₄ = 4,7 K

R₁₀₂, R₁₀₃ = 22 K

R₁₀₅ = 47 K

CONDENSADORES:

C₁₀₄, C₁₀₅ = 10 pF

C₁₀₂ = 22 nF cerámico

C₁₀₃ = 470 nF

C₁₀₁ = 10 µF/16 V

SEMICONDUCTORES:

IC₁₀₁ = TL082

D₁₀₁, D₁₀₂ = DX400

VARIOS:

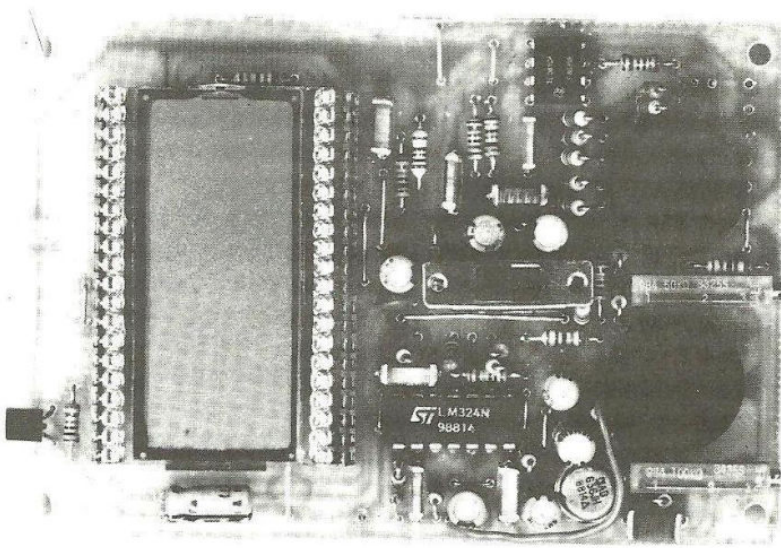
Microfono KE 4-211-2
(Sennheiser).

Tubo metalico

del ajuste, es decir, aplicar 631 mVrms y posicionar R₁₈ para obtener los 130 dB.

En el cuarto paso del ajuste, se le darán 20 mVrms al preamplificador y se ajustará R₁₆ para una lectura de 100 dB. Los cuatro pasos de ajuste anteriores se deberán repetir hasta obtener las lecturas de 100 y 130 dB en el display cuando se estén suministrándose al preamplificador las correspondientes tensiones

Ahora se seleccionará la escala a 70-100 dB, trabajando en este caso con 20 mVrms. El circuito está diseñado de tal forma que el display mostrará inmediatamente una lectura de 100 dB, con una tolerancia máxima de 0,5 dB. En este último caso, para esta escala de 70-100 dB, no será necesario ningún ajuste. Lo mismo ocurrirá con la escala 40-70 dB, se le aplicará una ten-



sión de 631 µV y el display deberá marcar una lectura de 70 dB, con una tolerancia de ± 0,5 dB.

Si se obtuvieron desviaciones superiores a la tolerancia citada, será necesario reparar cuidadosamente los valores de todas las resistencias. No obstante las diferencias entre los distintos rangos, pueden ser eliminadas realizando pequeños cambios en R₂₃ (para el rango de 100 dB) y R₂₁ ó R₂₂ en el rango de 70 dB.

Estas resistencias se reemplazarán temporalmente por ajustes multi-vueltas, los cuales se retocarán hasta obtener la lectura correspondiente, aplicando una señal senoidal de 1 KHz.

Una vez realizado el ajuste se desoldará la resistencia variable, se medirá y se reemplazará por una resistencia fija, o por combinación de varias, dependiendo del valor requerido. En general, esta corrección no es necesaria salvo casos muy críticos.

Es primordial que quede claro que el procedimiento de ajuste que se acaba de describir sólo será válido si se dispone de un micrófono de una sensibilidad de 10 mV/Pa. En la práctica, puede llegarse a admitir una tolerancia de ± 2,5 dB.

Para prevenir cualquier tipo de problemas que puedan derivar de un micrófono que pudiera incumplir las características ideales, ELV chequea todos los transductores que incluye en este kit.

El micrófono que la firma ELV sirve con su kit incluye una nota que indica el factor de corrección (suele estar entre 0,7 y 1,4). Los mejores niveles de respuesta, que son los de la tabla 1, deben ser, por tanto, multiplicados por el factor de corrección correspondiente.

Un ejemplo de aplicación del factor de corrección sería el siguiente: Suponiendo que el factor de corrección de este micrófono sea de 1,2, el test de nivel de voltaje en el primer paso de la operativa de ajuste sería:

$$631 \text{ mV} \times 1,2 = 757,2 \text{ mV}.$$

De igual forma, en caso del segundo paso del procedimiento de ajuste, el ejemplo sería:

$$20 \text{ mV} \times 1,2 = 24 \text{ mV}, \text{ etc.}$$

Por último, destaquemos que las mediciones de voltaje deben realizarse con un voltímetro que ofrezca una fiabilidad de respuesta para una frecuencia de 1kHz.

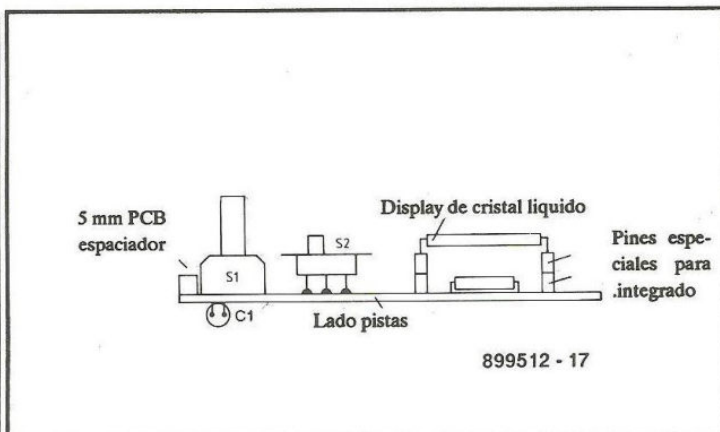


Figura 7. Vista de perfil de la placa principal del instrumento. Nótese que se debe montar el display de cristal líquido sobre dos alturas de pines de inserción de circuito integrado, de forma que esté a la distancia adecuada de la placa de circuito impreso.

Ensamblaje final

Cuando se hayan finalizado todos los ajustes con éxito, se desconectará el circuito auxiliar, y se sustituirá el cable coaxial de la unión R101-C103 por el cable del micrófono. Ahora se podrá realizar alguna prueba real pronunciando algunas palabras, incluso conmutando las tres escalas.

Se colocará la placa principal en su caja, sujetándola con espaciadores de 5 mm. Se pasará el cable que une la caja al micrófono por un orificio de 4 mm practicado en la caja. Por otra parte, habrá que proteger al micrófono y su preamplificador de las interferencias ex-

ternas; esto se podrá llevar a cabo embutiendo el tubo que los contiene en una funda de goma o en su defecto, encintando el conjunto.

Otro método, más laborioso pero mucho más definitivo, es el de colmar los espacios vacíos entre los cables que entran al tubo por un lado y el contorno del micrófono por el otro lado, con algún tipo de resina. Esta operación requiere, sin embargo, sumo cuidado, ya que según el tipo de resina que se utilice y si ésta chorrea por el interior del tubo en caliente, podría verse dañada la circuitería o el propio micrófono. De cualquier forma, confiamos en el buen hacer de los lectores.

PASO	ESCALA	SEÑAL DE PRUEBA (U _{rms})	RX (FIG. 5)	INDICACION	ELEMENTO DE AJUSTE
1	100-130	631 mV \cong 63,1 Pa	punto	130 dB	R18
2	100-130	20 mV \cong 2 Pa	39 k	100 dB	R16
3	100-130	631 mV \cong 63,1 Pa	punto	130 dB	R18
4	100-130	20 mV \cong 2 Pa	39 k	100 dB	R16
5	70-100	20 mV \cong 2 Pa	39 k	100 dB	-
6	40-70	631 μ V \cong 0,063 Pa	1 M	70 dB	-

Tabla 1. Tabla del procedimiento de puesta en marcha y ajuste.