

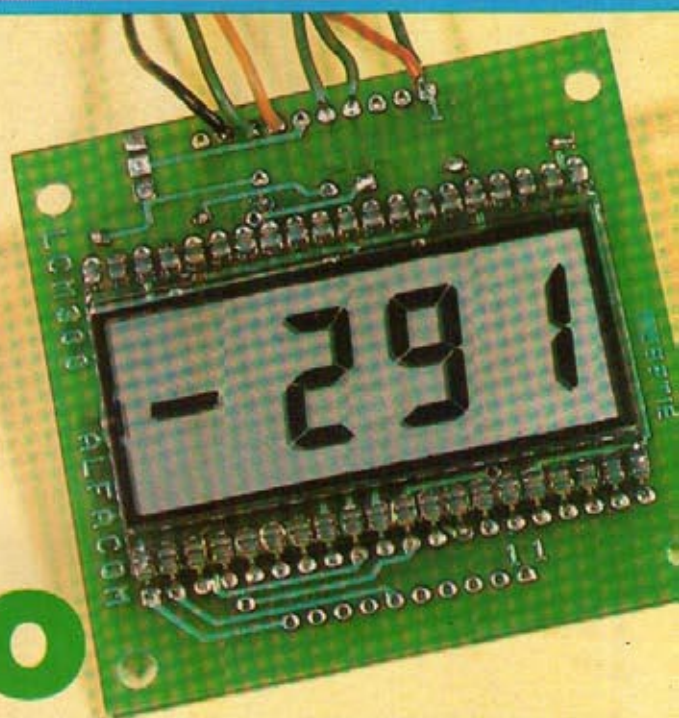
SABER

Nº 32 Año 3
A 5500 1990



ELECTRÓNICA

PROYECTOS
CON
MODULOS
DE
**CRISTAL
LIQUIDO**



**DIODOS DE
POTENCIA**

RADIOARMADOR

ANTENAS DIPOLO

AUDIO

MULTIACOPLADOR

MONTAJES
AUTOALARMA CON
TRANSMISOR DE BIP
GENERADOR DE
RUIDO BLANCO
FUENTE CON
PROTECCION
CONTRA CORTOS
IONIZADOR
DE AMBIENTE

INDICADOR DE AFINACION PARA INSTRUMENTOS MUSICALES

¿Le gustaría disponer de un indicador electrónico sensible de afinación para sus instrumentos musicales (guitarra, bajo u otro) sin necesidad de recurrir a diapasones u otro recurso? El circuito que proponemos es un indicador preciso de frecuencia: la aguja de un instrumento dará una indicación máxima cuando la frecuencia del sonido captado por un micrófono sea exactamente la misma para la cual el aparato está previamente ajustado. Alimentado por pilas, este indicador puede ser montado de forma compacta, lo que facilita mucho su uso.

por Newton C. Braga

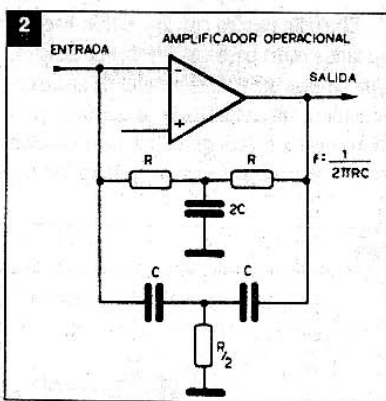
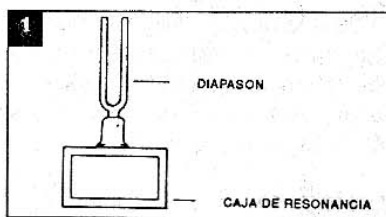
Una indicación precisa de la frecuencia de emisión de una nota de un instrumento musical es la mejor manera de hacer su afinación. Los procesos más usados de afinación hacen uso de un patrón que debe ser comparado con el sonido emitido, lo que requiere el "buen oído" del músico o afinador. Existe entonces un oscilador patrón que tanto puede ser electrónico, como el tradicional diapasón (figura 1) que debe activarse para que dé normalmente la nota (LA) de 440Hz.

Lo que proponemos es un sistema que elimina la necesidad de contar con un buen oído de músico, pues la indicación de que la nota se encuentra en la frecuencia correcta es dada por un instrumento electrónico.

Básicamente nuestro indicador de afinación consiste en un micrófono, conectado a un filtro selectivo, que sólo dejará pasar la señal para el indicador si la misma está exactamente en la frecuencia preajustada. Calibrando el filtro para una determinada nota patrón, como por ejemplo el LA de 440 Hz, todas las veces que un sonido de esta frecuencia es captado, tendremos la indicación máxima.

El circuito es muy sensible y puede ser usado con cualquier tipo de instrumento, pues su acción no depende del timbre y si de la frecuencia (altura) de la nota.

Montado en una cajita plástica y alimen-



tado por pilas, una vez calibrado, no necesita ningún tipo de ajuste aparte de conectarlo y desconectarlo.

El circuito

La base del circuito es un filtro "doble T", cuya estructura se muestra en la figura 2. Montado alrededor de un amplificador operacional, el mismo proporciona una fuerte

realimentación negativa en toda la banda menos en la frecuencia para la cual es sintonizado.

Así, mientras en la frecuencia exacta del ajuste su ganancia es del orden de 200 veces, con un factor $Q = 50$, la ganancia para cualquier otra frecuencia es prácticamente unitaria. En la figura 3 tenemos la curva de acción de este filtro.

Vea que, apenas una octava más abajo, la ganancia cae hasta solamente $1/3$, lo que significa que las notas adyacentes son rechazadas por el circuito.

La frecuencia en que un doble T actúa depende de los valores de sus componentes, que deben mantener las relaciones mostradas en la figura 4 en que también tenemos las fórmulas relativas al circuito.

Haciendo variable uno de los componentes, podemos ajustar sensiblemente la frecuencia de operación, pero, en la práctica, debido a la tolerancia principalmente de los capacitores, puede ser necesaria una adaptación más crítica a fin de obtener el funcionamiento deseado.

Esta adaptación consiste en la conexión experimental de capacitores de valores bajos en el doble T, en paralelo con C_4 , para bajar la frecuencia hasta el valor exacto de la nota patrón, o bien hacer su cambio en un lote hasta llegar al punto deseado. En el procedimiento para calibración veremos cómo

mo hacer esto. Para excitar esta etapa de filtro a partir del sonido del instrumento, usamos un micrófono de electret, conectado a una etapa amplificadora con un único transistor.

No precisamos mayor amplificación que esto, pues el ajuste no debe hacerse lejos del indicador.

Con un único transistor, tendremos sensibilidad para que en el caso de una guitarra, por ejemplo, el mismo puede quedar a 30 ó 40 cm del micrófono, y con esto, obtendremos deflexión total de la aguja del instrumento cuando se consigue la nota correcta.

El indicador es un microamperímetro de 0-200µA que puede ser aprovechado de un VU-metro común de bajo costo.

Observe que la utilización de un amplificador operacional en la configuración indicada exige el empleo de una fuente de alimentación simétrica. Esta fuente consiste en dos juegos de cuatro pilas pequeñas, que tendrán excelente durabilidad dado el bajo consumo de corriente del aparato y al hecho de que su utilización se hará en intervalos de tiempo cortos.

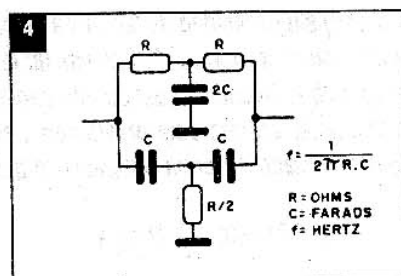
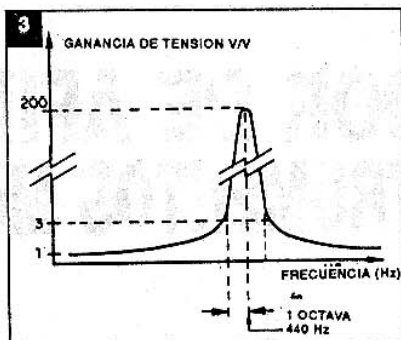
Montajes

El diagrama completo del indicador aparece en la figura 5. Para el montaje optamos por la utilización de una placa universal con patrón de matriz de contactos, como muestra la figura 6.

El integrado 741 se puede montar en un soporte DIL, lo que facilitará su sustitución y evitará el calor en el proceso de soldado. Los resistores son todos de 1/8W ó 1/4W y los capacitores de filtro (C3, C4 y C5) pueden ser de poliéster o cerámica, así como los demás, excepto C6 y C7, que son electrolíticos para 6V ó más. El micrófono de electret es del tipo de dos terminales, debiendo observarse su polaridad mientras que Q1 puede ser cualquier transistor de silicio de uso general.

P1 y P2 son trimpots cuyo ajuste deberá hacerse solo una única vez después del montaje del aparato.

Para la alimentación usamos dos soportes de 4 pilas pequeñas y su tamaño influirá directamente en la caja que se usará, como muestra la figura 7.



Como tenemos una fuente de alimentación simétrica, el interruptor usado es doble. Podemos usar para este fin una llave reversible, aprovechando cuatro de sus seis terminales.

Ajuste y uso

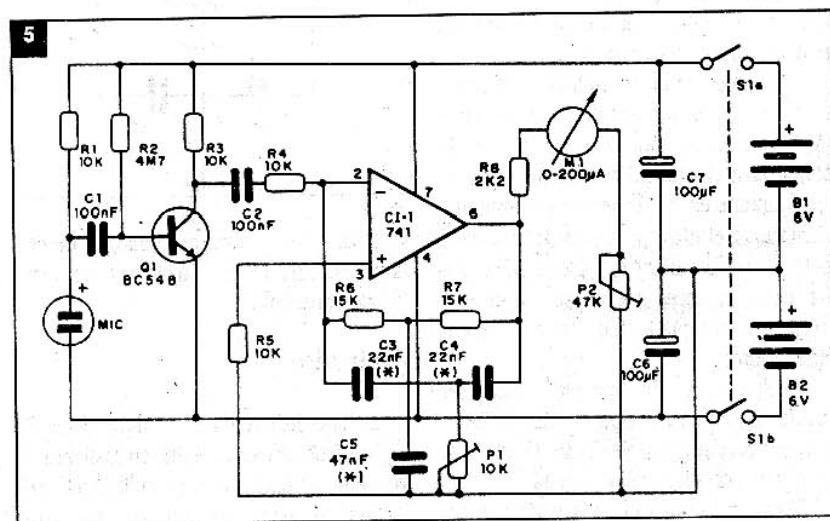
El ajuste es algo crítico y puede hacerse tomando como base dos fuentes de señales. Una de ellas sería un generador de audio conectado a un amplificador y ajustado para la frecuencia exacta de 440Hz. La utilización de un frecuencímetro en su salida sería im-

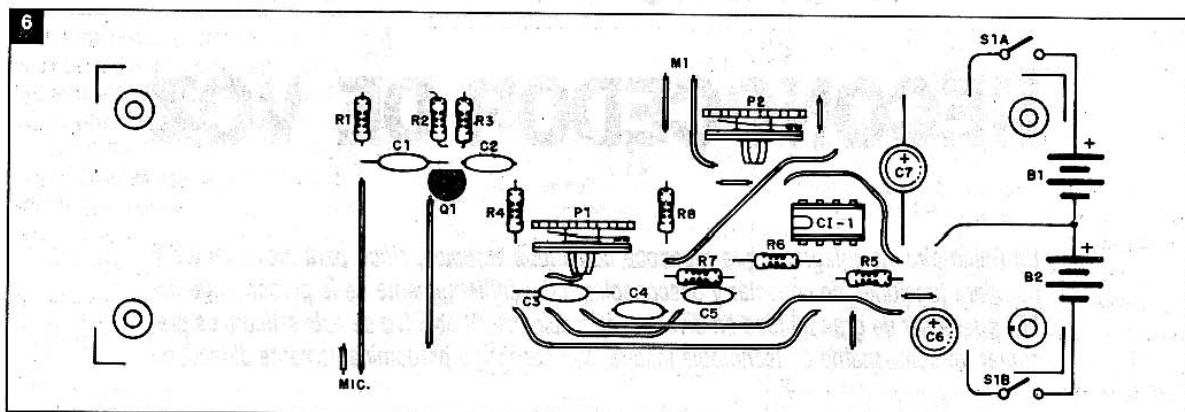
portante para obtener esta frecuencia con precisión (figura 8). Otra posibilidad es a partir de un instrumento previamente afinado o de diapasones mecánicos (silbato o tipo horquilla).

Debemos ajustar el potenciómetro P1 para obtener la máxima indicación de M1. Si la aguja tiende a pasar del final de la escala, ajustamos P2, que limita su curso.

Si no se consigue la frecuencia exacta de ajuste, será preciso modificar los valores de los componentes del doble T. En este punto, con el frecuencímetro, las cosas son más sencillas, pues podemos saber cuál es la diferencia de frecuencia que existe entre el punto de funcionamiento y el punto deseado.

Si la frecuencia está por arriba de lo esperado, el accionamiento ocurre con una nota más alta, entonces debemos aumentar C5 y eventualmente C3 y C4, conectando en paralelo capacitores de menor valor (de 220 pF a 1nF) hasta obtener el punto correcto. Si la frecuencia estuviera por debajo de lo esperado, entonces debemos cambiar C3 y C4 por otros capacitores de un mismo lote, esperando encontrar unidades con valores menores dentro de un mismo lote, esperando encontrar unidades con valores menores dentro de la banda de tolerancia (un capacitmetro ayudaría mucho en esto: vea "Capacímetero Sonoro" en Saber Electrónica N° 12 y "Capacímetros: adaptador para multímetro" en Saber Electrónica N° 7), o bien reducir sus valores de 15 ó 20 nF e ir conectando capacitores, de 4nF ó 5n6 en el caso de

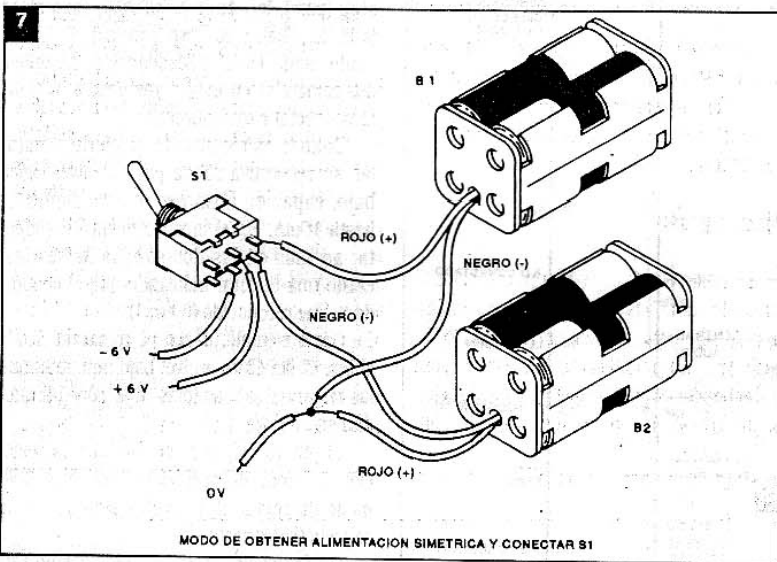
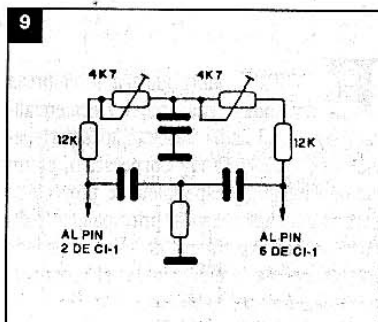




15nF y de 1n5 a 2n2 en el caso de 20 nF, hasta obtener la afinación exacta retocada en P1.

Otra posibilidad menos crítica consiste en cambiar R6 y R7 por trimpots de 4k7 en serie con resistores de 12k y hacer el ajuste

fino en estos componentes (figura 9). Para usarlo, después de ajustado, basta conectar la unidad y afinar el instrumento delante del micrófono. Al dar la nota correcta (LA = 440Hz) la aguja se moverá hasta la indicación máxima.



- LISTA DE MATERIALES**
- CI-1 - 741 - circuito integrado - amplificador operacional
 - Q1 - BC548 ó equivalente - transistor NPN de uso general
 - M1 - 0 - 200µA - microamperímetro
 - MIC - micrófono de electret de dos terminales
 - B1, B2 - 6V - 4 pilas pequeñas
 - S1 - interruptor doble
 - P1 - 10k - trimpot
 - P2 - 47k - trimpot
 - R1, R3, R4, R5 - 10k - resistores (marrón, negro, naranja)
 - R2 - 4M7 - resistor (amarillo, violeta, verde)
 - R6, R7 - 15k - resistores (marrón, verde, naranja) (ver texto)
 - R8 - 2k2 - resistor (rojo, rojo, rojo)
 - C1, C2 - 100 nF - capacitores cerámicos o de poliéster
 - C3, C4 - 22 nF - capacitores cerámicos o de poliéster - ver texto
 - C5 - 47 nF - capacitor cerámico o de poliéster - ver texto
 - C6, C7 - 100µF - capacitores electrolíticos
- Varios: placa de circuito impreso universal, dos soportes de 4 pilas pequeñas, caja para montaje, zócalo para el integrado, cables, soldadura, etc.
- * El valor de R2 puede alterarse en la banda de 1M a 10M para modificar la sensibilidad de entrada.

