

# trazador de señal e inyector de señales

- 1 empleo de un circuito integrado
- 2 utilidad del «signal tracer»
- 3 el inyector de señales
- 4 el NOR
- 5 circuito del «signal tracer»
- 6 el generador de señales
- 7 las sondas
- 8 realización práctica
- 9 componentes

**CIRCUITO  
COMPROBADO**

**L**os métodos fundamentales para reparar un radioreceptor o un amplificador de baja frecuencia, son dos: el llamado «método estático», que consiste en medir las diversas tensiones y corrientes, comprobando si éstas son normales, y el denominado «método dinámico», que consiste en aplicar una señal a la entrada del aparato en reparación, siguiendo, a través del recorrido, las diversas transformaciones, a través de las etapas siguientes, de la entrada hasta la salida; esto es, en el caso de un radioreceptor, de la antena al altavoz.

Un voltímetro, preferiblemente de elevada resistencia interna (voltímetro electrónico), es más que suficiente para la aplicación del primer método, el método estático.

Para el método dinámico, en cambio, es necesario disponer de un aparato electrónico, llamado «signal tracer» o trazador de señal, el cual desarrolla la misión de seguir, punto por punto, una señal introducida en el aparato en reparación, sea éste de alta frecuencia o bien de baja frecuencia.

El «signal tracer» es un instrumento muy importante, que se encuentra en un tercer lugar en la serie de instrumentos que debe poseer el radioreparador: tester, oscilador modulado, «signal tracer», inyector de señales.

En el cuarto puesto de esta clasificación se encuentra el inyector de señales. La diferencia sustancial que existe entre el «signal tracer» y el inyector de señales, es ésta: el «signal tracer» toma la señal de radio en un punto del aparato en reparación, y lo hace escuchar a través de un transductor acústico (auricular o altavoz). El inyector de señales es un generador de oscilaciones capaz de introducir, en cualquier punto de un aparato que se esté reparando, una señal que se escucha a través del transductor acústico del aparato de radio o del amplificador averiado.

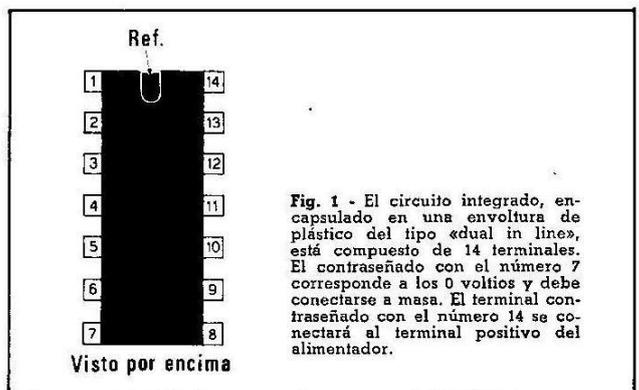
En sustancia, el «signal tracer» toma de los diversos puntos en examen de un radio-aparato, la señal, que puede ser la de una emisora o la de un oscilador modulado. La detecta, la amplifica y la hace más audible. El inyector de señales, en cambio, emite una señal en los diversos puntos en examen, de un radioreceptor o de un amplificador, y esta señal se hace audible en el mismo transductor acústico con que está equipado el aparato.

Nuestro proyecto está compuesto por un amplificador de baja frecuencia con salida en altavoz (signal tracer) y de un generador de onda cuadrada con frecuencia acústica (inyector de señales). Todo se realiza por medio de un altavoz, un transistor de silicio de tipo corriente, algunas resistencias y un circuito integrado, que proporciona a nuestro dispositivo una nota de total originalidad y actualidad.

## 1

La realización de un amplificador de baja frecuencia, con circuito integrado, no es hoy un problema, dada la gran variedad de integrados concebidos expresamente para tal función que la industria electrónica pone a disposición de todos. Pero la característica principal de este dispositivo consiste en el empleo de un circuito integrado de tipo lógico, de los normalmente utilizados en los calculadores digitales que, además de su coste decisivamente más reducido, permite una amplia gama de empleos.

A muchos lectores puede parecer extraño que un circuito integrado, como el que utilizaremos, conteniendo 24 transistores, 4



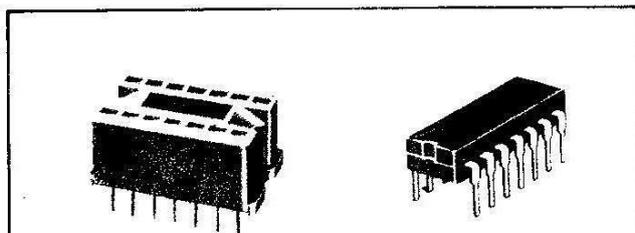


Fig. 2 - A la derecha se muestra el circuito integrado SN7402 que se montará en el circuito del «signal tracer» e inyector de señales; a la izquierda aparece el zócalo del componente, que permite facilitar el trabajo de cableado del instrumento.

diodos y varias resistencias, cueste sólo aproximadamente lo que un transistor común. Esto es posible gracias al notable interés puesto por las modernas industrias en estos dispositivos, los cuales, al ser producidos en gran cantidad, tienen un precio muy económico.

El integrado que se utiliza en este aparato es del tipo 7402. Este circuito integrado, según la correcta definición lógica, está constituido por cuatro NOR con dos entradas cada uno. La sigla de este circuito integrado puede variar ligeramente, según sus fabricantes, por ejemplo: T7402, N7402, SN7402, 7402N, FJH221. En todos los casos, el circuito integrado es siempre el mismo.

El circuito del integrado está encapsulado en una caja de plástico del tipo «dual in line», con 14 terminales, tal como se ve en la figura 1.

La muesca de referencia, que aparece en la propia cápsula, permite una fácil identificación de los terminales.

Este circuito integrado pertenece a la llamada serie TTL, o sea: transistor-transistor-lógica; esta serie de circuitos integrados es actualmente adoptada en casi todos los instrumentos digitales, por sus notables ventajas, entre ellas la económica, que presentan respecto a las series precedentes (RTL, DTL, etc.).

**2**

Al principio de este artículo hemos querido recordar la indudable utilidad de este instrumento en el laboratorio del profesional y del aficionado. Sirviéndose del «signal tracer», en efecto, es posible seguir, con la correspondiente sonda de baja o de alta frecuencia, la señal de radio en las diversas etapas de un radioreceptor, localizando rápidamente el sector donde se halla presente la avería.

En la práctica es preciso sintonizar el radioreceptor con una emisora cuya longitud de onda corresponda a las emisiones en OM u OC; a continuación, iniciando en la primera etapa de entrada del receptor, se toma la señal con la sonda de alta frecuencia; en las etapas siguientes, la señal debe obtenerse con la sonda de baja frecuencia. En el momento en que la señal desaparece, o sea que no se escucha en el altavoz del «signal tracer», la avería o el defecto han quedado localizados.

La utilidad del «signal tracer» no se limita a las únicas operaciones de localización de las averías en los radioreceptores o en los amplificadores. Sirve también para probar la eficacia de los micrófonos, de los preamplificadores y de muchos otros aparatos. Se trata, por lo tanto, de un dispositivo muy versátil o, mejor, de un instrumento totalmente indispensable en el laboratorio electrónico.

**3**

El trabajo de localización de las averías en los receptores de radio y en otros aparatos electrónicos, puede efectuarse también por medio del inyector de señales. Como ya se ha dicho, este instrumento actúa de manera opuesta al «signal tracer». En efecto, éste inyecta las señales y las operaciones de localización deben iniciarse, en lugar de las etapas de entrada, en la de salida. Se empieza inyectando la señal en la bobina móvil del altavoz, al objeto de controlar la continuidad eléctrica del devanado; a continuación se pasa a la etapa amplificadora final, pasando sucesivamente a todas las etapas intermedias, hasta la de entrada. Tam-

bién con este sistema de localización de las averías, cuando al pasar de una etapa a la otra la señal emitida por el inyector de señales deja de escucharse en el altavoz del aparato en examen, es en dicha etapa donde se encuentra la interrupción. La señal se escuchará a través del altavoz del aparato en examen con intensidad creciente, a medida que de la etapa final se pasa a las precedentes.

**4**

En la figura 3 se ha representado uno de los cuatro circuitos NOR presentes en este dispositivo. Cada NOR se caracteriza por dos entradas y una salida. La sigla NOR es una abreviatura de NOT OR, que significa «0 invertido». En efecto, el OR es una función lógica que realiza la proposición «o» (o bien).

Sirviéndose de los números 1 — 0 para indicar la presencia o ausencia de tensión, un OR hace corresponder a las entradas G1-G2 la salida Q1, según la siguiente tabla de la verdad:

G1	G2	Q1
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Para el NOR vale la situación inversa, o sea que en la salida se tiene: 1 — 0 — 0 — 0.

Pero la teoría del NOR no interesa en este artículo, porque la misión que nos hemos propuesto consiste en aprovechar este elemento como amplificador.

Para obtener dicho resultado, teniendo en cuenta que el circuito ha sido proyectado de modo que trabaje exclusivamente con sólo los dos niveles de tensión 0 y 1, es preciso añadir, externamente al circuito integrado, algunas resistencias, de modo que se varíen las polarizaciones y el circuito trabaje en zona casi lineal. Pero a nosotros nos interesa una sola entrada del amplificador y, por tal motivo, es suficiente conectar a masa el otro terminal, de modo que éste no cree interferencias durante el proceso de amplificación de la señal. En el circuito de la figura 3, por lo tanto, se utilizan para el proceso de amplificación, sólo los transistores TR1 — TR2 — TR5 — TR6, con el resultado de obtener una amplificación lineal.

**5**

Los pocos datos teóricos precedentemente indicados, permiten la comprensión del circuito eléctrico completo del instrumento, representado en la figura 4.

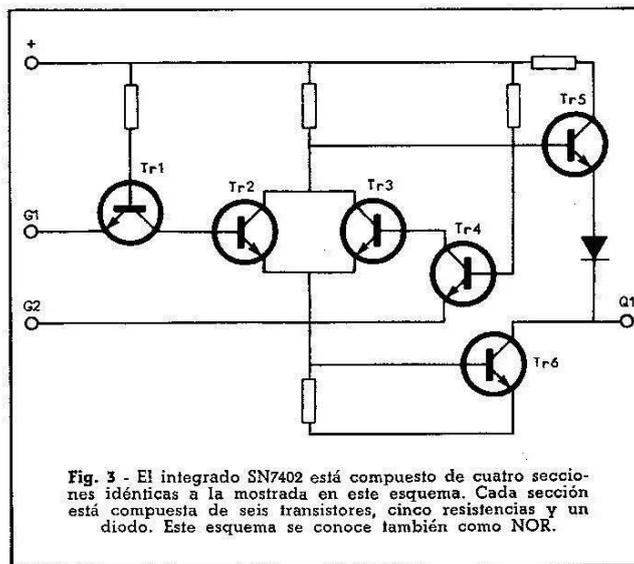


Fig. 3 - El integrado SN7402 está compuesto de cuatro secciones idénticas a la mostrada en este esquema. Cada sección está compuesta de seis transistores, cinco resistencias y un diodo. Este esquema se conoce también como NOR.

## TRAZADOR DE SEÑAL E INYECTOR DE SEÑALES

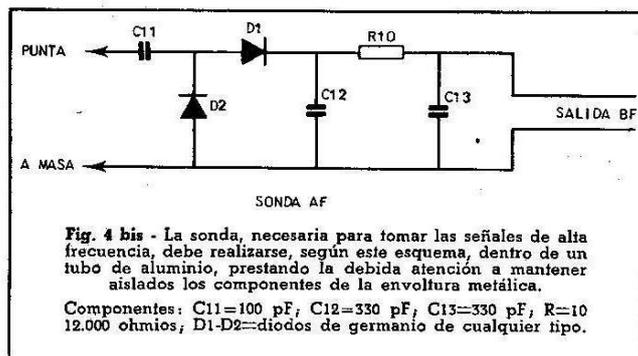
Dos circuitos NOR (G3-G4) componen el generador de señales, mientras que los otros dos (G1-G2), en unión con el transistor TR1, componen el circuito de amplificación.

Iniciaremos la descripción con el análisis del circuito del «signal tracer», que es el representado en la parte superior de la figura 4.

La señal de entrada se aplica, a través del condensador C1, al potenciómetro de volumen R1; a continuación alcanza el terminal 5 del circuito integrado. Este terminal está correctamente polarizado por la resistencia variable R2. En la salida de G1 (terminal 4), se encuentra presente la señal amplificada que, mediante el condensador C2, es enviada a la segunda sección del integrado (G2). Se observará que la polarización del terminal de entrada de G2 (terminal 2) es activada mediante la resistencia R3; esta polarización se produce a través del contacto auxiliar C-E del jack correspondiente a la señal de salida. Con este sistema, introduciendo la sonda en la toma de una sección, la otra queda automáticamente excluida. En efecto, si la sonda se introdujese en el borne «salida señal», el terminal C del jack no quedaría conectado a masa y en el NOR G2 faltaría la correcta polarización, necesaria para el funcionamiento del amplificador.

Para hacer lineal, en los límites de lo posible, el proceso de amplificación del circuito, se ha añadido, entre los terminales 1 — 2 de G2, una red de contrarreacción compuesta por C3 y R4.

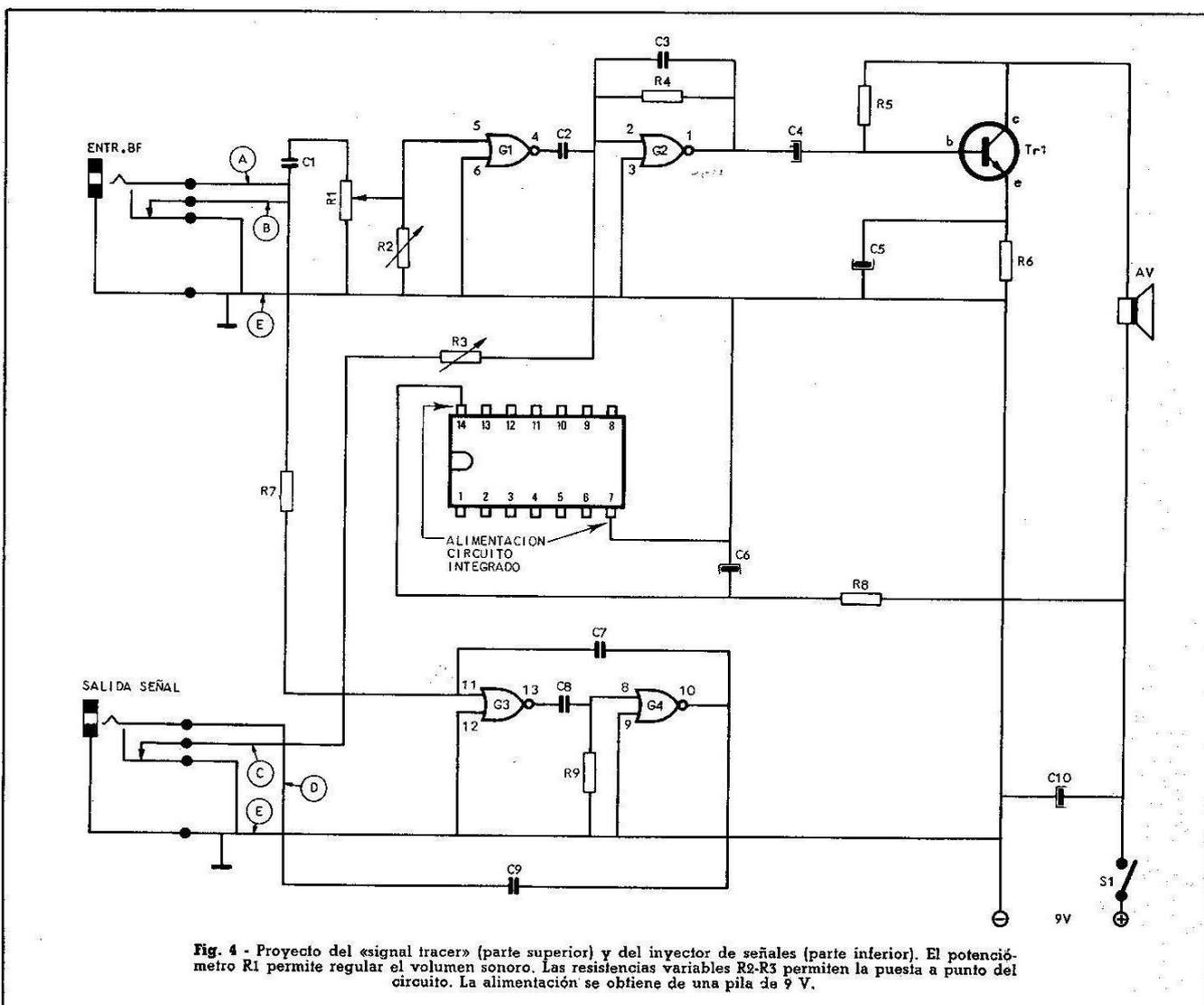
La señal se envía, finalmente, a través del condensador electrolítico C4, a la base del transistor TR1, de media potencia, el

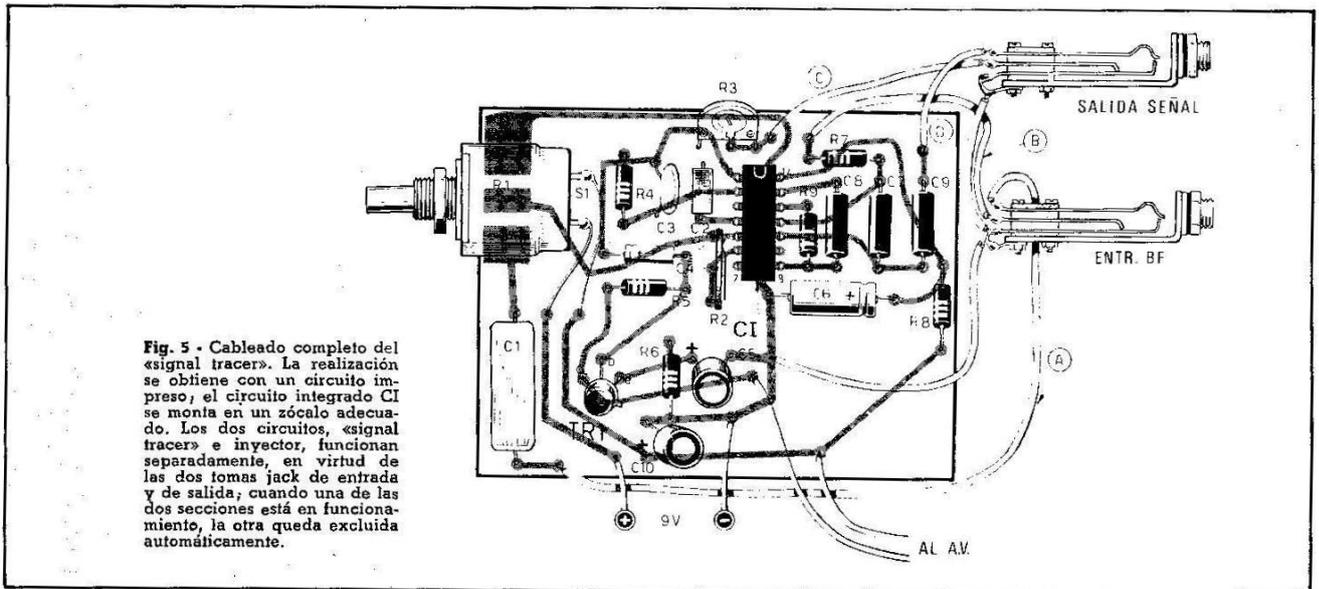


cual procede a reforzar ulteriormente la señal y a pilotar directamente el altavoz.

6

El circuito del inyector de señales, representado en la parte inferior de la figura 4, está compuesto por las secciones G3-G4





**Fig. 5 -** Cableado completo del «signal tracer». La realización se obtiene con un circuito impreso; el circuito integrado CI se monta en un zócalo adecuado. Los dos circuitos, «signal tracer» e inyector, funcionan separadamente, en virtud de las dos tomas jack de entrada y de salida, cuando una de las dos secciones está en funcionamiento, la otra queda excluida automáticamente.

del circuito integrado. Estas han sido conectadas de manera que forman un circuito multivibrador monostable basado en el principio de la reacción positiva.

También en el circuito del generador de señales, una de las dos entradas del NOR está conectada a masa; precisamente, mediante la resistencia R7 el contacto B-E del jack de entrada y el terminal 11 de G3. De este modo, cuando el «signal tracer» está funcionando, el inyector de señales queda automáticamente excluido.

**7**

La unión entre el instrumento y los diversos aparatos en examen, debe efectuarse a través de unas sondas a propósito.

Utilizando el instrumento en función de amplificador de señales de baja frecuencia o de inyector de señales, la sonda estará representada por un simple cable apantallado, equipado con una banana jack por una parte, y por una punta en la otra. La funda metálica del cable apantallado se conectará con la masa del aparato en examen, a través de un trozo de conductor terminado en una pinza cocodrilo.

Cuando se emplee el «signal tracer» con las señales de alta frecuencia, se utilizará una sonda algo más elaborada, compuesta según el esquema eléctrico que aparece en la figura 4 bis.

Este circuito deberá realizarse en el interior de un tubo metálico conectado con el conductor de masa del cable apantallado, de modo que dicha sonda quede lo máximo posible blindada. La punta quedará aislada de la caja, por lo que se utilizará un cable con pinza cocodrilo, capaz de conectar la envoltura metálica con la masa del aparato en examen.

**8**

La presencia del circuito integrado impone el empleo de un circuito impreso, como se ve en la figura 5. Este deberá realizarse reproduciendo el dibujo de la figura 6. Para evitar soldaduras directas en los terminales del integrado, es aconsejable el empleo de un zócalo capaz de soportar cualquier sollicitación sin perjudicar el funcionamiento del circuito.

Las soldaduras en dicho zócalo deberán llevarse a cabo con gran precisión, evitando que entre un terminal y otro se interpongan elementos extraños.

Una vez realizado el circuito impreso, el montaje del aparato resultará muy sencillo, siempre que se sigan las instrucciones del esquema de cableado de la figura 5.

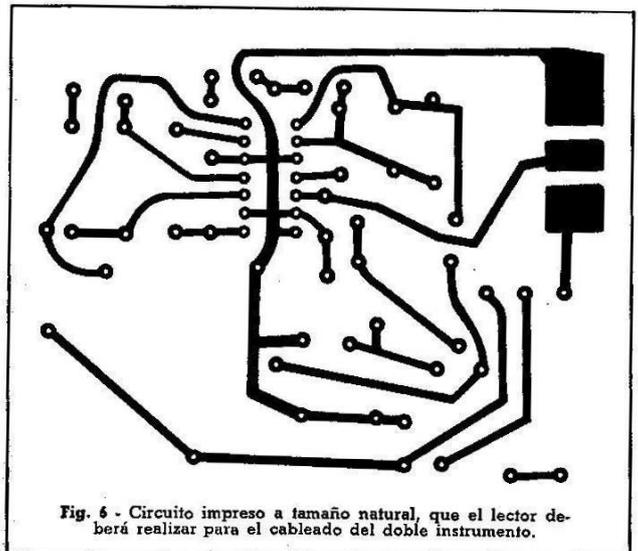
Es muy importante, a fin del correcto funcionamiento del ins-

trumento, obtener una correcta tensión de alimentación del circuito integrado; ésta debe situarse entre 4,7 y 5,3 V. Para lograr este resultado, y al objeto de conservar la mayor economía de construcción, se utiliza la resistencia de caída R8, que reduce la tensión de alimentación de 9 V, obtenida con las pilas, en los límites antes indicados.

Cuanto quisieran introducirse en un ulterior y pequeño gasto, pueden utilizar un diodo zener de 4,7 — 5,1 V 1 W, conectado en paralelo con el condensador electrolítico C6, de modo que la tira de referencia del zener esté conectada con el terminal positivo del condensador electrolítico C6; al mismo tiempo, se reducirá el valor de la resistencia R8 a 82 ohmios.

La frecuencia de la nota de baja frecuencia, emitida por el inyector de señales, depende del valor de los condensadores C7-C8. Si dicha nota no resultase agradable al lector siempre es posible variar el tono de la señal, simplemente, cambiando el valor de los citados componentes; teniendo en cuenta que aumentando el valor de C7-C8, se obtiene una disminución de la frecuencia y viceversa.

La operación más delicada, en la fase de puesta a punto del instrumento, reside en la regulación de las resistencias variables



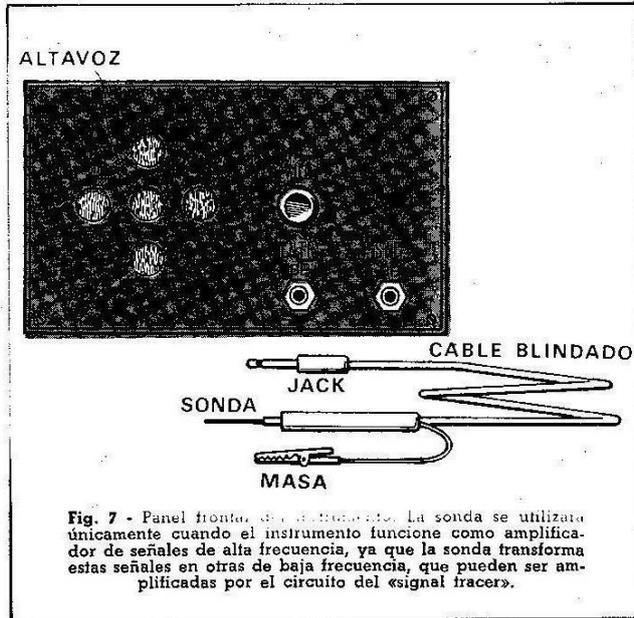
**Fig. 6 -** Circuito impreso a tamaño natural, que el lector deberá realizar para el cableado del doble instrumento.

## TRAZADOR DE SEÑAL E INYECTOR DE SEÑALES

R2-R3, que permiten variar las polarizaciones de los circuitos de entrada de los NOR. Para esta operación es preciso aplicar, en primer lugar, una señal de baja frecuencia a la entrada B. F. del instrumento, regulando a mitad de su recorrido, aproximadamente, las dos resistencias variables R2-R3. A continuación, se deberán retocar pacientemente las dos resistencias variables R2-R3,

de modo que se localice la posición que permite obtener la mejor amplificación, lo menos posible afectada de distorsión. El resultado no será ciertamente digno de ser clasificado en el sector de la alta fidelidad, pero permitirá darse cuenta del correcto funcionamiento de muchos aparatos.

9



- C1 = 2  $\mu$ F poliester (dos en paralelo de 1  $\mu$ F)
  - C2 = 470.000 pF poliester
  - C3 = 47.000 pF poliester.
  - C4 = 20  $\mu$ F/16 V, electrolítico
  - C5 = 100  $\mu$ F/6,4 V, electrolítico
  - C6 = 50  $\mu$ F/25 V, electrolítico
  - C7 = C8 = C9 = 220.000 pF poliester
  - C10 = 125  $\mu$ F/16 V, electrolítico
  - R1 = potenciómetro logarítmico de 500.000 ohmios
  - R2 = potenciómetro de ajuste de 5.000 ohmios
  - R3 = potenciómetro de ajuste de 5.000 ohmios
  - R4 = 4.700 ohmios
  - R5 = 560.000 ohmios
  - R6 = 150 ohmios
  - R7 = 1.200 ohmios
  - R8 = 100 ohmios
  - R9 = 1.200 ohmios
- Todas las resistencias de 1/3 W  $\pm$  10 %
- CI = circuito integrado SN7402, FJH221
  - TR1 = transistor 2N1711, MC140
  - S1 = interruptor incorporado en R1
  - AV = altavoz de 25 ohmios.
  - Pila = 9 V
- 1 circuito impreso (Fig. 6)  
1 caja metálica o de plástico  
2 jacks conmutables