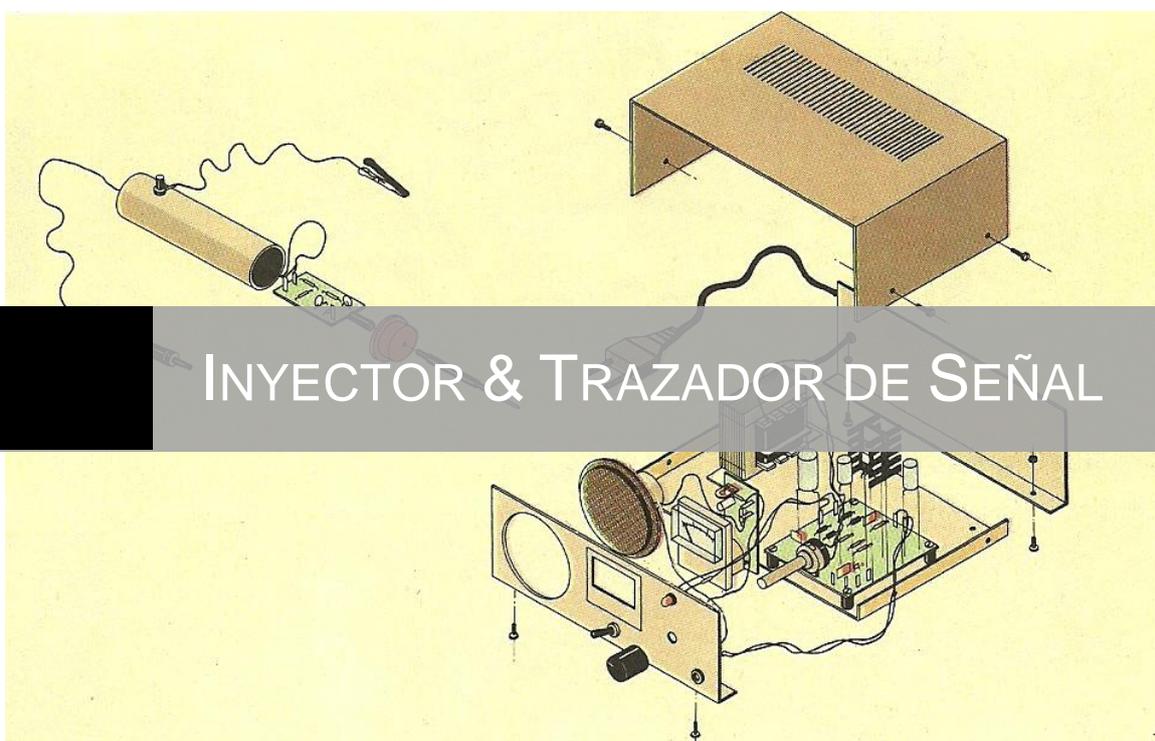


25/5/2012



## INYECTOR & TRAZADOR DE SEÑAL

Instrumentos de prueba y  
localización de averías en  
equipos de BF y RF.  
José Miguel Castillo Castillo

## INTRODUCCIÓN

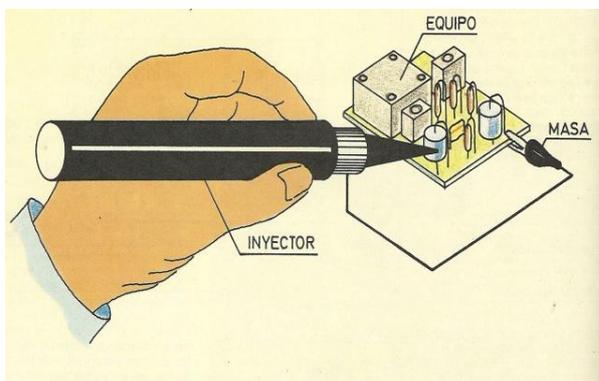
Los dispositivos que a continuación se describen suelen ser utilizados para efectuar pruebas, localización de averías y reparación, sobre equipos receptores de BF/AF ó amplificadores en la que se precisa aplicar ó recibir una cierta señal con objeto de comprobar el correcto funcionamiento de una o varias etapas del equipo.

Primeramente veremos el **Inyector de señal**, este dispositivo aún por su sencillez es bastante útil para la localización de averías, pues genera y transmite una señal que aplicándolo al circuito en prueba diagnostica si está bien ó falla en algún punto ó etapa del equipo.

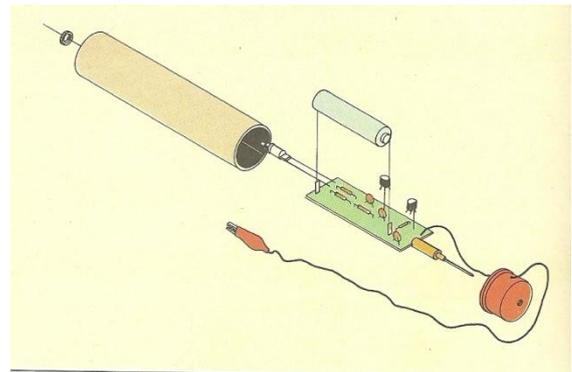
El otro dispositivo que detecta y localiza la avería es el **Trazador de señal**, Signal Tracer, que es otro dispositivo utilizado y diseñado para recibir y tratar señales para la detección y reparación de las averías de equipos tanto en baja frecuencia como en radio frecuencia y amplificadores.

## EL INYECTOR DE SEÑAL

El inyector de señal por si sólo es un sencillo generador de señal estable con una forma de onda cuadrada. Así, cuando existe cualquier avería en el equipo que implique una interrupción en el avance de la señal, será fácilmente localizable, ya que bastará con efectuar varias aproximaciones, desplazando el punto de aplicación de la señal y el de detección de la misma.

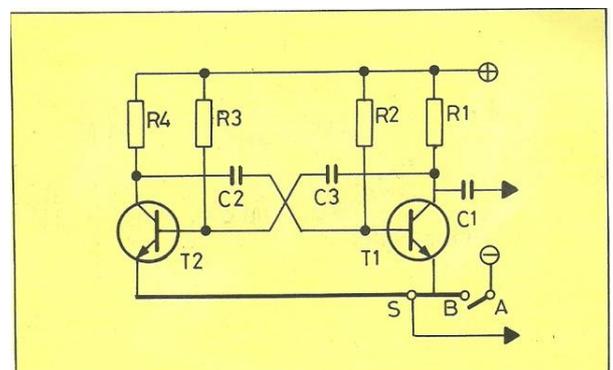


El inyector de señal es un instrumento que actúa como generador de la señal a inyectar en el circuito en prueba. Para ello puede utilizarse un generador de funciones; sin embargo en la mayoría de los casos basta con disponer de otro equipo mucho más simple, como el que describimos a continuación, el inyector de señal, orientado exclusivamente a resolver las necesidades mencionadas.



## Descripción de su funcionamiento

El principio de funcionamiento de este inyector de señal se basa en la creación de una señal cuadrada de una frecuencia de 1 KHZ, para que pueda ser empleado, tanto en etapas de Baja Frecuencia (BF) como en las altas frecuencias (AF) o frecuencia intermedia (FI) debido al gran contenido de armónicos que posee dicha forma de onda. El circuito, de reducido tamaño, está preparado para trabajar con una alimentación autónoma, a partir de una pila de 1,5V, entregando a su salida un nivel de señal de 2,5 V pico a pico.



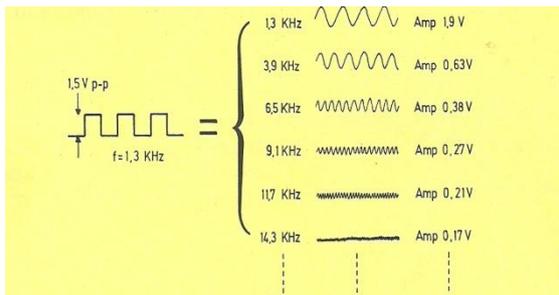
Esquema eléctrico del Inyector de Señal.

## Señales cuadradas

La forma de onda que se obtiene de un multivibrador astable, como el de circuito del inyector de señal, es cuadrada. Tal forma se caracteriza por presentar dos niveles de tensión temporalmente estables, pasando de uno a otro periódicamente de una forma brusca o muy rápida.

La frecuencia fundamental de tal onda depende de los valores dados a los componentes del circuito, y para el aquí comentado es de algo más de 1 KHz. Es corriente oír decir que tal forma de onda es **rica en armónicos**. Pero... ¿Qué armónicos, si la frecuencia es de unos 1000 Hz?

La explicación es muy sencilla. Cuando se habla de una señal de una frecuencia determinada siempre se supone implícitamente que la forma de tal señal es la senoidal o sinusoidal.



**Componentes armónicos de la onda cuadrada que genera el circuito.**

La señal cuadrada generada por el multivibrador no tiene, evidentemente, tal forma. El estudio y desarrollo matemático de dicha señal muestra que puede hacerse equivaler a una suma de señales senoidales de frecuencias concretas y amplitudes decrecientes con su frecuencia, de forma que, efectivamente, la señal cuadrada está compuesta por multitud de componentes senoidales.

Si la onda cuadrada fuera teóricamente perfecta (tiempos de subidas y de bajada nulos), las frecuencias de las distintas componentes serían los múltiplos impares de la frecuencia fundamental, y las

amplitudes disminuirán en razón inversa al número del armónico.

Aún no siendo matemáticamente perfecta la onda cuadrada, si se aproxima lo suficiente, como para establecer los valores de las amplitudes de los distintos armónicos, que son los que se dan en la siguiente tabla.

Frecuenc. (KHz)	Amplitud (mV p-p)	Frecuenc. (KHz)	Amplitud (mV p-p)
1,3	1.900	170	14
3,9	630	250	10
6,5	380	450	5,5
9,1	270	550	4,5
11,7	210	1.000	2,5
14,3	170	1.600	1,5
19,5	140	5.500	0,5

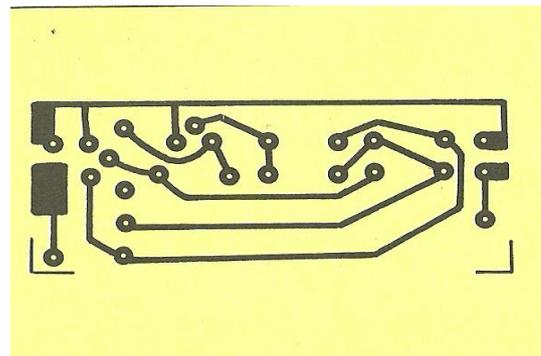
**Tabla de amplitudes y frecuencias de armónicos de la señal cuadrada.**

Para frecuencias fuera de la gama de audio, la amplitud puede averiguarse, aproximadamente, de la formula:

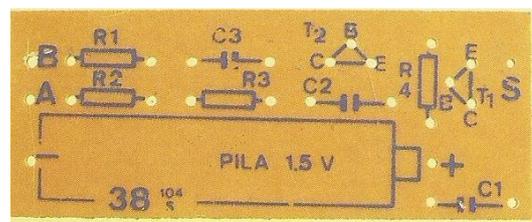
$$\text{Amplitud (mV)} = 2.500 / f(\text{KHz})$$

Válida cuando la amplitud de la onda cuadrada original es de 1,5 V.

## Placa de circuito impreso



**Placa de circuito impreso por el lado de las pistas.**

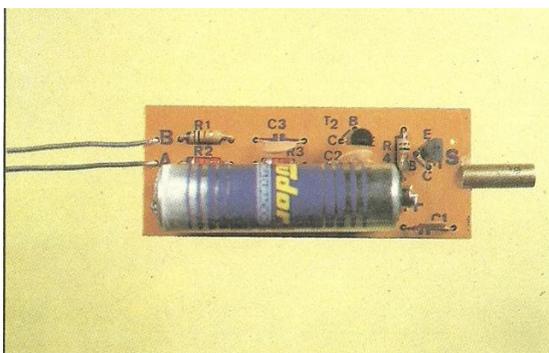


**Placa de circuito impreso por el lado de componentes**

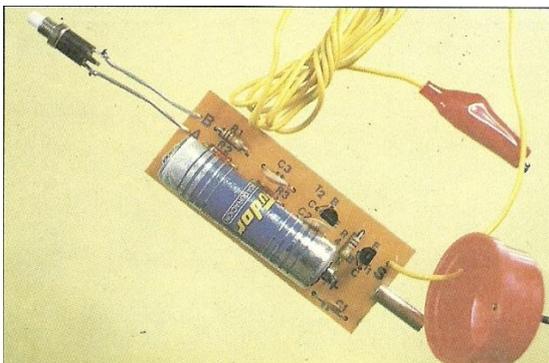
## Proceso de montaje

El montaje comenzara con la inserción de los componentes pasivos, resistencias y condensadores, en la placa del circuito impreso, soldándolos sobre la placa y cortando posteriormente los restos sobrantes de los terminales.

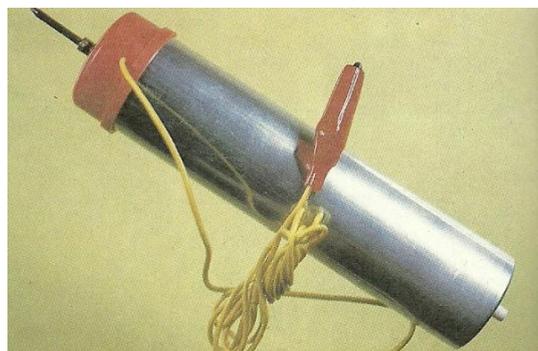
Posteriormente se insertarán el conjunto de semiconductores formados únicamente por dos transistores T1 y T2, se tendrán en cuenta la polarización y posicionamiento en la placa de circuito impreso, evitando sobrecalentar estos componentes.



Por último se instalará el pulsador en los extremos de los terminales, soldándolo en el punto S y el cable de masa conectando la pinza cocodrilo en el extremo.



Una vez que esté todo conectado y comprobado se procede a introducir todos los elementos y circuito dentro del cilindro de protección para un uso más fácil y manejable.



## Materiales y componentes utilizados

R1 y R2 = Resistencia de 1/4W de 1 K. R2 y R3 = Resistencia de 1/4W de 22K. C1= Condensador poliester de 10 nF. C2 y C3= Condensador poliester de 22 nF. T1 y T2 = Transistores NPN BC548. SW1= Pulsador de 1 contacto ON/OFF. Pila tipo AA 1,5V.

## Ajuste y comprobación

Este equipo no precisa ajuste. La comprobación consistirá en aplicarlo a la entrada de un pequeño amplificador y observar que se produce un tono.

## Principales aplicaciones

El inyector de señal resulta sumamente útil para localización de averías en equipos de baja frecuencia y receptores de radio de onda media y larga. La idea básica consiste en inyectar al equipo sometido a prueba una señal que sea capaz de reproducir.

Las averías más corrientes son las que se presentan cuando en un lugar determinado del recorrido de la señal se avería algún componente, ya sea un transistor que deja de funcionar, un condensador que se pone en cortocircuito o una resistencia que pierde su valor óhmico ó queda abierta.

Hasta ese lugar, y desde ese punto, el equipo funcionará normalmente. Y dejará de funcionar porque tal punto supone un corte al camino de la señal. Si con el inyector se introduce señal a las últimas etapas (la más cerca al altavoz), se escuchará un pitido débil y, a medida que pasemos de etapa, encontraremos más amplificación, se escuchará más fuerte la señal, indicando que dicha etapa está amplificando ; naturalmente

desconocemos si el grado de amplificación es el adecuado o si existen distorsiones de señal (saturación en amplitud, distorsión de cruce, etc.) que sólo se pueden medir con ayuda de generadores de señal senoidales calibrados y osciloscopios. Si se prueba desde el principio de la primera etapa (la más cercana a la entrada), el equipo reproducirá la señal inyectada, pero sólo hasta el punto en que se encuentra la avería. Así, habremos localizado la etapa que impide el funcionamiento correcto del equipo.

En la siguiente tabla se da una relación de las averías más frecuentes halladas en los equipos antes mencionados.

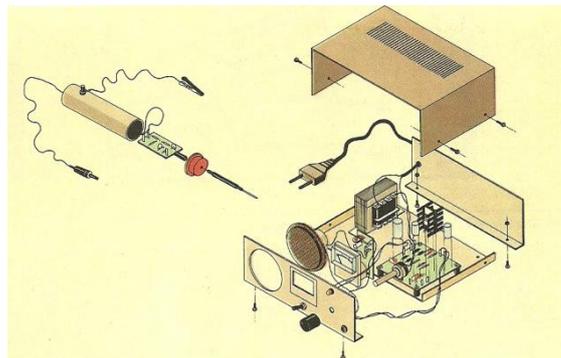
Componente defectuoso	Causa de la avería	Efecto observado
Transistor	Cortocircuitado	Las tensiones en los tres electrodos son iguales
	Abierto	Ausencia de tensión de colector
Condensador	Cortocircuitado	Si está en serie con la señal, puede ocasionar distorsión Si está en paralelo con la señal, impide su paso
	Abierto	Si está en serie con la señal, impide su paso. Si está en paralelo con la señal, no suele dar una avería notable
Resistencia	Abierta	Tensiones incorrectas. Si está en serie con la señal, impide su paso
Bobina	Abierta	Ausencia de oscilaciones. Ausencia de tensión en colector. Puede ocasionar distorsiones
Diodo	Cortocircuitado o abierto	Ausencia de señal. Distorsiones
Transformador	Abierto	Impide el paso de señal. Ausencia de tensión en colector y/o en base

### **TRAZADOR DE SEÑAL (SIGNAL TRACER)**

El trazador de señal es un dispositivo diseñado y preparado para la detección y reparación sistemática de averías en equipos de baja frecuencia o de radio frecuencia. Sus características son pocas conocidas para una gran parte de los técnicos, ya que prácticamente no existe en el mercado ningún modelo de similares prestaciones, procedente de los fabricantes de instrumentos de medida.

Su principio de operación se basa en un amplificador-monitor con una entrada de alta sensibilidad y elevada impedancia, capaz de captar a través de una punta o sonda de prueba la señal existente a lo largo de un

circuito y reproducirlas en el altavoz que contiene, ofreciendo incluso una indicación del nivel mediante el instrumento incorporado, un vúmetro.



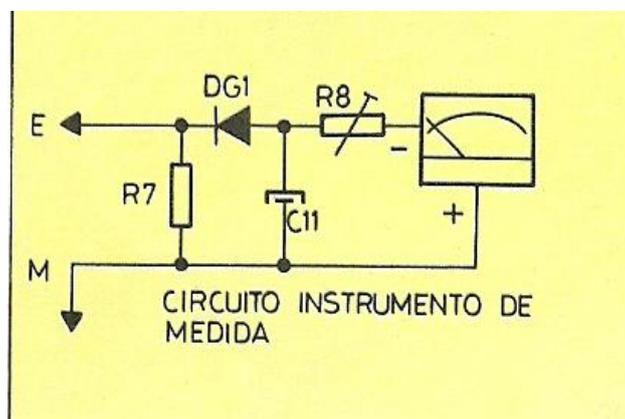
El Signal Tracer permitirá, por tanto, efectuar el seguimiento exacto de una determinada señal, analizando el comportamiento de cada una de las etapas del equipo bajo prueba, y así poder detectar el lugar exacto de la avería.

En el caso de que la comprobación se efectúe sobre pasos de alta frecuencia se empleará una sonda de RF, conectada a la entrada del equipo y por mediación de un conmutador, cuya función es la de demodular en amplitud (AM) las señales y obtener de ellas la información en forma de señal audible.

### **Esquemas del circuito eléctrico**

El esquema eléctrico del circuito trazador de señal se compone de tres circuitos:

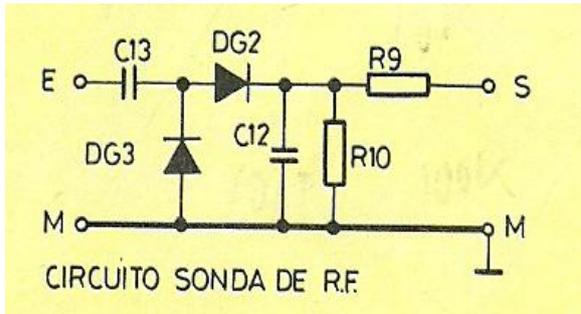
- 1.- Circuito instrumento de medida
- 2.- Circuito sonda de RF
- 3.- Circuito principal.



Circuito eléctrico instrumento de medida VU-meter.

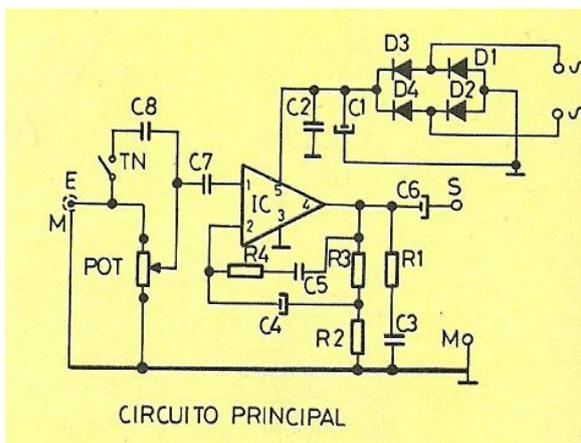
El circuito de medida constituido por un filtro, formado por un diodo de germanio, resistencia y condensador nos permite dejar pasar la señal en continua que nos viene del circuito de prueba y haga mover la aguja según el nivel introducido.

La entrada de este circuito, los terminales E y M, se conectará el terminal E al extremo de uno de la conexión del conmutar INST.



Circuito eléctrico de sonda de RF

El circuito de sonda de RF hace de demodulador entre la alta frecuencia y la baja frecuencia, obteniéndose una información de señal en forma de señal audible.



Circuito eléctrico principal

El circuito principal se basa en un amplificador de baja frecuencia controlado a la entrada por un potenciómetro para regular y ajustar los niveles de la señal de entrada.

La salida del amplificador se identifica con los terminales S y M, Salida y Masa, el

terminal S se conectará a uno de los extremos del conmutador que nos permita conmutar y elegir entre sonido (altavoz) y el instrumento de medida (VU-meter).

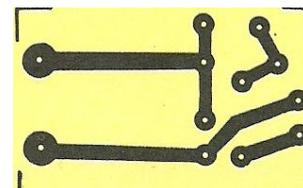
En este mismo circuito se integra la fuente de alimentación constituida de un rectificador de onda completa con cuatro diodos y un filtro compuesto de condensadores. Esta fuente es capaz de ofrecer a la salida un voltaje alrededor de unos 12 V en corriente continua sin estabilizar.

### Placas de circuito impreso

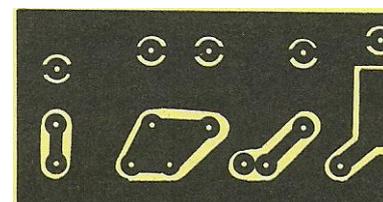
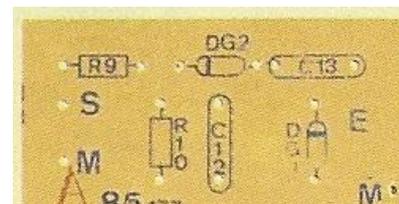
Existen tres placas de circuito impresos para el equipo que constituye el Signal Tracer, estas son:

1. Placa Circuito instrumento de medida.
2. Placa Circuito Sonda de RF.
3. Placa circuito principal.

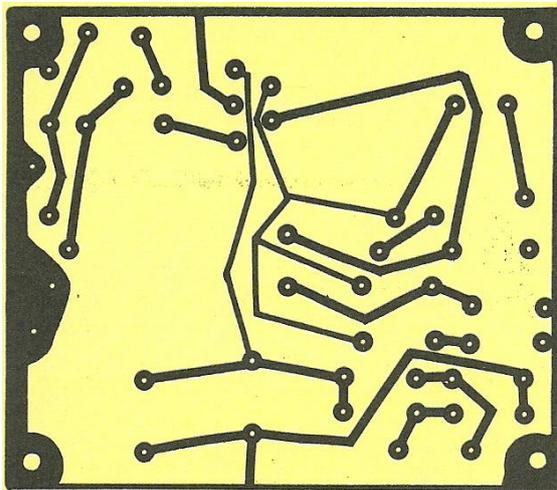
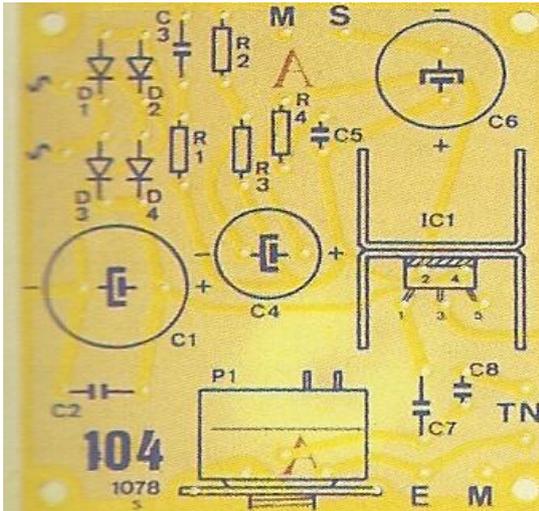
### PLACA CIRCUITO INSTRUMENTO DE MEDIDA



PLACA CIRCUITO SONDA DE RF.



## PLACA CIRCUITO PRINCIPAL



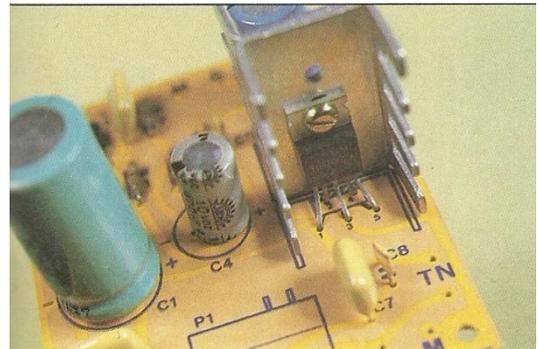
### Proceso de montaje

El montaje de los circuitos impresos se realizará siguiendo los pasos siguientes:

1. Comenzar con los componentes pasivos, resistencias fijas, ajustables y condensadores, procurando no invertir la polaridad de los condensadores electrolíticos.
2. Seguidamente insertar los semiconductores, procurando no invertir la polaridad de los diodos y el circuito integrado, evitando sobrecalentarlo en el momento de la soldadura.
3. El diodo LED de señalización ON/OFF se le conectará en serie una resistencia de limitación de  $1k\Omega$  y se

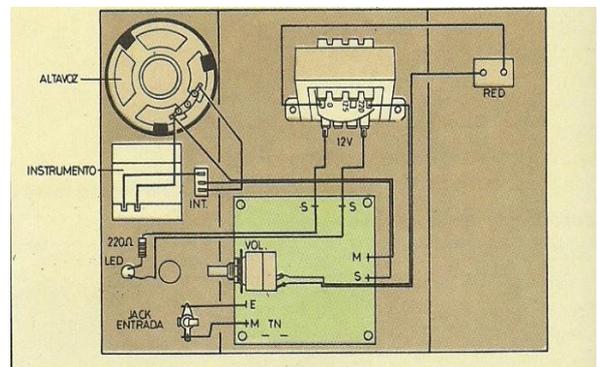
conectará a la salida del transformador de alimentación de 12 VAC.

4. Utilizar cables aislados de 1mm para conectar el transformador de alimentación a la red y al circuito principal.
5. Utilizar un soldador de lápiz de 25 W.
6. Poner atención en las conexiones de los terminales E y M (Entrada y Masa) y S y M (Salida y Masa).
7. Asegurarse de que no se formen soldaduras defectuosas, cortocircuitos, etc.
8. Montar los disipadores de calor para el circuito integrado IC1. Éstos deben de estar perfectamente adheridos al cuerpo metálico del circuito integrado con el objetivo de evacuar el calor producido cuando se calienta demasiado.



### Montaje en la caja

En este montaje en la caja existen tres partes bien diferenciadas la placa frontal, trasera y la base de la caja.

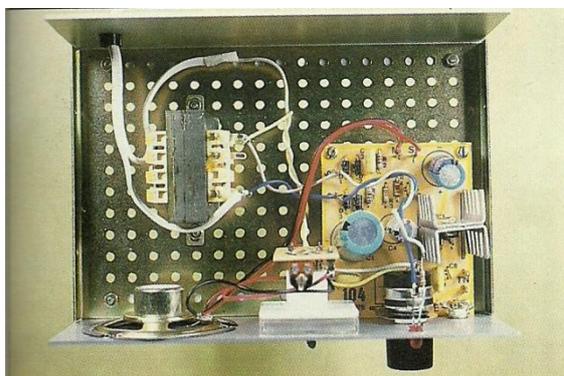


Instalación e interconexiones entre los circuitos y el resto de elementos.

En la parte trasera irá solamente la base de enchufe de corriente alterna que corresponde a la conexión de entrada de red.

En la placa frontal se instalarán todos los elementos necesarios: altavoz, instrumento de medida VU-meter, conmutador basculante, diodo LED ON/OFF, potenciómetro de volumen con interruptor de encendido y apagado, entrada yack hembra.

Sobre la base de la caja metálica se han fijado con tornillos, la placa principal y el transformador de alimentación.



Es importante la conexión de un portafusible de plástico aéreo para alojar un fusible de 1 A que vaya desde la entrada de red 125/220VAC al transformador de alimentación.

El circuito de instrumento de medida se montará y conectará directamente sobre el instrumento VU-meter, soldando los terminales de éste sobre el circuito impreso.

El circuito de la placa de la sonda de RF se montará y soldará sobre una punta cilíndrica para alojar el circuito y conectar, en el caso de una prueba de alta frecuencia, el circuito y a través de un conector yack macho miniatura de 3,5mm a la caja principal.

### Componentes y materiales necesarios

R1 y R2 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W 1  $\Omega$ . R3 y R6 = Resistencia de  $\frac{1}{4}$  W 220  $\Omega$ . R4 y R7 = Resistencia  $\frac{1}{4}$  W 47  $\Omega$ . R5 = Resistencia  $\frac{1}{4}$  W 4,7  $\Omega$ . R8 = Resistencia ajustable 10 K. R9 = Resistencia  $\frac{1}{4}$  W 10K. R10 = Resistencia  $\frac{1}{4}$  W 100 K. Pot. = Potenciómetro logaritmo 470K.

C1 = Condensador electrolítico 2000  $\mu$ F/16V. C2 y C3 = Condensador poliéster de 100 nF/63V. C4 = Condensador electrolítico 470  $\mu$ F/16V. C5 = Condensador cerámico 680 pF. C6 = Condensador electrolítico 1000  $\mu$ F/16V. C7 = Condensador poliéster 220 nF/63V. C8 = Condensador poliéster 220 pF. C11 = Condensador electrolítico 100  $\mu$ F/16V. C12 y C13 = Condensador poliéster de 10 nF/63V. D1 a D4 = Diodos 1N 4001 ó 1N 4007. DG1, DG2, DG3 = Diodos de germanio. 1 Diodo Led rojo 5mm. IC1 = Circuito integrado TDA 2002. 2 Disipadores para circuito integrado IC1. 1 Altavoz 8  $\Omega$  2". Instrumento de medida VU-meter. Transformador 125, 220V / 12 V. Conmutador basculante 2 posiciones 1 circuito. Conector yack hembra miniatura. 2 conectores yack macho miniatura. 2 pinzas de cocodrilo. Terminales de conexión y tornillos. Portafusible aéreo. 1 Fusible de 1 A.

### Ajuste y comprobación

Para efectuar el ajuste se debe aplicar la punta de prueba de BF a la salida de un oscilador de audio. Situar el volumen al máximo y el conmutador en la posición INST. Retocar R8 hasta que el instrumento indique el máximo.

A través del interruptor de prueba de tonos TN, se podrá comprobar, cuando se pulsa, un tono audible a la salida del amplificador indicando que el Signal Tracer está correctamente.

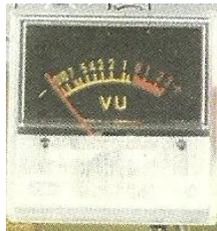
### Utilización y aplicaciones

El trazador de señal es sumamente valioso ante un equipo de radio o un amplificador de audio averiado, pues permite ir siguiendo auditivamente el paso de señal a través de los distintos circuitos. Para detectar la etapa o el componente defectuoso debe comenzarse por la primera etapa (la más cercana a la entrada o la antena) e ir examinando sucesivamente todos los pasos hasta la última (la que constituye la salida).

Nótese que el sentido de exploración correcto de este equipo es justamente el contrario al de un inyector de señal. También cabe destacar que el empleo de ambos

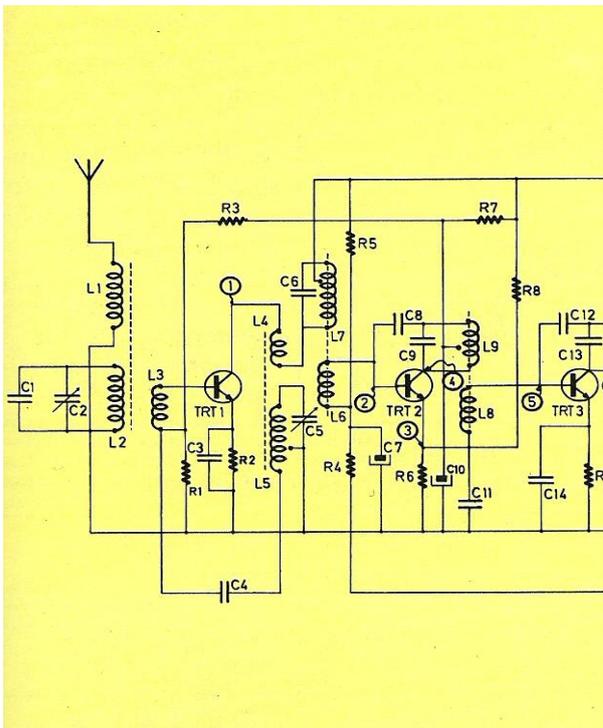
instrumentos de medición y control, Inyector de Señal y Trazador de Señal, facilitará aún más la localización de averías.

La utilización de un voltímetro de corriente continua (sensibilidad mínima recomendable,  $20K\Omega/V$ ) puede ayudar en gran medida a detectar componentes defectuosos, pues una diferencia apreciable entre la tensión medida y la que debe existir en el mismo punto dará la pauta para establecer cuáles son tales componentes.



### Ejemplo práctico

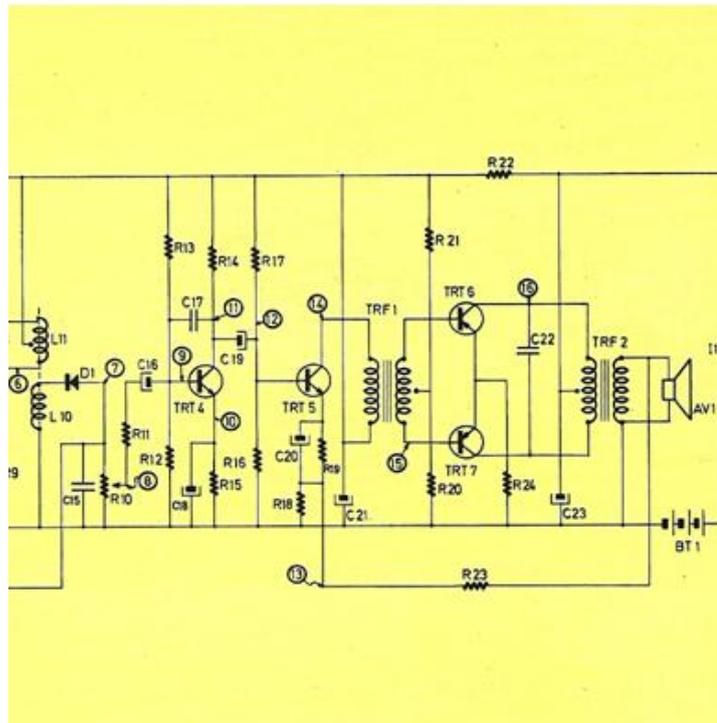
Partiendo del esquema eléctrico de un receptor de radio se expone los puntos de exploración con el Signal Tracer.



Con la tabla adjunta se dan las averías más frecuentes. Los números de la primera columna se refieren al esquema anterior. El equipo defectuoso se examinará en el orden dado por la numeración. Se iniciará por el

primer punto de la tabla en que se detecte un funcionamiento anormal.

Punto	Defecto observado	Posible causa	Punto	Defecto observado	Posible causa
1	No hay señal. Tensión correcta	Condensador C6 en corto Bobinas L4 ó L5 abiertas	9	No hay señal. Tensión anormalmente elevada	Resistencia R13 en corto
	Ausencia de tensión continua	Bobina L3 abierta Condensador C4 en corto	10	Tensión nula	Condensador C18 ó resistencia R15 en corto
2	No hay señal. Tensión correcta	Bobina L6 en corto		Hay señal. Tensión correcta	Condensador C18 abierto
	Tensión anormalmente elevada	Oscilaciones parásitas Resistencia R6 abierta	11	Igual señal que en el punto 9	Condensador C17 ó transistor TRT4 en corto
3	Hay señal. Tensión correcta	Condensador C11 abierto		Señal débil. Tensión anormalmente elevada	Transistor TRT4 defectuoso
	No hay señal. Tensión nula	Condensador C11 ó resistencia R6 en corto		No hay señal. Tensión anormalmente elevada	Resistencia R15 abierta
4	Igual señal que en el punto 2	Condensador C8 ó transistor TRT2 en corto	12	No hay señal. Tensión correcta	Condensador C19 abierto
5	No hay señal. Tensión nula	Bobina L8 abierta		Hay señal. Tensión anormalmente elevada	Condensador C19 en corto
6	No hay señal. Tensión correcta	Transistor TRT3 en corto	13	Tensión anormalmente elevada	Condensador C20 en corto
	Señal distorsionada Tensión correcta	Resistencia R9 abierta	14	No hay señal. Tensión nula	Primario de TRF1 cortado
7	No hay señal	Bobina L10 abierta Diodo D1 defectuoso		No hay señal. Tensión correcta	Transistor TRT5 defectuoso
8	No hay señal	Condensador C15 en corto Resistencia R10 defectuosa	15	No hay señal. Tensión nula	Secundario de TRF1 cortado. Resistencia R20 en corto ó R21 abierta
9	No hay señal. Tensión correcta	Condensador C16 ó resistencia R11 abiertos Transistor TRT4 en corto	16	No hay señal. Tensión correcta	Condensador C22 en corto Resistencia R24 abierta. Transistor TRT7 defectuoso



Esquema eléctrico de un receptor de radio en el que se indica los puntos de exploración con el Signal Tracer.