



Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles - Junio 2008

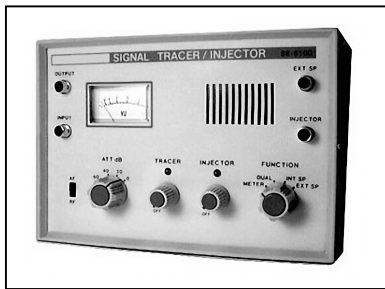
Conoce a tu correspondiente: EA1ASC, Vocal de Concursos y Diplomas de V-U-SHF

Minitransceptor para modos digitales

"DXcitación" desde un nuevo país: St Barthelemy (FJ)

TRAZADOR DE SEÑAL.

1.- INTRODUCCIÓN.

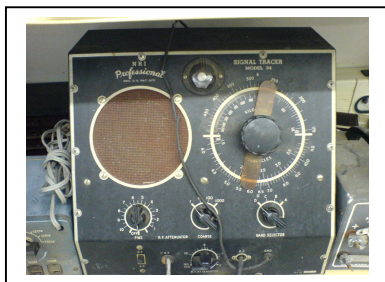


El Trazador de Señal, Signal Tracer en inglés, es un aparato utilizado ampliamente en la reparación de receptores de válvulas, aunque hoy en día ha caído en desuso.

En esencia consta de un amplificador de baja frecuencia con una impedancia de entrada alta, para no cargar el circuito sobre el que se aplica y una sensibilidad suficiente para detectar las señales más débiles. La señal amplificada se envía a un altavoz para su audición y al mismo tiempo a un instrumento de medida para la evaluación de su nivel.



Para revelar la presencia de señales de RF se utiliza una punta de prueba que contiene un diodo rectificador, por lo que se produce una detección de la señal modulada en amplitud.



Su utilización es muy simple, basta con aplicar la punta de prueba en los distintos puntos de un circuito para comprobar la presencia de señal. Si en la entrada de un paso amplificador encontramos una señal de audio pero esta señal no se encuentra en la salida, es indudable que este paso no funciona. Si el trazador de señal tiene un atenuador y un medidor calibrados es posible la medida de la ganancia de un determinado paso amplificador.



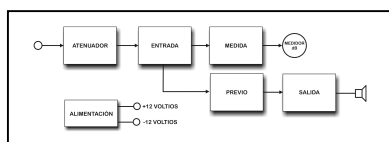
Idéntica comprobación se puede realizar en amplificadores de radiofrecuencia, utilizando la sonda de RF adecuada. Como complemento del Trazador de Señal se puede utilizar el Inyector de Señal ya descrito en un anterior artículo.



Las figuras números uno a cinco nos muestran algunos modelos de Trazador de Señal antiguos, todos ellos equipados con válvulas de vacío en sus circuitos. Como indicador del nivel de señal se utilizaba casi siempre un tipo de válvula conocida como "ojo mágico", en la cual, el ancho de la zona luminosa es proporcional a la tensión aplicada a su rejilla.

En el presente artículo se describe la construcción de un Trazador de Señal de estado sólido, equipado con circuitos integrados para una construcción más sencilla. Dispone de un atenuador calibrado así como de un aparato de medida también calibrado, por lo que se pueden realizar medidas de ganancia en amplificadores, niveles en micrófonos, atenuación de filtros, nivel de salida en preamplificadores, etc.

2.- DESCRIPCIÓN.

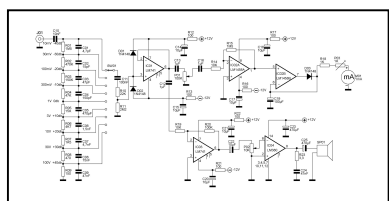


La figura número seis nos muestra el esquema de bloques del trazador. La señal a examinar se aplica a un atenuador calibrado de nueve pasos, a continuación del cual se encuentra el paso de entrada, que presenta una alta impedancia. La

señal de salida de este paso se aplica a un amplificador de medida, al que le sigue un rectificador de precisión al que está conectado el instrumento de medida, calibrado en decibelios.

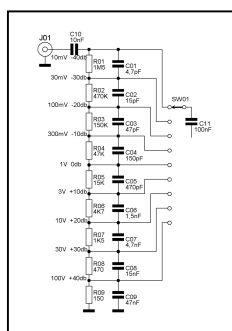
La señal de salida del paso de entrada se envía a un paso preamplificador y posteriormente al paso de salida de audio, al que está conectado el altavoz. El trazador se alimenta mediante una fuente que entrega dos tensiones simétricas positiva y negativa de doce voltios.

2.1- TRAZADOR.



En la figura número siete podemos ver el esquema general del trazador, que cómo se puede observar, está compuesto por cuatro circuitos integrados y sus componentes asociados. Para un mejor estudio del circuito, este esquema se ha dividido en varias partes, como se detalla a continuación.

2.1.1.- ATENUADOR

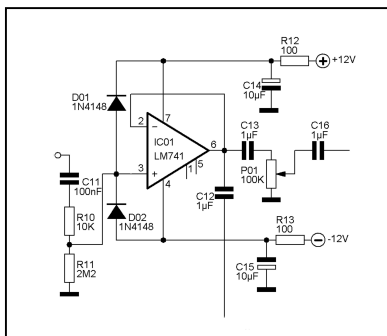


La figura número ocho nos muestra el esquema del atenuador de entrada. La señal a examinar se aplica al conector de entrada J01 y a través del condensador C10 se envía al divisor resistivo formado por las resistencias R01 a R09. En paralelo con cada una de estas resistencias se conecta un condensador de valor creciente. Con esta disposición se consigue compensar la capacidad parásita de las pistas del circuito impreso, con lo que se consigue un ancho de banda mayor. La impedancia de entrada es elevada y la resultante de la impedancia del atenuador en paralelo con la del paso de entrada. El valor de esta impedancia es superior a 1 Megohmio, con lo que la carga sobre cualquier circuito que se pruebe será mínima.

El atenuador tiene nueve posiciones, y se ha tomado como referencia de cero decibelios la posición central, que corresponde a una tensión de entrada de un

voltio eficaz. Cada paso del atenuador es de tres decibelios, por lo que el margen total va desde menos cuarenta decibelios a más cuarenta decibelios sobre un voltio, lo que corresponde a tensiones desde diez milivoltios a cien voltios, margen suficiente para el examen de las tensiones que se pueden encontrar normalmente.

2.1.2.- PASO DE ENTRADA

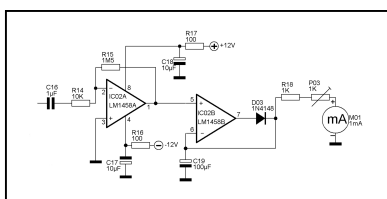


En la figura número nueve podemos ver el esquema del paso de entrada. La señal procedente del atenuador se aplica, mediante el condensador C11 y la resistencia R10, a la entrada no inversora del operacional IC01, que está montado como seguidor de tensión, por lo que su ganancia es la unidad, es decir, la misma señal de entrada está presente en la salida. Esta disposición proporciona una impedancia de entrada muy alta, con lo que no se produce una

carga apreciable sobre el atenuador y al mismo tiempo se obtiene una impedancia de salida muy baja para poder enviar sin pérdida la señal hacia el amplificador de medida, a través del condensador C13, y hacia el preamplificador de audio, mediante el condensador C12. A continuación del condensador C13 se encuentra el potenciómetro P01 para dosificar la señal enviada al amplificador de medida.

Los diodos D01 y D02 impiden que se pueda aplicar al integrado IC01 una señal de amplitud excesiva. Las resistencias R12 y R13, desacopladas por los condensadores C14 y C15, proporcionan las dos tensiones simétricas de alimentación al operacional IC01, del tipo LM741.

2.1.3.- AMPLIFICADOR DE MEDIDA Y RECTIFICADOR.



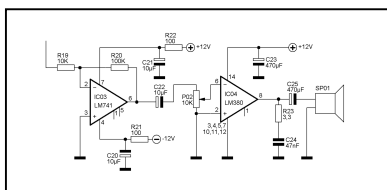
La figura número diez nos muestra el circuito del amplificador de medida y el rectificador. La señal dosificada por el potenciómetro P01 pasa a través del condensador C16 hacia el amplificador de medida IC02A. La ganancia de este paso viene determinada por la relación de las resistencias

R15 y R14, siendo de 150 con los valores indicados. La señal amplificada se acopla directamente al rectificador de precisión formado por el operacional IC02B y el diodo D03, el condensador C19 filtra la tensión rectificada y la resistencia R18 con el potenciómetro P03 forman la resistencia multiplicadora del instrumento de medida, en este caso con una sensibilidad de un miliamperio a fondo de escala.

Los amplificadores operacionales IC02A e IC02B están contenidos en un solo circuito integrado, del tipo LM1458, cuya alimentación se produce mediante las resistencias R16 y R17, desacopladas por los condensadores C17 y C18.

2.1.4.- BAJA FRECUENCIA.

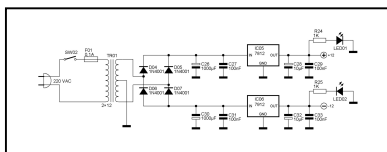
La sección de amplificación de baja frecuencia está formada por un paso preamplificador y un paso final de potencia, tal como se puede ver en la figura número once. El paso preamplificador está formado por el amplificador operacional IC03 del tipo LM741, que recibe la señal desde el amplificador de entrada a través del condensador C12. La ganancia de este paso está determinada por la relación de las resistencias R20 y R19, siendo de 10 con los valores indicados.



La señal amplificada se envía mediante el condensador C22 hacia el potenciómetro P02 para su regulación antes de pasar hacia el paso amplificador de potencia. La alimentación de este paso preamplificador se realiza mediante las resistencias R21 y R22, desacopladas por los condensadores C20 y C21.

El paso final de potencia lo forma el circuito integrado IC04, LM380 y los componentes asociados. El condensador C25 envía la señal amplificada hacia el altavoz, mientras que el condensador C23 desacopla la alimentación de doce voltios de este paso.

2.2.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.



El esquema de la fuente de alimentación se puede ver en la figura número doce. La tensión de red se aplica al primario del transformador TR01 a través del interruptor de encendido, SW02 y el fusible F01. El secundario entrega una tensión de 24 voltios con toma media, que aplicada a un puente rectificador formado por los diodos D04 a D07 entrega dos tensiones simétricas, positiva y negativa. Estas tensiones se filtran con los condensadores C26 y C30 y a continuación se aplican a los correspondientes reguladores, IC05 e IC06, 7812 y 7912 respectivamente. Los condensadores C28 y C32 estabilizan el funcionamiento de los reguladores, mientras que los condensadores C27, C29, C31 y C33 eliminan posibles componentes de radiofrecuencia.

Los diodos LED01 y LED02 alimentados por las correspondientes resistencias R24 y R25 nos informan del correcto funcionamiento de la fuente.

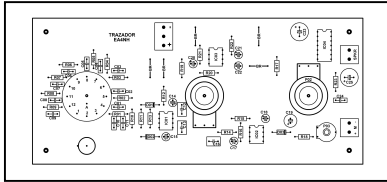
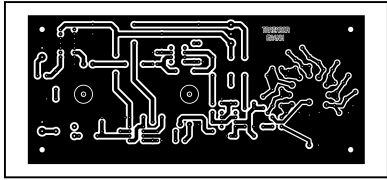
El transformador empleado es un modelo para circuito impreso con una potencia de 5VA.

3.- CONSTRUCCIÓN.

Los circuitos que componen el equipo se montan sobre dos placas de circuito impreso, una para el trazador y otra para la fuente de alimentación. Estas placas de circuito impreso se alojan en una caja junto con el altavoz y el aparato de medida. Además es preciso construir dos sondas, una para aplicar

la señal de baja frecuencia al trazador y otra para detectar la señal de radiofrecuencia y extraer la señal de audio.

3.1.- TRAZADOR.

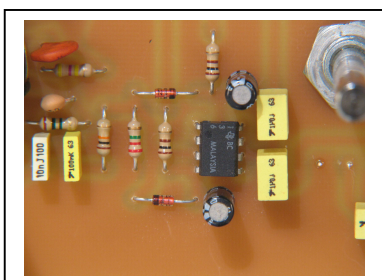
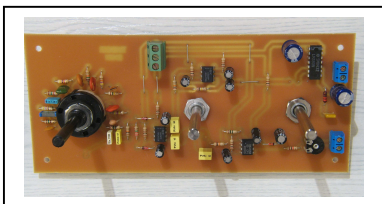


El trazador se monta sobre una placa de circuito impreso cuyo diseño se puede ver en la figura número trece y en la figura número catorce tenemos la disposición de los componentes. Las medidas de la placa de circuito impreso son 185mm x 81mm.

Los componentes necesarios para la construcción del trazador son los siguientes.

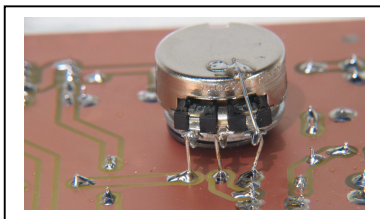
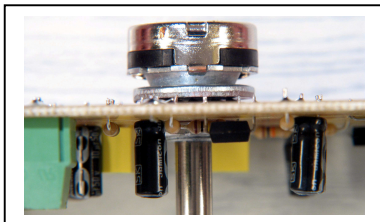
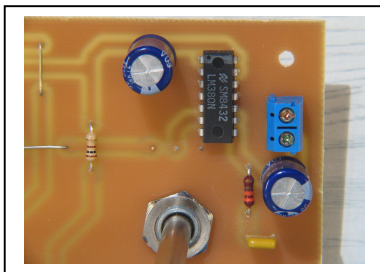
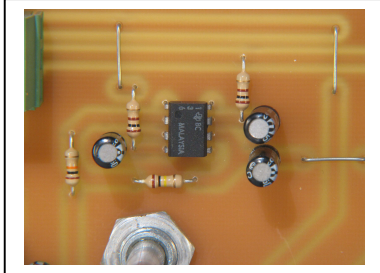
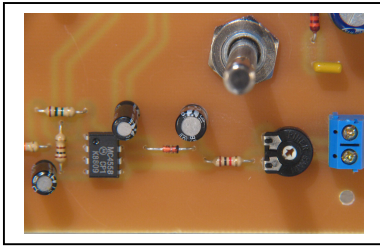
C01	4,7pF
C02	15pF
C03	47pF
C04	150pF
C05	470pF
C06	1,5nF
C07	4,7nF
C08	15nF
C09	47nF
C10	10nF
C11	100nF
C12	1μF
C13	1μF
C14	10μF
C15	10μF
C16	1μF
C17	10μF
C18	10μF
C19	100μF
C20	10μF
C21	10μF
C22	10μF
C23	470μF
C24	47nF
C25	470μF
D01	1N4148
D02	1N4148
D03	1N4148
IC01	LM741
IC02	LM1458
IC03	LM741
IC04	LM380
J01	RCA

P01	100K
P02	10K
P03	1K
R01	1M5
R02	470K
R03	150K
R04	47K
R05	15K
R06	4K7
R07	1K5
R08	470
R09	150
R10	22K
R11	2M2
R12	100
R13	100
R14	10K
R15	1M5
R16	100
R17	100
R18	1K
R19	10K
R20	100K
R21	100
R22	100
R23	3,3
SP01	Speaker
SW01	1×12 SL



Una vez realizada la placa de circuito impreso y en posesión de todos los componentes, procederemos a su montaje. Como paso previo es preciso realizar los cinco puentes que se pueden apreciar en la disposición de componentes. A continuación montaremos los componentes comenzando por los de menor tamaño, diodos y resistencias, siguiendo por los condensadores, conmutador, potenciómetros, etc. La figura número quince nos muestra la placa de circuito impreso con todos los componentes montados.

En la figura número dieciséis podemos ver un detalle del montaje del atenuador de entrada. El conmutador SW01 del atenuador es un modelo de doce posiciones un circuito, al que se ha quitado el tope que lleva debajo de la tuerca, para permitir el giro en cualquier dirección. De las doce posiciones se utilizan solamente nueve, quedando unidos a

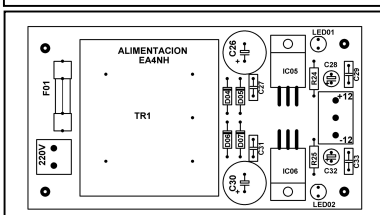
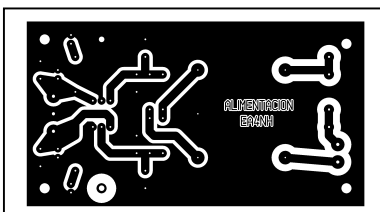


masa los contactos correspondientes a las otras tres posiciones.

La figura número diecisiete nos muestra un detalle del montaje de los componentes del amplificador de entrada, mientras que en la figura número dieciocho podemos ver el amplificador de medida y el rectificador de precisión, contenidos en el circuito integrado IC02. Las siguientes figuras número diecinueve y veinte nos muestran la sección de baja frecuencia, con los circuitos integrados IC03, preamplificador y el paso de salida IC04.

Los potenciómetros P01 y P02 se sujetan directamente sobre la placa de circuito impreso, por el lado de las soldaduras. Con el fin de que queden algo separados de la placa, insertaremos una arandela, además de la que ya viene en el propio potenciómetro. Una vez fijados a la placa uniremos sus terminales mediante unos cortos trozos de hilo desnudo. Aunque la carcasa de los potenciómetros queda conectada a la masa general, para mayor seguridad soldaremos un trozo de hilo desnudo entre masa y la cubierta metálica del potenciómetro. El montaje de los potenciómetros se puede ver en las figuras número veintiuno y veintidós.

3.2.- FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

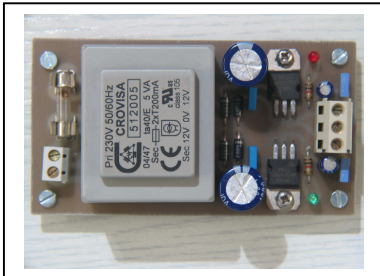


La fuente de alimentación se monta sobre una placa de circuito impreso, cuyas medidas son 98mm x 53mm y cuyo diseño se puede ver en la figura número veintitrés. La figura número veinticuatro nos muestra la disposición de los componentes sobre la placa de circuito impreso.

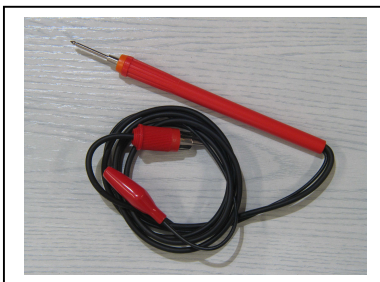
Los elementos necesarios para el montaje de la fuente de alimentación son los siguientes.

C26	1000 μ F
C27	100nF
C28	10 μ F
C29	100nF
C30	1000 μ F
C31	100nF
C32	10 μ F
C33	100nF
D04	1N4001
D05	1N4001
D06	1N4001
D07	1N4001
F01	0,1A
IC05	7812
IC06	7912
LED01	ROJO
LED02	VERDE
PL1	220 VAC
R24	1K
R25	1K
SW02	RED
TR01	2 $\times$ 12

Una vez realizada la placa de circuito impreso y en posesión de los componentes, procederemos al montaje de la fuente. Comenzaremos por los componentes de menor tamaño, diodos, resistencias, siguiendo los condensadores y el resto de los componentes. En las esquinas colocaremos cuatro separadores de diez milímetros para su posterior sujeción. Para estar seguros de que el montaje es correcto, conectaremos la fuente a la red eléctrica y comprobaremos las tensiones de salida, doce voltios positivo y negativo. Los dos diodos LED deberán iluminarse para indicar el correcto funcionamiento de la fuente. En la figura número veinticinco podemos ver la fuente de alimentación terminada y lista para su montaje.

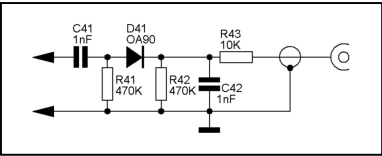


3.3.- SONDA DE BF.



La sonda de baja frecuencia se reduce a una punta de prueba conectada a un cable blindado, que en el otro extremo tiene un conector RCA macho. Un corto trozo de cable con una pinza de cocodrilo servirá para conectar la masa del cable blindado a la masa del equipo bajo prueba. La figura número veintiséis nos muestra la sonda terminada.

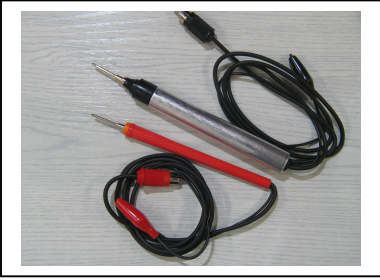
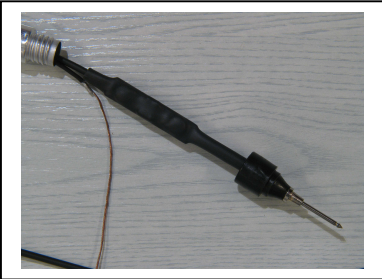
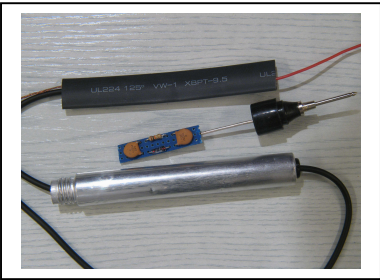
3.4.- SONDA DE RF.



Mediante la sonda de RF tomaremos una muestra de una señal de radiofrecuencia modulada en amplitud y extraeremos la información de audio, que posteriormente será evaluada por el trazador. Esta sonda utiliza un diodo de germanio para proceder a la rectificación de la señal de radiofrecuencia. El esquema de esta sonda se puede ver en la figura número veintisiete.

Los componentes precisos para construir la sonda, son los siguientes.

C41	1nF
C42	1nF
D41	OA90
R41	470K
R42	470K
R43	10K



Para el montaje de la sonda utilizaremos un tubo de aluminio procedente de un rotulador fuera de uso. Con unas pinzas extraeremos el contenido del rotulador, unas fibras que almacenan la tinta. Una vez vaciado el tubo, lo introduciremos en un recipiente con disolvente de

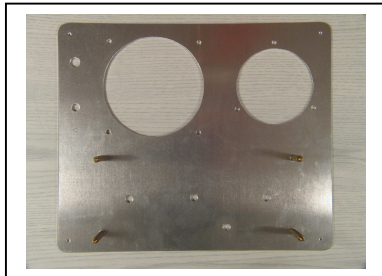
pinturas, que limpiará el interior y eliminará la pintura del exterior.

Los distintos componentes de la sonda se montan sobre un trozo de

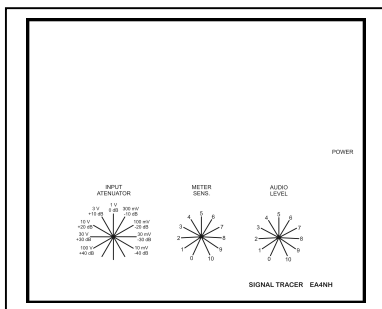
placa de circuito impreso con taladros, procurando que las conexiones sean lo más cortas posible. Para evitar que los componentes toquen con el interior del tubo de aluminio, el montaje se protege con un trozo de tubo termoretráctil. En la pieza de plástico del extremo del rotulador roscaremos una punta metálica, procedente de una punta de prueba de polímetro. Finalmente introducimos el circuito en el tubo y sujetamos el extremo de la malla del cable blindado con la pieza de plástico que va roscada en el extremo del tubo de aluminio.

Las figuras número veintiocho a treinta y dos nos muestran las distintas fases del montaje de la sonda de RF. En la figura número treinta y tres tenemos las dos sondas terminadas.

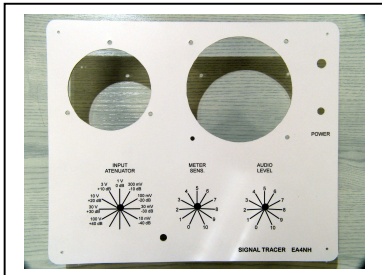
3.5.- CHASIS Y CAJA.



El circuito impreso del trazador se monta sobre una placa de aluminio de un grueso de 1,5 mm de espesor y unas medidas de 250 mm x 210 mm. La figura número treinta y cuatro nos muestra esta placa con los taladros para los distintos componentes. Los dos cortes circulares de mayor tamaño corresponden al altavoz y al



miliamperímetro indicador de nivel. En los cuatro taladros correspondientes a las cuatro esquinas del circuito impreso colocaremos cuatro separadores de 30 mm de longitud, que fijaremos a la placa frontal mediante cuatro tornillos de cabeza cónica que quedarán embutidos en dicha placa al avellanar los correspondientes taladros.

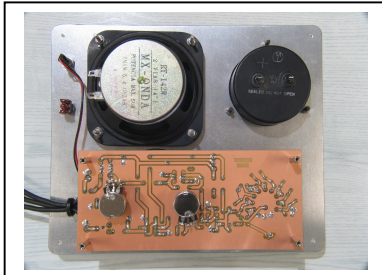


Sobre esta placa frontal pegaremos una carátula cuyo diseño se puede ver en la figura número treinta y cinco. No se especifican las dimensiones de las ventanas circulares, pues su tamaño dependerá de los elementos disponibles. La figura número treinta y seis nos muestra la placa frontal con la carátula pegada y preparada para el

montaje de los distintos elementos.



Colocaremos la placa de circuito impreso en su lugar y cortaremos los ejes de los potenciómetros y el conmutador a la longitud adecuada, en función de los botones de mando que se utilicen. Sobre esta placa colocaremos otros cuatro separadores de 20 mm de longitud para la posterior sujeción del blindaje.



El miliamperímetro utilizado en este montaje es un modelo de recuperación (surplus) con una sensibilidad a fondo de escala de un miliamperio y cuya escala está calibrada en decibelios. Es posible utilizar cualquier otro miliamperímetro, aunque es posible que sea preciso variar el valor

de la resistencia R18 para adecuarse a su sensibilidad.



Colocaremos el miliamperímetro, altavoz, interruptor, LED y conector de entrada sobre la placa frontal y realizaremos las correspondientes conexiones. En la figura número treinta y siete podemos ver todos estos elementos montados, mientras que la figura número treinta y ocho nos muestra la parte trasera de este conjunto. Sobre la placa de circuito impreso colocaremos un blindaje realizado con chapa de aluminio perforada y que se fija sobre los cuatro separadores de 20 mm previamente montados, tal como se puede ver en la figura número treinta y nueve.

La placa frontal se coloca sobre una caja realizada con aglomerado DM de 3 mm de grueso con unas dimensiones interiores de 255 mm x 215 mm x 110 mm. Las esquinas se unen mediante un junquillo redondeado para dar mejor apariencia a la caja. Las distintas piezas de la caja se unen mediante pegamento rápido, cola para madera o cualquier otro pegamento. Una vez seco el pegamento lijaremos la caja para suavizar las aristas y la pintaremos. Se ha utilizado pintura al

agua por su mayor rapidez de secado y ausencia de olor. Los utensilios de pintura se limpian más fácilmente con agua. En las esquinas se han pegado unos pequeños tacos de madera para el atornillado de la placa frontal. En el fondo de la caja se hacen cuatro taladros para sujetar la fuente de alimentación y otro para la entrada del cable de red.

Las figuras número cuarenta, cuarenta y uno y cuarenta y dos nos muestran las distintas fases de la construcción de la caja.

Finalmente, en la figura número cuarenta y tres podemos ver el trazador terminado, mientras que la figura número cuarenta y cuatro nos muestra el trazador con las dos sondas de BF y RF.

4.- AJUSTE.

El trazador debe funcionar sin problemas si se ha realizado el montaje correctamente. El único ajuste que hay que realizar es la posición del potenciómetro P03, que dependerá del instrumento utilizado. Colocaremos el conmutador del atenuador de entrada en la posición de 1 voltio y aplicaremos una señal de audio con un valor de 1 voltio eficaz (RMS) y una frecuencia de 1 KHz. Giraremos el potenciómetro P01 hacia la derecha y ajustaremos el potenciómetro P03 para que el instrumento indique cero decibelios. Si no se consigue este ajuste será preciso aumentar o disminuir el valor de la resistencia R18.

5.- RESUMEN.

En el presente artículo se describe la construcción de un Trazado de Señal de estado sólido, construido con elementos corrientes de fácil adquisición. Este trazador puede ser útil para la revisión y reparación de todo tipo de equipos de audio, preamplificadores, mezcladores, amplificadores, etc. Mediante una sonda de RF es posible también detectar y medir señales de radiofrecuencia en los distintos pasos de receptores.

El montaje descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su funcionamiento sea 100% correcto. Solamente se describe la construcción y el funcionamiento del prototipo.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este montaje procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por la construcción y/o uso de este dispositivo, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier tipo de daño que se pudiera derivar del montaje y/o uso de este dispositivo.

No se aconseja el uso de este dispositivo en aplicaciones críticas, como son control de maquinaria peligrosa, control de navegación o tráfico, maquinaria de mantenimiento de vida o sistemas cuyo mal funcionamiento pueda provocar causas o efectos anteriormente mencionados. Este dispositivo no es tolerante a fallos.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El dispositivo descrito en el presente artículo es un montaje experimental, cuyo propósito es el estudio de los diferentes aspectos de la Electrónica, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros montajes publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen los textos, fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc correspondientes a cada artículo.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios para la realización del proyecto, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado Postal 421
45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com
E-mail: ea4nh@ure.es

Figura número uno.
Signal Tracer.

Figura número dos.
Signal Tracer Heathkit.

Figura número tres.
Signal Tracer NRI Professional.

Figura número cuatro.
Signal Tracer Eico.

Figura número cinco.
Signal Tracer Supreme.

Figura número seis.
Esquema de bloques.

Figura número siete.
Esquema general.

Figura número ocho.
Atenuador.

Figura número nueve.
Paso de entrada.

Figura número diez.
Amplificador de medida. Rectificador.

Figura número once.
Amplificador BF. Paso de salida.

Figura número doce.
Fuente de alimentación.

Figura número trece.
Diseño del circuito impreso.

Figura número catorce.
Disposición de componentes.

Figura número quince.
Componentes montados.

Figura número dieciséis.
Atenuador.

Figura número diecisiete.

Paso de entrada.

Figura número dieciocho.
Amplificador de medida. Rectificador.

Figura número diecinueve.
Preamplificador.

Figura número veinte.
Paso de salida BF.

Figura número veintiuno.
Montaje de los potenciómetros.

Figura número veintidós.
Conexionado de los potenciómetros.

Figura número veintitrés.
Fuente de alimentación.. Circuito impreso.

Figura número veinticuatro.
Fuente de alimentación. Disposición de componentes.

Figura número veinticinco.
Fuente de alimentación.

Figura número veintiséis.
Sonda de BF.

Figura número veintisiete.
Esquema sonda de RF.

Figura número veintiocho.
Tubos de aluminio.

Figura número veintinueve.
Montaje sonda de RF.

Figura número treinta.
Montaje sonda de RF.

Figura número treinta y uno.
Montaje sonda de RF.

Figura número treinta y dos.
Montaje sonda de RF.

Figura número treinta y tres.
Sondas de BF y RF.

Figura número treinta y cuatro.
Placa frontal.

Figura número treinta y cinco.
Carátula frontal.

Figura número treinta y seis.
Placa frontal con carátula.

Figura número treinta y siete.
Placa frontal montada.

Figura número treinta y ocho.
Placa frontal montada.

Figura número treinta y nueve.
Blindaje.

Figura número cuarenta.
Caja.

Figura número cuarenta y uno.
Caja pintada.

Figura número cuarenta y dos.
Caja con fuente de alimentación.

Figura número cuarenta y tres.
Trazador terminado.

Figura número cuarenta y cuatro.
Trazador terminado y sondas.