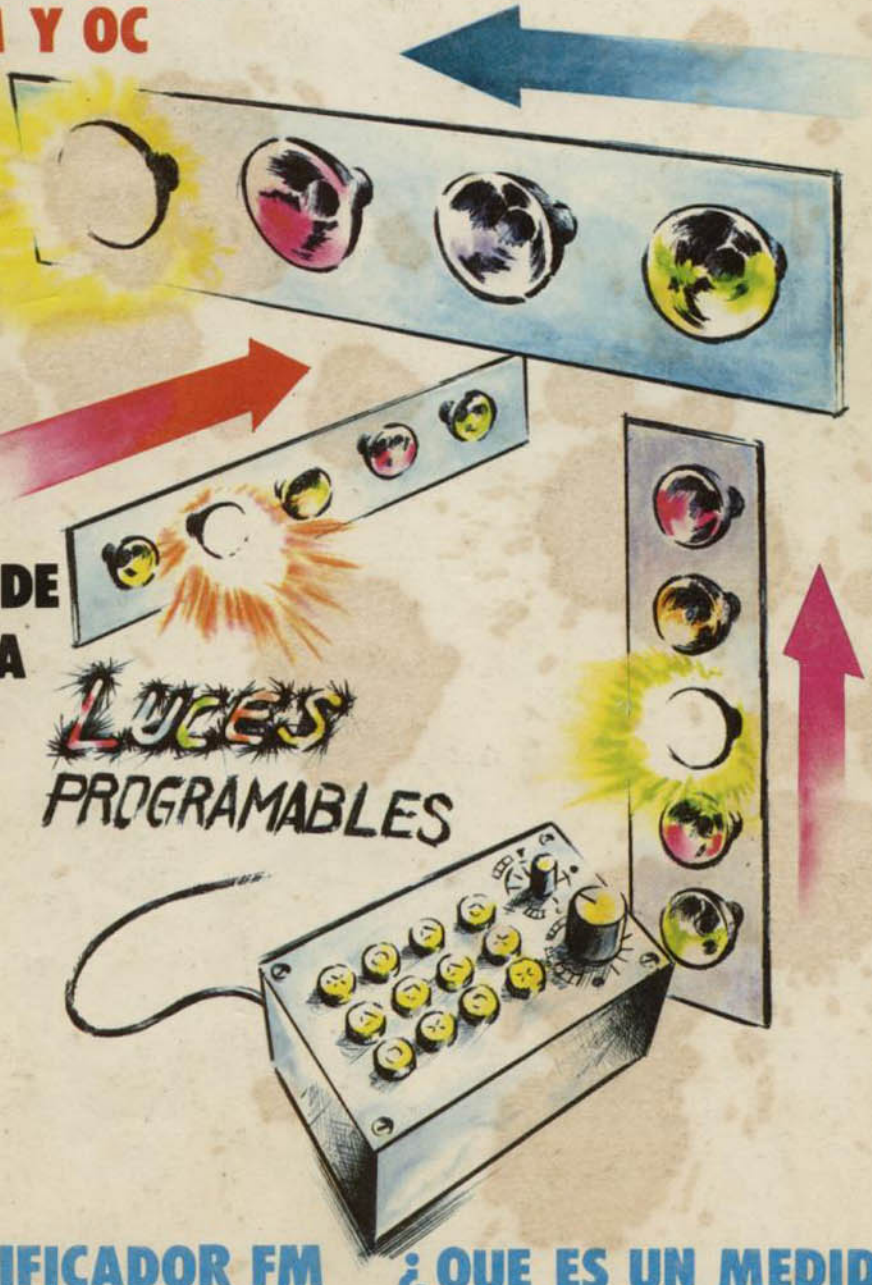
Año II-N 15 225 pts

nueva ELECTRONICA

montajes de vanguardia al alcance de todos

de Hobby Press, S.A.

PREAMPLIFICADOR PARA OM Y OC



CONTROL DE PRESENCIA

LUCES PROGRAMABLES

PREAMPLIFICADOR FM PARA COCHE

¿QUE ES UN MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS?

SUMARIO

RADIO AFICION

4 Mediante la incorporación de este **preamplificador de OM/OC** a vuestro receptor de radio mejoraréis notablemente la sensibilidad de éste, convirtiéndolo en un receptor apto para escuchar las más lejanas emisoras de esta interesante banda.

31 Probablemente sea el **medidor de Ondas Estacionarias** el instrumento de medida más útil para la puesta a punto de emisores y sus correspondientes antenas. En este artículo os ofrecemos un estudio completo del funcionamiento y manejo de este interesante y útil instrumento de medida.

HI-FI

8 Con este montaje, los aficionados a la alta fidelidad podrán potenciar las prestaciones de su equipo reproductor de sonido. El **control de presencia** optimiza la respuesta de frecuencia del amplificador al oído humano cuando las condiciones de escucha son a bajo nivel de volumen.

AUDIO

12 Un montaje especialmente diseñado para los aficionados a la guitarra eléctrica. El **trémolo electrónico** introduce nuevos efectos sonoros que serán del agrado de todos los amantes de la música moderna.

AUTO-RADIO

16 Uno de los problemas de que adolece la recepción en FM es la falta de alcance de la misma, que aunada frecuentemente a los «baches» de audición que se producen en las ciudades, no permiten una recepción confortable en el coche. Este **preamplificador de FM,** especialmente diseñado para su utilización con la auto-radio, aumentará la sensibilidad de ésta, proporcionando una recepción más limpia de las emisoras más distantes.

ELECTRONICA HOBBY

21 Con este montaje de **luces programables** podréis conseguir los más sorprendentes efectos de luces en movimiento, aplicables tanto en discotecas y salas de fiesta, como en escaparates, anuncios luminosos o allí donde os interese producir un espectacular efecto luminoso.

LABORATORIO

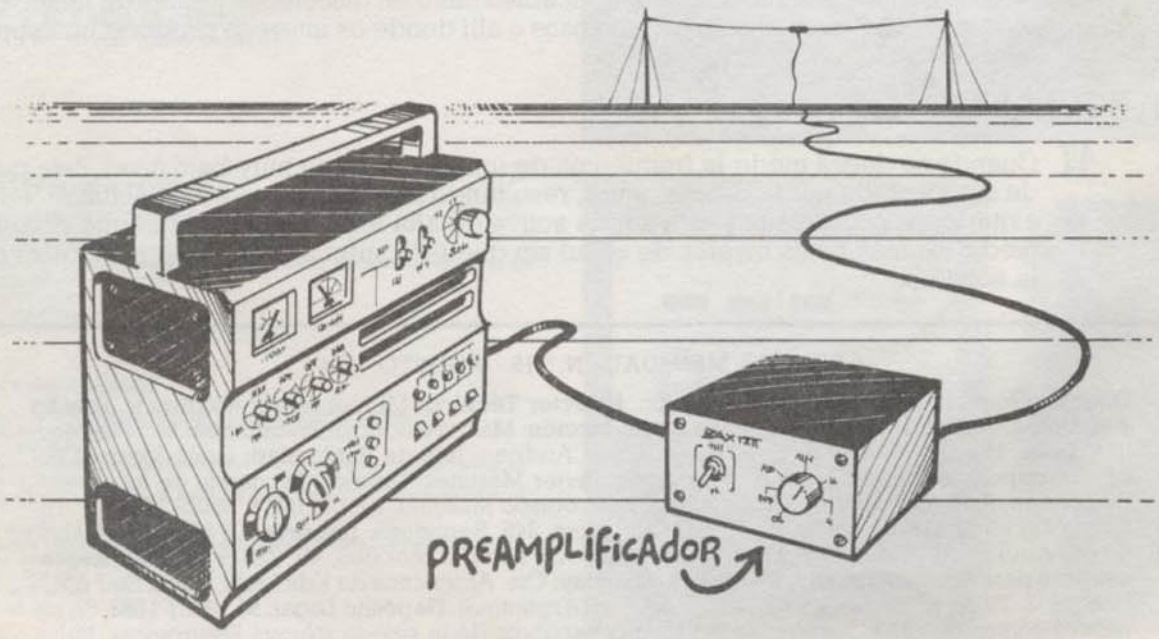
47 Cuando se desea medir la frecuencia de una señal RF de muy bajo nivel, ésta puede ser afectada por la propia sonda, resultando falseada la medida efectuada. Para evitarlo, os presentamos esta sonda activa de alta impedancia, con la que podréis medir los más bajos niveles de señal sin que ésta sufra alteraciones por efecto de la sonda.

REVISTA MENSUAL - N.° 15 - AGOSTO 1984

Director General: José I. Gómez Centurión. **Director Técnico:** Miguel Angel Rodríguez. **Diseño y Maquetación:** Pilar García. **Secretaria de Redacción:** Marisa Cogorro. **Traducción:** M.ª Paz Mouliaá. **Edita:** Hobby Press, S.A. **Presidente:** María Andrino. **Jefe de Publicidad:** Jesús Sánchez Peral. **Suscripciones:** Rosa González. **Fotografía:** Javier Martínez. **Dibujos:** Fernando de los Hoyos. **Redacción, Administración y Publicidad:** C/ Arzobispo Morcillo, 24, oficina 4. 28029 Madrid. Teléfono 733 50 12. **Distribución:** Coedis. C/ Valencia, 245. Barcelona. **Imprime:** Gráficas Reunidas. Avda. Aragón, 56. **Fotocomposición:** Comphoto. C/ Nicolás Morales, 40. 28019 Madrid. **Representante para Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay:** Cía. Americana de Ediciones, S.R.L. Sud América, 1532. Teléfono 21 24 64. 1290, Buenos Aires (Argentina). **Depósito Legal:** M-18437-1983. Se solicitará control de OJD. Traducción en lengua española de la revista «Nuova Elettronica», Italia. **Director General:** Montuschi Giuseppe.

Un sencillo preamplificador de antena aperiódico para onda media y onda corta, con el que podréis sensibilizar notablemente vuestra autorradio o vuestro receptor doméstico. Efectivamente, dicho circuito es capaz de aumentar 20 veces la amplitud de la señal captada.

PREAMPLIFICADOR PARA ONDA MEDIA Y ONDA CORTA



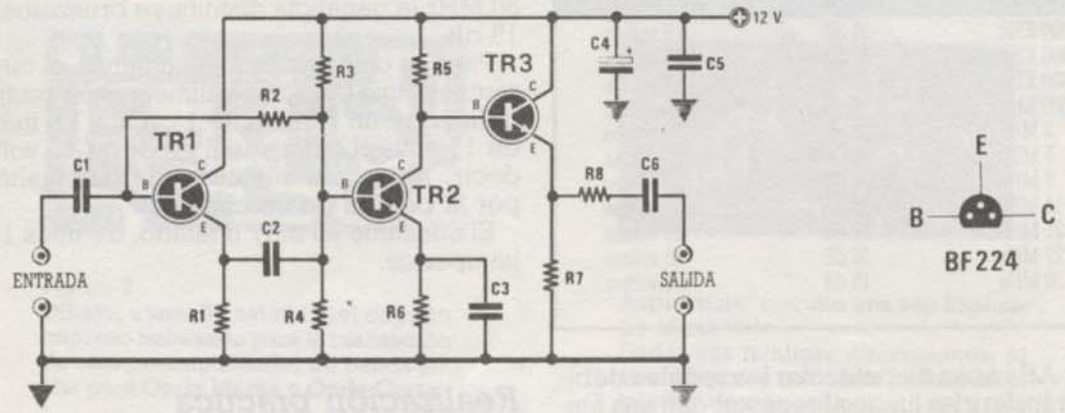


Figura 1
Esquema eléctrico del preamplificador y conexiones del BF224 visto desde abajo.

COMPONENTES

R1 = 2.200 ohm. ¼ Wat.
R2 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R3 = 22.000 ohm. ¼ Wat.
R4 = 22.000 ohm. ¼ Wat.
R5 = 470 ohm. ¼ Wat.
R6 = 820 ohm. ¼ Wat.
R7 = 2.200 ohm. ¼ Wat.
R8 = 47 ohm. ¼ Wat.
C1 = 150 pF cerámico de disco
C2 = 1.000 pF cerámico de disco
C3 = 100.000 pF cerámico de disco
C4 = 10 mF electrolítico 25 Volt.
C5 = 10.000 pF cerámico de disco
C6 = 22.000 pF cerámico de disco
TR1 = transistor NPN tipo BF.224
TR2 = transistor NPN tipo BF.224
TR3 = transistor NPN tipo BF.224

QUIENES hayan superado ya una cierta edad seguramente recordarán los tiempos en que, apenas adquirida una radio, se corría al tejado a instalar una antena adecuada para recibir el mayor número de emisoras posible en la gama de las ondas medias y ondas cortas.

En aquella época se podía ver sobre los tejados, en lugar de la «selva» de antenas de TV que vemos hoy, unos palos largos en cuyos extremos superiores se extendía un hilo de cobre de 10-15-20 metros de largo, sujeto con grandes aisladores cerámicos.

Quienes no tenían la posibilidad de instalar semejante antena en el exterior, adquirían un larguísimo muelle de hilo de latón que, extendido a lo largo de todo el perímetro de la habitación, desempeñaba también, aunque con un poco menos de eficacia, la función de la antena exterior.

Las ondas medias y las ondas cortas eran entonces las gamas más escuchadas en el mundo y si una antena no permitía captar con facilidad Radio Londres, Radio Montecarlo, Radio Moscú, Radio Andorra, Radio París, etc., se sustituía rápidamente por otra de mayor longitud o se instalaba la misma en una posición más elevada, como se hace con las antenas de TV.

En cambio hoy, considerando que las ondas medias han decaído en nivel de escucha, nos contentamos con aplicar un trozo de hilo de medio metro de largo a la toma «antena» del receptor y en tales condiciones lo máximo que podemos captar es la emisora local.

El mismo argumento es aplicable también a las autorradios, en las cuales, por motivos de estética, las antenas se hacen cada vez más cortas. De ese modo, aun disponiendo de las gamas de Onda Media y Onda Corta, hemos llegado al extremo de que éstas resultan prácticamente inservibles, dado que en carretera, por carencia de señal de AF, no permiten obtener una recepción «pasable».

En estos casos, aunque sea imposible alargar la antena, existe una segunda posibilidad para mejorar la recepción: aplicar un preamplifi-

TABLA 1

FRECUENCIA DE TRABAJO	GANANCIA EN dB	GANANCIA EN TENSION
300 KHz	16 dB	6,5 voltios
500 KHz	21 dB	12,6 voltios
1.000 KHz	25 dB	17,8 voltios
1.500 KHz	26 dB	20 voltios
2 MHz	26 dB	20 voltios
5 MHz	26 dB	20 voltios
7 MHz	26 dB	20 voltios
14 MHz	26 dB	20 voltios
21 MHz	26 dB	20 voltios
27 MHz	26 dB	20 voltios
30 MHz	15 dB	5,6 voltios

cador AF capaz de potenciar las señales débiles y transferirlas luego al receptor con una amplitud idéntica a la que se hubiera podido obtener con una antena más larga.

El preamplificador que os presentamos puede amplificar 20 veces en amplitud la señal AF captada por la antena, en una porción de gama comprendida entre un mínimo de 300 Hz. y un máximo de 28 MHz. Por consiguiente es capaz de cubrir toda la gama de las ondas medias, cortas y cortísimas.

Así pues, quienes estén interesados no sólo en explorar las ondas medias sino también en escuchar en las ondas cortas —en la gama de los 7-14-21-27 MHz— a los radioaficionados y los CB, con dicho preamplificador podrán sensibilizar su autorradio o receptor doméstico por un módico desembolso y con un circuito sumamente sencillo.

Esquema eléctrico

Como se ven la fig. 1, para este tipo de preamplificador se utilizan tres transistores NPN de tipo BF.224.

La entrada, al ser de alta impedancia, se presta para conectarla a cualquier antena de vástago para automóvil o bien a un simple trozo de hilo de al menos 1 metro de largo.

Como ya hemos mencionado, al ser un preamplificador de tipo «aperiódico», no hay ninguna bobina de sintonía y por ello se puede obtener una banda pasante muy ancha, capaz de cubrir una gama que va de 300 Hz a 28-30 MHz.

Advertimos que la ganancia del preamplificador no resulta lineal en toda la gama; como en todos los preamplificadores de este tipo, la ganancia es menor en los extremos y más elevada en el centro de la gama, como señalamos en la tabla n.° 1, obtenida mediante las medidas que hemos efectuado en las distintas frecuencias, con varios prototipos.

En las ondas medias tenemos una ganancia mínima de 21-22 dB en 500 KHz y una máxima de 26 dB en 1.500 KHz; en las ondas cortas, desde 2 MHz hasta 27-28 MHz, tenemos una ganancia constante de 26 dB y aproximándose a los 30 MHz la ganancia disminuye bruscamente a 15 dB.

Para su correcto funcionamiento, el circuito requiere una tensión de alimentación comprendida entre un mínimo de 11 volt. y un máximo de 15 volt; el valor ideal es de 12-13 volt., es decir, la tensión suministrada habitualmente por la batería de un coche.

El consumo es muy limitado, de unos 10 miliamperios.

Realización práctica

Una vez en posesión del circuito impreso LX.431, a tamaño natural en la fig. 2, la realización práctica de este preamplificador de antena no presenta dificultad alguna, ya que la placa de circuito impreso lleva incorporado el dibujo serigráfico de todos los componentes y sus respectivas siglas.

Se iniciará el montaje soldando en primer lugar las resistencias y prosiguiendo luego con los transistores y los condensadores, recordando que el electrolítico tiene una polaridad que hay que respetar.

Es obvio que, al montar los transistores, habrá que prestar atención para colocar los terminales E-B-C en la posición correcta, o lo que es lo mismo, para soldarlos con la envoltura orientada como indicamos en el esquema práctico.

Finalizado el montaje, no es necesario efectuar ajuste alguno, por tanto podréis conectar de inmediato el circuito a la entrada del receptor que deseáis sensibilizar.

Importante

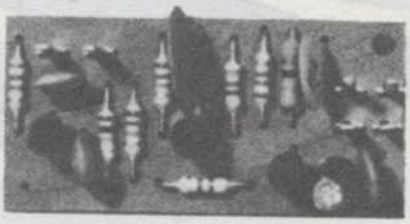
Si utilizáis el preamplificador para la radio de vuestra casa, podéis utilizar como antena un trozo de cable de al menos un metro de largo, conectándolo al terminal «entrada» del circuito. Para conectar la salida del preamplificador a la toma «antena» del receptor, tendréis que utilizar un cable coaxial o un trozo de cable muy corto, recordando que hay que conectar la masa del preamplificador a la masa o toma de tierra del receptor.

Si empleáis el preamplificador para la radio del auto, habrá que efectuar algunas operaciones para evitar que se oiga el «chisporroteo» de las bujías por el altavoz.

En ese caso hay que introducir el circuito en



Figura 2
Dibujo, a tamaño natural, del circuito impreso necesario para la realización de este preamplificador de banda ancha para Onda Media y Onda Corta.



Aspecto del circuito una vez finalizado el montaje.
Dadas sus mínimas dimensiones, el circuito podrá colocarse incluso en el interior de una radio.

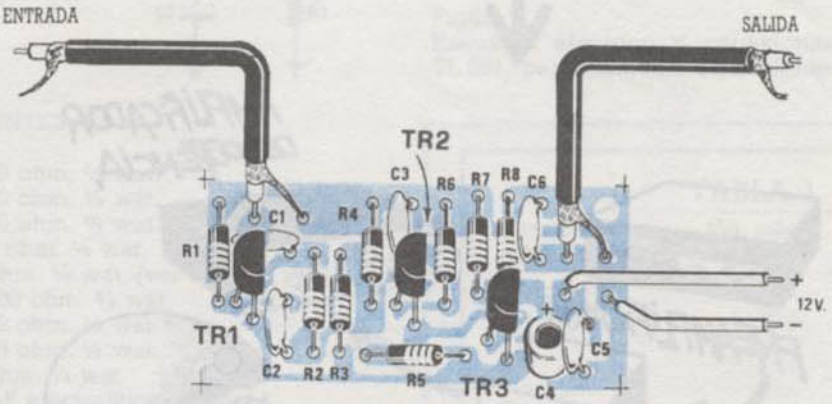


Figura 3
Esquema práctico de montaje. Como se ve en el dibujo, los transistores se colocan con la parte semicircular del cuerpo orientada hacia la izquierda. Como explicamos en el artículo, si instaláis el preamplificador en vuestro automóvil, debéis introducirlo en una caja metálica para blindarlo perfectamente.

una pequeña caja metálica para blindarlo totalmente y el cable coaxial procedente de la antena de vástago de la autorradio se conectará, dentro de la caja, con la malla metálica a masa y con el cable interno a la toma «antena» del preamplificador. También para la salida habrá que utilizar cable coaxial, siempre conectando la malla a masa.

De otro lado, la caja metálica que contiene el preamplificador debe sujetarse a la carrocería sin interponer ningún aislante, de modo que el conjunto resulte conectado eléctricamente a masa.

Una vez conectado el preamplificador a la autorradio, tened presente que ésta lleva casi siempre un compensador accesible desde el exterior, que suele llevar la indicación «ajuste antena» o «acoplamiento antena», compensador que tendréis que regular para adaptar la impedancia de entrada del receptor con la impedancia de salida del preamplificador.

Este ajuste es muy sencillo de efectuar. En efecto, basta sintonizar una emisora muy débil y girar entonces el compensador hasta encontrar la posición en que se obtiene la máxima señal.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.



CONTROL DE PRESENCIA (LOUDNESS)



Un circuito que aplicado en la salida de cualquier preamplificador o de cualquier sintonizador AM-FM, nos permitirá potenciar todos los instrumentos musicales que tienen su «timbre» característico comprendido en la gama de los tonos medios, obteniendo así un efecto que mejorará sensiblemente la audición de muchas piezas musicales.

EXPLICAR con palabras el efecto obtenido insertando este control en cualquier amplificador Hi-Fi o en un sintonizador AM-FM es algo problemático, ya que sólo escuchando nos daremos cuenta de las ventajas que es capaz de proporcionar.

Sólo podemos deciros que muchos amplificadores comerciales de calidad llevan incorporado este control, ya que con él es posible exaltar todas las notas de los instrumentos de aire e incluso los de cuerda, como la guitarra o el piano, y, sobre todo, es posible potenciar la voz del solista, dando lugar a ese efecto que normalmente se denomina «presencia».

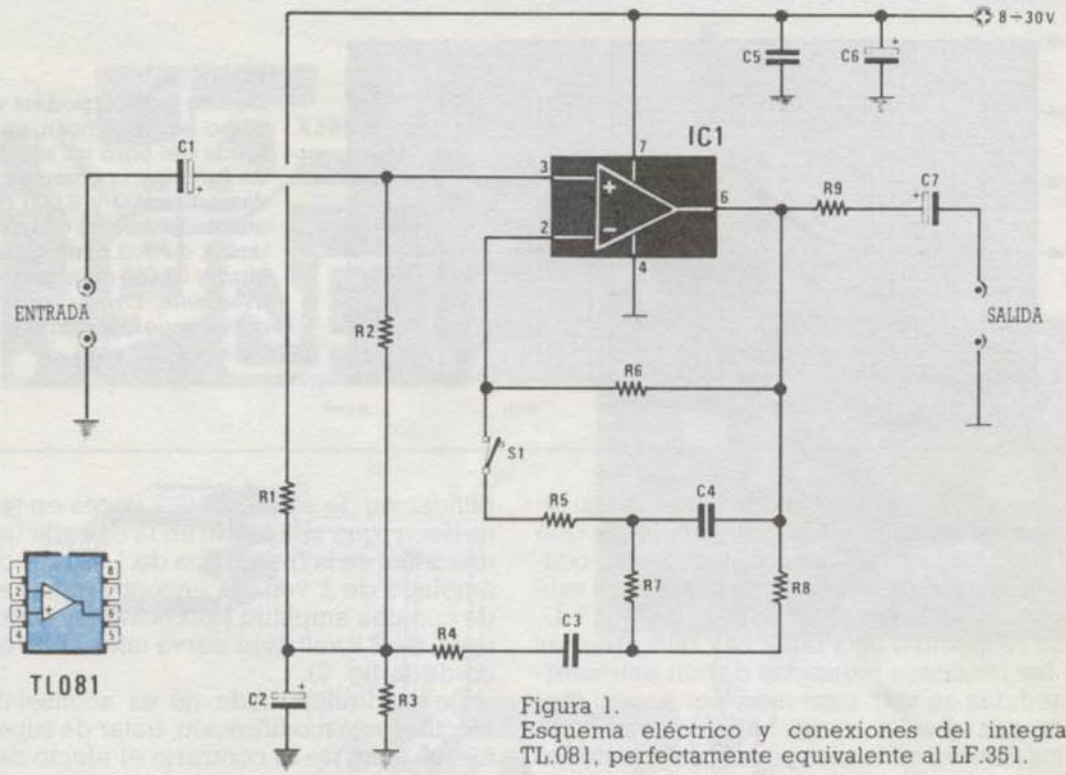


Figura 1.
Esquema eléctrico y conexiones del integrado TL.081, perfectamente equivalente al LF.351.

COMPONENTES

R1 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R2 = 33.000 ohm. ¼ wat.
R3 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R4 = 1.000 ohm. ¼ wat.
R5 = 100 ohm. ¼ wat. (ver texto).
R6 = 220.000 ohm. ¼ wat.
R7 = 15.000 ohm. ¼ wat.
R8 = 15.000 ohm. ¼ wat.
R9 = 560 ohm. ¼ wat.
C1 = 4,7 mF electrolítico 35 volt.
C2 = 47 mF electrolítico 35 volt.
C3 = 33.000 pF poliéster
C4 = 3.300 pF poliéster
C5 = 100.000 pF disco
C6 = 22 mF electrolítico 35 volt.
C7 = 22 mF electrolítico 35 volt.
IC1 = integrado tipo TL.081
S1 = interruptor de palanca.

TABLA 1

Tensión de alimentación	Máx. señal en entrada	Máx. señal en salida
9 voltios	1,25 voltios	5 voltios
12 voltios	2 voltios	8 voltios
15 voltios	2,75 voltios	11 voltios
18 voltios	3,5 voltios	14 voltios
24 voltios	5 voltios	20 voltios
30 voltios	6 voltios	24 voltios

El mismo circuito nos ofrece además la posibilidad de compensar eventuales carencias de los tonos «medios» en un plato giradiscos o en una grabadora portátil, que por lo general lleva un altavoz de dimensiones tan reducidas, que resulta más adecuado para reproducir los tonos agudos y no los medios-bajos.

Como veis, las aplicaciones de este control de presencia son bastante numerosas y dado que el coste de los componentes es francamente irrisorio, os aconsejamos montarlo para que constatéis personalmente las ventajas que se pueden obtener con su utilización.

Una vez conectado al amplificador, podéis probar a insertar y excluir dicho efecto mediante un conmutador que lleva nuestro circuito y así veréis cómo cambia la acústica de vuestra instalación, conviniendo con nosotros que en ciertos casos este efecto es verdaderamente excepcional.

Esquema eléctrico

Como se ve en la fig. 1, para la realización de este circuito se utiliza un solo integrado y concretamente un amplificador diferencial tipo TL.081, que desempeña la función de filtro pasa-banda activo, capaz de potenciar en 12 dB aproximadamente (es decir, 4 veces en tensión) todas las frecuencias comprendidas en la gama de 300 Hz. a 3.000 Hz., dejando en cambio inalteradas en amplitud todas las frecuencias que se encuentran fuera de esta gama.

La máxima señal aplicable en entrada, para no saturar al integrado, está estrechamente ligada al valor de la tensión de alimentación (que

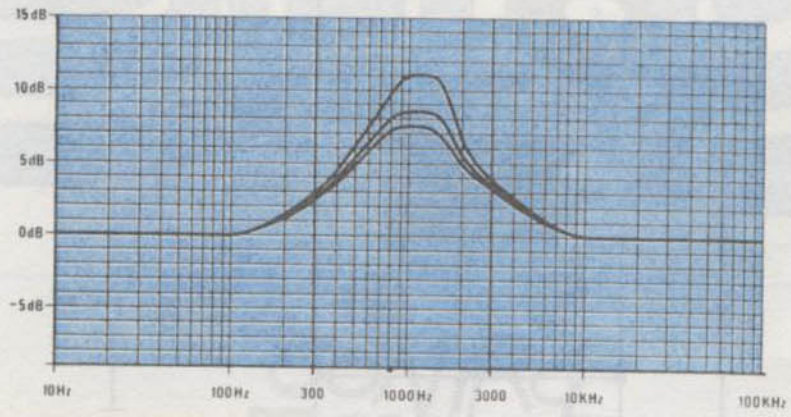


Figura 2
En este gráfico podéis ver cómo se amplifican en la salida del filtro las señales de frecuencia comprendidas entre 300 y 3.000 Hz., utilizando para R5 una resistencia de 100 ohm., 33.000 ohm. y 56.000 ohm. respectivamente. Obviamente, la curva superior corresponde a los 100 ohm.

puede estar comprendida entre un mínimo de 8 volt. y un máximo de 30 volt., sin tener que modificar nada en el circuito) y lo mismo ocurre con la máxima amplitud de la señal en salida, como puede deducirse de la tabla n.° 1.

Con respecto a esta tabla hay que precisar que las tensiones indicadas deben entenderse medidas en volt. pico-pico, por lo cual, para obtener el valor eficaz, habrá que multiplicar los valores indicados por el coeficiente fijo **0,35.**

Por ejemplo, cuando tenemos en salida una señal de 14 volt. pico-pico, el valor eficaz de esta tensión es:

14 × 0,35 = 4,9 volt.

De nuevo repetimos ahora que la señal en salida del «filtro», tiene una amplitud mayor que la aplicada en entrada única y exclusivamente en la porción de gama comprendida entre los 300 y los 3.000 Hz., como se ve en el gráfico de la fig. 2. Todas las demás frecuencias, es decir, las inferiores a 300 Hz. y las superiores a 3.000 Hz., no sufren amplificación alguna, esto es, salen prácticamente con la misma amplitud que tenían en entrada.

Por ejemplo, si aplicamos en entrada una señal de 2 volt. pico-pico en la frecuencia de 100 Hz., la encontraremos en salida también con una amplitud de 2 volt. pico-pico. Si la frecuencia, en cambio, fuese de 1.000 Hz., la misma señal saldría con una amplitud de 8 volt. pico-pico.

Hemos dicho que la amplificación que el circuito aporta a la señal en la gama de los tonos «medios» es de 12 dB aproximadamente, es decir, 4 veces en tensión. Aun así, si a alguien le parece excesiva, puede disminuir la amplificación modificando el valor de la resistencia R5.

En efecto, si sustituimos R5 —que en la actualidad tiene 100 ohm.— por una resistencia de 33.000 ohm., obtendremos una amplificación de sólo 9 dB (alrededor de 3 veces en tensión) en la gama 300-3.000 Hz., contra los 12 dB que se obtenían con anterioridad.

Aumentando aún más el valor de R5 hasta 56.000 ohm., obtendremos en cambio una amplificación de sólo 7 dB (2,2 veces en tensión), es decir, que aplicando en la entrada del filtro una señal en la frecuencia de 1.000 Hz. con una amplitud de 1 volt., la encontraremos en salida con una amplitud prácticamente doble, esto es, de 2,2 volt. (ver curva inferior en el gráfico de la fig. 2).

De cualquier modo no es aconsejable, al efectuar esta modificación, tratar de superar los 68.000 ohm; de lo contrario el efecto del filtro resultará prácticamente nulo.

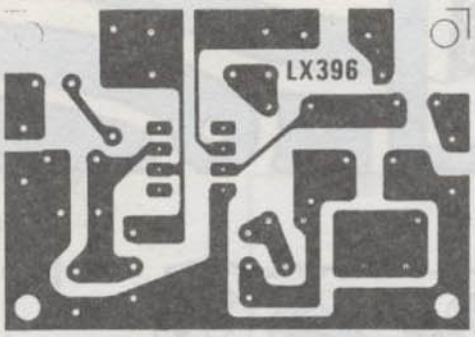
Aclaramos que nuestro circuito puede conectarse permanentemente a la salida del preamplificador o sintonizador, ya que si en cualquier momento, durante una audición, no interesa potenciar la gama de los tonos «medios», el interruptor S1 os permitirá excluirlo automáticamente y en ese caso el integrado IC1 se comportará como un simple paso separador con ganancia unitaria (es decir, la señal sale con la misma amplitud con la que entra) en todas las frecuencias comprendidas entre un mínimo de 10 Hz. y un máximo de 100.000 Hz.

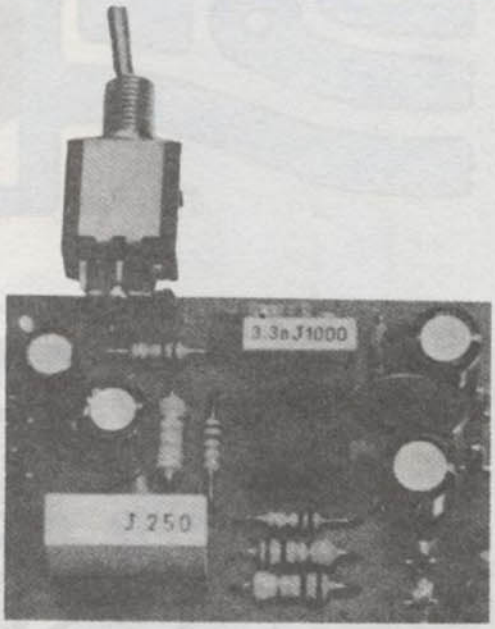
El circuito presenta una impedancia de entrada de 30.000 ohm. y una impedancia de salida de 1.000 ohm., por tanto puede aplicarse entre la salida del preamplificador y la entrada del paso final de cualquier instalación Hi-Fi, sin que existan problemas de «adaptación».

Como ya sabéis, el circuito se alimenta con una tensión comprendida entre un mínimo de 8 volt. y un máximo de 30 volt. y dado que el consumo es irrisorio (3-4 miliamperios), podréis tomar esa tensión directamente del preamplificador o sintonizador al que vais a conectarlo.

Realización práctica

En el circuito impreso LX396, de dimensiones tan reducidas como puede verse en la fig. 3, montaréis todos los componentes requeridos a excepción del interruptor S1, que se colocará en la carátula frontal del mueble del sintonizador o preamplificador.





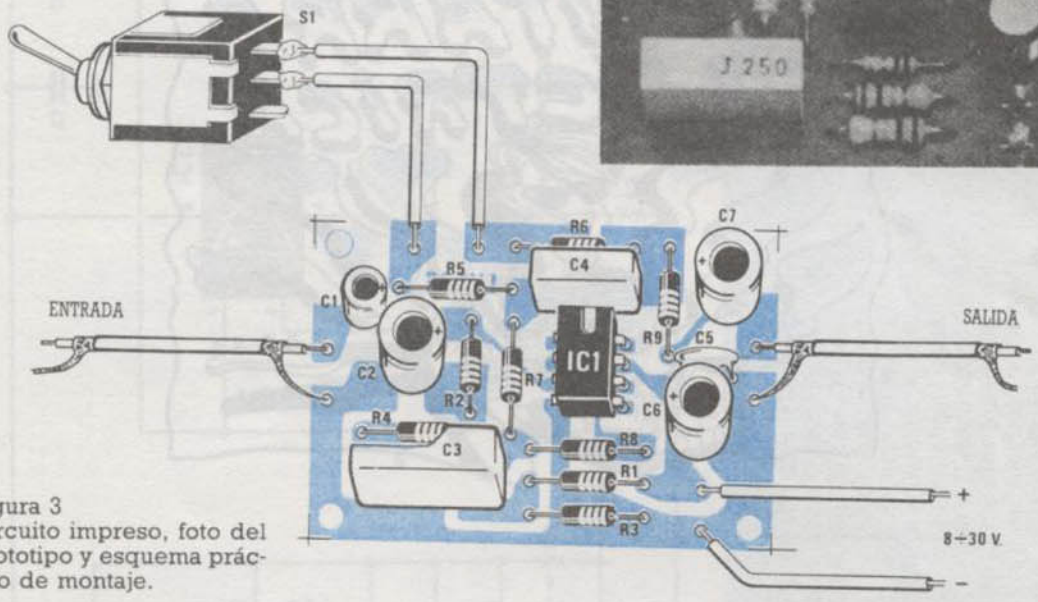


Figura 3
Circuito impreso, foto del prototipo y esquema práctico de montaje.

El montaje no presentará dificultades si os atenéis a las indicaciones del esquema práctico de la fig. 4 y si respetáis la polaridad de los condensadores electrolíticos.

Para el integrado IC1 utilizaremos el habitual zócalo, de modo que podamos sustituirlo, en caso necesario, sin dañar las pistas del circuito impreso.

De otro lado, al insertar el integrado en el zócalo, poned atención para que la muesca de referencia que lleva en la envoltura quede orientada como se indica en la serigrafía y en el dibujo práctico. De lo contrario, no sólo no funcionará el filtro, sino que además el integrado se averiará en breve tiempo.

Respecto a la resistencia R5, recomendamos montarla provisionalmente con los terminales largos para, una vez efectuadas las pruebas necesarias y determinado el exacto valor requerido, soldarla luego definitivamente, en el modo habitual.

También podríais sustituir dicha resistencia por un trimmer de 47.000 ohm. y regularlo luego, en la fase de ajuste, como mejor satisfaga a vuestro oído. Un especial cuidado habrá que poner en las conexiones de entrada y salida de la señal, que deben realizarse con cable apantallado, procurando que éste sea lo más corto posible y sin olvidarse de soldar a masa la malla metálica por ambos extremos.

Finalizando el montaje, podréis probar inmediatamente el circuito, conectándolo incluso a la salida de una simple radio o cassette (en ese caso debéis retirar el hilo que se conecta al terminal central del potenciómetro de volumen y aplicarlo a la salida del filtro, conectando luego la entrada del filtro al terminal del potenciómetro que ha quedado libre).

Ahora, escuchando una pieza de música, probad a desplazar de una a otra posición el interruptor S1 y notaréis cómo el sonido, con el filtro insertado, resulta muy distinto, más «vivo» y agradable de escuchar.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.

TRÉMOLO PARA GITARRA ELÉCTRICA



LOS guitarristas modernos suelen utilizar, en sus arreglos musicales, unos efectos especiales que se obtienen electrónicamente «modulando» la nota emitida por la guitarra con otras señales.

Entre estos efectos destacan el «trémolo» y el «vibrato», que no deben confundirse ya que son dos cosas bien distintas. En efecto, el «vibrato» modula la nota en frecuencia, mientras que el «trémolo» la modula en amplitud, es decir, la señal sufre aumentos y disminuciones de amplitud a una «velocidad» que podemos regular nosotros mismos mediante un potenciómetro.

Dicho efecto se puede obtener fácilmente con el sencillo circuito que hoy os presentamos, que por su módico precio está al alcance de todos. Efectivamente, para su realización se requiere un solo integrado tipo TL.082 (equivalente al LF.353), el cual contiene dos amplificadores operacionales con entrada a fet. Además, la alimentación no comporta problema alguno, ya que el consumo es tan reducido (5 miliamperios) que permite utilizar una pila normal para radio-transistores, con la certeza de obtener una amplia autonomía de funcionamiento.

Esquema eléctrico

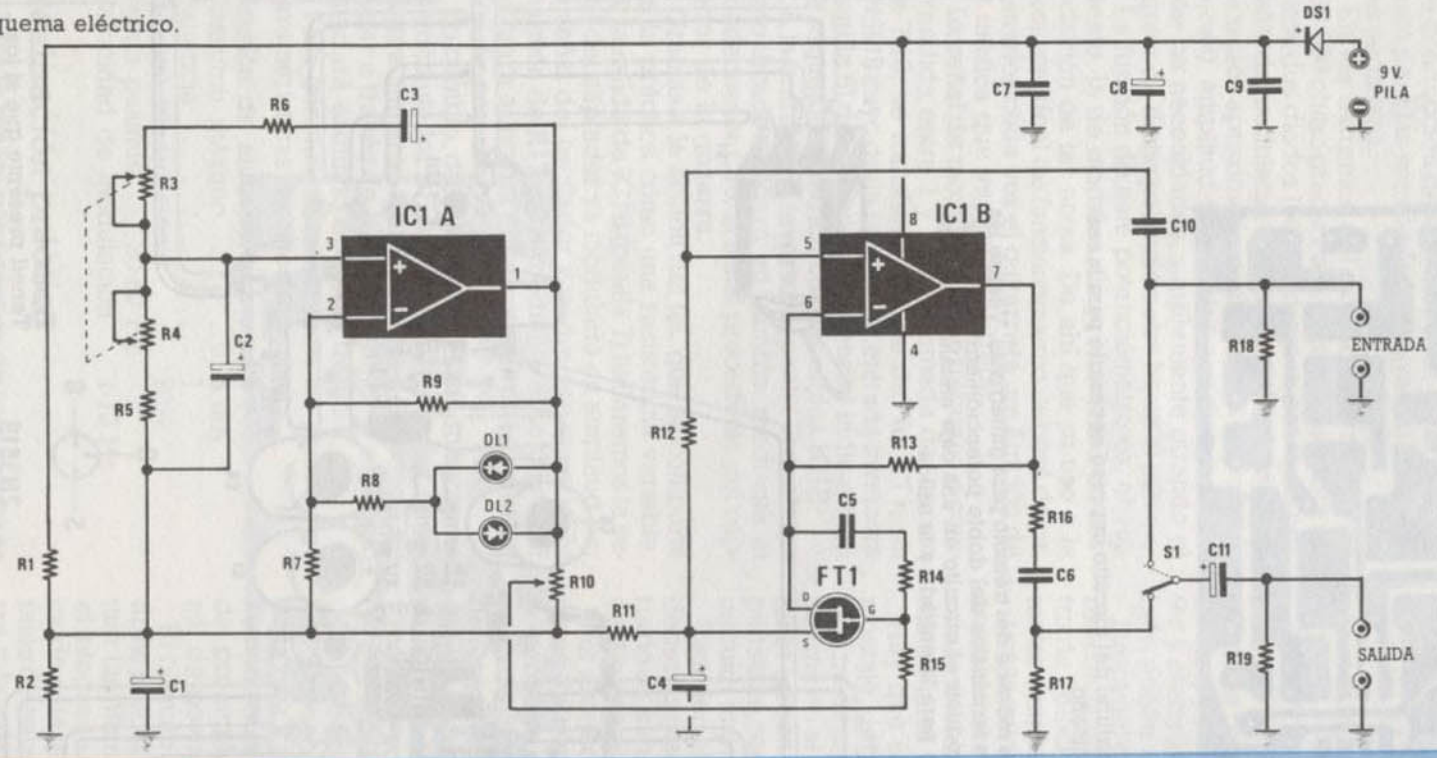
Como se ve en el esquema eléctrico de la fig. 1, el primero de los dos amplificadores operacionales contenidos en el interior del integrado TL.082 (es decir, IC1A) se utiliza como oscilador en bajísima frecuencia, en un circuito clásico en puente de WIEN.

En dicho circuito el doble potenciómetro R3-R4 nos es indispensable para modificar la frecuencia de oscilación desde un mínimo de **12 Hz** a un máximo de **12HZ** aproximadamente.

La amplitud de esta señal, que como ya hemos dicho utilizaremos para modular en amplitud la nota emitida por la guitarra, es mantenida constante en el tiempo mediante una reacción negativa de tipo bastante insólito. En efecto, todo ello nos será indicado mediante los dos diodos led que se encuentran conectados en oposición de polaridad entre la salida (patilla 1) de IC1A y la entrada inversora (patilla 2) del mismo amplificador.

Contrariamente a lo habitual, estos dos diodos **no se encenderán nunca** durante el funcio-

Figura 1. Esquema eléctrico.



COMPONENTES

R1 = 4.700 ohm. ¼ wat.
R2 = 4.700 ohm. ¼ wat.
R3 = 100.000 + 100.000 ohm. potenciómetro lineal.
R5 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R6 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R7 = 220.000 ohm. ¼ wat.
R8 = 330.000 ohm. ¼ wat.
R9 = 470.000 ohm. ¼ wat.
R10 = 100.000 ohm. potenciómetro lineal.
R11 = 1.000 ohm. ¼ wat.
R12 = 47.000 ohm. ¼ wat.
R13 = 2.200 ohm. ¼ wat.
R14 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R15 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R16 = 10.000 ohm. ¼ wat.
R17 = 1.200 ohm. ¼ wat.
R18 = 100.000 ohm. ¼ wat.
R19 = 220.000 ohm. ¼ wat.
C1 = 100 mF electrolítico 25 volt.
C2 = 1 mF electrolítico 50 volt.
C3 = 1 mF electrolítico 50 volt.
C4 = 100 mF electrolítico 25 volt.
C5 = 100.000 pF poliéster.
C6 = 330.000 pF poliéster.
C7 = 100.000 pF disco.
C8 = 100 mF electrolítico 25 volt.
C9 = 100.000 pF disco.
C10 = 100.000 pF poliéster.
C11 = 10 mF electrolítico 25 volt.
DS1 = diodo de silicio 1N4148.
DL1 = diodo led rojo.
DL2 = diodo led rojo.
FT1 = fet tipo 2N3819 medialuna.
IC1 = integrado tipo TL.082-uA.772-LF.353.
S1 = interruptor de palanca.

Nota: Es importante que los dos diodos led sean rojos, de lo contrario el circuito no podrá desarrollar sus funciones.

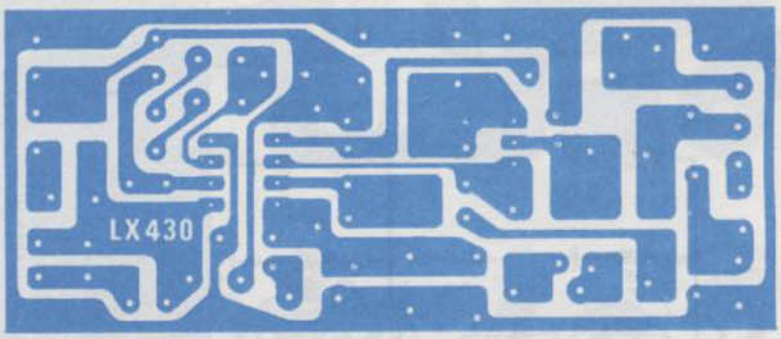


Figura 2.
Dibujo a tamaño natural del circuito impreso necesario para la realización de este diseño.

Figura 3.
Dibujo práctico de montaje del trémolo para guitarristas. Véanse las conexiones en los terminales del doble potenciómetro R3-R4. Recomendamos introducir el circuito en una caja metálica y utilizar cable apantallado para la entrada y la salida.

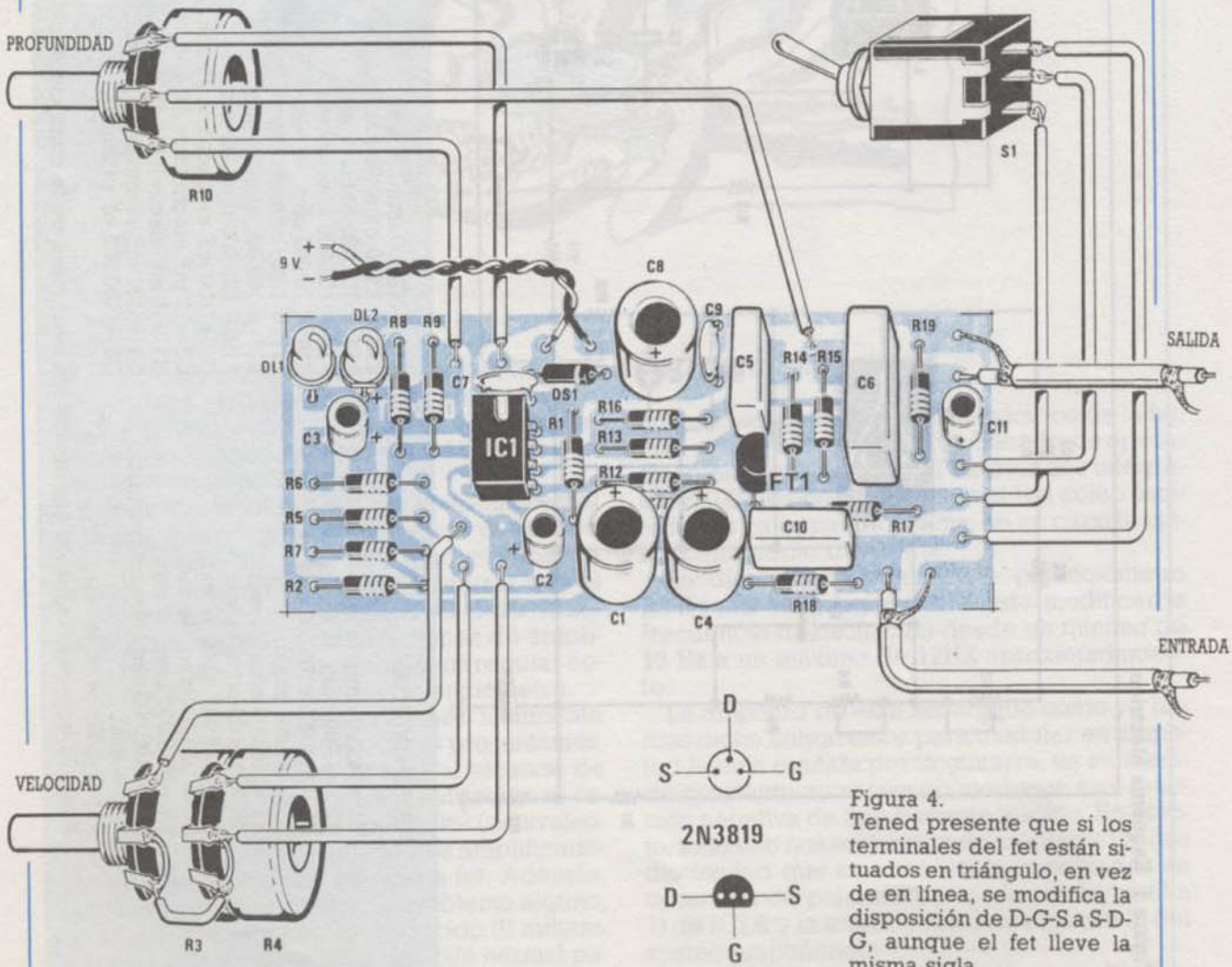


Figura 4.
Tened presente que si los terminales del fet están situados en triángulo, en vez de en línea, se modifica la disposición de D-G-S a S-D-G, aunque el fet lleve la misma sigla.

namiento, ya que se lo impide la resistencia R8 de 330.000 ohm. que se encuentra conectada en serie con los diodos, sino que permanecerán apagados incluso cuando el circuito oscile regularmente, ya que el único motivo por el que han sido insertados es el de obtener un umbral de conducción de un valor bien determinado, tanto para las semiondas positivas cuanto para las negativas.

En los extremos del potenciómetro R10 de 100.000 ohm., gracias a la acción limitadora de estos dos diodos led, tendremos por tanto una señal de modulación con una amplitud de 4 volt. pico-pico aproximadamente (igual a 1,4 volt. eficaces), amplitud que podremos disminuir según las necesidades, simplemente girando el cursor de dicho potenciómetro hacia el mínimo.

La función de este potenciómetro es, obviamente, la de modificar la profundidad de modulación de las notas. De ahí que su uso y la posición ideal de funcionamiento deberá determinarlos cada vez el guitarrista, en función de la música que vaya a interpretar.

La señal de modulación con frecuencia comprendida entre 1 y 12 Hz., tomada del cursor de R10, se transfiere al gate del fet FT1, un 2N3819 cuyo drain controla la entrada inversora (patilla 6) del segundo diferencial indicado en el esquema eléctrico con las siglas IC1B.

A la entrada no inversora (patilla 5) de dicho amplificador llegará en cambio, mediante el condensador C10, la señal procedente del captador de la guitarra.

Gracias a la acción del fet, que se comporta en la práctica como una resistencia variable, en la salida de IC1B (patilla 7) hallaremos la señal del captador ya modulada en amplitud por la señal del oscilador y podremos tomarla de la unión de R17 y C6, mediante el conmutador S1, para aplicarla en la entrada del amplificador de potencia.

En cambio, desplazando en sentido contrario el conmutador S1, la señal del captador llegará directamente al amplificador de potencia sin pasar a través de IC1B, por tanto en este caso quedará excluido el efecto trémolo.

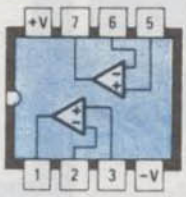
Para concluir enunciaremos las principales características de nuestro circuito:

Tensión de alimentación ...	9 volt.
Consumo máximo	5 mA
Ganancia	1
Máxima modulación	90%
Banda pasante ....20-80 Hz.	
Velocidad de modulación ..	1-12 Hz.

Realización práctica

Para la realización práctica de este diseño es necesario el circuito impreso LX430, representado a tamaño natural en la fig. 2.

Sobre dicho circuito montaremos en primer lugar el zócalo para el integrado TL.082, a continuación todas las resistencias, el fet (colocando su envoltura como se indica en el esquema práctico de la fig. 3), los dos diodos led (colocándolos con el cátodo en posición inversa uno de otro) y por último los condensadores poliéster y electrolíticos, recordando que éstos también tienen una polaridad a respetar.



TL082

Figura 5. Conexiones del integrado TL.082 visto desde arriba. El TL.082 es equivalente al uA.772 y al LF.353.

Fuera del circuito impreso se colocarán el doble conmutador S1A-S1B, el doble potenciómetro de velocidad de modulación y el potenciómetro simple de profundidad de modulación.

Los terminales de estos componentes se conectarán al circuito impreso, en los puntos claramente indicados en el dibujo práctico, mediante hilos aislados en plástico.

Hay que señalar que, una vez finalizado el montaje, deberéis introducir el circuito en una caja metálica para evitar que haya zumbido de alterna en el altavoz, recordando que para obtener un blindaje eficaz es absolutamente indispensable conectar eléctricamente la masa del circuito impreso al metal de la caja.

También el cuerpo de los dos potenciómetros deberá sujetarse al metal de la caja. De lo contrario se transformarán también en potenciales captadores de zumbido de alterna.

Por ese motivo, si alguien prueba el trémolo antes de recluir el circuito en la caja, que no se asombre si oye zumbido de alterna por el altavoz al acercar la mano o al tocar los pernos de los potenciómetros, ya que es algo normal debido a que el circuito no está aún perfectamente blindado.

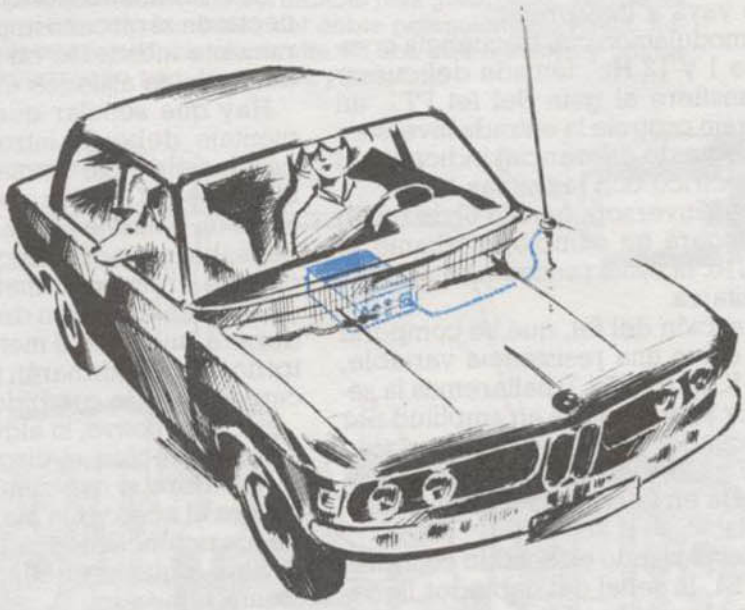
Siempre por el mismo motivo, la conexión entre el captador de la guitarra y la entrada del trémolo deberá efectuarse con cable apantallado, conectando la malla metálica a la masa de la caja y lo mismo decimos respecto a la conexión entre la salida del trémolo y la entrada del preamplificador de BF o el amplificador final de potencia.

El circuito no requiere ajuste, por lo que podréis probarlo de inmediato, después de efectuar las últimas operaciones, es decir, insertar el integrado en su zócalo (respetando la muesca de referencia) y proporcionar tensión después de haber conectado la entrada a la guitarra y la salida a un amplificador cualquiera.

Ahora, interpretando alguna pieza musical y girando los dos potenciómetros en un sentido y en otro, podréis extraer de inmediato los efectos sonoros que el circuito es capaz de proporcionar.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.

PREAMPLIFICADOR FM PARA COCHE



Con este preamplificador para la gama FM podréis sensibilizar cualquier autorradio o receptor doméstico. En efecto, dicho circuito es capaz de proporcionar una ganancia de 25 dB, igual a un aumento de 18 veces en tensión, con una cifra de ruido de 2,8 dB solamente.

HOY hemos decidido tomar en consideración la gama FM, la más escuchada en la actualidad, en la cual, a causa de las exiguas potencias de las emisoras locales, es más necesario que nunca amplificar la señal que llega de la antena.

Para dicha gama os presentamos un preamplificador que, como ya hemos mencionado en la entradilla, es capaz de proporcionar una ganancia de 25 dB (igual a 18 veces en tensión) en todas las frecuencias FM de 88 a 108 MHz, con una cifra de ruido aún más baja que la del integrado híbrido SH.120 utilizado en el circuito.

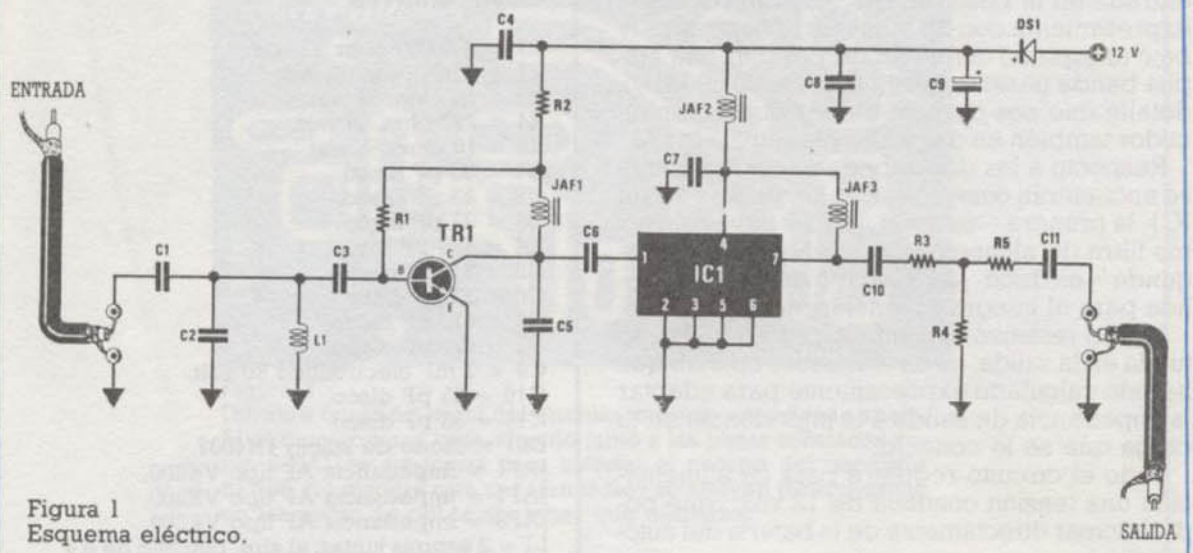


Figura 1
Esquema eléctrico.

Y no sólo eso; además, pudiendo preamplificar frecuencias más allá de los 120 MHz, este aparato será idóneo también para la banda aeronáutica.

De otro lado, considerando que muchos lectores desearán emplear el circuito para sensibilizar la autorradio, hemos pensado alimentarlo con una tensión de 12 volt. para así poder utilizar la batería del coche.

Características

Tensión de alimentación: 12 volt.
Consumo: 25 mA.
Ganancia: 25 dB.
Banda pasante: 70-120 MHz.
Cifra de ruido: 2,8 dB.

Esquema eléctrico

Como podéis deducir observando la fig. 1, el esquema eléctrico de este preamplificador de antena para FM es sumamente sencillo, por cuanto las principales funciones son desempeñadas por el integrado IC1, un amplificador híbrido en banda ancha que hemos utilizado ya en varios de nuestros diseños.

Dicho amplificador es capaz de suministrar una ganancia casi constante de 16-18 dB en una banda de frecuencia que va de un mínimo de 20-30 MHz a un máximo de más de 800 MHz. Por consiguiente, teóricamente podría bastar él solo para realizar un perfecto preamplificador, ya que una ganancia de 16-18 dB equivale en la práctica a amplificar la señal casi 7 veces en tensión, ganancia más que suficiente para sensibilizar cualquier receptor.

Pero en la realidad las cosas se comportan de modo bastante distinto. En efecto, es cierto que este amplificador híbrido dispone de una ganancia de 16-18 dB, pero es necesario tener en cuenta que el mismo amplificador dispone de una cifra de ruido de 4,5 dB y ello constituye una característica negativa. De hecho, tal cifra de ruido permite al amplificador «potenciar» sólo las señales que ya llegan fuertes a nuestra antena y que por ello no tendrían necesidad de ser amplificadas. En cambio, constituye una barrera prácticamente infranqueable para las señales débiles, que sí necesitarían ser amplificadas.

Dado que la cifra de ruido de un circuito de esta especie se puede disminuir únicamente por medio de otro paso preamplificador con una cifra de ruido más baja, hemos tenido que aplicar en la entrada de dicho integrado el transistor TR1, un NPN tipo BFR90, capaz de proporcionar una ganancia en potencia de 10 dB aproximadamente, con una cifra de ruido de sólo 2,4 dB.

Así no sólo podremos preamplificar un mayor número de señales, sino que lo haremos con una ganancia superior. En efecto, los 10 dB proporcionados por TR1 se añadirán a los 16 dB de IC1, obteniendo una ganancia total de 26 dB (por poner un ejemplo, una señal con una amplitud de 1 microvolt., aplicada en la entrada del preamplificador, saldrá con una amplitud de 18 microvolt. aproximadamente).

Queremos advertir que los valores de R1-R2 se han calculado para proporcionar al transistor TR1 la polarización en continua que le permite operar con la menor cifra de ruido posible, es decir, con una tensión de colector en reposo de 10 volt. y una corriente de colector igual a 2 miliamperios.

La bobina L1, que realiza el acoplamiento de entrada en la base de TR1, ha sido realizada expresamente con un número de espiras muy bajo (3 espiras) con el fin de permitir una amplia banda pasante (alrededor de 50-60 MHz), detalle que nos permite utilizar el preamplificador también en gamas adyacentes a la FM.

Respecto a las dos impedancias de AF que se encuentran conectadas en las patillas 4-7 de IC1, la primera —es decir, JAF2— sirve sólo como filtro de alimentación, mientras que la segunda —es decir, JAF3— hace de carga de salida para el integrado, en ausencia de señal.

La red resistiva constituida por R3-R4-R5, situada en la salida, es un atenuador en-3 dB que ha sido calculado expresamente para adaptar la impedancia de salida a la impedancia de la carga que se le conecte.

Todo el circuito requiere para su alimentación una tensión continua de 12 volt., que podréis tomar directamente de la batería del automóvil.

COMPONENTES

R1 = 390.000 ohm. ¼ wat.
R2 = 1.000 ohm. ¼ wat.
R3 = 10 ohm. ¼ wat.
R4 = 270 ohm. ¼ wat.
R5 = 10 ohm. ¼ wat.
C1 = 33 pF disco.
C2 = 33 pF disco.
C3 = 33 pF disco.
C4 = 470 pF disco.
C5 = 3,3 pF disco.
C6 = 33 pF disco.
C7 = 470 pF disco.
C8 = 470 pF disco.
C9 = 1 mF electrolítico 50 volt.
C10 = 33 pF disco.
C11 = 33 pF disco.
DS1 = diodo de silicio 1N4007.
JAF1 = impedancia AF tipo VK200.
JAF1 = impedancia AF tipo VK200.
JAF3 = impedancia AF tipo VK200.
L1 = 3 espiras juntas, al aire, con hilo de 0,4 mm. sobre diámetro de 3,5 mm.
TR1 = transistor NPN tipo BFR90.
IC1 = amplificador híbrido tipo SH120.

Realización práctica

El circuito impreso necesario para la realización de este preamplificador lleva las siglas LX416 y puede verse a tamaño natural en la fig. 2.

Dicho circuito es un doble cara, por tanto la primera operación a llevar a cabo será la de conectar la pista de masa superior (utilizada como blindaje) con la pista de masa situada debajo, en todos los puntos en que existe un orificio para ello, introduciendo un trozo de hilo de cobre desnudo en dichos orificios y soldándolo tanto por un lado como por el otro.

No olvidéis ni uno solo de estos puentes, aunque aparentemente parezcan superfluos. De lo contrario se pueden provocar cortocircuitos de los retornos de masa, que reducirían la ganancia del preamplificador o incluso podrían crear autoscilaciones.

También los terminales de ciertos componentes son utilizados como puente de conexión entre la masa superior y la inferior (ver, por ejemplo, R4-C2-C4-C5-C7-C8-C9-L1), por tanto deberán soldarse tanto por arriba como por abajo, como se puede ver en el dibujo práctico de la fig. 3.

El transistor TR1 debe montarse en la cara de abajo del circuito impreso, insertando su cuerpo en el correspondiente orificio. Por consiguiente, si el orificio no fuese lo suficientemente ancho, habrá que ensancharlo con una broca de 5 mm. de diámetro.

Una vez ensanchado el orificio, insertad el transistor con los terminales apoyados en las pistas de cobre circundantes y concretamente con el terminal más largo (colector) apoyado en la pista en que se conecta JAF1, el emisor apoyado en la pista de masa y la base apoyada en la pista en que se conecta C3. Después, proceded a soldar los terminales.

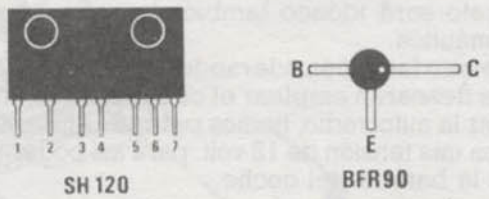


Figura 2
Disposición de los terminales del circuito híbrido SH120 y del transistor BFR90. Nótese el terminal C (colector) más largo que el de Base y el de Emisor.

A continuación podeis montar, en la parte opuesta del circuito impreso, las resistencias, las impedancias VK200, el diodo (atención a su polaridad), todos los condensadores, incluido el electrolítico, que también tiene una polaridad que hay que respetar, y por último el amplificador híbrido IC1.

Llegados a este punto queda por soldar sólo la bobina L1, que debeis devanar vosotros mismos utilizando como soporte una broca de 3,5 mm.

Dicha bobina estará compuesta por 3 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,3-0,4 mm., devanadas al aire una junto a otra.

Acordaros, antes de soldar la bobina en el circuito impreso, de limpiar sus extremos con papel de lija para retirar el esmalte aislante. De lo contrario el esmalte impedirá el necesario contacto eléctrico.

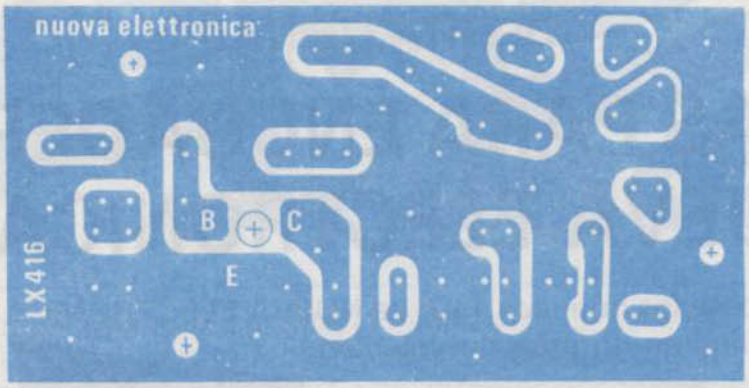


Figura 3
Dibujo a tamaño natural del circuito impreso visto desde abajo. El círculo con una cruz, situado junto a las pistas señaladas como B-E-C, se perforará para insertar el cuerpo del transistor BFR90, de manera que sus terminales se apoyen directamente en las pistas de cobre sin tener que doblarlos.

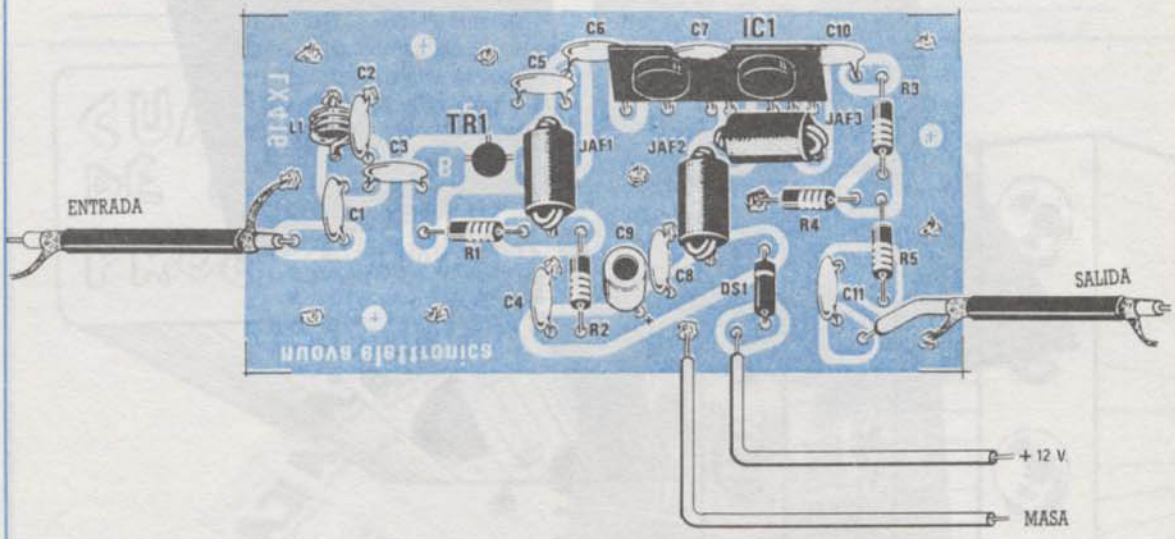


Figura 4
Esquema práctico de montaje. Como explicamos en el artículo, los terminales de varios componentes se soldarán tanto por arriba como por abajo del circuito impreso.

Finalizado el montaje, podréis conectar directamente nuestro preamplificador a la entrada del sintonizador o la autorradio, ya que no necesita ajuste alguno.

Aclaramos que utilizándolo para autorradio, será necesario introducirlo dentro de una pequeña caja metálica, sujetando la caja a la carrocería del automóvil, para blindarlo totalmente.

Respecto a la conexión de entrada con la antena y la de salida con la autorradio, habrá que emplear dos terminales BNC y cable coaxial de 52 ohm.

También queremos recordar que una vez conectado el preamplificador a la autorradio, es necesario siempre retocar el compensador de esta última, accesible desde el exterior a través de un orificio existente en un lado o tal vez cerca de la entrada «antena», con la finalidad de adaptar entre sí las dos impedancias y obtener la máxima señal por el altavoz.

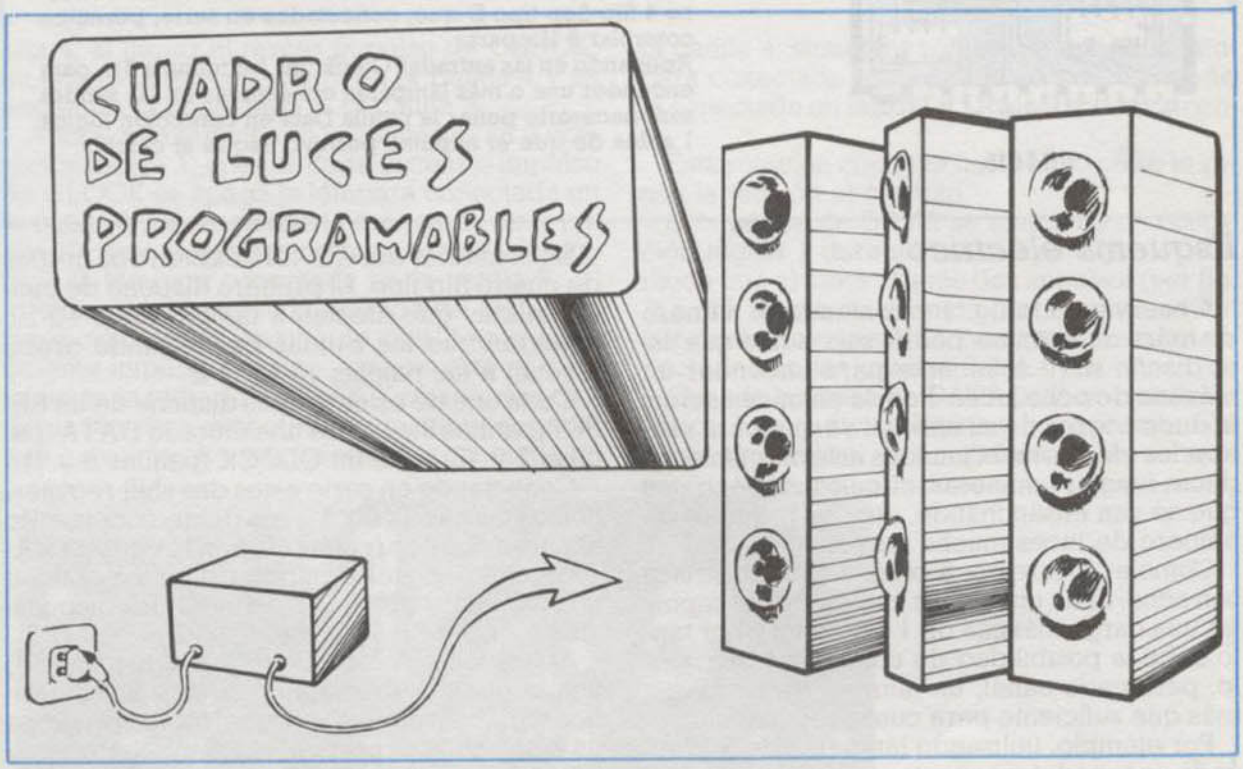
Para ello, basta sintonizar una emisora débil y girar dicho compensador con un destornillador, hasta oír la emisora lo más fuerte posible.

Finalmente recordamos que si en el coche, durante la escucha, se oye por el altavoz el chisporroteo de las bujías, podréis solucionar el problema aplicando un condensador de 100.000 pF entre la entrada positiva de los 12 volt. y la masa de la caja.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.



Encendiendo y apagando un cierto número de luces según determinadas secuencias, se pueden obtener interesantes efectos tales como fuentes luminosas, haces radiales, círculos concéntricos y persecuciones de luces.
En este artículo os presentamos un circuito capaz de crear todos estos efectos, que os permitirá animar vuestra mini-discoteca o hacer más atrayentes vuestros anuncios publicitarios.



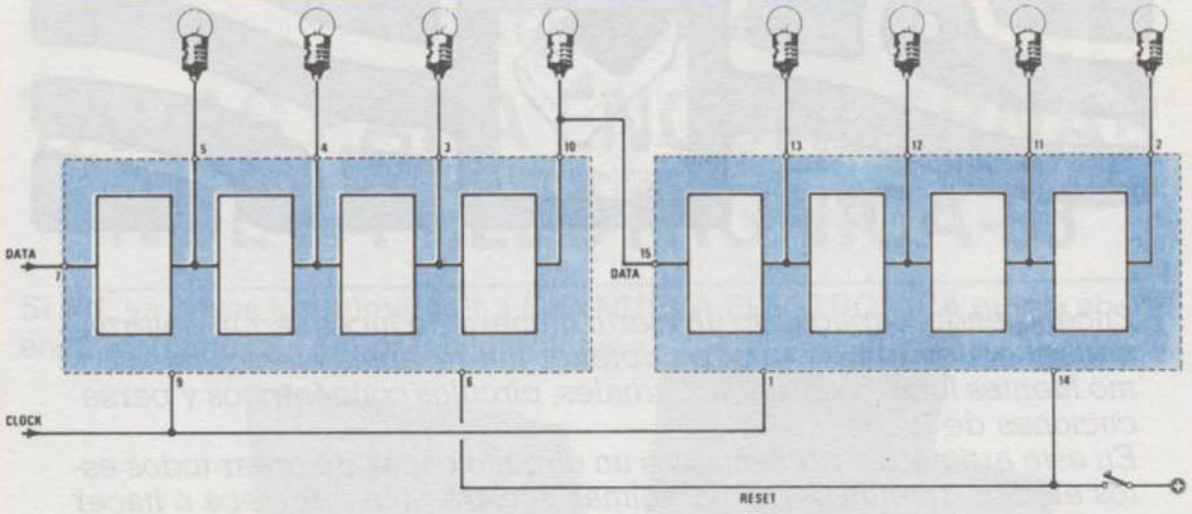
NO hay persona que alguna vez no se haya detenido a contemplar asombrada, en una discoteca o un «pub», cómo una fuente luminosa «gotea» sus mil colores, círculos concéntricos de luz que giran vertiginosamente o ruedas iluminadas que evolucionan de muy variadas maneras.

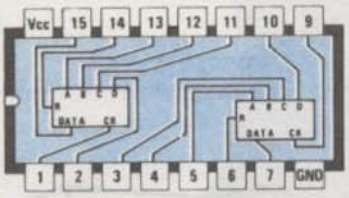
Tales efectos son tan atractivos y divertidos que últimamente los encontramos instalados en numerosos locales de esparcimiento, allí donde se desea excitar la imaginación y la fantasía con elaboradísimos juegos de luz y de colores.

Al hablar de juegos luminosos que suelen instalarse en discotecas o locales similares podría inducir a pensar que hace falta un circuito enormemente complejo, de difícil construcción y de precio elevado.

Sin embargo, como podréis constatar analizando el esquema eléctrico de la fig. 5, todo el circuito consiste en OCHO TRIACS Y SEIS INTEGRADOS.

Aun en el caso de que no os interese la realización práctica de este diseño, os aconsejamos la atenta lectura del artículo ya que aprenderéis qué es y cómo se usa un integrado SHIFT-REGISTER, lo que os podrá servir el día de mañana para realizar un diseño inventado por vosotros mismos.





CD4015

Figura 1
El shift register CD.4015 utilizado en este diseño contiene 4 flip-flop tipo D que, conectados en serie, permiten controlar 8 lámparas.
Aplicando en las entradas Clock una frecuencia fija, para encender una o más lámparas conectadas en las salidas será necesario poner la patilla Data en condición lógica 1 antes de que el impulso positivo llegue al clock.

Esquema eléctrico

Observando la fig. 1 y contando el número de triacs del circuito, podría suponerse que este diseño sirve solamente para encender un máximo de ocho luces. Podría entonces surgir la duda acerca de su utilidad ya que para realizar los efectos mencionados anteriormente, es decir, fuentes luminosas, círculos concéntricos que se van ensanchando, etc., se requiere un número de luces mucho mayor.

Como explicaremos a continuación, los triacs son ocho, cada uno de los cuales puede soportar una carga máxima de 1.500 Wats y por tanto cabe la posibilidad de conectar en paralelo, para cada canal, un número de lámparas más que suficiente para cualquier exigencia.

Por ejemplo, utilizando lámparas de 5 Wats cada una, podréis conectar un máximo de 300 por cada salida.

Utilizando en cambio lámparas de 10 Wats, se puede conectar un máximo de 150 por canal.

Dado que todo el funcionamiento de este circuito gira alrededor del integrado IC4, un SHIFT-REGISTER C/MOS que lleva las siglas CD.4015, creemos necesario explicar su funcionamiento para hacer más comprensible la función de los pasos restantes.

El integrado CD.4015

Un shift register está constituido por varios flip-flop de tipo D conectados en serie (ver fig. 1).

En el interior del CD.4015 existen dos grupos de cuatro flip-flop. El primero dispone de cuatro salidas que afectan a las patillas 5-4-3-10, mientras que las salidas del segundo grupo afectan a las patillas 13-12-11-2.

Cada uno de estos grupos dispone de un RESET (patillas 6 y 14), de una entrada DATA (patillas 7 y 15) y de un CLOCK (patillas 9 y 1).

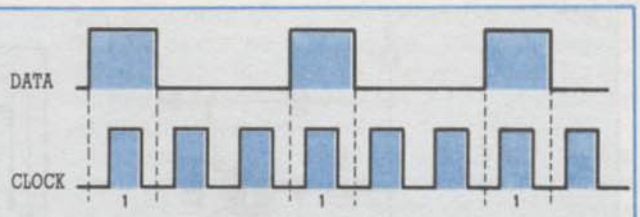
Conectando en serie estos dos shift register, como se ve en la fig. 1, —es decir, conectando el último flip-flop (patilla 10) con la entrada DATA (patilla 15) del segundo grupo, se obtiene un solo shift register con ocho salidas dispuestas en el orden siguiente: 5-4-3-10-13-12-11-2.

Aplicando en las patillas CLOCK (patillas 9-1) una frecuencia de onda cuadrada, no se verifica variación alguna del nivel lógico presente en estas salidas hasta el momento en que se aplica un nivel lógico 1 (impulso positivo) en la entrada DATA (patilla 7). Si en estas salidas conectáramos luces, éstas permanecerían apagadas.

Poniendo la patilla DATA en condición lógica 1 antes de que llegue a la patilla de CLOCK el primer impulso positivo y volviéndola a poner en condición lógica 0 antes de que llegue el segundo impulso de CLOCK (ver fig. 2), se enciende la lámpara conectada a la salida del primer flip-flop, es decir, aquella conectada en la patilla 5.

Siempre manteniendo la patilla DATA en condición lógica 0, cuando llega un segundo impulso de clock se apaga la lámpara conectada en la patilla 5 y se enciende la conectada en la pa-

Figura 2
Si la entrada Data permanece en condición lógica 1 lo suficiente para que llegue a la patilla Clock un solo impulso, rotará una sola lámpara cada vez.



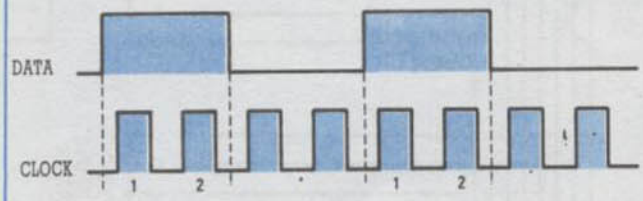
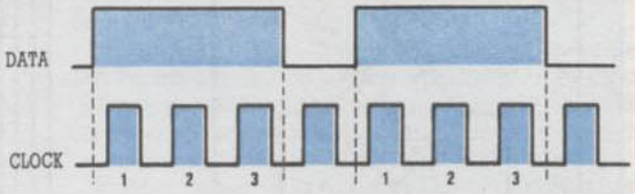


Figura 3
Si la entrada Data permanece en condición lógica 1 durante un tiempo superior, suficiente para hacer llegar dos impulsos al Clock, rotarán dos lámparas simultáneamente.

Figura 4
Prolongando el tiempo en la patilla Data de modo que lleguen al Clock tres impulsos, rotarán simultáneamente tres lámparas, como se explica en el artículo.



tilla 4; al llegar el tercer impulso de CLOCK, se apaga la luz conectada en la patilla 4 y se enciende la conectada a la patilla 3.

Ahora, reconduciendo la patilla DATA a condición lógica 1, apenas llega el cuarto impulso de CLOCK se apaga la lámpara conectada en la patilla 3 y se enciende la conectada en la patilla 10, pero simultáneamente se enciende también la lámpara conectada en la patilla 5.

Poniendo de nuevo la entrada de DATA en condición lógica 0 antes de que llegue el siguiente impulso positivo, apenas éste se presente en la entrada de CLOCK se apagará otra vez la lámpara conectada en la patilla 5, mientras que se vuelve a encender la conectada en la patilla 4; simultáneamente se apaga la lámpara conectada en la patilla 10 y se enciende la conectada en la patilla 13, y así sucesivamente.

Esta rotación continúa hasta tanto no se le retire la tensión al circuito.

Si la patilla de DATA se mantiene en condición lógica 1 durante un tiempo superior, de modo que el clock cuente dos impulsos (ver fig. 3) a diferencia de cuanto ocurría antes, se encenderán dos lámparas, concretamente las conectadas en las patillas 5 y 4.

Cuando la patilla de DATA pasa de condición lógica 1 a condición lógica 0 y así permanece hasta contabilizar dos impulsos clock, se veri-

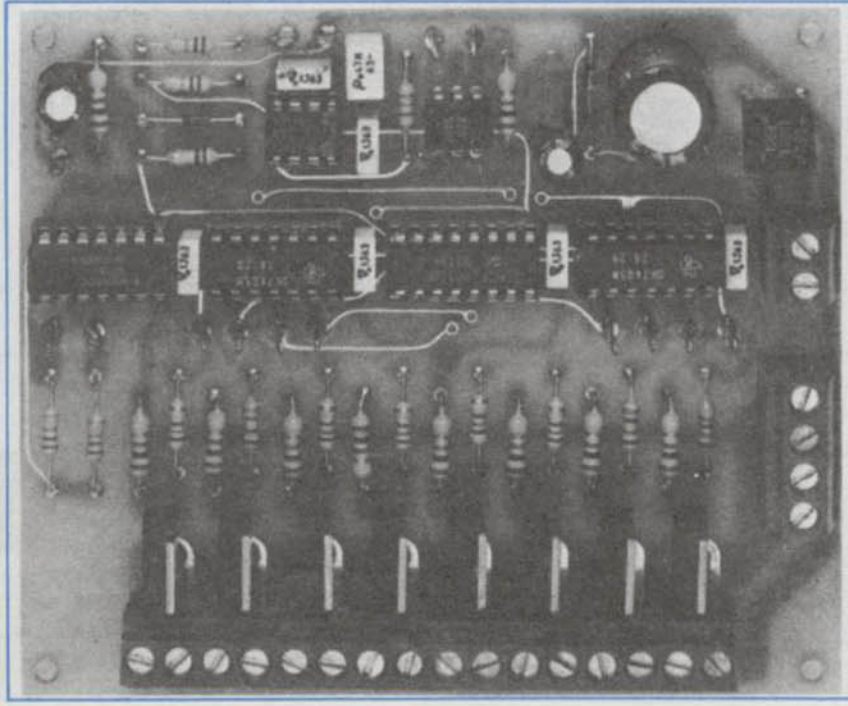


Foto
Foto del montaje; el circuito impreso es un doble cara con taladros metalizados.

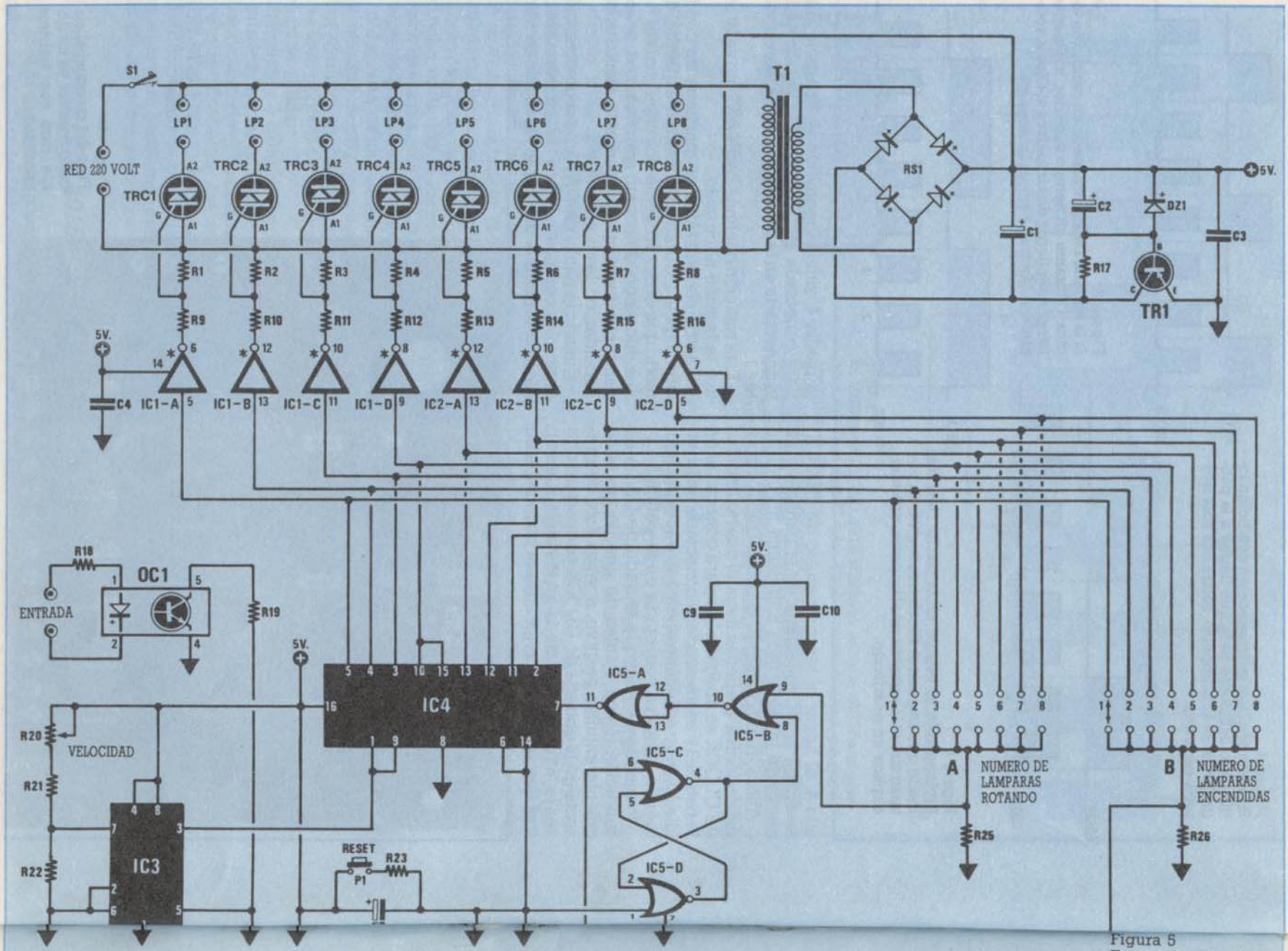


Figura 5
Esquema eléctrico

Figura 5
Esquema eléctrico

COMPONENTES

R1 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R2 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R3 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R4 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R5 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R6 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R7 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R8 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R9 = 120 ohm. ¼ Wat
R10 = 120 ohm. ¼ Wat
R11 = 120 ohm. ¼ Wat
R12 = 120 ohm. ¼ Wat
R13 = 120 ohm. ¼ Wat
R14 = 120 ohm. ¼ Wat
R15 = 120 ohm. ¼ Wat
R16 = 120 ohm. ¼ Wat
R17 = 470 ohm. ¼ Wat
R18 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R19 = 3.300 ohm. ¼ Wat
R20 = 1 Megaohm potenciómetro lineal
R21 = 10.000 ohm. ¼ Wat
R22 = 10.000 ohm. ¼ Wat
R23 = 1.000 ohm. ¼ Wat
R24 = 100.000 ohm. ¼ Wat
R25 = 22.000 ohm. ¼ Wat
R26 = 22.000 ohm. ¼ Wat
C1 = 1.000 mF electrolítico 25 volt.
C2 = 10 mF electrolítico 25 volt.
C3 = 100.000 pF poliéster
C4 = 100.000 pF poliéster
C5 = 470.000 pF poliéster
C6 = 100.000 pF poliéster
C7 = 100.000 pF poliéster
C8 = 10 mF electrolítico 25 volt.
C9 = 100.000 pF poliéster
C10 = 100.000 pF poliéster
DS1 = diodo de silicio 1N4148
DZ1 = zener 5,6 volt. ½ Wat
RS1 = puente rectificador 40 V-1 A
TR1 = PNP tipo BD.138
IC1 = SN.7406
IC2 = SN.7406
IC3 = NE.555
IC4 = CD.4015
IC5 = CD.4001
OC1 = fotoacoplador FCD.820
TRC1 = triac 2N6347
TRC2 = triac 2N6347
TRC3 = triac 2N6347
TRC4 = triac 2N6347
TRC5 = triac 2N6347
TRC6 = triac 2N6347
TRC7 = triac 2N6347
TRC8 = triac 2N6347
T1 = transformador; primario 220 volt.
secundario 8. secundario V 1 A
P1 = pulsador

fica el encendido de las lámparas de dos en dos; es decir, se apagan las lámparas conectadas a los terminales 5-4 y se encienden las conectadas a los terminales 3 y 10 y la rotación se produce siempre sobre dos lámparas.

Reconduciendo la entrada DATA a condición lógica 1 y contabilizando así otros dos impulsos de clock, se apagan las lámparas conectadas en las patillas 3 y 10 y se encienden las conectadas en las patillas 5 y 4 y así sucesivamente, como en el caso anterior.

Así pues, variando el tiempo de permanencia de la entrada DATA en condición lógica 1 ó 0, es posible variar respectivamente el número de lámparas que se encienden y el de aquellas que permanecen apagadas.

Así por ejemplo, manteniendo la entrada de DATA en condición lógica 1 durante el tiempo suficiente para contar tres impulsos de CLOCK (ver fig. 4), se encienden las lámparas conectadas en los terminales 5, 4 y 3.

Reconduciendo la entrada DATA a condición lógica 0 de manera que se contabilice un solo impulso de CLOCK, se apaga la lámpara conectada en la patilla 5 mientras permanecen encendidas las conectadas en las patillas 4 y 3 y se enciende además la conectada en la patilla 10. De ese modo, la secuencia de rotación tiene lugar sobre tres lámparas cada vez, con saltos de una sola lámpara apagada.

Actuando sobre la frecuencia de clock y sobre el terminal de reset es posible obtener otras variaciones además de las arriba mencionadas, por ejemplo, tener encendidas dos lámparas y hacer que realicen un salto de dos en dos (es decir, dos lámparas encendidas y dos apagadas), o bien de tres en tres o incluso con saltos de cuatro (es decir, dos lámparas encendidas que se desplazan saltando cuatro lámparas).

Para obtener tales variaciones, es suficiente con programar el número de lámparas que deseamos que se enciendan y el número de lámparas que deben permanecer apagadas.

Volvemos a la figura 5

Una vez conocida la función desempeñada por el shift register (integrado IC4), resulta ahora más fácil comprender las funciones de los restantes integrados que componen el circuito.

El integrado IC3, un NE.555, se utiliza para obtener la frecuencia de clock. En efecto, observándolo bien veréis que la salida de este integrado (patilla 3) se encuentra conectada a dos patillas clock (patillas 1-9) del shift register.

El potenciómetro R20 permite variar esta frecuencia de un mínimo de 4 Hz a un máximo de 120 Hz. Variando la frecuencia, varía automáticamente la velocidad de rotación de las lámparas.

Oprimiendo el pulsador Pl (conectado a las

patillas 6 y 14 de IC4) se verifica el reset del shift register, de modo que partimos siempre con todas las salidas puestas a cero, esto es, con todas las lámparas apagadas.

Simultáneamente, mediante las cuatro puertas nor IC5/D-IC5/C-IC5/B-1C5/A, el terminal 7 (es decir, el DATA) del shift register se pone en condición lógica 1 y, por consiguiente, se encenderá la lámpara conectada a la patilla 5, después la conectada a la patilla 4, a la patilla 3, etc.

Para determinar a nuestro gusto la secuencia de lámparas encendidas y de lámparas apagadas es necesario reconducir el terminal DATA del shift register a la condición lógica 0 (ver fig. 2-3-4), siempre utilizando las cuatro puertas nor IC5/D-IC5/C-IC5/B-IC5/A.

Como se ve en el esquema eléctrico, todas las salidas del shift register afectan a terminales (ver abajo a la derecha los terminales indicados con las letras A y B) que deben cortocircuitarse en las entradas 9 y 6 de las dos puertas nor IC5/B e IC5/C.

Cuando en las patillas de salida del shift register exista una condición lógica 1 (es decir, una tensión positiva), ésta llegará al nor IC5/C (terminales A) o al nor IC5/B (terminales B) e invertirá la condición lógica existente en el terminal DATA del shift register.

Los terminales «A» permiten elegir el número de LAMPARAS ENCENDIDAS que deben rotar simultáneamente. Los terminales «B» sirven para elegir cuantas LAMPARAS deben permanecer APAGADAS.

Para aclarar esta afirmación, pondremos algunos ejemplos.

Suponiendo que deseamos UNA SOLA LAMPARA ENCENDIDA con un salto de TRES LAMPARAS APAGADAS, habrá que efectuar un puente en la salida 1 de los terminales A (una lámpara encendida) y en la salida 4 de los terminales B. Este número se obtiene sumando el número de lámparas encendidas con el número de lámparas que deseamos mantener apagadas; en este caso, 1 + 3 = 4.

Obviamente, al disponer de ocho lámparas, cuando se inicie el ciclo de rotación tendremos la primera lámpara encendida, luego tres lámparas apagadas, la quinta lámpara encendida y las tres últimas apagadas.

Suponiendo, en cambio, que deseamos DOS LAMPARAS ENCENDIDAS con un salto de UNA LAMPARA APAGADA, se cortocircuita el nº 2 de los terminales A y el nº 3 de los terminales B. En efecto, 2 + 1 = 3.

Suponiendo que deseamos TRES LAMPARAS ENCENDIDAS con un salto de UNA LAMPARA APAGADA, basta cortocircuitar en este caso el nº 3 de los terminales A y el número 4 de los terminales B. Efectivamente, 3 + 1 = 4.

Sin duda habréis observado que el puente a

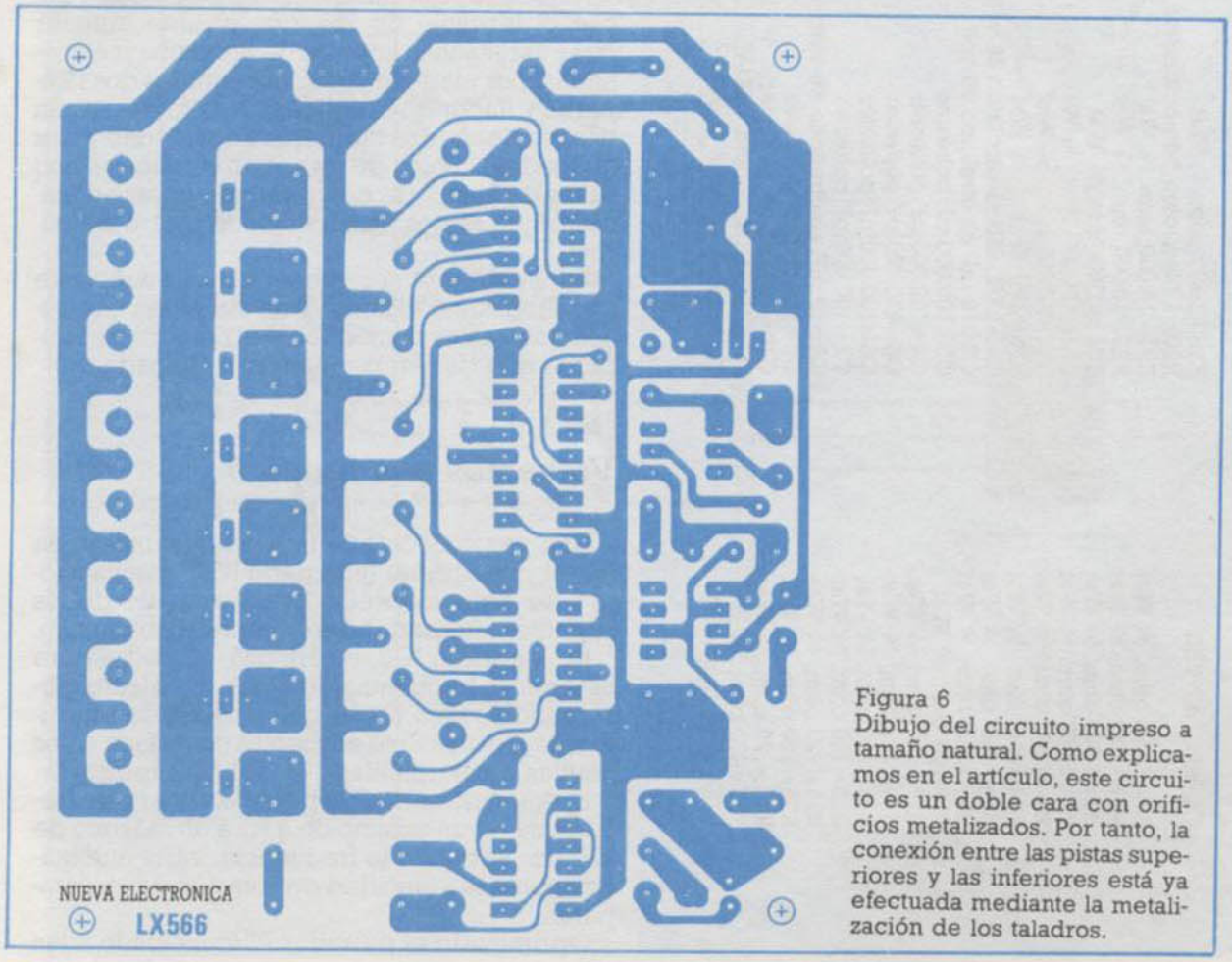


Figura 6
Dibujo del circuito impreso a tamaño natural. Como explicamos en el artículo, este circuito es un doble cara con orificios metalizados. Por tanto, la conexión entre las pistas superiores y las inferiores está ya efectuada mediante la metalización de los taladros.

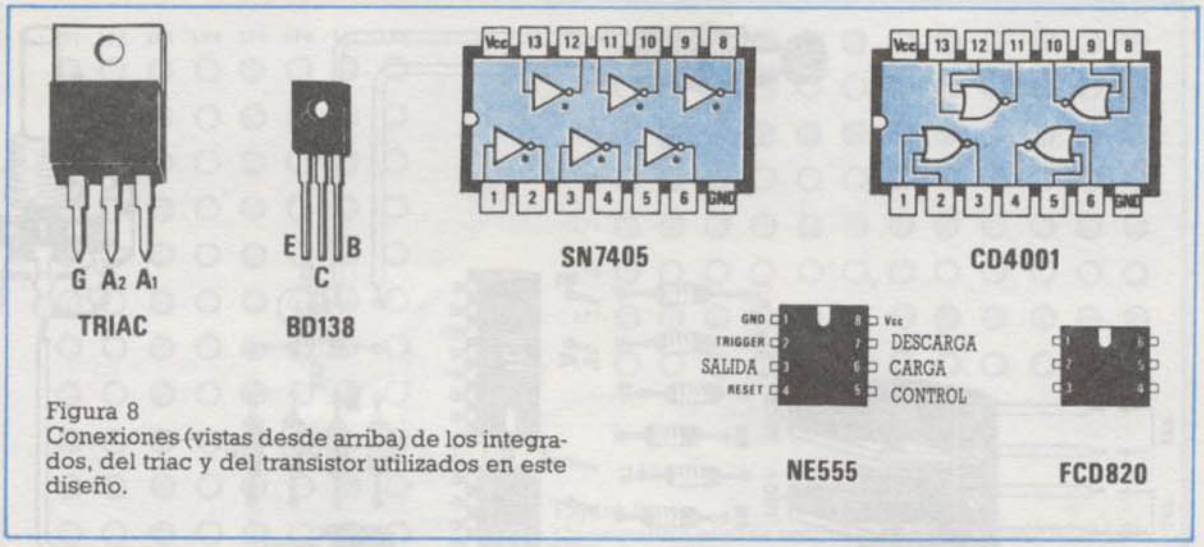


Figura 8
Conexiones (vistas desde arriba) de los integrados, del triac y del transistor utilizados en este diseño.

efectuar en los terminales B debe realizarse siempre sobre un número MAYOR respecto al efectuado en los terminales A. Así, si hemos cortocircuitado el nº 4 de los terminales A, en los terminales B sólo se podrán cortocircuitar los terminales 5, 6, 7, 8 y no los terminales 1, 2, 3, 4. Si hemos cortocircuitado el nº 1 de los terminales A, se podrán cortocircuitar los terminales 2-3-4-5-6-7-8, pero no el número 1.

Si conectáis erróneamente los terminales B en un número inferior respecto al de los A, veríais las lámparas encendidas pero no obtendréis rotación alguna.

Volviendo a las salidas del shift register, al no poder suministrar el C/Mos la corriente necesaria para excitar el gate de un triac (se necesitan alrededor de 20 miliamperios), se hace necesario utilizar inversores con colector abierto, indicados en el esquema eléctrico con las siglas IC1/A-IC1/B-IC1/C-ICI/D e IC2/A-IC2/B-IC2/C-IC2/D.

Para ello pueden utilizarse indistintamente SN.7406 o SN.7416. Dado que cada integrado contiene en su interior 6 inversores (ver fig. 2) mientras que nuestro circuito utiliza solamente 8, nosotros emplearemos dos SN.7405 dejando inutilizados dos inversores de cada uno de ellos.

En el esquema eléctrico, por comodidad, hemos reflejado una sola alimentación para los dos integrados, pero es obvio que la patilla 14 de cada uno de ellos debe conectarse al positivo de alimentación y la patilla 7 a masa.

Cuando exista una condición lógica 1 en las salidas del shift register, dado que el inversor es del tipo con colector abierto, éste no consumirá corriente alguna. En consecuencia, en el punto de unión de la serie de resistencias afectadas (ver R1/R9-R2/R10-R3/R11 etc.) existirá la máxima tensión positiva, que excitará el triac conectado en este punto.

Como triacs hemos utilizado unos 2N.6347 que, como ya hemos dicho, son capaces de controlar cargas de hasta un máximo de 1.500 Wats.

Para aprovechar a fondo las posibilidades de empleo de este dispositivo, hemos añadido un paso suplementario constituido por un fotoacoplador (ver OC1) que, conectado mediante la resistencia R19 a la patilla 5 del integrado IC3, permite variar la velocidad de rotación de las lámparas al ritmo de la música.

En efecto, basta aplicar en la entrada de este fotoacoplador una señal de BF tomada de un preamplificador o de la salida de un amplificador (normalmente, de la toma para auriculares) y las lámparas girarán no ya según los tiempos prefijados, sino más o menos rápidamente, en función de la señal musical, ya que ahora el CLOCK estará sincronizado con la señal de BF.

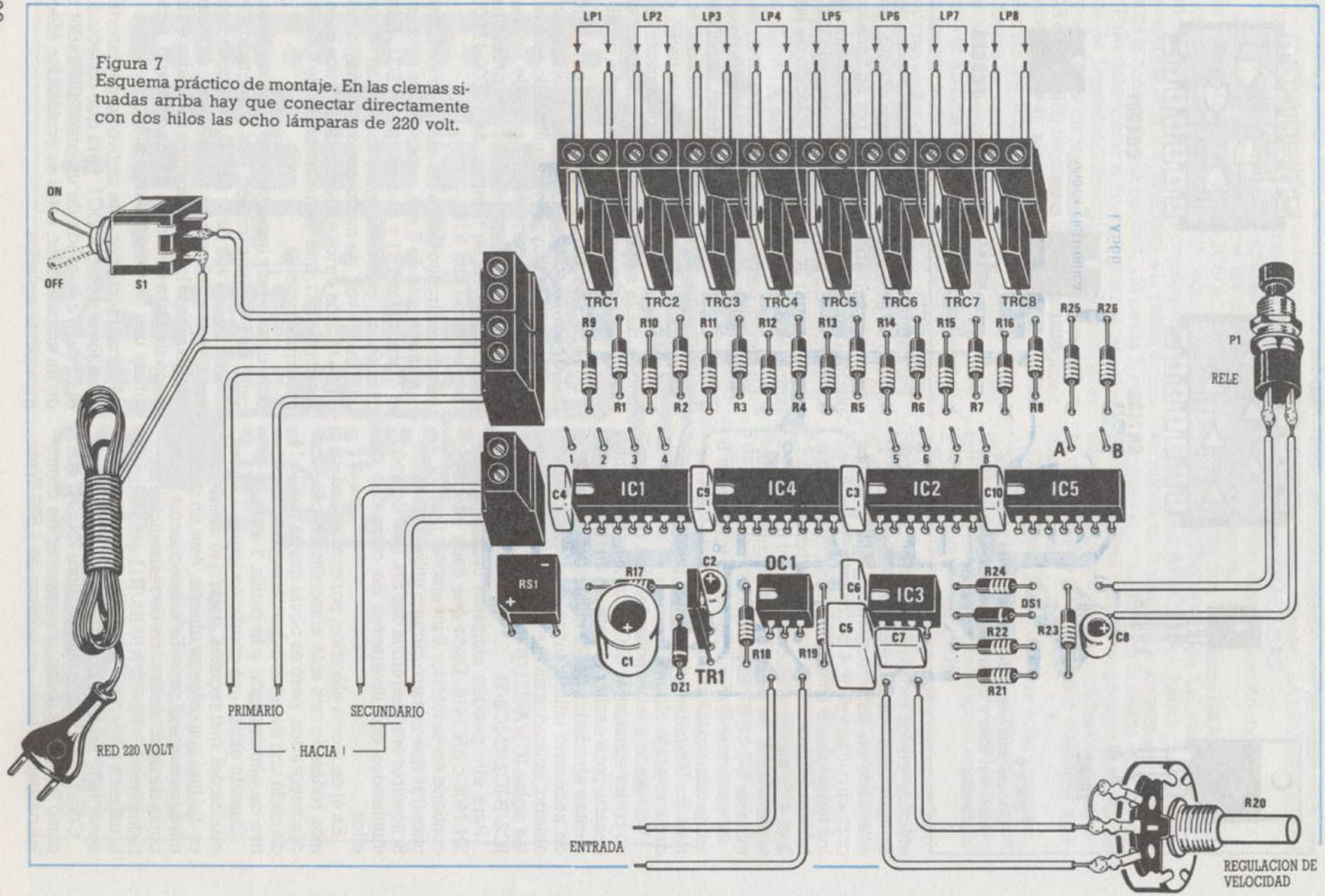
El valor que hemos establecido para R18 (1.000 ohm) es solamente indicativo. Si la señal de BF resultase muy elevada utilizando este valor para R18, se correría el riesgo de saturar el fotoacoplador. Para resolver este problema podéis conectar un trimmer de 10.000-47.000 ohm en serie con R18.

Todo el circuito (salvo los triacs) se alimenta con una tensión de 5 volt, estabilizados mediante el transistor TR1 y el diodo zener DZ1. Este último tiene, concretamente, una tensión de trabajo de 5,6 volt, de modo que compensa la caída de tensión en los extremos de la unión Base-Emisor de TR1, que normalmente es de 0,6 volt. aproximadamente.

Un detalle muy importante es que todo el circuito, una vez bajo tensión, está conectado a la tensión de 220 volt de la red. Evitad, pues, una vez que el circuito esté bajo tensión, el tocar con las manos los componentes montados en la placa de fibra de vidrio; de los contrario, recibiríais una fuerte descarga eléctrica.

Precisamente por este motivo hemos insertado el fotoacoplador OC1, para que conectado el circuito a la salida de un preamplificador o de un amplificador, éstos se encuentren eléctricamente aislados.

Figura 7
Esquema práctico de montaje. En las clemas situadas arriba hay que conectar directamente con dos hilos las ocho lámparas de 220 volt.



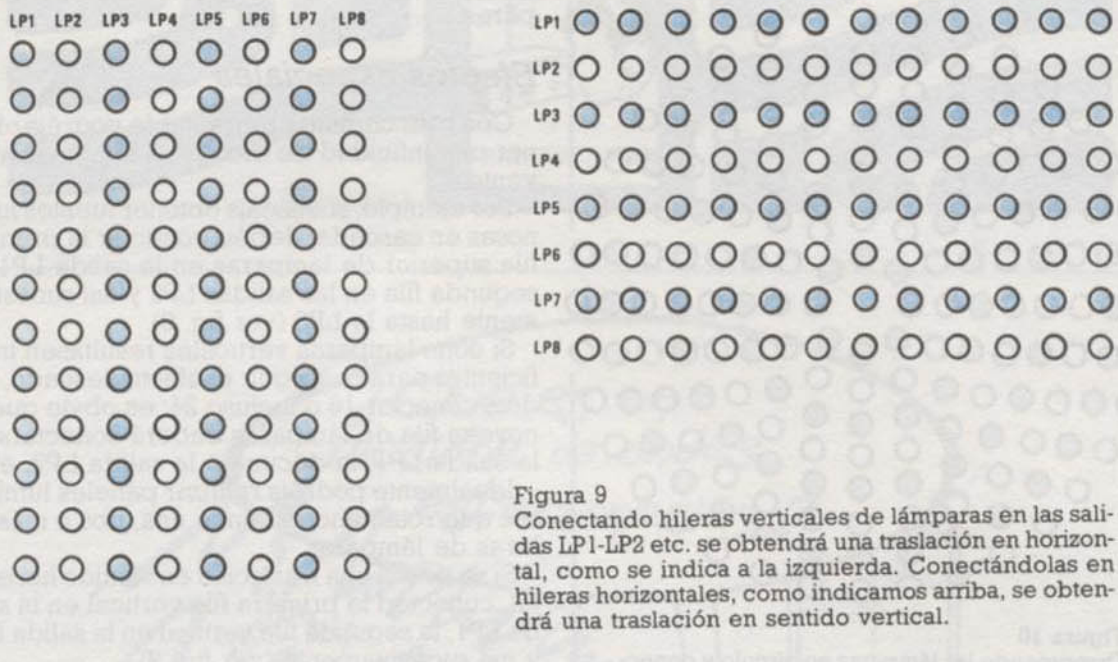


Figura 9
Conectando hileras verticales de lámparas en las salidas LP1-LP2 etc. se obtendrá una traslación en horizontal, como se indica a la izquierda. Conectándolas en hileras horizontales, como indicamos arriba, se obtendrá una traslación en sentido vertical.

Esquema práctico

Como se ve en la foto y en la fig. 7, el montaje de este circuito no presenta dificultades de importancia, por consiguiente todo aquél que maneje bien el soldador puede animarse a realizarlo.

Una vez en posesión del circuito impreso LX.566, un doble cara con orificios metalizados, montad en él todas las resistencias, con el cuerpo bien apoyado en la placa del circuito impreso.

Alguno podrá objetar que ciertas precisiones resultan bastante inútiles a estas alturas, pero si pudiérais ver los montajes que nos envían para reparar, convendríais con nosotros que recalcar ciertos detalles resulta a veces indispensable.

Por ejemplo, hay quien toma las resistencias, con los terminales de 3-4 cm. de largo, y procede a soldarlas en el circuito impreso tal y como vienen. Si dichas resistencias tienen un terminal más largo que otro, por motivos desconocidos para nosotros, las encontramos montadas en posición oblicua.

Lo mismo decimos acerca de los condensadores electrolíticos y los cerámicos. Podéis imaginaros, pues, un montaje de esa naturaleza, con todos los componentes tan distantes de la placa y tan «bailones»... Por el contrario, los transistores y puentes rectificadores, que deben montarse alrededor de medio centímetro separados del circuito, nos llegan montados a presión.

Volviendo a nuestro montaje, insertad ahora el diodo zener DZ1 y el diodo de silicio DS1, orientando la franja de color que rodea su cuerpo como indicamos en el dibujo (colocándolos en sentido inverso, obviamente, el circuito no funcionará).

Proseguid el montaje insertando los zócalos para los integrados, a continuación los condensadores poliéster, el puente rectificador RS1 y los condensadores electrolíticos, respetando la polaridad de sus terminales.

Como se ve en la fig. 7, en el lado izquierdo del circuito impreso deben montarse tres clemas. La primera, arriba, sirve para conectar con la tensión de red de 220 volt, la de al lado para tomar los 220 volt, a aplicar al primario del transformador T1 y la última, abajo, para tomar del secundario del mismo transformador la tensión que alimentará al circuito.

Arriba, en cambio, colocaréis las clemas para las ocho lámparas. En los orificios situados junto a la clema soldaréis los triacs requeridos, dejando los terminales no más largos de medio centímetro y con la aleta metálica presente en su cuerpo orientada hacia la izquierda; lo mismo decimos respecto del transistor TR1.

Finalmente insertad los terminales de ojal que sirven para efectuar las conexiones externas.

Para facilitaros la tarea os diremos que, observando el esquema práctico de montaje, tales conexiones aparecen de la siguiente manera: abajo, cerca de OC1, se encuentra la conexión para la entrada de la señal de BF; bajo el condensador C7 se encuentra al conexión para el potenciómetro R20, que sirve para regular la velocidad de rotación; sobre C8, la conexión para el pulsador P1 de RESET y sobre IC1-IC2, para los terminales necesarios para programar la secuencia de encendido de las lámparas.

A propósito de éstos últimos, desaconsejamos

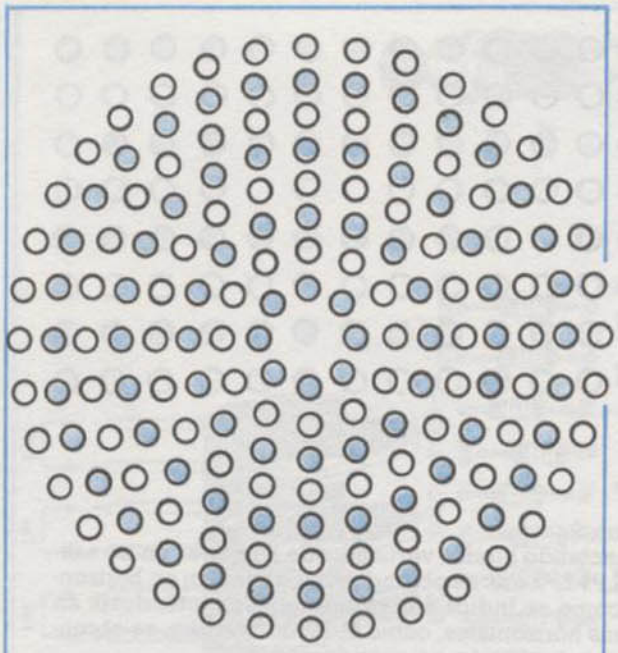


Figura 10
Disponiendo las lámparas en círculo y conectando los círculos a las salidas LP1-LP2-LP3, etc., se obtendrá el efecto de un círculo que se expande. Conectando las lámparas por hileras que salen del centro, se obtendrán rayos luminosos.

el sustituirlos por dos conmutadores rotativos ya que al pasar de una posición a la siguiente, los dos terminales adyacentes se cortocircuitan entre sí durante breves instantes y ello podría dañar al integrado CD.4015.

Utilizad, pues, diez terminales de espadín, ocho de los cuales se utilizarán para las conexiones con la salida del shift register y dos para las conexiones con los puntos A y B (ver arriba de IC5). No hemos utilizado 16 terminales, como parecería lógico, porque el terminal B — como ya hemos explicado en los tres ejemplos anteriores— debe siempre cortocircuitarse en un orificio de número mayor que el de aquél donde hemos cortocircuitado el terminal A, por lo cual son suficientes ocho terminales.

Finalizado el montaje, insertad todos los integrados en sus respectivos zócalos, colocándolos con la muesca de referencia orientada hacia la izquierda (ver fig. 7). A veces puede suceder que dicha muesca no exista, pero observando el integrado por arriba notaréis en un lado un pequeño orificio o un número «1» impreso en el plástico, que constituyen la «muesca» de referencia.

Dado que todos los componentes del circuito impreso se hallan conectados a un extremo de la red de 220 volt, aconsejamos introducir el circuito en un contenedor de plástico o de madera.

En cada uno de los dos terminales de salida (de LP1 a LP8) de las clemas situadas sobre los triacs, deben conectarse dos hilos; a éstos podréis aplicar un conector para enchufar las lámparas.

Efectos especiales

Con este circuito programable podréis obtener una infinidad de efectos, a cual más atrayente.

Por ejemplo, si deseáis obtener fuentes luminosas en cascada, debéis conectar la primera fila superior de lámparas en la salida LP1, la segunda fila en las salidas LP2 y así sucesivamente hasta la LP8 (ver fig. 9).

Si ocho lámparas verticales resultasen insuficientes para conseguir el efecto deseado, podéis conectar 16 o incluso 24; es obvio que la novena fila de lámparas deberá conectarse a la salida LP1, la décima a la salida LP2, etc.

Igualmente podréis realizar paneles luminosos que rotan encendiendo una, dos o más hileras de lámparas.

Si se desea una traslación en sentido horizontal, conectad la primera fila vertical en la salida LP1, la segunda fila vertical en la salida LP2 y así sucesivamente (ver fig. 9).

Para obtener, en cambio, círculos concéntricos luminosos que se expanden hacia el exterior, habrá que conectar todas las luces del círculo interior a la salida LP1, las del segundo círculo en la salida LP2 y así hasta llegar al último círculo exterior, que deberá conectarse a la salida LP8.

Si se desea que las luces de estos círculos giren circularmente, habrá que conectar cada una de las lámparas centrales en las salidas LP1-LP2-LP3-LP4, etc., e igual operación hay que efectuar con las lámparas de los restantes círculos.

Como en el círculo exterior hacen falta más lámparas que en el interior, podéis añadir más lámparas simplemente conectándolas en paralelo a las ya existentes.

Para obtener el efecto de estrellas que se expanden hacia el exterior, partiendo de la lámpara central conectad las lámparas a las salidas LP1-LP2-LP3-LP4 etc. (ver fig. 10). En lugar de utilizar las ocho salidas, también podéis emplear cuatro o cinco dejando las restantes desconectadas.

A partir de ahora podréis realizar con este circuito todas la figuras luminosas que se os ocurran y utilizarlas para adornar vuestra terraza o vuestro jardín, para divertir a los amigos y parientes, para entreteneros en los momentos de relax...

Probablemente alguno de nuestros lectores ha pensado ya en algún efecto especial, sincronizando el encendido de las lámparas con el ritmo de la música; la simple escucha se convertirá entonces en una música y un ritmo que se visualizan y que se transforman, como por arte de magia, en una fantástica fusión de luz y de sonido.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.



El problema de las ondas estacionarias es fundamental en la puesta a punto de antenas y líneas de bajada.

En efecto, aun el más perfecto transmisor no dará su máximo rendimiento si no es conectado a una antena de segura eficacia. El instrumento que permite superar este inconveniente es el medidor de ondas estacionarias.

NOSOTROS creemos de fundamental importancia que cada uno, antes de abordar el montaje de un transmisor, debe en primer lugar saber cómo ajustarlo para que cada paso funcione de la mejor manera posible y asimismo pensamos que es en cambio perjudicial, para nosotros y para los lectores, presentar un diseño tras otro sin preocuparse de explicar las cosas más importantes y útiles. Sería como si quisiéramos enseñaros a construir un motor de explosión sin deciros previamente para qué sirven los pistones, las válvulas, las bujías y, sobre todo, sin mencionar siquiera cómo proceder para la puesta a punto de las distintas partes, sin cuya puesta a punto ningún motor podría funcionar correctamente.

Probablemente los expertos no necesitan consejos, pero sí en cambio aquellos que es-

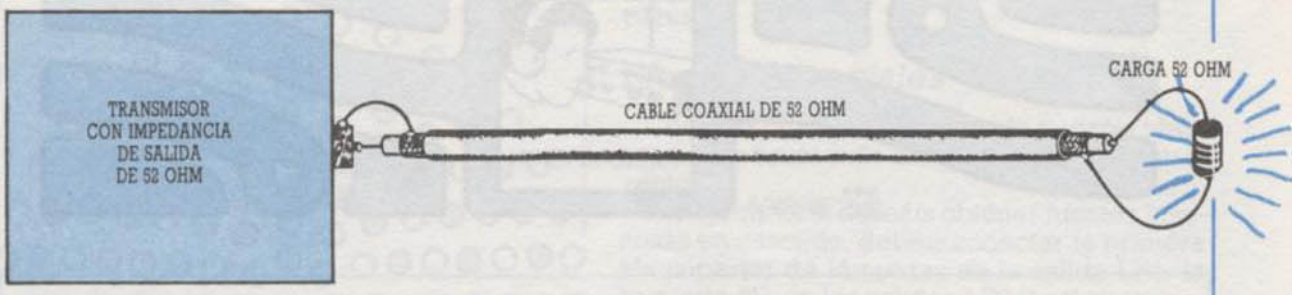


Figura 1
Para hacer que la antena absorba toda la alta frecuencia que el transmisor es capaz de emitir, es necesario que la impedancia de salida del transmisor, la del cable coaxial y la de la antena tengan el mismo valor. Así, si el transmisor tiene una impedancia de salida de 52 ohm, será necesario que el cable coaxial y la antena sean también de 52 ohm.

peran montar y ver FUNCIONAR su primer transmisor. Volviendo a nuestro ejemplo automovilístico, a estos principiantes tendríamos que explicarles todo, incluso los detalles que otros dan por descontado; como por ejemplo, que el orden de encendido de los cilindros es 1-3-4-2 y que los cables que van del delco a las bujías deben conectarse en ese preciso orden. En caso contrario, aun suponiendo que alguien llegase a montar todo correctamente, al no conocer el orden de encendido de las bujías, probablemente las conectaría al azar y así obtendría un motor que no funciona en absoluto o que funciona a dos cilindros. Como podéis imaginar, el rendimiento sería irrisorio y el consumo muy superior al de un motor en perfectas condiciones, eso sin pensar que con la errónea puesta a punto de las distintas partes, se corre el riesgo de averiar el motor entero.

Las consideraciones acerca del motor de explosión son también aplicables a un transmisor; en efecto, si no sabéis cómo proceder para ponerlo a punto, podéis incurrir en errores tales que no sólo el transmisor entregaría muy poca AF, sino que los transmisores se calentarían demasiado y consumirían una corriente tan excesiva que se extropearían en breve tiempo.

Si queréis evitar estos errores, seguid nuestros artículos y comprobaréis que nuestras palabras no son inútiles, ya que al pasar de la teoría a la práctica obtendréis unos resultados que otros no alcanzan ni siquiera disponiendo de potencias mucho más elevadas.

Normalmente no es suficiente ajustar el transmisor con la carga artificial y tanto menos pensar que, conectando a su salida una antena cualquiera, ésta sea capaz de emitir toda la potencia disponible. Precisamente en este punto, es decir, la antena y su correspondiente lí-

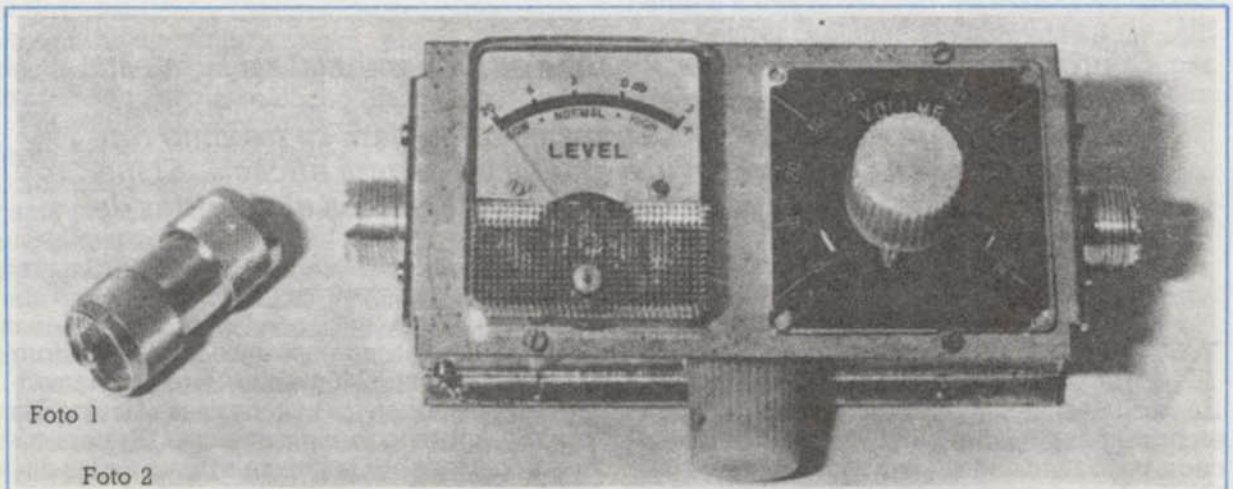


Foto 1

Foto 2
Fotografía de otro prototipo de S.W.R.-meter realizado por nosotros. Las dimensiones de este ejemplar son muy reducidas, como puede deducirse teniendo en cuenta que el instrumento es de 4x4,5 cm. Al lado del medidor, puede verse un conector macho-macho de la serie UHF.

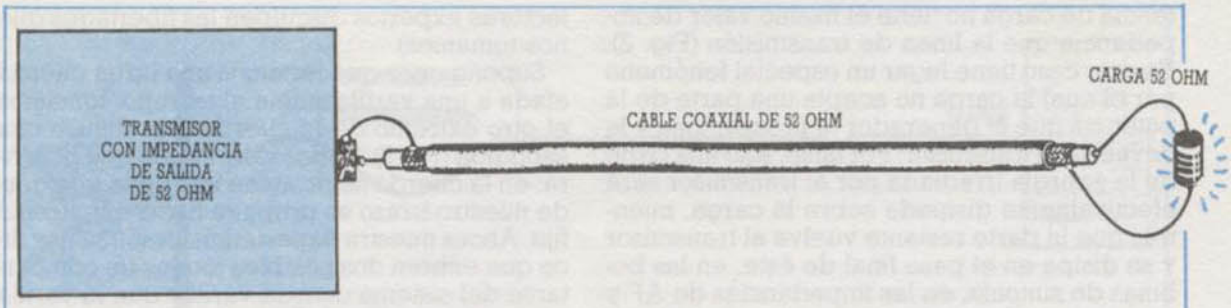


Figura 2
Cuando la antena tiene una impedancia distinta de la de la línea de transmisión, no consigue captar toda la energía de AF disponible, sino sólo una parte. El resto será reflejada hacia el transmisor, causando no pocos inconvenientes.

nea de bajada, reside la parte más crítica de un conjunto transmisor.

Efectivamente, si estos elementos no tienen la misma impedancia y si ésta no es igual a la impedancia de salida del transmisor, se corre el riesgo de desperdiciar en calor una buena parte de la potencia AF disponible.

Por desadaptación de impedancia se puede perder fácilmente un 50 por 100 de la potencia generada, hasta el punto de que un transmisor de 10 Wat podría rendir como uno de 5 Wat bien adaptado.

Para poder valorar el rendimiento del conjunto antena-línea de bajada, se necesita un instrumento denominado «Medidor de SWR», iniciales de las palabras inglesas «Standing Wave Ratio», que quieren decir «Relación de Ondas Estacionarias».

Qué son las ondas estacionarias

Es sabido que cada línea de transmisión (cable coaxial, línea bifilar, mazo de cables plano...) tiene un exacto valor de «impedancia característica» que depende exclusivamente de cómo esté construida la línea en la práctica.

En el cable coaxial, por ejemplo, la impedancia depende del diámetro del conductor interno, del diámetro del externo y del tipo de dieléctrico utilizado, es decir, de las características del aislante interpuesto entre los conductores.

Existen fórmulas, incluso bastante sencillas, que permiten calcular la impedancia de una línea, dadas sus dimensiones geométricas. Pero creemos que no es el caso hablar de ello, de una parte por la brevedad necesaria y de otra porque son pocos los que suelen autoconstruirse líneas de transmisión. Y será conveniente aclarar que por «línea de transmisión» se entiende el especial conductor destinado a transferir la energía de AF desde el transmisor a la antena, o viceversa si se trata de una antena receptora.

La impedancia es, pues, un dato característico que, una vez fabricado el cable, ya no puede ser modificado y se mantiene invariable sea cual sea la longitud; un cable de 52 ohm tiene siempre ese valor de impedancia característica, ya mida 10 cm, ya 50 metros de longitud. Esta premisa era necesaria para «refrescar» algunos conceptos que es conveniente tener presentes al hablar de ondas estacionarias.

Para entrar a fondo en el tema, supongamos que tenemos un tramo de línea alimentado por un extremo con un generador y por otro extremo cerrado sobre una carga artificial. Para fijar los datos, pensemos que el ejemplo se refiere a un cable coaxial de 52 ohm, de unos metros de largo y que es alimentado por un extremo con un cable transmisor. Veamos qué sucede en este cable según el tipo de carga (también podríamos decir «antena», pero la primera palabra es la más general posible).

La carga está representada por una resistencia de 52 ohm, es decir, el mismo valor de impedancia que la línea (ver Fig. 1); en este caso todo se desarrolla normalmente, sin que intervengan fenómenos perturbadores. Es decir, toda la energía emitida por el transmisor fluye a lo largo de la línea, llega a la resistencia de carga y es disipada por ésta, igual que ocurriría en corriente continua con una pila, un hilo de conexión y una resistencia.

Cuando la carga está adaptada, esto es, cuando la impedancia de la carga es exactamente igual a la impedancia de la línea de transmisión (en nuestro ejemplo, del cable coaxial), toda la potencia emitida por el transmisor será disipada sobre la resistencia, a excepción de la pequeña parte que se disipará a causa de la atenuación introducida por el cable, es decir, por la resistencia óhmica del cobre de que está fabricado el cable mismo.

No se puede decir lo mismo cuando la resis-

tencia de carga no tiene el mismo valor de impedancia que la línea de transmisión (Fig. 2). En este caso tiene lugar un especial fenómeno por el cual la carga no acepta una parte de la potencia que el generador le proporciona y la devuelve al transmisor. Por tanto, sólo una parte de la energía irradiada por el transmisor será efectivamente disipada sobre la carga, mientras que la parte restante vuelve al transmisor y se disipa en el paso final de éste, en las bobinas de sintonía, en las impedancias de AF y especialmente sobre el transistor o la válvula amplificadora. Por consiguiente está claro que esta situación es perjudicial y debe ser evitada.

Pongamos un ejemplo numérico, siempre referido a un cable de 52 ohm: si conectásemos una resistencia de 150 ohm en un extremo, hallaríamos que el 75 por 100 de la potencia emitida por el transmisor se disipa efectivamente sobre la resistencia, mientras que el 25 por 100 restante es «reflejado» hacia el punto de partida y por tanto no se aprovecha.

En base a este criterio, un transmisor de 10 Wat conectado, mediante un cable de 52 ohm, a una antena cuya «resistencia característica de radiación» es también de 52 ohm, dará su máximo rendimiento, ya que nada se pierde y son irradiados los 10 Wat disponibles.

En cambio, si la impedancia de la antena fuese de 150 ohm, el transmisor se comportaría como uno de 7,5 Wat, al 75 por 100 de sus rendimiento, y los restantes 2,5 Wat se transformarían en inútil calor sobre el transistor final. Ello ocurre cada vez que se cierra un cable coaxial sobre una carga de impedancia distinta a la suya propia, no importa si mayor o menor; efectivamente, en ambos casos se produce una reflexión y sólo se anula cuando las dos impedancias son exactamente iguales.

Naturalmente, la entidad de la reflexión cambia en cada caso, dependiendo de cuán grande sea la desadaptación. Refiriéndose al ejemplo anterior, es evidente que una carga de 100 ohm producirá menor reflexión que una de 150 ohm.

El concepto de «reflexión de un porcentaje de potencial» está íntimamente relacionado con el de las ondas estacionarias. A pesar nuestro, para explicar de modo exhaustivo qué son las ondas estacionarias y cómo se originan, no bastarían todas las páginas de la revista y además *sería* necesario emplear fórmulas y conceptos matemáticos que creemos es mejor dejar a un lado, al menos de momento.

Por ahora nos interesa fijar alguna idea que resulte lo más intuitiva e inmediata posible y constituya la base mínima para poner a punto la antena.

Veamos, pues, cómo tiene lugar la «reflexión de potencia» de la que hemos hablado y qué debe entenderse por «onda estacionaria». El mejor procedimiento para explicarlo es poner un ejemplo no muy riguroso (esperamos que los lectores expertos disculpen las libertades que nos tomamos).

Supongamos que tenemos una larga cuerda atada a una varilla sujeta al terreno; tomamos el otro extremo de la cuerda y le damos una sacudida (Fg. 3). Todos sabemos lo que ocurrirá: en la cuerda se produce una onda que desde nuestro brazo se propaga hacia el extremo fijo. Ahora nuestra experiencia práctica nos dice que existen dos posibles modos de comportarse del sistema cuerda-varilla: que la varilla sea capaz de absorber la vibración que le comunica la cuerda o que no lo sea.

En el primer caso (Fig. 4), veremos que la onda se propaga a lo largo de toda la cuerda y se anula en el palo de sujeción, transfiriendole toda su energía; es decir, nace una vibración en la varilla misma que al ser de la misma frecuencia que la onda incidente, representa prácticamente una prolongación de ésta, sin que exista discontinuidad alguna.

En el segundo caso (Fig. 5), el palo no es capaz de absorber por entero la vibración, por lo cual sólo una parte de la energía incorporada a la onda incidente será transferida al palo, mientras que la restante vuelve atrás bajo la forma de una onda «reflejada», evidentemente de amplitud menor que la directa. En este caso veremos una onda que va de nuestro brazo a la varilla y a continuación otra que vuelve de la varilla hacia nosotros.

Hasta ahora hablábamos de agitar la cuerda sólo un instante. Supongamos que la agitamos continuamente: a lo largo de toda la cuerda, tendremos una onda que se propaga de nuestro brazo hacia la sujeción y otra onda que, continuamente, se propaga en sentido inverso; esto, se entiende, en el caso de que exista «onda reflejada», que atenuará las oscilaciones de la onda directa. ¿Qué forma asumirá la cuerda bajo el efecto de estas dos ondas? Como se puede intuir, la forma resultante será la de la fig. 6B; como veis, las oscilaciones existentes en la cuerda no tienen siempre la misma amplitud, como ocurriría si faltase la onda reflejada (ver fig. 6A), sino que tienen una amplitud distinta.

La onda avanza en el sentido de la flecha y su amplitud cambia de modo que los sucesivos valores máximos siguen la forma dibujada en la figura. En otras palabras, a lo largo de la línea existe una ondulación de valores máximos que es precisamente la que se llama «ONDA ESTACIONARIA».

Es interesante señalar que en un determinado punto de la línea el valor máximo de la onda permanece invariable en el tiempo; es decir, la ondulación de valores máximos de la que hablábamos, está «fija» con la línea, de ahí el calificativo de «estacionaria» aplicado a esa onda.

Lo que ocurre con las vibraciones mecánicas de la cuerda es aplicable, por analogía, a la propagación de las ondas electromagnéticas a lo largo de una línea de transmisión. En efec-

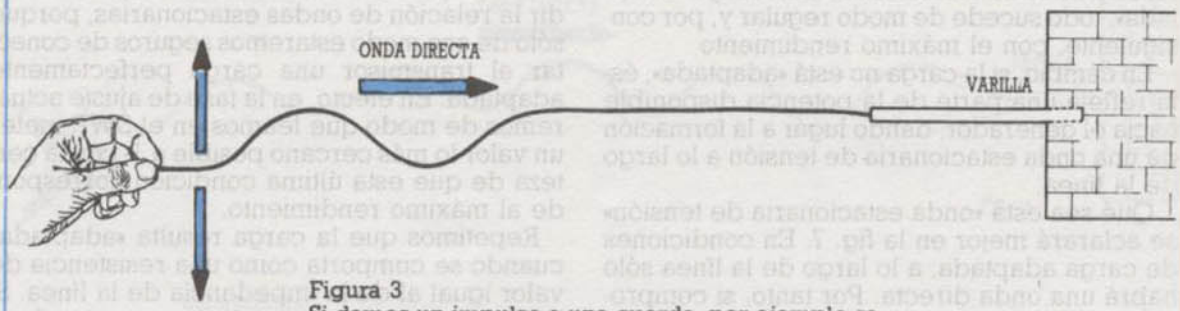


Figura 3
Si damos un impulso a una cuerda, por ejemplo sacudiendo un extremo durante un instante, en la cuerda se genera una onda que, partiendo de un extremo, se desplaza rápidamente hacia el extremo opuesto. Cuando la onda llega al final de la cuerda, pueden verificarse dos comportamientos distintos dependiendo del tipo de sujeción (carga) al que se haya fijado la cuerda, como se ve en las figuras 4 y 5.

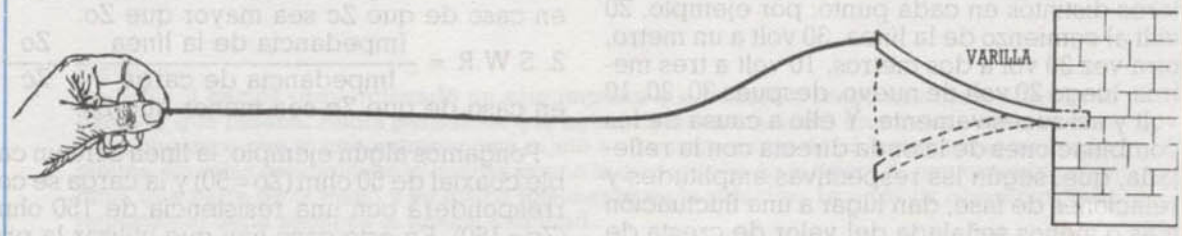


Figura 4
Cuando la «carga», es decir, la estructura que sujeta a la cuerda, es capaz de absorber completamente las oscilaciones, éstas se transfieren de la cuerda a la carga sin ulteriores fenómenos perturbatorios. Esto es, la onda atraviesa la cuerda una sola vez: parte de nuestra mano, realiza velozmente el trayecto hasta la carga y se disipa totalmente en esta última.

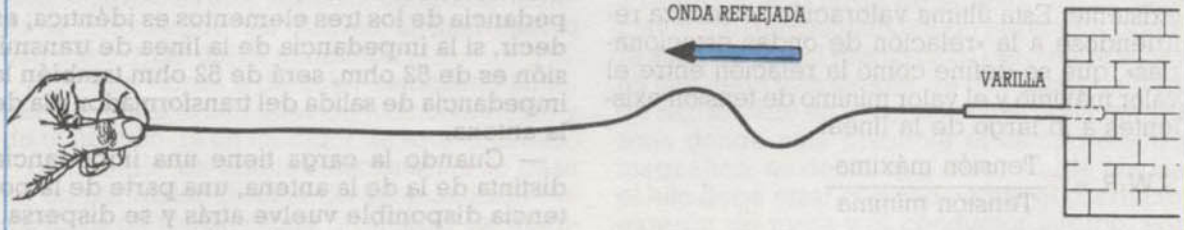


Figura 5
Cuando la carga no es capaz de absorber totalmente las oscilaciones, sucede que la onda, una vez ha llegado a la sujeción, no se disipa totalmente sino que una parte vuelve atrás, recorriendo la cuerda en sentido inverso. Esto es, nace una onda reflejada que hace retroceder parte de la energía enviada. Es evidente que tal situación no es en absoluto favorable para una correcta transferencia de energía de la cuerda a la carga.

to, si la línea se cierra sobre una carga «adaptada», todo sucede de modo regular y, por consiguiente, con el máximo rendimiento.

En cambio, si la carga no está «adaptada», ésta refleja una parte de la potencia disponible hacia el generador, dando lugar a la formación de una onda estacionaria de tensión a lo largo de la línea.

Qué sea esta «onda estacionaria de tensión» se aclarará mejor en la fig. 7. En condiciones de carga adaptada, a lo largo de la línea sólo habrá una onda directa. Por tanto, si comprobásemos con un voltímetro el valor de cresta de la tensión presente en cada punto, hallaríamos siempre el mismo valor; por ejemplo, 30 volt en la salida del transmisor, 30 volt a una distancia de un metro, 30 volt a dos metros, y así sucesivamente hasta llegar a la carga, en cuyos extremos hallaremos igualmente 30 volt.

No ocurre lo mismo si la carga no está «adaptada». En ese caso, el voltímetro señalaría valores distintos en cada punto; por ejemplo, 20 volt al comienzo de la línea, 30 volt a un metro, otra vez 20 vol a dos metros, 10 volt a tres metros, luego 20 volt de nuevo, después 30, 20, 10 volt y así sucesivamente. Y ello a causa de las combinaciones de la onda directa con la reflejada, que, según las respectivas amplitudes y relaciones de fase, dan lugar a una fluctuación más o menos señalada del valor de cresta de la onda electromagnética en tránsito (ver fig. 8).

Si pudiésemos desplazar con continuidad la punta de un voltímetro a lo largo de la línea, hallaríamos que el valor medido oscila de un máximo a un mínimo; dos máximos consecutivos (o mínimos) se encuentran exactamente a ½ de la longitud de onda, es decir, cada media longitud de onda se repite exactamente la situación anterior.

Es evidente que la onda estacionaria será tanto más acusada cuanto mayor sea la desadaptación, por tanto la amplitud de esta onda nos dará una idea inmediata de la desadaptación existente. Esta última valoración se realiza refiriéndose a la «relación de ondas estacionarias», que se define como la relación entre el valor máximo y el valor mínimo de tensión existentes a lo largo de la línea:

$$S.W.R. = \frac{\text{Tensión máxima}}{\text{Tensión mínima}}$$

Es obvio que cuanto más distintos sean entre sí el máximo y el mínimo, tanto mayor será el S.W.R. Por tanto, a relaciones de ondas estacionarias más elevadas, corresponde un mayor grado de desadaptación.

Cuando el S.W.R. es igual a 1, quiere decir que el máximo y el mínimo de las tensiones medibles a lo largo de la línea son iguales y que por tanto no existe onda estacionaria; es decir, la carga está adaptada y nos hallamos en la situación de la fig. 7.

Llegados a este punto, se hace evidente la utilidad de poseer un instrumento capaz de medir la relación de ondas estacionarias, porque sólo de ese modo estaremos seguros de conectar al transmisor una carga perfectamente adaptada. En efecto, en la fase de ajuste actuaremos de modo que leamos en el SWR-meter un valor lo más cercano posible a 1, con la certeza de que esta última condición corresponde al máximo rendimiento.

Repetimos que la carga resulta «adaptada» cuando se comporta como una resistencia de valor igual al de la impedancia de la línea. Si las dos impedancias son distintas, se produce una reflexión y en consecuencia una onda estacionaria, por lo cual el S.W.R. será distinto a 1.

Existen dos fórmulas muy sencillas que permiten conocer el valor del S.W.R., dados los valores de la impedancia de carga y de la línea:

$$1.\ S.W.R. = \frac{\text{Impedancia de carga}}{\text{Impedancia de la línea}} = \frac{Zc}{Zo}$$

en caso de que Zc sea mayor que Zo.

$$2.\ S.W.R. = \frac{\text{Impedancia de la línea}}{\text{Impedancia de carga}} = \frac{Zo}{Zc}$$

en caso de que Zc sea menor que Zo.

Pongamos algún ejemplo: la línea será un cable coaxial de 50 ohm (Zo = 50) y la carga se corresponderá con una resistencia de 150 ohm (Zc = 150). En este caso hay que utilizar la primera fórmula, porque Zc es mayor que Zo y el S.W.R. será igual a (150:50) = 3. Si la carga fuera de 10 ohm, la fórmula a utilizar sería la segunda y el S.W.R. sería igual a (50:10) = 5.

Llegados a este punto, creemos que hemos dicho todo cuanto se podía decir en esta ocasión. Nos urge, sobre todo, fijar los puntos básicos:

— Una carga está adaptada a la línea de transmisión cuando tiene una impedancia exactamente igual a la de la línea.

— La máxima transferencia de energía del transmisor a la antena, se obtiene cuando la impedancia de los tres elementos es idéntica; es decir, si la impedancia de la línea de transmisión es de 52 ohm, será de 52 ohm también la impedancia de salida del transformador y la de la antena.

— Cuando la carga tiene una impedancia distinta de la de la antena, una parte de la potencia disponible vuelve atrás y se dispersa.

— La entidad de la desadaptación se mide refiriéndose al S.W.R.; cuando éste es igual a 1, estamos en situación de carga adaptada.

— Poner a punto una antena significa, en la práctica, tratar de reducir el S.W.R. existente en la línea al valor más bajo posible, haciendo de modo que la longitud de la antena sea tal que presente una impedancia de 52 ohm, como el cable de conexión, mediante un procedimiento que explicaremos después de haberos enseñado a construir un «medidor de ondas estacionarias».

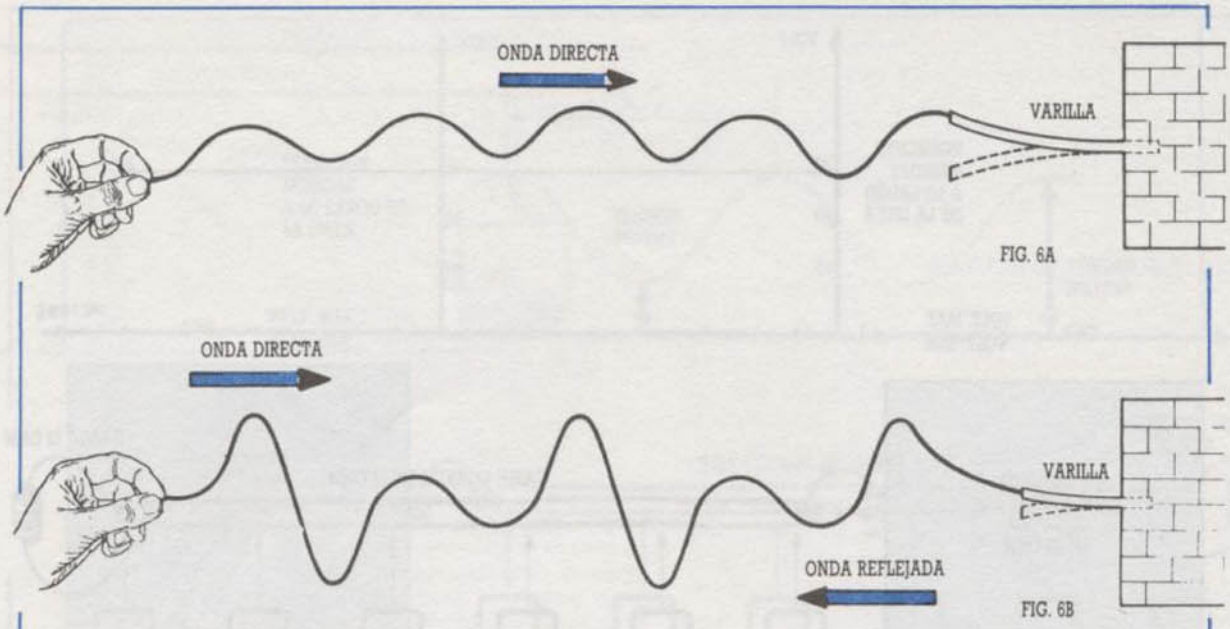


Figura 6
En la fig. 3 hemos proporcionado un sólo impulso a la cuerda y luego nos hemos detenido para ver qué pasaba. Ahora pensemos que agitamos continuamente un extremo de la cuerda y supongamos que el otro extremo está sujeto a una carga capaz de absorver todas las oscilaciones. En estas condiciones la cuerda asume la disposición de la figura A, con una onda continua que parte de la mano y se disipa totalmente en la sujeción. La onda (la observación es importante) tiene siempre la misma amplitud.
En el caso de que la carga no sea capaz de absorber todas las oscilaciones y nosotros continuemos agitando un extremo de la cuerda, nacen una onda directa y una reflejada simultáneas, que se combinan de modo que hacen asumir a la cuerda una configuración muy distinta de la que tenía en el ejemplo anterior (A).
El encuentro de la onda directa y la reflejada hace que la amplitud de las oscilaciones a que está sometida la cuerda no sea siempre la misma sino que cambie de un punto a otro, como se ve en la figura B. Si imaginamos que unimos con una línea todas las crestas de la onda, notaremos una oscilación de valores máximos que se denomina «onda estacionaria».

Circuito eléctrico

El funcionamiento de un medidor de ondas estacionarias es muy sencillo, aunque a menudo se le considere, sin motivos, un instrumento complejo y de difícil utilización.

Nosotros vamos a demoler semejante fama, demostrando la sencillez de funcionamiento y de utilización de un medidor de estacionarias.

El medidor de ondas estacionarias se basa en un particular sistema de acoplamiento entre línea de transmisión-instrumento de medida, conocido como «acoplamiento direccional». Este último concepto será aclarado posteriormente, ya que representa el «meollo» de este tipo de instrumento.

Efectuar un acoplamiento direccional con una línea de transmisión significa, en palabras sencillas, disponer de un conductor en el cual se produce una tensión debida a un acoplamiento capacitivo-inductivo con la línea sólo cuando en la línea misma viaja la corriente (esto es, la onda) en una determinada dirección, por ejemplo de derecha a izquierda, mientras que ninguna tensión es inducida de las corrientes que viajan en sentido contrario, de izquierda a derecha, a lo largo de la línea. Dicho «acoplamiento direccional» puede parecer a primera vista de difícil realización, pero en realidad no hay nada más simple, ya que basta un trozo de hilo situado en paralelo con la línea, en una zona donde esté presente el campo electromagnético; es decir, que en un cable coaxial el hilo debe estar colocado entre el conductor exterior de masa y el conductor interno, porque sólo en esta zona existe un campo electromagnético. Por un lado del hilo hay una resistencia que va a masa y por el otro un diodo del cual se toma una tensión continua que está ya seleccionada de modo direccional; es decir, hay una tensión sólo si en la línea la onda viaja del diodo hacia la resistencia, mientras que las eventuales ondas que viajen en sentido contrario no tienen ninguna influencia (ver fig. 9).

Si insertamos en la línea dos acopladores direccionales del tipo ya descrito y absolutamen-

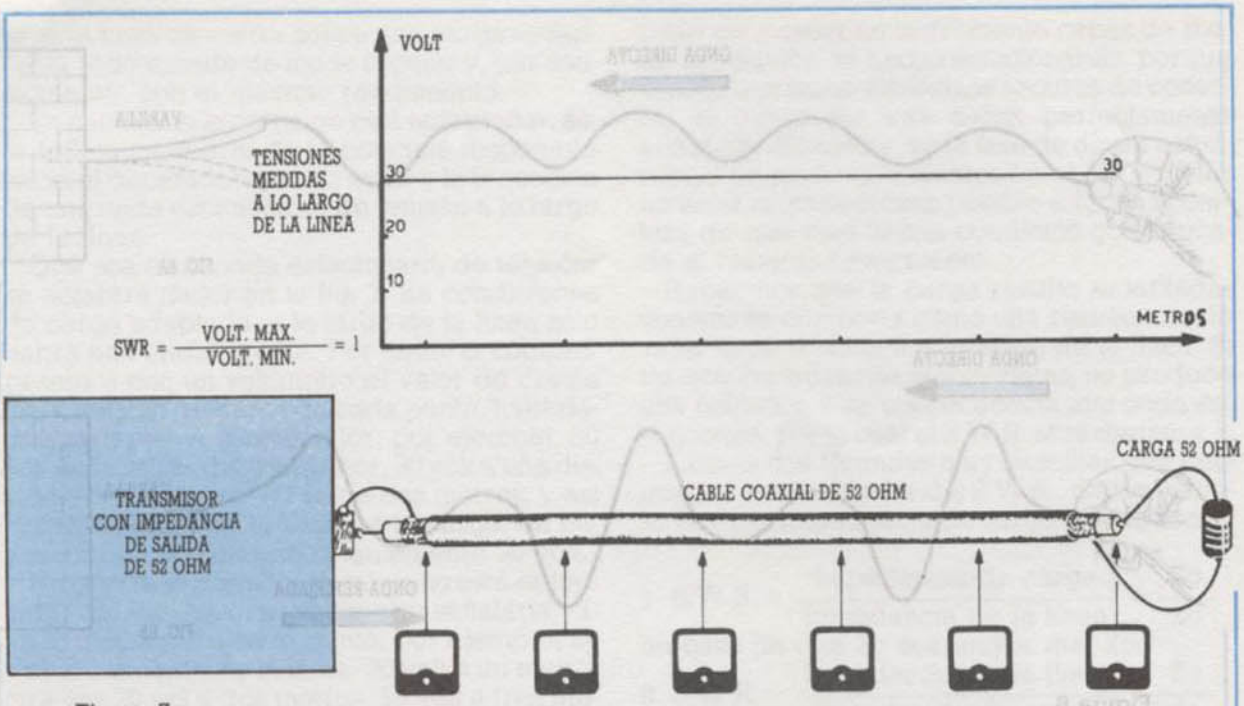


Figura 7
Conectemos un transmisor cuya salida es de 52 ohm, con un cable coaxial de 52 ohm a una carga también de 52 ohm. Imaginemos ahora que medimos con un voltímetro la tensión existente entre el conductor interno y la malla externa en cada punto de la línea, como se ve en la figura. En estas condiciones, encontraremos siempre la misma desviación de la aguja indicadora, por ejemplo 30 volt., y ello porque, estando la carga adaptada, no existe onda estacionaria y la tensión a lo largo de la línea es constante, como se refleja en el gráfico.

te idénticos entre sí, salvo en el hecho de estar invertidos —es decir, mientras que uno mide sólo las ondas que viajan de derecha a izquierda, el otro sólo mide las que van de izquierda a derecha—, tendríamos la posibilidad de obtener en los extremos de los diodos dos tensiones, una de las cuales proporcional a la amplitud de la onda directa y la otra proporcional a la amplitud de la onda reflejada (fig. 10).

Las tensiones se miden con dos instrumentos idóneos y su relación nos da directamente el «coeficiente de reflexión», el dato que más nos interesa conocer para valorar la eficacia de una antena. En efecto, el coeficiente de reflexión no es más que la raíz cuadrada de la relación entre la Potencia Reflejada y la Directa:

$$\text{Coefic. reflexión:} \quad \frac{\text{Pot. reflejada}}{\text{Pot. directa}}$$

y ofrece evidentemente una indicación directa e inmendiata de la eficacia del sistema transmisor.

Hasta ahora habíamos hablado de efectuar la relación, esto es la división, entre las indicaciones de los dos instrumentos. Pero se puede realizar la operación de modo más sencillo y automático con el siguiente procedimiento: la sensibilidad de los dos instrumentos se regula mediante un potenciómetro hasta hacer que el indicador del instrumento acoplado para medir la onda directa se detenga en el fondo escala; en estas condiciones, el indicador del otro instrumento, el que mide la onda reflejada, suponiendo que tenga una escala dividida en 100 partes, nos dará directamente el valor del coeficiente de reflexión.

En realidad, en todos los medidores de ondas estacionarias hay un solo instrumento, por evidentes razones de economía. La medida se efectúa del modo siguiente: se conmuta el instrumento hacia el diodo del «acoplador directo» y se regula la sensibilidad hasta llevar el indicador al fondo escala, esto es al 100; ahora, sin tocar el mando de sensibilidad, se conmuta el instrumento hacia el «acoplador reflejado» y la indicación proporcionada por el instrumento en estas condiciones, es directamente el «coeficiente de reflexión». Las ventajas son de orden económico, como ya hemos dicho, pero además se tiene la certeza de que la sensibilidad del instrumento es siempre la misma, detalle muy importante, como explicaremos a continuación.

La relación de ondas estacionarias, si interesa conocerla, puede deducirse muy fácilmente del coeficiente de reflexión; a tal objeto, existe una fórmula de la que no creemos sea el momento de hablar ahora. En cambio hemos preparado una tabla de la que se podrá deducir

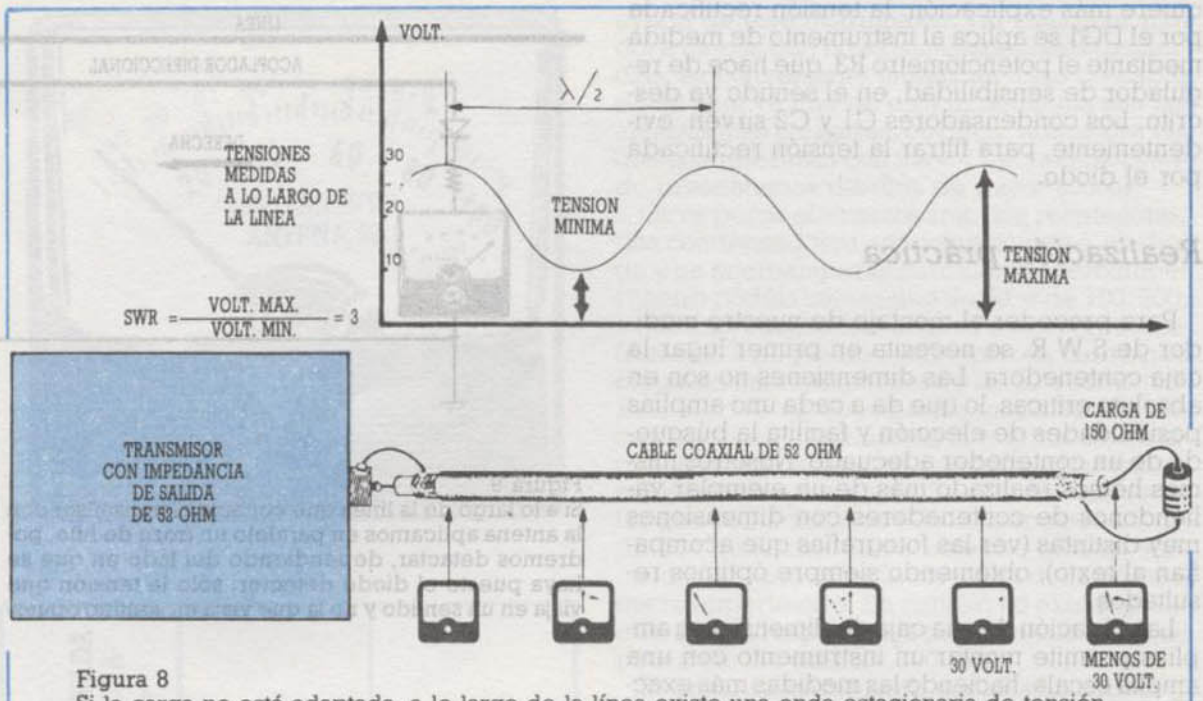


Figura 8
Si la carga no está adaptada, a lo largo de la línea existe una onda estacionaria de tensión, es decir, midiendo la tensión existente con el voltímetro, encontraremos valores distintos en cada punto. Ello hace que no toda la potencia disponible se transfiera del transmisor a la carga, sino que una parte de la potencia vuelve atrás, con todos los inconvenientes que ello comporta. El S.W.R. es la relación entre la tensión máxima y la mínima halladas a lo largo de la línea. En este ejemplo el S.W.R. es de 3.

el S.W.R. del coeficiente de reflexión y viceversa.

Hasta ahora hemos hablado del circuito del medidor de ondas estacionarias de modo general; volviendo a su concreta realización, hay que reseñar algunos puntos importantes que, si no modifican conceptualmente el funcionamiento del S.W.R.-meter, sí hacen de él un instrumento con detalles de construcción distintos a los instrumentos comerciales. Y ello con la finalidad de agilizar su construcción y facilitar la puesta a punto y la adquisición de los materiales.

En efecto, en los instrumentos comerciales, el tramo de línea interna (al cual se conectan los acopladores direccionales) se realiza expresamente con laminado perfilado y cortado en forma y dimensiones muy concretas, para permitir la inserción de los dos conductores que forman los acopladores direccionales en el interior de la línea. Semejante procedimiento sería muy engorroso a la hora de su realización práctica, por las dificultades mecánicas que comportaría.

En el medidor de estacionarias que presentamos, en cambio, la línea está formada directamente por un trozo de cable coaxial de 52 o 75 ohm, por lo que este primer punto está ya resuelto. El acoplamiento direccional se efectúa insertando un fino conductor aislado bajo la malla del cable coaxial.

Otra particularidad consiste en el hecho de que el acoplador direccional es único, en el sentido de que no hay dos conductores con un diodo y una resistencia cada uno, sino un solo conductor dotado de un conmutador que permite invertir las posiciones de resistencia y diodo. Por tanto, en una posición del conmutador se efectúa el acoplamiento con la potencia directa, mientras que en la otra se realiza la medida de la potencia reflejada.

Y en efecto, poniendo la resistencia en el lugar del diodo y viceversa, no tenemos sino un acoplamiento idéntico al primero pero de dirección inversa. Las ventajas de tal solución residen sobre todo en el perfecto equilibrio de los «dos» acopladores. Al hablar de equilibrio nos referimos al hecho de que ambos acopladores deben responder de idéntica manera, es decir, deben dar la misma indicación para potencias iguales en tránsito. Por lo general esto se lleva a cabo con una fabricación mecánica absolutamente idéntica y con una sucesiva puesta a punto. En nuestro caso, en cambio, el «equilibrio» es automático, ya que se trata siempre del mismo acoplador.

Por tanto no serán necesarias operaciones de ajuste y sólo bastará poner atención en el montaje de la parte correspondiente al conmutador. Pero esto lo veremos mejor al hablar de la realización práctica.

Creemos que el circuito de la fig. 11 no re-

quiere más explicación: la tensión rectificada por el DG1 se aplica al instrumento de medida mediante el potenciómetro R3, que hace de regulador de sensibilidad, en el sentido ya descrito. Los condensadores C1 y C2 sirven, evidentemente, para filtrar la tensión rectificada por el diodo.

Realización práctica

Para proceder al montaje de nuestro medidor de S.W.R. se necesita en primer lugar la caja contenedora. Las dimensiones no son en absoluto críticas, lo que da a cada uno amplias posibilidades de elección y facilita la búsqueda de un contenedor adecuado. Nosotros mismos hemos realizado más de un ejemplar valiéndonos de contenedores con dimensiones muy distintas (ver las fotografías que acompañan al texto), obteniendo siempre óptimos resultados.

La utilización de una caja de dimensiones amplias permite montar un instrumento con una amplia escala, haciendo las medidas más exactas. Por el contrario, una caja pequeña hará que el uso del instrumento sea más cómodo. Nosotros os aconsejamos el uso de una caja de 16x5x4 cm, en la cual se puede montar un amperímetro de 4 x 4 cm.

Naturalmente, se puede utilizar el tester como instrumento de medida y esta solución será idónea para aquellos que piensen que no van a utilizar el medidor con demasiada frecuencia y quieran evitarse el gasto de un microamperímetro.

Nos hemos detenido sobre el problema del «contenedor» porque precisamente en base a éste debe estudiarse la disposición de los componentes, con el objeto de obtener óptimos resultados.

Además de la caja, otros componentes necesarios son: dos concectores coaxiales de panel para alta frecuencia. Recomendamos la utilización de dos conectores UHF porque son muy robustos y de muy fácil montaje (a diferencia del tipo «BNC») y de otro lado permiten también la inserción de un enchufe tipo radio, cosa muy útil cuando haya que poner a punto antenas de vástago. Además, los terminales tipo UHF son los más difundidos y por tanto fácilmente adquiribles en cualquier sitio.

Alrededor de 40 cm de cable coaxial de 52 o 75 ohm. Naturalmente la elección de uno u otro tipo no es indiferente, sino que se efectúa en base a algunas consideraciones concretas; en efecto, empleando cable coaxial de 52 ohm, se podrá comprobar antenas y líneas de bajada que tengan 52 ohm de impedancia. Viceversa, con el cable de 75 ohm, sólo se podrá poner a punto antenas que tengan ese valor de impedancia característica. Escoger uno u otro depende fundamentalmente de los tipos de antenas que se tengan que poner a punto con la

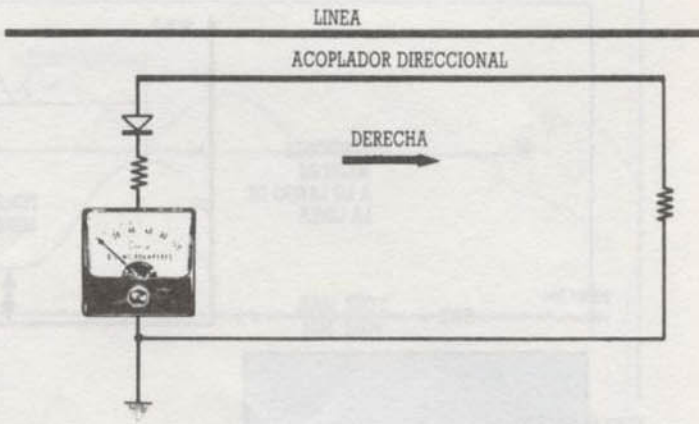


Figura 9
Si a lo largo de la línea que conecta el transmisor con la antena aplicamos en paralelo un trozo de hilo, podremos detactar, dependiendo del lado en que se haya puesto el diodo detector, sólo la tensión que viaja en un sentido y no la que viaja en sentido opuesto.

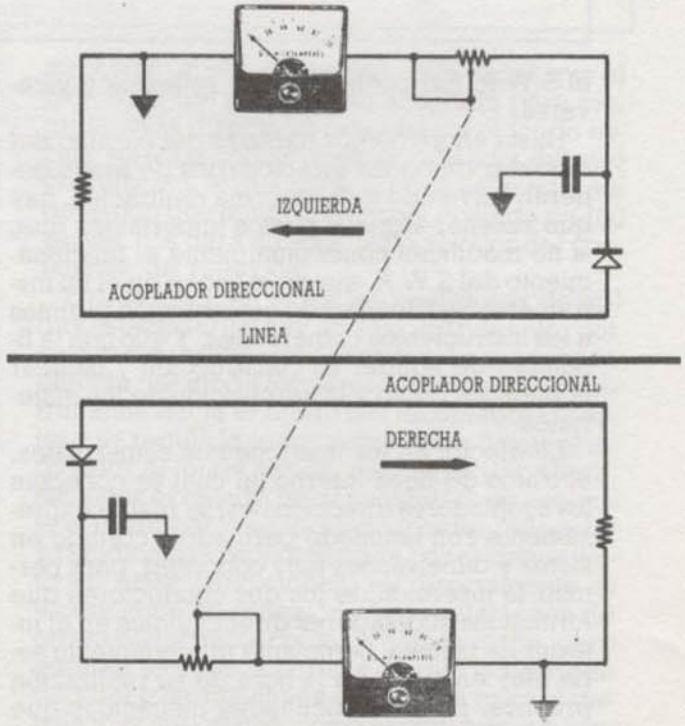


Figura 10
Conectando dos acopladores direccionales a lo largo de la línea y aplicando en uno el diodo orientado hacia el transmisor y el el otro diodo orientado hacia la antena, podremos leer en uno la tensión DIRECTA y en el otro la tensión REFLEJADA.



INDICACION PROPORCIONADA POR UN INSTRUMENTO GRADUADO DE «0» A «100»	R.O.S. S.W.R.	RENDIMIENTO DE LA ANTENA EN %
5	1,11:1	99,5 %
10	1,22:1	99 %
15	1,35:1	98 %
20	1,5 :1	96 %
25	1,67:1	94 %
30	1,85:1	91 %
35	2,1 :1	88 %
40	2,3 :1	84 %
45	2,6 :1	80 %
50	3 :1	75 %
60	4 :1	65 %
70	5,5 :1	51 %
80	9 :1	34 %
90	19 :1	19 %
100	infinito	cero

ayuda de este instrumento. De cualquier modo, a menos que no existan especiales exigencias, es conveniente utilizar un trozo de cable de 52 ohm ya que de esta impedancia son las antenas más utilizadas, es decir, aquellas a las que nos referimos con mayor frecuencia cuando presentamos diseños de transmisores.

Otros pocos elementos son: dos resistencias, dos condensadores, un potenciómetro, un diodo y un microamperímetro. Como microamperímetro podéis utilizar uno de 50, o de 100, 200, o 500 microamperios; si se va a acoplar el instrumento a pequeños transceptores, habrá que elegir un microamperímetro de 50 o como máximo de 100 microamperios fondo escala. En cambio, para transmisores más grandes, de algún Wat para arriba, se pueden utilizar instrumentos menos sensibles. Es conveniente señalar que el medidor de S.W.R. debe ser utilizado con transmisores de potencia mínima suficiente para provocar la completa deflexión del microamperímetro. En cambio no existe limitación alguna respecto a la potencia máxima, que podrá ser de más de 100 Wat.

El único inconveniente que puede sobrevenir utilizando un transmisor muy potente, es que aunque regulemos al mínimo la sensibilidad con el potenciómetro R3, la aguja indicadora del instrumento se vaya siempre al fondo escala. En este caso basta aumentar la resistencia R2 para solucionar el problema. En lugar de amperímetros, podéis emplear perfectamente el tester, colocando en la caja contenedora dos terminales para insertar las puntas. Una vez en posesión de todos los componentes necesarios, podréis iniciar el montaje.

En primer lugar se preparará el «acoplador direccional» utilizando el trozo de cable coaxial del que ya hemos hablado. En definitiva, se trata de colocar bajo la malla de cobre un delgado hilo que, corriendo a lo largo de todo el cable, sobresalga diez centímetros por un extremo y por otro.

La operación es realmente sencilla, ya que basta retirar la funda de protección del cable, poniendo atención para no estropear la malla de cobre que está debajo y una vez al aire esta última, sacarla lentamente.

Para hacer salir fácilmente la malla metálica, es necesario tomarla por un extremo y empujarla poco a poco hacia el interior; de lo contrario, si tiráis de ella hacia fuera, sólo conseguiréis romperla.

Una vez desenfundada la malla metálica externa del cable, se coloca a lo largo de éste un fino hilo aislado; lo ideal sería un hilo recubierto de algodón de 0,10-0,20 mm de diámetro. A falta de un hilo esmaltado recubierto de algodón, puede utilizarse uno aislado en plástico, a condición de que sea muy fino, por ejemplo, como los que se usan en la iluminación de los árboles de Navidad. Hay que desechar totalmente los hilos esmaltados que no llevan protección alguna.

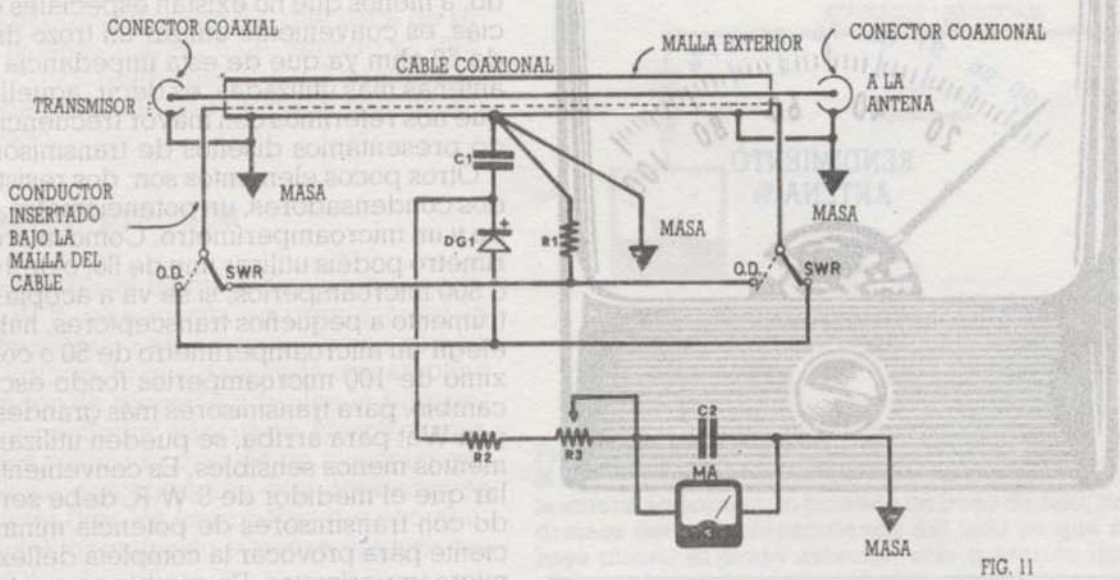
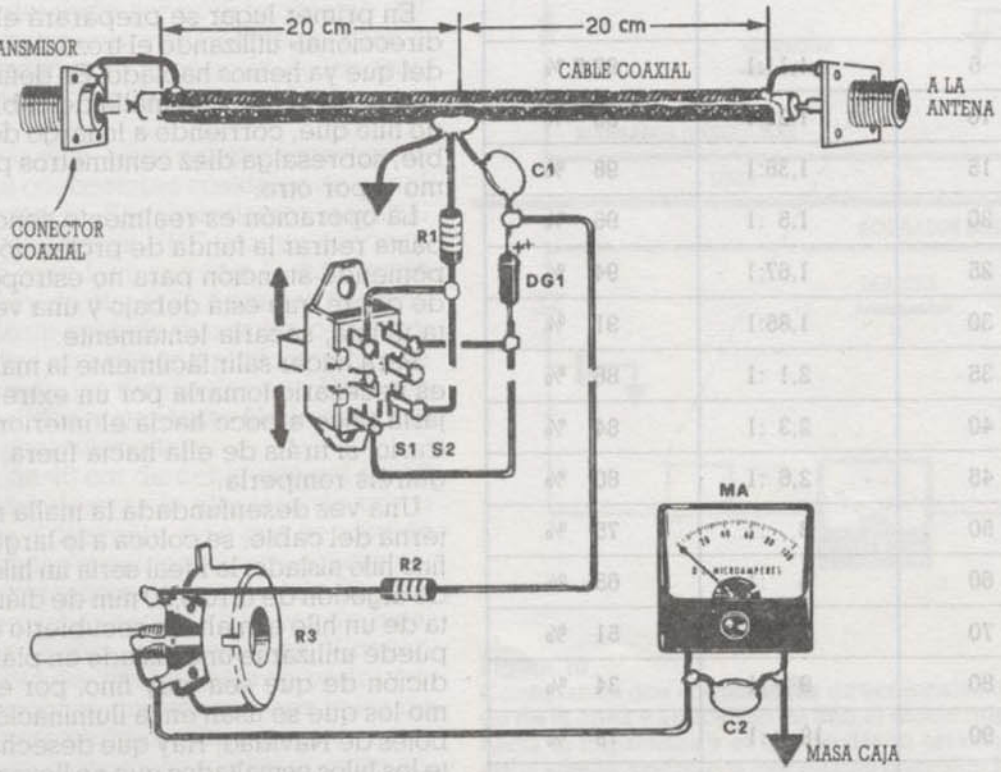
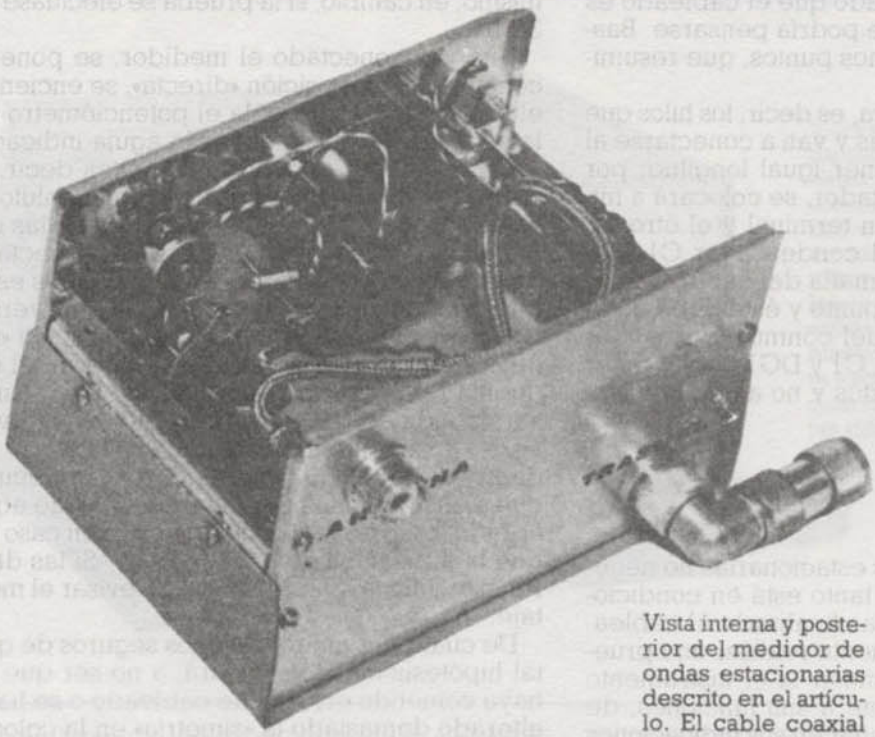


FIG. 11

COMPONENTES

R1 = 150 ohm. 1 Wat.
R2 = 1.000 ohm. ½ Wat.
R3 = 50.000 ohm. potenciómetro.
C1 = 1.000 pF cerámico.
C2 = 10.000 pF cerámico.
DG1 = diodo de germanio tipo 0A85 o equivalente.
S1-S2 = conmutador 2 vías 2 posiciones.
MA = microamperímetro 100 microA fondo escala (ver texto).
40 cm. cable coaxial 52 ohm. tipo RG-58/U o similar.
2 conectores coaxiales tipo UHF SO/239 o similares.





Vista interna y posterior del medidor de ondas estacionarias descrito en el artículo. El cable coaxial de la línea interna se puede ver claramente. Dadas las generosas dimensiones del contenedor, no ha sido necesario aislar la malla con cinta aislante. No obstante, el cable se ha sujetado a un anclaje, aislado de masa, claramente visible a la derecha, de modo que no pueda moverse y crear contactos accidentales. También pueden verse los conectores coaxiales para la conexión a la antena y al transmisor; en el conector del transmisor se hallan insertados un terminal en «T» y un terminal macho-macho también de la serie UHF.

La malla anteriormente eliminada puede ahora colocarse de nuevo sobre el cable, de modo que cubra, además del conductor central, también el hilo que acabamos de emplear. Para poner la malla en su sitio de modo perfecto, es necesario sujetar por un extremo e ir tirando del otro.

A continuación hay que recubrir la malla con cinta aislante, dejando un tramo sin cubrir en el centro del cable.

En otras palabras, el trozo de cable coaxial (de 40 cm de largo) se recubre con cinta aislante salvo un pedacito en el centro (es decir, a 20 cm de un extremo y a 20 cm del otro), que debe permanecer descubierto porque será necesario soldarlo a la masa metálica constituida por la caja.

Antes de comenzar a montar definitivamente los componentes en el interior del contenedor, será conveniente efectuar alguna prueba para encontrar la colocación más idónea. Efectivamente, es de la mayor importancia que la construcción interna del medidor de S.W.R. sea lo más «simétrica» posible.

Con esto nos referimos esencialmente a la necesidad de obtener un acoplador direccional «equilibrado», esto es, con dos brazos absolutamente idénticos. Por tanto, los dos hilos que salen de debajo de la malla del cable, junto a los conectores, y van a conectarse al conmutador, deben tener la misma longitud y estar igualmente colocados. Para realizar esta condición es necesario, precisamente, estudiar la disposición de las distintas piezas; los dos conectores se fijarán en dos lados opuestos de la caja, lo más lejos posible uno del otro, de modo que resulte fácil conectar entre uno y otro el cable coaxial. Es evidente que el cable deberá enrollarse en el interior de la caja, porque su longitud de 40 cm será sin duda superior a las dimensiones del contenedor.

El recorrido que se haga seguir al cable no tiene gran importancia; el único punto a tener en cuenta es que la parte central (la que se ha dejado al descubierto para la soldadura) quede muy cerca del conmutador. Este último se sitúa a mitad de camino entre un conector y el otro, para hacer posible la condición de simetría de la que hablábamos. Cerca del conmutador debe colocarse una varilla de masa y a ella se soldará la resistencia R1, el condensador C1 y la malla metálica del cable. Es muy importante que R1 y C1 vayan a masa en el mismo punto que la malla del cable y no en un punto cualquiera de la caja. Obviamente, la malla debe soldarse a masa, además de en su punto central, también por los dos extremos, a la masa de los conectores.

El montaje del potenciómetro y del instrumento, en cambio, no ofrece problemas, pudiendo colocarlos en la posición que resulte más cómoda.

Como ya hemos dicho, el cable coaxial del interior del medidor debe tener 40 cm de longitud, pero dicha medida no es estricta; el trozo de cable podrá ser de 30 o de 50 cm, dependiendo de cómo resulte más cómodo para una ordenada disposición del cable mismo.

Con esto creemos haber terminado la descripción del montaje práctico del medidor de

ondas estacionarias, dado que el cableado es más sencillo de los que podría pensarse. Basta tener presente algunos puntos, que resumimos a continuación:

Construcción simétrica, es decir, los hilos que parten de los terminales y van a conectarse al conmutador, deben tener igual longitud; por consiguiente el conmutador, se colocará a mitad de camino entre un terminal y el otro.

La resistencia R1, el condensador C1 y el punto del medio de la malla del cable, deben ir a masa en el mismo punto y éste debe estar lo más cerca posible del conmutador.

Los componentes R1, C1 y DG1 deben tener los terminales muy cortos y no andar «bailando» por la caja.

Comprobación

El medidor de ondas estacionarias no necesita ajuste alguno, por tanto está en condiciones de funcionar apenas finalizado el cableado. Aun así, es conveniente realizar una prueba que permita determinar si el instrumento responde perfectamente a sus funciones, de modo que podamos confiar en sus indicaciones cuando tengamos que ajustar un sistema transmisor cualquiera. La comprobación consiste, en la práctica, en verificar si los dos brazos del acoplador direccional están bien **«equilibrados»**, es decir, tenemos que estar seguros de que, tanto en «directa» como en «reflejada», el instrumento da exactamente la misma indicación cuando son iguales las potencias que transitan.

El procedimiento en el siguiente: en primer lugar se conecta el medidor en el modo habitual, entre un transistor y una sonda de carga. Es decir, la entrada del instrumento se conecta al transmisor y la salida que iría a la antena se conecta a una resistencia de carga.

Es importante señalar que para esta prueba no tiene ninguna importancia el hecho de que el transmisor esté bien ajustado o no. El problema es sólo el de disponer de una cierta energía de A.F., capaz de hacer que se mueva la aguja indicadora del instrumento.

Mayor importancia puede tener, en cambio, la frecuencia utilizada; sería conveniente realizar esta prueba con un transmisor en 144 MHz, ya que si los brazos están equilibrados en esta frecuencia tan elevada, con mayor razón lo estarán en frecuencias más bajas. En cualquier caso, será conveniente no bajar de 7 MHz, porque realizando la prueba con frecuencias más bajas, no podremos estar seguros de la correcta respuesta en frecuencias más altas. Haciendo una verificación en frecuencias del orden de los 28 MHz, podremos estar prácticamente seguros de que el instrumento responde bien hasta en 150 MHz, dado que el eventual desequilibrio será seguramente muy limitado en estas últimas frecuencias. No podríamos decir lo mismo, en cambio, si la prueba se efectuase en 3 MHz.

Una vez conectado el medidor, se pone el conmutador en posición «directa», se enciende el transmisor y se regula el potenciómetro de la sensibilidad hasta llevar la aguja indicadora exactamente al centro escala (es decir, al «50»). Ahora, sin volver a tocar en absoluto el mando de la sensibilidad, se invierten las conexiones del medidor; es decir, se conecta al transmisor el conector «salida» que antes estaba conectado a la sonda de carga y viceversa. Luego se pone el conmutador en posición «reflejada» (la «S.W.R.», como se indica en el esquema de la fig. 11). Al encender el transmisor, la indicación del instrumento deberá volver exactamente al mismo punto de antes, es decir, al «50». Si no ocurre así, quiere decirse que el instrumento no está perfectamente equilibrado, pero podemos dejarlo estar en caso de que la indicación fuese «47» ó «53». Si las diferencias son mayores, habrá que revisar el montaje.

De cualquier modo, estamos seguros de que tal hipótesis no se verificará, a no ser que se haya cometido errores de cableado o se haya alterado demasiado la «simetría» en la colocación de los componentes. Si existen discordancias, pueden corregirse fácilmente alargando de un lado o del otro, según los casos, el tramo del hilo que desde el conmutador va a insertarse bajo la malla metálica del cable. Si por este procedimieto tampoco se puede eliminar un eventual desequilibrio, significa que os habéis apartado demasiado de la colocación recomendada; por ejemplo, la resistencia R1 y el condensador C1 no van a masa directamente en el punto central de la malla metálica del cable, o bien la malla misma va a masa en otros puntos además de en un extremo y en otro (en los conectores) y en el centro. De todos modos es ésta una eventualidad que a nosotros no se nos ha presentado nunca, aun habiendo montado muchas unidades.

Una vez seguros de su corrector «equilibrio», el instrumento está listo para funcionar sin necesidad de más comprobaciones. Aun así, para el lector «super-concienzudo», sugerimos una «supercomprobación» que sevirá para evidenciar mejor la precisión de nuestro medidor y que en todo caso será de gran utilidad para habituarse al uso del instrumento.

Se toma un transmisor, se conecta el medidor y se realiza una carga con resistencias de distinto valor, midiendo el S.W.R. producido con cada una. Ahora ya sabemos el S.W.R. presente con cada resistencia y de lo que se trata es de comprobar si el S.W.R. medido es igual al que se obtiene con los cálculos.

Naturalmente, son posibles diferencias del 5-10 por 100 , porque corresponden a los valores de tolerancia normales en las resistencias. En esta prueba el transmisor puede tener cualquier frecuencia pero, naturalmente, una po-



Vista posterior de un prototipo de medidor de ondas estacionales. Se pueden ver claramente los dos conectores coaxiales UHF SO/239 para la conexión con la antena y el transmisor. En el conector del transmisor están insertados un terminal en «T» y un terminal macho-macho, que sirven para hacer más cómoda la utilización del medidor en las distintas condiciones de uso.

tencia limitada, de modo que no se calienten con exceso las resistencias que, una a una, se irán conectando como carga.

Pongamos un ejemplo numérico suponiendo que se ha construido el medidor en 52 ohm, por que de otro modo los cálculos son otros.

Si la resistencia de carga es de 150 ohm, el S.W.R. es igual a 3 aproximadamente (150:52 = = 2,9) y por tanto la aguja indicadora del instrumento deberá detenerse alrededor del centro escala, de acuerdo con lo señalado en la tabla.

Si la resistencia de carga es de 100 ohm, el S.W.R. es aproximadamente 2 (Zc/Zo = 100:52 = = 1,9) y por tanto la indicación del instrumento será alrededor de 33.

Si la resistencia de carga es de 27 ohm, el SWR será también de 2 (Zo/Zc = 52:27 = 1,9) y la indicación del instrumento será de nuevo 33.

De ese modo se puede proceder con cualquier otro valor de resistencia que se desee. En caso de que la salida se ponga en cortocircuito o se deje sin carga, la indicación del instrumento será de 100, pero no es aconsejable realizar esta prueba porque podría dañarse el transmisor. Obviamente, cada vez que se cambia la resistencia de carga hay que proceder a una nueva regulación del potenciómetro de sensibilidad, de modo que, en posición «directa», la aguja indicadora del instrumento se vaya al fondo escala.

Datos sobre la utilización del S.W.R.-meter

De cuanto hemos dicho se deduce que el medidor se utiliza en la puesta a punto de antenas y líneas de bajada. En este sentido, el S.W.R.-meter permite medir el rendimiento de la antena y de la línea, dando ocasión de efectuar todas las modificaciones necesarias para obtener un rendimiento satisfactorio.

El procedimiento para efectuar la medida es el siguiente:

— Se inserta el medidor en serie con la línea de bajada, o en la salida del transmisor o en la base de la antena.

— Se pone el conmutador del instrumento en posición «DIRECTA».

— Se enciende el transmisor y se regula el potenciómetro de sensibilidad hasta llevar la aguja al fondo escala.

— Se pone el conmutador en posición «REFLEJADA», sin tocar el potenciómetro de sensibilidad.

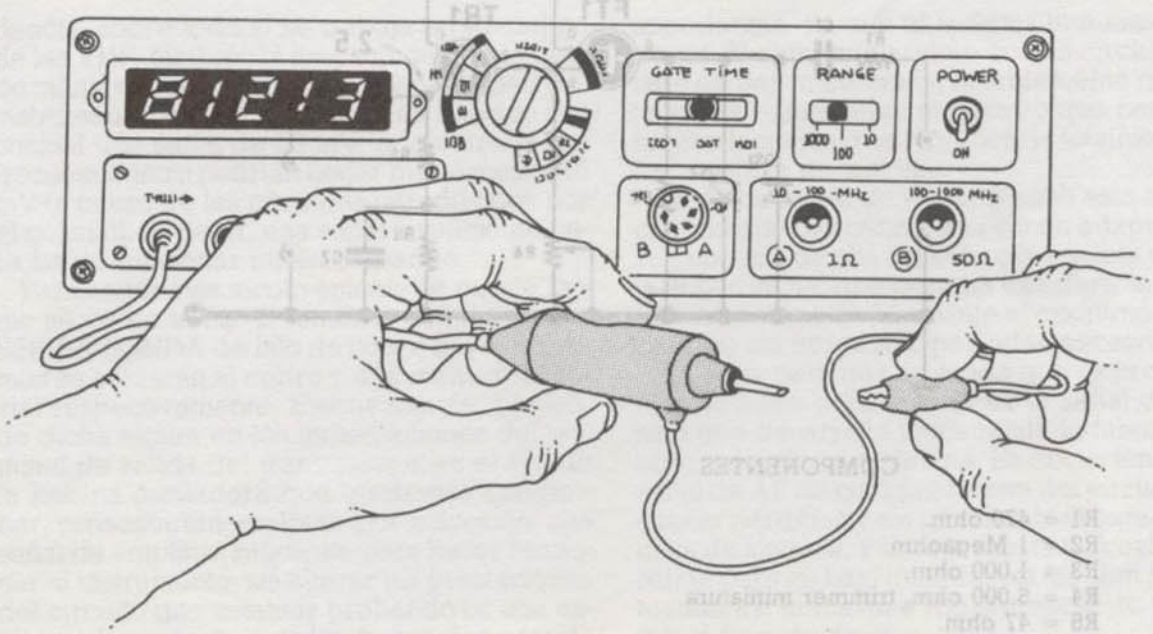
— Se efectúa la lectura del coeficiente de reflexión y de éste se pasa a la relación de ondas estacionarias valiéndose de las tablas que acompañan al texto.

Si la escala del instrumento está dividida en 100 partes (100 microamperios fondo escala), el número leído nos dará directamente el valor del coeficiente de reflexión. Si el microamperímetro tiene una escala distinta, habrá que efectuar las correspondientes reducciones. Por ejemplo, si el instrumento fuese de 50 fondo escala, se multiplicará por dos la lectura; si es de 200 fondo escala, se dividirá la lectura por dos, y así sucesivamente.

Por el momento no podemos decir más sobre el uso del medidor de ondas estacionarias, porque deberíamos hablar necesariamente de las antenas y esto merece un artículo aparte.

Precios de los circuitos impresos y Kits de este n.° en pág. 66.

SONDA DE ALTA IMPEDANCIA PARA FRECUENCIMETRO



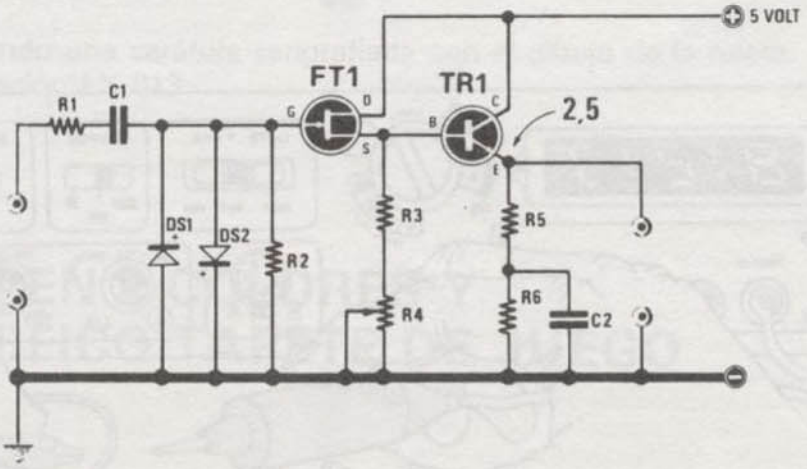
Tratar de medir la frecuencia con la señal existente en la base o en el colector de un transistor, o en la salida de alta impedancia de cualquier circuito, con un frecuencímetro que sólo disponga de una impedancia de entrada de 52 ohm., es casi imposible. Para lograrlo es necesario disponer de una punta de alta impedancia como la que hoy os presentamos.

CUALQUIER frecuencímetro diseñado para medir frecuencias superiores a los 10 MHz. está dotado de una entrada de baja impedancia (valor standard 52 ohm.), ya que ésta es la única manera de minimizar las pérdidas introducidas por el cable coaxial que conecta el instrumento de medida al circuito que estamos probando.

Dichas pérdidas dependen directamente de la frecuencia (aumentan al aumentar ésta última) y sólo pueden reducirse si la impedancia de entrada del frecuencímetro, o de cualquier otro instrumento de medida, resulta análoga a la impedancia característica del cable coaxial (igual a 52 ohm.). En efecto, en estas condiciones se realiza la máxima adaptación y por ello se obtiene la máxima transferencia de potencia.

Sin embargo, esta solución, aunque nos permite tomar señales de AF de circuitos con baja impedancia (por ejemplo, de la salida de un transmisor, conectando directamente el cable coaxial del frecuencímetro en paralelo con el cable de la antena o con la sonda de carga) sin modificar excesivamente sus características, nos impide efectuar medidas análogas en circuitos de alta impedancia (por ejemplo en la base o en el colector de cualquier transistor) ya que, al hacerlo, alteraríamos su funcionamiento.

De otro lado, conviene señalar que cuando se realizan medidas en circuitos de baja impe-



COMPONENTES

R1 = 470 ohm.
R2 = 1 Megaohm.
R3 = 1.000 ohm.
R4 = 5.000 ohm. trimmer miniatura
R5 = 47 ohm.
R6 = 390 ohm.
C1 = 10.000 pF cerámico de disco
C2 = 100.000 pF cerámico de disco
DS1-DS2 = diodos de silicio tipo 1N914
FT1 = fet tipo BF245
TR1 = transistor NPN tipo 2N709

Figura 1
Esquema eléctrico.



Figura 2
Cuando no disponemos de una punta de alta impedancia, para poder medir la frecuencia irradiada por un transceptor se hace necesario —como se ve en la figura— utilizar una «espira-sonda» constituida por un trozo de hilo aplicado en el extremo del cable coaxial.

dancia, sobre todo si se trabaja en el campo de las VHF, también la longitud del cable puede influir negativamente en la sensibilidad del instrumento, ya que aplicando en entrada del coaxial una señal de 50 mV, a la entrada del frecuencímetro podrían llegar más o menos 10 mV (a causa de las pérdidas introducidas por el coaxial), es decir, una señal insuficiente para hacer funcionar nuestro aparato.

Para evitar este inconveniente se puede, como se ve en la fig. 2, tomar la señal con una ESPIRA-SONDA de hilo de cobre cuyos extremos se soldarán al cobre y a la malla del coaxial respectivamente. Efectivamente, poniendo dicha espira en las inmediaciones del terminal de salida del transmisor o en el eje de la bobina osciladora que queremos comprobar, conseguiremos captar, por inducción, una señal de amplitud suficiente para hacer funcionar al instrumento, sin alterar las prestaciones del circuito que estamos probando (si una espira no bastase, se pueden hacer dos o tres).

Ya resuelto este problema, queda aún el de no poder medir una frecuencia tomando la señal directamente de la base o el colector de un transistor, o de cualquier otra parte de un circuito afectada por una señal de AF de alta impedancia, ya que al insertar una impedancia de 52 ohm. en paralelo con un circuito dotado de una impedancia notablemente más alta, cargaríamos tanto al circuito que cesarían las oscilaciones o se modificaría totalmente la frencuencia de sintonía.

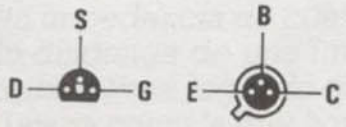
La única forma de llevar a cabo esta operación consiste en utilizar una sonda adaptadora con entrada de alta impedancia y salida de baja impedancia, que permita transferir la señal al frecuencímetro (mediante el oportuno cable coaxial) sin introducir pérdidas excesivas.

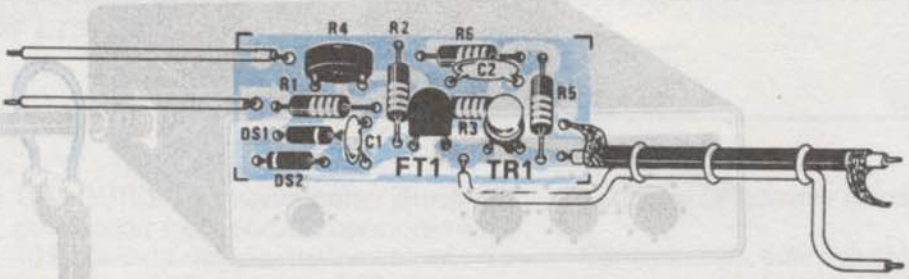
En otras palabras, la sonda que os proponemos no sirve para amplificar la señal de AF, sino que desarrolla únicamente la función de adaptador de impedancia. Es decir, toma una señal de AF de cualquier parte del circuito, sin causar pérdidas y sin modificar las características de sintonía, y la representa tal cual en su salida pero en baja impedancia (52 ohm.), efectuando así la máxima transferencia de potencia al frecuencímetro.

Obviamente, esta sonda no podrá insertarse en el interior del frecuencímetro (de lo contrario se perderían sus ventajas), sino que debe conectarse en el otro extremo del cable coaxial, justo antes de la punta de medida. De ese



Figura 3
Circuito impreso a tamaño natural y conexiones de los terminales del fet y del transistor 2N709.





Esquema práctico de montaje de la sonda de alta impedancia para frecuencímetros y osciloscopios. La alimentación positiva de 5 volt. se transfiere mediante un cable aparte, que podéis sujetar al cable coaxial como indicamos en este dibujo.

modo ésta, gracias a su impedancia de entrada, no alterará el funcionamiento del circuito que estamos probando y por otro lado, gracias a su baja impedancia de salida perfectamente adaptada a la carga representada por el coaxial y el frecuencímetro, podrá transferir la señal al instrumento de medida con pérdidas irrisorias.

Esquema eléctrico

Como podéis observar en la fig. 1, el esquema eléctrico de este «adaptador de impedancia» es sumamente sencillo, ya que se compone de un solo transistor y un fet.

Los dos diodos de silicio DS1 y DS2 que se hallan aplicados —uno en sentido opuesto al otro— entre el gate del fet (tipo BF245) y la masa, tienen la función de limitar la señal de entrada, reteniendo tanto la semionda positiva como la negativa dentro de un límite máximo de 0,7 volt. (que es precisamente la típica caída de tensión que se produce en los extremos de un diodo polarizado directamente), para evitar dañar el fet.

La resistencia R2 de 1 Megaohm., situada en la entrada del fet, determina la alta impedan-

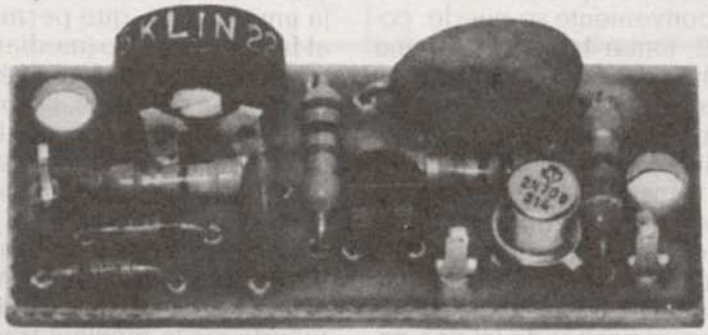


Foto
Foto a doble tamaño de la sonda descrita en el artículo.
El montaje deberá introducirse en una caja metálica, como se ve en la fig. 4.

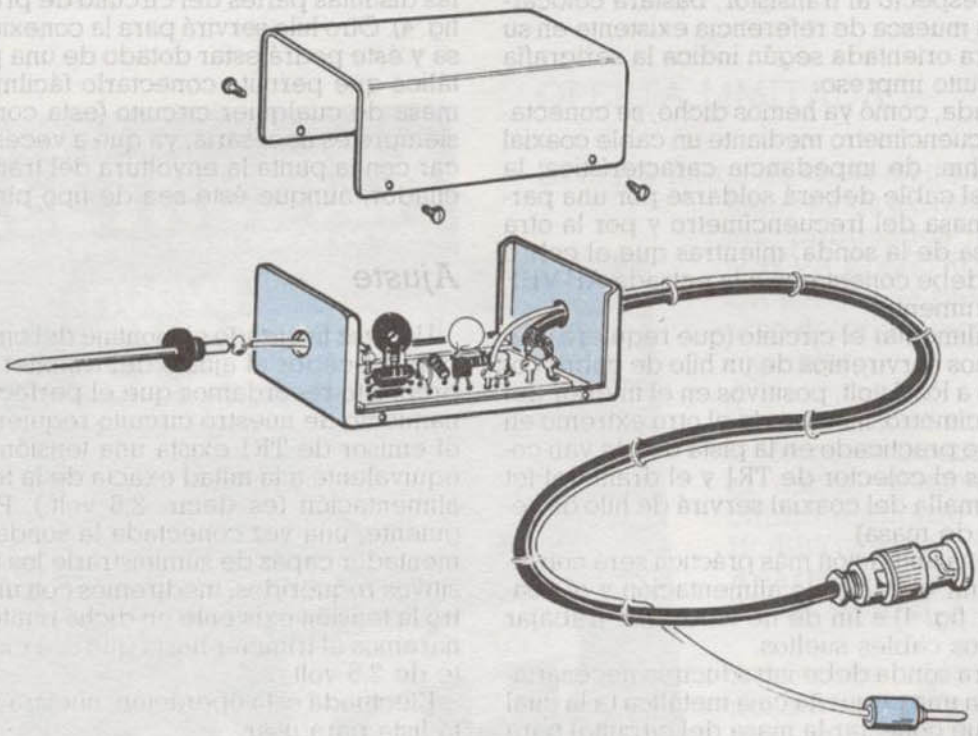


Figura 4
Ejemplo de cómo realizar la caja contenedora de la sonda.

cia de entrada de nuestro circuito, cuyo valor se aproxima precisamente al Megaohm.

De otro lado, tanto el fet como el transistor están conectados en «emitter-follower», es decir, proporcionan ambos una ganancia inferior a la unidad pero permitiéndonos obtener la baja impedancia de salida, que es el objetivo de nuestro diseño.

Respecto al transistor TR1, se puede utilizar el tipo 2N709 o BSX29 ya que son los únicos que, gracias a su elevada frecuencia de corte, nos permiten medir frecuencias incluso de 700-800 MHz. Quienes se conformen con frecuencias más bajas pueden utilizar los tipos 2N914, 2N2369 ó 2N708 (máximo 200 MHz).

El trimmer R4 aplicado (mediante R3) a la base del transistor TR1, nos permitirá variar simultáneamente la polarización del transistor y del fet para hacerlos trabajar en la mejor de las maneras.

A propósito de la impedancia de salida, queremos resaltar la especial disposición del circuito de polarización en el emisor de TR1. Como podréis observar, las resistencias R5 y R6, juntas proveen a limitar la corriente continua de polarización del emisor, mientras que R5 junto con R3 y R4 y las resistencias internas del transistor, determinan la impedancia de salida de nuestro circuito que, como ya hemos mencionado, es de 50 ohm. aproximadamente.

Realización práctica

Dado el escaso número de componentes, la realización práctica de este adaptador de impedancia no presenta dificultad alguna. El montaje se llevará a cabo utilizando nuestro circuito impreso LX126 (a tamaño natural en la fig. 3), que os permitirá obtener un conjunto compacto de muy reducidas dimensiones, adecuado para este tipo de utilización de la sonda.

Respecto al montaje de los componentes, bastará seguir el esquema práctico de la fig. 3, poniendo atención para respetar la polaridad de los dos diodos DS1 y DS2 y para insertar en la pista correspondiente los terminales del fet y del transistor. Por lo que se refiere al fet, debéis observar atentamente su envoltura antes de proceder a montarlo, ya que depen-