Año I Nº 7 200 pts

nueva ELECTRONICA

montajes de vanguardia al alcance de todos

de Hobby Press, S.A.

FADDER
para mezcla de audio

LINEAL 200 Wat
para emisora fm 88-108 MHz

Laboratorio: comprobador de transistores

Ahorre gasolina en su automóvil

Detector de proximidad

SUMARIO

EMISORA DE FM

6 Con este **amplificador lineal de 200 Wats.** para la banda de FM podrás ver incrementado notablemente el alcance de tu «radio libre». Este lineal de características profesionales lleva incorporado un sistema de tres filtros para reducir al mínimo los armónicos, generando una señal limpia que satisfará al más exigente.
El amplificador puede ser excitado mediante el lineal a mosfet publicado en nuestro número anterior.

18 Para el correcto funcionamiento del lineal de 200 Wats, hemos diseñado una **fuente de alimentación estabilizada,** capaz de suministrar hasta 20 A a 24 volt. La fluctuación de tensión por la variación de absorción de corriente es mínima y permite un óptimo y continuo funcionamiento de nuestro lineal de 200 Wats FM para «radio libre».

AUDIO

25 La utilización de un **fadder** simplifica considerablemente la mezcla de la señal de un micrófono sobre un fondo musical procedente de otra fuente acústica. La aplicación de este circuito electrónico en las salas de control de discotecas o emisoras de radio elimina la necesidad de sistemas manuales, pudiendo el locutor o disc-jockey dedicar toda su atención al programa.

HOBBY-ELECTRONICA

34 Mediante este **circuito integrado** de la casa TEXAS-INSTRUMENTS se pueden general infinidad de sonidos tales como el producido por una locomotora de vapor, los trinos de un canario o el sonido de un helicóptero. Un excelente circuito para la experimentación del que podrán obtenerse los más variados efectos acústicos.

LABORATORIO

39 Si en tu laboratorio dispones de un osciloscopio de 10 MHz, podrás ver incrementadas sus aplicaciones mediante la adición de un circuito electrónico que lo convertirá en un **comprobador de transistores** o «trazador de curvas».
Este económico montaje resultará de gran utilidad para la comprobación de transistores, diodos, etc., y poder analizar sus características.

ELECTRONICA-AUTO

57 Un moderno **encendido electrónico** es la base fundamental para el ahorro de combustible en un automóvil. El circuito que presentamos incorpora las últimas innovaciones en componentes, mediante los cuales hemos realizado un sistema completo de encendido electrónico.

ELECTRONICA INDUSTRIAL

69 El uso de un **detector de proximidad** en máquinas-herramientas y sistemas de seguridad elimina la utilización de conmutadores mecánicos, que son fuentes habituales de averías. Mediante este circuito se puede mejorar la fiabilidad del sistema en que se utilice.

REVISTA MENSUAL - N.° 7 - DICIEMBRE 1983

Director General: José I. Gómez Centurión. **Director Técnico:** Miguel Angel Rodríguez. **Confección:** Jaime González Andrino. **Secretaria de Redacción:** Marisa Cogorro. **Traducción:** M.ª Paz Mouliaís. **Edita:** Hobby Press, S.A. **Presidente:** María Andrino. **Director Administrativo:** Maribel Arenal. **Jefe de Publicidad:** Jesús Sánchez Peral. **Suscripciones:** Rosa González. **Fotografía:** Javier Martínez. **Redacción, Administración y Publicidad:** C/ Arzobispo Morcillo, 24, oficina 4. Madrid-34. Teléfono 733 50 12. **Distribución:** Coedis. C/ Valencia, 35. Barcelona. **Imprime:** Novograph. **Fotocomposición:** Comphoto. C/ Nicolás Morales, 40. Madrid-19. **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.

LINEAL 200 Wat para emisora FM

Si tenéis un pequeño transmisor de FM capaz de emitir sólo 5 Wat. en antena, podréis utilizarlo para excitar este lineal, obteniendo así una potencia de 200 Wat. en salida exenta de armónicos, ya que en el circuito impreso se ha previsto un filtro para eliminarlos.

«SI dispusiera de mayor potencia en antena, conseguiría cubrir un área mayor y tener por tanto más oyentes. En consecuencia, podría obtener más publicidad y cobrarla más cara». Este sería el pensamiento recurrente de todos los directores de radios libres, que saben muy bien que la única fuente de mantenimiento para sus emisoras son los contratos publicitarios que consigan de distintas firmas.

Las casas contratantes, a su vez, antes de confiar su publicidad a una determinada emisora, hacen un sencillo razonamiento: «Si la radio libre X cubre un radio de 5 Km. y la radio libre Y un radio de 25-30 Km., a igualdad de tarifas me quedo con esta última ya que a través de ella voy a llegar a un número mayor de posibles clientes».

Por este motivo, todas las emisoras que en la actualidad disponen de 15-30 Wat. desearían un transmisor tres o cuatro veces más potente que les permita cubrir áreas más amplias que las actuales. Como la mayoría de estas emisoras carecen de grandes medios, es obvio que desearán alcanzar su objetivo con el mínimo gasto posible.

Del proyecto que hoy os presentamos no podemos decir que sea «económico», pero es evidente que autoconstruyéndolo podréis ahorrar muchos billetes verdes respecto a aparatos comerciales equivalentes y habréis obtenido toda una emisora de 200 Wat. en antena, en la frecuencia fundamental (con todos los armónicos, desde el segundo en adelante, atenuados en más de 50 dB), con un resultado más que satisfactorio.

De hecho, existe una notable diferencia de potencia entre 200 Wat. con los armónicos atenuados en más de 50 dB y 300-400 Watt. con los armónicos atenuados sólo 3 ó 5 dB.

Si, por ejemplo, cogemos una emisora con las siguientes características reales:

potencia en la frecuencia fundamental = 150 Wat.
potencia en el 2.° armónico = 60 Wat.

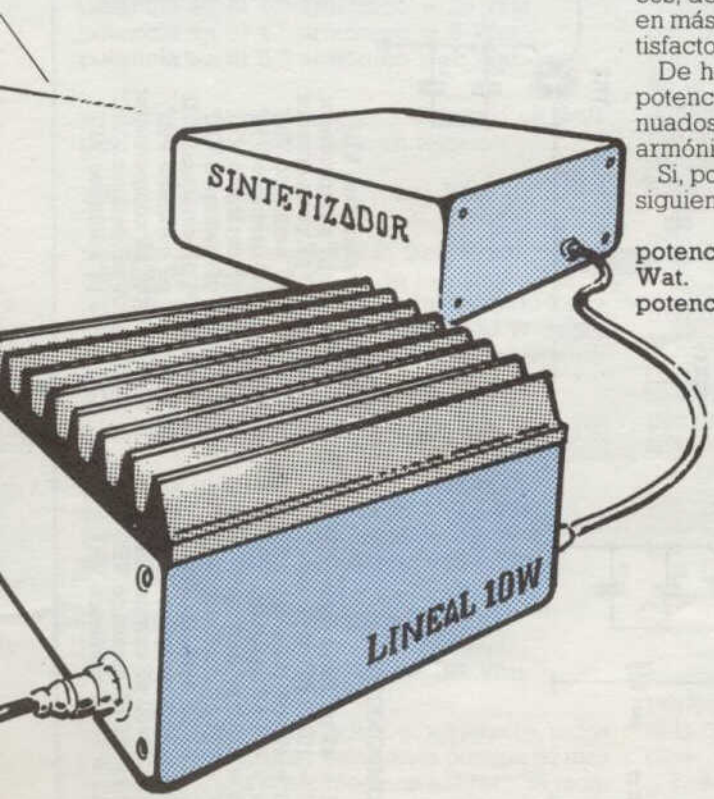
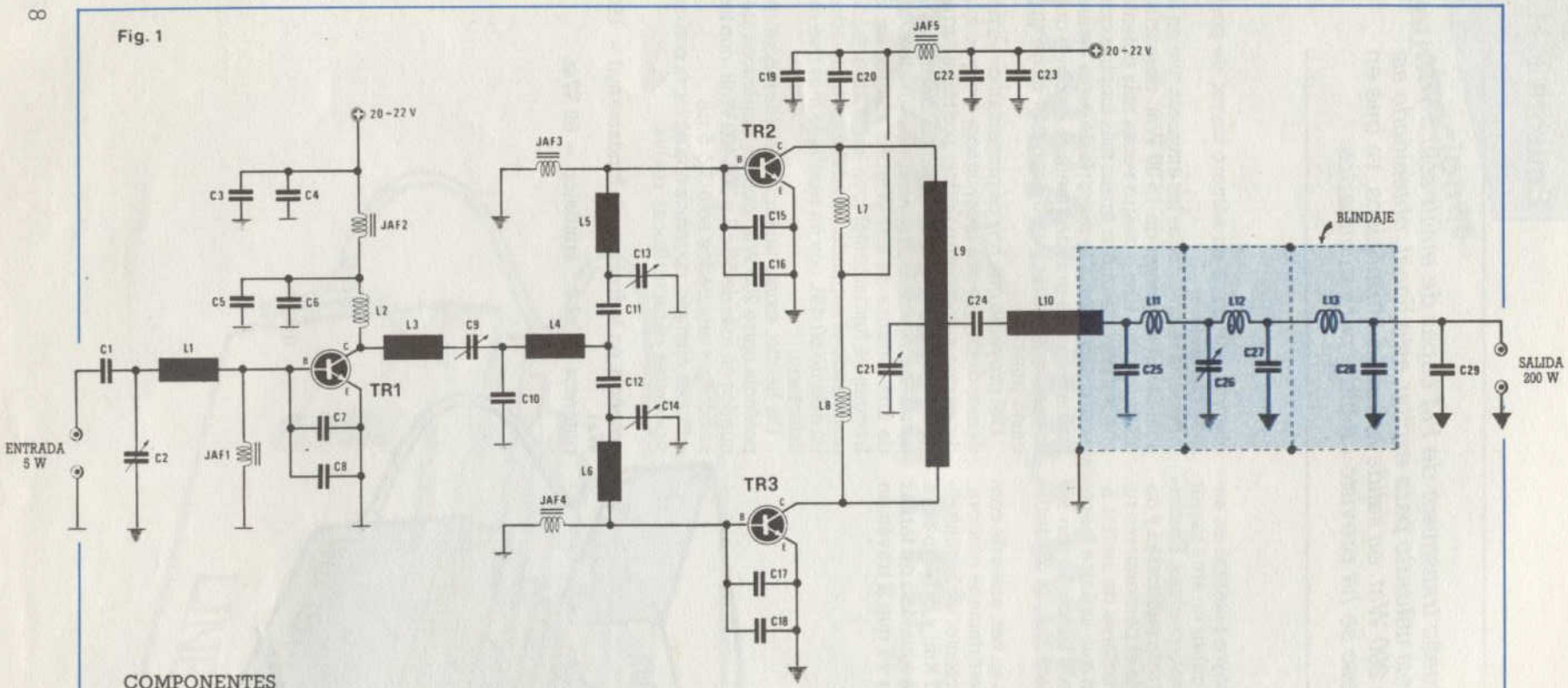


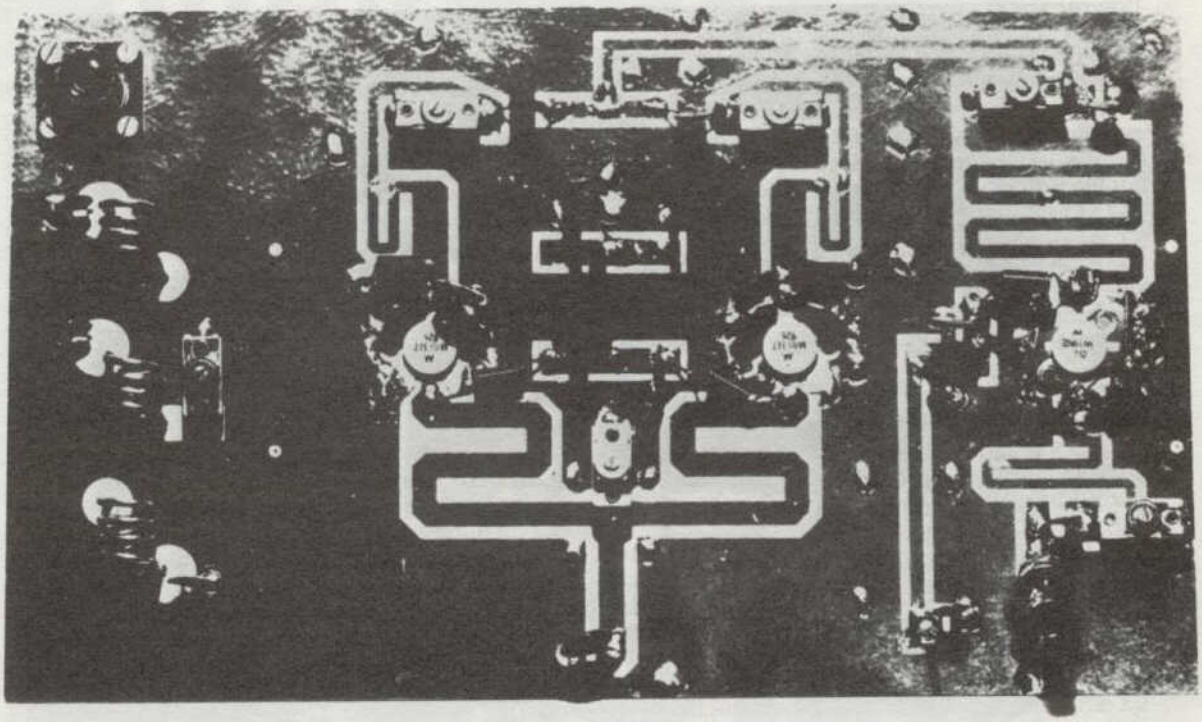
Fig. 1



COMPONENTES

C1 = 47 pF cerámmico VHF
C2 = 10/60 pF compensador
C3 = 470 pF cerámico VHF
C4 = 470 pF cerámico VHF
C5 = 4.700 pF cerámico VHF
C6 = 470 pF cerámico VHF
C7 = 47 pF cerámico VHF
C8 = 47 pF cerámico VHF
C9 = 10/60 pF compensador
C10 = 47 pF cerámico VHF
C11 = 47 pF cerámico VHF
C12 = 47 pF cerámico VHF
C13 = 10/60 pF compensador
C14 = 10/60 pF compensador
C15 = 100 pF cerámico VHF
C16 = 100 pF cerámico VHF
C17 = 100 pF cerámico VHF
C18 = 100 pF cerámico VHF
C19 = 4.700 pF cerámico VHF
C20 = 470 pF cerámico VHF
C21 = 10-180 pF compensador
C22 = 4.700 pF cerámico VHF
C23 = 470 pF cerámico VHF
C24 = 100 pF cerámico VHF
C25 = 27 pF cerámico VHF
C26 = 10/60 pF compensador
C27 = 15 pF cerámico VHF
C28 = 15 pF cerámico VHF
C29 = 15 pF cerámico VHF
JAF1 a JAF4 = impedancias AF del tipo VK200
JAF5 = impedancia AF (ver texto)
L2-L7-L8 = bobinas de 15 espiras (ver texto)
L11-L12-L13 = bobinas de 4 espiras (ver texto)
TR1 = transistor NPN de AF del tipo 2N6166
TR2-TR3 = transistor NPN de AF del tipo MRF317

Figura 1
Esquema eléctrico.



potencia en el 3.° armónico = 25 Wat.
potencia en el 4.° armónico = 5 Wat.
potencia en el 5.° armónico = 1 Wat.

y medimos la potencia de salida con un watímetro, éste nos indicaría un total de:

150 + 60 + 25 + 5 + 1 = 241 Wat.

porque a la potencia de la frecuencia fundamental, suma también la de los armónicos.

Si, en cambio, cogiésemos un segundo transmisor y el watímetro nos indicase 183 Wat., pero sus características reales fueran las siguientes:

potencia en la frecuencia fundamental = 180 Wat.
potencia en el 2.° armónico = 3 Wat.
potencia en el 3.° armónico = 0,5 Wat.
potencia en el 4.° armónico = 0,2 Wat.
potencia en el 5.° armónico = 0,1 Wat.

el watímetro nos indicará solamente:

180 + 3 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = **183 Wat.**

Fiándose de lo que indica el watímetro, todos adquirirían el primer transmisor porque es más «potente», pero si midiésemos a distancia la intensidad de la señal con un medidor de campo, la aguja indicadora mediría una señal de AF más alta en el segundo transmisor.

Si además, siempre con el medidor de campo, explorásemos toda la banda comprendida entre 88 MHz. y 800-900 MHz., observaríamos en la primera emisora una segunda señal de amplitud muy elevada, aún en la frecuencia doble de la fundamental, en la triple y en la cuádruple. En cambio, en el segundo emisor no aparecería esta señal «espúrea».

Por ello, el watímetro no es el instrumento más idóneo para determinar la potencia real de una emisora.

Hecha esta premisa, podemos volver a hablar de nuestro lineal. Habrá quien se pregunte cómo es posible que hayamos optado por los transistores, cuando parecería más conveniente utilizar válvulas, ya que una de éstas es capaz de emitir la misma potencia que dos transistores.

A esto contestaríamos que hemos elegido los transistores porque, en nuestra opinión, las válvulas adolecen de los siguientes inconvenientes:

1. **La realización mecánica resulta más dificultosa.** No pudiendo disponer de un circuito impreso, cada lector llevaría a cabo un montaje diferente, según su aptitud. Si es cierto que muchos lograrían un resultado técnicamente perfecto, también lo es que muchos obtendrían, más que un lineal, un «generador de armónicos».

2. **Las válvulas requieren tensiones de alimentación de 1.500-2.000 volt.** Así pues, se necesitan condensadores variables y fijos, con dieléctrico elevado, demasido difíciles de en-

contrar y además muy caros. Esto sin tener en cuenta que también son necesarios soportes en teflón o cerámica para aislar los puntos bajo tensión, igualmente difíciles de conseguir.

3. También **el transformador de alimentación resulta más caro,** por el alto aislamiento requerido, y lo mismo decimos de la fuente de alimentación.

4. El último motivo válido es que, trabajando con tensiones de 2.000 volt., basta con acercarse inadvertidamente a una bobina o a una línea de acoplamiento para ver saltar un «arco», con la consecuencia lógica de que el incauto lector no podrá ya montar futuros proyectos.

Mejor, entonces, trabajar con transistores y con tensiones bajas, ya que en este caso, si tocamos con el dedo un transistor, lo más que sentiremos es un «quemazo», por la alta frecuencia circundante.

Además, el transistor conlleva la ventaja de no desgastarse nunca y de poder preparar un circuito impreso, lo que a su vez posibilita el poder grabar directamente en el circuito las diferentes bobinas de acoplamiento, evitando así el peligro de equivocarse al devanar las espiras, cosa que ocurre con frecuencia y que lleva a obtener potencias más bajas que las prometidas.

Esquema eléctrico

Como ya hemos dicho, la mayor ventaja de este diseño es que el circuito impreso lleva grabadas algunas bobinas de acoplamiento.

Aclaramos que para obtener el máximo rendimiento, la señal que excita al lineal debe extraerse, a través de un cable coaxial de 52 ohm., de la salida de un excitador de FM capaz de emitir una potencia de 5 Wat. aproximadamente. Así pues, refiriéndonos a nuestro transmisor FM-LX239, será necesario completarlo con el paso final, compuesto por el transistor 2N5642, es decir, por el amplificador LX242 regulado de modo que no emita la máxima potencia (alimentándolo con 12 volt., en vez de 18 volt.). Por otro lado, resulta evidente que excitando este circuito con potencias inferiores a los 5 Wat. requeridos, obtendremos en salida una potencia proporcionalmente menor.

A este respecto, recalcamos que por potencia de entrada entendemos la de la frecuencia fundamental. Si tenéis un excitador con la salida tan «sucia» que, aún marcando el watímetro AF una potencia de 5 Wat. —recordad que el watímetro añade la potencia de los armónicos a la de la frecuencia fundamental— en realidad deben atribuirse 3 Wat. a la fundamental, 0,9 al segundo armónico, 0,4 al tercero, 0,3 al cuarto y así sucesivamente, en la salida del lineal obtendréis, obviamente, una potencia igual a la que resultaría aplicando en la entrada sólo 3 Wat. Habrá que tener esto en cuenta, antes de afirmar que el lineal no rinde lo prometido.

Por añadidura, también es importante la tensión de alimentación, porque si utilizamos 18 ó 19 volt. en vez de 22, la potencia no decrece proporcionalmente sino mucho más (con 2 volt. menos, reducimos la potencia 35-40 Wat., aproximadamente). La máxima tensión aconsejable es de 22 volt., aunque el lineal podría soportar hasta 24 volt., proporcionando así en salida alrededor de 250 Wat. Considerando que va a funcionar las 24 horas del día, es mejor no exprimirlo al máximo y así, además, lo salvaremos de eventuales subidas de tensión, que podrían averiarlo.

A la entrada del lineal (ver fig. 1) hallamos el condensador C1, el compensador C2 y la primera bobina L1, grabada directamente en el circuito impreso.

Este circuito sirve, en la práctica, para adaptar la impedancia de base del transistor TR1 con los 52 ohm. de salida del excitador de FM, a fin de obtener la máxima transferencia de potencia. La impedancia JAF1, en cambio, sirve para conectar a masa la base de TR1, en ausencia de señal, a fin de obtener de este transistor un funcionamiento en clase C, esto es, haciendo que amplifique únicamente la semionda positiva de la señal.

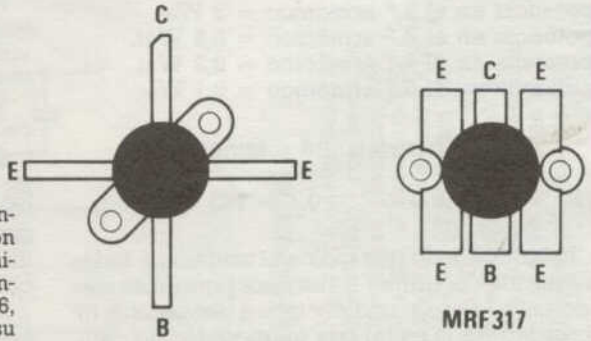


Figura 2
Conexiones, vistas por arriba, de los dos transistores de potencia utilizados en la realización de este lineal. Téngase en cuenta que el terminal de base del transmisor MRF317 es más ancho que el del colector. En el transistor 2N6166, el colector se diferencia de la base porque su extremo está cortado en diagonal.

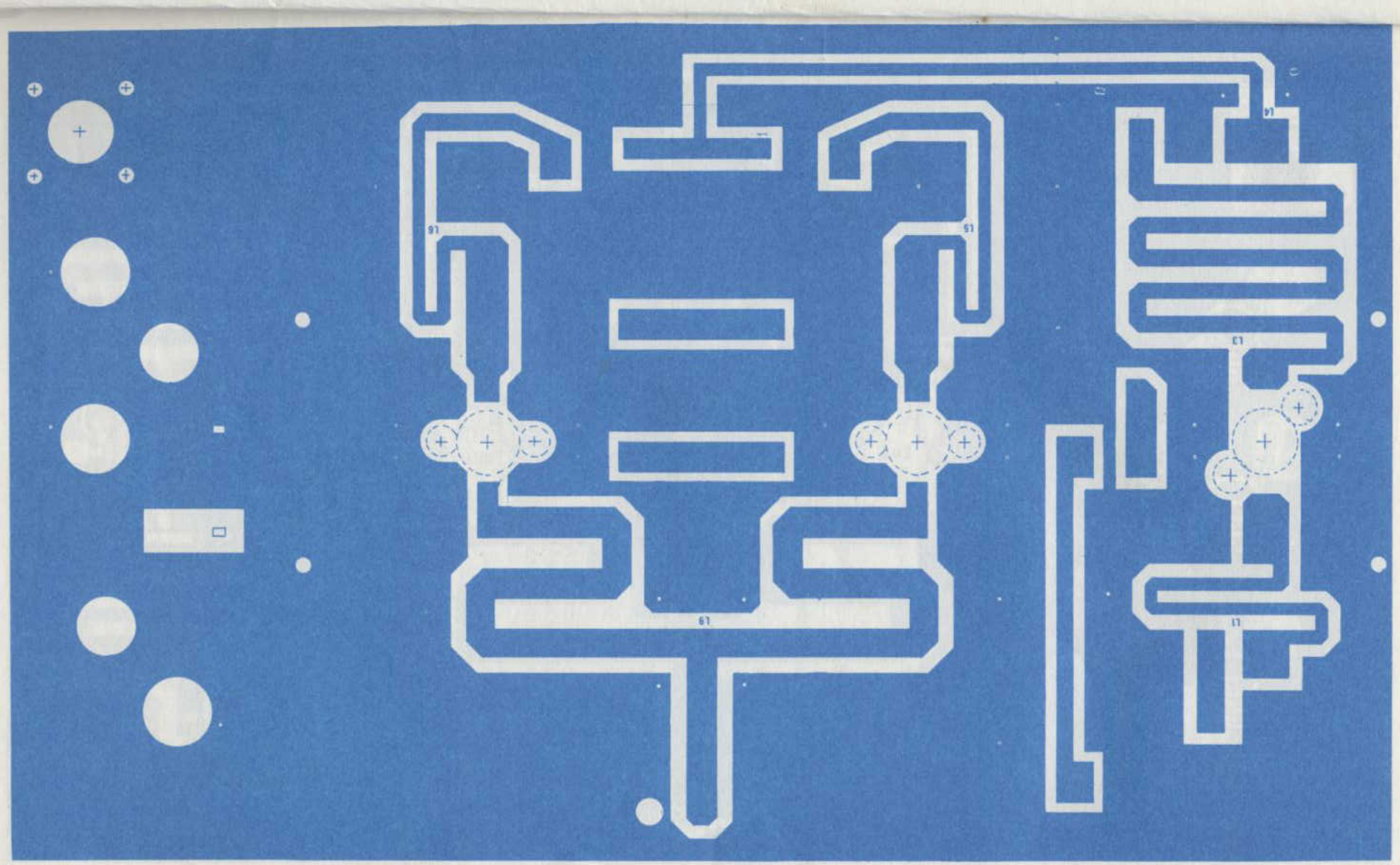
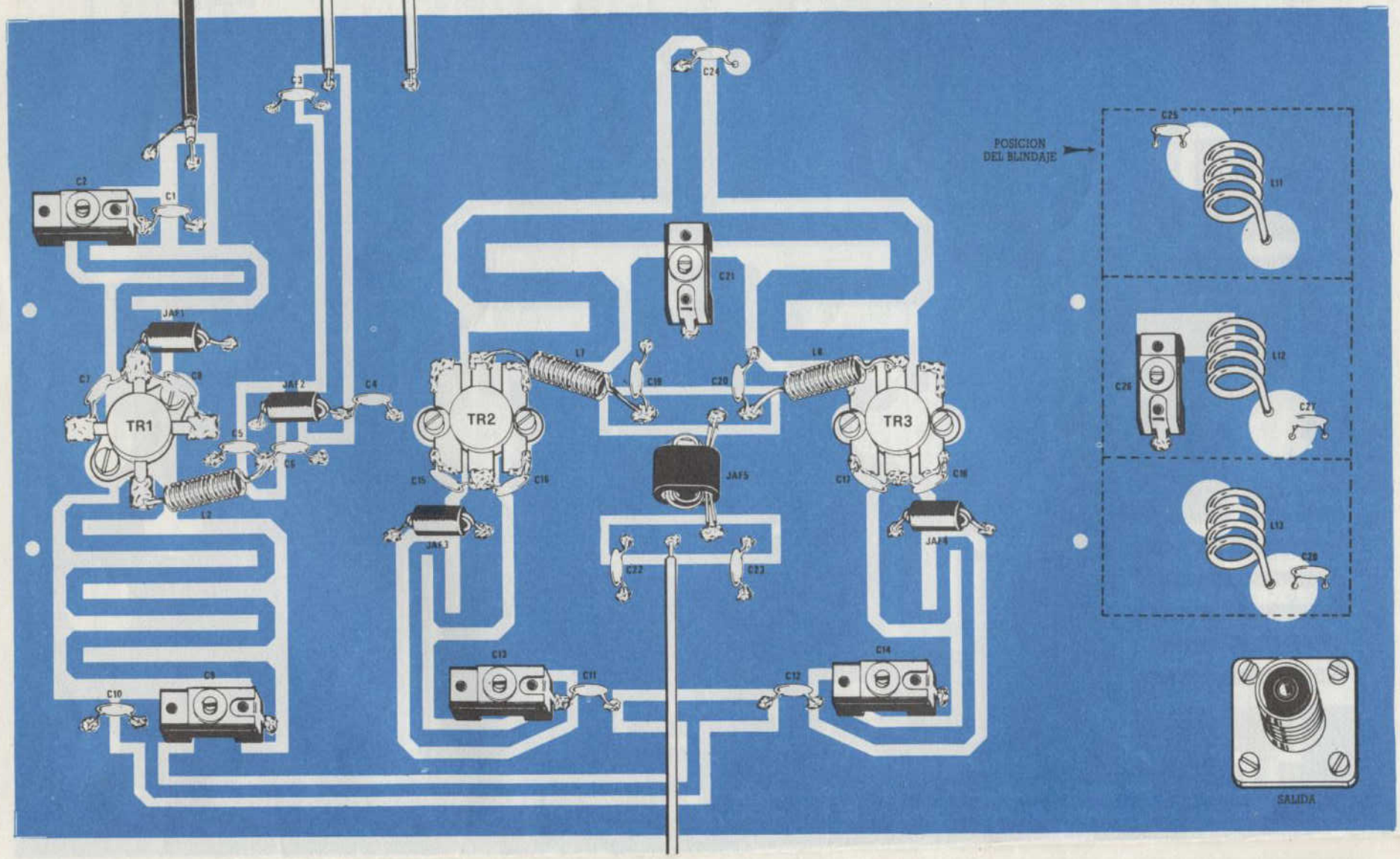


Figura 3
Diseño (no a tamaño natural) del circuito impreso necesario para montar este lineal de potencia, visto por el lado en que deben montarse los componentes.
Hacemos notar que todas las bobinas de sintonía están ya grabadas en el circuito impreso, para evitar cualquier posibilidad de error por parte de quien monte el kit.

Figura 4
Esquema práctico del montaje del lineal. Se recomienda situar los condensadores y las impedancias de AF L2-L7-L8 exactamente en las posiciones indicadas. Las bobinas del filtro pasabajo, L11-L12-L13, que debéis devanar con hilo de cobre de 1,6-2 mm., no son críticas. Estas bobinas, como se ve en la fig. 6, van recubiertas por un blindaje.



En el colector de TR1, con 5 Wat. en entrada, tenemos disponible una potencia de 40 Wat. aproximadamente, que utilizaremos para excitar en paralelo los dos transistores finales TR2 y TR3.

El acoplamiento de salida para TR1 se realiza mediante la bobina L3, el compensador C9 y el condensador C10. El acoplamiento de entrada para los dos transistores finales TR2 y TR3 se obtiene a través de las bobinas L4-L5-L6 y los condesadores C11-C13 y C12-C14.

Si, mirando por encima el esquema, podríais suponer que los dos transistores finales trabajan en push-pull, en realidad están conectados en paralelo, con la particularidad de mantener separadas las entradas para poder adaptar la impedancia de cada uno.

De hecho, es difícil encontrar en el comercio dos transistores perfectamente iguales, por lo que, conectados en paralelo con el acoplamiento de entrada común, habríamos corrido el riesgo de adaptar la impedancia al rendimiento máximo de uno de ellos, es decir, obtendríamos el máximo rendimiento de un solo transistor, que se sobrecalentaría más que el otro y, en caso de rotura, lo arrastraría también.

En cambio, siendo distintos los acoplamientos de entrada, es posible adaptarlos perfectamente a las características de cada transistor, con la ventaja de que si se quemase por cualquier causa uno de ellos, el otro seguiría funcionando pero emitiendo en antena sólo la mitad de la potencia.

También los colectores de los dos transistores finales son independientes. Efectivamente, el de TR2 es alimentado por la bobina L7 y el de TR3 por la bobina L8, aunque el acoplamiento de salida es común a ambos y se perfecciona a través de la bobina L9 (grabada en el circuito impreso) y el compensador C21.

En el punto central de esta última bobina tendremos, por tanto, disponible una potencia superior a los 200 Wat. requeridos, aunque es necesario tener en cuenta que en estos Wat. están incluidos los de los armónicos, que debemos necesariamente eliminar. Para llevar esto a cabo, retiramos la alta frecuencia disponible en este punto mediante el compensador C24 y la aplicamos a través de la bobina L10 al filtro pasa-bajo compuesto por L11-L12-L13 y C25-C26-C27-C28-C29, eliminando así los armónicos y obteniendo en salida únicamente la frecuencia fundamental, con una potencia efectiva de 200 Wat. e incluso más.

La impedancia de salida del lineal es de 52 ohm., de ahí que para obtener la máxima transferencia de señal a la antena será necesario que también ésta tenga una impedancia de 52 ohm., así como de 52 ohm. deberá ser la impedancia del cable coaxial utilizado para conectar el transmisor y la antena.

Queremos recalcar al lector que en este esquema es absolutamente necesario emplear un transistor de tipo 2N6166 para TR1 y de tipo MRF317 para TR2-TR3, por cuanto las líneas de acoplamiento y los condensadores aplicados entre base y emisor (ver C7-C8-C15-C16-C17-C18) están específicamente calculados para dichos transistores. Sustituyéndolos por otros tipos, se podría llegar a un acoplamiento pero será difícil que obtengáis en salida una potencia igual a la prometida.

Por ejemplo, el transistor 2N6166, aún siendo de 100-110 Wat. como el MRF317, se precia de tener una ganancia mayor pero resulta menos robusto que los finales, por lo que nosotros lo utilizamos como excitador para conseguir en salida no más de 40-50 Wat.

Por lo que respecta a la alimentación, ya dijimos que se requiere una tensión estabilizada de 22 volt. como máximo, con una corriente de 15 amperios aproximadamente, que podemos obtener realizando el alimentador LX353 que incluimos en este mismo número.

Las principales características de este lineal son las siguientes:

Tensión de alimentación	**22 volt**
Consumo total	**13 amp.**
Potencia de salida	**200 wat.**
Potencia de excitación	**5 Wat.**
Impedancia de entrada	**52 ohm**
Impedancia de salida	**52 ohm.**
Potencia emitida por TR1	**40 Wat.**
Atenuación del segundo armónico	**50 dB**
Atenuación del tercer armónico	**80 dB**
Atenuación del cuarto armónico	**más de 100 dB**

En la práctica, el segundo armónico irradia en antena una potencia irrisoria (alrededor de 2 miliwat., igual a 0,002 Wat.), por lo que podría perturbar sólo a una antena que estuviera colocada a menos de 10 metros de distancia. Del tercer armónico en adelante, podemos considerarlos inexistentes a efectos de TV.

Realización práctica

El circuito impreso a doble cara necesario para esta realización lleva las siglas LX352 y mide 28 × 26,5 cm.

Una vez en posesión de este circuito, la primera operación a realizar es la de conectar las

pistas de masa superiores con las inferiores, efectuando los respectivos puentes sin olvidar ni uno, aunque a primera vista pueda pareceros superfluo repetir la misma conexión a la distancia de 1 cm.

Estos puentes se llevarán a cabo enfilando un trozo de hilo de cobre en los orificios idóneos y soldándolo por ambos extremos. En algún caso (ver, por ejemplo, el filtro pasa-bajo de salida), los mismos terminales de los condensadores actuarán de puente de conexión, por lo que deberéis estañarlos por arriba y por abajo.

Los trozos de hilo no deben sobresalir demasiado por la cara inferior del circuito, ya que debajo de ésta se fijará la aleta de refrigeración.

Una vez efectuados todos los puentes, deberéis limar en forma de ojal los orificios que alojarán los tres transistores AF, a fin de hacer entrar la parte metálica que deberéis atornillar a la aleta de refrigeración, para que el calor generado por el transistor durante el funcionamiento se transfiera totalmente al disipador. Recordad que los terminales EE-B-C de estos transistores deben apoyarse en las pistas superiores del circuito impreso, al que se sueldan **sin doblarlos.**

Debéis ensanchar también el orificio correspondiente a la salida AF y asimismo, ligeramente, los orificios para los terminales de las bobinas L11-L12-L13 correspondientes al filtro pasa-bajo.

Efectuadas estas operaciones preliminares y antes de pasar al montaje, debéis insertar los tres transistores en los respectivos orificios del circuito impreso, fijarlos con dos tornillos a la aleta de refrigeración y soldar los cuatro terminales a las pistas del circuito, hecho lo cual podéis volver a desatornillar la aleta para trabajar más cómodamente en el circuito.

Esta operación es necesaria para hacer coincidir exactamente los orificios de los transistores con los de la aleta. Si soldásemos primero los transistores al circuito impreso, deberíamos desoldarlos al ir a montar la aleta para hacer coincidir los orificios.

En este momento, podemos pasar al verdadero montaje de los componentes que, como se ve en las fotos y en el montaje práctico, no son muchos.

En primer lugar, soldaremos los condensadores que se aplican directamente a los terminales B-E de los tres transistores, teniendo en cuenta que uno de los dos condensadores se

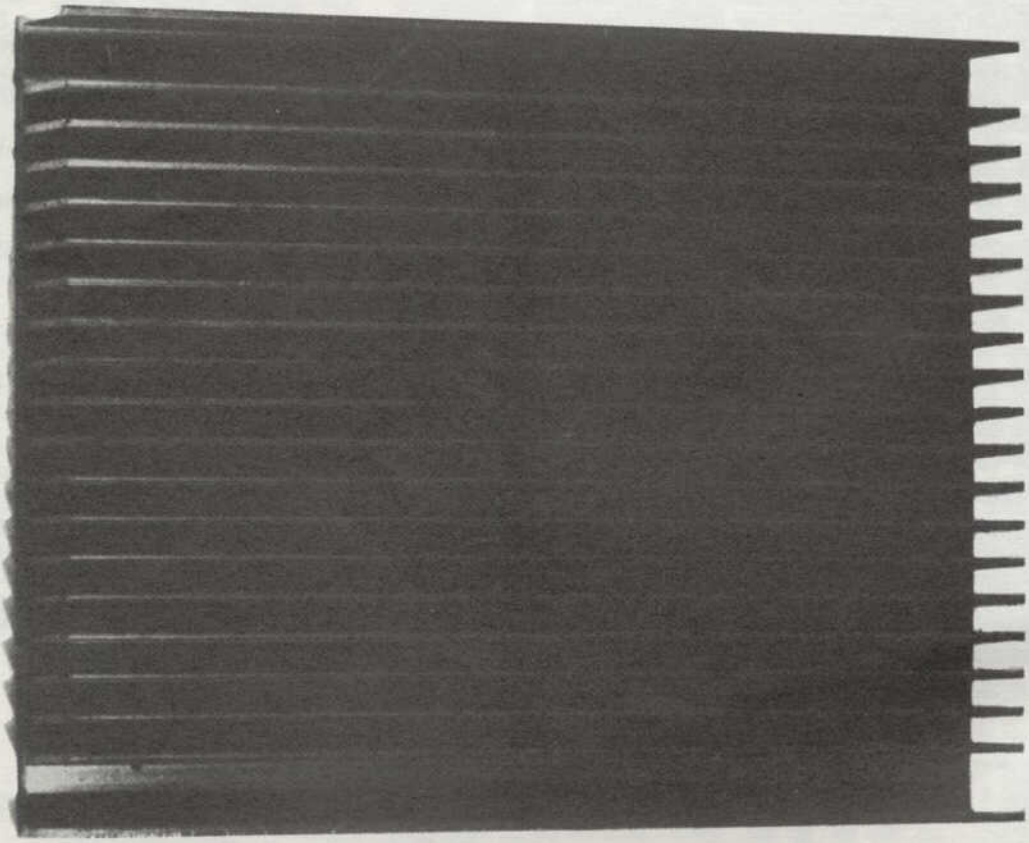


Figura 5
Foto de la aleta de refrigeración, de respetables dimensiones, necesaria para enfriar los tres transistores de potencia del lineal.

aplica entre el terminal base y el emisor colocado a la izquierda y el otro, entre el terminal base y el emisor colocado a la derecha.

Efectivamente, conectar ambos condensadores al mismo terminal emisor no es lo mismo que conectar uno a cada terminal.

Hacemos notar que los condensadores cerámicos utilizados en este diseño no son los usuales condensadores japoneses para radios, adecuados para trabajar con tensiones máximas de 50 volt., sino condensadores especiales de 500 volt. de tensión de trabajo, realizados expresamente para utilizarlos en transmisores AF, en los que entran en juego potencias elevadas.

Como se ve en el esquema práctico, las impedancias JAF1, JAF2-JAF3-AF4 son impedancias corrientes, de ferroxcube tipo VK200, mientras que la JAF5, también en ferroxcube, debe realizarse devanando en el interior del núcleo una espira con dos hilos en paralelo de 1 mm. de diámetro, de modo que pueda soportar una corriente de 10 amp., aproximadamente, sin presentar caídas de tensión.

Para realizar esta espira, podéis utilizar hilo de cobre esmaltado o aislado en plástico, que debéis enrollar como se ve en el esquema práctico de la fig. 4; esto es, introducidlo en uno de los dos orificios existentes, por la parte opuesta introducidlo en el segundo orificio y hacedlo pasar de nuevo por el primero, de modo que se hallen en su extremo los dos terminales de la bobina.

Las bobinas L2-L7-L8 son también bobinas de AF pero enrolladas al aire; para realizarlas, es necesario enrollar sobre una broca de 5 mm. y sin espaciarlas, 15 espiras juntas en hilo de cobre esmaltado de 0,8 mm.

Es obvio que, siendo el hilo esmaltado, debéis lijar los extremos con papel de lija antes de soldarlos a sus respectivas pistas, para que pueda establecerse la conexión eléctrica necesaria.

Las otras tres bobinas del filtro pasa-bajo, L11-L12-L13, se realizan en cambio con hilo de cobre plateado de 2 mm., enrollando sobre un diámetro de 10 mm. **4 espiras** a una distancia de 2 mm. una de otra.

Estas bobinas se montan manteniendo su cuerpo a una distancia de 2 mm. sobre el circuito impreso; por abajo, debéis cortar el exceso de hilo lo más cerca posible del cobre, para evitar que haga contacto con el metal de la aleta de refrigeración. Sólo para la bobina L13 debéis dejar el terminal que introduciréis junto a C28, de 3 ó 4 cm. de largo al menos, para poderlo conectar por abajo al «central» de la salida, como se ve en la foto.

Entre este central y la masa externa de la salida, o sobre la pista de masa circunstante del circuito impreso, soldaremos el condensador de disco C29.

Finalmente, montaremos los compensadores cerámicos y los condensadores de disco, que soldaremos exactamente en los puntos indicados del circuito impreso, ya que si los desplazásemos sólo un par de cm. —aún siendo esta operación teóricamente posible en algunos casos— acabaríamos por modificar los acoplamientos, alterando así el funcionamiento del lineal y disminuyendo la potencia de salida.

Os hacemos notar que para que el filtro pasabajo desarrolle la función a la que está destinado, es absolutamente necesario que cada compartimento resulte blindado respecto al sucesivo; para ello precisamente, encontraréis en el kit un blindaje con dos separaciones internas, que deberéis situar sobre las bobinas en la posición adecuada, fijándolo al circuito con tornillos autoroscantes.

Por lo que respecta a los hilos de alimentación, al tener que soportar corrientes muy fuertes, deberán tener 1,5 mm. de diámetro por lo menos; de otro modo, podrían presentar caídas de tensión muy elevadas y harían disminuir sensiblemente la potencia AF emitida en antena.

Observamos también que, siendo independiente la alimentación del paso de entrada y la de los dos finales, será necesario llevar los 22 volt. positivos con dos hilos distintos al terminal colocado junto a C3 para alimentar a TR1 y al terminal colocado bajo JAF5 para alimentar a TR2 y TR3.

El hilo de masa puede ser único, posiblemente de sección más gruesa que los otros dos y deberá soldarse preferentemente al terminal que, a este fin, se ha colocado junto a C3.

Para la entrada de la señal AF, procedente del excitador de FM, debéis utilizar un cable coaxial de 52 ohm., soldando la malla metálica a masa por ambas partes, porque ésta funciona prácticamente como retorno.

Ajuste

Una vez finalizado el montaje no pretendáis conectar en seguida el lineal a la antena para verlo funcionar, ya que este, como cualquier circuito que contenga bobinas y compensadores, necesita un ajuste que, aunque sencillo, es imprescindible para emitir potencia AF en salida.

Tal ajuste sería muy fácil si además del watímetro AF tuviéseis un analizador de espectro; como muchos de vosotros careceréis de este instrumento, explicaremos cómo se realiza el ajuste utilizando sólo un watímetro de AF.

Colocad un receptor de FM a algunos metros de distancia, sintonizando una emisora que transmita en una frecuencia muy distinta a vuestra frecuencia de trabajo. Por ejemplo, si trabajáis en 102 MHz., sintonizad el receptor en 90-92 MHz., o viceversa.

Encendido este receptor, os servirá de monitor para comprobar si al ajustar equivocada-

mente un compensador vuestro lineal autooscila.

De hecho, no podríais verificar esta situación con el watímetro; podríais, incluso, ser inducidos a engaño al ver que la aguja indicadora señala una potencia mayor, como generalmente ocurre cuando el lineal autooscila.

En cambio, con el receptor conectado, notaréis en seguida estas auto-oscilaciones, porque oiréis silbidos en el altavoz, desaparecerá la emisora sintonizada y en su lugar entrarán otras que transmiten en frecuencias distintas.

El método que debéis seguir para el ajuste es el siguiente:

1. Conectar la salida del excitador a la entrada del lineal, utilizando cable coaxial de 52 ohm.

2. Desoldar momentáneamente los condensadores C11 y C12, para impedir que la señal AF emitida por TR1 llegue a las bases de los transistores finales.

3. Entre el extremo libre de la bobina L4 y la masa, conectar el cable coaxial de 52 ohm. del watímetro AF; si queréis, podeís conectar, en serie al positivo de alimentación del transistor TR1, un tester conectado en la posición de 5 amp. fondo escala para controlar el consumo del transistor TR1.

4. Alimentar con 18-20 volt. positivos, tomados del alimentador, únicamente el transistor TR1 (es decir, no conectéis al circuito impreso el hilo que alimenta a TR2 y TR3). En este punto, podéis encender vuestro excitador de FM, comprobando antes que este no entrega más de 5 ó 6 Wat.; de otro modo, podrías dañar el TR1.

5. Girar el compensador C2 y el compensador C9 de modo tal que obtengáis la máxima potencia en salida.

6. Si es posible, ajustad también el compensador de salida del excitador de FM, ya que éste podría no estar regulado para una impedancia de salida de 52 ohm. y, en este caso, girándolo ligeramente, observaréis enseguida un aumento de potencia en el watímetro.

7. Si veis que el receptor utilizado como monitor produce silbidos y desaparece la emisora sintonizada, retocad en sentido contrario vuestro excitador hasta que este inconveniente desaparezca. Al realizar esta operación, no os preocupéis si la potencia disminuye sensiblemente en el watímetro, ya que se debe al hecho de que se eliminan las auto-oscilaciones.

8. En este momento, insertad de nuevo en el circuito los condensadores C11 y C12, hecho lo cual procederéis a retirar el watímetro del extremo de L4 y a aplicarlo a la salida del lineal (como es lógico, el watímetro debe poder medir 300 Wat. como mínimo).

9. Conectad el hilo de los 18-20 volt. positivos a la pista que alimenta los transistores finales (junto a JAF5) y, antes de proporcionar tensión, colocad un ventilador en un extremo de la aleta de refrigeración.

10. Una vez encendido el ventilador, podéis proporcionar tensión al lineal. Después, con un destornillador, debéis girar el compensador C21 hasta leer la máxima potencia en el watímetro, que podrá ser de unos 30-50 Wat.

11. Haced girar ligeramente C11, luego C14, de nuevo C11 y otra vez C14, tratando de obtener la máxima potencia en salida. Una vez alcanzada, retocad ligeramente C21, tendiendo siempre al máximo. No os importe si el watímetro no llega aún a los 200 Wat., porque el ajuste no ha finalizado.

12. Ahora, con un destornillador de plástico, introduciéndolo en el orificio existente en el blindaje de las bobinas L11-L12-L13, ajustad también el compensador C26 y observaréis que la potencia en salida aumenta considerablemente.

Lógicamente, debéis parar cuando alcancéis el punto máximo, porque de ahí en adelante la potencia vuelve a bajar.

13. Siguiendo el orden indicado, retocad ligeramente los compensadores C2-C9-C13-C14-C21-C26 y observaréis que podéis obtener aumentos de 20-30 Wat.

14. Llevad la tensión de salida del alimentador de 18-20 volt. a 22 como máximo.

15. Si aún ajustando los compensadores como se ha indicado, la potencia sigue siendo inferior a 200 Wat., las causas pueden ser las siguientes:

a) La tensión de alimentación no es ya de 22 volt., sino que ha disminuido en 2-3 volt. como consecuencia del consumo excesivo. Así pues, medid la tensión con un voltímetro y retocad el trimmer de ajuste del alimentador hasta que alcance los límites requeridos.

b) El excitador no entrega 5 Wat. en la frecuencia fundamental, como se requiere, por ello, como ya hemos explicado, también en la salida del lineal obtenemos una potencia menor.

c) Habéis utilizado en el montaje condensadores cerámicos corrientes, de bajo dieléctrico, que introducen elevadas pérdidas en AF y no dejan alcanzar los resultados apetecidos (si tocáis con el dedo estos condensadores, veréis que se calientan excesivamente por lo que disminuye su capacidad y desajustan el conjunto, corriéndose el riesgo incluso de que se produzcan cortocircuitos).

En este momento, os recomendamos que no elevéis demasiado la tensión de alimentación, aunque las características de los transistores utilizados les permitan soportar un máximo de 35 volt. Os aconsejamos no sobrepasar los 22 volt. (con los que se llegan a alcanzar 218-220 Wat.), por cuanto este lineal deberá funcionar

sin interrupción durante horas y horas. Así pues, quien eleve la tensión de alimentación a 24-25 volt. para conseguir mayor potencia, lo hará bajo su responsabilidad y corriendo un riesgo; si se bloquease el ventilador o se desconectase el cable de antena, podría averiarse algún transistor, lo cual, dado su precio, no es ninguna broma.

Quien acostumbre a reclamar al vendedor porque «el transistor que me ha vendido es defectuoso», recuerde que las firmas fabricantes tienen un control de calidad y que los selecciona uno por uno; así pues, si el transistor se avería, es que alguien ha querido «quemarlo», exagerando la tensión de alimentación sin proporcionarle una ventilación adecuada, conectando el positivo en el lugar del negativo, o haciéndolo funcionar demasiado tiempo con autooscilaciones, debido al defectuoso ajuste de un compensador.

Por ello, si se avería un transistor, debéis averiguar las causas para que no se vuelva a repetir.

Las causas más frecuentes de avería son la rotura o la desconexión del cable coaxial, o un elemento de la antena que se rompe o que hace corto, produciendo así un exceso de ondas estacionarias; es aconsejable, por tanto, aplicar un medidor de ondas estacionarias entre la salida del lineal y el cable coaxial.

Montaje en el mueble

El montaje del lineal se completa con su colocación en una carcasa metálica, teniendo en cuenta algunos detalles mecánicos durante esta operación.

En primer lugar, debéis mantener la aleta de refrigeración separada del mueble, a una distancia de 1 cm. como mínimo, de modo que pueda ventilarse la parte inferior de dicha aleta. Para hacerlo así, podéis fijar el conjunto a los laterales con cuatro escuadras de sujeción.

Por otra parte, el lineal debe situarse a un lado del mueble, ya que en la parte opuesta deberéis colocar un ventilador «tangencial», que mueva el aire en sentido longitudinal.

Efectivamente, si aplicaséis un ventilador de costado, sólo conseguiríais enfriar el primer segmento de la aleta, mientras los restantes permanecerían calientes.

De otro lado, es obvio que, para permitir el movimiento del aire en el interior del mueble, éste deberá tener unas fisuras en las paredes laterales, de modo que por un lado entre aire frío y por el otro salga el aire caliente.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

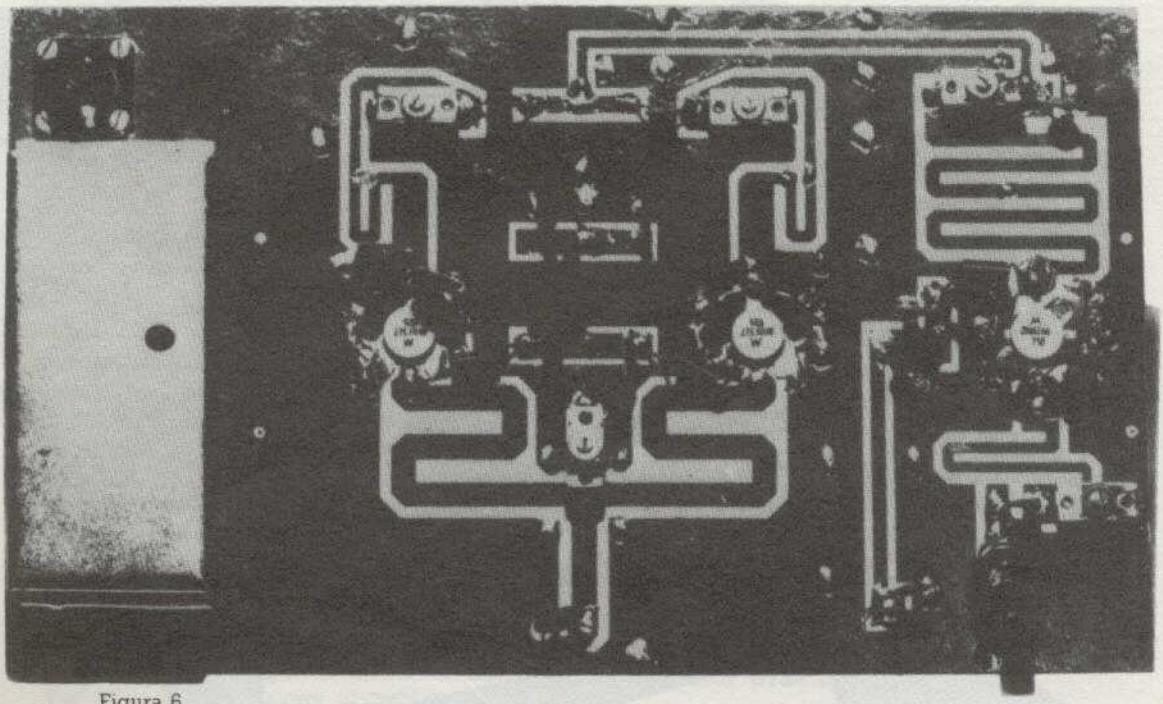
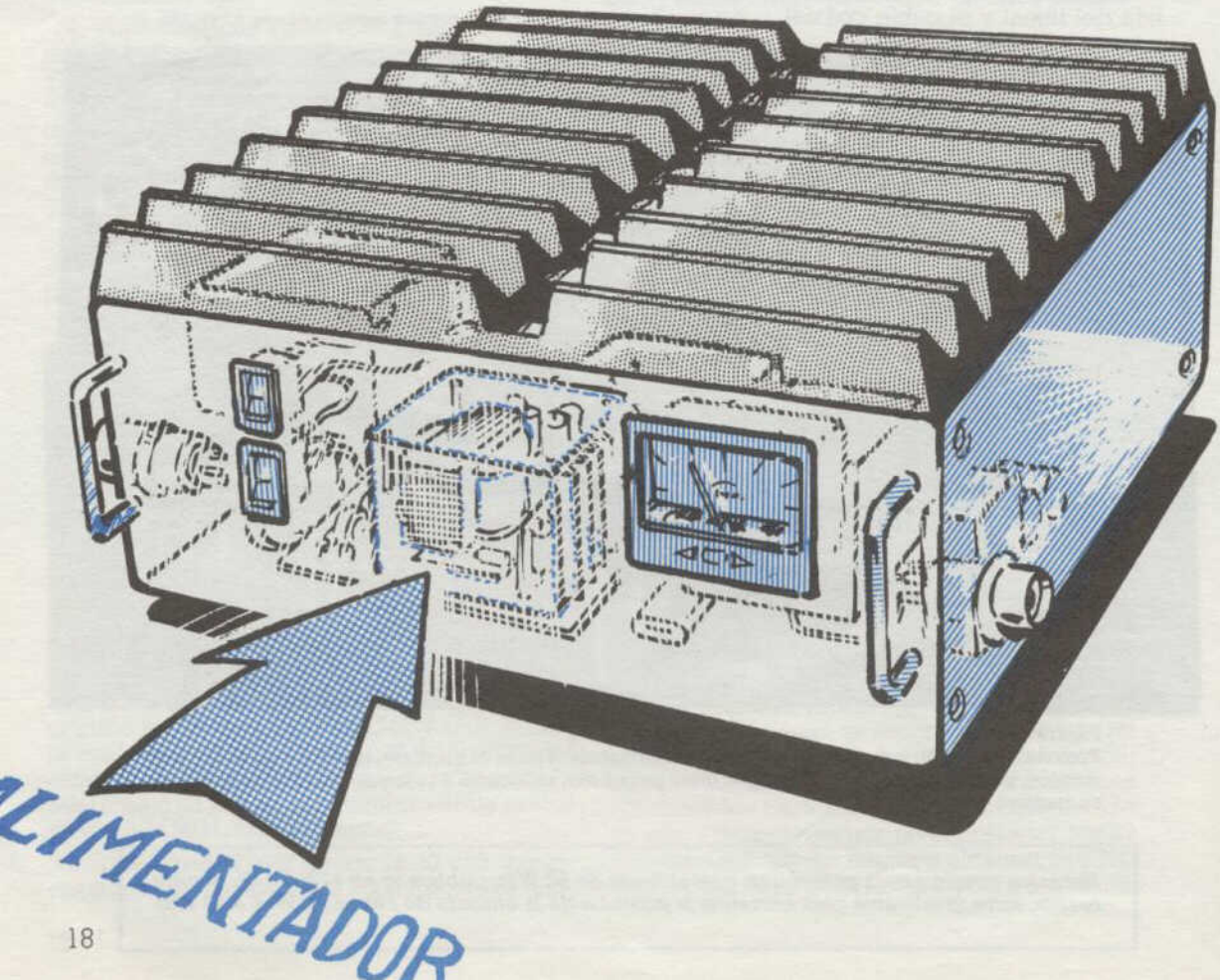


Figura 6
Foto de un prototipo de lineal realizado por nosotros. Véase el blindaje, dividido en compartimentos, para separar las bobinas del filtro pasa-bajo, colocado a la izquierda. Dicho blindaje se incluye en el Kit.

Hacemos notar a nuestros lectores, que el lineal de 60 Wat. publicado en el N.° 1 de nuestra revista, sirve igualmente para aumentar la potencia de la emisora de FM de 10 Wat. a 60 Wat.

ALIMENTADOR para LINEAL 200 Wat



LISTA DE COMPONENTES

R1 = 470 ohm. ½ Wat.
R2 = 470 ohm. ½ Wat.
R3 = 1.000 ohm. ½ Wat.
R4 = 1 ohm. 3 Wat. bobinada
R5 = 1 ohm. 3 Wat. bobinada
R6 = 22.000 ohm. trimmer
R7 = 0,1 ohm. 50 Wat. blindada
R8 = 470 ohm. ½ Wat.
R10 = 100 ohm. ½ Wat.
R11 = 1.000 ohm. trimmer
R12 = 1.500 ohm. ½ Wat.
C1 = 10.000 mF electr. 63 volt.
C2 = 100.000 pF poliéster
C3 = 220 mF electr. 50 volt.
C4 = 10.000 pF disco
C5 = 10.000 pF disco
C6 = 100 mF electr. 50 volt.
C7 = 100.000 pF poliéster
DZ1 = diodo zener 15 votl. 1 Wat.
TR1 = transistor NPN tipo BD377
TR2 = darlington tipo BDX53
TR3 = transistor NPN tipo 2N3055
TR4 = transistor NPN tipo 2N3055
TR5 = transistor NPN tipo BD377
LN1 = lámpara de neón
RS1 = puente rectificador 50 volt. 25 amp.
T1 = transformador (ver texto)
Instrumento de 200 microamp. fondo escala

FALTA R9=

TABLA. CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR

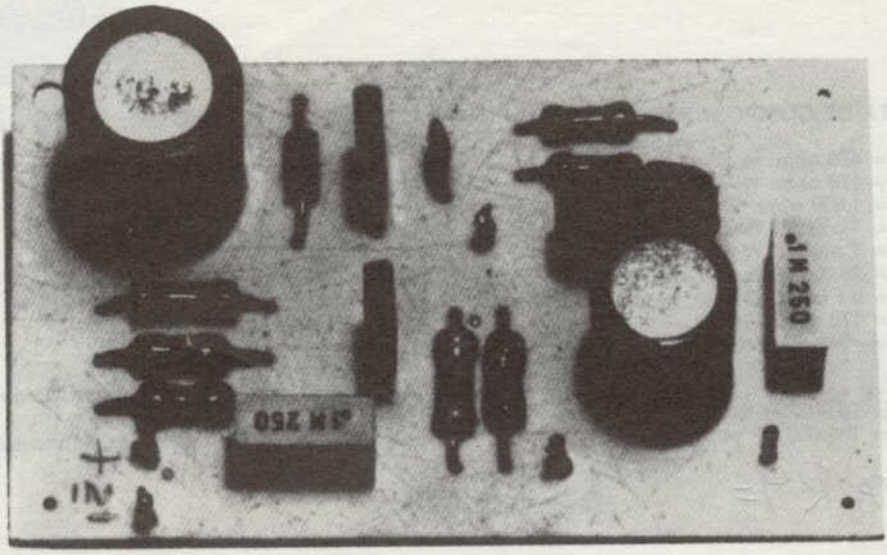
Primario	Relación de transformación	Secundario
220 volt. (hilo color negro)	8,8	25 volt.
240 volt. (hilo color amarillo)	9,6	22,9 volt.
260 volt. (hilo color azul)	10,4	21,15 volt.

Quienes necesitan alimentar un circuito que consuma una corriente superior a 15 amp., suelen topar con el problema de no encontrar en el comercio un alimentador estabilizado con las características necesarias.
Para todos ellos, y en particular para aquellos que se animen a realizar nuestro lineal de 200 Wat. para FM, hemos pensado diseñar y realizar el esquema que hoy os presentamos.
Tal alimentador puede proporcionar en salida cualquier tensión estabilizada comprendida entre 15 y 25 volt., con una corriente máxima de 20 amp.

PARA la realización de un alimentador de tales características, el componente más caro es el transformador de medio Kilowatio; el resto de los componentes empleados son transistores muy corrientes, que se encuentran fácilmente en cualquier tienda de material electrónico o que acaso tengáis en casa, procedentes de otros montajes.

Esquema eléctrico

La parte más importante de este alimentador, como ya hemos dicho, es el transformador de alimentación, ya que si éste no es capaz de entregar un mínimo de 15 amp., cuando le apliquemos la carga en salida, la tensión disminuirá sensiblemente.



Lo mismo decimos del puente rectificador RS1; si no es capaz de soportar corrientes del orden de 20 amp., no nos permitirá conseguir en salida la corriente necesaria para alimentar el lineal.

Por lo demás, el esquema que os proponemos es un esquema clásico, compuesto por 5 transistores corrientes que pueden adquirirse en mercado con facilidad (ver fig. 1).

Como veréis, para poder obtener en salida la corriente requerida, hemos tenido que conectar en paralelo dos transistores de potencia del tipo 2N3055 o similares, que en el esquema llevan las siglas TR3 y TR4.

Las resistencias bobinadas R5-R6 de 1 ohm. 3 Wat., colocadas en serie a las bases de estos transistores, permitirán compensar eventuales diferencias de ganancia entre ambos.

La tensión existente en las bases de TR3-TR4 será, lógicamente, la que encontraremos en salida, menos la caída de tensión en los extremos de la conjunción base-emisor que, como sabéis, se acerca a una media de 0,6-0,7 volt.

Las bases de estos dos transistores son excitadas por el emisor de TR2, un darlington del tipo BDX53, y TR2, a su vez, es excitado por el transistor TR1, que en la práctica «siente» las variaciones de tensión en salida y obliga a los otros transistores a corregirlas.

Si la tensión en salida tendiera a aumentar, la base de TR1, que toma tensión del cursor de R12 mediante la resistencia R11, resultará más polarizada; en consecuencia, este transistor, al tener mayor conductividad, hará bajar la tensión en la base de TR2 en cantidad suficiente para reconducir la tensión de salida del alimentador al valor prefijado.

Efectivamente, ya hemos dicho que la tensión en salida sigue el mismo camino que la existente en la base de TR2-TR3; como ésta, a su vez, sigue el mismo camino que la existente en la base de TR1, es obvio que disminuyendo esta última tensión, decrecerá también la tensión entregada por el alimentador y que aumentándola, aumentará también esta última.

Los dos condensadores C4-C5, conectados entre la base y el colector de TR1 y TR2 respectivamente, son indispensables para prevenir auto-oscilaciones de estos dos transistores, por lo que no debéis retirarlos del circuito impreso si no queréis que a la tensión estabiliza-

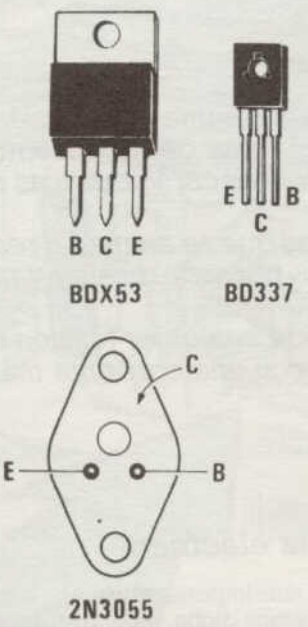


Figura 1
Conexiones de los transistores.

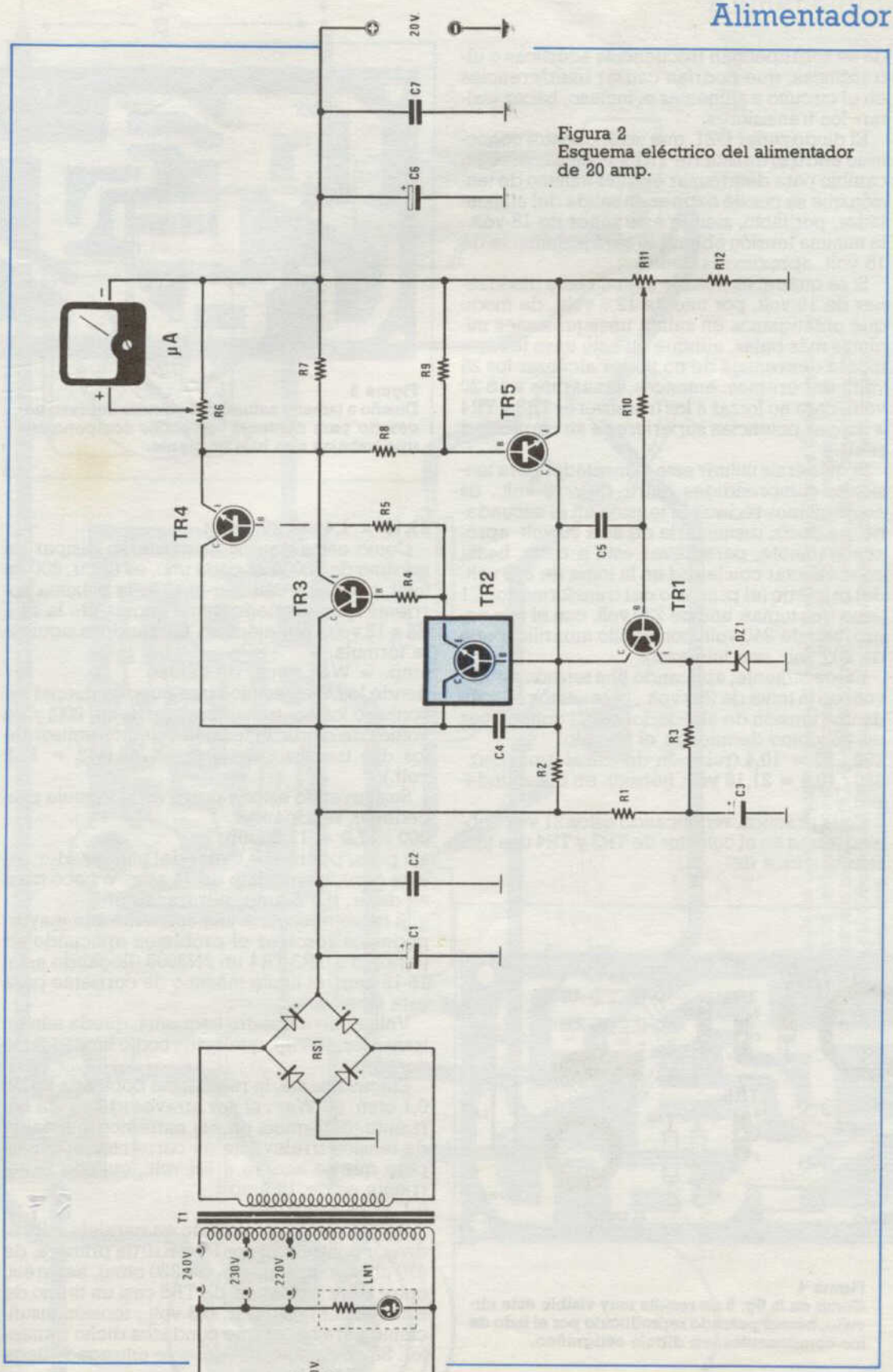


Figura 2
Esquema eléctrico del alimentador de 20 amp.

da se sobrepongan frecuencias acústicas o ultrasónicas, que podrían causar interferencias en el circuito a alimentar o, incluso, hacer «saltar» los transistores.

El diodo zener DZ1, que se encuentra conectado entre el emisor de TR1 y la masa, sirve en cambio para determinar el valor mínimo de tensión que se puede extraer en salida del alimentador; por tanto, siendo este zener de 15 volt., la mínima tensión obtenible será justamente de 15 volt. aproximadamente.

Si se quiere, es posible sustituir este diodo zener de 15 volt. por uno de 12,6 volt., de modo que obtengamos en salida unas tensiones mínimas más bajas, aunque en este caso tendremos la desventaja de no poder alcanzar los 25 volt.; deberemos, entonces, limitarnos a 18-20 volt., para no forzar a los transistores TR3 y TR4 a disipar potencias superiores a su capacidad real.

Si quisiérais utilizar este alimentador para tensiones comprendidas entre 12 y 18 volt., os aconsejamos reducir la tensión en el secundario, es decir, disminuirla de 25 a 20 volt. aproximadamente; para llevar esto a cabo, basta con conectar con la red en la toma de 260 volt. del primario (el primario del transformador T1 tiene tres tomas: una de 220 volt. con el hilo negro, una de 240 volt. con el hilo amarillo y una de 260 volt. con hilo azul).

Efectivamente, aplicando una tensión de 220 volt. en la toma de 260 volt., obtenemos en salida una tensión de alrededor de 21 volt. en vez de 25, como demuestra el cálculo:
260 : 25 = 10,4 (relación de transformación);
220 : 10,4 = 21,15 volt. (tensión en el secundario).

En la práctica, rectificando estos 21 volt., obtendremos en el colector de TR3 y TR4 una tensión continua de:

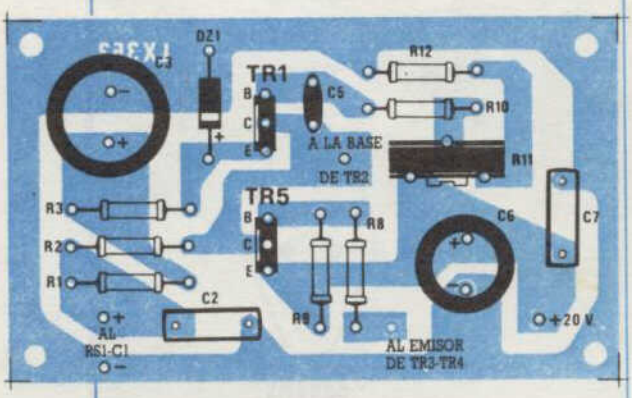


Figura 4
Como en la fig. 5 no resulta muy visible este circuito, hemos pensado reproducirlo por el lado de los componentes, en dibujo serigráfico.

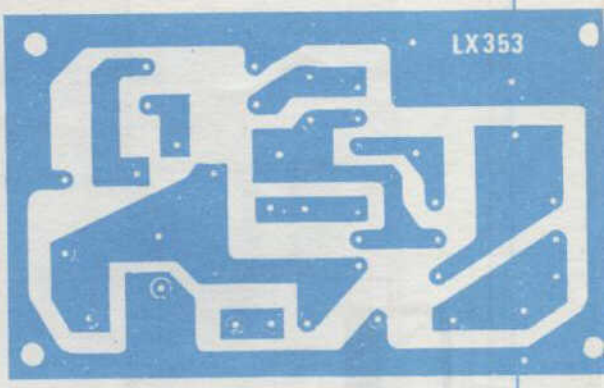


Figura 3
Diseño a tamaño natural del circuito impreso necesario para contener los pocos componentes que trabajan con baja corriente.

21,15 × 1,41 = 29,8 volt.

Como estos transistores pueden disipar un máximo de 100 Wat. cada uno, es decir, 200 en total, podemos calcular cual es la máxima corriente que se puede tomar regulando la salida a 12 volt., por ejemplo, utilizando la siguiente fórmula:
amp. = Wat. : volt. de caída,
donde los Wat. son los que pueden disipar en conjunto los dos transistores (es decir, 200) y los voltios de caída, la tensión colector-emisor de los dos transistores, (esto es, **29,8-12 = 17,8 volt.).**

Sustituyendo estos valores en la fórmula precedente, tendríamos:
200 : 17,8 = 11,2 amp.
así pues, podremos tomar del alimentador, en este caso, un máximo de 11 amp. o poco más, es decir, 5 ó 6 amp. por transistor.

Si fuese necesaria una corriente aún mayor, podemos resolver el problema aplicando en paralelo a TR3-TR4 un 2N3055, llegando así a 15-16 amp. el límite máximo de corriente para esta tensión.

Volviendo a nuestro esquema, queda aún un transistor, el TR5, que actúa como limitador de corriente.

Efectivamente, la resistencia bobinada R9 de 0,1 ohm. 50 Wat., al ser atravesada por la corriente, determina en sus extremos una caída de tensión irrelevante en corrientes mínimas, pero que se acerca a 1,5 volt., cuando la corriente es de 15 amp.:
0,1 × 15 = 1,5 volt.

Ahora, una vez colocado en paralelo a R9 el divisor constituido por R7 y R10 (la primera, de 470 ohm. y la segunda, de 220 ohm), hallaréis, entre base y colector de TR5 casi un tercio de esta tensión, es decir, 0,5 volt., tensión insuficiente para hacer que conduzca dicho transistor. Si, en cambio, la corriente entregada llega

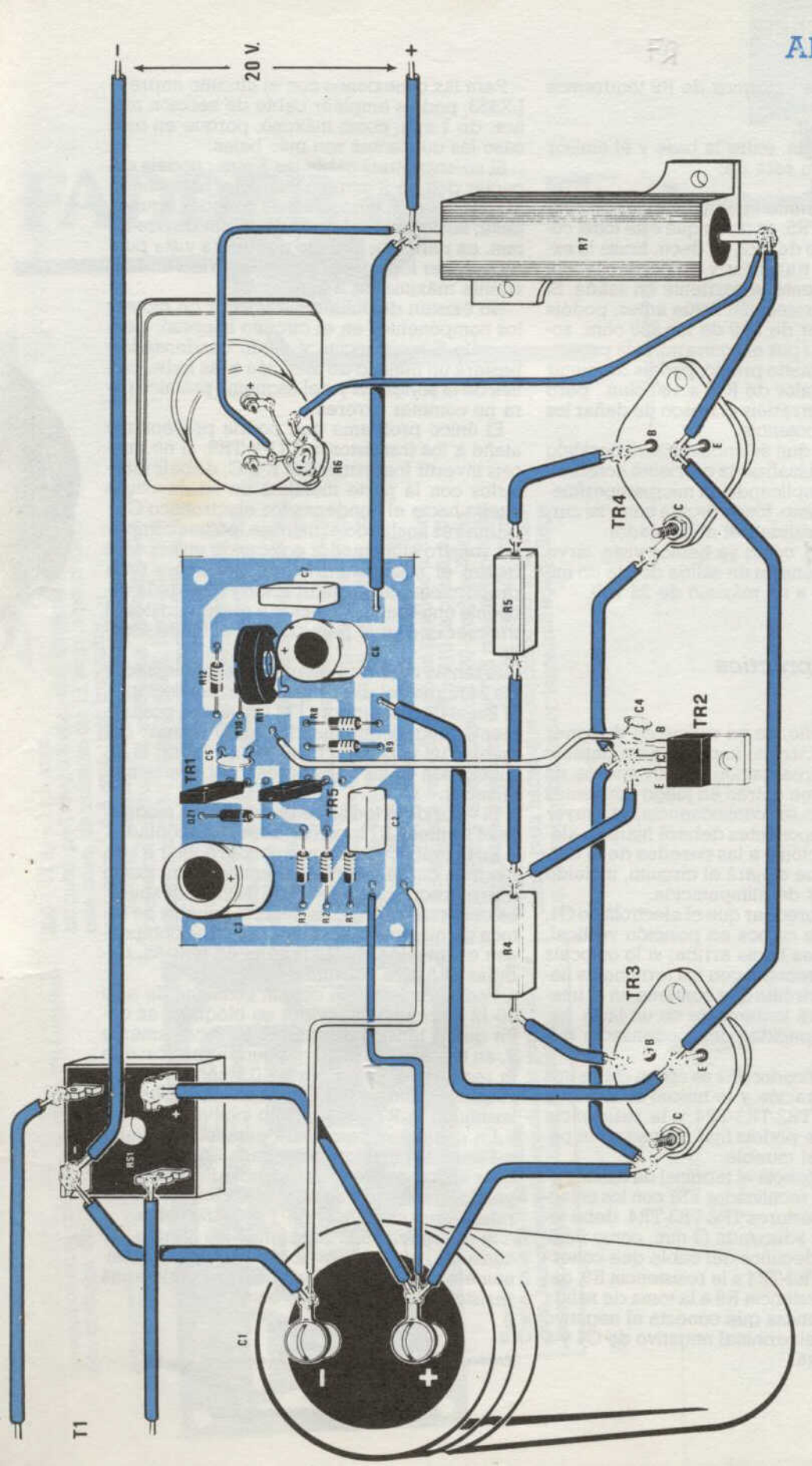


Figura 5
La mayoría de los componentes de este alimentador deben ser fijados directamente a la aleta de refrigeración (transistores TR2-TR3-TR4-TS1) y los restantes en el panel de la carcasa metálica (R7, el electrolítico C1 y el instrumento), conectándolos con cable del diámetro adecuado para evitar caídas de tensión. Nota: los transistores deben aislarse con mica.

a 18 amp., en los extremos de R9 tendremos una caída de:

0,1 × 8 = 1,8 volt.

y, en consecuencia, entre la base y el emisor de TR5 la tensión será de:

1,8 : 3 = 0,6 votl.

un valor que permite conducir al transistor.

Conduciendo TR5, es obvio que éste toma corriente de la base de TR2, es decir, limita la excitación de este transistor y en consecuencia impide que aumente la corriente en salida. Si deseais que la protección actúe antes, podéis aumentar el valor de R10 de los 220 ohm. actuales a 270 ohm.; por el contrario, si la protección actúa demasiado pronto, podéis disminuir ligeramente el valor de R10 a 180 ohm., pero no más ya que correríais el riesgo de dañar los transistores de potencia.

El trimmer R8, que se encuentra en paralelo a R9, permitirá visualizar la corriente consumida por la carga, aplicando un microamperímetro de 200 microamp. fondo escala entre su cursor central y la salida del alimentador.

El trimmer R13, como ya hemos visto, sirve para regular la tensión en salida desde un mínimo de 15 volt. a un máximo de 25 volt.

Realización práctica

Para este diseño, no es suficiente disponer únicamente del circuito impreso para garantizar una perfecta realización. Efectivamente, no debeis olvidar que entran en juego corrientes muy elevadas y, en consecuencia, la mayor parte de los componentes deberá fijarse a aletas de refrigeración o a las paredes de la carcasa metálica que alojará el circuito, incluido el transformador de alimentación.

Es importante precisar que el electrolítico C1, de 10.000 mF, se coloca en posición vertical, con los terminales hacia arriba; si lo colocais en posición horizontal o con los terminales hacia abajo, el electrólito que contiene en el interior se acumulará lentamente en un lado, haciendo que la capacidad del condensador disminuya.

El puente rectificador RS1 se aplica sobre una aleta de refrigeración y lo mismo ocurre con los transistores TR2-TR3-TR4 y la resistencia blindada R9, que podeis fijar incluso en la pared posterior del mueble.

El cable que conecta el terminal de salida positivo del puente rectificador RS1 con los colectores de los transistores TR2-TR3-TR4, debe tener una sección adecuada (3 mm. como mínimo) y lo mismo decimos del cable que conecta el emisor de TR3-TR4 a la resistencia R9, del que va de la resistencia R9 a la toma de salida positiva y el de masa que conecta el negativo del puente RS1 al terminal negativo de C1 y a la salida negativa.

Para las conexiones con el circuito impreso LX353, podeis emplear cable de sección menor, de 1 mm. como máximo, porque en este caso las corrientes son más bajas.

Si no encontrais cable de 3 mm., podeis conectar dos de 2 mm. en paralelo, obteniendo así una sección conjunta más o menos equivalente; no cometais el error de utilizar dos de 1,5 mm. en paralelo, aunque a primera vista pueda parecer lógico, porque obtendríais una corriente máxima de 9 amp.

No existen dificultades a la hora de montar los componentes en el circuito impreso; siendo sólo 7 resistencias y algún condensador, bastará un mínimo de atención a las indicaciones de la serigrafía y del esquema práctico para no cometer errores.

El único problema que podría presentarse atañe a los transistores TR1 y TR5; si no quereis invertir los terminales E-B-C, debeis montarlos con la parte metálica de su envoltura vuelta hacia el condensador electrolítico C3.

Una vez finalizado el montaje, podeis completar vuestro alimentador colocando en el panel frontal el microamperímetro necesario para proporcionaros una indicación visual de la corriente entregada, soldando a sus terminales el trimmer que sirve para regular el fondo escala.

Si teneis intención de utilizar el alimentador las 24 horas del día —conectado, por ejemplo, al lineal de una emisora FM privada—, posiblemente tengais que insertar en el interior del mueble un ventilador axial, para mejorar la refrigeración de los transistores y del puente rectificador.

El valor de la tensión en salida se fija mediante el trimmer R12, con el lineal ya acoplado.

En la práctica, os aconsejamos regular R1 sin ninguna carga para el alimentador, de modo que entregue una tensión de 20 votl.; después, se conecta la carga, es decir el lineal, y se retoca de nuevo R12 de manera que se compensen eventuales caídas ligeras de tensión, debidas al fuerte consumo.

Podría ocurrir que con un consumo de sólo 10-12 amp. el alimentador se bloquee, es decir que la tensión de salida baje bruscamente y, en tal caso, los motivos pueden ser dos: que la resistencia R7 no sea de 0,1 ohm. como se requiere, sino de 0/12-0,15 ohm. o que habeis sustituido la R7 por la R10 o viceversa.

En cualquier caso, para aumentar el valor máximo de corriente entregada en salida, podeis actuar sobre la resistencia R10 disminuyendo ligeramente su valor, colocándole en paralelo una resistencia de 1.000-1.500 ohm.

Si en cambio, aún superando los 20 amp. de consumo, el limitador no actúa, podeis disminuir el valor de R-7, aplicándole en paralelo una resistencia de 1.000-1500 ohm.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

FADDER para Emisora FM

Un circuito electrónico que hará disfrutar, por sus prestaciones y por su precio, a todos aquellos que por afición o profesión tienen que ver con la mezcla de sonidos en discotecas, salas de grabación o emisoras de radio.

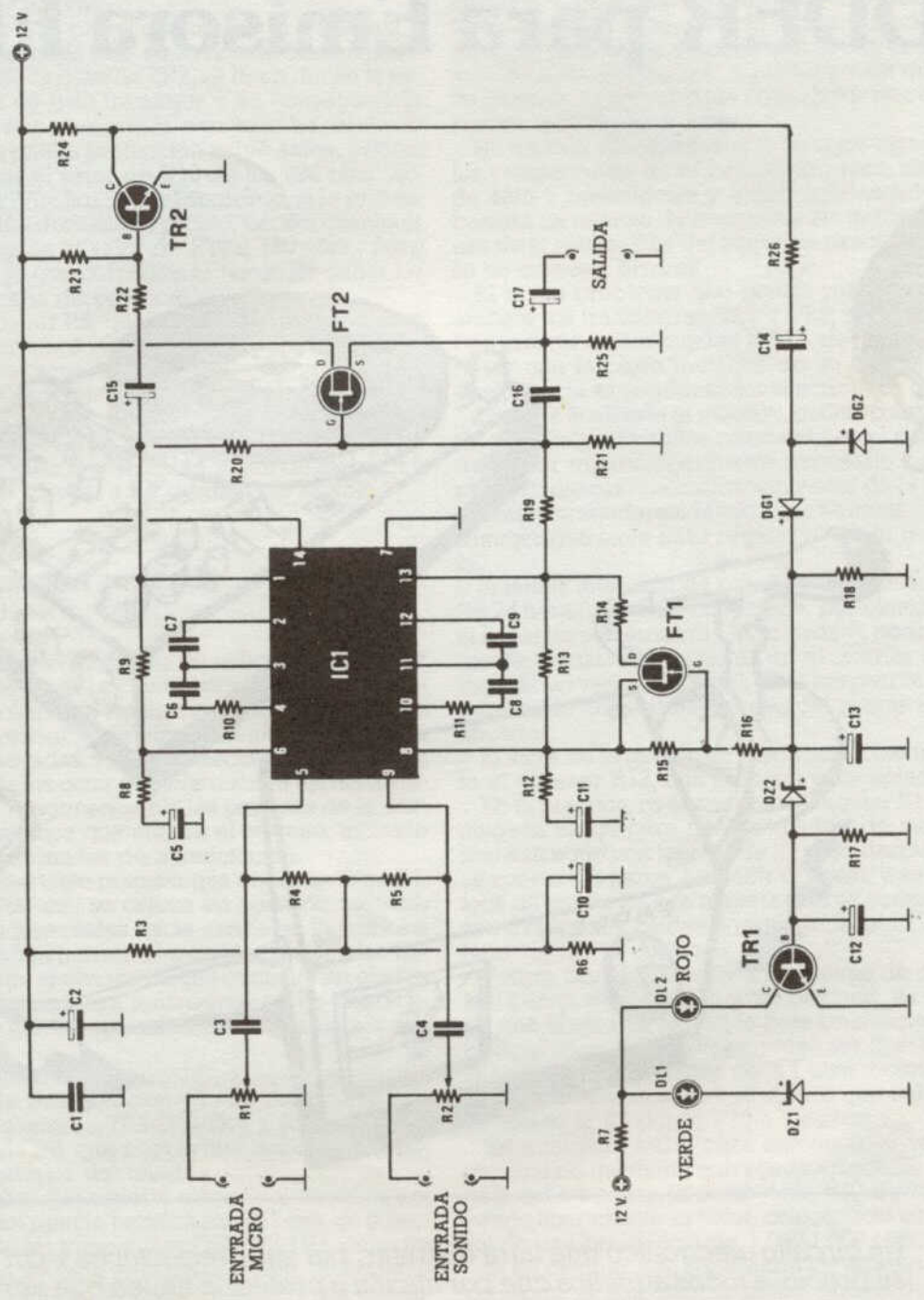


Figura 1
Esquema eléctrico.

LISTA DE COMPONENTES

R1 = 47.000 ohm. trimmer
R2 = 47.000 ohm. trimmer
R3 = 3.300 ohm. ¼ Wat.
R4 = 100.000 ohm. ¼ Wat.
R5 = 100.000 ohm. ¼ Wat.
R6 = 3.300 ohm. ¼ Wat.
R7 = 820 ohm. ¼ Wat.
R8 = 1.000 ohm. ¼ Wat.
R9 = 150.000 ohm. ¼ Wat.
R10 = 120 ohm. ¼ Wat.
R11 = 120 ohm. ¼ Wat.
R12 = 12.000 ohm. ¼ Wat.
R13 = 150.000 ohm. ¼ Wat.
R14 = 1.500 ohm. ¼ Wat.
R15 = 470.000 ohm. ¼ Wat.
R16 = 100.000 ohm. ¼ Wat.
R17 = 4.700 ohm. ¼ Wat.
R18 = 33.000 ohm. ¼ Wat.
R19 = 47.000 ohm. ¼ Wat.
R20 = 47.000 ohm. ¼ Wat.
R21 = 82.000 ohm. ¼ Wat.
R22 = 3.900 ohm. ¼ Wat.
R23 = 560.000 ohm. ¼ Wat.
R24 = 3.300 ohm. ¼ Wat.
R25 = 2.200 ohm. ¼ Wat.
R26 = 1.000 ohm. ¼ Wat.
C1 = 100.000 pF poliéster
C2 = 100 mF electrolítico 16 volt.
C3 = 220.000 pF poliéster
C4 = 220.000 pF poliéster
C5 = 10 mF electrolítico 16 volt.
C6 = 10.000 pF disco
C7 = 47 pF dico
C8 = 10.000 pF disco
C9 = 47 pF disco
C10 = 47 mF electrolítico 16 volt.
C11 = 10 mF electrolítico 16 volt.
C12 = 10 mF electrolítico 16 volt.
C13 = 47 mF electrolítico 16 volt.
C14 = 1 mF electrolítico 16 volt.
C15 = 1 mF electrolítico 16 volt.
C16 = 33 pF disco
C17 = 10 mF electrolítico 16 volt.

DG1 = diodo de germanio AA119
DG2 = diodo de germanio AA119

DZ1 = diodo zener 3,3 volt. ½ Wat.
DZ2 = diodo zener 3,3 volt. ½ Wat.

DL1 = diodo led verde
DL2 = diodo led rojo

TR1 = transistor NPN tipo BC208
TR2 = transistor NPN tipo BC208
FT1 = fet tipo 2N3819
FT2 = fet tipo 2N3819

IC1 = integrado tipo SN76131

Si la palabra «fadder» no os dice absolutamente nada porque nadie os ha explicado en qué consiste, cuando hayáis leído este artículo y hayáis comprendido su funcionamiento os daréis cuenta de lo útil que puede resultar siempre que haya que mezclar sonidos.

Por ejemplo, habréis notado que, durante las transmisiones de radio, cuando el locutor interviene para dedicar una canción el volumen de la música disminuye, quedando como fondo. Pues bien, para obtener este efecto, el técnico de sonido tiene que bajar manualmente el nivel sonoro del disco y aumentar simultáneamente el del micrófono. Finalizada la intervención del locutor, debe realizar la operación inversa, es decir, disminuir el nivel sonoro del micrófono y aumentar simultáneamente el del plato.

Es obvio que tal operación no es siempre fácil de realizar manualmente; si no se es un experto «mezclador», se puede girar inadvertidamente el potenciómetro del volumen en sentido contrario, u olvidarse de elevar el nivel del micrófono cuando es necesario. Tampoco resulta fácil restablecer el nivel sonoro del plato, llevándolo a un valor óptimo para una agradable escucha.

Tal problema no es privativo de las emisoras de radio, sino que se presenta también a los disc-jockey de las discotecas, que deben manipular los potenciómetros de volumen a la hora de cambiar de disco.

También para una orquesta puede resultar necesario atenuar el sonido de los demás instrumentos cuando actúa el «solista», o en el caso de un conjunto, cuando actúa el cantante. Pues bien esta operación de elevar el volumen del micrófono y atenuar simultáneamente el nivel de la música de modo que quede como fondo, se obtiene automáticamente, sin tener que manejar ningún potenciómetro, empleando un «fadder». Dicho circuito es capaz también de efectuar la operación inversa, es decir, volver a llevar la música a su nivel anterior apenas finalice la intervención del locutor.

Alguien habrá que nos diga que hace tiempo que resolvió este problema con un circuito de «relé microfónico»; pero comparar un relé microfónico con un fadder es como comparar un vaso de agua teñida de rojo con un vaso de buen «Rioja». La diferencia existe y es evidente: en primer lugar, porque el fadder es completamente electrónico, es decir, no existen partes mecánicas en movimiento (como los contactos de un relé) que puedan dar lugar, durante la mezcla, a perturbaciones de naturaleza eléctrica; en segundo lugar, porque con un relé microfónico el paso de sonido a palabra, y viceversa, se verifica bruscamente por conmutación, introduciendo con la conexión y desconexión esos molestos «toc», debidos a los contactos que se abren y se cierran.

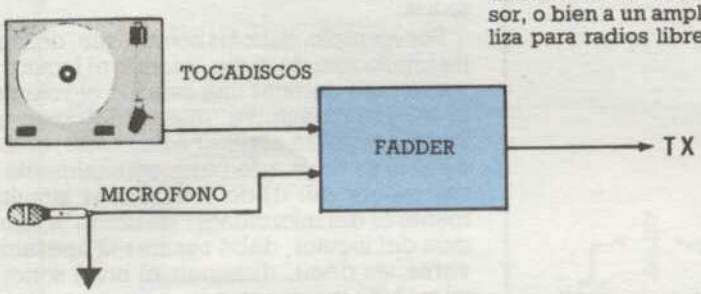
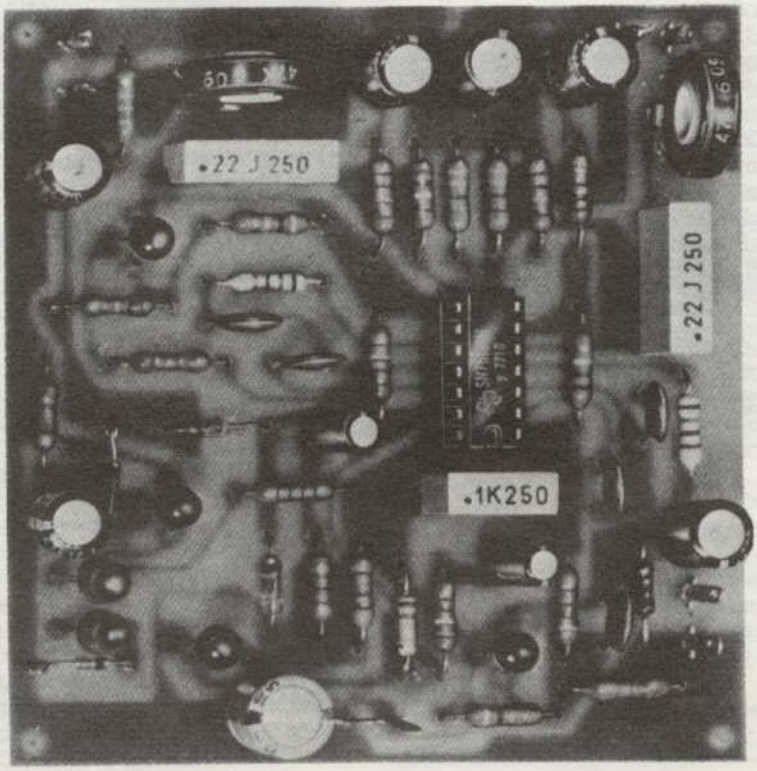


Figura 2
Si tenéis un solo plato, debéis conectarlo directamente a la entrada «fono». La señal disponible en salida se conectará a la toma BF del transmisor, o bien a un amplificador de BF si no se utiliza para radios libres.

En cambio, como ya hemos mencionado, el fadder presenta la gran ventaja (aún atenuando inmediatamente la señal musical apenas se habla al micrófono, dejándola como fondo) de llevar de nuevo la música al nivel inicial, gradualmente y automáticamente, apenas el micrófono deja de captar sonidos. Así, pues, el fadder os evitará tener que realizar operaciones manuales, siempre difíciles de efectuar de modo correcto, sobre todo cuando se está mentalmente ocupado en recordar «el discurso» o «la dedicatoria» que se quiere hacer; es decir,



os evitará manejar ese dichoso potenciómetro demasiado bruscamente o en sentido contrario al requerido, con resultados fácilmente previsibles, especialmente si sois locutores de una «emisora libre».

Con el fadder, cada vez que hable el locutor sentiremos que la música se aparta suavemente, como una persona educada que no quiere interferir las conversaciones ajenas, para volver gradualmente a su sitio, apenas se retire el locutor.

Todo ello ocurre automáticamente, sin tener que accionar ningún interruptor o mando y, sobre todo, sin la preocupación de equivocarse en los niveles de mezcla, porque a todo ello proveerá nuestro circuito.

Llegados a este punto, habréis comprendido las múltiples aplicaciones de un fadder y sobre todo que, aunque no seáis disjockeys ni locutores, sino simplemente aficionados a la grabación de cintas o a grabar la banda sonora de vuestras películas de «super-8», este circuito os permitirá obtener resultados difícilmente alcanzables con métodos «manuales».

Esquema eléctrico

Antes de pasar a la descripción del esquema eléctrico del fadder, queremos enumeraros las características técnicas del diseño, de modo que podáis tener una visión inmediata de sus excepcionales prestaciones y de sus múltiples posibilidades de uso.

Tensión de alimentación 12 volt.
Consumo total 20 mA

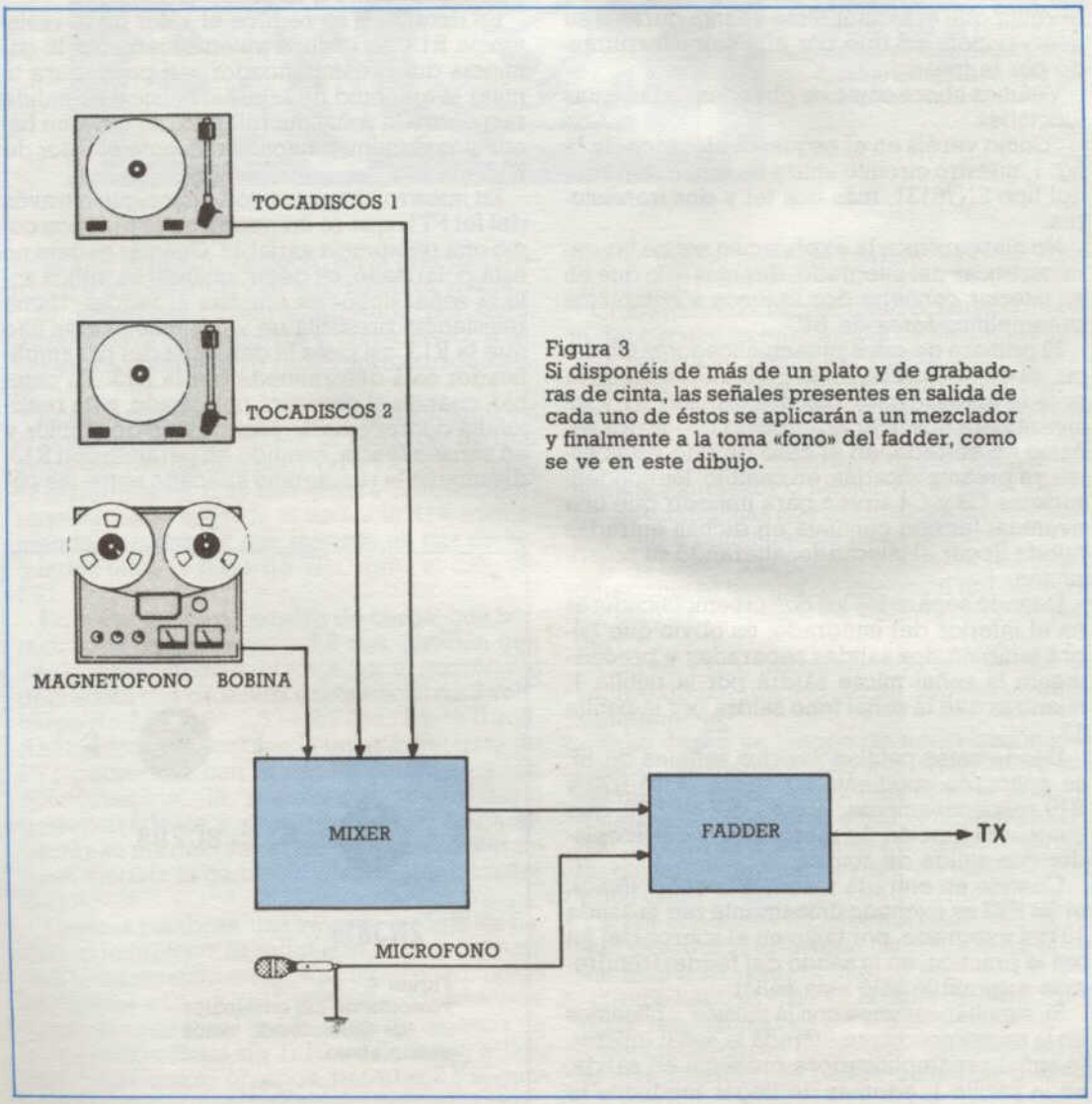


Figura 3
Si disponéis de más de un plato y de grabadoras de cinta, las señales presentes en salida de cada uno de éstos se aplicarán a un mezclador y finalmente a la toma «fono» del fadder, como se ve en este dibujo.

Respuesta en frecuencia paso micro 20-40.000 Hz.
Respuesta en frecuencia paso fono 10-100.000 Hz.
Max. señal entrada micro 50 milivolt p.p.
Max. señal entrada fono 200 milivolt p.p.
Max. señal en salida 1-2 volt. p.p.
Relación atenuación fono 10
Max. señal fono en salida 1 volt. p.p.
Max. señal micro en salida 2 volt. p.p.
Tiempo de intervención fadder 0,1 segundos.
Tiempo de retorno fono 2,5 segundos.
Indicación visual on-off fadder con diodos led.

Como veréis, el tiempo de intervención del fadder en este circuito es bastante rápido (0,1 segundos), por cuanto la música debe atenuarse inmediatamente, apenas el locutor comience a hablar; el tiempo de retorno fono (es decir, de retorno de la música a su nivel normal) es mucho más elevado (2,5 segundos), para permitir que el locutor tome aliento durante su intervencion, sin que por ello sea interrumpido por la música.

Veámos ahora cómo se obtienen todas estas funciones.

Como veréis en el esquema eléctrico de la fig. 1, nuestro circuito utiliza un solo integrado, del tipo SN76131, más dos fet y dos transistores.

No alargaremos la explicación sobre las características del integrado; diremos sólo que en su interior contiene dos óptimos y completos preamplificadores de BF.

El primero de estos preamplificadores (es decir, el de la entrada en la patilla 9) se utilizará para la entrada fono. Los dos trimmer R1 y R2 sirven para dosificar la amplitud de las dos señales en entrada, en el caso de que éstas estén ya preamplificadas; en cambio, los condensadores C3 y C4 sirven para impedir que una eventual tensión contínua en dichas entradas pueda llegar al integrado, alterando su polarización.

Estando separados los dos preamplificadores en el interior del integrado, es obvio que habrá también dos salidas separadas y precisamente la señal **micro** saldrá por la patilla 1, mientras que la señal **fono** saldrá por la patilla 13.

Desde estas patillas, las dos señales de BF se aplicarán, mediante las resistencias R20 y R19 respectivamente, el gate del fet FT2, que cumple la función de **mezclador y desacoplador** con salida de source.

Cuando en entrada tenemos la señal «fono», el fet FT2 es excitado únicamente por la salida 13 del integrado, por tanto en el source del fet (en la práctica, en la salida del fadder) tendremos disponible sólo esta señal.

Si, simultáneamente con la música, aplicamos en la correspondiente entrada la señal «micro», la señal preamplificadora presente en salida, en la patilla 1, además de llegar mediante la resistencia R20 al gate de FT2, llegará también, mediante el condensador electrolítico C15 (de 1 mF) y la resistencia R22, a la base del transistor TR2, que la amplificará posteriormente.

La señal disponible en el colector de TR2 será rectificada por los dos diodos de germanio DG1 y DG2 y sucesivamente nivelada por el condensador electrolítico C3 (de 47 mF), de manera que se obtenga una tensión continua que se utilizará para dos objetivos distintos:

1) Para polarizar la base de TR1 de modo que, al conducir, haga encenderse el diodo led rojo DL2 y apagarse simultáneamente el diodo led verde DL1, avisando así de que el fadder está funcionando.

2) Para polarizar, a través de la resistencia R16, el gate del fet FT1, que está prácticamente conectado en paralelo con la resistencia R13 (es decir, la resistencia que determina con su valor óhmico la ganancia del preamplificador correspondiente a la señal «fono»).

En detalle, si se reduce el valor de la resistencia R13, se reduce automáticamente la ganancia del preamplificador; así pues, para limitar la amplitud de la señal musical en salida respecto a la señal microfónica, no hay que hacer sino disminuir automáticamente el valor de R13.

En nuestro circuito, esto se consigue a través del fet FT1, que se comporta en la práctica como una resistencia variable. Cuando su gate no está polarizado, es decir, cuando se aplica sólo la señal «fono» en entrada al fadder, dicha resistencia presenta un valor mucho más alto que la R13, así pues la ganancia del preamplificador está determinada por la R13. En cambio, cuando el gate está polarizado, esta resistencia decrece hasta pocos miles de ohmios y en consecuencia, estando en paralelo con R13, disminuye la resistencia aplicada entre las pa-

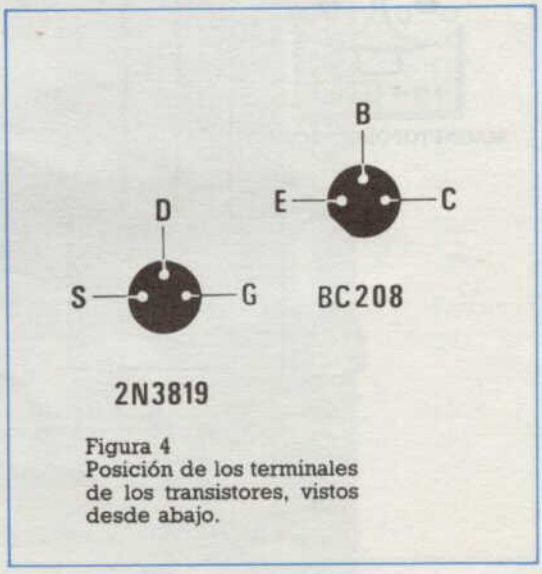


Figura 4
Posición de los terminales de los transistores, vistos desde abajo.

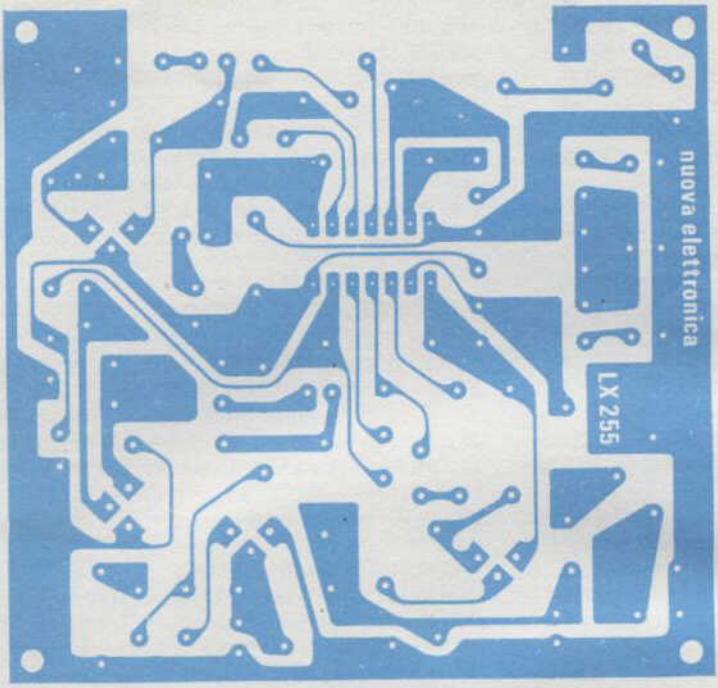


Figura 5
Circuito impreso a tamaño natural, que os proporcionamos ya taladrado y con diseño serigráfico de los componentes.

tillas 13 y 8 de IC1; es decir, en la práctica disminuye la ganancia del amplificador «fono».

En salida del fadder tendremos, por tanto, disponible la señal «micro» y, como fondo, la señal «fono» atenuada 10 veces aproximadamente.

Apenas se termina de hablar al micrófono, en el colector de TR2 faltará la señal de BF que antes era rectificada por DG1 y DG2, por tanto el condensador C13 comenzará a descargarse lentamente sobre la resistencia R18, manteniendo polarizados aún durante un par de segundos tanto la base de TR1 como el gate de FT1.

En la práctica esta tensión de carga, que normalmente se aproxima a 3,3 volt. (tensión que se alcanza cuando hablamos por el micrófono) decrecerá con cadencia exponencial de 3 volt., luego de 2,8 - 2,6 - 2,5 — 2,2 etc., hasta 0 volt. Análogamente, también la tensión del gate de FT1 decrecerá con la misma cadencia y, en consecuencia, la resistencia source-drain aumentará lenta y progresivamente hasta alcanzar su máximo valor, haciendo aumentar en igual medida la ganancia del preamplificador «fono».

En otras palabras, una vez que se deje de hablar al micrófono, la señal «fono» no se presentará bruscamente en toda su intensidad, como sucedería con un relé microfónico, sino que aumentará de nivel gradualmente; es decir, la atenuación pasará de 1/10 a 1/9, luego a 1/8, etc., hasta que se obtenga, pasados 2,5 segundos, el mismo nivel de partida, es decir, atenuación 0.

Como habréis comprendido el funcionamiento del circuito es muy simple e igualmente sencilla resulta su utilización práctica.

Si alguno no está satisfecho con los tiempos de conexión y de desconexión que se obtienen con los valores de resistencia y de capacidad aconsejados por nosotros, y desea obtener una atenuación mayor o menor de la señal de fono, no tendrá más que efectuar las modificaciones que a continuación os explicamos.

1. La resistencia R26 (de 1.000 ohm.) es la que determina el tiempo de conexión del micrófono, esto es, el tiempo de intervención del fadder.

Con el valor, recomendado se obtiene un tiempo de interención de 0,1 segundos, aproximadamente.

Si se desea un tiempo de intervención más rápido, por ejemplo, 0,05 segundos, habrá que disminuir experimentalmente el valor de la resistencia mencionada, a 820 ohm., o incluso a 680 ohm.; si se desease una conexión más lenta, bastará aumentar el valor de R26 a 1.200 ó 1.500 ohm.

2. El condensador electrolítico C13, de 47 mF, determina el tiempo de retorno de la señal fono a su nivel normal.

Como habréis visto en la tabla de características, este tiempo es de 2,5 segundos.

Sin embargo, es obvio que, actuando en este condensador, se puede aumentar o dismi-

nuir. De cualquier modo, no es aconsejable reducir demasiado este tiempo, porque hablando al micrófono se hacen pausas entre palabra y palabra; si el condensador se descarga demasiado deprisa, durante estas pausas la música volverá rápidamente al máximo nivel, para atenuarse de nuevo velozmente cuando se reemprenda el discurso interrumpido.

Hemos mencionado los componentes afectados en el caso de que se deseen modificar los tiempos de intervención y de retorno, por cuanto es muy probable que las excesivas tolerancias de los condensadores electrolíticos impidan al lector obtener los tiempos de desconexión aquí prometidos.

Efectivamente, un condensador electrolítico de 47 mF puede resultar en la práctica de 30 mF o de 80 mF y es obvio que con tales valores de capacidad no se pueden obtener nunca un tiempo de desconexión de 2,5 segundos, sino que podrán conseguirse 1,5 o bien 4 segundos.

Si os ocurriese algo parecido, no debéis pensar que los tiempos que indicamos están calculados a la ligera, sino que es necesario el condensador C13 que aún llevando impreso «47 mF», presenta en realidad una capacidad distinta.

3. La resistencia R14, de 1.500 ohm., que se encuentra aplicada en serie con el drain de fet, es la que determina el porcentaje de atenuación de la señal «fono» respecto a la señal «micro».

Si la relación 1/10 obtenida con 1.500 ohm., no os satisface y queréis obtener una mayor atenuación de la señal «fono», deberéis disminuir este valor hasta 1.200 o incluso 1.000 ohm.

Por el contrario,, si la relación de atenuación os parece exagerada y queréis que el volumen de la señal «fono» resulte más elevado durante la conversación, deberéis aumentar el valor de dicha resistencia hasta 1.800 o incluso 2.200 ohm.

De otro lado, debemos recordar que, para evitar zumbidos de alterna, todo el circuito deberá introducirse en el interior de una caja metálica, mientras que el alimentador se colocará preferentemente en el exterior.

En este momento, algún lector podría preguntarse dónde y cómo se inserta el fadder; es decir, si las señales de entrada pueden tomarse directamente de un micrófono o de la aguja de un plato, o bien es necesario interponer un preamplificador de BF con los correspondientes controles de tono.

A tal pregunta contestaremos que dada la falta de sensibilidad de entrada de nuestro circuito, el micrófono se puede conectar sin más, directamente a los terminales de entrada «micro»; por lo que respecta a la señal disponible en la aguja de un tocadiscos, o en la cabeza magnética de una grabadora, es sabido que necesita de una red de ecualización que no es posible inserir en el fadder, por tanto, expondremos dos tipos de utilización igualmente interesantes:

1. Aplicar directamente el micrófono en la primera entrada del fadder y en la segunda entrada, la señal musical tomada de cualquier preamplificador dotado de ecualización para la aguja del tocadiscos.

2. Si se dispone de un mezclador con 3 ó 4 canales, adecuados para mezclar las señales de uno o más platos, conectar la salida de éste a la entrada «fono» del fadder y utilizar la toma «micro» sólo para el micrófono.

Realización práctica

Una vez se disponga del circuito impreso LX 255, a tamaño natural en la fig. 5, podremos abordar el montaje de todos los componentes; el esquema práctico de la fig. 6 y el diseño serigrafiado reproducido en la fibra de vidrio os facilitarán la labor, ya que indican la exacta posición en que deben insertarse los integrados, transistores, etc.

En primer lugar soldaréis el zócalo del integrado SN76131, después todas las resistencias, los diodos, los transistores, los fet y por último los condensadores, respetando la polaridad de los electrolíticos. El montaje no presenta dificultad alguna.

Finalizadas todas las soldaduras, aplicaréis el integrado en el zócalo y finalmente soldaréis en los terminales del circuito impreso «ENT.SONIDO» y «ENT.MICRO» un cable apantallado (con la malla metálica soldada a masa, naturalmente) que sucesivamente conectaréis a los dos terminales de entrada situados en el panel frontal de la caja.

También para tomar la señal de salida del fadder es necesario un cable apantallado, ya que utilizando hilo de cobre, éste último podría captar zumbidos que encontraréis amplificados en salida.

El diodo led rojo, que sirve para indicar que el fadder entra en acción, y el diodo led verde, que indica cuándo está fuera de uso, se colocarán en el panel frontal fijándolos con los adecuados «clips» de plástico.

Finalizado el montaje, podéis alimentar el circuito con una tensión estabilizada de 12 volt., e iniciar la comprobación.

Para ello, aplicaréis en la entrada «fono» la señal procedente de un tocadiscos, hecho lo cual debéis regular el trimmer R2 de modo que no se sature el integrado SN76131. Para ello, giraréis primero este trimmer al mínimo; luego, lentamente en sentido contrario hasta obtener en salida la máxima señal sin distorsionar. Si disponéis de un osciloscopio para aplicarlo en la salida del fadder, la operación descrita se facilita notablemente, ya que se verá inmediatamente cuándo la onda sinusoidal tiende a convertirse en cuadrada, por el corte de los extremos.

En la entrada «micro» aplicaréis el micrófono, regulando la sensibilidad mediante el trimmer R1.

En este momento, para comprobar el funcionamiento del fadder, podéis tomar la señal de salida y aplicarla a la entrada de un amplificador.

Será aconsejable realizar una escucha con auriculares, ya que por altavoz podría resultar un efecto «Laarsen», es decir, una reacción entre la señal emitida por el altavoz y el micrófono, que puede producir en salida un fuerte silbido.

Hablando al micrófono, veréis enseguida que se apaga el diodo led verde y se enciende el rojo; simultáneamente, podréis notar en los auriculares cómo se atenúa la señal fono, superada por la señal de micro.

Notaréis también, una vez finalizada la charla, cómo la señal fono comienza a aumentar lentamente de intensidad, hasta alcanzar su nivel normal.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.º en pág. 76)

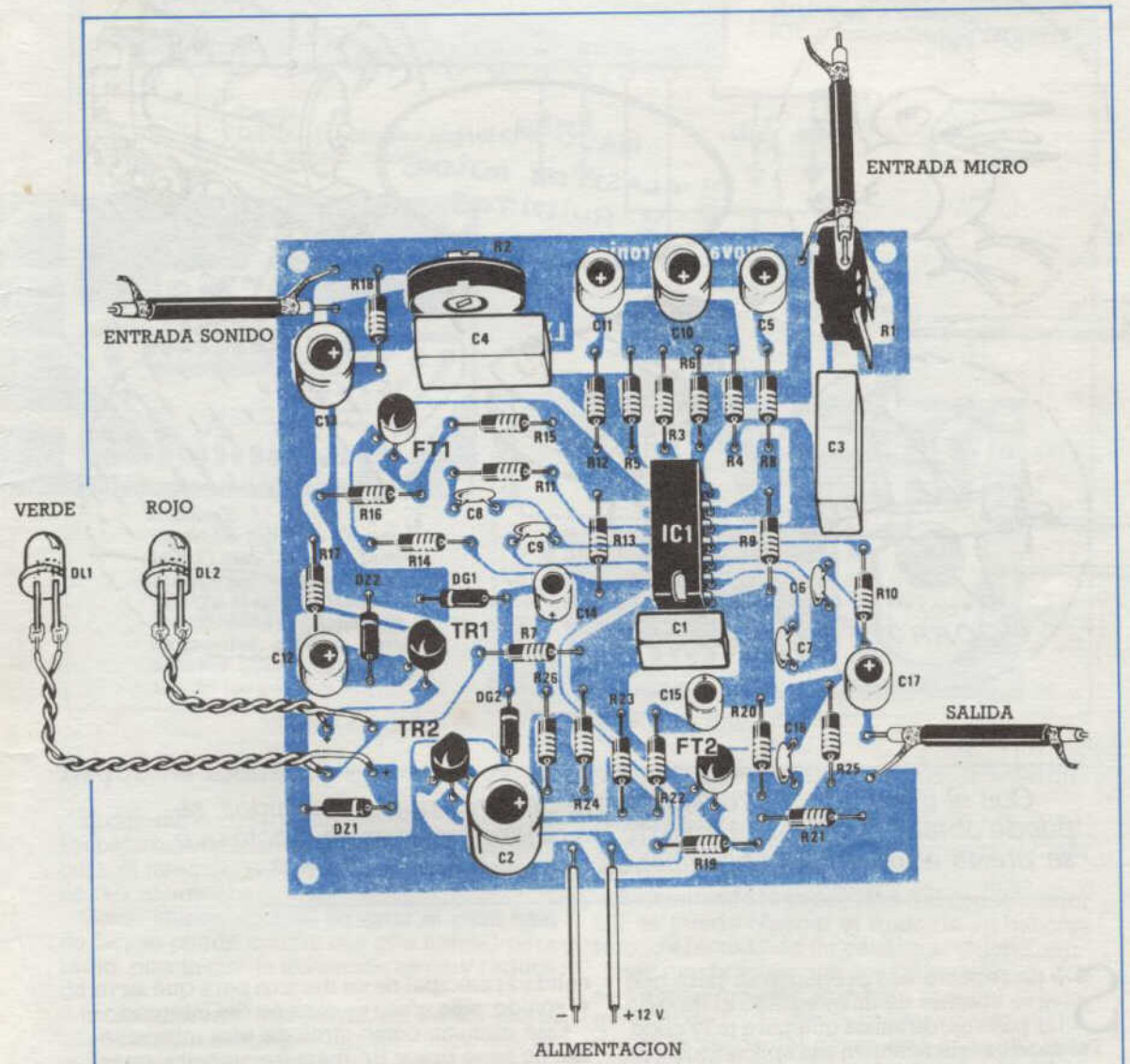


Figura 6
Esquema práctico de montaje del fadder. Para las conexiones con las tomas «fono», «micro», «salida», utilizar cable apantallado para evitar el zumbido de alterna.

Integrado polivalente

Con el integrado SN.76477, a parte de otros ruidos y sonidos, se puede obtener también el trino de los pájaros; este es un efecto que se presta a divertidas aplicaciones.

SI de repente nos preguntaran para qué sirve obtener de un integrado el trino de los pájaros, diríamos que para muy poco.

Pensando seriamente en sus aplicaciones, se descubre que este sonido no es tan inútil y se puede emplear en muchas cosas, por ejemplo en el teatro, en un ambiente campestre, en un vídeo-juego, en una emisora de radio.

Podría servir también a un fotógrafo, para decir «mira que sale un pajarito», pero nuestra finalidad principal no es deciros para qué sirve el sonido, sino cómo se obtiene del integrado.

Este circuito, como otros de esta misma serie, no tiene pasos de «baja frecuencia», puesto que hemos pensado que si alguien quiere probar todos los circuitos, es inútil que compre los componentes para tantos amplificadores es mejor utilizar para esto la toma «fono» de la radio, o realizar un único amplificador de bajo costo, para todos los circuitos.

Figura 1
Esquema eléctrico.

COMPONENTES

R1 = 1 megaohm trimmer
R2 = 330.000 ohm 1/4 watt
R3 = 150.000 ohm 1/4 watt
R4 = 150.000 ohm 1/4 watt
R5 = 47.000 ohm 1/4 watt
R6 = 3.900 ohm 1/4 watt
R7 = 100.000 ohm 1/4 watt
C1 = 470.00 pF poliéster
C2 = 1.000 pF poliéster
C3 = 10 mF elect. 25-50 V
C4 = 470 mF elect. 25 VC5 = 100.000 pF a disco
IC1 = integrado tipo SN.76477

Figura
Dibujo del circuito impreso a tamaño natural.

Figura 3
Esquema práctico de montaje. El trimmer R1, se regula lentamente, hasta que se obtiene el sonido deseado. Modificando el valor de C2, se pueden obtener otros sonidos diferentes del trinar de los pájaros.

Esquema eléctrico

El circuito necesario para obtener el trino de los pájaros, como se ve en la fig. 1 es muy sencillo, el integrado SN.76477 y algunos componentes exteriores.

Como alimentador, al no estar el paso final de BF, se puede utilizar una pila normal para radio, puesto que la absorción es muy reducida.

En lo referente a la utilización de los pasos interiores del integrado, hay que decir que se utilizan exclusivamente el SLF y el VCO.

El SLF se hace oscilar en una frecuencia de unos 1 — 10 Hz. y modula con la propia salida de onda triangular el VCO que pasa en frecuencia de un máximo a un mínimo.

Estas «pasadas» salen por el altavoz con intervalos, cuyas pausas corresponden a la duración de la semionda negativa de la señal que genera el SLF.

Girando de un extremo a otro el trimer R1, se puede dar más velocidad o menos al trinar del pájaro.

Aumentando la capacidad del condensador C2, se puede obtener el ruido de un helicóptero, o el sonido de un caballo al galope, etc.

Hay que precisar que con las conexiones que se adoptan en este esquema la señal del generador de ruido queda prácticamente excluida, en la salida del mixer está únicamente la señal del SLF (porque los terminales 25-27 están sin conectar, por lo tanto en condición lógica 0; en cambio, el terminal 26 está conectado al + 5, por lo tanto en condición lógica 1) y el devanado que se utiliza es el «VCO de ciclos alternos» (porque los terminales de control 1-28 están ambos en condición lógica 1).

Realización práctica

Para la realización práctica, se utiliza el circuito impreso LX452, a tamaño natural en la fig. 2.

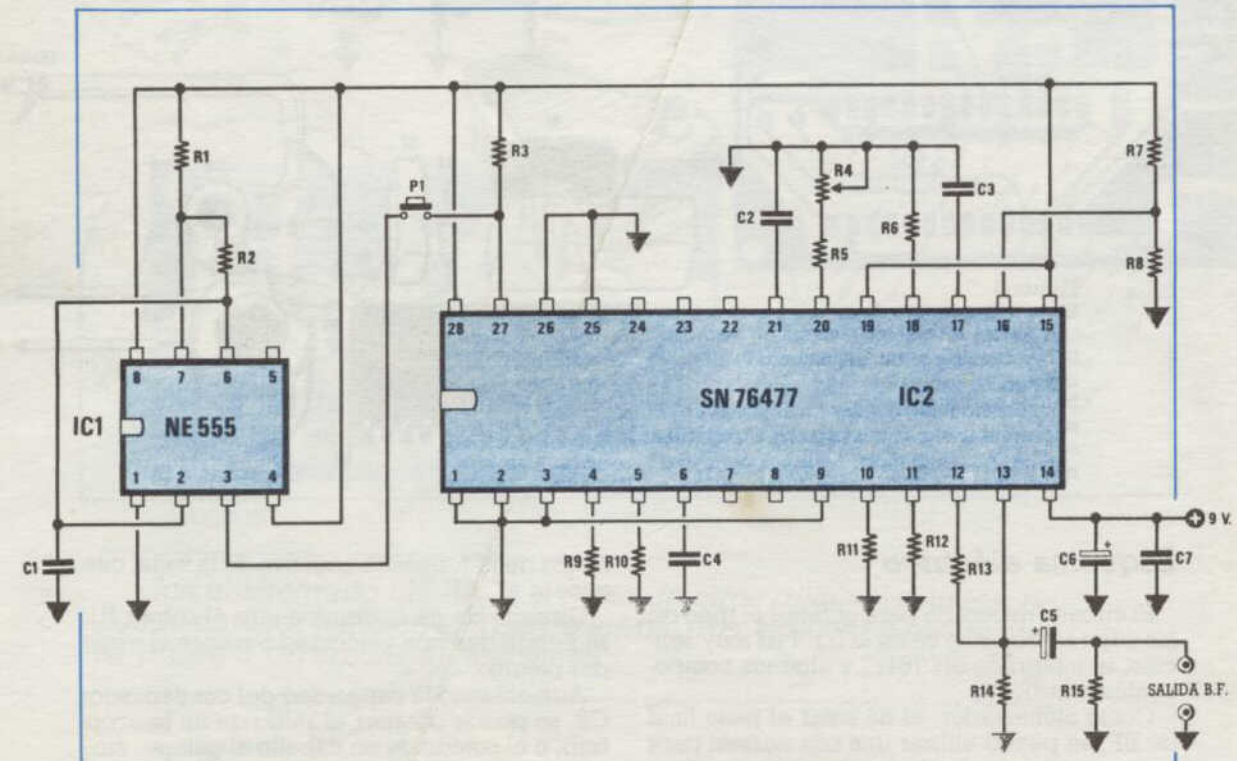
En este circuito se montan ante todo el zócalo para el integrado y todas las resistencias y condensadores, teniendo cuidado con los electrolíticos para que el terminal positivo quede colocado correctamente.

Una vez terminado el conjunto, se puede incluir el integrado en el zócalo, con la muesca de referencia orientada como se indica en el esquema práctico después se puede conectar la salida de BF, con un cable apantallado, a la entrada del amplificador LX310, o bien a una toma auxiliar de un amplificador cualquiera o a la toma «fono» de una radio.

Ahora se conecta en los dos terminales de alimentación + — respectivamente, el polo positivo y negativo de una pila de 9 volt. y girando el trimmer R1 de un extremo a otro, oiréis enseguida por el altavoz el trinar de los pájaros, cuando la resistencia R1 tiene un valor bajo, o el ruido de un avión a reacción si la resistencia R1 tiene un valor elevado.

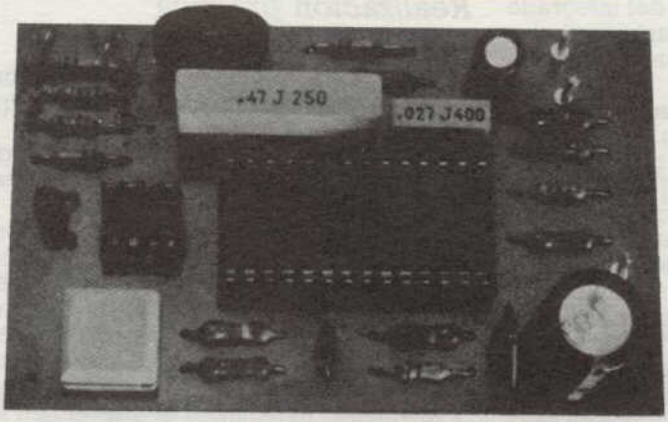
Una vez obtenido esto, se pueden hacer experimentos; por ejemplo, se puede desconectar el condensador C2 y substituirlo por un electrolítico de 10 mF para conseguir inmediatamente otros tipos de ruidos y sonidos.

Muchos no os gustarán nada pero otros os encantarán, como el ruido del helicóptero, el grito del oso herido o el galope de los caballos.



COMPONENTES

R1 = 10.000 ohm 1/4 watt
R2 = 10.000 ohm 1/4 watt
R3 = 4.700 ohm 1/4 watt
R4 = 1 megaohm trimmer
R5 = 100.000 ohm 1/4 watt
R6 = 47.000 ohm 1/4 watt
R7 = 68.000 ohm 1/4 watt
R8 = 27.000 ohm 1/4 watt
R9 = 39.000 ohm 1/4 watt
R10 = 47.000 ohm 1/4 watt
R11 = 100.000 ohm 1/4 watt
R12 = 150.000 ohm 1/4 watt
R13 = 47.000 ohm 1/4 watt
R14 = 3.900 ohm 1/4 watt
R15 = 100.000 ohm 1/4 watt
C1 = 220 pF a disco
C2 = 470.000 pF poliéster
C3 = 27.000 pF poliéster
C4 = 390 pF a disco
C5 = 10 mF elect. 25 V
C6 = 470 mF elect. 25 V
C7 = 100.000 pF a disco
IC1 = integrado tipo NE.555
IC2 = integrado tipo SN.76477
P1 = botón



Así queda terminado el circuito que es capaz de hacernos oír el bufido de una locomotora a vapor y además su característico silbido.

Con este sencillo circuito se obtiene del integrado SN.76477 el ruido de una locomotora a vapor. Este circuito es idóneo para los amantes de maquetas ferroviarias.

EL aficionado al modelismo de trenes, disfrutará con el sonido de locomotora a vapor y además con sólo apretar un botón conseguirá el clásico silbido.

El esquema eléctrico, como se ve en la fig. 1, además del integrado SN.76477 necesita el uso de un integrado NE.555, que se emplea exclusivamente para conseguir el silbido.

En este circuito se utiliza lo que antes hemos denominado «mixer» (porque el terminal 1 está conectado a masa y por lo tanto en condición lógica 0 en cambio el terminal 28 está conectado al positivo y por lo tanto en condición lógica 1), así que al altavoz llega directamente la señal presente en la salida del mixer.

Esta señal, al estar los terminales 25-26 conectados a masa y el terminal 27 conectado al positivo mediante la resistencia R3, es prácticamente una mezcla de la señal SLF más el ruido, es decir, una especie de «bufido», que corresponde a cada semionda positiva de la señal SLF.

Como ya sabemos, la frecuencia del SLF, se determina por el valor de capacidad que se aplica entre el terminal 21 y la masa (ver C2) y por el valor de la resistencia, que se aplica entre el terminal 20 y la masa (ver R4-R5) por lo tanto accionando en el trimmer R4, se puede aumentar o disminuir la velocidad de esos «bufidos», es decir, la velocidad de la locomotora.

Cuando además del ruido de la locomotora, queremos que se oiga por el altavoz el silbido del tren, hay que apretar el botón P1: en este caso el terminal 27 del integrado IC2 se conmuta rápidamente de masa al positivo y del po-

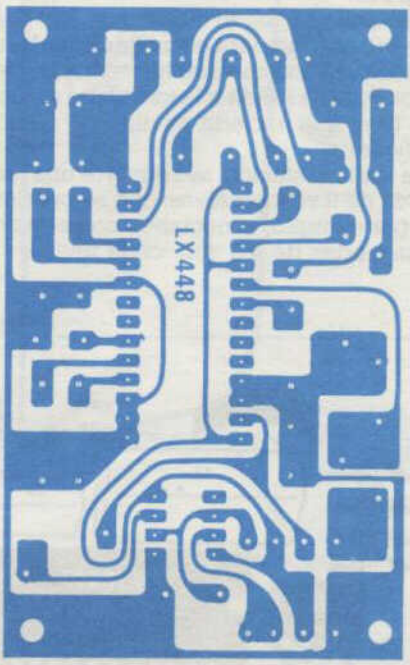


Figura 2
Dibujo a tamaño natural del circuito impreso necesario para la realización.

sitivo a masa, desde la salida 3 del integrado NE.555, que se emplea como simple oscilador de onda cuadrada, con una frecuencia de salida de más de 20.000 Hz.

Esto permite que se obtenga en el altavoz un sonido «multiplexado», porque en el instante en que el terminal 27 se conecta al positivo, en la salida del mixer aparece la señal de SLF — ruido; en el instante siguiente, en cambio, cuando el terminal 27 se conecta a masa, en la salida del mixer aparece únicamente la señal VCO, una señal con una frecuencia de unos 500 Hz., que produce el característico silbido.

En otras palabras, al ser estos cambios de sonidos muy rápidos, el oído los percibe como si fueran simultáneos y da la impresión de escuchar el silbido a la vez que el «bufido» de la locomotora.

En este circuito, la frecuencia del «silbido», se determina por el nivel de la tensión que se aplica en el terminal 16 y por los valores de capacidad y resistencia, que se aplican en los terminales 17 — 18, así que si se quisiera variar esta frecuencia, habría que actuar sobre estos parámetros.

En la práctica, para efectuar esta operación, es aconsejable tocar sólo y exclusivamente el condensador C3, disminuyendo su capacidad si se quiere obtener un silbido más agudo, o aumentándola si se quiere obtener un silbido más grave.

Como notaréis, en el circuito no hay paso final de BF, porque para escuchar por el altavoz el sonido de la locomotora, necesariamente hay que conectar la salida a la toma fono de una radio, o bien a la entrada auxiliar de cualquier amplificador.

Para la alimentación, se requiere una tensión continua de 9 volt. positivos, que se pueden obtener por ejemplo, conectando en serie dos pilas cuadradas de 4,5 volt. cada una.

Realización práctica

Para realizar esta «locomotora electrónica», se necesita el circuito impreso LX448, que se ve a tamaño natural en la fig. 2.

Este circuito es de una cara y con el dibujo serigrafiado, por lo tanto el montaje resulta muy fácil.

Primero se colocan todas las resistencias, controlando atentamente con un tester su valor; después se sueldan los zócalos para los dos integrados, la base para el botón, los condensadores poliéster y a disco y por último los dos electrolíticos, con el terminal positivo colocado como se indica en el dibujo práctico.

Terminado el montaje, se insertan en los zócalos los dos integrados, con la muesca de referencia colocada correctamente después se puede conectar la salida al preamplificador, sirviéndonos de un cable apantallado de BF, cuya malla metálica hay que soldar a masa, por ambas partes.

En seguida que se proporcione la tensión, se oirán por el altavoz unos bufidos como los de las locomotoras a vapor, que podrán ser más o menos seguidos según la posición en que se gire el trimmer R4.

Girando este trimmer, notaréis, al hacerlo de un lado a otro, que se aumenta o disminuye la velocidad del sonido.

Al pulsar el P1, se oye el clásico silbido de la locomotora superpuesto al ruido de la misma.

Si se quiere modificar la frecuencia del silbido para hacerlo más grave o más agudo, ya hemos dicho cómo se hace, pero es suficiente con sustituir el condensador C3, por uno de capacidad diferente.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

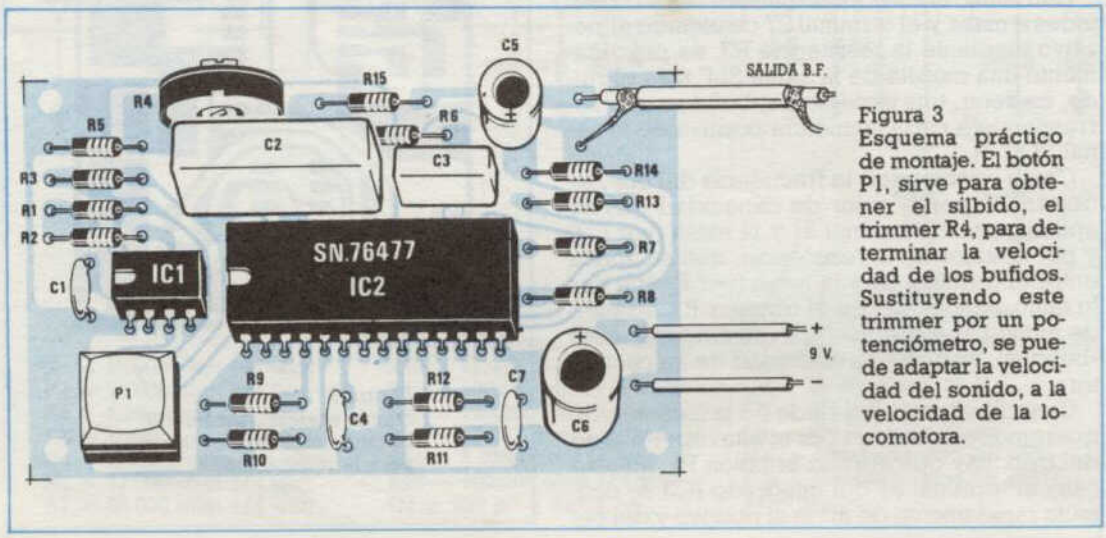
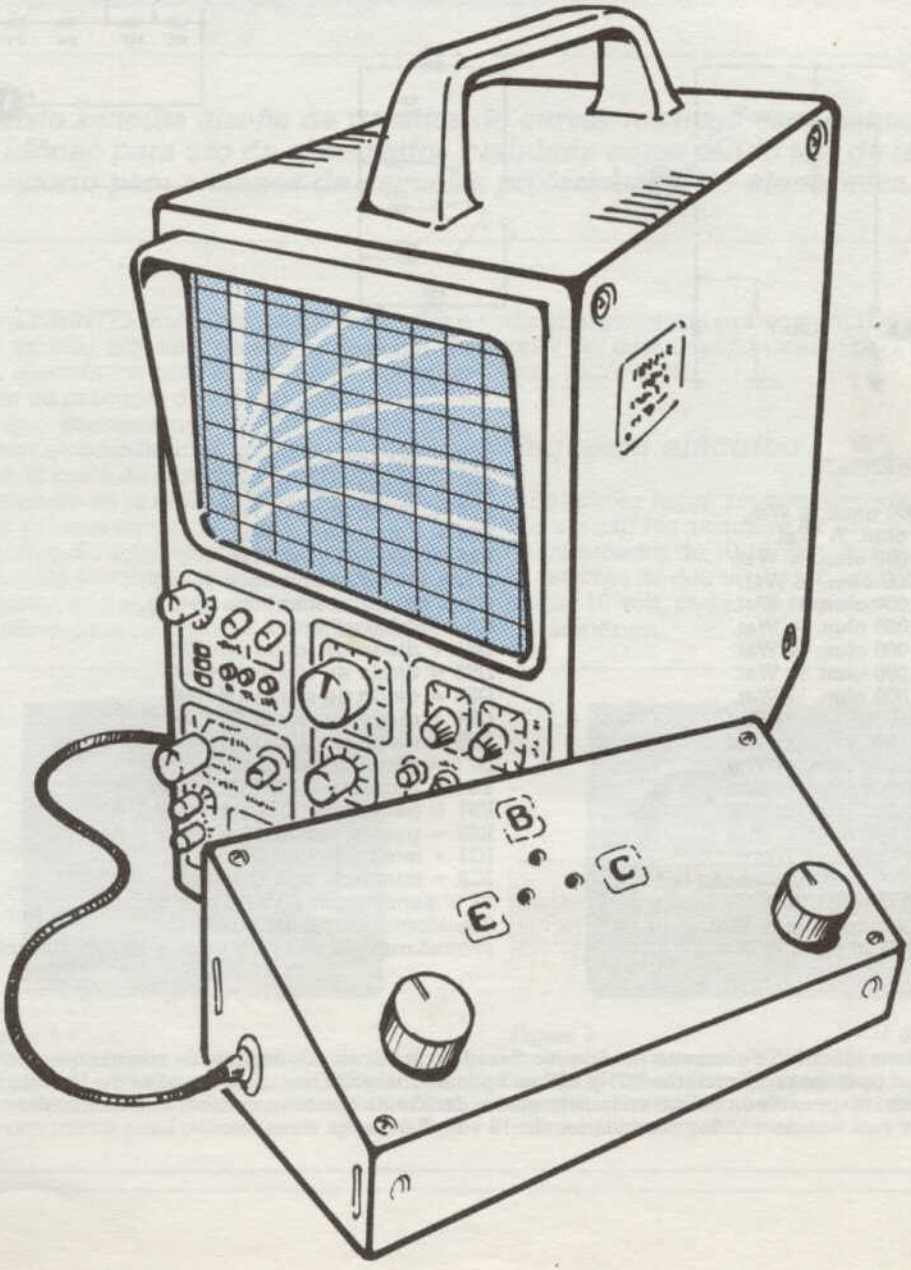
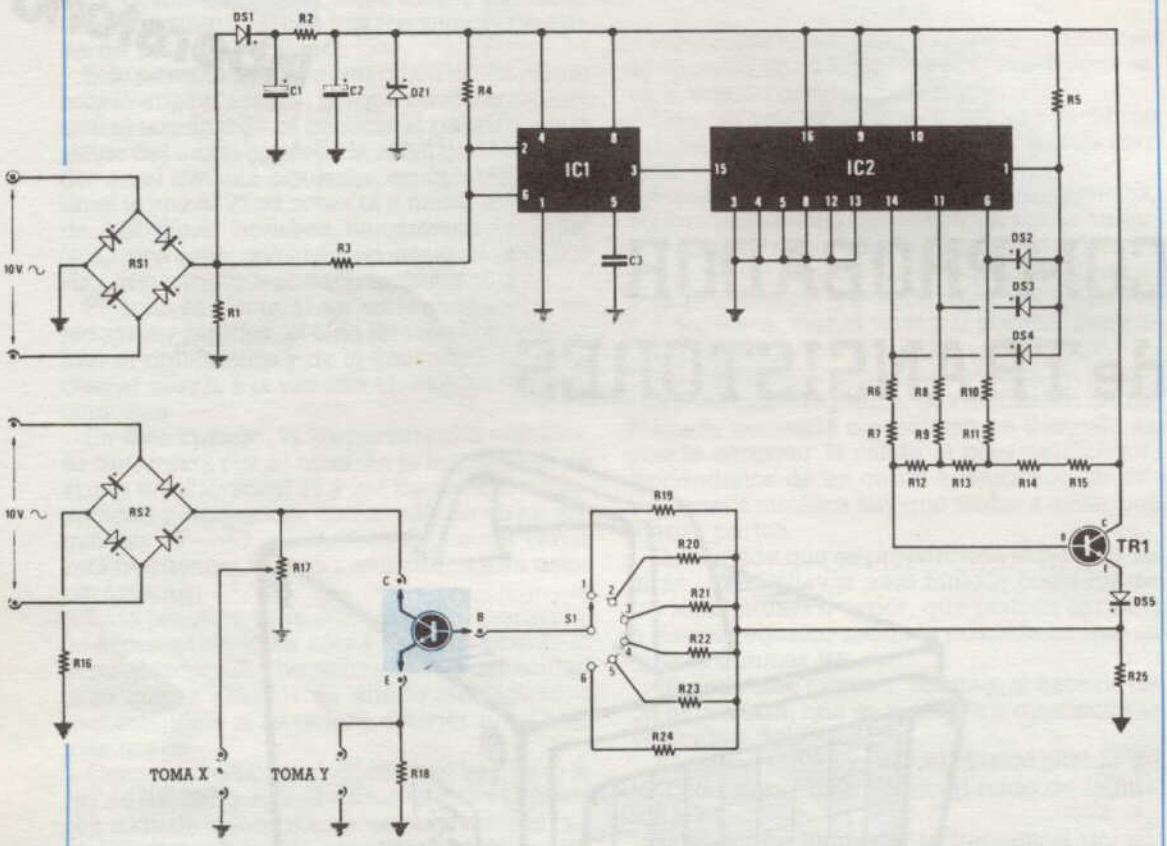


Figura 3
Esquema práctico de montaje. El botón P1, sirve para obtener el silbido, el trimmer R4, para determinar la velocidad de los bufidos. Sustituyendo este trimmer por un potenciómetro, se puede adaptar la velocidad del sonido, a la velocidad de la locomotora.

COMPROBADOR de TRANSISTORES

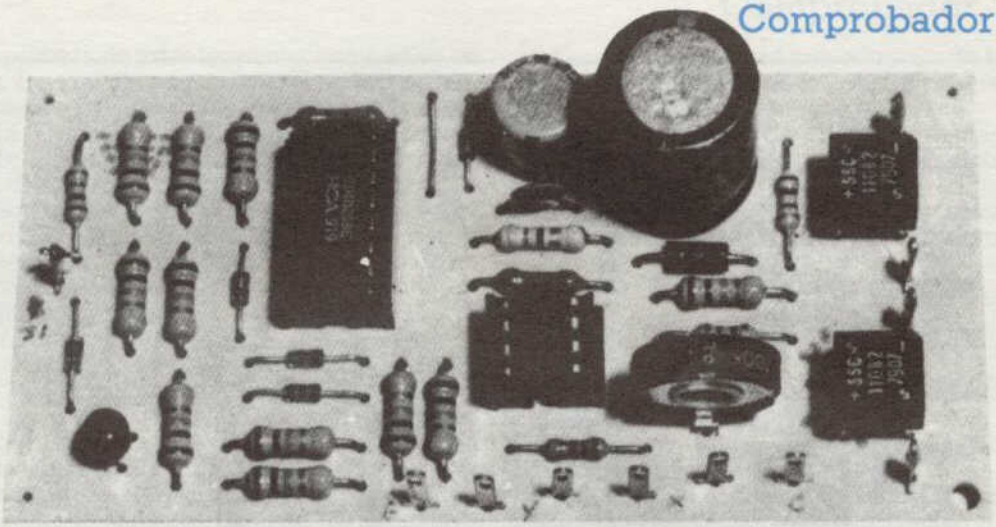




COMPONENTES

R1 = 1.000 ohm. ¼ Wat.
R2 = 47 ohm. ¼ Wat.
R3 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R4 =27.000 ohm. ¼ Wat.
R5 = 47.000 ohm. ¼ Wat.
R6 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R7 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R8 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R9 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R10 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R11 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R12 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R13 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R14 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R15 = 10.000 ohm. ¼ Wat.
R16 = 220 ohm. ¼ Wat.
R17 = 100.000 ohm. trimmer.
R18 = 10 ohm. ¼ Wat.
R19 = 1,2 megaohm ¼ Wat.
R20 = 220.000 ohm. ¼ Wat.
R21 = 120.000 ohm. ¼ Wat.
R22 = 22.000 ohm. ¼ Wat.
R23 = 12.000 ohm. ¼ Wat.
R24 = 2.200 ohm. ¼ Wat.
R25 = 1.000 ohm. ¼ Wat.
C1 = 470 mF electrolítico 25 volt.
C2 = 100 mF electrolítico 25 volt.
C3 = 10.000 pF disco.
DS1 = diodo de silicio 1N4007
DS2 = diodo de silicio 1N4148
DS3 = diodo de silicio 1N4148
DS4 = diodo de silicio 1N4148
DS5 = diodo de silicio 1N4148
DZ1 = diodo zener 12 volt 1 Watt
TR1 = transistor NPN tipo BC209
RS1 = puente rectificador 100 V 1 A
RS2 = puente rectificador 100 V 1 A
IC1 = integrado tipo NE.555
IC2 = integrado tipo CD.4029
S1 = conmutador 2 vías 6 posiciones.
Transformador primario: 220 volt.,
secundarios: 10 volt., 0,5 amp. y 10 volt. 0,5 amp.

Figura 1:
Esquema eléctrico de nuestro económico trazador de curvas. Es importante resaltar que en los dos puentes rectificadores RS1 y RS2 se aplican dos tensiones diferenciadas de 10 votl.; es decir, no penseis en utilizar un transformador de 20 votl. con toma central, sino un transformador con dos devanados secundarios de 10 volt. 0,5-1 amp. cada uno.



Este sencillo diseño de trazador de curvas resultará especialmente idóneo para uso de aficionados y también como válido test de laboratorio para alumnos de escuelas profesionales de electrónica.

RECIENTEMENTE, algunos aficionados e incluso alguna escuela profesional de electrónica que utiliza nuestros esquemas en las prácticas de laboratorio, nos han pedido que presentemos diseños más acordes con sus disponibilidades monetarias. Efectivamente, el coste de algunos diseños aparecidos últimamente en la revista no era accesible para sus presupuestos.

Atendiendo estos requerimientos, presentamos hoy un sencillísimo trazador de curvas que cualquiera que disponga de un osciloscopio podrá utilizar para comprobar las características de un transistor, para comparar dos transistores y ver cual amplifica más, o para probar diodos, zener y fet.

Esquema eléctrico

En primer lugar, precisamos que este trazador de curvas requiere la utilización de un transformador de 10-15 Wat. aproximadamente, provisto de dos secundarios capaces de entregar 10 volt. cada uno con una corriente de 0,5 amperios.

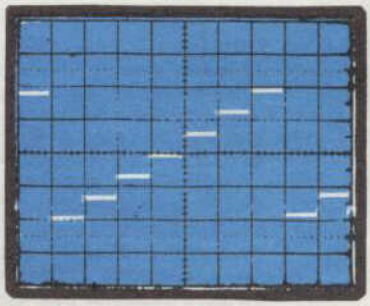


Figura 2
Comprobando con el osciloscopio la señal presente en el emisor de TR1 (entre DS5 y la masa), se verá en la pantalla del osciloscopio una rampa compuesta por 7 pasos, similar a la de la figura.

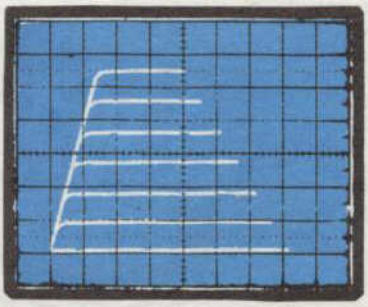


Figura 3
Probando un transistor NPN con el osciloscopio conectado como se indica en la fig. 5, si el transistor es eficiente aparecerán en pantalla curvas características similares a esta foto.

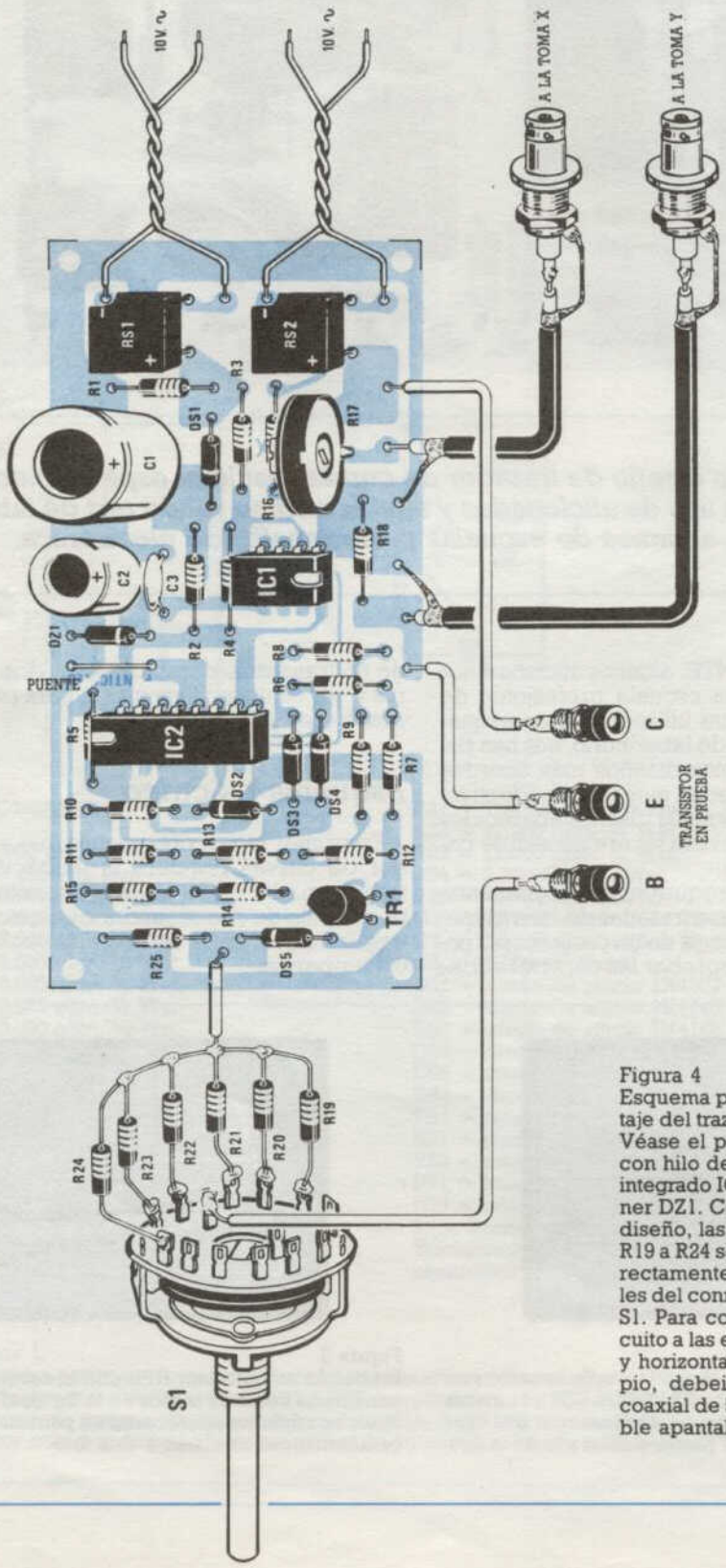


Figura 4
Esquema práctico de montaje del trazador de curvas. Véase el puente a realizar con hilo de cobre entre el integrado IC2 y el diodo zener DZ1. Como se ve en el diseño, las resistencias de R19 a R24 se conectarán directamente en los terminales del conmutador rotativo S1. Para conectar este circuito a las entradas vertical y horizontal del osciloscopio, debeis utilizar cable coaxial de 52 ohm. y no cable apantallado de BF.

La primera de estas tensiones, como se ve en la fig. 1, es rectificada por el puente RS1 de modo que se obtenga en los extremos de la resistencia R1 una tensión pulsante en la frecuencia de 100 Hz., que aprovecharemos para dos usos distintos.

Efectivamente, tomando esta tensión en el diodo DS1, después de haberla filtrado con el condensador electrolítico C1 y estabilizado en 12 volt. con el zener DZ1, la emplearemos como alimentación para los dos integrados y el transistor existente en el circuito.

En cambio, tomándola mediante la resistencia R3 y aplicándola en las entradas (patillas 2-6) de IC1 —un NE555 utilizado en este caso como «trigger de Schmitt»—, éste proporcionará en salida, en la patilla 3, una onda cuadrada en la frecuencia de 100 Hz.

La señal de onda cuadrada de 100 Hz. se aplica a la entrada (patilla 15) del integrado IC2 —un contador C/mos del tipo CD4029— empleado en nuestro circuito como divisor por 7 (la puerta AND, constituida por los diodos DS2-DS4 y por la resistencia R5, lo «pone a cero»; es decir, equilibra las salidas una vez que han sido contabilizados siete impulsos). Este integrado junto con el transistor TR1 y las resistencias desde R6 hasta R15, permiten obtener en los extremos de la resistencia R25 una rampa de 6 pasos con una diferencia de 1,3 volt. entre paso y paso (ver fig. 2), que aplicaremos en la base del transistor a probar a través de una de las resistencias conectadas al conmutador S1.

Como los pasos de la rampa son 6 (el primero de ellos sirve sólo para diseñar en la pantalla del osciloscopio el eje horizontal de las «tensiones»), 6 serán también las curvas características que conseguiremos visualizar; a cada una de éstas corresponderá una corriente de base distinta, dependiendo de la posición en que hayamos girado S1.

Para cada posición de S1, las corrientes de base que lograremos obtener son las siguientes:

1.ª posición = 1-2-3-4-5-6- microamperios
2.ª posición = 5,5-11-16,5-22-27,5-33 microamperios
3.ª posición = 10-20-30-40-50-60 microamperios
4.ª posición = 55-110-165-220-275-330 microamperios
5.ª posición = 100-200-300-400-500-600 microamperios
6.ª posición = 0,55-1,1-1,65-2,2-2,75-3,3 miliamperios.

Para alimentar el colector del transistor en fase de prueba, se aprovechará en cambio la tensión pulsante de 100 Hz. disponible en salida del puente rectificador RS2, que toma la tensión alterna del otro secundario del transformador.

En la práctica, en el cursor del trimmer R17 tendremos disponible una tensión proporcional a la VCE del transistor que utilizamos para controlar el eje horizontal (eje X) del osciloscopio; en los extremos de la resistencia R18 tendremos en cambio una tensión proporcional a la corriente de colector de dicho transistor, tensión que utilizaremos para controlar la deflexión vertical del osciloscopio (eje Y).

Las curvas que aparezcan en la pantalla nos proporcionarán, por tanto, una indicación de la corriente de colector en función de la VCE (esto es, tensión colector-emisor); con los diodos y los zener veremos en cambio la caída en los extremos del diodo mismo, en función de la corriente que lo atraviesa.

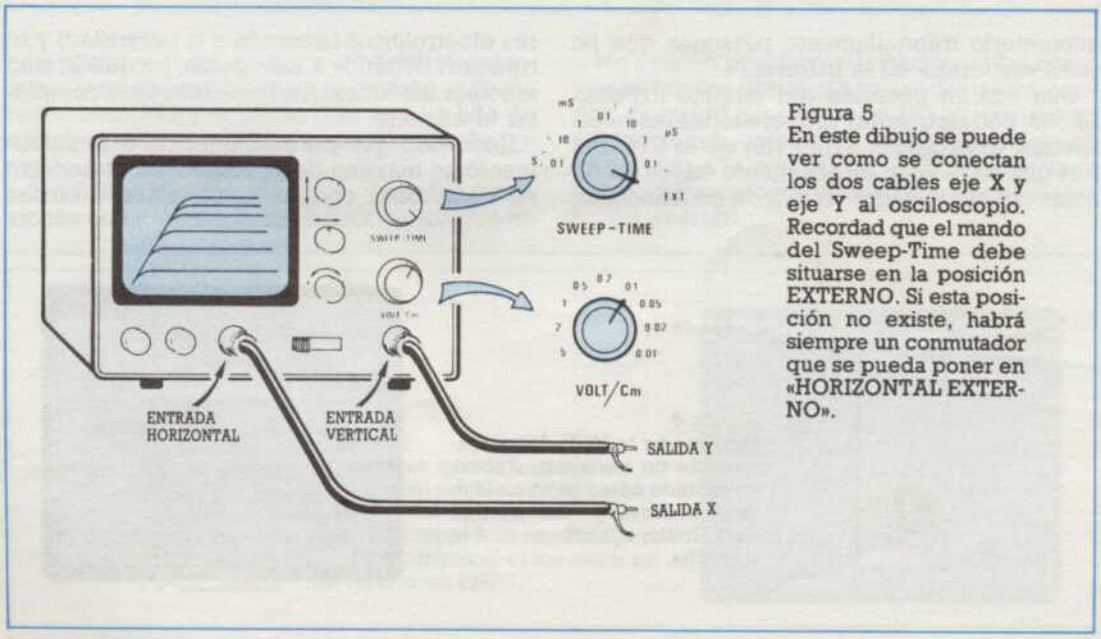


Figura 5
En este dibujo se puede ver como se conectan los dos cables eje X y eje Y al osciloscopio. Recordad que el mando del Sweep-Time debe situarse en la posición EXTERNO. Si esta posición no existe, habrá siempre un conmutador que se pueda poner en «HORIZONTAL EXTERNO».

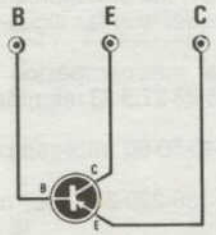
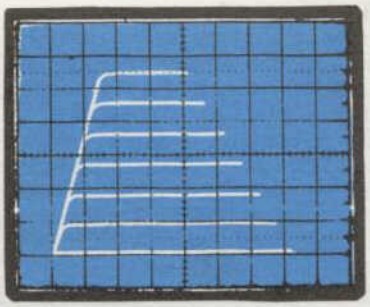


Figura 6
Para probar la eficiencia de un transistor NPN, lo conectaremos como se ve en el dibujo. Operando sobre el conmutador S1 de la corriente de base, se conseguirá hacer aparecer en la pantalla esta figura.



Realización práctica

Siendo un diseño sencillísimo bajo todos los aspectos, el montaje no puede presentar ninguna dificultad, hasta el punto de que pueden acometerlo tranquilamente personas que no sean «expertas» en la materia.

Una vez en posesión del circuito impreso LX369, podeis insertar primero todas las resistencias, excepto las 6 que van de la R16 a la R24 que se montan directamente en los terminales del conmutador rotativo; a continuación, los zócalos de los integrados, los dos puentes rectificadores y los diodos, respetando la polaridad de estos últimos porque de otro modo el circuito no funcionaría.

Podeis entonces realizar el puente situado junto al zócalo del integrado IC2, después insertais el transistor TR1, los dos condensadores electrolíticos (atención a la polaridad) y el trimmer; llegados a este punto, no queda sino efectuar las conexiones externas para completar el montaje.

Recordad que para obtener de este instrumento un máximo de precisión, sería necesario comprobar con un tester las resistencias

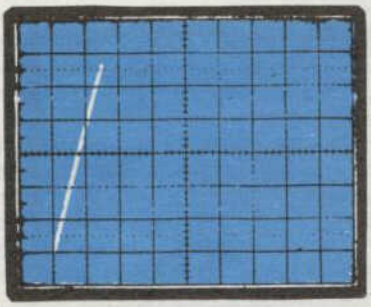
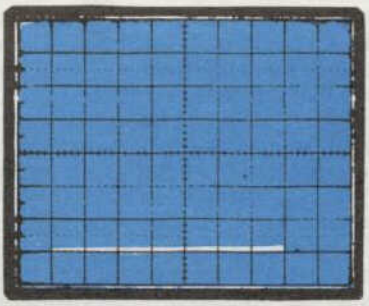


Figura 7/A
Si el transistor tiene el colector en corto con el emisor, se verá una línea vertical.

Figura 7/B
En cambio, si tuviese la conjunción B-C o B-E abierta, se verá una línea horizontal.



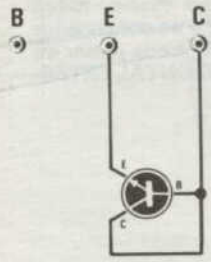
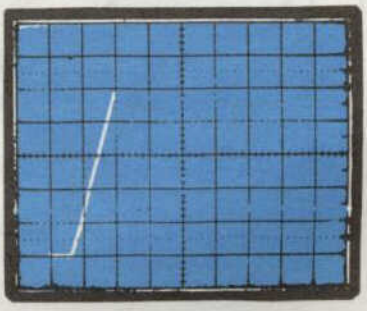


Figura 8
Para medir la VCE de saturación de un transistor, debeis conectarlo como se ve en la figura; la curva que se obtenga será similar a la que se ve a la derecha.



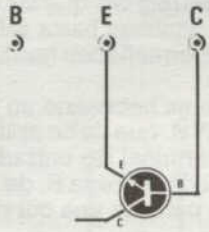
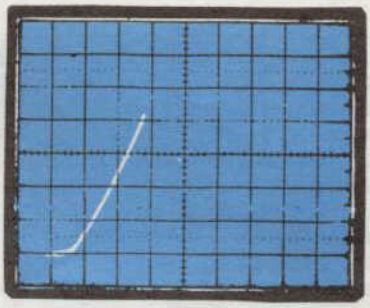


Figura 9
Para medir la VBE, se conectará el transistor al trazador de curvas como se indica; haciéndolo así, se obtendrá en la pantalla un trazo similar al reproducido a la derecha.



R19-R20-R21-R22-R23-R24 que soldaréis al conmutador, ya que si presentaran una tolerancia excesiva, los valores de la corriente de base no coincidirían con los indicados anteriormente.

Como veréis en el esquema práctico de la fig. 4, los terminales libres de estas resistencias desertaréis el transistor de prueba y que, lógicamente, debeis aplicar en el panel frontal de la caja. En este mismo panel aconsejamos colocar dos terminales BNC hembras, que puedan conectarse fácilmente al osciloscopio con dos cables coaxiales apantallados, dotados también de terminales BNC en sus extremos.

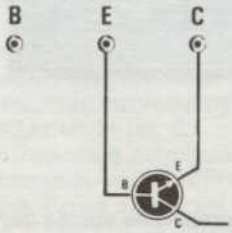
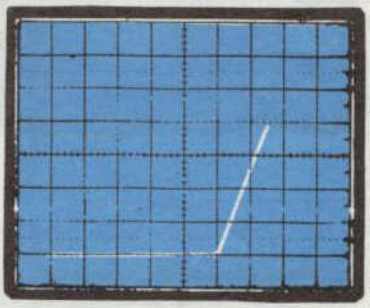


Figura 10
Para medir la VEB, conectaréis el transistor a los terminales E-C como os indicamos. Cada cuadrícula en horizontal de la curva que aparezca corresponderá a una tensión de 1 volt.



ben soldarse todos juntos y conectarse entonces al terminal existente en el circuito, entre la resistencia R25 y el diodo DS5, con un hilo de cobre aislado en plástico que trataréis de poner lo más corto posible.

También deberán ser muy cortas las conexiones con los terminales B-E-C, en los que in-

No existen problemas tampoco en las conexiones con los dos secundarios del transformador, ya que al ser ambos de 10 volt. podeis conectarlos indistintamente, uno a la entrada de RS1 y otro a la entrada de RS2, sin que varíe el funcionamiento del circuito ni se corra el riesgo de averiarlo.

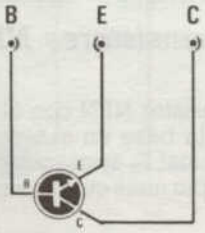
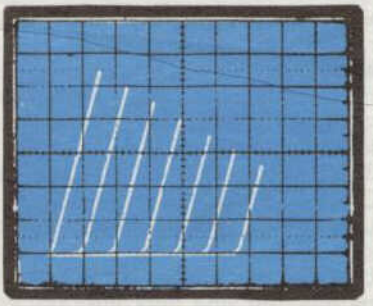


Figura 11
Las curvas que aparezcan en la pantalla del osciloscopio al probar un transistor PNP serán similares a las aquí reproducidas. Esto permitirá distinguir si el transistor es un NPN o un PNP.



Cómo se conecta al osciloscopio

Una vez finalizado el montaje, para poder visualizar en la pantalla del osciloscopio las curvas características de los transistores y los diodos, deberéis conectar el circuito al osciloscopio, aplicando el cable coaxial corespondiente al eje X en el terminal de entrada «HORIZONTAL» (external input) y el correspondiente al eje Y en el terminal de entrada «VERTICAL».

Los mandos del osciloscopio se regulan de la siguiente manera:

1. El mando del Sweep-Time o el conmutador MODE en posición EXTERNAL.

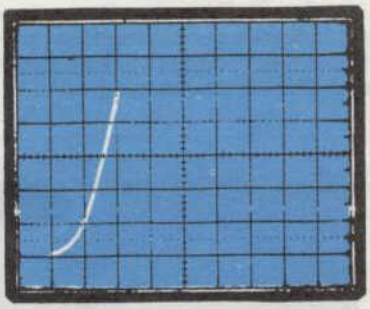
2. El mando del amplificador vertical en posición **100 milivolt.** (0,1 volt.), de modo que obtengamos en vertical un salto de **10 miliamperios por división.** Si se desea se pueden elegir otras posiciones, teniendo en cuenta que dividiendo por 10 la sensibilidad en milivoltios de dicho mando, se obtienen los miliamperios por cuadrícula correspondientes a las curvas que aparecen en pantalla.

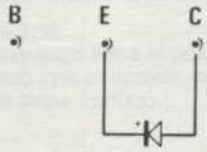
3. El conmutador AC-GND-CC **en posición CC;** de otro modo, podrían verse en pantalla trazos dobles, o el trazo de retorno muy marcado.

Una vez efectuadas estas operaciones, debeis efectuar una muy importante: ajustar el trimmer R17 del trazador de curvas, que es el que regula la amplitud en horizontal de las curvas en pantalla (girando dicho trimmer un extremo al otro, con un transistor insertado en los terminales de prueba, podréis ver que las curvas características se ensanchan hasta salirse de la pantalla, o bien empequeñecen hasta desaparecer).

Para efectuar el ajuste es necesario un diodo zener de 10 volt. 1/4 Wat. que debe aplicarse con el cátodo en el terminal de entrada C y el ánodo en el terminal de entrada E, de manera que se obtenga en pantalla una curva similar a la de la fig. 13.

En este momento debeis girar con un destornillador el cursor del trimmer, hasta que la parte horizontal de esta curva ocupe **10 cuadrículas** de largo; una vez en esta situación, cada cuadrícula horizontal en pantalla corresponderá a una tensión de **1 volt.**





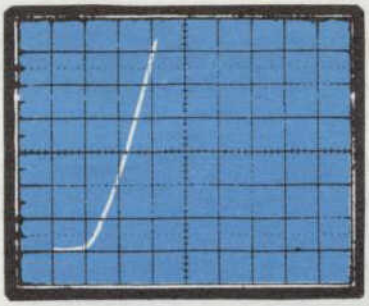


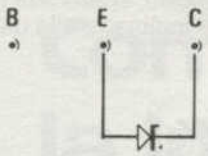
Figura 12/A
Un diodo de germanio sometido a prueba en el trazador de curvas, presenta una curva similar a la que muestra la figura. Nótese la «redondez» en la primera cuadrícula de división.

Figura 12/B
Un diodo de silicio se diferencia de uno de germanio por cuanto su curva, antes de subir en vertical, permanece horizontal casi en una cuadrícula.

Prueba de los transistores NPN

Conectando un transistor NPN con el colector en el terminal C, la base en el terminal B y el emisor en la terminal E, aparecerán en la pantalla del osciloscopio unas curvas similares a las de la fig. 6.

El conmutador de la corriente de base S1 se hará girar hasta que estas curvas se distancien



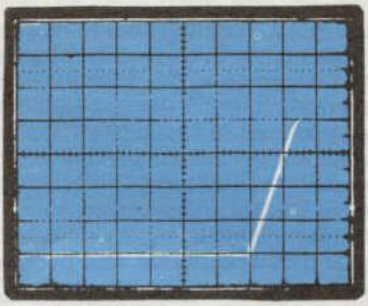


Figura 13
Midiendo un diodo zener, obtendréis una curva como la que aquí aparece. El trazo horizontal (1 volt. por cuadrícula) indicará la tensión de trabajo del diodo que se está probando.

en vertical, entre ellas, alrededor de una cuadrícula.

Observaréis que para conseguir esto los transistores de baja potencia necesitan poca corriente de base (por lo general, presentan un «beta« —es decir, una ganancia de corriente— muy elevado), mientras que los transistores de potencia, teniendo un «beta» más bajo, requieren una corriente más elevada. De estos trazos podemos deducir los siguientes datos:

1. Se puede saber si el transistor es efectivamente un NPN (los PNP generan otro tipo de curvas) y si es eficiente o no; en el ultimo caso, aparecerán curvas muy distintas de las reproducidas en la fig. 6.

2. Podemos averiguar el «beta» del transistor tomando como referencia el trazo central, de los 7 que aparecen.

En la práctica, la corriente de colector correspondiente a este trazo se calcula midiendo cuantas cuadrículas están comprendidas entre éste y el trazo del «fondo», es decir, el eje horizontal del diagrama, y multiplicando el número obtenido por 10; el resultado de esta operación serán los miliamperios de colector correspondiente al trazo elegido.

Una vez calculados los miliamperios del colector, deberéis comprobar qué corriente de base corresponde a tal trazo observando la posición en que está girado el conmutador S1, así pues obtendréis el «beta» del transistor con la siguiente fórmula:

«beta» = miliamperios colector: miliamperios base

o bien:

«beta» = miliamperios colector : microamperio bas × 1.000.

Suponiendo que tenemos:

corriente de colector = 30 mA

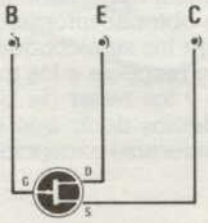
corriente de base = 166 microamperios

utilizando la segunda fórmula, tendríamos:

«beta» = 30 : 165 × 1.000 = 181.

3. Podemos aprovechar dichas curvas para polarizar exactamente un paso amplificador.

Si el transistor NPN estuviese en cortocircuito (terminales C-E en corto), aparecería en pantalla la curva de la fig. 7/A, una línea vertical inclinada a la derecha.



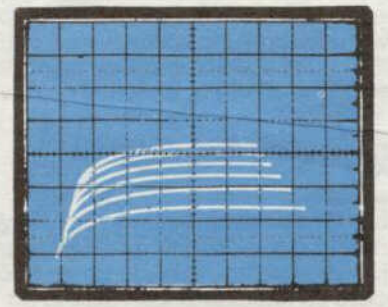


Figura 14
Conectando un fet como se indica en el dibujo, es posible hacer aparecer en la pantalla del osciloscopio sus curvas características, como se ve en la foto de la derecha.

Si el transistor NPN tuviese interrumpida la conjunción C-B, o la conjunción B-E interrumpida o en corto, aparecería en pantalla la curva de la fig. 7/B, una sola línea recta horizontal. Finalmente, si el transistor tuviese en corto sólo la conjunción C-B aparecería en pantalla la curva de la fig. 8, esto es, una curva parecida a la «característica» de un diodo de silicio.

También conectando la base y el colector del transistor en el terminal C y el emisor en el terminal E, veréis aparecer en pantalla una curva similar a la de la fig. 8 y en este caso, el largo del trazo horizontal nos proporcionará la VCE (tensión colector-emisor) de saturación (cada cuadrícula en horizontal corresponde a 1 volt. de VCE, aunque por lo general la VCE de saturación es inferior a 1 volt.).

Conectando sólo la base del transistor en el terminal C, el emisor en el terminal E y dejando el colector libre, aparecerá en pantalla una curva similar a la de la fig. 9, donde el trazo horizontal representa la VBE (tensión base-emisor) del transistor en prueba.

Finalmente, conectando la base del transistor en el terminal E, el emisor en el terminal C y dejando otra vez libre el colector, aparecerá en pantalla una curva similar a la de la fig. 10, en que el trazo horizontal representa la VEB del transistor, es decir, la tensión inversa de la conjunción base-emisor.

Pruebas de los transistores PNP

Como ya hemos mencionado, para los transistores PNP las curvas que obtendremos en pantalla (ver un ejemplo en fig. 11) sólo nos darán la posibilidad de determinar si el transistor es eficiente (en caso contrario, aparecerán en pantalla curvas similares a las de los NPN cuando están en corto o interrumpidos) y de establecer cual entre dos transistores amplifica más (el de «beta» mayor tendrá curvas más distanciadas, a igualdad de corriente de base).

Podremos, además, medir la VBE y la VEB, como hemos hecho antes con la VCE de saturación, sin olvidar que cuando apliquemos el transistor a los terminales de prueba hay que invertir las conexiones de Base y de Emisor respecto a los ejemplos precedentes.

Prueba de los diodos

Los diodos se conectarán con el cátodo en el terminal E y el ánodo en el terminal C.

Haciéndolo así, si el diodo es eficiente aparecerá en pantalla la curva de la fig. 12, donde el largo del trazo horizontal permite diferenciar entre un diodo de silicio y un diodo de germanio; efectivamente, en los diodos de germanio este trazo ocupará casi 1/3 de cuadrícula y la curva resultará muy arqueada (fig. 12/A), mientras que en los diodos de silicio tendremos un trazo horizontal que ocupará la mitad de la cuadrícula y un vértice más neto (fig. 12/B).

Si insertamos el diodo al contrario o éste estuviese interrumpido, veremos aparecer en pantalla sólo una línea horizontal (fig. 7/B).

Si el diodo estuviese en corto, aparecerá una línea vertical ligeramente inclinada a la derecha (fig. 7/A).

Prueba de los zener

Lógicamente, el zener se aplica en posición inversa respecto a un diodo normal, es decir, con el ánodo conectado al terminal E y el cátodo conectado al terminal C.

De este modo, a condición de que el zener no supere los 12-13 volt. (en caso contrario, sólo veremos una línea horizontal), veremos aparecer en pantalla una curva similar a la de la fig. 13, de la cual podemos obtener tanto la tensión del zener como la corriente que debe atravesar el zener para obtener precisamente esta tensión.

Obviamente, si el zener al contrario, comportándose éste como un diodo, aparecerá en pantalla una curva similar a la de la fig. 12/B.

Prueba de los fet

En el caso de los fet, las únicas indicaciones que nos proporcionan las curvas consisten en decirnos si el semiconductor funciona o no. A pesar de ello, hemos querido indicaros en la fig. 14 la curva que aparece al probar un fet.

Aclaramos que el fet se conecta con el drain en el terminal E, el gate en el terminal B y el source en el terminal C.

Si invertís estas conexiones aparecerán obviamente curvas diferentes y lo mismo sucederá si el semiconductor estuviese en corto o interrumpido.

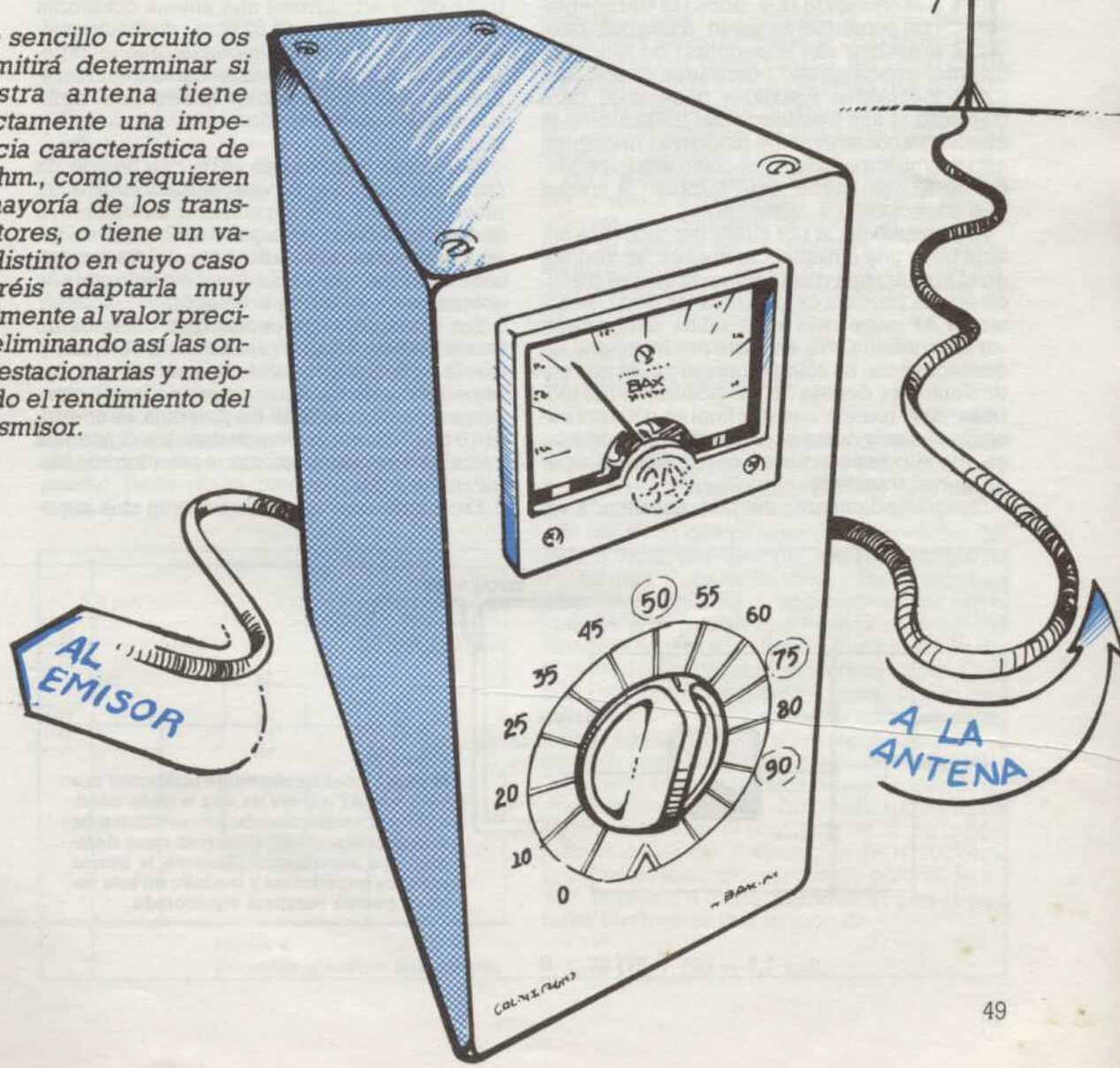
Conclusión

Como habreis visto, a pesar de su sencillez, este instrumento permite obtener informaciones muy importantes sobre los semiconductores, sobre todo por lo que respecta a los transistores NPN, los diodos y los zener de bajo «voltaje», por lo que podemos decir que sus prestaciones pueden considerarse excepcionales.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

Como medir la impedancia de una antena

Este sencillo circuito os permitirá determinar si vuestra antena tiene exactamente una impedancia característica de 52 ohm., como requieren la mayoría de los transceptores, o tiene un valor distinto en cuyo caso podréis adaptarla muy fácilmente al valor preciso, eliminando así las ondas estacionarias y mejorando el rendimiento del transmisor.



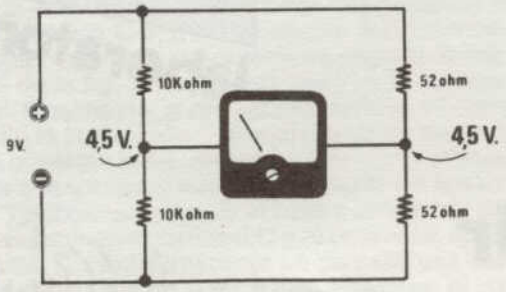


Figura 1
En un puente resistivo, si las dos resistencias puestas en serie entre ellas en la rama de la derecha son de idéntico valor y lo mismo sucede con las de la rama izquierda, el instrumento colocado entre los dos nudos centrales indicará tensión «cero».

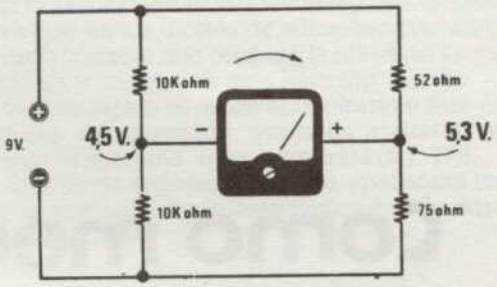


Figura 2
Si las dos resistencias de la rama derecha o de la izquierda difieren entre ellas, aún en pocos ohm., el puente resultará desequilibrado y el instrumento nos indicará la diferencia de tensión existente entre las dos ramas.

ES archisabido que todos los transceptores comerciales están ajustados para presentar una impedancia de salida de 52 ohm. exactamente; precisamente por ello, todos los cables coaxiales necesarios para transferir la alta frecuencia del transmisor a la antena, se construyen de modo que presenten esta misma impedancia, así como una impedancia de 52 ohm. debe tener también la antena que conectemos a dicho cable.

Efectivamente, si por cualquier motivo la antena tiene una impedancia distinta, se verifica en el circuito una desadaptación que se traduce en una pérdida de potencia; es decir, la potencia AF entregada en la salida del transmisor es irradiada sólo en parte por la antena. En consecuencia, no sólo el transmisor da un rendimiento por debajo de sus posibilidades teóricas, sino que el transistor final se calienta excesivamente y corre el riesgo de deteriorarse, ya que la potencia que no se irradia es disipada por el transistor.

Desgraciadamente, cuando instalamos un transistor y adquirimos una antena comercial con una impedancia de 52 ohm., confiamos ciegamente en este dato sin pensar que la impedancia de una antena puede variar considerablemente, dependiendo de la altura del suelo a la que se instala y según cómo y dónde se instala.

Si además la antena es corta con bobina de carga, es fácil que una vez instalada en el automóvil presente una impedancia de 45 ohm. o acaso de 90 ohm., en lugar de 52 ohm.; en estas condiciones el rendimiento del transmisor será inferior al que se hubiese obtenido con una antena perfectamente adaptada.

Por ejemplo, suponiendo que tenemos un transmisor de 10 Wat. ajustado en 52 ohm., y que le aplicamos en salida una antena con una impedancia de 95 ohm., en vez de los 52 ohm. requeridos, la pérdida de potencia se acerca al 10 por 100, como demuestran los siguientes cálculos que podeis utilizar siempre como términos de referencia.

En la práctica, cuando se tienen dos impe-

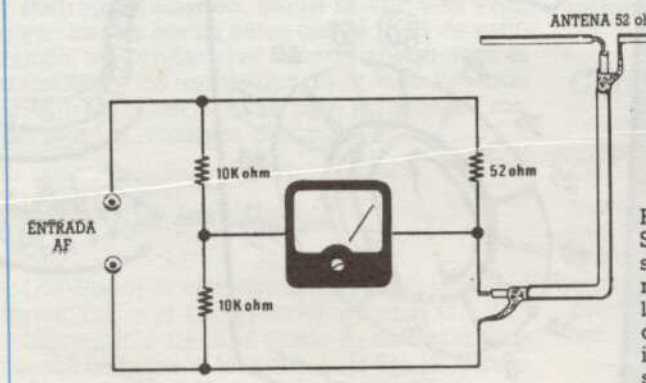


Figura 3
Si para alimentar el puente utilizamos una señal de AF en vez de una tensión continua, podremos conectar en sustitución de la resistencia de 52 ohm. (ver rama derecha) una antena que presente la misma idéntica impedancia y también en este caso el puente resultará equilibrado.

dancias distintas, la primera operación a realizar es la de calcular la relación de ondas estacionarias SWR, utilizando la fórmula:
SWR = (impedancia TX : impedancia de antena) si la impedancia de la antena es menor que la impedancia del transmisor, o bien:
SWR = (impedancia de antena: impedancia TX) si la impedancia de antena es más alta que la del transmisor.

En nuestro caso es más alta la impedancia de la antena, así pues utilizamos la segunda fórmula:
SWR = 95 : 52 = 1,826

Conociendo la relación de ondas estacionarias, podemos obtener el coeficiente K de reflexión con la siguiente fórmula:
K = (SWR — 1) : (SWR + 1)
que traducido en cifras es igual a:
(1,826 — 1) : (1,826 + 1) = 0,292.

Del factor de reflexión podemos llegar finalmente a la potencia dispersada, utilizando la fórmula:
Potencia disp. = K × K × Wat.
en que los watios son aquellos que puede entregar el transmisor cuando la impedancia está perfectamente adaptada.

En nuestro caso, tendremos:
0,292 × 0,292 × 10 = 0,85 Wat.
es decir, de 10 Wat. disponibles nuestra antena irradia solamente:
10 — 0,85 = 9,15 Wat.

Si además la salida del transmisor no está ajustada a la impedancia característica del cable coaxial, es decir a 52 ohm., tendremos dos desadaptaciones de impedancia, una entre la salida del transmisor y el cable coaxial y otra entre el cable coaxial y la antena. En este caso, de los 10 Wat. efectivos emitidos por el transmisor llegarán a la antena sólo 7 u 8, mientras que los otros 2 ó 3 Wat. se disiparán inútilmente. Como habréis comprendido, por una simple desadaptación de impedancia es fácil perder parte de la potencia disponible; así pues, si se quieren evitar estas pérdidas, es necesario ajustar la impedancia de salida del transmisor de manera que se adapte perfectamente a la del cable coaxial, así como corregir el largo de la antena de modo que ésta disponga también, para la banda de frecuencias en que sea utilizada, de una impedancia equivalente a 52 ohm.

Pero si es fácil ajustar el final de un transmisor a dicha impedancia, más difícil resulta adaptar la impedancia de la antena; de hecho, si no se dispone de un sencillo pero útil accesorio, como es el puente AF que os presentamos, no se podrá medir con exactitud dicha impedancia.

LISTA DE COMPONENTES

R1 = 100 ohm. ½ Wat.
R2 = 1.000 ohm. ½ Wat.
R3 = 1.000 ohm. potenciómetro lineal.
R4 = 1.000 ohm. ½ Wat.
R5 = 52 ohm. 20-25 Wat. antiinductiva.
R6 = 4.700 ohm.½ Wat.

DG1 = diodo de germanioAA117
DG2 = diodo de germanio AA117
DG3 = diodo de germanio AA117

C1 = 10.000 pF cerámico VHF
C2 = 10.000 pF cerámico VHF
C3 = 10.000 pF cerámico VHF
C4 = 10.000 pF cerámico VHF
C5 = 10.000 pF cerámico VHF

Instrumento de 100 microamperios fondo escala

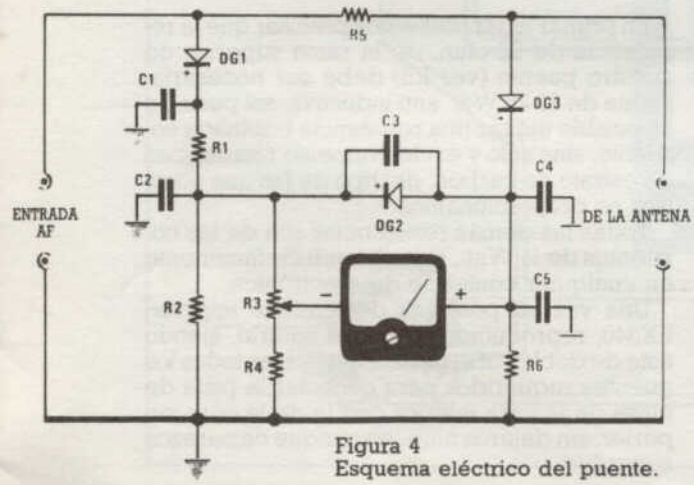


Figura 4
Esquema eléctrico del puente.

El puente resistivo

Seguramente todos sabréis qué es un puente resistivo; aún así, por si hay alguien que no lo sepa, resumiremos brevemente su principio de funcionamiento.

Si tomamos dos parejas de resistencias del mismo valor, por ejemplo dos resistencias de 10.000 ohm. y dos de 52 ohm., y las conectamos como se ve en la fig. 1, aplicando en los extremos de este puente una tensión continua (en nuestro caso hemos elegido 9 volt.), en el punto central de cada rama encontraremos una tensión de 4,5 volt. respecto a masa, por lo cual conectando un voltímetro entre estos dos extremos la aguja indicadora permanecerá inmóvil en el 0, estando el puente equilibrado.

En cambio, si en la rama derecha, en vez de dos resistencias de 52 ohm., aplicamos una de 52 ohm. y otra de 75 ohm. (ver fig. 2), en la conjunción de las dos resistencias de 10.000 ohm. seguiremos teniendo una tensión positiva de 4,5 volt. respecto a masa, mientras que en la otra rama tendremos una tensión de:

9 × 75 (75 + 52) = 5,3 volt.

Por tanto, el voltímetro conectado entre estos dos puntos nos indicará un desequilibrio de tensión igual a 5,3 — 4,5 = 0,8 volt.

Aumentando posteriormente la diferencia entre la resistencia de 52 ohm. y la colocada en serie a ésta, aumentará en igual medida la diferencia de tensión existente entre las dos ramas; por tanto, supuesto que sustituimos la resistencia conectada en serie a la de 52 ohm. por un trimmer y que queremos ajustar este trimmer para que presente en sus extremos una resistencia exactamente de 52 ohm., deberemos girarlo hasta que la aguja indicadora del instrumento se vaya a 0; una vez en esta situación, tendremos la certeza de que la resistencia del trimmer es idéntica a la resistencia puesta en serie a éste, esto es 52 ohm.

En la práctica, la resistencia que queremos ajustar no es sino la impedancia de la antena, que no puede medirse con un óhmetro; pero con el óhmetro podemos medir exactamente el valor de las otras tres resistencias colocadas en el puente (es decir, las dos de 10.000 ohm. y la de 52 ohm.) y una vez seguros de su valor, aplicando la antena en serie a la de 52 ohm. (ver fig. 3) es obvio que habremos obtenido una impedancia de 52 ohm. sólo y exclusivamente cuando hayamos alargado o acortado la antena lo suficiente para llevar la aguja indicadora del voltímetro a cero.

Se sobrentiende que para efectuar esta prueba no podemos utilizar como tensión de referencia la tensión tomada de una pila normal, ya que ésta no permitiría medir una impedancia sino sólo una resistencia pura; deberemos aprovechar para este fin la señal tomada de un transmisor que genere una frecuencia igual a aquella en que se quiere utilizar la antena.

Por ejemplo, si tenemos una antena para la banda de 27 MHz., deberemos alimentar el puente con una señal de 27 MHz.; por el contrario, si tenemos una antena para 144 MHz., deberemos aplicar en la entrada una señal de 144 MHz. porque sólo de esta manera es posible comprobar si la antena presenta la impedancia requerida para la frecuencia en la cual debe trabajar.

Efectivamente, si tenéis una antena ajustada en 52 ohm. para 27 MHz. y le aplicáis en la entrada una señal AF de 20 MHz. o de 35 MHz., comprobaréis que la impedancia no es ya de 52 ohm. sino de 87 ó 35 ohm., valores muy distantes del requerido; esto demuestra que la medida de la impedancia efectuada con el puente resistivo sólo tiene sentido si el puente mismo es alimentado con la misma frecuencia de trabajo de la antena.

Puente para alta frecuencia

En la figura 4 os presentamos el esquema eléctrico del puente idóneo para alta frecuencia que, como veréis, es muy distinto del reproducido en la figura 1 que hemos tomado como ejemplo para hacer comprender el funcionamiento.

En este puente, a través del diodo DG1 rectificamos la señal de AF aplicada en la entrada y la comparamos con la tensión continua existente en los extremos de la resistencia R6, obtenida rectificando la señal de AF aplicada a la antena mediante un segundo diodo de germanio DG3.

El potenciómetro R3 sirve en este circuito para equilibrar el puente; efectivamente, la impedancia de la antena se determina comprobando en cual posición se halla el indicador de este mando cuando la aguja del instrumento se encuentra exactamente en el cero como explicaremos más delante.

El tercer diodo de germanio, conectado en paralelo con las pinzas del instrumento, sirve sólo para evitar que el instrumento sobrepase el fondo escala.

En la práctica la realización es muy sencilla y podemos adelantaros que la frecuencia máxima de empleo puede alcanzar y aún superar los 200 MHz.

Con los valores indicados, es posible medir con precisión impedancias comprendidas entre un mínimo de 20-30 ohm. y un máximo de 100-120 ohm., por lo que estamos en condiciones de cubrir una amplia banda por encima y por debajo de los 52 ohm. requeridos.

Es obvio que se puede ampliar dicho alcance para medir incluso impedancias por encima de 300 ohm. (basta eliminar la resistencia R2 y cortocircuitar la R4), pero en nuestra opinión no es aconsejable intentar esta modificación porque la operación de equilibrado resulta más crítica.

Como instrumento de medida debéis utilizar un microamperímetro de 100 microamp. fondo escala o bien un tester conmutado en la posición 50-100 microamp.

Realización práctica

En primer lugar, debemos precisar que la resistencia de 52 ohm. de la rama superior de nuestro puente (ver R5) debe ser necesariamente de 20-25 Wat. anti-inductiva; así pues, no es posible utilizar una resistencia bobinada corriente, sino sólo y exclusivamente resistencias de estrato de carbón, del tipo de las que nosotros os proporcionamos.

Todas las demás resistencias son de las corrientes de ½ Wat., que obtendréis fácilmente en cualquier comercio de electrónica.

Una vez en posesión del circuito impreso LX340, reproducido a tamaño natural, siendo éste de doble cara, deberéis efectuar todos los puentes requeridos para conectar la pista de masa de la cara inferior con la de la cara superior, sin dejaros ninguno aunque os parezca superfluo.

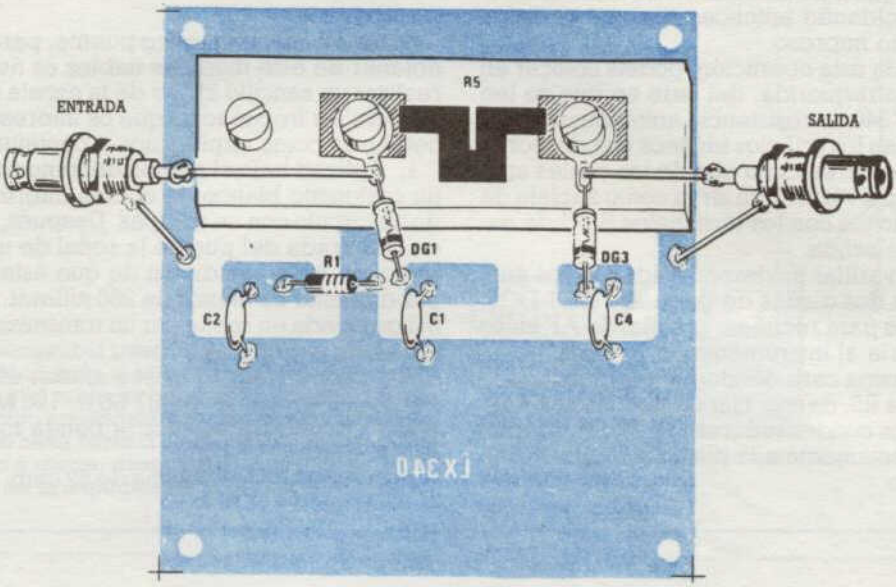
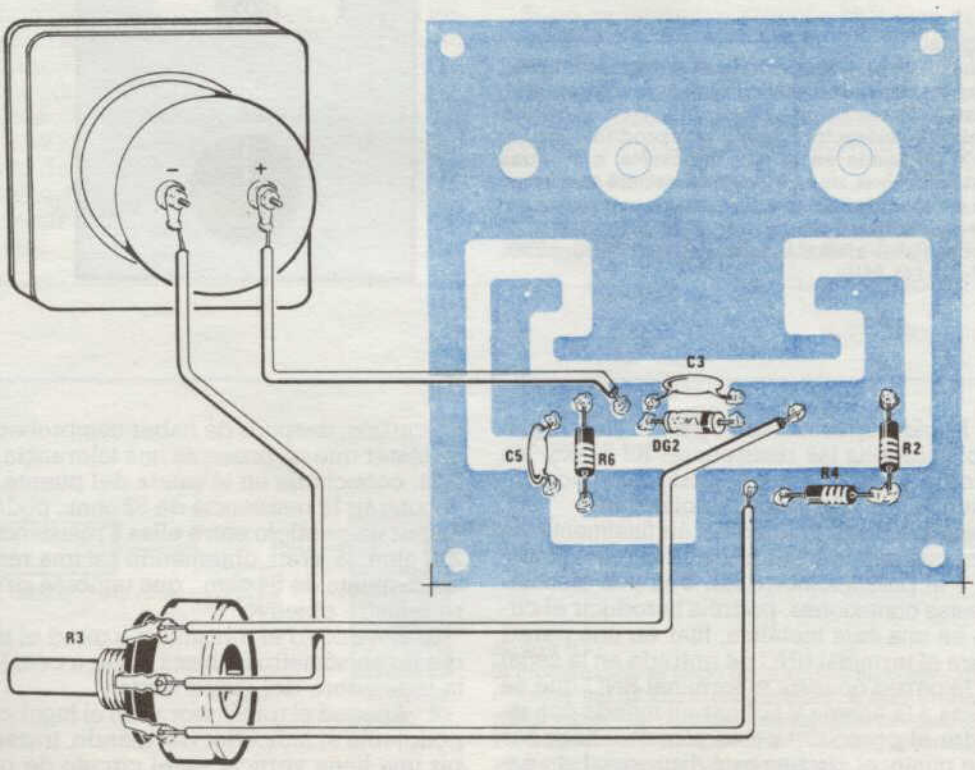


Figura 5
Esquema práctico de montaje del puente AF visto por las dos caras del circuito impreso. Nótese la resistencia antiinductiva de 52 ohm. (R5) y las correspondientes conexiones con los terminales BNC de entrada y de salida.



Para tal fin, utilizaréis trozos de hilo de cobre desnudo, que introduciréis en los orificios adecuados, soldando entonces por ambos lados del circuito impreso.

Efectuada esta operación, podéis colocar en la posición requerida, del lado en que se lee la sigla LX340, la resistencia anti-inductiva, sujetándola en los orificios idóneos con dos tornillos (ver fig. 5), en cada uno de los cuales aplicaremos una varilla que sirva como anclaje de las conexiones con los terminales BNC de entrada y de salida.

A estas varillas soldaremos además los ánodos de los dos diodos de germanio DG1-DG3, necesarios para rectificar la señal de AF antes de aplicarla al instrumento de medida.

En la misma cara donde habéis colocado la resistencia R5, debéis fijar también la resistencia R1 y los condensadores C1-C2-C4, soldándolos directamente a la pista sin realizar orificio alguno.

Ajuste

Antes de utilizar nuestro puente, para poder obtener de éste medidas fiables es necesario realizar un sencillo ajuste de la escala graduada para las frecuencias que os interesen, procediendo como explicamos a continuación.

1. Aplicad bajo el mando del potenciómetro un cartoncito blanco en el cual habréis trazado un círculo con un compás. Después, aplicad en la entrada del puente la señal de un generador de AF, a condición de que éste sea capaz de emitir no menos de 250 miliwat., o la señal generada en salida por un transmisor de potencia no superior a 10 wat.

Suponiendo que se desee ajustar el puente para las frecuencias de 27 MHz.-100 MHz.-145 MHz., comenzaremos por la banda más baja, es decir la de 27 MHz.

2. Tomad una resistencia de 52 ohm. 1-2 Wat.

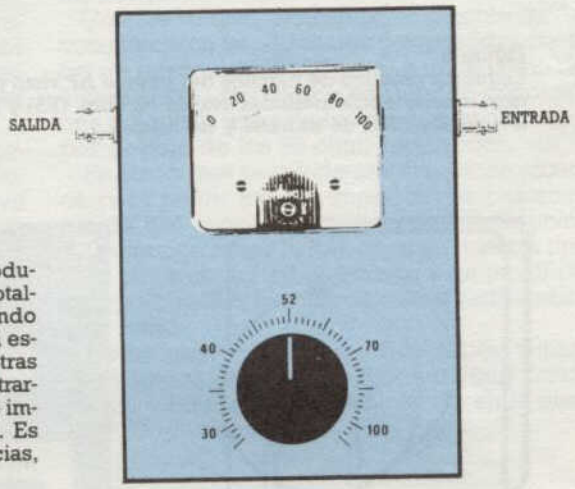


Figura 6
Finalizado el montaje, todo el puente se introducirá en una caja metálica para apantallarlo totalmente. Como se ve en el dibujo, bajo el mando del potenciómetro R3 debéis reproducir una escala graduada en la que indicaréis, con letras autoadhesivas, en qué posición deberá encontrarse el indicador del mando para los valores de impedancia que hallaréis en la fase de ajuste. Es aconsejable ajustar la escala en tres frecuencias, 27-100-145 MHz.

En la cara opuesta, como se ve en la fig. 5 abajo, soldaréis las resistencias R2-R4-R6, los condensadores C3-C5 y el diodo DG2, poniendo atención en respetar la polaridad.

Siempre en este lado, soldaréis finalmente los cables que se conectarán al instrumento de medida y al potenciómetro R3. Una vez efectuadas estas conexiones, podréis introducir el circuito en una caja metálica, fijar en una pared de ésta el terminal BNC de entrada en la señal y en la pared opuesta el terminal BNC que se conecta a la antena y aplicar un mando con indicador al perno del potenciómetro; llegados a este punto, el circuito está dispuesto listo para funcionar.

de carbón; después de haber comprobado con un tester que no presenta una tolerancia excesiva, conectadla en la salida del puente. Si no encontráis la resistencia de 52 ohm., podéis conectar en paralelo entre ellas 5 resistencias de 270 ohm. ½ Wat., obteniendo así una resistencia conjunta de 54 ohm., que también sirve para nuestro objetivo.

3. Encended el transmisor y girad el mando del potenciómetro R3 hasta llevar a cero la aguja indicadora del instrumento.

4. Apagad el transmisor y, en el lugar correspondiente al indicador del mando, trazad a lápiz una línea vertical en el círculo de cartón, señalando encima el valor 52 ohm., o bien 54

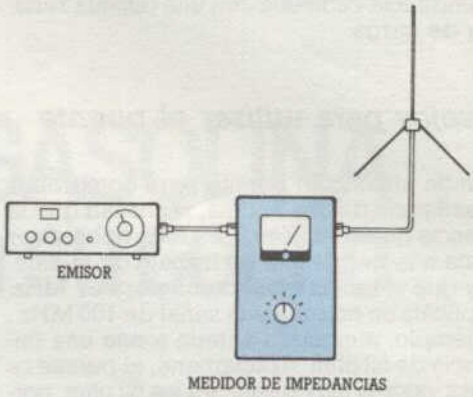


Figura 7
Para comprobar la impedancia de una antena, deberá conectarse el puente entre la salida del transmisor y el cable de bajada de la antena. En este momento encenderéis el transmisor y giraréis el mando hasta llevar la aguja indicadora del instrumento a «cero», después de lo cual leeremos el valor de la impedancia en la escala graduada.

ohm. si habéis utilizado 5 resistencias de 270 ohm.

5. Retirad la resistencia de 52 ohm. y en su lugar colocad en la salida del puente 4 resistencias de 270 ohm. ½ Wat. en paralelo entre ellas, obteniendo así una resistencia conjunta de 67,5 ohm.

6. Encended de nuevo el transmisor, girad el mando del potenciómetro hasta llevar a cero la aguja indicadora del instrumento y trazad en el cartón una línea en correspondencia con el indicador, que señalará los 67 MHz.

7. Conectad en paralelo 4 resistencias de 180 ohm. ½ Wat., obteniendo así un valor óhmico conjunto de 45 ohm., conectadlas en salida al transmisor, en sustitución del potenciómetro hasta llevar a cero la aguja indicadora del instrumento.

8. Señalad en el cartoncito esta última posición, anotando el valor de 45 ohm.

9. Repetid la misma operación con otros valores de resistencia en salida, por ejemplo 25-30-35-70-80-90-100-120ohm. y así llegaréis a disponer de una escala graduada para medir con suficiente precisión la impedancia de vuestra antena en 27 MHz.

Si no os interesan otras frecuencias podéis dar vuestra labor por terminada; si queréis utilizar el puente en las frecuencias de 100 MHz. y de 145 MHz., deberéis repetir todas las operaciones precedentes para cada una de estas frecuencias, dibujando un segundo círculo con-

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

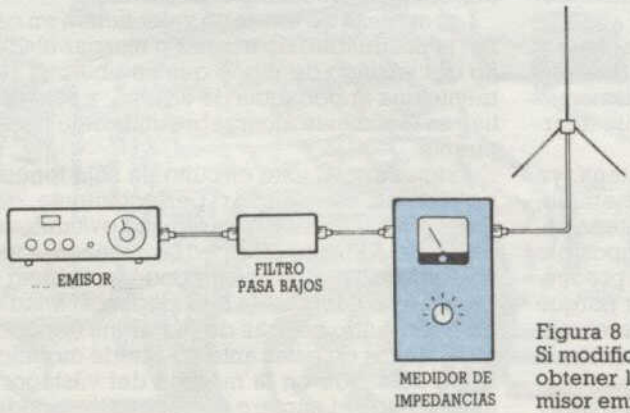


Figura 8
Si modificando el largo de la antena no conseguís obtener los 52 ohm. requeridos, es que el trasmisor emite una cantidad excesiva de armónicos. Para eliminarlos será necesrio insertar, como se ve en la figura, un filtro pasa-bajo.

céntrico en el cartoncito y aplicando en la salida del puente la frecuencia de los 100 MHz. o de los 145 MHz., reproduciendo en dicho círculo tantas líneas como medidas hagáis, en correspondencia cada una con una distinta resistencia de carga.

Consejos para utilizar el puente

Cuando utilicéis el puente para comprobar la impedancia de una antena, recordad que la frecuencia que apliquéis en entrada deberá ser idéntica a la frecuencia de trabajo de la antena, ya que si tenéis una antena para 27 MHz. y le aplicáis en entrada una señal de 100 MHz., por ejemplo, aunque la antena tenga una impedancia de 52 ohm. exactamene, el puente os indicará valores muy distintos a los 52 ohm. porque la impedancia de una antena es válida sólo en la frecuencia de trabajo para la que ha sido calculada.

La conexión entre la salida del transmisor y el puente deberá efectuarse directamente con un doble terminal BNC, o también mediante un cable coaxial de 52 ohm.

La conexión con la antena podrá realizarse aprovechando el mismo cable coaxial de 52 ohm. que se enchufa usualmente a la salida del transmisor.

Obviamente, la antena deberá estar ya instalada en su posición de trabajo porque si la ajustásemos en laboratorio, una vez instalada en el tejado o en el auto asumiría automáticamente una impedancia distinta de la que hemos medido.

Al efectuar la medida, si viéseis que la impedancia de la antena, en la frecuencia de trabajo elegida, no es exactamene de 52 ohm., sino de 80 ohm. o de 40 ohm., para corregir esta tolerancia deberéis modificar el largo del vástago, alargándolo o acortándolo algunos centímetros; montad de nuevo la antena y medid entonces su impedancia para ver si ha aumentado o disminuido.

Si habéis aumentado el largo de la antena y el puente os indica que ha aumentado también la impedancia, cuando os interesaba disminuirla, significa lógicamente que habrá que acortarla, o viceversa.

Si ocurriese que ya alargando la antena, ya acortándola, no conseguís bajar, por ejemplo, de 75 ohm., no debéis pensar que la antena tiene una impedancia fija de 75 ohm. imposible de modificar; por el contrario, debéis preocuparos de comprobar vuestro transmisor porque sin duda éste genera en salida un porcentaje tan alto de armónicos que os impide medir la exacta impedancia de vuestra antena.

Suponiendo que vuestro transmisor sea de 27 MHz., tendréis en salida, además de esta frecuencia, armónicos muy potentes en 54 MHz., 81 MHz., 108 MHz., etc., y en éstos la antena no puede presentar la misma impedancia que en la frecuencia fundamental.

Hay que tener presente que si en 27 MHz. la antena resulta 2 cm. más larga de lo requerido, esto modifica poco su impedancia respecto a los fatídicos 52 ohm.; en el segundo armónico el largo de la antena es ya superior en 4 cm. a la medida requerida, en el tercer armónico son ya 8 cm., una diferencia ésta que modifica notablemente la impedancia de la antena cuando se presenta dicho armónico.

En estas condiciones, el instrumento recibe simultáneamente tres o más frecuencias que reaccionan de manera distinta a las modificaciones que efectuamos en la antena, por lo que no se consigue determinar la exacta impedancia respecto a la frecuencia fundamental.

En cualquier caso, lo que a primera vista podría parecer un defecto de nuestro puente resulta en realidad una ventaja, por cuanto permite establecer si el transmisor emite una cantidad excesiva de armónicos y poner remedio entonces.

En la práctica, para «limpiar» la salida del transmisor y conseguir así determinar la exacta impedancia de la antena no hay que hacer sino un filtro pasa-bajo que conectaréis entre la salida del transmisor y la entrada del puente (ver fig. 8).

Podéis dejar este filtro permanentemente insertado entre el TX y la antena, aún después de haber efectuado la medida, para evitar perturbaciones, con los armónicos, en los receptores de TV o de radio colocados en las inmediaciones del transmisor.

Os recordamos que este puente os será de particular utilidad cuando tengáis que instalar en vuestro auto una antena corta de las que presentan una bobina de carga en la base o en medio del vástago; efectivamente, aunque estas antenas se venden para una impedancia característica de 52 ohm., en la práctica cuando se sujetan al techo del auto o en la parte posterior de la carrocería no es difícil que presenten una impedancia efectiva de 90-100 ohm.

Las antenas de un cierto valor tienen en cambio la posibilidad de acortar o alargar el tamaño del vástago de modo que se obtenga realmente una impedancia de 52 ohm. y este objetivo es fácilmente alcanzable utilizando nuestro puente.

Así pues, con este circuito no sólo tenéis la posibilidad de adaptar perfectamente cualquier antena a vuestro transmisor evitando pérdidas de AF, sino que podéis autoconstruiros antenas cortas por cuanto podéis verificar directamente cómo varía la impedancia añadiendo o retirando espiras de la bobina (ya que la impedancia de estas antenas puede modificarse ya actuando en la medida del vástago, ya modificando el número de espiras devanadas).

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

AHORRE GASOLINA en su coche

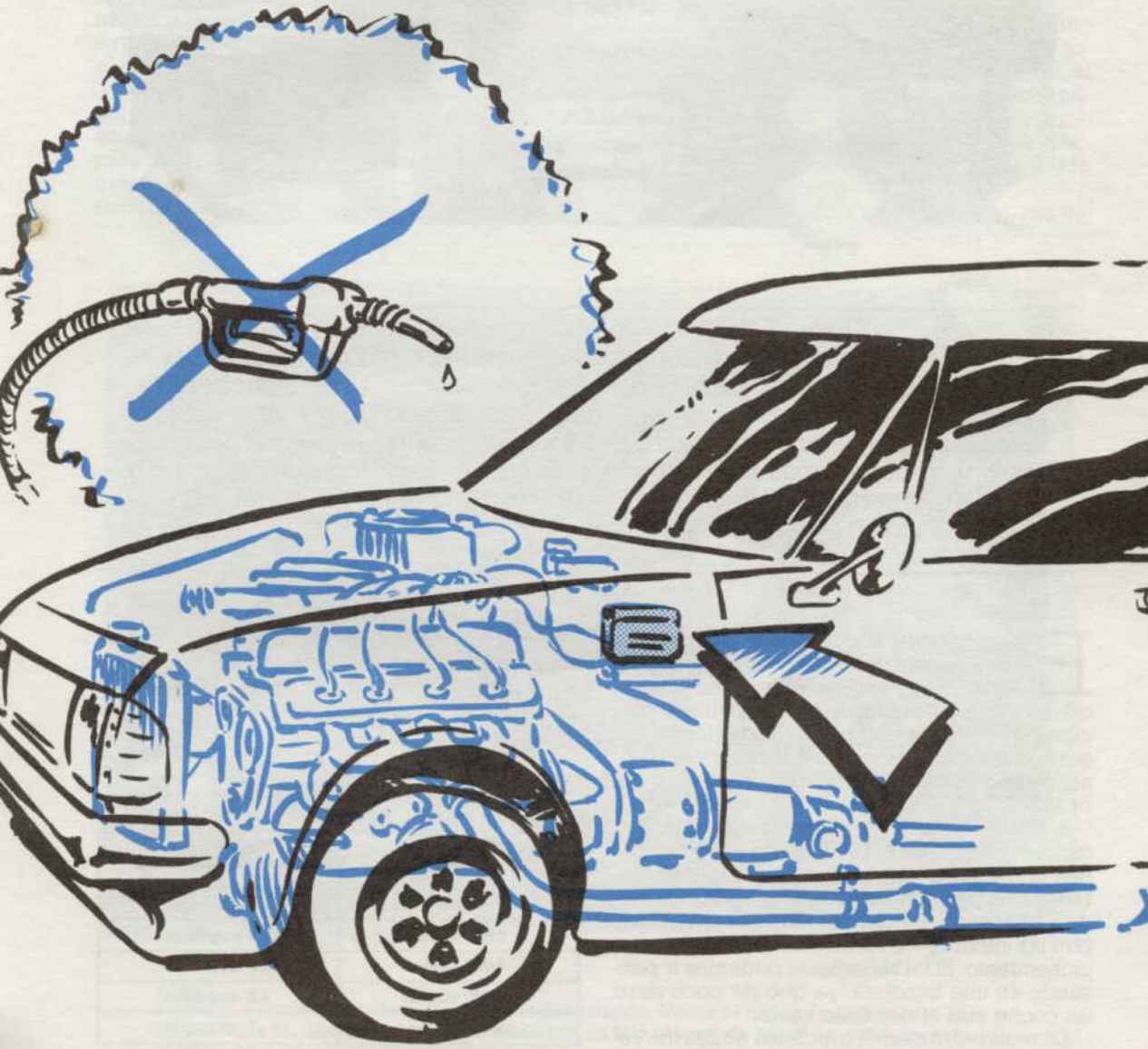
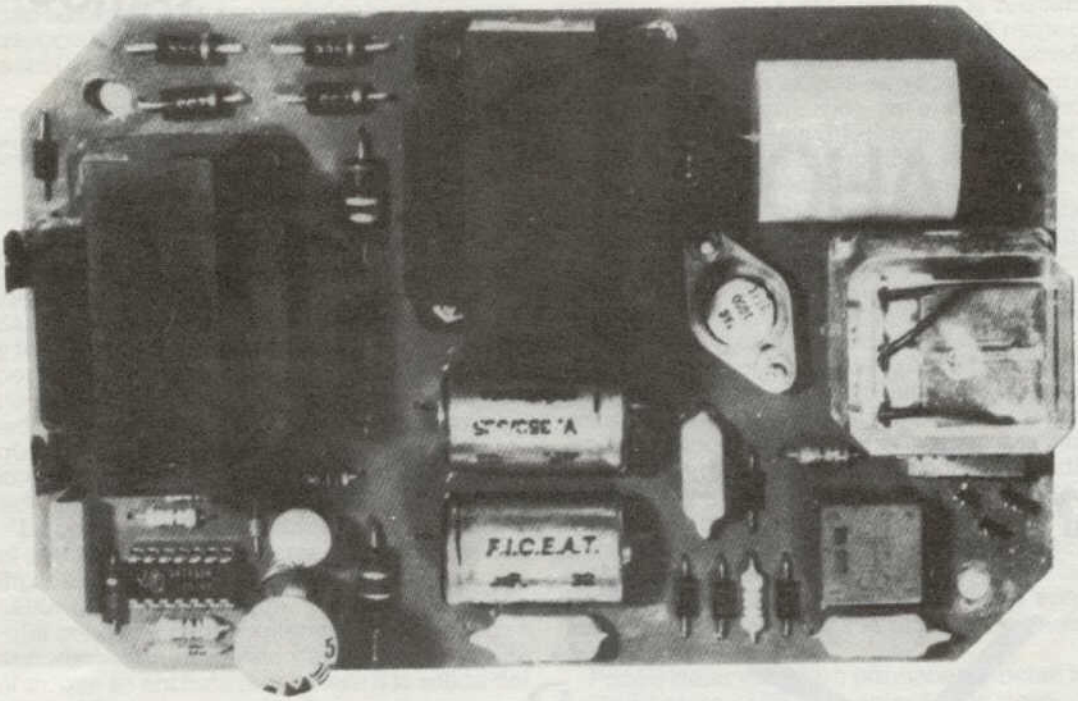


Foto 1
Foto del circuito impreso con todos los componentes ya montados.



Frente a los disparatados aumentos del precio de la gasolina y a la carencia de petróleo que afecta a todo país importador, es necesario poner remedio tratando de economizar al máximo; ya que nadie está dispuesto a privarse del coche o a limitar su uso, tratemos al menos de recorrer más kilómetros con la misma cantidad de gasolina, a fin de recortar drásticamente ese gasto que tan negativamente incide en nuestro presupuesto familiar.

ES ya habitual escuchar en la radio que a raíz de una decisión de cualquier país de la OPEP, vuelve a aumentar el precio del petróleo; el sufrido automovilista se pregunta entonces, y con razón, hasta dónde llegará esta vez el precio de la gasolina y si, a pesar de ello, habrá el año que viene gasolina para todos.

A este respecto, las últimas noticias no son ciertamente alentadoras y ya en otras ocasiones corrió el rumor de que en las «altas esferas» había partidarios de obligar a circular en días alternos —un día las matrículas pares y otro las impares— o incluso de recurrir a un racionamiento. Si tal sucediese, podemos ir pensando en una bicicleta, ya que de poco sirve un coche con el depósito vacío.

En realidad, acaso el problema no sea tan catastrófico como parece pero, aún así, no estaría de más que tratemos de economizar el máximo posible, si no queremos que el coche se convierta en un privilegio para personas «pudientes».

«¿Pero cómo?» os preguntaréis.

Número de vueltas	Corriente absorbida
motor	0,3 amperios
1.000 vueltas	1,2 amperios
3.000 vueltas	2,8 amperios
6.000 vueltas	4,8 amperios
12.000 vueltas	7 amperios

Desde luego, la solución no consiste en dejar que nuestro auto envejezca en un garaje, sino en tratar de recorrer un mayor número de kilómetros con la misma cantidad de gasolina; para ello —en vista de que no podemos partir por la mitad los cilindros del motor y de que no se han descubierto aún aditivos «económicos» que supongan un verdadero ahorro— la única posibilidad que se nos ofrece es la de quemar totalmente el preciado líquido que entra en los cilindros de modo que obtengamos una mayor potencia, mejorando así el rendimiento del conjunto.

En otras palabras, el único camino que podemos recorrer para ahorrar gasolina es el de mejorar el sistema de encendido de nuestro automóvil, es decir, tratar de obtener de la bobina AT una tensión y corriente más elevada, de modo que la chispa, al ser más potente, queme toda la mezcla en el interior de los cilindros, evitando así que salga mezcla sin quemar por el tubo de escape.

Todo ello puede conseguirse fácilmente sustituyendo el encendido tradicional de nuestro coche por un encendido electrónico, a condición de que éste sea un verdadero encendido electrónico, fruto de una experiencia y de repetidas comprobaciones en diferentes tipos de automóviles y con las más dispares condiciones ambientales.

En la práctica, el diseño que hoy os presentamos reúne todos estos requisitos, orientados a un solo fin: tratar de recorrer más kilómetros con la misma cantidad de carburante.

Y ahora resulta obligado hacer una precisión: si un automóvil recorre 11-12 kilómetros con un litro de gasolina, no penséis que instalando un encendido electrónico vais a conseguir recorrer 20-21 km., ni penséis siquiera en 18, ya que esto supondría ya un ahorro del 30 por 100.

El ahorro que se puede conseguir con un encendido electrónico, por perfeccionado que esté, está siempre comprendido entre un mínimo de un 10-11 por 100 y un máximo del 15-16 por 100.

En cualquier caso, aún siendo un porcentaje modesto, basta hacer cuatro números con papel y lápiz para comprobar que al cabo del año se pueden ahorrar varios miles de pesetas, sobre todo cuando se utiliza el coche para ir al trabajo y éste recorre diariamente un buen número de kilómetros.

Si os parece poco, pensad que con ese dinero podéis pagar el seguro del coche y algún que otro café.

De todos modos, siempre habrá quien nos es-

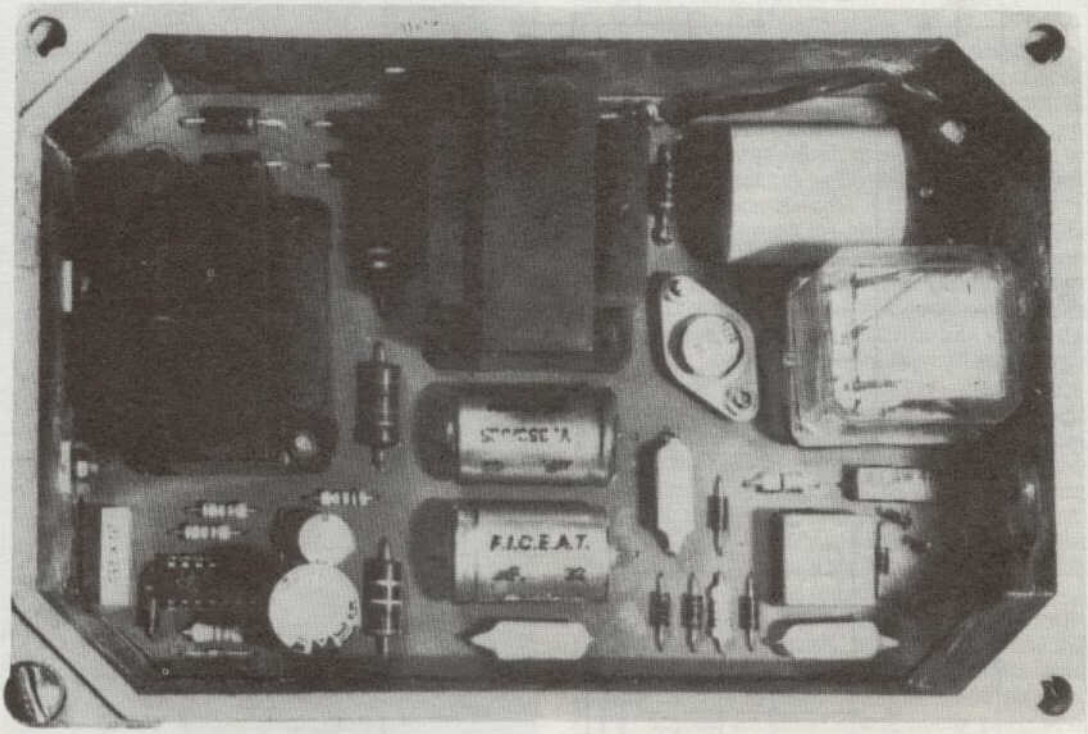


Foto 2
Foto del circuito montado en su contenedor estanco. Véase el tornillo con terminal, bajo la impedancia Z1, que utilizaremos para soldarle un hilo conectado por el extremo opuesto con el metal de la caja, para obtener un perfecto contacto a masa entre el circuito impreso y la caja.

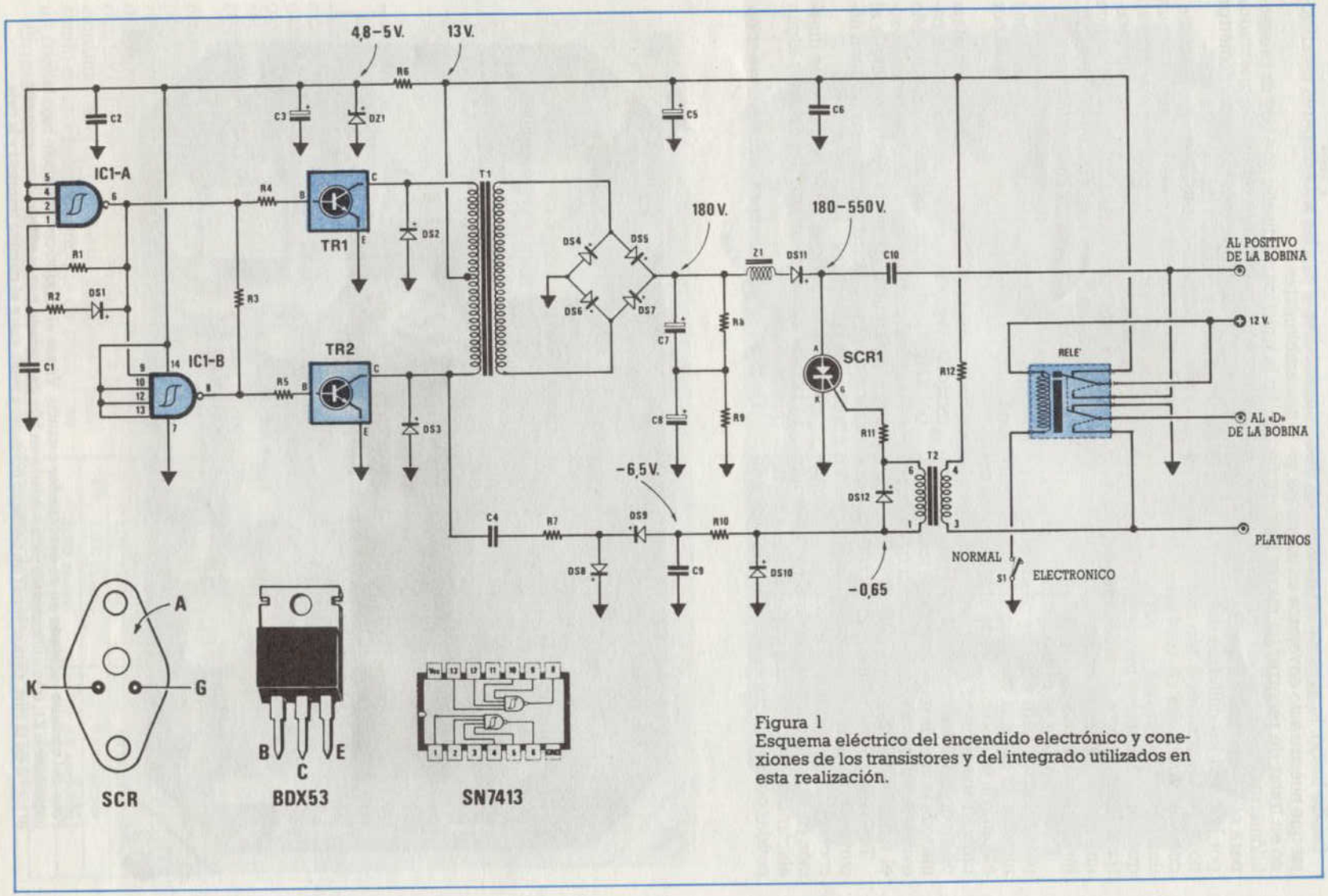


Figura 1
Esquema eléctrico del encendido electrónico y conexiones de los transistores y del integrado utilizados en esta realización.

LISTA DE COMPONENTES

R1 = 470 ohm. ½ Wat.
R2 = 150 ohm. ½ Wat.
R3 = 1.000 ohm. ½ Wat.
R4 = 330 ohm. ½ Wat.
R5 = 330 ohm. ½ Wat.
R6 = 100 ohm. ½ Wat.
R7 = 100 ohm. 2 Wat. de carbón
R8 = 100.000 ohm. 2 Wat. de carbón
R9 = 100.000 ohm. 2 Wat. de carbón
R10 = 220 ohm. ½ Wat.
R11 = 12 ohm. ½ Wat.
R12 = 47 ohm. 3 Wat. bobinada
C1 = 120.000 pF poliéster
C2 = 100.000 pF de disco
C3 = 100 mF electr. 25 volt.
C4 = 1 mF poliéster
C5 = 1.000 mF electr. 25 volt.
C6 = 1 mF poliéster
C7 = 32 mF electr. 350 volt.
C8 = 32 mF electr. 350 volt.
C9 = 1 mF poléster
C10 = 1 mF 600 volt. anti-inductivo
DS1 = diodo de silicio 1N4148
DS2 = diodo de silicio EM513
DS3 = diodo de silicio EM513
DS4 = diodo de silicio BY255
DS5 = diodo de silicio BY255
DS6 = diodo de silicio BY255
DS7 = diodo de silicio BY255
DS8 = diodo de silicio EM513
DS9 = diodo de silicio EM513
DS10 = diodo de silicio EM513
DS11 = diodo de silicio BY255
DS12 = diodo de silicio EM513
DZ1 = diodo zener 5,1 volt. 1 Wat.
SCR1 = diodo SRC 800 volt. 6-8 amp.
TR1 = darlington NPN tipo BdX53/C
TR2 = darlington NPN tipo BDX53/C
IC1 = integrado tipo SN7413
T1 = transformador elevador
T2 = transformador de alta tensión
Z1 = impedancia de 180 milihenrios
Relé de 12 volt. 2 circuitos
S1 = interruptor de palanca

criba diciendo que no le parece que esté ahorrando gran cosa porque, habiendo llenado el depósito, no ha notado haber recorrido mayor número de kilómetros.

Tal prueba no puede considerarse válida, ya que son demasiados los factores que modifican el porcentaje de consumo; basta con que el empleado de la gasolinera no llene totalmente el depósito, para encontrar automáticamente ese litro de menos que os habría permitido recorrer 12-13 kilómetros más.

También es suficiente con que el tráfico urbano os obligue a utilizar constantemente la primera y la segunda, para consumir la gasolina que debía haber servido para recorrer algún kilómetro más —de hecho, 100 metros recorridos en primera o en segunda, más algún «acelerón» para subir de vueltas el motor, equivalen en la práctica a 500-600 metros recorridos en cuarta a velocidad de crucero—.

Así pues, si notáis que en una semana habéis consumido la misma cantidad de gasolina que con el encendido tradicional, no os apresuréis a afirmar que el encendido electrónico no sirve para nada y pensad que con el encendido normal esa semana habríais gastado más.

Las pruebas de consumo a estos niveles tienen sentido sólo si se efectúan en largos recorridos por autopista siempre a la misma velocidad, o bien en períodos largos, de uno o dos meses, a condición de que no varíen demasiado los itinerarios recorridos.

Es importante recalcar que dicho ahorro existe y vosotros mismos os daréis cuenta; si antes, para mantener una determinada velocidad, debíais pisar el acelerador hasta una cierta profundidad, ahora notaréis que para el mismo objetivo basta pisar un poco menos y esto significa enviar menos mezcla a los cilindros.

Ya que hablamos de ahorro, podemos añadir que el máximo se obtiene no superando nunca los 2/3 de la velocidad punta del automóvil. Por ejemplo, si vuestro coche, con el acelerador pisado a fondo, alcanza una velocidad de 140 km., por ahora, el mayor ahorro lo conseguiréis viajando a 94-95 km. por hora — efectivamente, 140 × 2 : 3 = 93'3—.

No todo el mundo sabe que se puede también obtener un ahorro equilibrando perfectamente las ruedas delanteras y las traseras, e igualmente si, en vez de llegar a toda velocidad a un semáforo en rojo y tener que dar un «frenazo», se aminora antes y se llega por inercia (ahorraréis, además, las pastillas de freno).

De otro lado, pasados 15.000 km., las bujías rinden menos; así pues, no estará de más sutituirlas respetando la gradación técnica aconsejada por las firmas, como también es necesario cambiar un filtro de aire sucio, porque éste hace «chupar» más gasolina al carburador.

Estos pequeños detalles son los que pueden permitirnos obtener un verdadero ahorro de carburante al cabo del año, aún mayor del que desde aquí os prometemos.

Esquema eléctrico

Para poder obtener las máximas prestaciones de un encendido electrónico, es necesario poner particular atención en dos pasos: el convertidor CC-AC y el circuito de alta tensión del SCR, que son los que dan más trabajo aunque hemos procurado perfeccionarlos al máximo sin complicar excesivamente el circuito.

Observando el esquema eléctrico de la fig. 1, veréis que por lo que respecta al **convertidor CC-AC,** hemos descartado el habitual sistema de oscilador estable realizado con sólo dos transistores de potencia, por cuanto eran demasiados los problemas que presentaba. Así, a menudo tendía a apagarse cada vez que saltaba la chispa, creando problemas de retardo sobre todo cuando aumentaba el número de vueltas.

En sustitución de éste, hemos empleado un oscilador de onda cuadrada, realizado con uno de los dos nand Schmitt-trigger de 4 entradas (ver nand A) contenidos en el integrado IC1, un TTL del tipo SN7413.

Con ello, obtenemos la doble ventaja de tener un oscilador que funciona constantemente, incluso cuando salta la chispa, y de poder trabajar en frecuencias elevadas, del orden de los 20.000 Hz., aumentando así el rendimiento del convertidor y eliminando al mismo tiempo el molesto silbido usual en otros encendidos.

El segundo nand existente en este circuito (ver IC1-B) se aprovecha como inversor, de manera que obtengamos en salida, en la patilla 8, una señal siempre de onda cuadrada pero desfasada exactamente en 180° respecto a aquella disponible en la patilla 6 (salida de IC1-A).

Estas dos señales se aplican simultáneamente, mediante las resistencias R3-R4, a la base de los dos darlington de potencia BDX53 (ver TR1-TR2), que cumplen en nuestro circuito la función de amplificadores finales de potencia.

El transformador T1 utilizado en este paso, es obviamente un transformador-elevador; es decir, el devanado secundario tiene un número mayor de espiras que el primario.

En la práctica, en la salida de este transformador dispondremos de una tensión alterna de onda cuadrada, que rectificaremos con los cuatro diodos DS4-DS5-DS6-DS7 conectados entre ellos en configuración de puente de manera que obtengamos una tensión continua de 165 volt. aproximadamente, que utilizamos para cargar los dos condensadores electrolíticos C7-C8 (de 32 mF 350 volt. de trabajo, cada uno) empleados como depósito de corriente.

Dicho depósito servirá para recargar el condensador C10 en el menor tiempo posible, nada más saltar la chispa, incluso cuando el número de vueltas del motor llega al máximo.

Para alcanzar este objetivo, se ha aprovechado el principio de funcionamiento de los alimentadores «switching», que podemos resumir del siguiente modo: cuando el gate del SCR es excitado mediante el circuito de alta tensión —que analizaremos más adelante—, el SCR se comporta en la práctica como un interruptor cerrado, cortocircuitando a masa un extremo del condensador de descarga C10 y el cátodo del diodo DS11 conectado al propio ánodo.

En tales condiciones, mientras el condensador C10 se descarga, transmitiendo un fuerte impulso de corriente al primario de la bobina a la que está conectado, la impedancia Z1 —estando el cátodo de DS11 cortocircuitado a masa— es atravesada a su vez por un fuerte impulso de corriente, cargándose así de «energía».

Cuando el SCR deja de conducir, la corriente que atraviesa Z1 no puede interrumpirse de golpe; como el único «desahogo» posible es el condensador C10, la impedancia transfiere toda la energía que había almacenado precisamente a dicho condensador, haciendo subir la tensión en sus extremos hasta un máximo de 550 volt., aproximadamente.

En otras palabras, con este artificio conseguimos cargar este condensador a un nivel casi igual al triple de la tensión continua disponible en la salida del puente rectificador.

Aclaramos que la corriente consumida por el paso elevador de tensión, es decir, por los transistores TR1-TR2, es directamente proporcional al número de vueltas del motor, como demuestra la tablilla correspondiente a un motor de 4 cilindros.

Como ya hemos dicho, el condensador C10 en correspondencia con cada impulso debido a la apertura de los platinos, será descargado por el SCR en paralelo al primario de la bobina de A.T., obteniendo así en el secundario de ésta una tensión notablemente superior respecto de un encendido tradicional.

De este modo, entre los electrodos de la bujía se hará saltar un arco muy potente y duradero, capaz de quemar totalmente la mezcla existente en el interior del cilindro, sin dejar la más mínima cantidad.

Para excitar el gate del SCR de manera que éste, a la apertura de los platinos, actúe en conducción descargando a masa el condensador C10, hemos desechado de nuevo los sistemas tradicionales de trigger, con transistores u otros semiconductores, sustituyéndolos, después de innumerables pruebas, por un circuito mucho más sencillo pero más seguro y funcional.

A este fin, hemos utilizado un transformador toroidal de alta tensión (ver T2), que resuelve el problema estupendamente; aún así, no es suficiente por cuanto existe el peligro de falsos impulsos que podrían excitar el SCR cuando no hace falta, creando así descompensaciones en el funcionamiento del motor.

Para solucionar este inconveniente, hemos decidido aplicar al gate una tensión de polarización ligeramente negativa, que obtenemos tomando la señal de onda cuadrada disponible

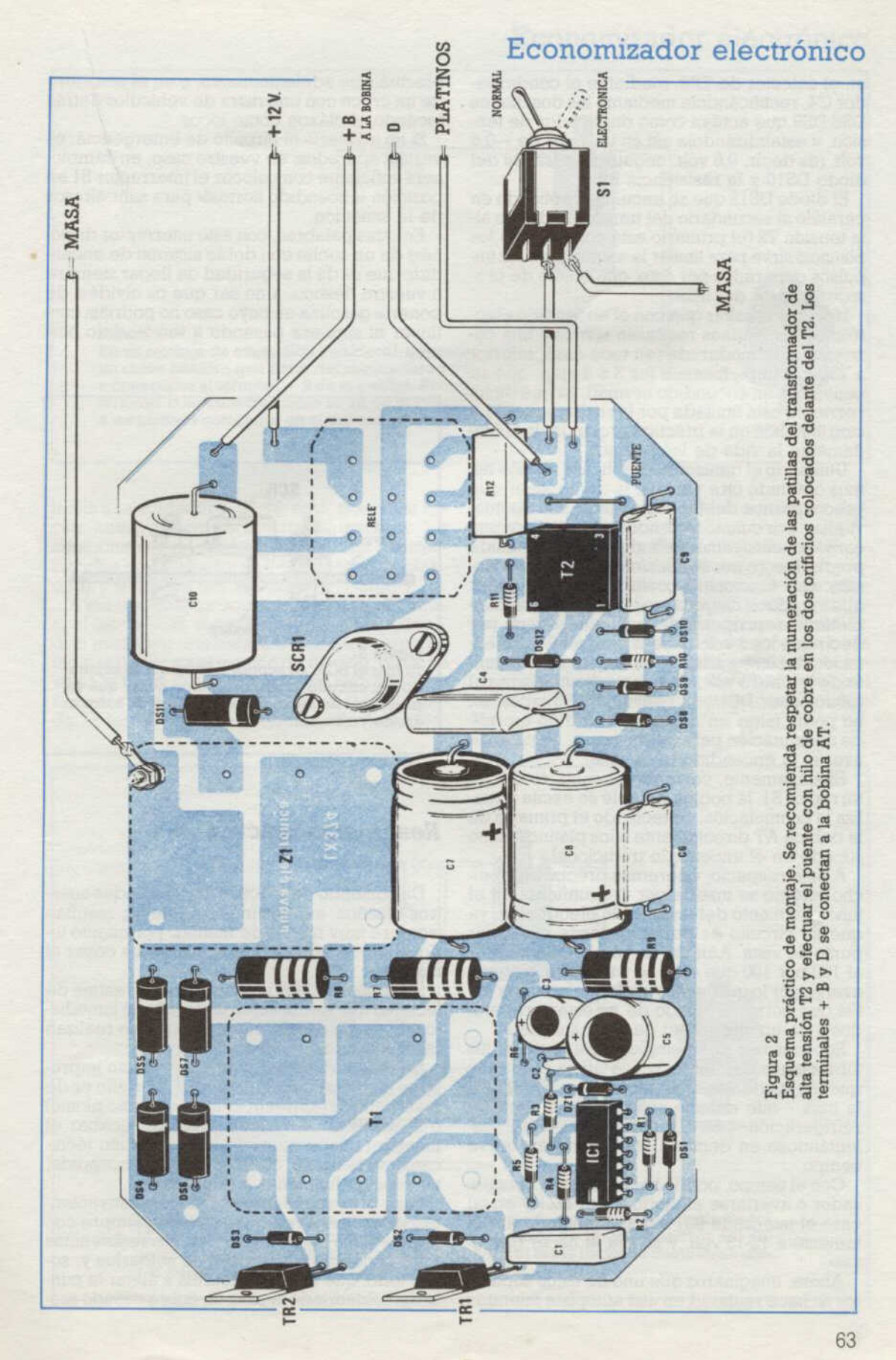


Figura 2
Esquema práctico de montaje. Se recomienda respetar la numeración de las patillas del transformador de alta tensión T2 y efectuar el puente con hilo de cobre en los dos orificios colocados delante del T2. Los terminales + B y D se conectan a la bobina AT.

en el colector de TR2, mediante el condensador C4, rectificándola mediante los dos diodos DS8-DS9 que actúan como duplicador de tensión, y estabilizándola así en un valor de —0,6 volt. (es decir, 0,6 volt. negativos) a través del diodo DS10 y la resistencia R9.

El diodo DS12 que se encuentra aplicado en paralelo al secundario del transformador de alta tensión T2 (el primario está conectado a los platinos) sirve para limitar la amplitud de los impulsos generados por éste, con objeto de proteger el gate del SCR.

Hay que resaltar que con el encendido electrónico los platinos recibirán siempre una corriente muy moderada (en todo caso, inferior a 250 miliamp., frente a los 3 ó 4 amp. que se tienen con un encendido normal), ya que dicha corriente está limitada por la resistencia R11 y esto significa en la práctica prolongar indefinidamente la vida de los platinos.

Utilizando el transformador de alta tensión hemos obtenido otra ventaja: la de no tener que preocuparnos del funcionamiento del cuentavueltas, por cuanto teniendo en los platinos una carga exclusivamente inductiva, constituida precisamente por el transformador de alta tensión, éste funcionará perfectamente sin tener que introducir ninguna modificación. Para completar la descripción del esquema, queda por decir que los 5 volt. necesarios para la alimentación del integrado IC1 se toman directamente de los 12-13 volt. de la batería, mediante el diodo zener DZ1 y la resistencia R5; además, no podía faltar en nuestro encendido un relé de conmutación para poder pasar, en caso de avería, al encendido tradicional.

Efectivamente, cerrando el contacto del interruptor S1, la bobina del relé se excita y realiza la conmutación, conectando el primario de la bobina AT directamente a los platinos como sucede en el encendido tradicional.

A este respecto, queremos precisar que dicho relé no se inserta por desconfianza en el funcionamiento del encendido electrónico, ya que su circuito es perfecto desde cualquier punto de vista. Aún así, no se puede asegurar al 100 por 100 que éste no va a sufrir ninguna avería, por lo que hemos preferido prevenir antes que correr el riesgo de no estar preparados ante un imprevisto de esa naturaleza.

Supongamos, por ejemplo, que a causa de las vibraciones del automóvil se afloja el tornillo que fija los transistores de potencia TR1-TR2 a la caja —que en este caso hace de aleta de refrigeración—; Es obvio que el transistor, calentándose en demasía, hará corto en breve tiempo.

Con el tiempo, podría hacer corto un condensador o averiarse el diodo zener DZ1 y en tal caso el integrado IC1 sería alimentado directamente a 12-13 volt. y se iría «a hacer gárgaras».

Ahora, imaginaros que uno de estos supuestos se hace realidad en una autopista mientras efectuáis un adelantamiento, o en el semáforo de un cruce con una ristra de vehículos detrás tocando el cláxon como locos.

Si no tuviéseis el circuito de emergencia, os veríais apurados; en vuestro caso, en cambio, será suficiente con colocar el interruptor S1 en posición «encendido normal» para salir airosos de la situación.

En otras palabras, con este interruptor disponéis de un coche con doble sistema de encendido que os da la seguridad de llegar siempre a vuestro destino, a no ser que os olvidéis de ponerle gasolina en cuyo caso no podríais continuar ni siquiera pasando a «encendido normal».

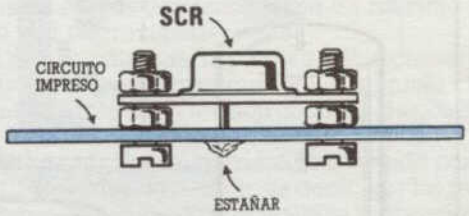


Figura 3
Al fijar el SCR, se aconseja mantenerlo separado del circuito impreso, a fin de evitar que en presencia de humedad salten chispas entre el ánodo y cátodo.

Realización práctica

Disponiendo del circuito impreso todos nuestros diseños, aún los más complejos, resultan siempre muy fáciles de montar, por cuanto todo está pensado para simplificar las cosas al máximo.

Sin embargo, hay un pequeño porcentaje de lectores que no consigue un resultado inmediato y la causa de ello suele ser que no realizan las soldaduras como se debe.

En realidad, soldar sobre un circuito impreso es algo muy sencillo, pero si el estaño es de mala calidad (es decir, contiene mucho plomo) o si se tiene demasiada prisa por acabar el montaje, puede ocurrir que un circuito técnicamente perfecto, como es nuestro encendido, no consiga funcionar a la primera.

Para preveniros frente a estos inconvenientes, os aconsejamos que repaséis siempre con papel de lija los terminales de las resistencias y los condensadores antes de soldarlos y, sobre todo, que no os apresuréis a alejar la punta del soldador de la pista de cobre cuando rea-

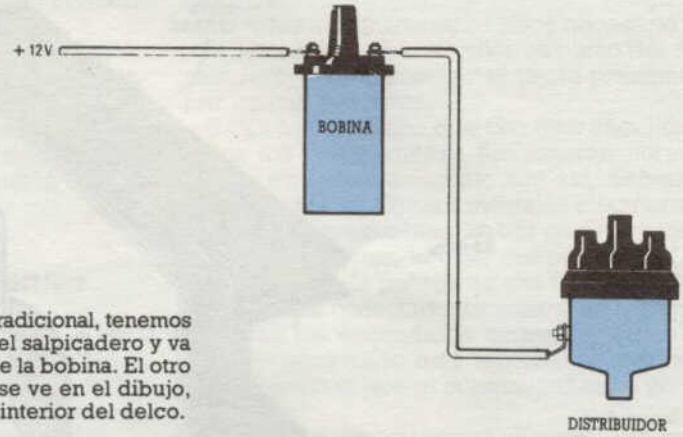


Figura 4
En un montaje de encendido tradicional, tenemos un cable positivo que parte del salpicadero y va a conectarse al terminal + B de la bobina. El otro terminal D se conecta, como se ve en el dibujo, a los platinos colocados en el interior del delco.

licéis una soldadura. Dicho esto, podemos iniciar nuestro montaje insertando primero los componentes de menor dificultad: las resistencias, los condensadores (respetando la polaridad) y el zócalo del integrado.

A continuación podéis montar sobre el circuito el diodo SCR, separándolo de la fibra de vidrio mediante una tuerca o dos o tres arandelas insertadas en el tornillo de fijación, como se ve en la fig. 3. Esta precaución es necesaria para evitar que, en invierno o en un lugar húmedo, se forme vapor de condensación bajo la envoltura del SCR, lo que podría ocasionar descargas indeseadas.

Como el ánodo de dicho diodo está conectado eléctricamente a la pista sólo por los tornillos de fijación, os recomendamos limpiar atentamente esta pista para retirar posibles estratos de óxido, que actuarían como aislante.

También es una buena norma aplicar a cada tuerca una segunda tuerca de «contención», para evitar que se afloje con las vibraciones del vehículo, interrumpiéndose así el contacto eléctrico.

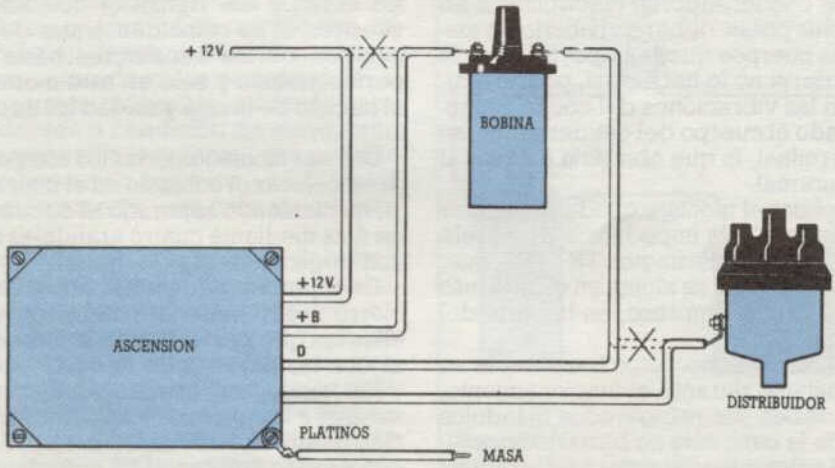


Figura 5
Para acoplar el encendido electrónico al coche, basta con conectar el cable de los 12 volt. positivos procedente del salpicadero al cable de 12 volt. positivos del encendido; los dos cables, B + y D a la bobina AT; y el cable indicado como «platinos» a la palomilla del delco, como se ve en el dibujo.

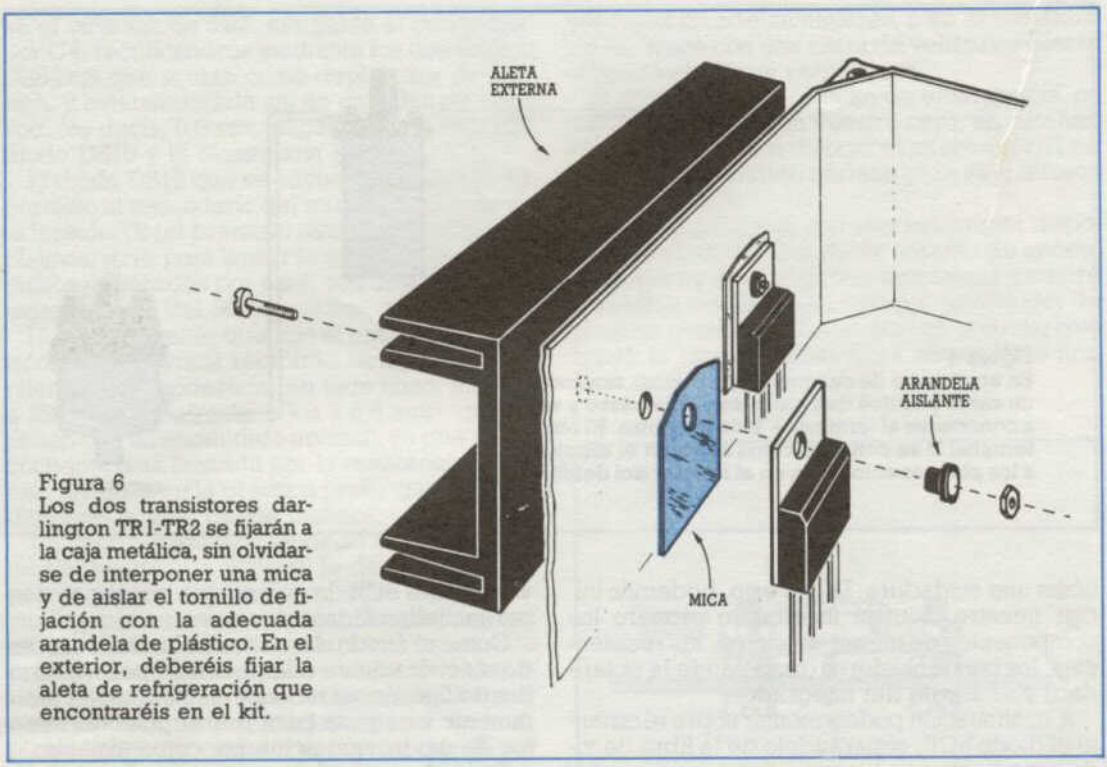


Figura 6
Los dos transistores darlington TR1-TR2 se fijarán a la caja metálica, sin olvidarse de interponer una mica y de aislar el tornillo de fijación con la adecuada arandela de plástico. En el exterior, deberéis fijar la aleta de refrigeración que encontraréis en el kit.

Después del SCR podréis montar el transformador de alta tensión, teniendo en cuenta que los números que aparecen en su envoltura deben corresponderse con los indicados en la serigrafía; de otro modo, podríais confundir las dos envolturas, con las consecuencias lógicas.

Cuando soldéis el condensador de descarga C10 y los condensadores electrolíticos en sus respectivas pistas, deberéis hacerlo de manera que sus cuerpos queden apoyados en la fibra de vidrio; si no lo hacéis así, podría ocurrir que, con las vibraciones del coche y siendo más pesado el cuerpo del condensador, se rompa un terminal, lo que obligaría a pasar al encendido normal.

Para completar el montaje queda por soldar el transformador T1, la impedancia Z1, el relé y los dos transistores darlington TR1-TR2, que, como se ve en la fig. 2, se alojan en el lado más estrecho del circuito impreso, en la parte del transformador T1.

Como ya hemos dicho, estos transistores se calientan bastante durante el funcionamiento, por lo cual deben ser refrigerados fijándolos a la pared de la caja; ésta no bastaría para disipar todo el calor generado, por lo que debéis aplicar en su exterior una aleta de refrigeración (ver foto) incluida en el kit, ya perfilada a las dimensiones requeridas. Para llevar mejor a cabo estas operaciones, recomendamos que insertéis los transistores antes que el transformador T1, tratando de colocarlos a la misma altura y soldándolos inicialmente por un sólo terminal.

Tomad una broca de 3,5 mm. y efectuad en la pared de la caja dos orificios, a la misma distancia que los existentes en la aleta de refrigeración; después, introducid el circuito impreso en el interior de la caja y comprobad que los orificios del transistor coinciden con los vuestros. Si no coinciden, tratar de adaptar la posición de los transistores hasta centrarlos perfectamente y **sólo en este momento** sacad el circuito de la caja y soldad los terminales que faltaban.

Una vez montados todos los componentes, podréis colocar el conjunto en el interior de la caja, manteniendo separado el circuito del fondo de ésta mediante cuatro arandelas que fijaréis con pegamento rápido.

Es importante que estas arandelas sean de hierro u otro material conductor, ya que son ellas las que perfeccionan la conexión de masa con las paredes de la caja.

Efectuado esto, quedan por fijar los dos transistores a las paredes y a la aleta de refrigeración, interponiendo antes la mica rectangular que encontraréis en el kit entre las dos superficies metálicas en contacto (la del transistor y la de la pared de la caja); después, insertad el tornillo con la correspondiente arandela aislante y apretad el tornillo lo más fuerte posible.

Antes de proporcionar tensión para probar el circuito aconsejamos comprobar con un óh-

metro que el colector de los dos transistores está perfectamente aislado del metal de la caja, ya que de otro modo provocaríais un cortocircuito.

En este momento, antes de sujetar el conjunto en el compartimento del motor, podéis realizar algunas pruebas alimentando el encendido con una batería, hecho lo cual pasaréis a instalarlo definitivamente en vuestro automóvil, siguiendo las reglas que a continuación os indicamos.

Consejos útiles e importantes

1. Cuando se instale el encendido en el compartimento del motor es conveniente hacerlo en un lugar muy ventilado, lejos, por tanto, de los puntos más calientes para permitir que los transistores disipen mejor el calor generado.

2. Con nuestro encendido no es necesario retirar el condensador de los platinos.

3. Es importante comprobar qué tipo de bobina tenemos en el coche, ya que no todas las bobinas AT son adecuadas.

Efectivamente, hay «super bobinas» que, disponiendo de menos espiras en el primario (de hecho, para limitar la corriente de consumo, disponen de una resistencia colocada, por lo general, en su exterior) hacen que el alimentador absorba una corriente casi doble de la normal y generan en salida una chispa de potencia inferior.

Para comprobar que vuestra bobina es idónea, no tenéis sino comprobar con un tester conectado en serie a la bobina misma la corriente consumida alimentándola con 12 volt. (ver fig. 7).

Si la bobina es adecuada para nuestro encendido, deberá consumir alrededor de 3-3,5 amp.; si no lo es, consumirá en cambio una corriente de 6-7 amp. (excluyendo, obviamente, la resistencia colocada en serie a ésta).

En algunos casos es posible utilizar la bobina «superpotente», a condición de que ésta —dejando la resistencia insertada— presente un consumo comprendido entre los 3-3,5 amp. requeridos; de otro modo, será necesaria la sustitución.

4. Siempre respecto a la bobina, debemos reseñar un segundo detalle: hemos comprobado que algunos encendidos funcionaban correctamente en las pruebas de banco y, sin embargo, instalados en un automóvil daban un resultado mediocre (en concreto, todos los vehículos Ford); descubrimos que el cable que conectaba la bobina al interruptor de puesta en marcha era, en la práctica, una resistencia de hilo al niquel cromo utilizada en lugar de la ya mencionada resistencia «ballast» fijada en el exterior de la bobina.

Es obvio que si conectásemos este hilo al encendido electrónico pretendiendo tomar de éste los 12 volt. de la batería, estaríamos en cambio alimentando el encendido con una tensión de sólo 5-6 volt. y el resultado sería muy decepcionante.

En estas condiciones, se hace necesario tomar los 12 volt. de cualquier otro sitio del salpicadero, o bien sustituir el cable-resistencia por un cable normal.

5. Ya hemos dicho que con este encendido todos los cuentavueltas funcionarán normalmente sin inconvenientes; aún así, debemos precisar que en algunos montajes eléctricos el cable del cuentavueltas, en vez de estar conectado a los platinos, lo está, por comodidad, al terminal D de la bobina de alta tensión (el terminal D está conectado directamente a los platinos, en los encendidos normales); como en nuestro encendido este terminal se coloca a masa, es obvio que el cuentavueltas no podrá funcionar.

6. En la descripción del esquema eléctrico y en el dibujo de la fig. 1 os hemos indicado cuáles son las tensiones presentes en el circuito, pero si alguno de vosotros tratase de determinarlas con un tester, notaría que al variar el número de vueltas estas tensiones pueden modificarse notablemente. Las tensiones en el SCR, en los extremos de la bobina AT y en otros puntos del circuito, sólo pueden determinarse con un osciloscopio, por cuanto el tester no es fiable en estos casos.

(Precios de kits y circuitos impresos de este n.° en pág. 76)

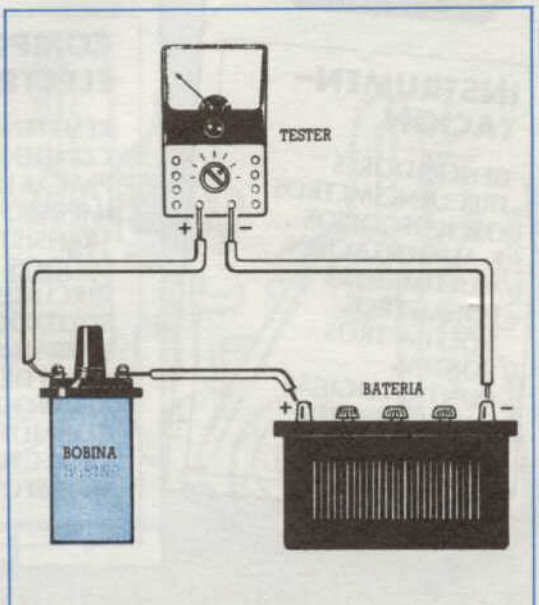
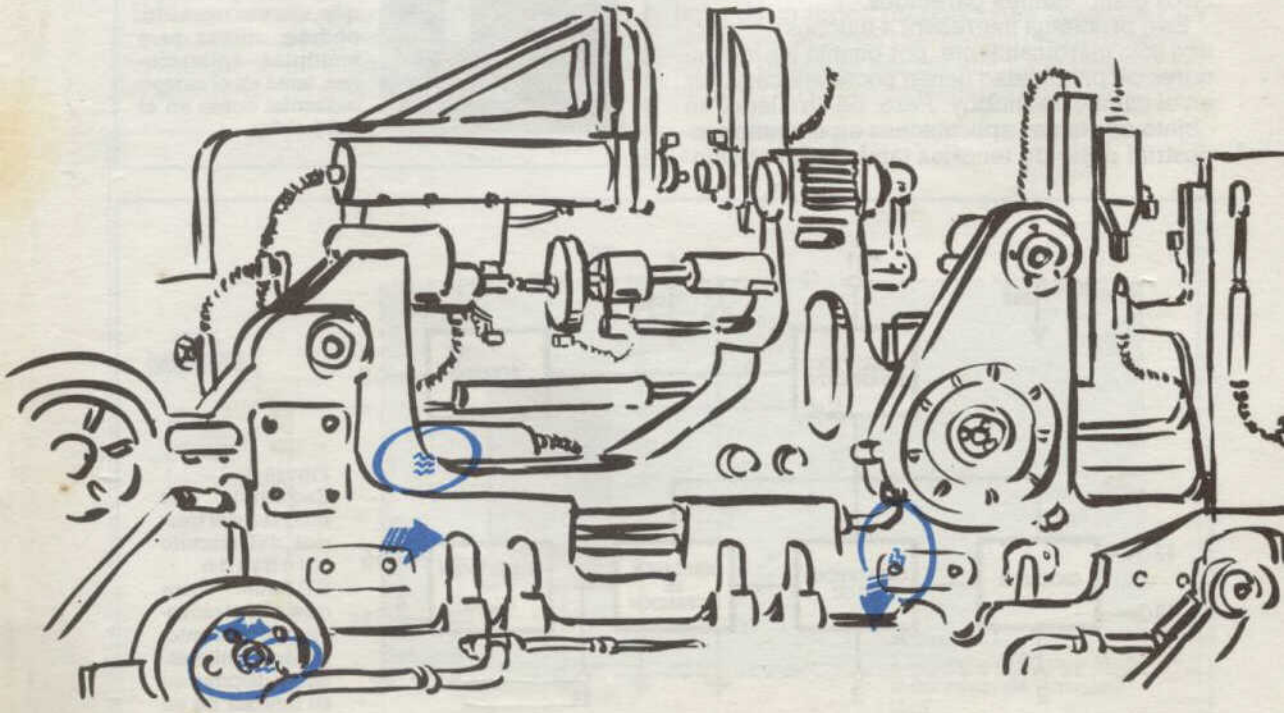


Figura 7
No todas las bobinas AT son idóneas para funcionar con el encendido electrónico. Las adecuadas son aquellas que, alimentadas con una batería de 12 volt., con el tester en serie y en la posición de 5 amp. fondo escala, consuman alrededor de 3-3,5 amper. Si la bobina consume el doble debe ser sustituida.

DETECTOR DE PROXIMIDAD



Para realizar un cuentavueltas, un cuentapiezas, un fin de carrera u otros automatismos, se requiere casi siempre un indicador de proximidad, es decir, un automatismo capaz de excitar o de desexcitar un relé cuando una superficie metálica se acerca o se aleja de la «cabecilla» utilizada como sonda.

QUIENES trabajan en el campo de las máquinas automáticas se habrán encontrado alguna vez en la necesidad de excitar un relé, encender una bombilla o parar un motor, cuando un perno metálico alcanza determinada posición o cuando una simple palanca se ha desplazado de una posición inicial.

Problemas semejantes pueden resolverse, por lo general, utilizando sólo un «proximity», esto es, un indicador de proximidad, que encuentra grandes aplicaciones en el campo industrial. Lo que es asombroso es que, estando compuestos por un pequeño número de componentes, estos «proximity» se vendan en el mercado a precios desorbitados, lo que lleva en muchas ocasiones a dar un rodeo realizando dispositivos similares con foto-transistores u otros componentes parecidos.

Este problema interesará a muchos de vosotros sólo marginalmente, por cuanto los indicadores de proximidad tienen pocas aplicaciones en el campo del hobby. Pero, de otro lado, un objeto con tantas aplicaciones en el campo industrial debe de tenerlas también en el campo «hobbístico»; estamos seguros de que, con un poco de imaginación, dicho indicador resolverá muchos de vuestros problemas.

Por ejemplo, si quereis realizar un cuentavueltas, colocando el indicador de proximidad junto a una rueda dentada o a un engranaje tendréis ya construido un perfecto sensor y lo mismo decimos si queréis realizar un anti-robo muy sofisticado, capaz de saltar sin contactos metá-

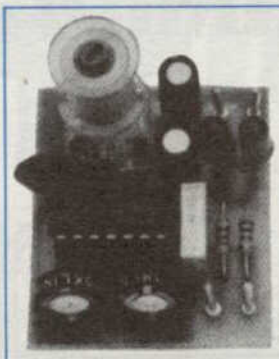


Foto del prototipo que, una vez montado, podréis utilizar para múltiples aplicaciones, tanto en el campo industrial como en el del hobby.

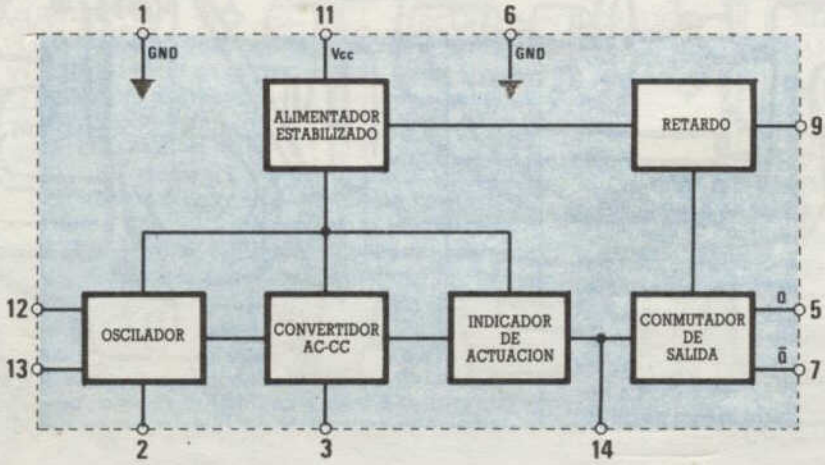


Figura 1
Esquema por bloques del interior del circuito integrado TCA205. Para que el funcionamiento del integrado resulte estable, dispone en su interior de un alimentador estabilizado.

licos cuando un perno o cualquier superficie de hierro se desplaza hasta un determinado punto crítico, en el que habéis colocado el «proximity». Como veis, basta pensar un poco para que el objeto aparentemente más inútil resuelva un problema que os está dando quebraderos de cabeza desde hace tiempo.

De nuestro circuito diremos que presenta una elevada fiabilidad, característica esencial para poderlo utilizar en máquinas automáticas.

hierro, cobre o latón, al núcleo de la bobina; después, para desexcitar el mismo relé, bastará con alejar de la bobina este pequeño disco metálico a una distancia de 6-7 mm. Como veis, este integrado tiene previsto un recorrido de 2-3 mm. entre el punto de excitación y el punto de desexcitación, es decir, una pequeña histéresis indispensable para evitar que haya vibraciones en los contactos del relé, en el momento de la conmutación.

LISTA DE COMPONENTES

R1 = 1 megaohm. trimmer
R2 = 220.000 ohm. trimmer
R3 = 1.000 ohm. 1/4 Wat.
R4 = 1.000 ohm. 1/4 Wat.
C1 = 220 pF disco
C2 = 10 mF electrolítico 40 volt.
C3 = 47.000 pF disco
C4 = 10.000 pF poliéster
C5 = 10 mF electrolítico 40 volt.
DS1 = diodo de silicio 1N4148
DL1 = diodo led
DL2 = diodo led
L1 = bobina (ver texto)
IC1 = integrado tipo TCA.205 A

Este sensor se ha realizado empleando un integrado de la casa Siemens, con las siglas TCA.205.A, que desarrolla prácticamente él solo todas las funciones requeridas. Efectivamente, sólo necesita que se le conecte una bobina provista de núcleo y pocos condensadores y resistencias.

En la práctica, utilizando este integrado podreis excitar un relé acercando a unos 4 mm. una superficie de 6 mm. de diámetro (una superficie mayor no modifica la sensibilidad), de

Como materiales, hemos indicado el hierro, el cobre o el latón, pero también con un pequeño disco de aluminio se puede excitar el circuito; en este caso, la sensibilidad del indicador será la mitad de la que anteriormente os hemos indicado.

También debemos aclarar que masas metálicas de grandes proporciones, colocadas en las inmediaciones del sensor (a condición de que la distancia sea de algún centímetro), no influyen en el funcionamiento del circuito, por

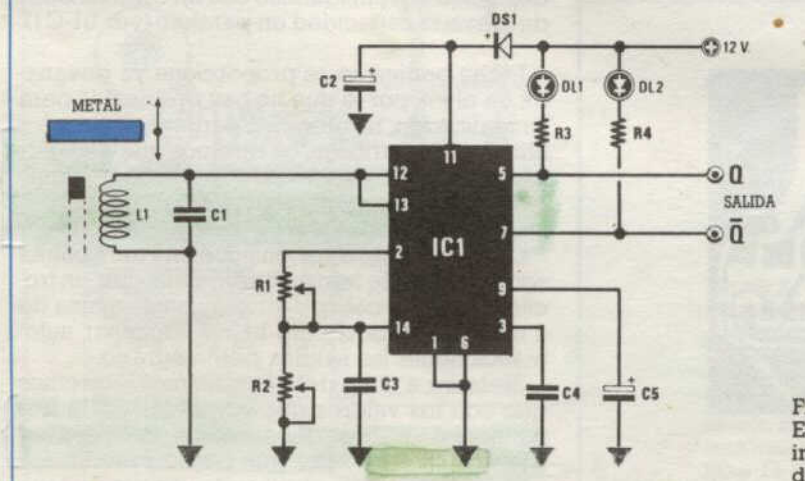


Figura 2
Esquema eléctrico del indicador de proximidad.

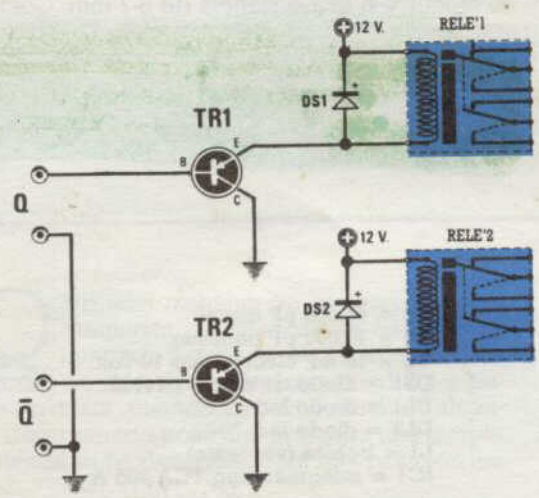


Figura 3
Si se desease excitar algún relé con este indicador de proximidad, aconsejamos conectar a las salidas Q (y la masa) dos transistores PNP de potencia media como se ve en este esquema. Los diodos DS1-DS2 son dos diodos de silicio corrientes.

lo que resulta particularmente idóneo para utilizarlo en máquinas automáticas.

Esquema eléctrico

En vista de que el indicador se reduce a un solo integrado mas la bobina, para contaros algo sobre el esquema eléctrico deberemos «correr el velo» al rectángulo negro reproducido en el centro de la fig. 2 con las siglas IC1, y ver lo que contiene.

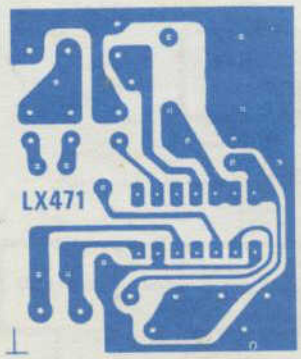


Figura 4
Diseño a tamaño natural del circuito impreso siglado LX.471.

En la práctica, como se ve en la fig. 1 que reproduce el esquema interno por bloques del TCA.205.A, dicho integrado es más bien complejo, por cuanto se compone de 6 pasos:

1. Paso oscilador (banda de trabajo de 15.000 Hz. a 1,5 MHz.)
2. Convertidor alterna-continua
3. Paso indicador de umbral (comparador)
4. Conmutador de salida
5. Estabilizador de tensión
6. Red de retardo.

El paso oscilador necesita, para desarrollar sus funciones, que le sea aplicada exteriormente, entre las patillas 12-13, una bobina provista de núcleo ferromagnético con un condensador de elevada capacidad en paralelo (ver L1-C1).

BLOQUES DEL INTEGRADO

Dicha bobina se os proporciona ya devanada en el kit, por lo que no hay problemas para su realización; no obstante, para satisfacer a los aficionados curiosos, os diremos que está formada por 1.000 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,1 mm. de diámetro, devanadas sobre un núcleo de ferrita de 5 mm. de diámetro.

CARACTERISTICA DE LA BOBINA

Con esta bobina se consigue una muy buena sensibilidad; de hecho, basta aproximar un trocito de hierro, cobre o latón a una distancia de 8 mm. del sensor, para hacer conmutar automáticamente las salidas del integrado.

Siempre a título de información, os diremos que con los valores que aconsejamos, la frecuencia de trabajo del oscilador se aproxima a los 85.000 Hz, valor que podréis medir con un frecuencímetro, acercando una sonda compuesta por dos o tres espiras al núcleo de la bobina.

TRABAJO DE BOBINA

PASO RECTIFICADOR

Después del paso oscilador, encontramos en el interior del integrado un paso rectificador, necesario para transformar la señal alterna en una tensión continua de valor proporcional a la amplitud de la sinusoide, paso que opera con la ayuda del condensador externo C4, de 10.000 pF.

PASO COMPARADOR

La tensión continua así obtenida se aplica a la entrada de un paso comparador que la confronta con la tensión fija de referencia; cuando la amplitud de la oscilación desciende por debajo de este límite mínimo, son excitadas automáticamente las salidas del integrado.

PD •En la práctica, el funcionamiento de todo el circuito consiste en indicar las variaciones de amplitud de la señal generadora por el oscilador (en el límite, éste puede llegar a apagarse), cuando la bobina osciladora se carga a causa de algo colocado en su exterior.

Aclaramos que esta carga externa no debe ser necesariamente un trozo de material magnético; es suficiente con un trocito de hierro, cobre o latón, aún de reducidas dimensiones.

6 El circuito se completa con una red de retardo, controlada por el condensador exterior C5, de 10 mF., y necesaria para evitar que el circuito se excite con cualquier falso impulso (un inconveniente que existe siempre, sobre todo en una máquina automática) y para que se excite sólo cuando es necesario, es decir, sólo cuando se aproxima un trozo de hierro al núcleo de la bobina.

PASO ESTABILIZADOR

Siempre en el interior del integrado, encontramos un estabilizador de tensión que garantiza idénticas condiciones de funcionamiento, ya sea el circuito alimentado con una tensión de 5 volt., ya con una tensión de 30 volt.

Debemos precisar que no es posible exceder estos límites (esto es, 5-30 volt.) en la tensión de alimentación; en el primer caso, porque el integrado no conseguiría ya realizar sus funciones, y en el segundo, porque se correría el riesgo de quemar el zener contenido en su interior.

TRABAJO PARA CAMBIAR VOLT CAMBIAR R3 Y R4

Por nuestra parte, os aconsejamos alimentar el conjunto con una tensión de 12 volt.; en cualquier caso, si queréis emplear una tensión distinta, la única modificación a introducir en el circuito es la de adaptar a la nueva alimentación las dos resistencias R3 y R4 colocadas en serie con los diodos led, en las salidas (patillas 5-7).

Respecto a estas salidas, os diremos que éstas resultan invertidas, en el sentido de que cuando una está cortocircuitada a masa la otra está abierta y viceversa (se trata de salidas open-collector).

CARGA MAX 50mA

Cada una de estas salidas puede conducir una carga máxima de 50 mA, así pues si quisiéramos conectarle un relé, por ejemplo, que

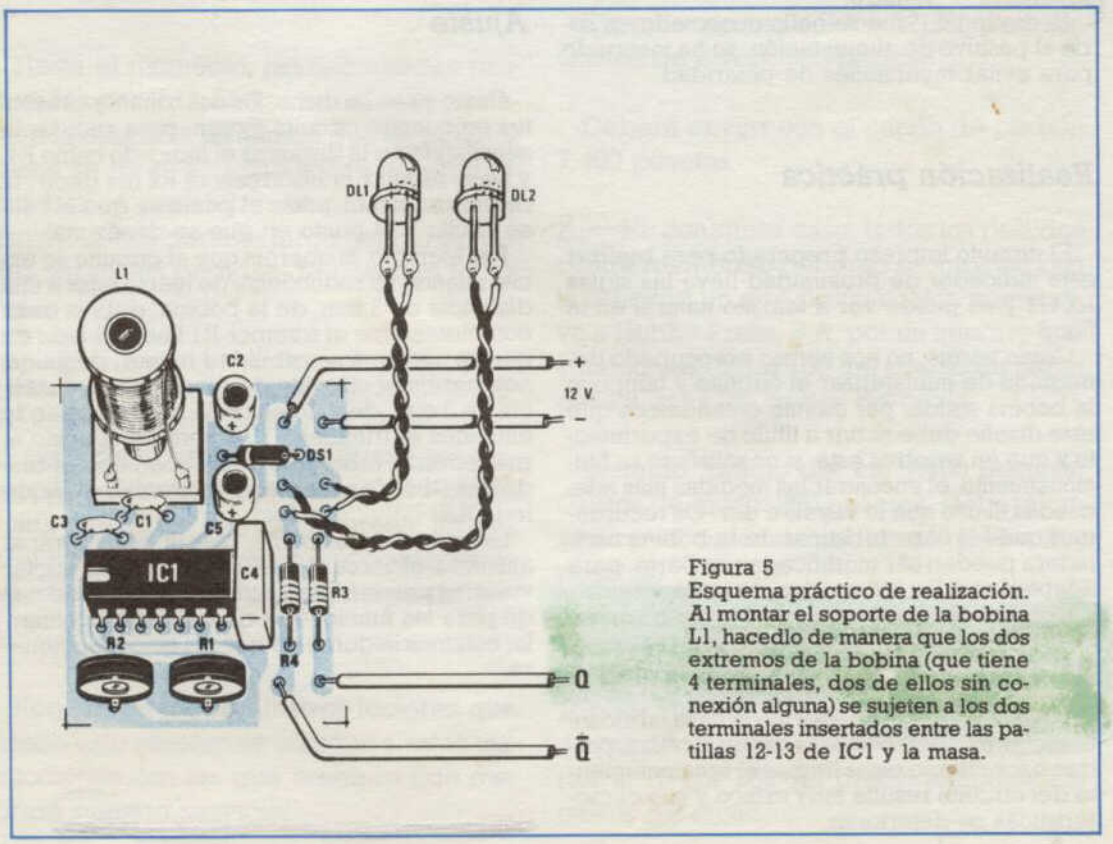


Figura 5
Esquema práctico de realización. Al montar el soporte de la bobina L1, hacedlo de manera que los dos extremos de la bobina (que tiene 4 terminales, dos de ellos sin conexión alguna) se sujeten a los dos terminales insertados entre las patillas 12-13 de IC1 y la masa.

necesita una corriente mayor para excitarse, deberíamos necesariamente utilizar como medio un transistor PNP de potencia media, tipo BD138 ó BD140, conectado como se ve en la fig. 3, es decir, con el colector a masa y con el emisor excitando la bobina.

Para completar la descripción del circuito debemos referirnos a los dos trimmer R1 y R2, el primero de los cuales permite regular la sensibilidad y el segundo regula la histéresis.

En la práctica, girando completamente el cursor de R2 hacia el lado en que se cortocicuita la resistencia, la histéresis es nula, por tanto el circuito se excita y se desexcita exactamente a la misma distancia.

Girándolo completamente hacia el lado opuesto, se puede obtener una histéresis máxima de 3 mm. aproximadamente; es decir, si el circuito se excita cuando el trozo de metal se coloca a una distancia de 4 mm. del núcleo de la bobina, para desexcitarlo será necesario alejar el trozo de metal hasta una distancia de 7-8 mm.

Por lo que respecta a la sensibilidad a la distancia, girando el trimmer R1 de un extremo al otro, es posible regular esta distancia de intervención desde un mínimo de 2 mm. hasta un máximo de 8 mm. aproximadamente.

FILTRO C3

Aclaramos que el condensador C3, que se encuentra aplicado entre el punto de conjunción de R1-R2 y la masa, desarrolla únicamente funciones de filtro.

El diodo DS1 que se halla conectado en serie al positivo de alimentación, se ha insertado para evitar inversiones de polaridad.

Realización práctica

El circuito impreso preparado para realizar este indicador de proximidad lleva las siglas LX471 y se puede ver a tamaño natural en la fig. 5.

Como veréis, no nos hemos preocupado demasiado de miniaturizar el circuito y tampoco la bobina sonda, por cuanto entendemos que este diseño debe servir a título de experimento y que en vosotros está, si os satisface su funcionamiento, el encontrar las medidas más adecuadas al uso que le vayáis a dar. Os recordamos que las características de la bobina osciladora pueden ser modificadas en parte, para adaptarlas a las exigencias de cada uno.

LIMITE DE OSCILACIÓN

El único detalle que hay que tener en cuenta a la hora de abordar estos experimentos, es que la frecuencia de trabajo del oscilador no descienda nunca por debajo de 50.000 Hz. ni supere los 500.000 Hz. (aunque la casa fabricante asegura que se puede llegar a 1,5 MHz.), porque excediendo estos límites el funcionamiento del circuito resulta muy crítico y sus características se deterioran.

El montaje de los componentes en el circuito impreso no presenta dificultad alguna; en primer lugar, soldaréis el zócalo del integrado; después, las dos resistencias (acordaros de modificar el valor si utilizáis una tensión distinta de 12 volt., de manera que en los diodos led no discurra nunca una corriente superior a 10-15 mA), los dos trimmer y todos los condensadores, poniendo atención en los electrolíticos para no invertir el terminal positivo con el terminal negativo.

PRECAUCIÓN 12V

Por último, montaréis el diodo DS1 (con la franja de color orientada hacia la bobina) y los dos diodos led necesarios para indicar cual de las dos salidas está cortocircuitada a masa.

Terminado el montaje, podréis insertar en su zócalo el integrado IC1, con la muesca de referencia orientada como se ve en la serigrafía, hecho lo cual podréis conectar la bobina y proporcionar alimentación, para comprobar si nuestro circuito funciona como debe ser.

En la práctica, conectando la tensión de 12 volt. debe encenderse enseguida el diodo led DL2, mientras que el DL1 permanece apagado; acercando un trozo de metal al núcleo de la bobina debe encenderse en cambio el DL1 y apagarse el DL2, aunque podría no suceder así ya que no habéis ajustado todavía los trimmer R1 y R2.

Ajuste

Como ya se ha dicho, los dos trimmer presentes en nuestro circuito sirven: para regular la sensibilidad a la distancia el indicado como R1, y para regular la histéresis el R2 (es decir, la distancia en mm. entre el punto en que el relé se excita y el punto en que se desexcita).

Por ejemplo, si queréis que el circuito se excite cuando un redondelito de hierro pasa a una distancia de 3 mm. de la bobina, debéis girar completamente el trimmer R1 hacia el lado en que se nota una sensibilidad menor; después, acercaréis el circulito de hierro a una distancia de 3 mm. del núcleo de la bobina, girando entonces el trimmer R1 en sentido opuesto al precedente, hasta que veais apagarse el diodo led DL1 y encenderse en cambio el diodo led DL2.

Llegados a este punto, puede considerarse ajustado el circuito; así pues, podéis iniciar vuestras pruebas para comprobar si es adecuado para las funciones a que queráis destinarlo; estamos seguros de que no os decepcionará.