

**ESTE TRANSMISOR PUEDE
FUNCIONAR CON DISTINTOS
VALORES DE EMISION**

micro- transmisor de potencia, en FM

- 1** reducción de la potencia de salida
- 2** amplificador BF
- 3** la etapa RF
- 4** alimentador
- 5** realización práctica
- 6** el TX como emisora fija



Al proyectar este nuevo y moderno microtransmisor, con emisión en modulación de frecuencia, se han tenido en cuenta algunos elementos que pudieran conferir al dispositivo caracteres de gran utilidad, a través de una notable elasticidad de funcionamiento.

Estos elementos se identifican en la posibilidad de hacer funcionar el transmisor con valores distintos de potencia de emisión, con sensibilidad elegida en una amplia escala de valores y frecuencias de trabajo establecidas a placer dentro de la gama completa de modulación de frecuencia de los normales receptores de radio.

De esta manera satisfaremos a tres diversas clases de lectores: aquéllos que, haciendo funcionar el microtransmisor en localidades muy distintas entre sí por configuración ambiental, condiciones climáticas y naturaleza geológica, necesitan potencias de emisión más o menos elevadas. Aquéllos que utilizarán el dispositivo para captar sonidos débiles y lejanos del micrófono, o bien sonidos fuertes y próximos a la cápsula captora. Y finalmente a aquéllos que, residiendo en grandes núcleos, tienen dificultades para localizar un punto libre de emisoras radiofónicas en la escala de la FM y necesitan, por lo tanto, un particular valor de la frecuencia de emisión.

La mayor parte de los lectores, antes de decidirse a la realización de un transmisor, desean generalmente conocer la entidad del alcance del dispositivo, dado que éste, aun constituyendo un interesante ejercicio práctico en el sector de las radio transmisiones, está siempre destinado a algunas aplicaciones determinadas como, por ejemplo, la de una unión vía radio con otra persona algo alejada.

La entidad del alcance no constituye un dato significativo de las prestaciones del transmisor, porque podría resultar inútil hablar de metros o de kilómetros cuando es bien sabido que las uniones vía radio, en la banda de la modulación de frecuencia, están condicionadas por una amplia serie de factores, entre los cuales recordaremos:

- 1) Tipo de alimentador
- 2) Calidad y características de la antena
- 3) Naturaleza ambiental de la zona de trabajo
- 4) Condiciones atmosféricas
- 5) Sensibilidad del receptor.

Como se puede comprender, por lo tanto, es difícil poder proporcionar un dato relativo al alcance que, de cualquier forma, podría constituir un elemento publicitario y no una entidad eléctrica de valoración objetiva del aparato. Sin embargo, podemos decir que con una alimentación de 13,5 Vcc en condiciones normales de ambiente, las emisiones pueden alcanzar un radio de 2 kilómetros. Pero si el microtransmisor se hace funcionar en la cima de un campanario, en el punto más elevado de un monte, etc., el radio de acción puede ser de mayor amplitud.

El dato más significativo es el de la potencia de salida del transmisor, que es de unos 20 mW con una alimentación de 9 Vcc y un consumo de 14 mA. La potencia de salida aumenta a 120 mW con una tensión de alimentación de 13,5 Vcc y un consumo de corriente de 30 mA.

Los valores de las potencias citadas pueden ser reducidos hasta 10-12 mW, reduciendo la corriente absorbida a sólo 10 mA con una tensión de alimentación de 9 Vcc, siempre que se intervenga en el valor nominal de una resistencia tal como tendremos ocasión de señalar más adelante.

1 La reducción de la potencia de salida podrá ser necesaria siempre que se impongan motivos de espacio, de autonomía de funcionamiento, reducción de consumo, etc.

Uno de los requisitos primarios a los que debe responder un microtransmisor, reside lógicamente en la miniaturización

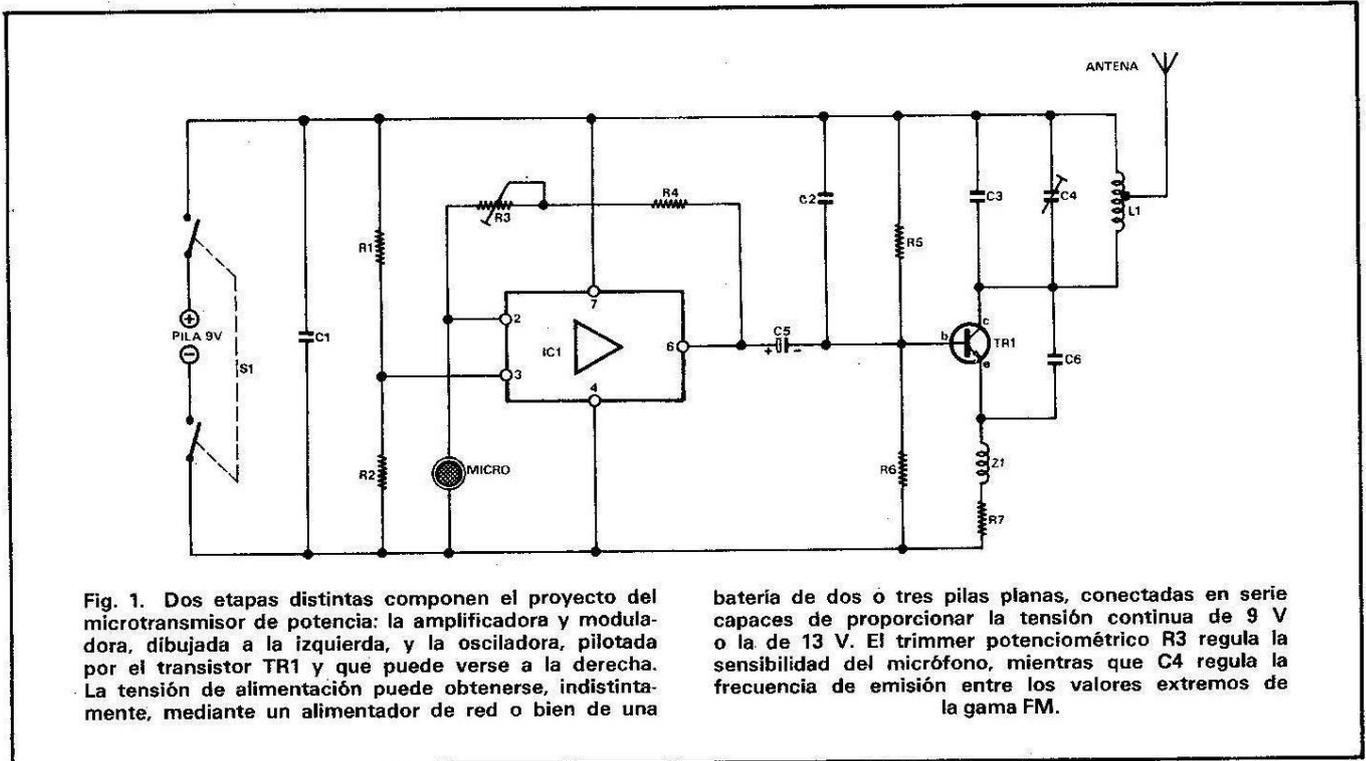


Fig. 1. Dos etapas distintas componen el proyecto del microtransmisor de potencia: la amplificadora y moduladora, dibujada a la izquierda, y la osciladora, pilotada por el transistor TR1 y que puede verse a la derecha. La tensión de alimentación puede obtenerse, indistintamente, mediante un alimentador de red o bien de una

batería de dos ó tres pilas planas, conectadas en serie capaces de proporcionar la tensión continua de 9 V o la de 13 V. El trimmer potenciométrico R3 regula la sensibilidad del micrófono, mientras que C4 regula la frecuencia de emisión entre los valores extremos de la gama FM.

de sus etapas que, en nuestro proyecto, son dos: la del amplificador de baja frecuencia y la del oscilador de alta frecuencia.

No podríamos resolver mejor el problema sin recurrir, para toda la etapa amplificadora, al empleo de un circuito integrado. Este componente, presentado como un amplificador operacional, permite reducir las dimensiones del dispositivo y, cosa muy importante, el número de componentes externos, aumentando la fiabilidad del transmisor.

A los lectores principiantes podemos recordar que las probabilidades mayores o menores de averías en cualquier circuito electrónico están siempre ligadas al número de componentes que concurren en la formación del mismo. Es lógico, por lo tanto, que con un número reducido de componentes electrónicos, las probabilidades de averías, de soldaduras frías, de errores de conexión, son muy escasas y también disminuyen las posibilidades de interrupción circuital futura del aparato.

Entre los beneficios que se derivan del empleo de un amplificador operacional, merece también una particular atención la constancia de las características radioeléctricas, que evitan los riesgos de un defectuoso funcionamiento debido a la no buena selección de los componentes.

2

Analizando la primera etapa del transmisor, o sea la amplificadora de baja frecuencia que se muestra a la izquierda del esquema eléctrico de la figura 1, es fácil comprender que el integrado IC1 se ha utilizado como elemento amplificador realimentado de tipo inversor.

La señal procedente del micrófono piezoeléctrico (Micro) se aplica directamente al terminal 2, o sea a la entrada inversora del integrado IC1. La red de realimentación compuesta por el trimmer potenciométrico R3 y por la resistencia fija R4, en cambio, retorna la señal que sale del terminal 6 a la entrada 2, estableciendo así la ganancia del amplificador.

El punto de trabajo del IC se regula mediante las resistencias R1-R2, que mantienen polarizada la entrada no inversora

a la mitad del valor que posee la tensión de alimentación. En la práctica, con el trimmer potenciométrico R3 se regula la sensibilidad del microtransmisor en relación con la distancia de la fuente sonora del micrófono.

La resistencia R4, conectada en serie con el trimmer potenciométrico R3, evita la posible anulación total resistiva de la conexión entre el terminal de salida 6 y el de entrada 2 del integrado IC.

3

La etapa de radiofrecuencia está constituida por un clásico oscilador Hartley, en el cual la frecuencia de oscilación es determinada por los valores de los componentes del circuito sintonizado, o sea por las características de la bobina L1, del valor capacitivo del condensador fijo C3 y por el del trimmer C4, que siendo un pequeño condensador variable, permite que el transmisor trabaje en cualquier valor de frecuencia de la gama FM, que se extiende entre 88 y 106 MHz.

Enviando una señal de baja frecuencia a la base del transistor TR1, a través del condensador electrolítico de acoplamiento C5, se provoca una variación de las «capacidades parásitas» que interesan al circuito oscilante. Esta variación provoca, a su vez, una leve variación de la frecuencia de oscilación, permitiendo una emisión en modulación de frecuencia del microtransmisor.

4

La alimentación es introducida en el circuito del microtransmisor mediante el doble interruptor S1, del tipo deslizante. Dicha alimentación puede estar compuesta por dos pilas de 4,5 voltios cada una conectadas en serie, de manera que proporcionen la tensión de 9 Vcc; o bien con tres pilas de 4,5 V también conectadas en serie, para ofrecer 13,5 Vcc. Las pilas deben ser de petaca, ya que garantizan una mayor autonomía

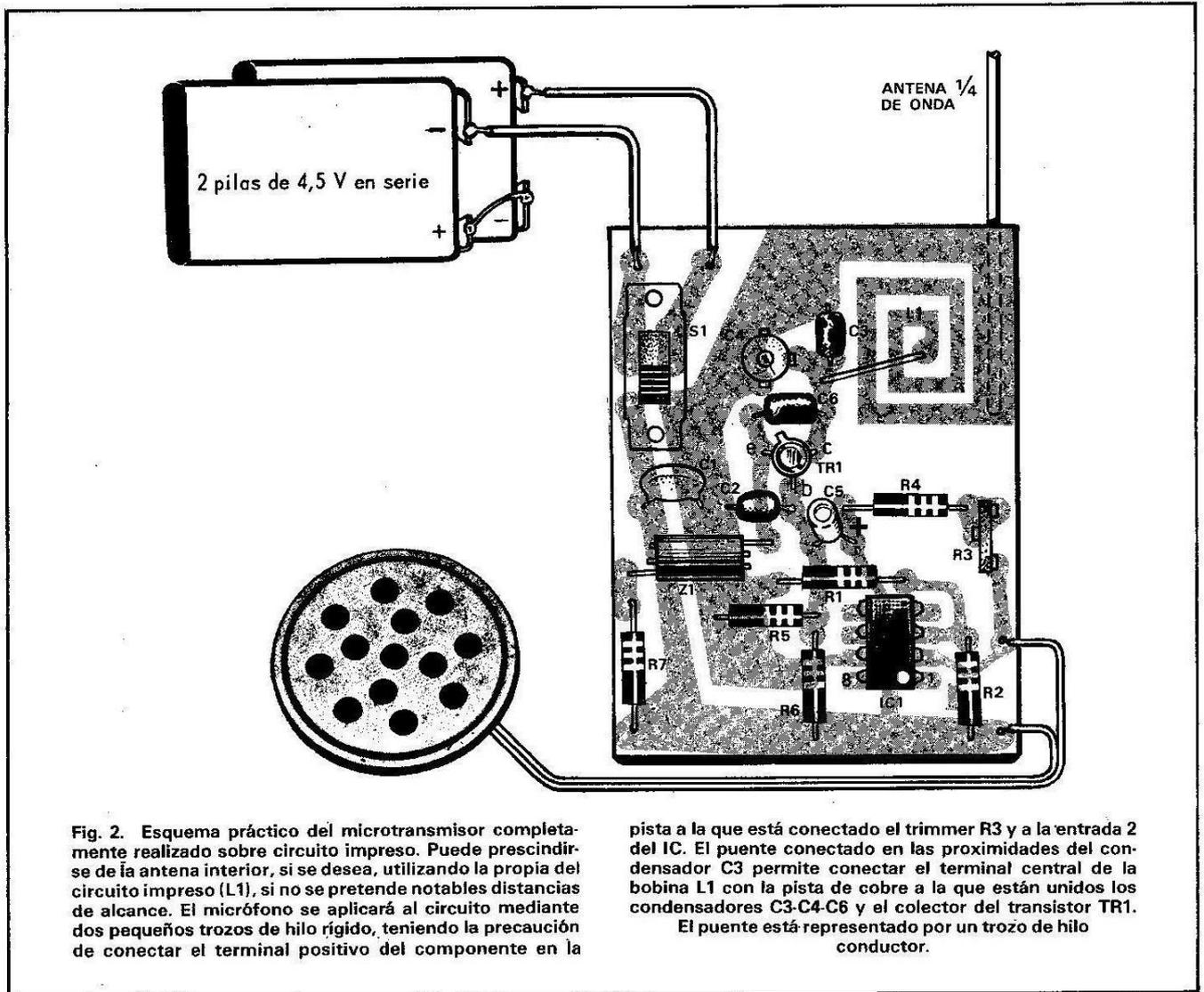


Fig. 2. Esquema práctico del microtransmisor completamente realizado sobre circuito impreso. Puede prescindirse de la antena interior, si se desea, utilizando la propia del circuito impreso (L1), si no se pretende notables distancias de alcance. El micrófono se aplicará al circuito mediante dos pequeños trozos de hilo rígido, teniendo la precaución de conectar el terminal positivo del componente en la

pista a la que está conectado el trimmer R3 y a la entrada 2 del IC. El puente conectado en las proximidades del condensador C3 permite conectar el terminal central de la bobina L1 con la pista de cobre a la que están unidos los condensadores C3-C4-C6 y el colector del transistor TR1. El puente está representado por un trozo de hilo conductor.

de funcionamiento a causa de que la energía almacenada en ellas es relativamente elevada.

Las dos posibles tensiones de alimentación del circuito del microtransmisor permiten que el dispositivo funcione con dos potencias distintas o, lo que es igual, con dos alcances diferentes. Esto es muy útil para cuantos quieran establecer uniones en lugares diversos: en núcleos ciudadanos, donde siempre es necesaria una mayor potencia; o bien al aire libre, en el campo o en el mar, donde las transmisiones pueden obtenerse con potencias menores.

De cualquier forma, el valor de la potencia mínima en la salida, con la tensión de 9 Vcc, será de 20 mW aproximadamente; mientras que aumentará a 120 mW con la tensión de alimentación de 13,5 Vcc. En el caso de que se precise aumentar el alcance del dispositivo, se deberá recurrir al empleo de una antena apropiada.

En la siguiente tabla reunimos los valores exactos de las tensiones de alimentación del microtransmisor en correspondencia con las potencias proporcionadas y las intensidades de corriente absorbidas.

Tensión alimentación	9 Vcc	13,5 Vcc
Corriente absorbida	14 mA	30 mA
Potencia	20 mW	120 mW

5

La realización práctica del microtransmisor debe ser llevada a cabo teniendo a la vista el esquema de la figura 2. Debe tenerse presente que en esta ilustración las pistas de cobre representativas del circuito impreso deben considerarse vistas en transparencia. Ello significa también que el dibujo de la figura 2 está reproducido por la parte opuesta a la que se encuentra el circuito impreso.

La figura 3 reproduce el dibujo del circuito impreso a tamaño natural.

No existe un orden preferente en la introducción de los componentes electrónicos en los diversos puntos del circuito. Conviene dejar para el final la conexión del micrófono y la eventual antena, de manera que se facilite el trabajo de conexión de los terminales de los diversos componentes en la placa de montaje.

A los principiantes recordaremos que las resistencias y los condensadores pueden conectarse en cualquier sentido, o sea cambiando entre sí sus terminales. Esto no es válido, sin embargo, para el condensador electrolítico C5, que es un elemento polarizado cuyo terminal positivo debe introducirse en el taladro contraseñado con una cruz en el circuito de la figura 2. Normalmente, el terminal positivo de los condensadores elec-

tróliticos es de fácil identificación porque es el más largo de los dos que posee y también porque en correspondencia con el terminal negativo (el más corto) hay dibujada una línea con el característico signo del terminal negativo (-).

El choque Z1 debe ser considerado como una resistencia cualquiera; por lo tanto, podrá conectarse en el circuito en un sentido o en otro.

En lo que se refiere al transistor TR1, no hay duda en cuanto a sus terminales, porque en su envoltura externa existe una pequeña muesca metálica en correspondencia con el emisor. En el dibujo de la figura 2 han sido claramente indicadas esta muesca y los tres electrodos de emisor-base-colector (e-b-c).

La introducción del circuito integrado debe realizarse respetando el orden numérico de sus terminales, teniendo en cuenta que en correspondencia con el terminal 1 se encuentra impresa una pequeña señal redonda.

El montaje del microtransmisor finalizará con la adición del puente de conexión del terminal interno de la bobina L1 con la pista a la cual están unidos los terminales de los condensadores C3-C6, el central del trimmer C4 y el del colector del transistor TR1.

En los dos terminales de la alimentación se soldarán los conductores de las líneas positiva y negativa de la tensión continua proporcionada por las pilas. El micrófono podrá aplicarse teniendo en cuenta que su terminal vivo, o sea el aislado mediante un pequeño disco de material aislante, se conectará con la pista de cobre a la cual está unido el terminal 2 del circuito integrado, mientras que el terminal de masa, que es el que se encuentra en contacto eléctrico con toda la envoltura del componente, se conectará con la pista de cobre correspondiente a la línea de alimentación negativa del circuito.

El buen funcionamiento del microtransmisor está siempre condicionado a la precisión de las soldaduras, en primer lugar, y a la exacta situación de los componentes. En un gran porcentaje, la falta de funcionamiento del dispositivo se debe a soldaduras imperfectas. Por lo tanto, recordaremos a los menos expertos que antes de enfilear los terminales de los componentes en los correspondientes taladros del circuito impreso, es preciso pulirlos con tela esmeril para que desaparezcan todos los vestigios de óxido que pudieran hallarse en ellos y que impedirían la perfección de una buena soldadura. Para ésta es aconsejable emplear un soldador con punta delgada, procurando efectuar soldaduras con la justa cantidad de estaño. Las

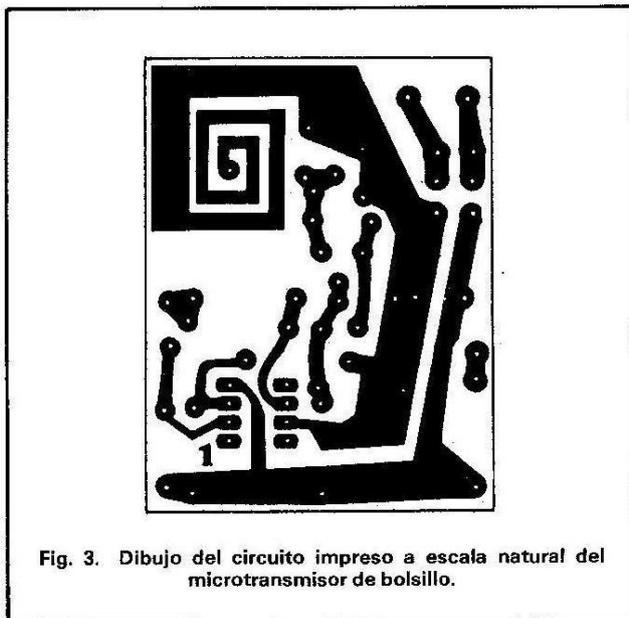


Fig. 3. Dibujo del circuito impreso a escala natural del microtransmisor de bolsillo.

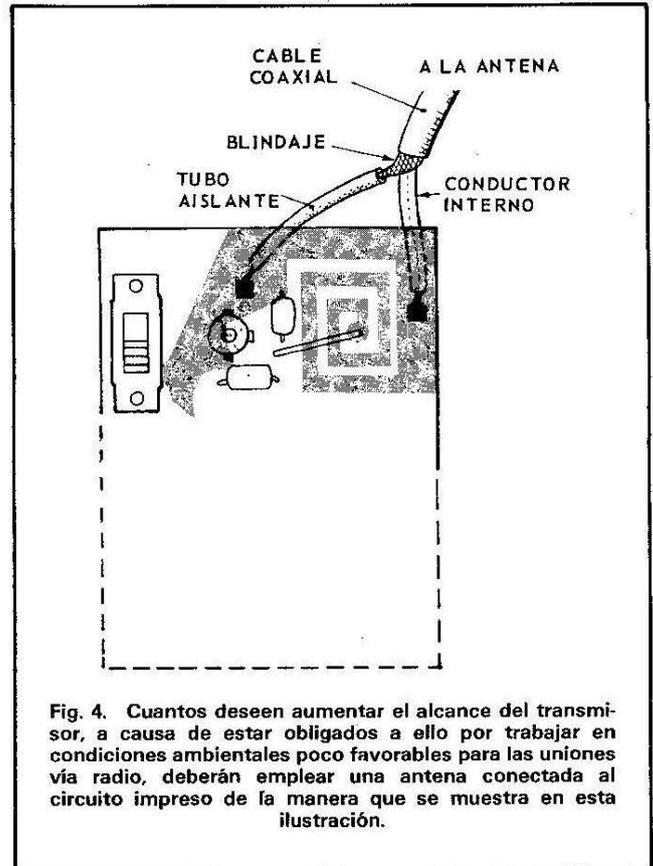


Fig. 4. Cuantos deseen aumentar el alcance del transmisor, a causa de estar obligados a ello por trabajar en condiciones ambientales poco favorables para las uniones vía radio, deberán emplear una antena conectada al circuito impreso de la manera que se muestra en esta ilustración.

soldaduras perfectas son aquéllas que permiten ver una gota de estaño brillante y uniformemente curva.

6

Este transmisor ha sido principalmente concebido para funcionar como equipo móvil, a beneficio de excursionistas, de cazadores, pescadores desde embarcaciones, etc. Sin embargo, durante la época invernal puede utilizarse como emisora fija, alimentándolo mediante un dispositivo oportuno, con la tensión de red y equipándolo con una antena interior o exterior, de calidad superior a la impresa en el circuito impreso.

No nos detendremos en comentar los diversos dispositivos alimentadores que pueden ser adoptados para el transmisor, porque la mayor parte de los lectores deben hallarse en posesión de alguno en corriente continua, y quienes no dispongan de ellos podrán adquirirlo en cualquier establecimiento dedicado a la venta de material electrónico.

En lo que se refiere a la antena, es lógico que una de tipo auxiliar aumentará el alcance del microtransmisor (fig. 4). Se puede utilizar una antena de varilla de 1/4 de onda o de 1/2 onda o bien un dipolo para FM situado verticalmente. También puede emplearse una antena vertical. Utilizando un elemento de 1/4 de onda, bastará conectar en la pista más gruesa del circuito de antena de la placa del circuito impreso un trozo de hilo rígido de 70 cm de longitud. Esta rudimentaria antena podrá ser sustituida por una antena telescópica de tipo comercial, con una longitud de 70 cm para las frecuencias alrededor de 100 MHz y de 45 cm de longitud para las frecuencias en torno a los 150 MHz. Para las frecuencias alrededor de 120 MHz se precisará una varilla de 60 cm de longitud.

Al trozo de hilo conductor y a la antena de varilla debe preferirse, en cualquier caso, el dipolo vertical para FM. Estos dos tipos de antena están ilustrados en la figura 5.

De cualquier forma, la mejor antena, la que debe preferirse para estar seguros de obtener las mayores distancias vía radio, es la de plano de tierra. En la figura 6 se reproducen los lóbulos, o sea los campos de acción de los tres tipos de antena más comúnmente adoptados por los principiantes: la antena Yagi, el dipolo y la antena de plano de tierra.

El circuito del microtransmisor, después de haber sido montado sobre el circuito impreso, necesita una elemental puesta a punto, que se llevará a cabo con la ayuda de un destornillador y de un radio-receptor conmutado en la gama de modulación de frecuencia y sintonizado en un punto de la escala donde, en el momento de la operación de ajuste, no exista ninguna señal de emisoras radiofónicas ni de fuentes de ruido.

Manteniendo el transmisor en la mano, de manera que no se toquen las pistas de cobre con los dedos, ni los componentes electrónicos, para evitar eventuales efectos capacitivos o resistivos espúreos, alejarse del receptor de radio a varios metros de distancia; a continuación, se hace girar energicamente y durante varias vueltas completas, el tornillo del trimmer C4. Seguidamente se procede con mayor lentitud deteniendo la operación cuando a través del receptor de radio se escuche un soplido o un silbido de notable intensidad. El lector se alejará todavía más del receptor de radio y repetirá la misma operación, dado que siempre es posible cambiar la frecuencia armónica. La frecuencia fundamental es aquella que se escucha con mayor intensidad y que permite aumentar el alcance del dispositivo. En efecto, en las cercanías del radio-receptor, se comprobará que existen dos o más puntos de regulación del trimmer C4 que permiten realizar la unión vía radio. Pues bien, sólo uno de estos puntos corresponde a la frecuencia fundamental y los otros se refieren a las frecuencias armónicas, que el lector deberá descartar si desea alcanzar las máximas distancias posibles.

Para este tipo de ajuste se podrá utilizar un común destornillador de pequeñas dimensiones, pero siempre es preferible el empleo de los destornilladores a propósito para ajustes, fácilmente localizables en el comercio y que están compuestos de un mango de material aislante especial y de una pequeña lámina en función de destornillador.

Inmediatamente después de la operación de sintonía, se podrá regular la profundidad de la modulación, haciendo girar el tornillo de ajuste del trimmer potenciométrico R3, que duran-

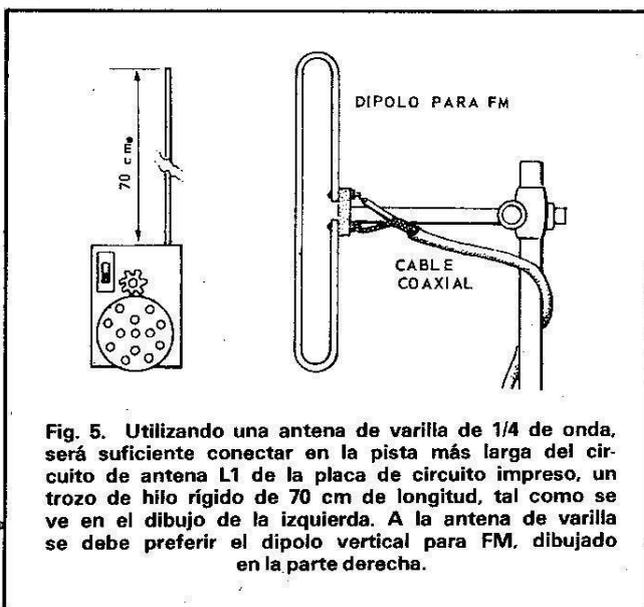


Fig. 5. Utilizando una antena de varilla de 1/4 de onda, será suficiente conectar en la pista más larga del circuito de antena L1 de la placa de circuito impreso, un trozo de hilo rígido de 70 cm de longitud, tal como se ve en el dibujo de la izquierda. A la antena de varilla se debe preferir el dipolo vertical para FM, dibujado en la parte derecha.

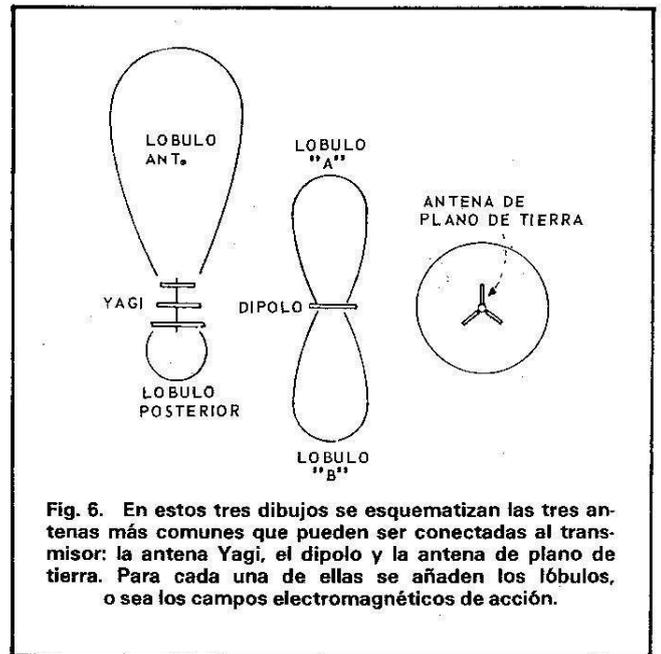


Fig. 6. En estos tres dibujos se esquematizan las tres antenas más comunes que pueden ser conectadas al transmisor: la antena Yagi, el dipolo y la antena de plano de tierra. Para cada una de ellas se añaden los lóbulos, o sea los campos electromagnéticos de acción.

te los ajustes preliminares podrá llevarse a la mitad de su recorrido. Con esta segunda regulación es posible ampliar o reducir la sensibilidad del dispositivo en correspondencia con la mayor o menor proximidad del micrófono con el manantial sonoro. Estas dos sencillas operaciones de ajuste merecen ser controladas en la práctica, porque únicamente durante el ejercicio de maniobra de los dos trimmers, el capacitivo y el resistivo, el lector podrá valorar los efectos resultantes y regularlos en consecuencia.

Con anterioridad hemos comentado que, si se desea una disminución del consumo de energía del microtransmisor, lógicamente con perjuicio de la potencia de salida, es posible efectuar una sencilla variación circuital. Esta consiste en variar el valor de la resistencia R7, prevista de 100 ohmios, aumentándolo a 170 ohmios. De esta manera, la batería de pilas tendrá una mayor duración, lo que conferirá al transmisor una mayor autonomía de funcionamiento aunque ésta sea en detrimento del alcance del aparato.

Lista de componentes

- C1 = 10.000 pF, cerámico de disco
- C2 = 1.000 pF, cerámico de disco
- C3 = 18 pF, cerámico de disco
- C4 = Trimmer de 30 pF
- C5 = 5 μ F/64 V, elect., montaje vertical
- C6 = 8,2 pF, cerámico de disco
- R1, R2 = 10.000 ohmios, 1/4 W \pm 5 %
- R3 = Trimmer potenciométrico de 5 M Ω
- R4 = 100.000 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- R5 = 6.800 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- R6 = 560 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- R7 = 100 ohmios 1/4 W \pm 5 %
- IC1 = Circuito integrado μ A741, cápsula de plástico «dual-in-line»
- TR1 = Transistor 2N2222 (con refrigerador tipo corona)
- Z1 = Choque para VHF de 90 μ H
- S1 = Interruptor deslizante, 2 posiciones, 2 circuitos
- Micrófono piezoeléctrico