

"BEBÉFONO" BASADO EN LA RED

Instalar un cable eléctrico en una habitación determinada para cumplir cualquier tipo de función (interfonía, informática, sonido,...) da siempre problemas. El interfono para vigilancia de bebés que se ha bautizado en este artículo con el nombre de "bebéfono" puede utilizar cualquier cable de la red existente.

Utilizando la modulación en frecuencia y elaborando un receptor de calidad, se han conseguido eliminar casi totalmente los ruidos conducidos por la red, que son el principal inconveniente de este tipo de aparatos.

Desde hace ya algún tiempo, existen interfonos que utilizan la red eléctrica para transmitir informaciones sonoras, pero muy a menudo, los inconvenientes inherentes a esta técnica contrarrestan las ventajas que constituye la posibilidad de poder prescindir de la instalación de un cableado suplementario.

En la concepción del "bebéfono" se ha prestado especial atención a los puntos delicados, que suelen ser las fuentes de los problemas de los aparatos comerciales.

El resultado de estos esfuerzos es un montaje que presenta unas características de transmisión muy buenas.

Una mirada rápida a los esquemas de la figura 1 podría dar la sensación de que se trata de un montaje rápido realizado con la ayuda de un pequeño puñado de componentes. Esto no es así; se ha optado por una tecnología discreta, más asequible, de forma que el montaje lleva un número de componentes mayor de lo que se podría pensar a simple vista. La ventaja de esta solución es poder permitir a su realizador la mejor com-

presión de los diferentes subconjuntos de forma que los pueda adaptar para sus necesidades específicas.

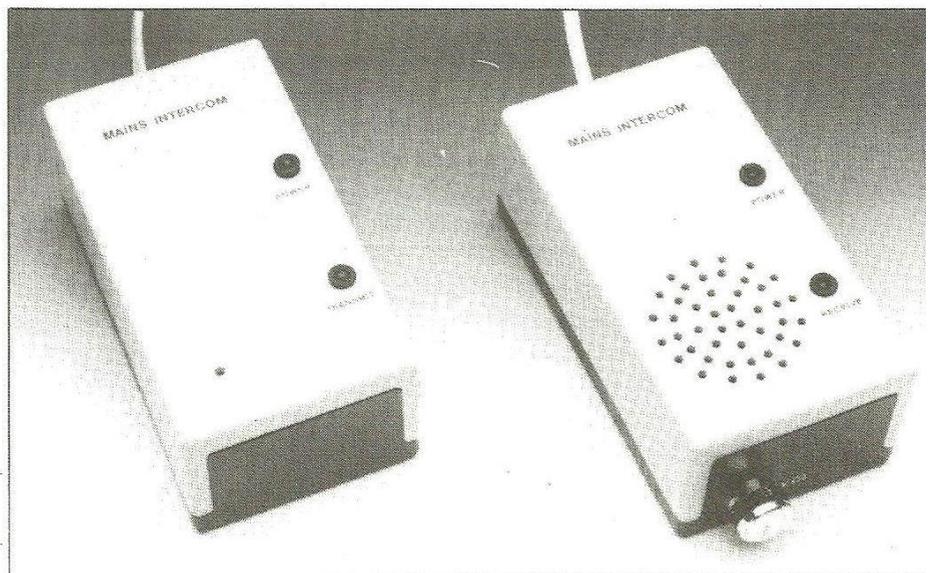
La figura 1 muestra claramente que el montaje está dividido en dos bloques funcionales completamente diferentes: el emisor (figura 1a) y el receptor (figura 1b).

El emisor no tiene más que tres bloques: un amplificador encargado de amplificar la señal suministrada por el micrófono, un oscilador controlado en tensión (VCO = Voltage Controlled Oscillator), y un conmutador controlado por la voz (VOX = Voice Operated Switch).

Al atacar al VCO con la señal de salida del amplificador del micrófono, se tiene a la salida una señal modulada en frecuencia. Esta se-

ñal se inyecta en la red por medio de un transformador (un adaptador de tensión).

En el lado del receptor se encuentra otro transformador que baja la tensión que le es aplicada (220 V + señal) a un valor inofensivo para el usuario y la electrónica. Un filtro paso banda separa la señal de ruido y parásitos, un simple PLL (Phase Locked Loop = bucle controlado en fase) para demodular la señal modulada en frecuencia. La salida del PLL lleva un potenciómetro y un LED de visualización. Este LED se ilumina ante la presencia de una señal de BF (Baja Frecuencia) en la salida del modulador. El potenciómetro permite regular la señal de la etapa de potencia a la que se ataca con la salida de la PLL. Una nota en cuanto al medio de transporte de la información (la red eléctrica): será ne-



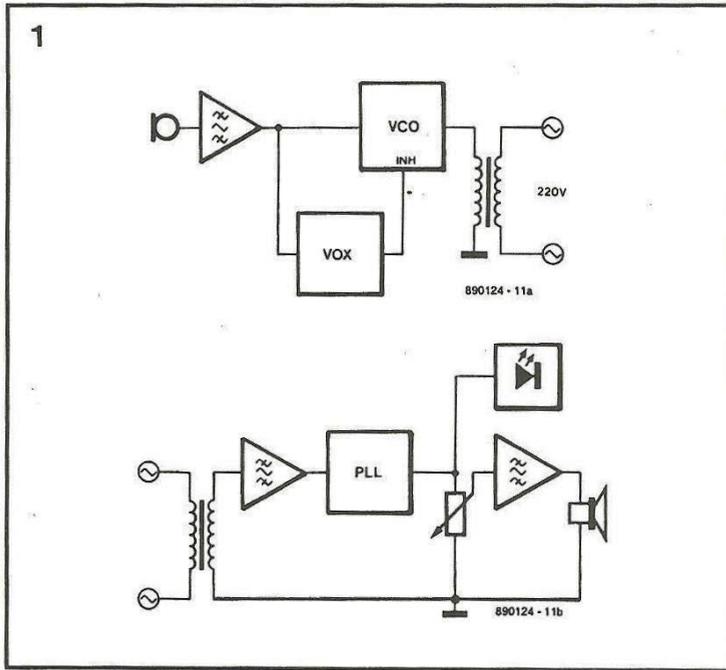


Figura 1. Diagramas de bloques del emisor (a) y del receptor (b).

cesario que el emisor y el receptor estén conectados a la misma línea de fase. Puede darse el caso de que en una instalación trifásica, haya dos piezas de la casa que no se puedan comunicar. Dentro del mismo

orden de ideas, querer utilizar el "bebéfono" en casa de los vecinos puede dar problemas ya que las compañías eléctricas suelen alternar la fase de una casa a otra para equilibrar la carga de una fase a

otra. Otro tipo de enemigos de este montaje son los filtros de red que, cumpliendo con su función, eliminan la señal puesta en la línea por el emisor. De todas formas, esto no debe preocupar ya que es muy raro encontrar un filtro de red en una habitación.

El emisor

La figura 2 representa la electrónica completa del emisor. Se puede apreciar que el número de componentes utilizados es mucho mayor que el que cabría esperar después de ver el esquema de la figura 1a. MIC1 es un pequeño micrófono eléctrico dotado con un minitransistor de efecto de campo, un FET (Field Effect Transistor) que cumple la función de una etapa tampón. La polarización del FET se hace con la ayuda de las resistencias R1 y R2 y del condensador C1. La señal que sale del micrófono se aplica, a través del condensador C2, a la entrada no inversora del

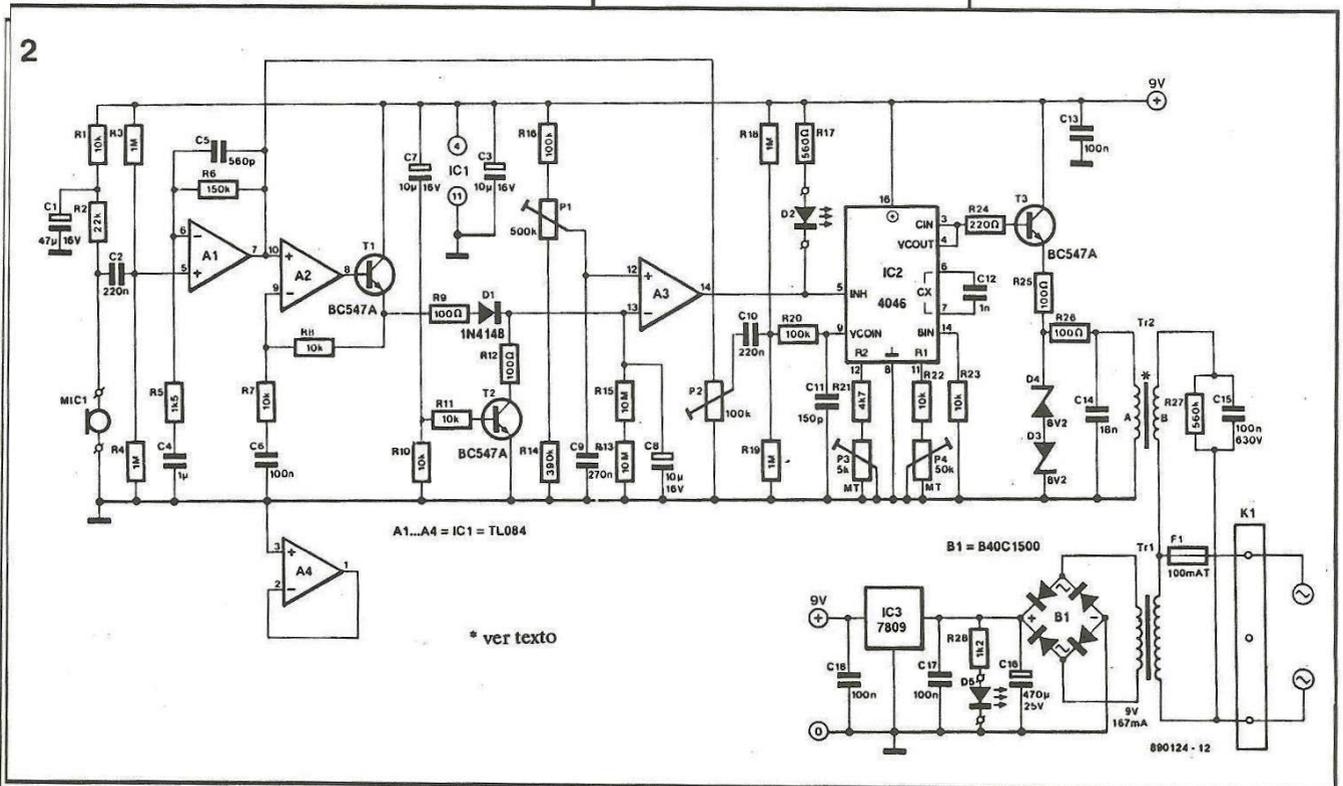


Figura 2. Esquema eléctrico del emisor.

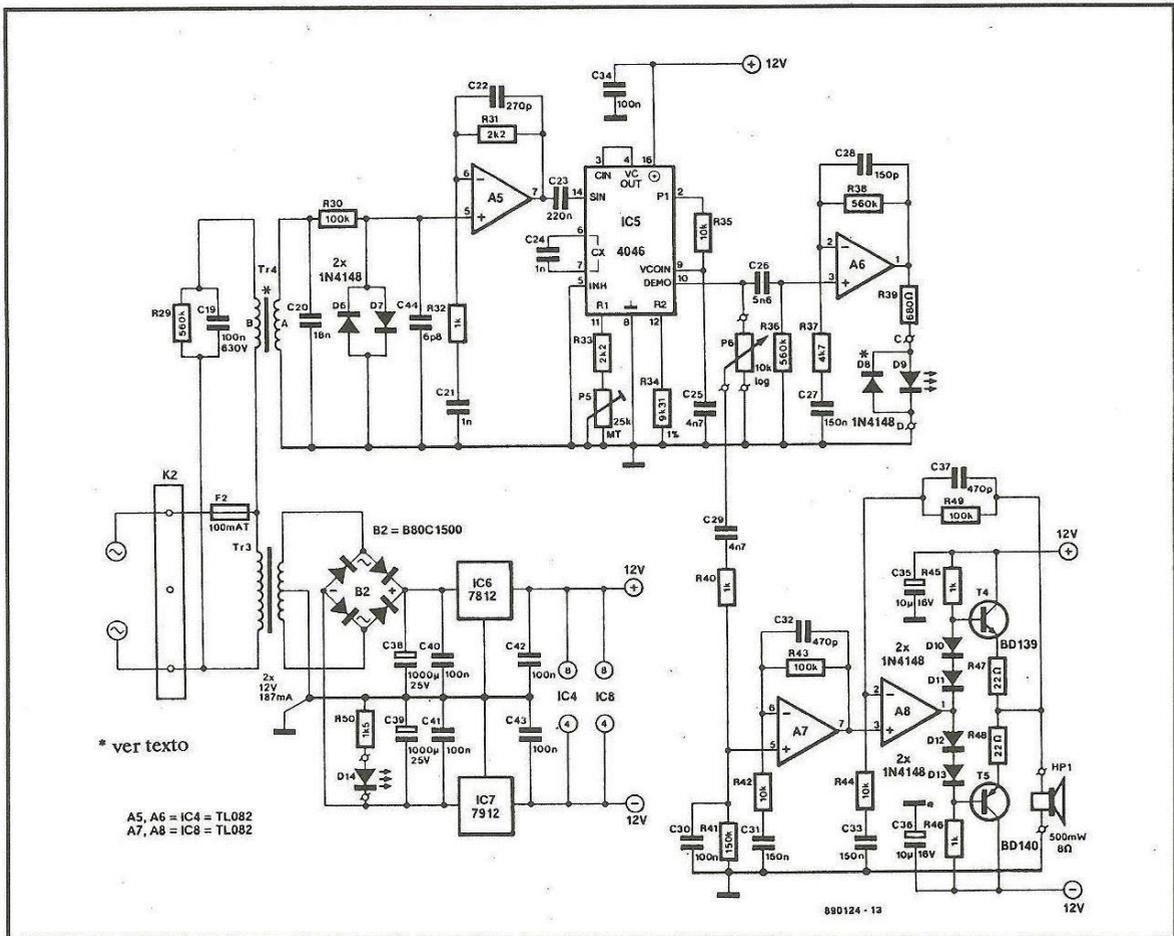


Figura 3. Esquema electrónico del receptor.

amplificador operacional A1 que posee una ganancia de 101. Esto significa que la señal se amplificará en 101 veces para las frecuencias comprendidas entre 100 Hz y 2000 Hz; las frecuencias situadas fuera de este dominio serán eliminadas por el filtraje. Este tratamiento hace que la señal sea más inteligible y elimina los ruidos parásitos. El condensador C4 cumple una doble función: define los 100 Hz de frecuencia de corte del filtro paso bajo y fija a 1 la ganancia en tensión continua. De esta forma, la señal de salida no tiene más continua que compensar que la del amplificador operacional A1.

Esta aproximación tiene la ventaja de poder ajustar la tensión continua del amplificador operacional A2 con la ayuda de la señal de salida de A1 (el ajuste de A1 está de-

terminado por el valor de las resistencias R3 y R4). Asociado al transistor T1, el amplificador operacional A2 constituye la etapa de entrada del VOX, el cual no hace trabajar al VCO hasta que no haya algo que transmitir. La corriente de salida del transistor T1 carga el condensador C8. Cuando la tensión en bornas de C8 alcanza un valor suficiente -la señal sonora captada presenta un nivel suficiente- el comparador A3 bascula. La salida de A3 pasa a un nivel bajo provocando la iluminación del LED D2 y la entrada en oscilación del VCO (IC2). La resistencia ajustable P1 permite fijar el nivel al que se produce la basculación del comparador y, por lo tanto, fijar la sensibilidad del VOX.

El transistor T2, que conduce durante la subida de tensión, sirve pa-

ra descargar totalmente al condensador C8 en el caso de que no se haya descargado totalmente. Cuando la tensión de control es igual a la mitad de la tensión de alimentación (nivel definido por las resistencias R18 y R19), la frecuencia central del VCO, un circuito PLL del tipo 4046, es de 200 kHz. La señal procedente del micrófono que ha sido amplificada por la etapa anterior, se superpone con esta frecuencia central de 200 kHz por medio del condensador C10 y del potenciómetro P2; este proceso es el que realiza la modulación en frecuencia.

Los potenciómetros P3 y P4 determinan la relación entre el nivel de la tensión de control y la frecuencia de salida del VCO. El primero de estos dos potenciómetros sirve para variar la extensión de la fre-

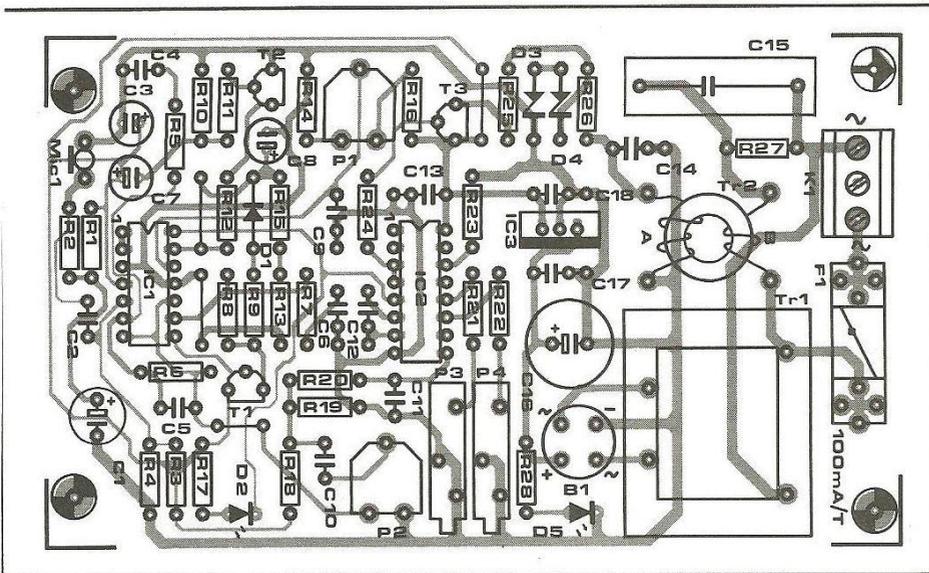


Figura 4. Placa de circuito impreso del emisor por el lado de la serigrafía. el embordamiento de conexión de los conductores de red es una parte importante de la seguridad del equipo. La soldadura directa sobre la placa tiene sus riesgos.

LISTA DE COMPONENTES: EMISOR

Resistencias:

R1, R7, R8, R10, R11,
R22, 23 = 10 K
R2 = 22 K
R3, R4, R18, R19 = 1 M
R5 = 1,5 K
R6 = 150 K
R9, R12, R25, R26 = 100 Ω
R13, R15 = 10 M
R14 = 390 K
R16, R20 = 100 K
R17 = 560 Ω
R21 = 4,7 K
R24 = 220 Ω
R27 = 560 K
R28 = 1,2 K
P1 = 500 K ajus.
P2 = 100 K ajus.
P3 = 5 K multivuelta
P4 = 50 K multivuelta

Condensadores:

C1 = 47 μ F/16 V radial
C2, C10 = 220 nF
C3, C7, C8 = 10 μ F/16 V radial

C4 = 1 μ F/16 V
C5 = 560 pF
C6, C13, C17, C18 = 100 nF
C9 = 270 nF
C11 = 150 pF
C12 = 1 nF
C14 = 18 nF
C15 = 100 nF/630 V
C16 = 470 μ F/25 V

Semiconductores:

D1 = 1N4148
D2, D5 = LED
D3, D4 = diodo zener 8,2 V
B1 = B40C1500
T1 a T3 = BC547A
IC1 = TL084
IC2 = 4046
IC3 = 7809

TR1 = Trafo 9 V-167 mA C.I.
TR2 = Choque 2 A (10 espiras sobre toroide).
F1 = Fusible 100 mA (lento) con portafusible C.I.
MIC1 = microfono ELECTRET
K1 = Borna C.I. 3 cir
PCB = E440BB

cuencia, y el segundo, P4, para variar la frecuencia central. La señal de salida del VCO ataca, a través

del transistor T3, al transformador Tr2, el que, asociado al condensador C14 en paralelo, de forma que

la señal aplicada a la red tiene una forma casi sinusoidal.

La realización del transformador de fabricación casera Tr2 no supone ningún problema, ya que utiliza componentes convencionales. Los diodos D3 y D4 colocados en el primario del transformador (parte del circuito de baja tensión) sirven para eliminar los picos de tensión que pudiera presentar todavía la señal.

La alimentación del emisor no necesita que se le haga ninguna anotación si no es que no utiliza interruptor de encendido. La experiencia enseña que el uso que se le da a un bebéfono es de todo o nada, por lo que no se justifica la existencia de dicho interruptor. El resto del montaje está diseñado para que pueda soportar este funcionamiento permanente. Se trata de una alimentación de concepción clásica: un transformador, un puente de diodos, un regulador de tensión de 9 V tres condensadores de filtraje. El LED D5, asociado a la resistencia R28, sirve para visualizar la presencia de la tensión de servicio.

El receptor

El transformador Tr4, que al igual que Tr2, es de fabricación casera, constituye la etapa de entrada del receptor representado en la figura 3. Aquí también, el transformador Tr4 forma parte de una red resonante (Tr4/C20) que cumple entre otras, la función de filtro de la señal de entrada. La red RC R30/C44 y la etapa de amplificación basada en el amplificador operacional A5, hace pasar a la señal por un segundo filtrado. La banda de paso de la señal aplicada al PLL está limitada al rango de frecuencias comprendidas entre 160 y 230 kHz. De esta forma se evita que el PLL (IC5) se bloquee

con los armónicos de la portadora o de los parásitos.

Se ha dimensionado el filtro del bucle del PLL (R35/C35) y el rango de frecuencias del VCO (R34 y C24) de forma que el PLL sólo se pueda cerrar con la portadora. El potenciómetro P5 permite regular al valor conveniente (200 kHz) la frecuencia del PLL. Un FET integrado en IC5 tapona la señal demodulada disponible en la patilla 2 del 4046.

El potenciómetro de volumen P6 constituye la resistencia de surtidor de este FET montado como seguidor de surtidor. Esto explica la ausencia de condensadores de desacoplo en esta parte del circuito. El amplificador operacional A6 no constituye más que una etapa de amplificación para atacar a un LED. Este LED indica que el aparato está demodulando una señal BF, de forma que si se ha ajustado el volumen a un nivel muy bajo, se podría advertir la presencia de la información en la línea. A la salida del potenciómetro, la señal de baja frecuencia (BF) atraviesa un filtro paso bajo que tiene una frecuencia de corte de 1'5 kHz. Si este valor parece demasiado bajo, se podrá disminuir el valor del condensador C30.

El amplificador operacional A7 constituye una etapa de preamplificación situada antes del amplificador de salida formado por el operacional A8 asociado a los transistores T4 y T5 y a otros componentes auxiliares. Los diodos D10 a D13 hacen trabajar a los transistores de salida en clase AB. Las resistencias R44 y R49 y los condensadores C33 y C37 constituyen la realimentación de la etapa de salida.

Al igual que el emisor, la etapa de alimentación no tiene interruptor

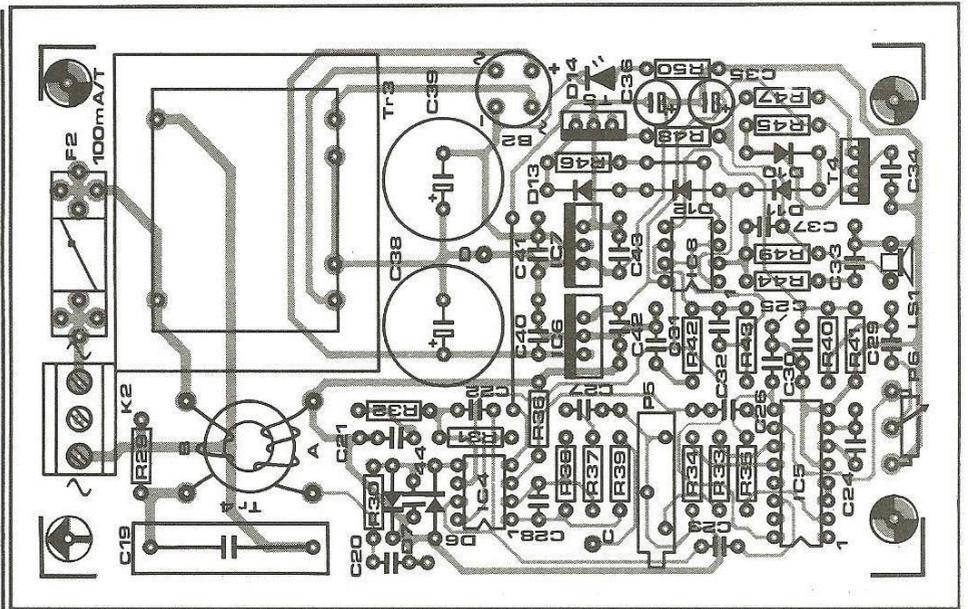


Figura 5. Serigrafía y cara de componentes de la placa de circuito impreso del receptor. El eje de plástico del potenciómetro P6 y el cable de conexión a la red son los únicos elementos accesibles desde el exterior de la caja.

**LISTA DE COMPONENTES:
RECEPTOR**

Resistencias:

- R29, R36, R38 = 560 K
- R30, R43, R49 = 100 K
- R31, R33 = 2,2 K
- R32, R40, R45, R46 = 1 K
- R34 = 9,31 K 1%
- R35, R42, R44 = 10 K
- R37 = 4,7 K
- R39 = 680 Ω
- R41 = 150 K
- R47, R48 = 22 Ω
- R50 = 1,5 K
- P5 = 25 K multivuelta
- P6 = 10 K POT. LOG. (eje PVC)

Condensadores:

- C19 = 100 nF/630 V
- C20 = 18 nF
- C21, C24 = 1 nF
- C22 = 270 pF
- C23 = 220 nF
- C25, C29 = 4,7 nF
- C26 = 5,6 nF
- C27, C31, C33 = 150 nF
- C28 = 150 pF

- C30, C34, C40 a C43 = 100 nF
- C32, C37 = 470 pF
- C35, C36 = 10 μF/16 V radial
- C38, C39 = 1.000 μF/25 V radial
- C44 = 6,8 pF

Semiconductores:

- D6, D7, D10 a D13 = 1N4148
- D8 = 1N14148 (no se encuentra en la placa de C.I.; se montará en paralelo con D9.)
- D9, D14 = LED
- B2 = B80C1500
- T4 = BD139
- T5 = BD140
- IC4, IC8 = TL082
- IC5 = 4046
- IC6 = 7812
- IC7 = 7912

Varios:

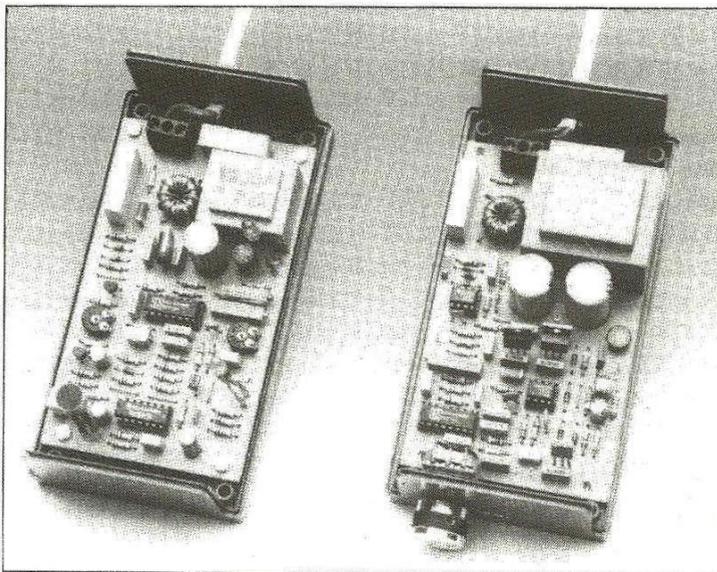
- TR3 = trafo 2x12 V/187 mA C.I.
- TR4 = Choque 2 A (10 espiras sobre toroide)
- T2 = Fusible 100 mA(lento) con portafusibles C.I.
- HP1 = Altavoz 8 Ω / 500 mW
- K2 = Borna C.I. 3 cir
- PCB = E440BB

de encendido. Se trata de una alimentación simétrica realizada con dos reguladores integrados de

+12 V y -12 V. Su funcionamiento se visualiza por medio del LED D14.

Realización práctica y medidas de seguridad

Si por cualquier razón se utiliza un altavoz que tenga una resistencia de 4 Ω , no es raro que el montaje presente una tendencia a entrar en oscilación. Si tal es el caso, se podrá probar a conectar la línea de masa del altavoz al punto D. Si esta solución no remedia el efecto, será necesario utilizar un altavoz de 8 Ω . Desde el punto de vista de la seguridad eléctrica, Los transformadores Tr2 y Tr4 constituyen los puntos delicados de este montaje. Debido a que no se ha podido localizar en el mercado un transformador que tuviera las características técnicas requeridas a frecuencias próximas a 200 kHz, se ha optado por la realización de transformadores de fabricación casera utilizando una self de antiparasitaje con un toro de 2 A. El bobinado de origen constituirá la parte de baja tensión (lado A). Para obtener el bobinado de 220 V (lado B) se devanarán 10 espiras de cable aislado por debajo del primer bobinado. No obstante, existen unas bobinas ya fabricadas por la firma TOKO (10A6845), de características similares, que fueron utilizadas



en el Nº 95 de la publicación "RESISTOR" para el montaje "Interfono vía red" y que pueden ser empleadas en este circuito. Para garantizar una seguridad total al usuario, se montará cada uno de los dos circuitos en sendas cajas de plástico perfectamente cerradas. Serán necesarias unas aberturas para dar paso al micrófono y al altavoz. Los agujeros de fijación que llevan las placas, corresponden a las características de la caja mencionada en la lista de componentes. Si se utilizan estas cajas, basta con fijar la placa con cuatro tornillos Parker para evitar todo riesgo de que entren en contacto con el circuito impreso. El eje (de plástico) del potenciómetro P6 es el único elemento protuberante. El micrófono se colocará detrás y con un único orificio, y el altavoz, detrás de la rejilla formada por una serie de taladros (de 2 a 3 mm de diámetro) dispuestos en forma de estrella como se ilustra en la foto del comienzo del artículo.

Ajuste

Durante esta parte del proceso es necesario cuidar de no entrar en contacto con la parte del circuito conectada a la red.



Figura 6. Ordinograma de ajuste del emisor.

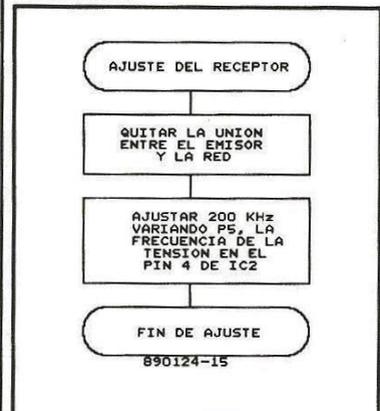


Figura 7. Ordinograma de ajuste del receptor

El diseño de la placa de circuito impreso respeta la separación indispensable entre las pistas. Los transformadores Tr2 y Tr4 responden a la tensión de aislamiento estándar de 4'2 kV. Como procedimiento de ajuste se propone seguir el ordinograma representado en las figuras 6 y 7. Si se respetan las instrucciones descritas en estos procedimientos, el bebefono debería funcionar perfectamente.