

Se presenta un amplificador de audio para aplicaciones de voz. Está concebido para ser usado como teléfono recreativo, con las siguientes características:

- Usa pila de 4'5V como fuente de alimentación.
- Puede conectarse a un altavoz de 8W.
- Es simple, con pocos componentes y fácil de montar.
- Su punto de funcionamiento es ajustable, incluso puede modificarse si la pila se va gastando.
- Se ha tratado de que sus componentes sean lo más económicos posible.
- Se pretende también un bajo consumo de corriente en reposo.

FUNCIONAMIENTO

El esquema general del circuito se presenta en la figura 1.

Alimentación

La fuente de alimentación será de 4'5V y el condensador C1 filtra posibles ruidos.

Micrófono

La fuente de señal es un micrófono electret de lo más simple que se pueda encontrar. Se alimenta por la resistencia R1 y se acopla al amplificador por el condensador C2.

1ª Etapa transistorizada

La primera etapa actúa como reductora de la alta impedancia del micrófono. Para ello Q1 está en configuración de colector común y tiene como carga a los transistores Q2 y Q3 en paralelo.

La otra función de esta etapa es el control de la corriente de polarización de la 2ª etapa. R2 y P1 regulan la corriente de Q1 y por lo tanto también de Q2.

Q2 y Q3 tienen las mismas características. Como están en paralelo tie-

Amplificador de audio para pila de 4,5V y altavoz de 8W

Montaje realizado por PABLO TORIO GÓMEZ

nen la misma V_{BE} , por lo tanto sus corriente de colector serán similares.

Así, actuando sobre P1 es posible ajustar la corriente de Q3 y de esta forma la caída de tensión en R3 y consecuentemente la tensión en los emisores de Q5 y Q6.

El pago por todas estas prestaciones es una disminución del nivel de tensión de la señal.

2ª Etapa transistorizada

La segunda etapa actúa como amplificador de tensión. Para ello Q3

está en configuración de emisor común.

El transistor Q4 no realiza ninguna función de amplificación. Es un transferidor del nivel de continua y sirve para crear una caída de tensión de 1'3V entre las bases de Q5 y Q6, actuando sobre el potenciómetro P2. Así la 3ª etapa funcionará en clase AB.

Para la señal de audio Q4 es prácticamente un cortocircuito y la carga de esta 2ª etapa es R3 en paralelo con la impedancia de entrada de la 3ª etapa.

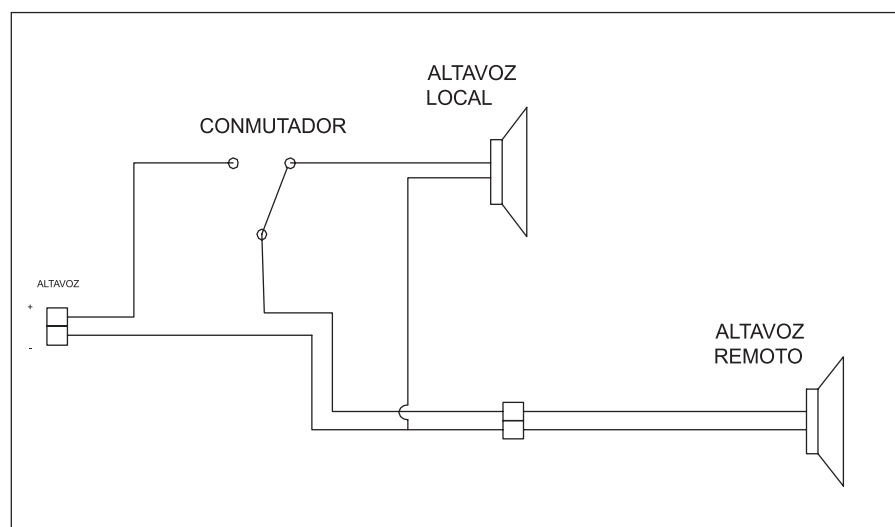
3ª Etapa transistorizada

La tercera etapa actúa como amplificador de corriente. Q5 y Q6 están en configuración de colector común, funcionando como par en simetría complementaria. Q5 amplifica el semiciclo positivo de la señal y Q6 el semiciclo negativo.

El condensador C3 bloqueará el paso de corriente continua al altavoz.

CIRCUITO DE SALIDA

En la figura 2 se representa el circuito de salida al altavoz. En realidad se supone que hay dos teléfonos, separados por un cable. El altavoz de salida de cada uno es el del teléfono remoto. El conmutador permite hablar o escuchar.



ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

El consumo de corriente en reposo es de 20 a 25mA, aproximadamente. A la hora de medir las condiciones de funcionamiento se observa que la máxima excursión de la señal de salida con el altavoz de 8W conectado es algo menor que 2Vpp y la ganancia de tensión $A_v=8$. En la foto A se ve la forma de la onda en estas condiciones límite y a la frecuencia de 1KHz. Osciloscopio Tektronix TDS 7104 DPO. La señal más pequeña es la entrada, trazo azul, 100mV/div, 400ms/div. La señal grande es la salida, trazo naranja, 500mV/div, 400ms/div.

Si desconectamos el altavoz, la máxima excursión de la señal de salida sin excesiva distorsión aumenta considerablemente hasta los 3Vpp aproximadamente y la ganancia hasta $A_v=11$.

Se observa por lo tanto que la carga que supone el altavoz afecta considerablemente al amplificador. Aún así el teléfono funciona satisfactoriamente.

MEJORA DE LA 3ª ETAPA

Que el amplificador se vea afectado por la carga se debe a nuestra elección de Q5 y Q6. Los transistores BC547 y BC557 son de lo más barato que se pueda conseguir y aunque su ganancia de corriente teórica, h_{FE} , está entre 200 y 300, en las condiciones en las que está trabajando se reduce a 10 aproximadamente. Ello supone que la impedancia de entrada de la 3ª etapa es todavía baja, de unos 120W, y perjudica la amplificación de la 2ª etapa.

La elección de estos transistores de debe a que entre los objetivos que nos habíamos fijado inicialmente estaba la economía.

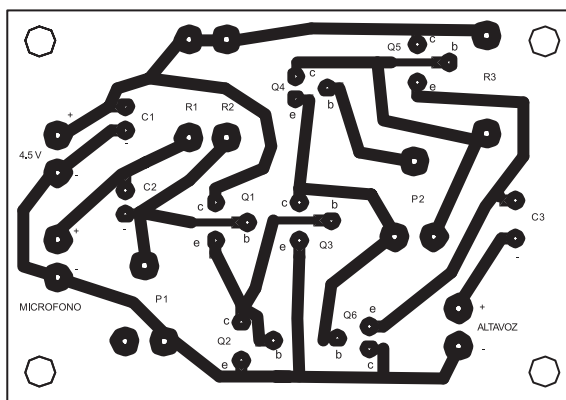
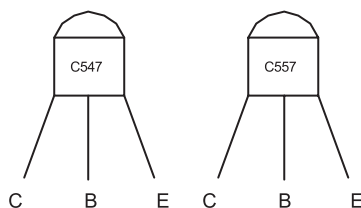
Pero al que no le importe gastar un poquito más, le compensa sustituir Q5 y Q6 por otros componentes preparados para manejar mayor potencia. Cualquiera puede valer; en este caso se usan el TIP41C y TIP42C de encapsulado TO-220, que aquí presentan una ganancia de corriente h_{FE} de 20,

LISTA DE COMPONENTES:

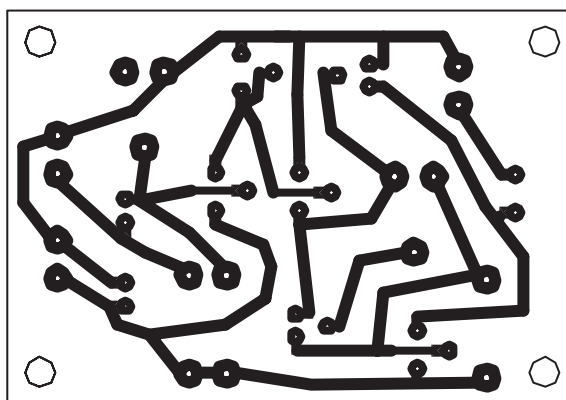
- R1 Resistencia 4K7 ¼W
- C1, C2 Condensadores electrolíticos 100 mF, 16 V.
- C3 Condensador electrolítico 1000 mF, 16 V.
- P1 Potenciometro 22K, ¼ W, ajuste vertical, para PCB.
- P2 Potenciometro 2'2K, ¼ W, ajuste vertical, para PCB.
- Q1, Q2, Q3, Q4 Transistores BC547, NPN
- Q5 Transistor BC547 o bien TIP41C, NPN
- Q6 Transistor BC557 o bien TIP42C, PNP
- R1 Resistencia de 1K, ¼ W.
- R2 Resistencia de 12K, ¼ W.
- R3 Resistencia de 100W, ¼ W.
- 3 regletas de 2 bornas de tornillo para PCB.
- 1 par de empalmes por tornillo, de electricista.
- 1 placa PCB 75x50 mm.
- 1 altavoz de 8W.
- 1 micrófono electret.
- 1 conmutador.

con lo que la impedancia de entrada de la 3ª etapa es de 200W y las prestaciones del amplificador mejoran: máxima excursión de la señal de salida 2'5Vpp y ganancia de tensión $A_v=10$. En la foto B se ve la forma de la onda medida en las mismas condiciones que en la foto A

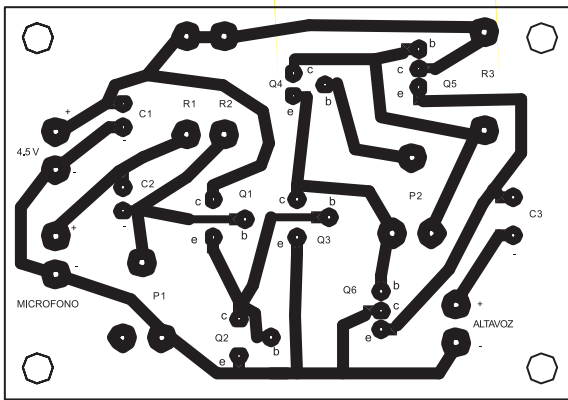
- R1= 1K
- R2= 12K
- R3= 100
- P1= 22K
- P2= 2,2K
- C1= 100microF, 16v
- C2= 100microF, 16v
- C3= 1000microF, 16v
- Q1, Q2, Q3, Q4, Q5= BC547 NPN
- Q6= BC557 PNP



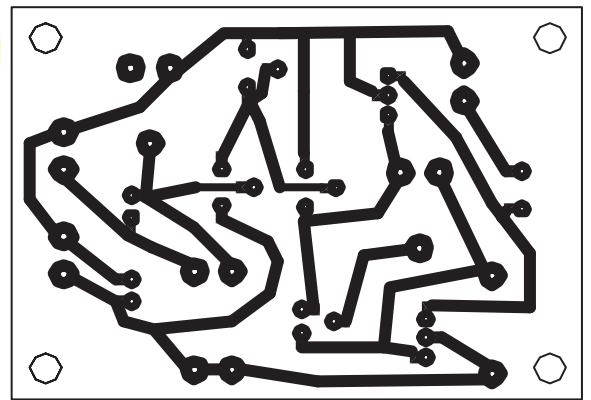
LADO DE LOS COMPONENTES



LADO DE LAS PISTAS



Lado de los componentes



Lado de las pistas

MONTAJE Y AJUSTE

El circuito está diseñado de manera que la pila, el micrófono y el conmutador con el altavoz se conecten externamente a través de bornas de tornillo para PCB.

A la hora de ponerlo en funcionamiento se comenzará ajustando P1 a la mitad, regulándolo luego hasta obtener en los emisores de Q5 y Q6 una tensión igual a la mitad de la alimentación, es decir, 2'25V. De esta forma pasarán por R3 unos 16mA.

También conviene empezar con un valor mediano de P2 para no polarizar en exceso Q5 y Q6. Después se va modificando hasta que se midan aproximadamente 1'3V entre bases del BC547 y BC557. Si se han usado el TIP41C y TIP42C, la tensión ideal será ligeramente inferior, 1'2V probablemente.

En la figura 3 se ve: la placa vista desde el lado de los componentes, como si fuera transparente, y el dibujo de las pistas vistas desde el lado contrario a los componentes.

La figura 4 es igual que la figura 3, pero suponiendo que Q5 y Q6 son del encapsulado TO-220.

Las fotos C y D son las dos variantes del teléfono, terminadas.

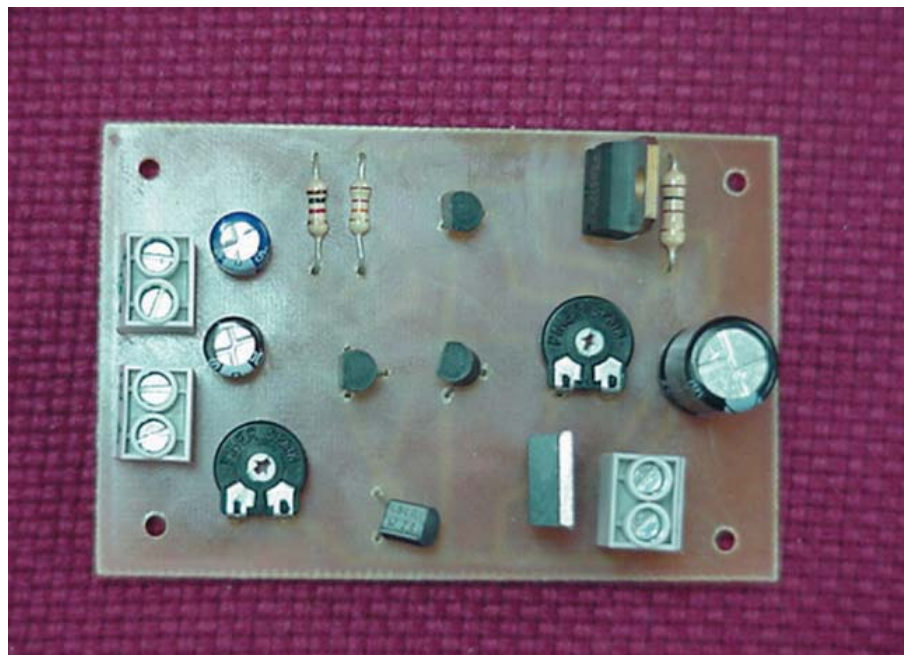


Foto C

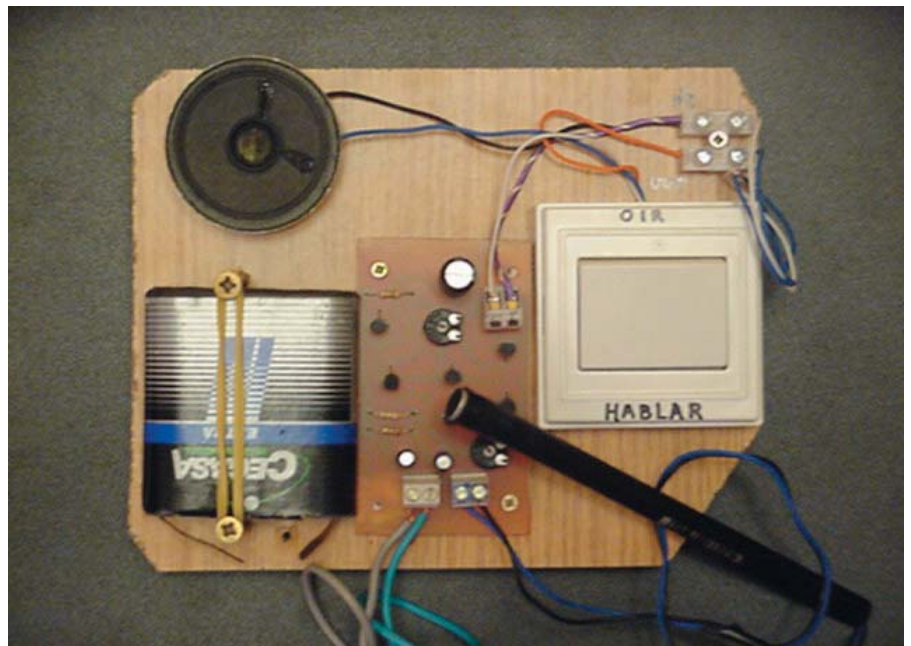


Foto D