

# amplificador de 200 vatios

- 1 características técnicas
- 2 esquema eléctrico
- 3 alimentación y gama de potencias de 40 a 200 W
- 4 realización práctica
- 5 puesta a punto
- 6 componentes

**CIRCUITO  
COMPROBADO**

**E**l amplificador que presentamos en este artículo es capaz de proporcionar 200 vatios de salida, con una tensión de alimentación de 110 voltios. Reduciendo la alimentación sin aportar modificación alguna al circuito, es posible obtener sólo 40 vatios; por ello, quienes realicen este aparato, podrán lograr de él fácilmente cualquier potencia comprendida entre 40 y 200 vatios, variando simplemente la tensión de alimentación.

## 1

Antes de describir el esquema eléctrico, mencionaremos las características conseguidas en los prototipos realizados en nuestro laboratorio:

- Potencia eficaz máxima: 180 vatios
- Potencia de pico: 360 vatios
- Tensión de alimentación: 95-100 voltios
- Consumo en ausencia de señal: 100 mA
- Consumo a la máxima potencia: 5 A
- Impedancia de carga (altavoz): 4 ohmios
- Máxima señal de entrada para máxima potencia: 0,8 voltios
- Distorsión a 1/3 de la potencia máxima: 0,7 %
- Distorsión a 1/2 de la potencia máxima: 1 %
- Distorsión a la máxima potencia (antes de la saturación): 4 %
- Banda pasante a  $\pm 3$  dB de 20 Hz a 20.000 Hz

Es lógico que variando la tensión de alimentación, variarán proporcionalmente la corriente de reposo y la corriente a la máxima potencia, mientras que el resto de los datos referentes a la distorsión, banda pasante, etc., se mantendrán aproximadamente invariables.

También en lo que se refiere a la impedancia de carga, ésta podrá variar de 4 a 8 ohmios, por lo que quien posea altavoces de 4-5-7-8 ohmios, podrá emplearlos con plena tranquilidad, sin modificar el circuito. Lo único que se debe tener presente es que, empleando altavoces de 8 ohmios en lugar de 4 ohmios, la potencia de salida será inferior, y lo mismo ocurre con el consumo a la máxima potencia.

Como se podrá comprobar, con una señal de entrada de aproximadamente 0,8 voltios, se obtiene toda la potencia en la salida, por lo que casi cualquier preamplificador se puede utilizar ya que hay pocos que no proporcionen este valor.

## 2

El esquema eléctrico del amplificador se representa en la figura 1. La etapa de entrada empleada en este circuito está constituida de un amplificador diferencial (TR1-TR2) que presenta, respecto a un circuito normal, una ganancia mayor y un ruido menor. La señal de B.F. obtenida del colector de TR1, se aplica a la base de TR5 en función de etapa prepiloto.

La señal presente en la salida de TR5 servirá para pilotar los transistores TR6-TR7, los cuales desarrollan la función de inversores de fase. Este amplificador está provisto, además, de un circuito compuesto por el transistor TR4, útil para obtener una compensación automática de la corriente de reposo, con la total eliminación de la distorsión de cruce. Como se ve en el esquema, dicho transistor es alimentado por un generador de corriente constante; esta función es desarrollada por TR3, por cuanto los normales alimentadores de divisores resistivos, aun funcionando discretamente, no podrían ofrecer las mismas garantías y características presentadas por este circuito.

De los dos defasadores de potencia TR7 y TR6, la señal pasará a los dos transistores TR8 y TR9, empleados como piloto de potencia.

A muchos quizá parezca que, en esta etapa, hemos pretendido excedernos al emplear dos transistores finales de potencia, mientras que, como es posible ver en muchos esquemas,

## AMPLIFICADOR DE 200 VATIOS

como piloto se utilizan habitualmente transistores de potencia mucho más limitada.

Teóricamente es un contrasentido, pero desde el punto de vista práctico muy a menudo, para proporcionar la corriente requerida en la salida, los transistores de potencia media se calientan con exceso, llegando a averiarse después de algunas horas de funcionamiento en servicio continuo y dañando también irreparablemente a los otros transistores que componen el amplificador. El hecho de prever el empleo de un transistor más potente está sugerido por las innumerables pruebas de laboratorio que hemos efectuado, de modo que es conveniente proceder como aconsejamos.

Después de los pilotos se encuentran los finales, constituidos de dos pares de transistores del tipo 2N3442 en paralelo. Examinando atentamente el esquema, se podrá comprobar que TR10-TR12 están en paralelo, al igual que TR11-TR13.

Para compensar eventuales diferencias de amplificación de los cuatro transistores finales, se tiene que alimentar de los cuatro transistor separadamente, lo que se obtiene conectando las resistencias R22-R26 y R23-R28 en los correspondientes emisores.

Los diodos intercalados entre los emisores y los colectores de los cuatro transistores, sirven para proteger a éstos de los picos inversos producidos por los altavoces. Si se eliminasen, no se observaría probablemente ninguna diferencia, pero se privaría a los transistores finales de una eficaz protección, con el riesgo de que podrían averiarse.

Lo mismo vale para la resistencia R30, en serie con el condensador C10. Este simple circuito sirve para mantener constante la impedancia de carga a las diversas frecuencias; por lo tanto, impide la rotación de fase de las señales de B.F. de frecuencias elevadas.

Es importante añadir que, si las cajas acústicas que se empleen disponen de filtros de cruce para la separación de las distintas frecuencias, o sea que están equipadas con altavoces para bajos, medios y agudos, es necesario conectarlas a este amplificador intercalando en serie una impedancia compuesta de una resistencia de 220 ohmios 2 vatios, sobre la cual se devanarán aproximadamente de 20 a 25 espiras de hilo de 1 mm, por cuanto la salida del amplificador prevé la conexión de una sola carga inductiva, mientras que los filtros de cruce poseen una carga mixta capacitiva-inductiva.

### 3

Para obtener la potencia máxima es necesario alimentar el amplificador con una tensión de 110 voltios.

El transformador deberá ser de una potencia de 500 vatios; su secundario de 70-80 voltios en alterna, deberá ser capaz de proporcionar 5 amperios. Como rectificadores se elegirán cuatro diodos aptos para proporcionar la corriente necesaria y soportar como mínimo 150 voltios.

A cuantos desearan un amplificador con una potencia de salida más reducida, sin aportar modificación alguna al circuito, deben reducir simplemente la tensión de alimentación. Si son

tensión de alimentación V	potencia obtenida W	transistores finales aconsejados tipo
100-110	180-200	2N3773-2N3442
95-100	160	2N3773-2N3442
85-90	130	2N3773-2N3442
75-80	110	2N3772
65-70	80	2N3772
55-60	60	2N3772
45-50	40	2N3055
38-42	30	2N3055

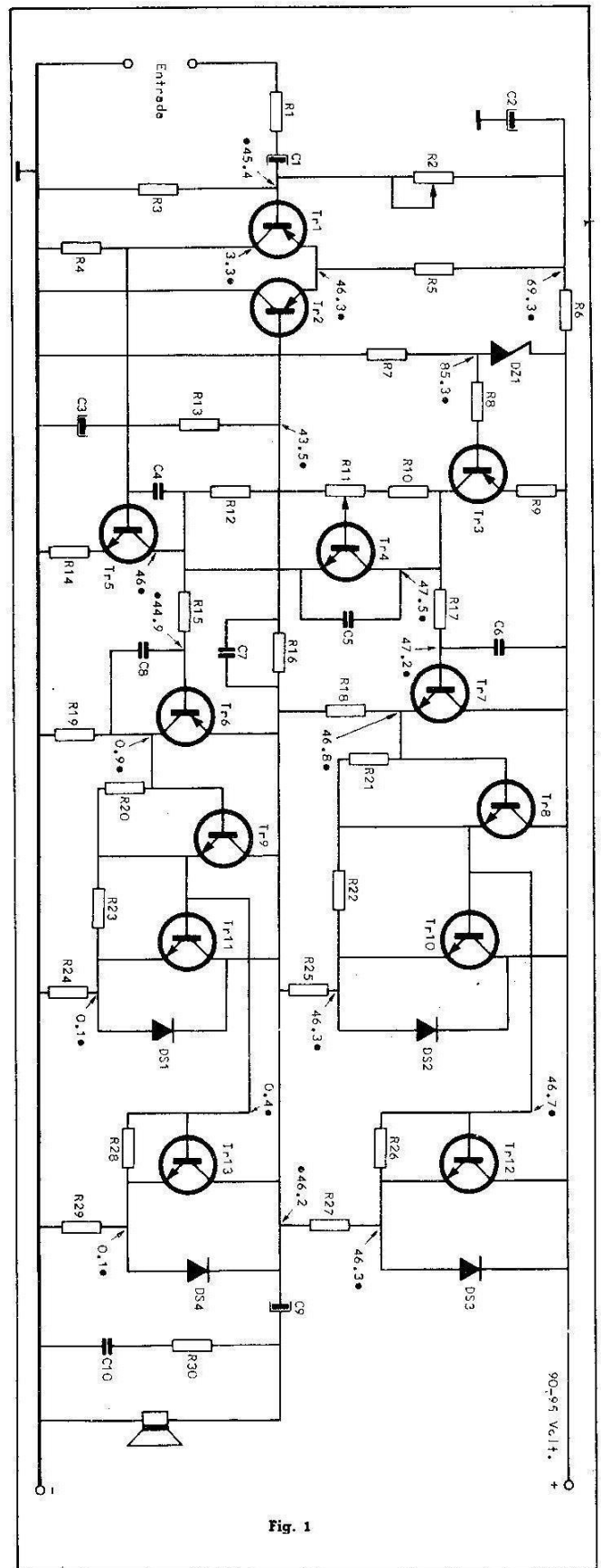


Fig. 1

## AMPLIFICADOR DE 200 VATIVOS

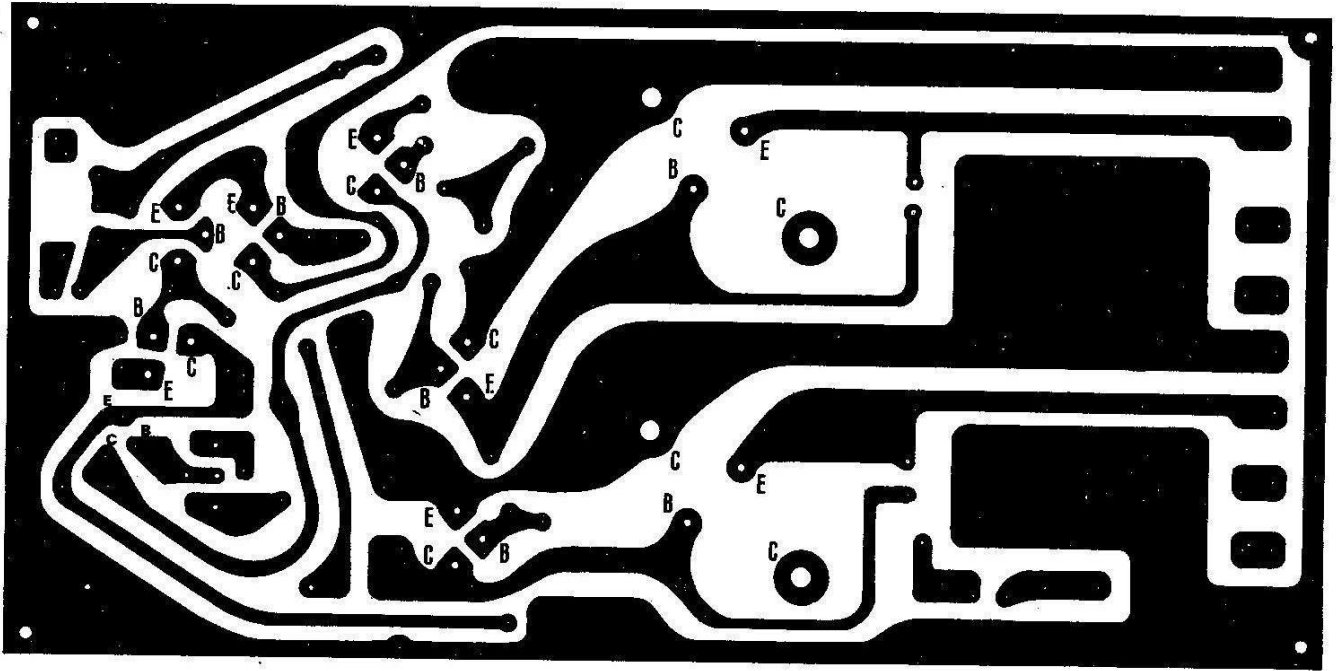


Fig. 2 - Circuito impreso a tamaño natural del amplificador de potencia de 200 vatios.

suficientes 30-40 vatios, se pueden sustituir únicamente los cuatro finales TR10-TR12-TR11-TR13 y los dos pilotos por otros de potencia y coste inferior. Manteniendo los finales aconsejados, el amplificador puede funcionar también a 30-35 vatios.

Para ayudar al lector, indicaremos las potencias que es posible obtener reduciendo la tensión de alimentación y qué transistores se pueden emplear para los cuatro finales.

Naturalmente, reduciendo la potencia y la tensión será necesario también aportar cambios en la parte alimentadora: se utilizará un transformador de dimensiones más reducidas, un puente rectificador de menores características, etc.

El circuito no es crítico, por lo que la realización puede ser llevada a cabo utilizando un circuito impreso o efectuando el cableado con hilo. Nosotros aconsejamos el montaje en circuito impreso, tanto por un factor estético como para evitar errores de cableado y posibles cortocircuitos que, a causa de las tensiones en juego, serían muy peligrosas para la vida de los transistores.

### 4

Para realizar el circuito impreso se aconseja utilizar como soporte una placa de fibra de vidrio, que es más resistente y ofrece la garantía de un aislamiento mayor que las convencionales. El dibujo del circuito impreso, a tamaño natural, se muestra en la figura 2, mientras que la figura 3 ilustra la disposición de los componentes sobre el mismo. Durante el montaje se prestará particular atención a la polaridad de los condensadores electrolíticos, a la de los diodos y de los transistores.

Los transistores TR1-TR2 pueden montarse sin aleta de refrigeración, pero ésta es indispensable para el resto de transistores, debiendo ser de grandes dimensiones, incluso aunque en el esquema práctico no todos aparecen con dicho aditamento.

El transistor TR4 no se fijará en el circuito impreso, sino que se apoyará en la aleta de refrigeración de los transistores finales. Sólo de este modo se conseguirá una regulación automática de la corriente de reposo, al aumentar la temperatura de los transistores finales.

A tal objeto, podrán partir del circuito impreso tres conductores de color distinto, trenzándolos entre sí, que se conectarán a los terminales del transistor TR4, que se habrá fijado con una

brida y dos tornillos autorroscantes, o simplemente encolado a la aleta de refrigeración de los finales.

Si se hallase dificultoso soldar los terminales de estos conductores a los terminales del transistor TR4, aconsejamos fijar en la proximidad de éste una regleta de cuatro terminales y soldar en éstos los del transistor y los tres conductores procedentes del circuito impreso.

Aconsejamos emplear, para TR4, un transistor con cápsula de epoxy (o sea de plástico), porque los metálicos tienen siempre el colector conectado a la cápsula y, lógicamente, fijándolo al metal de la aleta refrigeradora se provocaría un cortocircuito. Préstese mucha atención a que, aun utilizando un transistor de epoxy, sus terminales no entren en contacto con ninguna parte metálica del circuito.

La aleta de refrigeración de los cuatro transistores finales será de grandes dimensiones, para evitar que la temperatura de los mismos supere, en condiciones normales de funcionamiento, los 80 °C (estos transistores funcionan también con temperaturas de 150-180 °C, pero es conveniente no superar 100 °C).

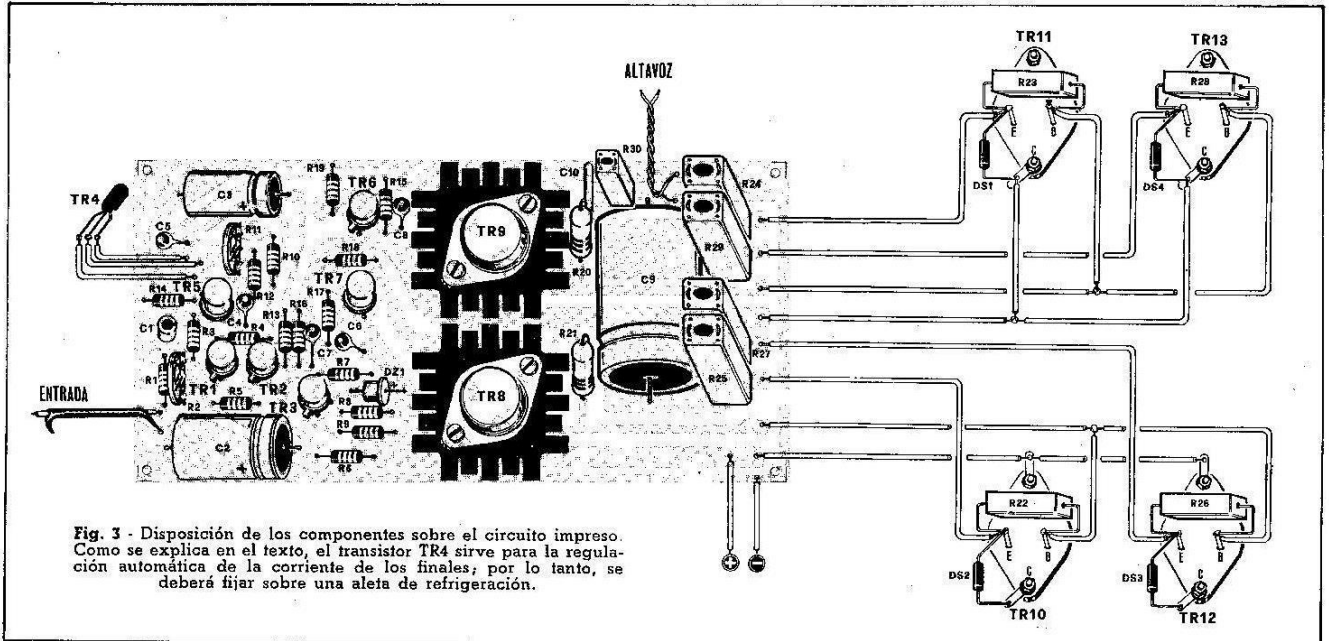
Por estas causas, el lector no debe limitarse a aplicar los finales en cuatro simples aletas de refrigeración, como es el caso de los pilotos TR8-TR9, sino que se obtendrán de una plancha de aluminio, a ser posible anodizado, de una longitud de por lo menos 20-30 cm, empleando por lo menos dos (conectando dos transistores en cada una), especialmente en el caso de que el amplificador se utilice en salas de baile o funcione ininterrumpidamente durante 4 ó 5 horas, o más.

Para efectuar una labor profesional, se puede aplicar en la parte posterior un ventilador que proporcione una refrigeración forzada a todo el equipo. Terminado el montaje, y antes de proporcionar tensión al amplificador, controlar por seguridad el circuito eléctrico con el práctico, a fin de que prevalezca la seguridad de no haber confundido el valor de una resistencia o invertido la polaridad de cualquier diodo.

Recuérdese, finalmente, que no se debe proporcionar nunca tensión, si el altavoz no está conectado, para evitar en el futuro cualquier avería inesperada. Procúrese que los bornes del altavoz tengan cuatro conexiones, dos de las cuales servirán para alimentar a éste y las otras dos, en cortocircuito, servirán como interruptor de seguridad.

Si se siguen estos consejos y la entrada de los 100 voltios positivos pasa a través de estas conexiones, en el caso de que accidentalmente se cortara la toma del altavoz, o se encendiese

## AMPLIFICADOR DE 200 VATIOS



el amplificador sin haber conectado aquél, al amplificador no llegará tensión.

### 5

Aunque es posible proceder al ajuste del amplificador aplicando de inmediato la tensión máxima de 100 voltios, aconsejamos partir de un valor más reducido, por ejemplo con 60-70 voltios. Esto tiene por objeto prever que quizás algún lector, después de haber aplicado la tensión, no se preocupe de regular inmediatamente la corriente de reposo y la tensión en el centro (punto de unión del colector de TR13, de C9 y de R27), siendo su primera operación probar cómo responde el amplificador tocando con un dedo la toma de entrada.

Esto es un error, porque la primera operación a efectuar se refiere a la regulación de la tensión central y de la corriente de reposo. Es totalmente desaconsejable llevar a cabo aquella operación, porque al tocar con el dedo la entrada del amplificador se pueden producir crestas peligrosas para la integridad de los transistores. Aplíquese en la toma de salida el altavoz, o bien una resistencia de hilo de 4 ohmios 100 vatios.

Conectar entre el colector de TR13 y masa un tester con el alcance de 100 voltios; regular el cursor del potenciómetro de ajuste R2 de modo que se encuentre en su posición central; el potenciómetro R11 deberá hallarse totalmente hacia el colector de TR3. A continuación, aplíquese tensión.

Llegados a este punto, se debe proceder a la regulación del potenciómetro R2, de modo que se lea en el tester la mitad de tensión, o sea que con una alimentación de 60 voltios la regulación del potenciómetro permita leer en el instrumento un valor de 30 voltios en el punto central, y con 70 voltios un valor de 35 voltios, etc.

Regulada la tensión en el centro, es necesario ahora proceder a la regulación de la corriente de reposo.

Para esta operación se necesitaría un miliamperímetro de 100 mA fondo de escala a conectar en serie con la alimentación de 60 ó 70 voltios; pero esto no es indispensable, por cuanto es posible utilizar para esta comprobación el mismo tester utilizado para controlar la tensión en el centro, conmutándolo al alcance de 500 mA fondo de escala. Aplíquese tensión y regular el potenciómetro R11 hasta hacer que consuma 100 mA.

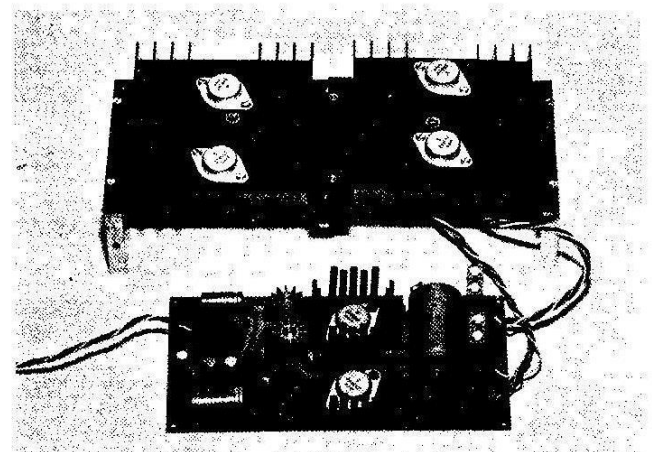
Efectuando estas operaciones de puesta a punto, es una buena regla cortocircuitar a masa la entrada, a fin de evitar que sean amplificadas las eventuales señales espúreas.

Efectuadas estas dos comprobaciones, se podrá aplicar ahora una tensión de 90-95 voltios, ya que habiendo predispuerto el amplificador para las mismas no se correrá el peligro de alimentar una sección de la etapa final con tensiones superiores a las precisas.

Naturalmente, variando la tensión de alimentación será preciso controlar de nuevo la tensión central, que ahora deberá ser de 45-47 voltios, y corregir eventuales variaciones actuando sobre R2. También la corriente de reposo se retocará accionando R11.

Para una mayor seguridad, el lector meticoloso puede controlar por separado los cuatro transistores finales, para asegurarse de que, en reposo, absorban todos la misma corriente.

Conociendo las tolerancias de los transistores, no debe extrañar que uno de éstos consuma una corriente mayor respecto a los otros, y aunque la corriente de reposo corresponda globalmente al valor deseado, ello no es óbice para que tal tran-



**Fig. 4 - Esta fotografía muestra el amplificador completo, con los cuatro transistores finales de potencia.** Las aletas visibles en esta figura son suficientes para potencias del orden de 50 a 60 W; si se quieren obtener o superar los 100 vatios, será necesario que la superficie de las mismas sea doble.

## AMPLIFICADOR DE 200 VATIOS

sistor sea mayormente solicitado respecto a los otros tres, con el resultado de que éstos se perjudiquen.

La corriente que debe recorrer cada transistor debe ser de aproximadamente 25 a 28 mA. Para efectuar este control, se conectará en serie entre el emisor y la correspondiente resistencia de polarización de cada transistor, el tester conmutado al alcance de 100 mA fondo de escala, controlando que los cuatro transistores tengan idéntico consumo.

La resistencia R13 debe ser del valor indicado en la lista de componentes. Si se modificase su valor, también variarían la sensibilidad y la distorsión. En efecto, reduciendo R13, se obtiene una mayor sensibilidad, pero se empeora el factor distorsión.

Dada su elevada potencia, este amplificador sirve exclusivamente para sonorizar amplios locales, como salas de baile, campos de deportes, restaurantes, etc. Únicamente reduciendo la tensión de alimentación a valores inferiores, se tendrá la posibilidad de emplearlo como amplificador doméstico.

Como dato muy importante, aconsejamos al lector no aportar modificación alguna al circuito, ni sustituir los transistores recomendados por otros, por cuanto no existen equivalentes para éstos.

Sólo alimentando el amplificador con tensiones inferiores a los 60 voltios es posible emplear transistores que posean una tensión de trabajo de aproximadamente 80 voltios. Por otra parte, éstos deben ser completamente nuevos, ya que un solo transistor que haya sido utilizado ya en otros empleos, puede poner fuera de servicio a los otros.

6

R1 = 1.000 ohmios  
R2 = 100.000 ohmios potenciómetro de ajuste  
R3 = 22.000 ohmios  
R4 = 2.200 ohmios  
R5 = 10.000 ohmios  
R6 = 6.800 ohmios  
R7 = 12.000 ohmios  
R8 = 47 ohmios

R9 = 150 ohmios  
R10 = 470 ohmios  
R11 = 500 ohmios potenciómetro de ajuste  
R12 = 330 ohmios  
R13 = 680 ohmios  
R14 = 150 ohmios  
R15 = 270 ohmios  
R16 = 15.000 ohmios  
R17 = 270 ohmios  
R18 - R19 = 330 ohmios  
R20 = 47 ohmios 1 W  
R21 = 47 ohmios 1 W  
R22 - R23 - R26 - R28 = 22 ohmios 2 W  
R24 - R25 = 0,25 ohmios 10 W  
R27 = 0,25 ohmios 10 W  
R29 = 0,25 ohmios 10 W  
R30 = 10 ohmios 2 W  
Todas las resistencias de  $\frac{1}{2}$  W  $\pm$  10 %, excepto las indicadas.  
C1 = 5  $\mu$ F 64 V, electrolítico  
C2 = 200  $\mu$ F 350 V, electrolítico  
C3 = 100  $\mu$ F 50 V, electrolítico  
C4 - C5 = 150 pF pin-up  
C6 - C8 = 1.000 pF pin-up  
C7 = 100 pF pin-up  
C9 = 1.000  $\mu$ F 80 V, electrolítico  
C10 = 100.000 pF poliéster  
DZ1 = diodo zener de 4,7 V, 400 mW tipo BZY88-C4V7  
DS1 a DS4 = diodos de silicio BY126  
TR1 - TR2 - TR3 = 2N3495-BFW44 (2N4289 para alimentación menor de 40 V)  
TR4 = MC140  
TR5 - TR7 = BF258 - BFX98 (MC140 para alimentación menor de 40 V)  
TR6 = 2N3495 - BFW44 (MC150 para alimentación menor de 40 V)  
TR8 - TR9 = 2N3442 (2N3055)  
TR10 a TR13 = 2N3442, 2N3773 (2N3055, ver tabla)