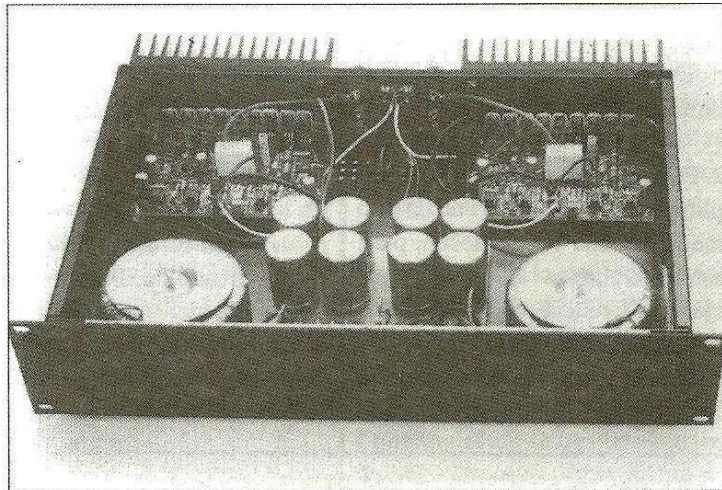


AMPLIFICADOR DE ALTA TECNOLOGÍA Y ALTA POTENCIA

2 x 100 W

En el presente artículo se describirá un amplificador capaz de suministrar una potencia de 2 x 100W, a 4 Ω . En cualquier caso, este impresionante dato de potencia estará en función de la carga que se le coloque en sus salidas: 60 W (8 Ω), 170 W (2 Ω). Por otra parte, la potencia suministrada por este amplificador es de una alta calidad. Aunque la carga de cada canal no sea más que de 2 Ω , no aparece ni la más mínima distorsión audible. El circuito es perfectamente simétrico; omitiendo la presencia del condensador de entrada, el acoplo se realiza en tensión continua.



Habría que preguntarse, cuál es la potencia adecuada para escuchar una reproducción musical de alta calidad, por ejemplo, en un salón. Generalmente, la necesidad de potencia es, en realidad, bastante inferior a la que se podría creer. En muchas ocasiones, cuando el público en general se dispone a comprar un equipo de Hi-Fi, se inclina más hacia una opción de equipo de 200 W, que hacia otra de 20 W; sin embargo, lo importante es la presión sonora resultante, siendo en el ejemplo anterior de tan solo 10 dB. Y para 10 dB de diferencia de presión sonora, se necesita un aumento en potencia eléctrica igual a 180 W... En los ensayos de laboratorio llevados a cabo se utilizó un "Vu-meter" digital, de tal forma que resulta muy clara y precisa la lectura; bien, pues en cuanto se aumentó un poco el vo-

DATOS TÉCNICOS

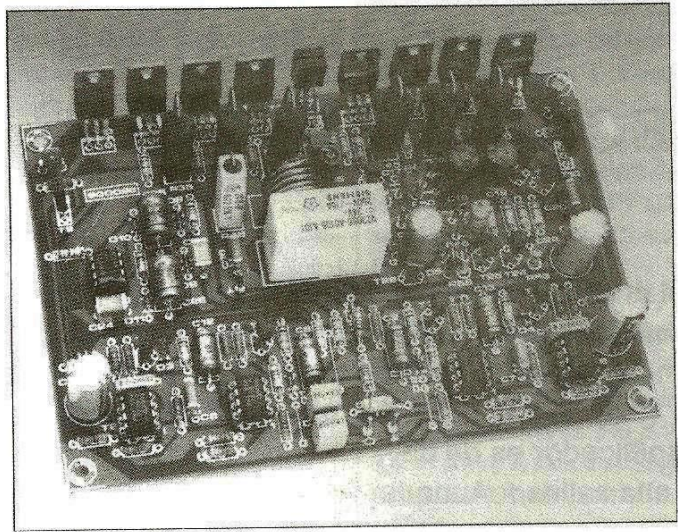
(Fuente de alimentación necesaria 225 VA.)

Potencia eficaz (THD = 0,1%)	60 W en 8 Ω 100 W en 4 Ω 170 W en 2 Ω
Potencia musical	200 W en 2 Ω (1 KHz; 20 ms en 80 ms off)
Distorsión armónica	50 W / 8 Ω 100 W / 4 Ω 150 W / 2 Ω < 0,0006% < 0,008% < 0,01% < 0,006% < 0,008% < 0,01% < 0,015% < 0,025% < 0,06%
Distorsión por intermodulación:	< 0,013% (1-50 W en 8 Ω a 1KHz) < 0,05% (1 W en 4 Ω y 250 Hz-4KHz)
Tiempo de respuesta	> 30 V/ μ s (con filtro de entrada)
Corriente de pico de salida	15 A
Relación señal/ruido	> 100 dB y 1 W
Impedancia de salida	< 0,02 Ω a 100 Hz y 1 KHz < 0,04 Ω a 10 KHz
Impedancia de entrada	47 K Ω
Sensibilidad	1 V r.m.s.
Corriente de reposo	100 mA (nominal)

lumen a un amplificador en pruebas, el "Vu-meter" acusó inmediatamente una importante subida del valor de potencia, mientras que la presión acústica (la sensación real que puede apreciar el oído) sólo se incrementó en un valor igual a 10 veces el logaritmo de la diferencia en potencia.

Las conclusiones obtenidas de estas pruebas son las siguientes: 1. No se debe dar al parámetro potencia más importancia de la que realmente tiene. Unos 50 W constituyen una potencia más que suficiente para la mayoría de los audiófilos.

2. Es preferible tener un buen amplificador de 50 W que uno de tipo medio de 200 W; de hecho, para estos dos últimos valores de potencia, la diferencia en presión sonora no es más que de 6 dB. Los verdaderos conocedores de audio, hace tiempo que habrán sacado



sus propias conclusiones sobre el tema.

En los últimos tiempos se está imponiendo la cordura y la sensatez en el mercado de consumo de audio, y se pueden encontrar equipos de muy alta calidad, con potencias de valores comprendidos entre los 50 y los 70W, capaces de trabajar

de forma muy estable con cargas de baja impedancia.

Todas estas consideraciones previas explican el interés en presentar a los lectores, un amplificador de muy buen rendimiento.

Un diseño perfectamente simétrico

El principio seguido para el diseño de este amplificador es "calidad antes que cantidad". Como resultado de los estudios realizados, se ha obtenido un amplificador capaz de suministrar una potencia de 60 W para una carga de 8 o 170 W, en el caso en que la carga sea de 2. La circuitería electrónica es perfectamente simétrica; tanto es así, que en la etapa de previo, se utilizan transistores dobles, asegurando la citada simetría y una excelente estabilidad entre canales.

La figura 1 muestra el diagrama sinóptico del circuito amplificador. Mediante una línea central imaginaria, se podría dividir el circuito presentado, en la figura 1, en dos partes idénticas, luego perfectamente simétricas. Las dos partes del circuito utilizan, sin embargo, elementos únicos, como es el caso

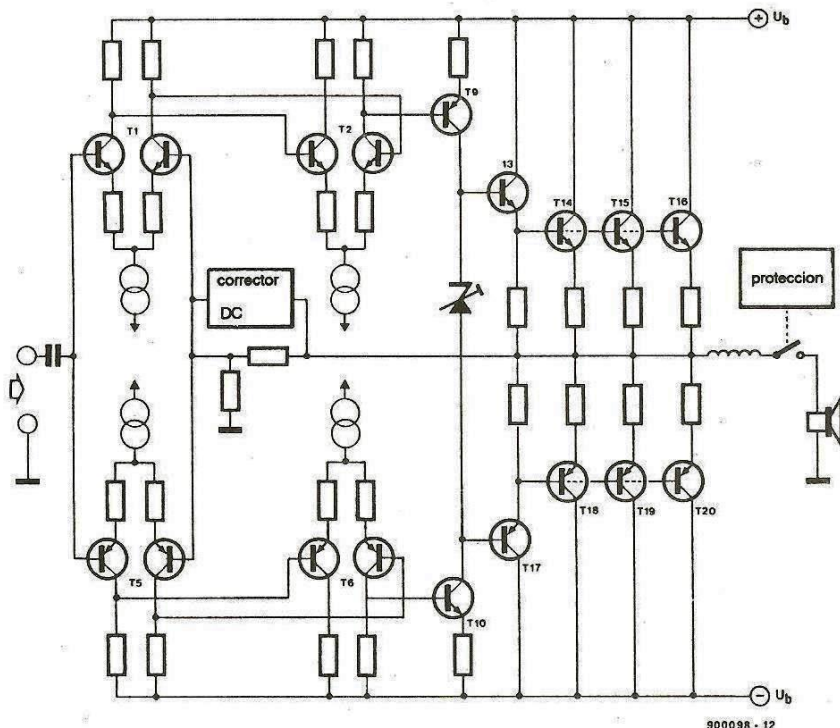


Figura 1. Diagrama sinóptico del amplificador de potencia.

de la red de "contra-reacción" y el diodo Zener ajustable; este último cumple la misión de regular la tensión de reposo de los transistores. También puede verse un pequeño circuito único: el circuito de corrección de CC (corriente continua). Este último circuito hace que la componente de corriente continua, en la salida, sea siempre cero.

Por último, también existe un circuito de protección, que tampoco está duplicado. Este último se comporta como un temporizador cuando se conecta el amplificador, y también controla la corriente que circula por los transistores de la etapa de salida. De forma totalmente consciente, se ha evitado colocar ningún circuito de protección electrónica en la etapa de salida misma, ya que no se ha encontrado ninguno que no produjera interferencias audibles.

Los conocedores del mundillo del audio, saben que es difícil encontrar un buen diseño para un amplificador de calidad. Sin embargo, este es un equipo original, que asocia las ventajas de diferentes configuraciones de amplificadores de potencia. Se ha optado por una ganancia, en bucle abierto, no demasiado elevada. Esta elección de tipo de ganancia, permite no tener que insertar un circuito de contra-reacción demasiado grande, lo cual únicamente tiene consecuencias positivas para el tratamiento de la señal de audio.

Las diferentes etapas que constituyen el amplificador contribuyen de forma parcial al total de la ganancia del circuito completo. De esta forma, la distorsión que pueda generar cada etapa, es muy débil. Si a estos cuidados de diseño, se le añade una estricta selección de los mejores componentes, se obtendrá un amplificador de muy buena calidad.

Si se examina más en detalle el diagrama sinóptico, se observa que en la entrada del circuito hay un amplificador diferencial, constituido por el transistor T1 (parte superior) y por el transistor T5 (parte inferior). La ganancia de las etapas diferenciales de entrada ha sido limitada a un valor de aproximadamente 100. Los colectores de las primeras etapas se unen a los amplificadores diferenciales de las siguientes etapas, constituidas por T2 y T6 respectivamente.

La ganancia de la siguiente etapa tiene un valor de 22. A continuación, T9 y T10, cada uno en su correspondiente canal, forman sendas fuentes de corriente controladas. La regulación de corriente de los transistores en reposo se realiza mediante un diodo Zener ajustable, insertado entre los colectores de los dos transistores T9 y T10. A partir de este último punto es donde se realiza la regulación de la etapa de potencia.

Esta etapa, como puede apreciarse, se compone de los transistores "drivers", T13 por un lado y T17, por el otro, asociados respectivamente a tres transistores (por cada canal), montados en paralelo. De hecho, los últimos componentes nombrados forman lo que se podría denominar un super-seguidor de emisor. De esta forma se ha llegado a la etapa de salida y con ello, al final del planteamiento teórico del montaje. En cuanto a la práctica, varios han sido los intentos que, finalmente, han dado el resultado aquí presentado.

La cuidadosa elección de los componentes

Al haber optado por un montaje de características simétricas, la identidad de los transistores toma una importancia capital. Cual-

quier desviación de una de las dos mitades del circuito completo influiría muchísimo en la otra, ya que el diseño ha sido concebido de tal forma que la parte que no sufriese desviación, trataría de nivelar la situación. En un principio, cuando se empezaron a realizar pruebas de componentes, se utilizaron transistores del tipo BC, pero hubo grandes problemas a la hora de las regulaciones de corriente. Por ello, se decidió utilizar verdaderos transistores dobles que, siendo más caros, al menos garantizan una simetría, y en consecuencia regulación, sin problemas. Esta solución se traduce, a efectos prácticos y reales, en un par de transistores idénticos, montados por el fabricante, en el mismo sustrato.

Sin embargo, en la etapa de salida, sí a sido posible utilizar transistores unitarios (por llamarlos de alguna forma).

Concretamente se han tomado los de SGS-Thomson, cuyo precio ya no es tan gravoso como en el caso de los transistores dobles anteriormente utilizados. En el caso de los transistores de potencia que, como ya se ha indicado, se han utilizado en este montaje, se trata de componentes estables, siendo los NPN y los PNP, de características prácticamente idénticas.

La circuitería completa

Todos los componentes del esquema de la figura 2 se montan en una misma placa de circuito impreso de 10 x 15 cm, tal como puede verse en la fotografía de la misma.

En la entrada, puede apreciarse un condensador de 2 uF (C1 y C2, en paralelo), cuya misión consiste en bloquear las posibles componentes de corriente continua que pudiera introducir un preamplifica-

*VER TEXTO

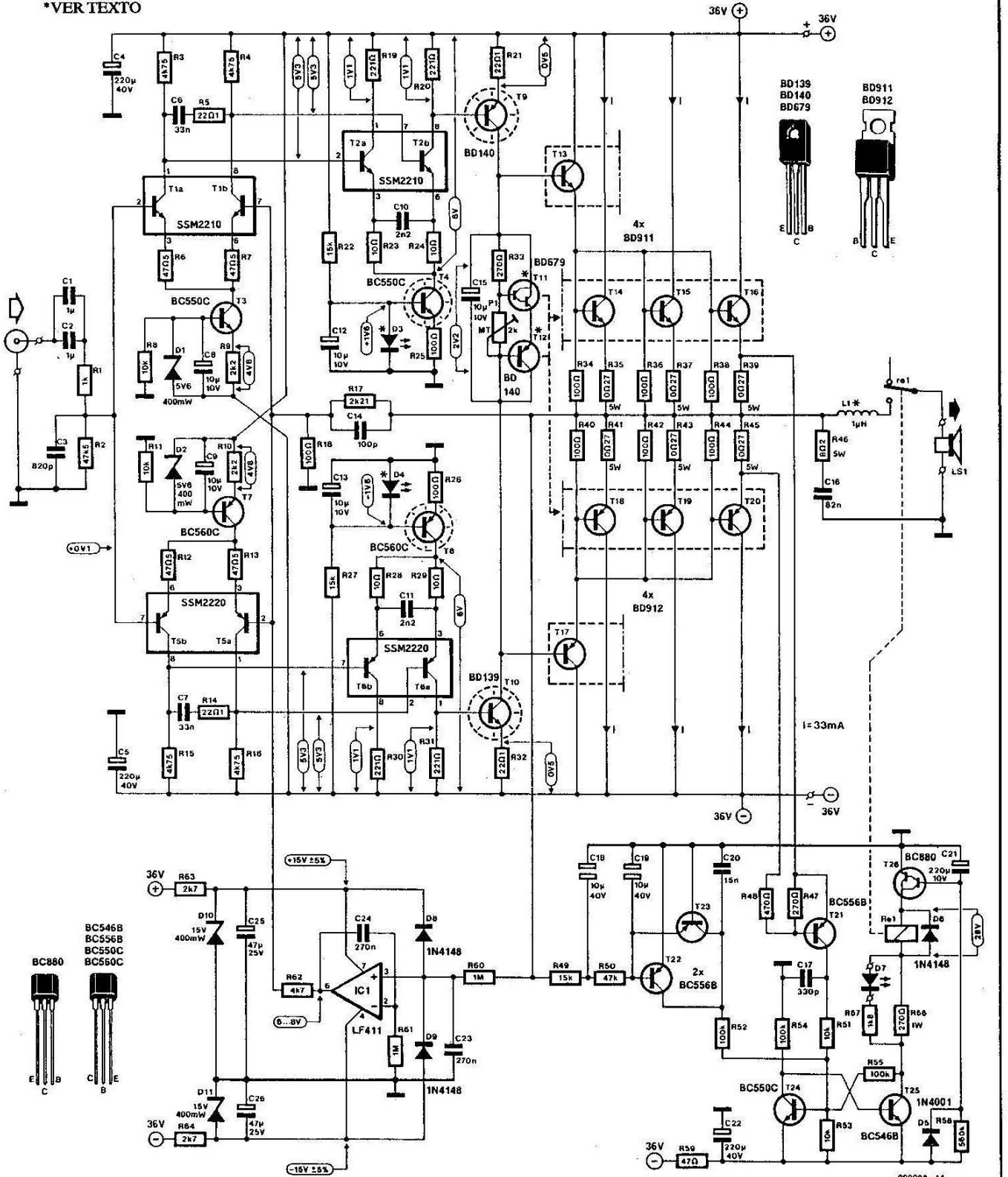


Figura 2. Esquema completo del amplificador y figuras de los transistores BD y BC.

dor. Si el preamplificador que se va a utilizar, ya dispone de una buena red capacitiva de salida, para el bloqueo de las componentes continuas, se podría evitar tener que insertar los citados condensadores de entrada del amplificador. Ahora bien, recordar que este amplificador queda totalmente desprotegido si se le conecta un previo desconocido que no comporte la mencionada protección contra las componentes de corriente continua.

A continuación se encuentra un filtro pasa-bajos, constituido por la red RC compuesta por la resistencia R1 y el condensador C3. Este tipo de red pasa-banda se emplea en numerosos modelos de amplificadores de potencia modernos. De esta forma, se evita toda fuente de distorsión de intermodulación transitoria (TIM = Transient InterModulation). Si se toma un valor de impedancia de salida del preamplificador de 50, el punto de -3 dB de esta red se sitúa a unos 180Hz.

T1 es, pues, el par de transistores del lado positivo de la etapa de entrada, y T5 es el par de transistores del lado negativo. Las fuentes de corriente de las dos etapas diferenciales se centran en T3 y T7. La corriente que circula por cada transistor diferencial está ajustada para que sea de un poco más de 1 mA. La ganancia de las etapas diferenciales queda determinada por la relación entre los valores de las resistencias de colector y emisor. En este punto es donde se descubre la primera compensación de frecuencia; este proceso lo cumplen las redes RC R5/C6 y R14/C7. Estos pares de componentes definen el ancho de banda pasante, en bucle abierto, que aquí es de 500 Hz. Los transistores T2 (y T6), junto con T4 (y T8), forman la segunda etapa de amplificación. Es-

ta etapa cumple una misión doble: no sólo es un paso más de ganancia, sino que además constituye un adaptador de impedancia entre la etapa de entrada y la parte de potencia del amplificador. Los componentes que dan la referencia de tensión, de las fuentes de corriente son, en este caso, los diodos luminescentes LED.

La caída de tensión entre bornes de estos LED, es de 1,6 a 1,7 V; son del tipo "High Efficiency" (Alta Eficacia).

Cualquier otro valor de caída de tensión, se traduciría en una corriente diferente a los 5 mA previstos por cada transistor diferencial de la segunda etapa.

A través de los amplificadores de corriente T9 y T10, se está más cerca de la etapa de potencia de este montaje, ya que, en situación de reposo, la corriente que circula por ellos es de un valor superior a los 20 mA. Este nivel de corriente se hace necesario, para que los transistores llamados "drivers" (T13 y T17), puedan suministrar la corriente adecuada en cualquier circunstancia. Los colectores de T9 y T10 quedan unidos por el ya mencionado diodo Zener ajustable. Esta configuración "push-pull" contribuye de forma importante en el resultado de ganancia total; su ganancia particular está en función de los valores de las resistencias de emisores, de los transistores R9 y R10, así como de las impedancias de las etapas de potencia que cuelgan de ésta (de sus colectores, para ser más precisos). Por regla general, el diodo Zener es, en realidad, un transistor. Finalmente se describirá a la etapa de potencia, propiamente dicha.

En esta etapa, se pueden ver los transistores de gobierno T13 (y T17), y los de potencia T14 a T16

(y T18 a T20). Tanto los transistores de control, como los de potencia, son del mismo tipo. Aunque existan, en el mercado, transistores capaces de suministrar, ellos solos, el total de la potencia que aquí se necesita, se ha preferido distribuir el trabajo entre tres transistores de potencia media. Esta opción permite una mejor distribución de la temperatura que hay que disipar. Por otra parte, también hay que tener en cuenta que normalmente, los transistores de potencia media tienen mejores características que los de alta potencia.

En la salida del amplificador se encuentra una red RC, constituida por la resistencia R46 y el condensador C16; la función de esta red es la de que el amplificador sea capaz de constatar una carga, como tal, aún para frecuencias muy elevadas. La inductancia (el choque L1) es el encargado de limitar el tiempo de subida de la señal de salida, para el caso de las señales de alto potencial capacitivo. Este dispositivo de protección tiene el inconveniente de provocar un amortiguamiento, ligeramente menos eficaz de la carga, a altas frecuencias; de cualquier forma, el tema no es preocupante: a 10 kHz el factor de amortiguamiento, para una carga de 8, no sobrepasa el valor 100.

El efecto de "contrarreacción" se produce gracias a las resistencias R17 y R18. La corrección de CC, basada en el amplificador operacional IC1, constituye una componente importante de la mencionada "contrarreacción". Debido a la ausencia de condensadores en la entrada, las tensiones continuas que estén presentes también son amplificadas, al igual que las alternas. Como hay una muy débil asimetría de la regulación, de la tensión continua, en las etapas dife-

renciales de entrada, se hace fundamental el mantener la tensión de salida del amplificador permanentemente a un valor de cero voltios. Esta misión la cumple el integrado IC1. La señal de salida atraviesa, en primer lugar, un filtro pasabajos (R60/C23), antes de llegar al integrador LF411. La tensión de salida de este amplificador operacional llega al punto de unión de las resistencias R17 y R18, vía R62. La tensión de alimentación simétrica

de IC1 se extrae de la tensión de alimentación primaria, mediante los diodos Zener D10 (y D11) y las resistencias R63 (y R64), siendo estas últimas las que gobiernan, en corriente, la alimentación en cuestión.

La parte inferior derecha del esquema, centrada en los transistores T21 a T26, forma el circuito de protección. El relé de control de salida del amplificador está inser-

tado entre masa y la tensión negativa de alimentación, vía T26 y T25. Cuando se conecta la tensión de alimentación del amplificador, se obtiene, en primer lugar, una puesta a cero de la báscula biestable centrada en T24 y T25; debido al bloqueo de T26, que provoca la conducción de T25. Consecuentemente es T26 el que provoca la temporización de conexión del montaje.

En efecto, el condensador C21 debe cargarse a través de R58, antes que la tensión base-emisor de T26 tenga un valor suficiente como para que éste se ponga a conducir. La activación del relé provoca la iluminación del LED D7. El transistor T21 es el encargado de controlar el nivel de la corriente de salida de la etapa de potencia. Este transistor mide la tensión presente entre bornes de las resistencias de emisor de T16 y T20, actuando desde el divisor de tensión R47/R48.

Si la corriente sobrepasa los 5 A (lo que corresponda a un total de $3 \times 5 = 15$ A, para el total de los tres transistores de salida) el transistor T21 empieza a conducir, provocando que bascule la báscula T24/T25 y, en ese momento, se despejaría el contacto del relé, en los 5 ms siguientes. El control de la tensión continua que esté presente en la salida de este amplificador se realiza por medio del filtro pasabajos R49/C18/R50/C19. Si la citada tensión sobrepasa 1 V, aproximadamente, lo cual indicaría una anomalía de funcionamiento del amplificador, T22 se pondría a conducir, en el caso en que la tensión en cuestión fuera negativa, y de igual forma lo haría T23 para una tensión positiva. En esta última situación también se produciría un despego de los contactos del relé, por mediación de la báscula. En cualquiera de los supues-

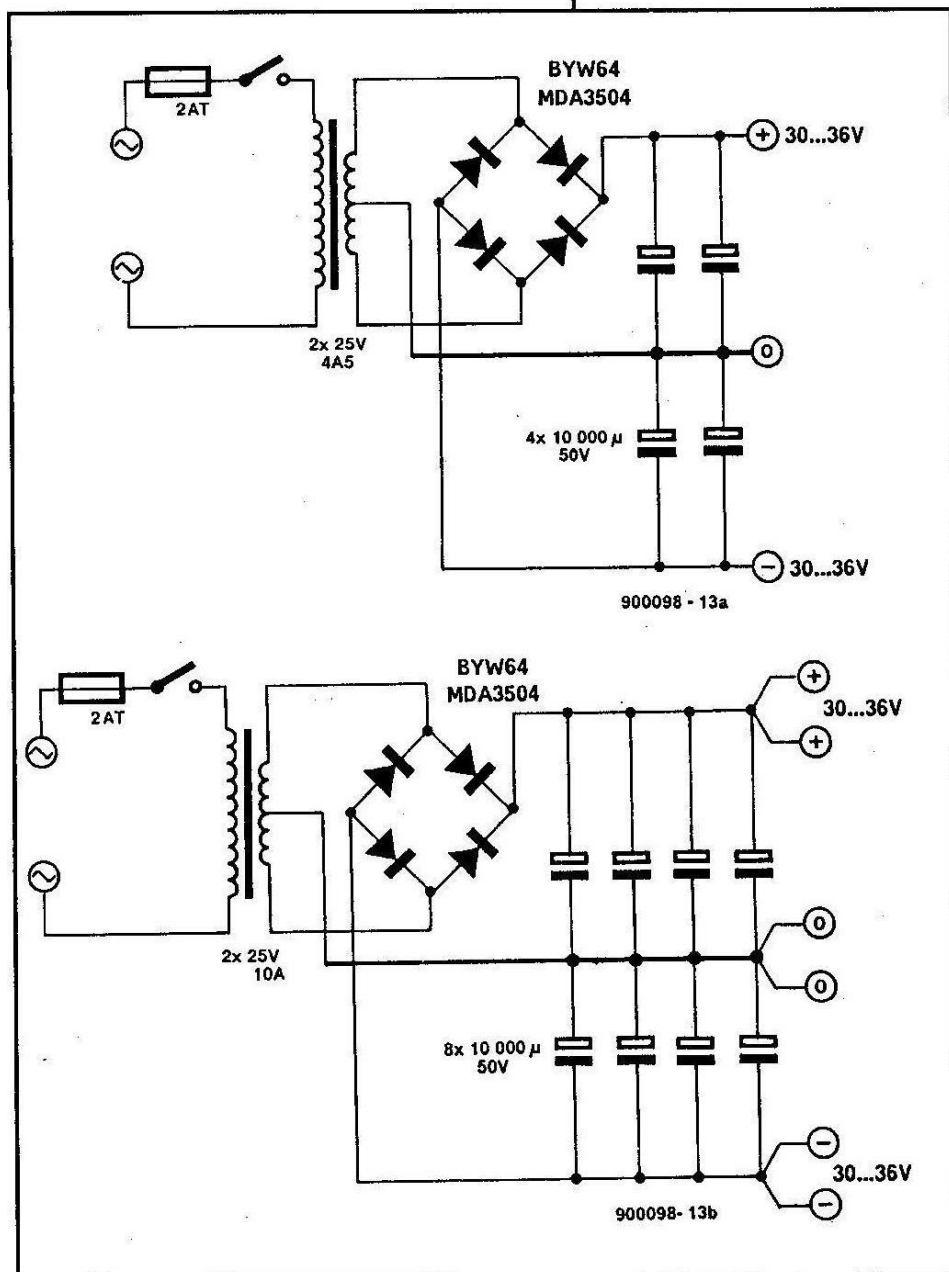


Figura 3: La primera (3a) es un tipo de alimentación para montaje monofónico y la segunda (3b) para montaje estereofónico.

tos de actuación del circuito de protección anteriormente descrito, el contacto del relé quedará despegado hasta que se desconecte la tensión de alimentación. Sólo volverá el contacto del relé a su po-

sición pegada, cuando después de haber transcurrido la temporización correspondiente, se vuelva a dar tensión de alimentación al amplificador; ésto, por supuesto, siempre que se haya remediado la

causa de la anomalía. La tensión de alimentación nominal del amplificador es de 2 x 30 V. La tensión sin carga no debe pasar de 2 x 37 V. En principio, cada etapa de potencia cuenta con su propia ali-

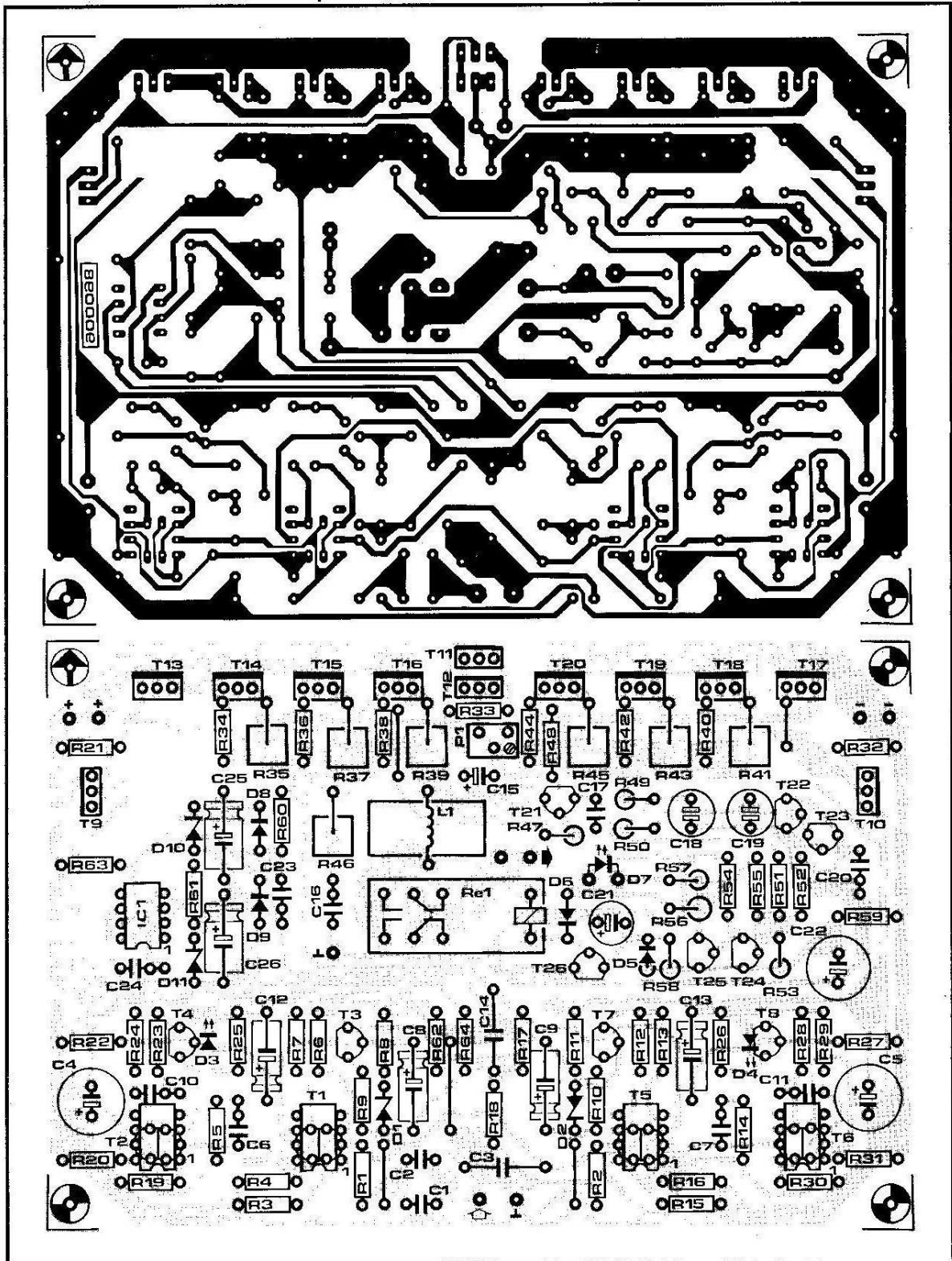


Figura 4. Serigrafía del circuito impreso, lado de pistas y lado de componentes

LISTA DE COMPONENTES

PARA UN CANAL

Resistencias

R1 = 1 K 1%
R2 = 47,5 K 1%
R3, R4, R15, R16 = 4,75 K 1%
R5, R14, R21, R32 = 22,1 Ω 1%
R6, R7, R12, R13 = 47,5 Ω 1%
R8, R11, R51, R53 = 10 K
R9, R10 = 2,2 K
R17 = 2,21 K 1%
R18 = 100 Ω 1%
R19, R20, R30, R31 = 221 Ω 1%
R22, R27, R49 = 15 K
R23, R24, R28, R29 = 10 Ω 1%
R25, R26, R34, R36, R38, R40, R42, R44 = 100 Ω
R33, R47 = 270 Ω
R35, R37, R39, R41, R43, R45 = 0,27 Ω 5 W
R46 = 8,2 Ω 5 W
R48 = 470 Ω
R50 = 47 K
R52, R54, R55 = 100 K
R56 = 270 Ω 1 W
R57 = 1,8 K
R58 = 560 K
R59 = 47 Ω

R60, R61 = 1 M
R62 = 4,7 K (8 x 2 si se utilizan los MAT 02-03)
R63, R64 = 2,7 K
P1 = 2 K Ajust. mult: ver.

Condensadores

C1, C2 = 1 μ F MKT
C3 = 820 pF
C4, C5, C22 = 220 μ F 40 V
C6, C7 = 33 nF
C8, C9, C12, C13, C15 = 10 μ F 10 V
C10, C11 = 2,2 nF
C14 = 100 pF
C16 = 82 nF
C17 = 330 pF
C18, C19 = 10 μ F 40 V bipolar
C20 = 15 nF
C21 = 220 μ F 10 V
C23, C24 = 270 nF
C25, C26 = 47 μ F 25 V

Semiconductores

D1, D2 = 5,6 V 400 mW zener
D3, D4 = LED alta eficacia 3 mm rojo
D5 = 1N4001
D6, D8, D9 = 1N4148
D10, D11 = 15 V, 400 mW zener
T1, T2 = SSM2210 (MAT 02)

T3, T4, T24 = BC550C
T5, T6 = SSM2220 (MAT03)
T7, T8 = BC560C
T9, T12 = BD140
T10 = BD139
T11 = BD679
T13 a T16 = BD911
T17 a T20 = BD912
T21 a T23 = BC556B
T25 = BC546B
T26 = BC880
IC1 = LF411

Varios

L1 = 1 μ H (ver texto)
Re1 = Rele C.I. 24 V 1cir 10 A
2 disipadores para T9, T10
2 disipadores para T4, T8
Disipador < 0,7 K/W

FUENTE DE ALIMENTACIÓN:

Transformador
1 canal: 2 x 25 V, 4,5 A
2 canales: 2 x 25 V, 6 A
4 condensadores 10.000 mF / 50 V (6 para los dos canales)
Fusible 2 A lento o 4 A lento para dos canales
Puente rectificador 50 V 10 A

mentación, aunque nada impide que, en el caso de realizar una versión estereofónica del amplificador, se le alimente mediante un sólo transformador.

Varios tipos de alimentación

Existen tres opciones para realizar la alimentación de un amplificador: la versión monofónica, la versión estereofónica (compuesta por dos bloques monofónicos, en un mismo entorno) y la versión realmente estereofónica, con una única alimentación para los dos amplificadores. Las dos primeras opciones son las mejores, ya que son las que facilitan una mejor diafonía (separación de canales).

En la figura 3a puede apreciarse el esquema de una alimentación monofónica, donde se utiliza un transformador de 225 VA. Esta potencia es suficiente para suministrar, de forma continua, la potencia eléctrica mencionada en las características generales, a una carga de 4.

La versión de una alimentación única para una aplicación estereofónica puede observarse en la figura 3b. En este caso, se necesita un transformador algo más potente, capaz de suministrar entre 6 y 10A. El alisamiento de la tensión pulsante resultante se consigue gracias a los cuatro condensadores de 10.000 μ F. Este tipo de condensadores deben ser de una tensión de servicio normalizada de 63 V. Las

dimensiones de los condensadores son bastante espectaculares.

En la figura 4 puede verse la serigrafía de la placa de circuito impreso.

Realización práctica

Tomando como referencia el diagrama de implantación de componentes de la figura 4, se puede comenzar a insertar las "piezas" de este montaje.

En la fotografía de la figura 6 puede observarse que la bobina L1 está compuesta por 3 devanados de hilo de cobre esmaltado de 1,5 mm de sección, para un diámetro de 12 mm. El primer devanado tiene 7 espiras, el segundo 6 y el tercero 5.

Como el indicador D7 debe colocarse en el frontal del amplificador, será muy práctico soldar, en su ubicación del circuito impreso, un par de espadines para facilitar las conexiones.

Algunas resistencias estándar y, desde luego las de 5 W, se montan verticalmente.

Las resistencias de emisor de los transistores de potencia deberían no ser componentes inductivos; pero ésto es muy difícil de encontrar para potencias tan elevadas, ya que este tipo de resistencias suelen ser bobinadas. Pero se ha encontrado una solución al tema de la inducción en las resistencias de alta potencia: la clave consiste en utilizar resistencias de tipo estándar, de 5 W, montadas en paralelo con un condensador de 100 nF. El condensador se montará en la parte inferior del circuito impreso, tal como puede verse en la figura 7.

Los transistores T9 y T10, así como los T4 y T8, deben montarse en pequeños disipadores, aislándolos eléctricamente.

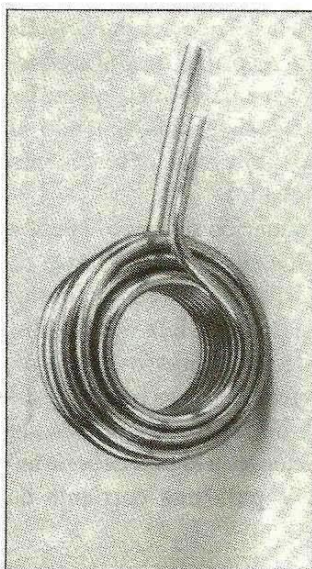


Figura 6. Fotografía de la bobina L1, compuesta por tres devanados superpuestos.

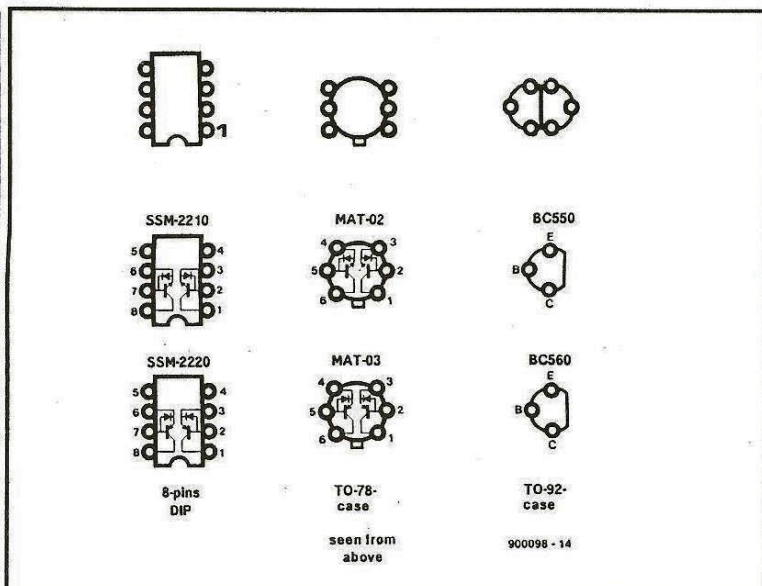


Figura 5. Aquí se representan los patillajes de los tres tipos de transistores correspondientes a las posiciones T1, T2, T5 y T6, así como su disposición para insertarlos en la placa de circuito impreso.

Los transistores T11 a T20 se pueden atornillar directamente al radiador. Obsérvese que el centro de los agujeros de inserción de las patillas de estos transistores, debe de estar exactamente a 18 mm del límite superior de la placa de circuito impreso. Hay que recordar que se deben instalar los aislantes correspondientes en los transistores T11 y T12 antes de atornillarlos al disipador.

La caja

Para aplicaciones estereofónicas, las más adecuadas son las cajas de tipo rack de 19", de doble altura. El disipador se instalará en la parte posterior de la caja. El panel frontal llevará el interruptor de encendido y el LED indicador, que puede alimentarse del positivo de la fuente a través de una resistencia de 5,6 k. En el mismo panel

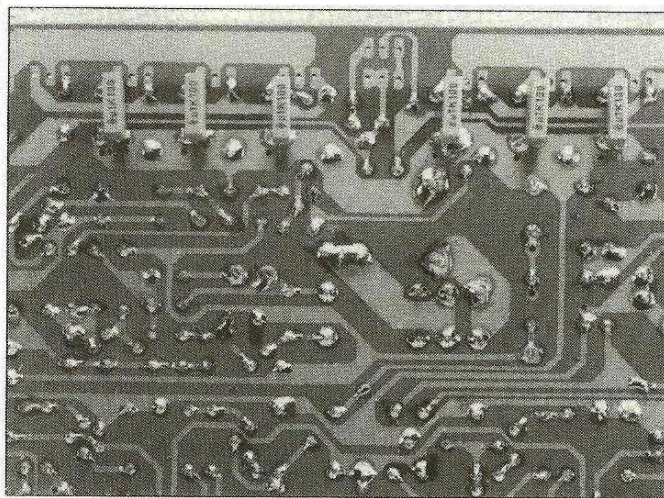


Figura 7. Disposición de los condensadores de 100 nF, en la parte inferior del circuito impreso (lado pistas). Estos condensadores son los que permiten evitar el efecto inductivo de las resistencias de alta potencia

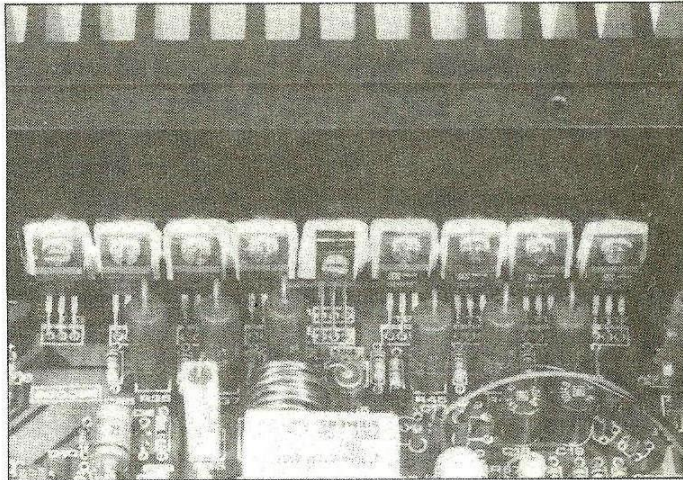


Figura 8. En esta fotografía se puede observar cómo se han curvado los terminales de las resistencias de potencia y del zener, para alejar los cuerpos de estos componentes de la superficie del circuito impreso. De esta forma, se evita que se queme la placa cuando los citados componentes se sobrecalientan.

frontal hay que instalar los dos LED indicadores de los circuitos de protección.

Habrá que practicar dos agujeros rectangulares en la parte trasera de la caja, para que puedan atornillarse los transistores al disipador de calor. Es recomendable hacer los agujeros lo suficiente-

mente grandes, como para que no exista peligro de contacto entre los transistores y el chasis de la caja.

Los circuitos de alimentación se sitúan en la parte delantera de la caja. Estos circuitos se conectan mediante uno de los polos del interruptor principal.

Los condensadores electrolíticos pueden ser montados en una placa del tipo "circuito de pruebas", en el centro de la caja.

En la fotografía de la figura 9 se puede observar el tipo de disposición de elementos aquí descrita.

Calibración y operación

En primer lugar, hay que desconectar las salidas de las alimentaciones del amplificador. Después se mide el potencial a través de los condensadores electrolíticos; éste debería de estar entre los ± 32 V y los ± 38 V. Si ésto es correcto, habrá que desenchufar las alimentaciones, y descargar los condensadores electrolíticos, a través de una resistencia de 1 k. Ahora se vuelven a conectar las alimentaciones a los amplificadores.

Ahora habrá que situar P1 en resistencia máxima y comprobarlo con un óhmetro. Si no se está totalmente seguro de que el montaje no tiene ningún error, se insertará de forma temporal, una resistencia de 15/5 W en serie con las líneas de alimentación; este procedimiento limitará la corriente a unos 2 A. Es preciso recordar que posteriormente hay que volver a quitar las citadas resistencias (cuando el equipo haya sido debidamente comprobado).

A continuación se conecta tensión y se mide el potencial a través de las resistencias de emisor de los transistores de salida. Si no se dispone de un voltímetro muy fiable, se mantendrán en su sitio las resistencias de 15, en las líneas de alimentación, con lo cual debería haber 2 V para una corriente de 100mA.

Para una mayor tranquilidad, se pueden chequear las tensiones en las bases de T9 y T10, que deben

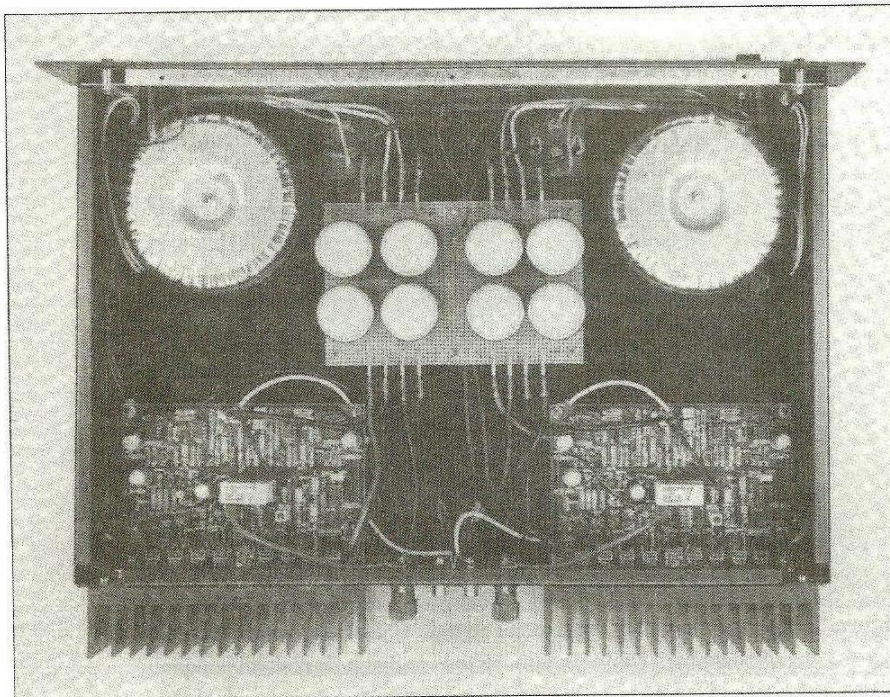


Figura 9. Fotografía de la disposición interna del amplificador estereofónico.

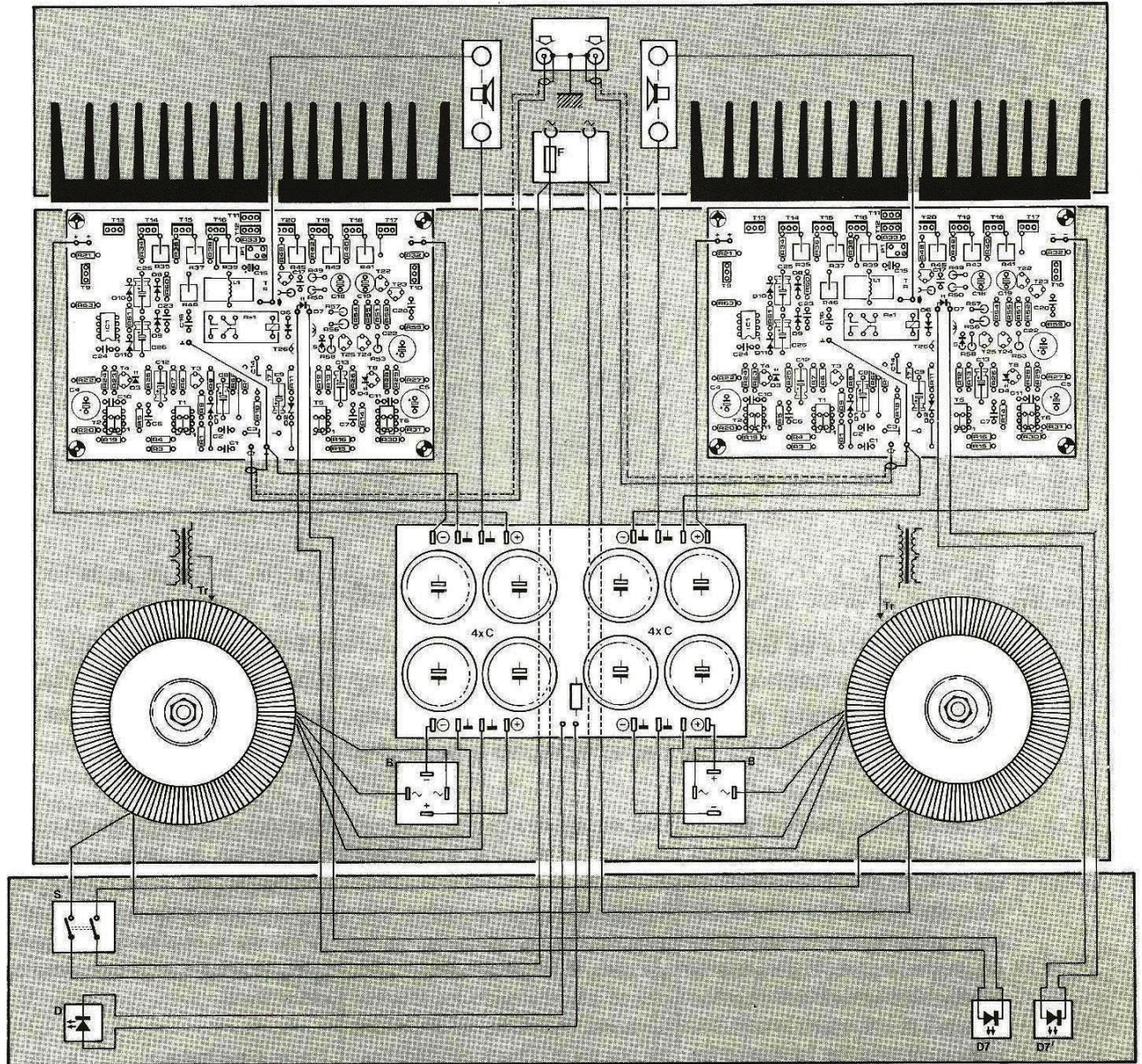
ser prácticamente idénticas, así como los potenciales en sus resistencias de emisores R21 y R32.

Además, la tensión continua en la salida de IC1 (pin 6) debe ser infe-

rior a 10 V; si no fuera así, se debe reducir el valor de R62 al siguiente valor inferior normalizado.

Este amplificador puede trabajar durante periodos prolongados de

tiempo con cargas de 8Ω a 64Ω ; pero es recomendable no hacerle funcionar más que unos pocos minutos con cargas de 2Ω .



900098-15

Figura 10. Diagrama de cableado interno del amplificador estéreo.