

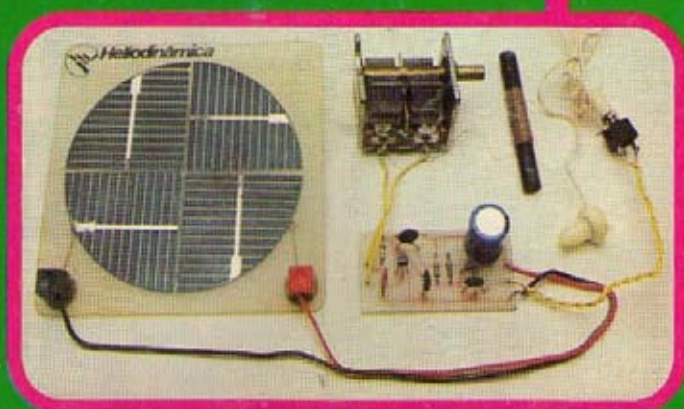
**SABER**

Nº 30 Año 3  
A 2100 1989



# ELECTRÓNICA

**CELULAS  
SOLARES**



**BOOSTER  
DE GRAVES**

**LABORATORIO DE  
CIRCUITOS IMPRESOS**

**CONTROL DE VELOCIDAD  
PARA MOTORES DE CC**

**MONTAJES  
RADIO  
SOLARES  
ORGANO/  
OSCILADOR  
SOLAR  
CARGADOR DE  
PILAS DE NiCad  
CONVERSOR PARA 3V  
2 FUENTES DE  
ALIMENTACION**

## BOOSTER DE GRAVES

*¿Cómo está la reproducción de graves en su equipo de sonido? ¿Está satisfecho con el nivel de graves pero le gustaría tener un refuerzo adicional de algunas decenas de watts en esta banda? ¿Los sonidos de los instrumentos graves le agradan, en especial los bajos, violoncelos, y percusión, pero su equipo de sonido no los reproduce adecuadamente? En este artículo le proponemos un Booster de graves, un amplificador con filtro activo que amplía solamente los sonidos de las frecuencias bajas y los manda a una caja y parlante especialmente dimensionados para este tipo de reproducción.*

Por Newton C. Braga

Los oyentes que gustan de los sonidos graves, como el bajo, el violoncello y parte de la percusión, acostumbran abrir totalmente el control de esta franja de sus equipos para tener una audición razonablemente buena.

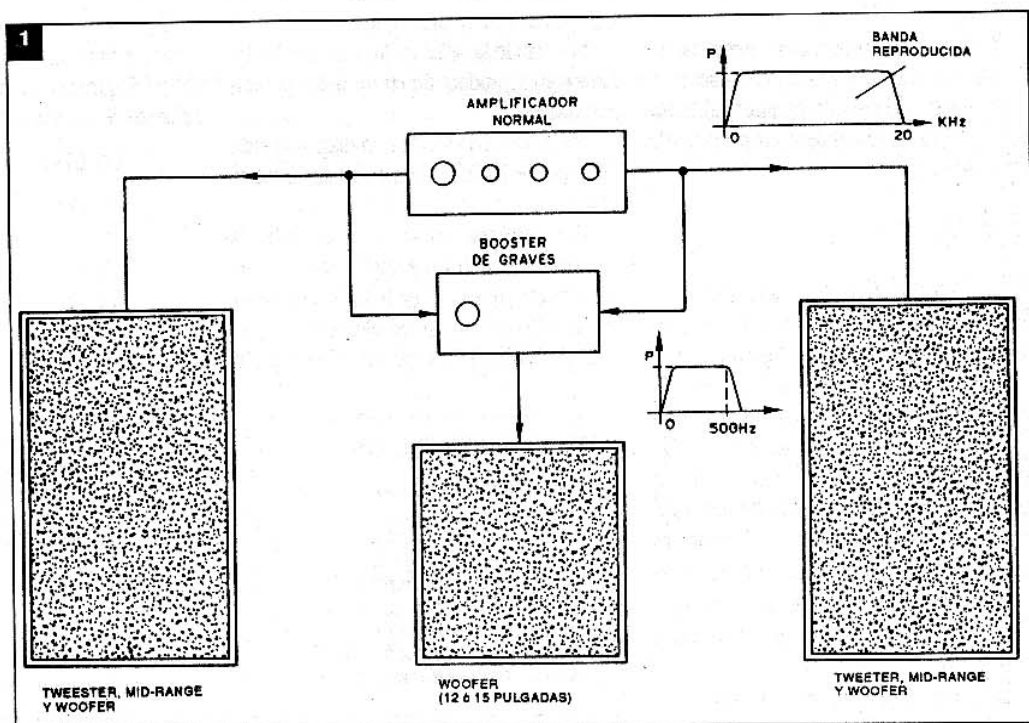
Sin embargo, este procedimiento tiene sus inconvenientes.

El primero se debe al hecho de que la abertura de los controles graves totalmente en los equipos comunes no lleva al refuerzo a una banda estrecha, sino a una banda más amplia que "enmascara" realmente los graves que se pretende oír con más intensidad.

El segundo se debe al hecho de que el equipo no dispone normalmente de una buena

parte de su potencia que se pueda "tirar" en esta banda, y así lograr un refuerzo de los graves. Recordamos que toda la potencia del equipo debe ser distribuida en la banda audible, o sea, en toda la gama de señales que se deben reproducir.

Para un refuerzo, como se debe, en la banda de los graves, la solución ideal es la que proponemos: utilizar un amplificador separado solamente para los graves de la banda deseada, de modo que toda su potencia pueda ser puesta a disposición solamente





te de esta banda, con un máximo de rendimiento en el refuerzo (figura 1).

Con un equipo practicamente independiente para el refuerzo de graves, el lector tiene la posibilidad de aumentar su equipo de sonido de diversas maneras:

a) El equipo reforzador de graves (Booster) puede instalarse entre las cajas del sistema normal, obteniéndose así un sistema trifónico selectivo de efecto muy agradable (para quien gusta de los graves).

b) Para los solistas de instrumentos graves, el sistema reforzador mandará a una caja separada el sonido de estos instrumentos, posibilitando así una mejor percepción de sus efectos. Esta posibilidad, en especial, es importante para los estudiantes de música.

c) Para los que gustan de muchos watts de sonido, este sistema significará realmente un aumento en la potencia total de audio, y esto en una banda en que su efecto es más perceptible. Recordamos que los bajos "fuertes" no impresionan solamente el sentido auditivo, ¡sino también el propio cuerpo, con esa "vibración" que sentimos hasta en el estómago!

El sistema que proponemos tiene las características que detallamos en el cuadro.

El análisis del circuito permitirá al lector evaluar mejor lo que puede proporcionarle este sistema.

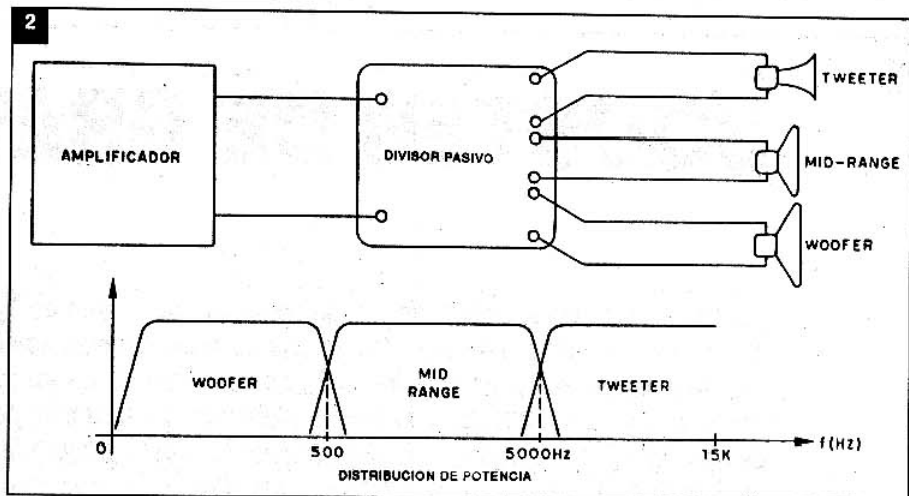
**Como funciona**

Los sistemas convencionales de reproducción sonora usan divisores de frecuencias pasivos, como sugiere la figura 2.

La proporción en que estos filtros actúan en el sistema es fija, de modo que refuerzos o atenuaciones de cualquier banda sólo pueden hacerse de una manera limitada a través de ecualizadores o controles de tono.

Mientras tanto, como el amplificador es único para todas las bandas, no podemos al mismo tiempo obtener el refuerzo de todas, o bien el refuerzo de una de ellas, sobre cierto límite.

La idea propuesta en este proyecto es la



separación de las señales que corresponden solamente a los graves, antes del amplificador (como en la primera opción) y su ampliación por un segundo circuito de potencia para ser enviada a un sistema reproductor solamente de graves.

Este segundo amplificador sólo amplificará graves y podrá disponer de toda su potencia para esta banda.

La señal para este amplificador podrá ser tomada de la propia salida de las cajas, donde su intensidad, ya es bastante elevada, o de la salida de grabación, ya que podemos contar con un preamplificador.

Mezclando la señal de los dos canales tenemos su reproducción en un único parlante pesado.

En la figura 3 tenemos un diagrama simplificado de las etapas que forman nuestro Booster.

Comenzamos por la etapa de entrada que consiste en un preamplificador de dos transistores, que permite trabajar con señales de pequeña intensidad. Se usan transistores BC548 y BC558 con una alimentación

de 15V. Esta etapa amplía señales de todas las frecuencias que están disponibles en su amplificador (salida de parlantes o grabación)

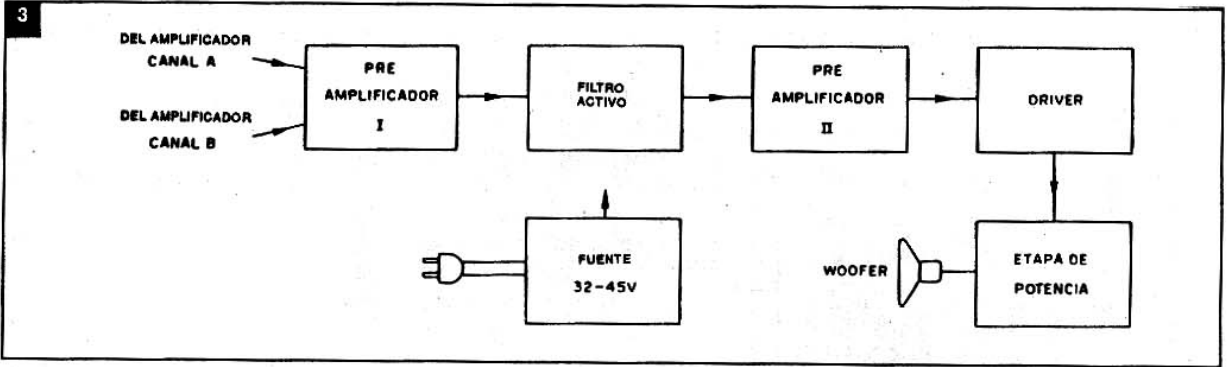
La señal de esta etapa es aplicada al filtro activo que tiene la configuración mostrada en la figura 4 y que puede ser considerado el "corazón del proyecto".

Este filtro es del tipo "pasa bajos" o sea, deja pasar solamente señales de bajas frecuencias cuyo límite de valor está dado por los resistores R4 y R5 y por los capacitores C6 y C7.

Fijando en 22k los resistores usados, podemos establecer una tabla de valores para C6 y C7 que nos da diversas frecuencias de refuerzo de acuerdo a la tabla:

C6, C7	Frecuencia (Hz)
150 nF	100 Hz
100nF	150 Hz
82 nF	200 Hz
56 nF	290 Hz
39 nF	400 Hz
27 nF	600 Hz

Potencia de salida de graves .....	Circuito A - 20W (1HF)
	Circuito B - 35W (1HF)
Parlante de graves usado .....	WN12A Novik - 12 pulgadas
	( ó equivalente)
	ó WN15X Novik - 15 pulgadas
	( ó equivalente)
Frecuencia posibles de refuerzo .....	100 a 500 Hz
Refuerzo del filtro activo .....	6dB
Tensiones de alimentación .....	32 a 45V
Corriente máxima de la fuente .....	500 a 800 mA
Sensibilidad de entrada (pot. máx. 100 Hz) .....	0,5V



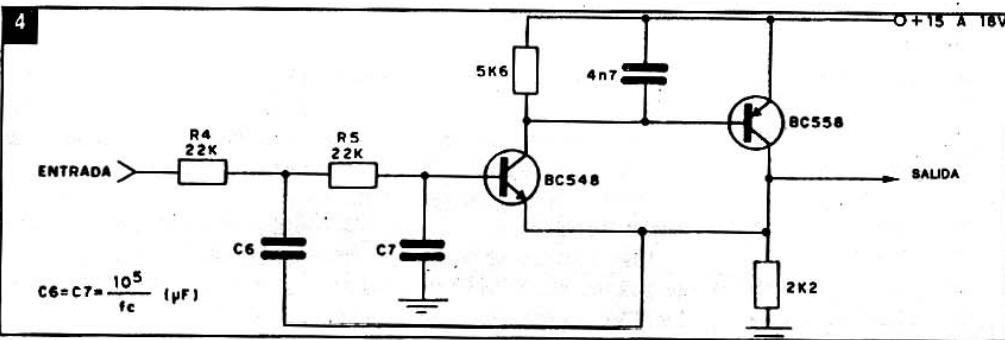
Observación: valores aproximados en función de la tolerancia de los componentes comerciales.

La señal obtenida en esta etapa, que ya contiene solamente la banda de frecuencia correspondiente a los graves, es llevada al

amplificador de potencia.

La atenuación de frecuencias más altas que los límites establecidos por los componentes se realiza a razón de 6dB por octava, lo que significa una eliminación casi total de los medios y agudos.

El amplificador de potencia tiene dos transistores en la preamplificación, siendo uno (Q5) de bajo nivel de ruido y elevada ganancia. El otro es de mediana potencia para tensión elevada, ya que la alimentación entre 32 y 45V aparece casi totalmente en este elemento.

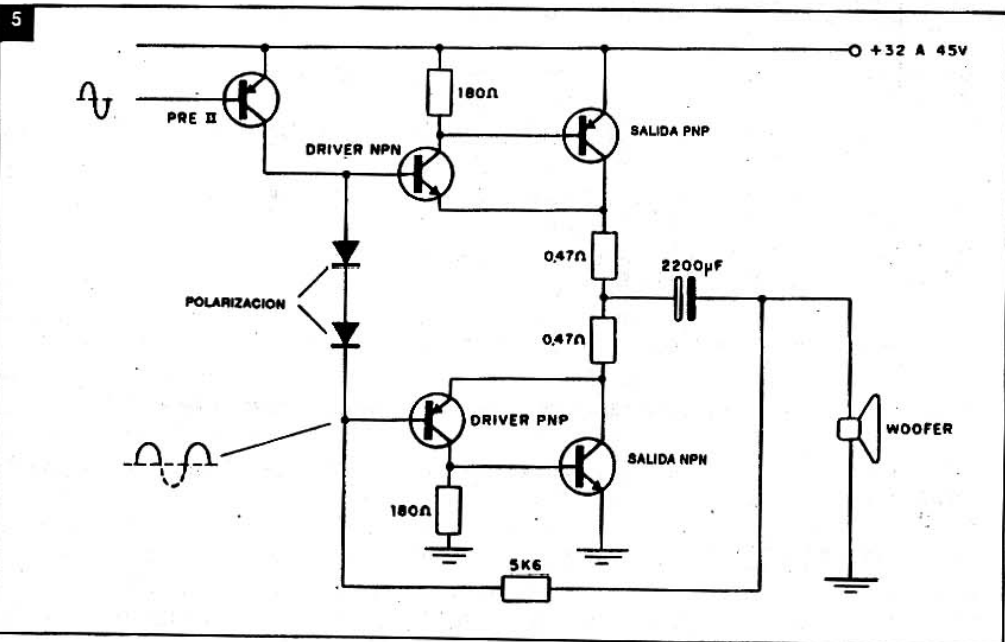


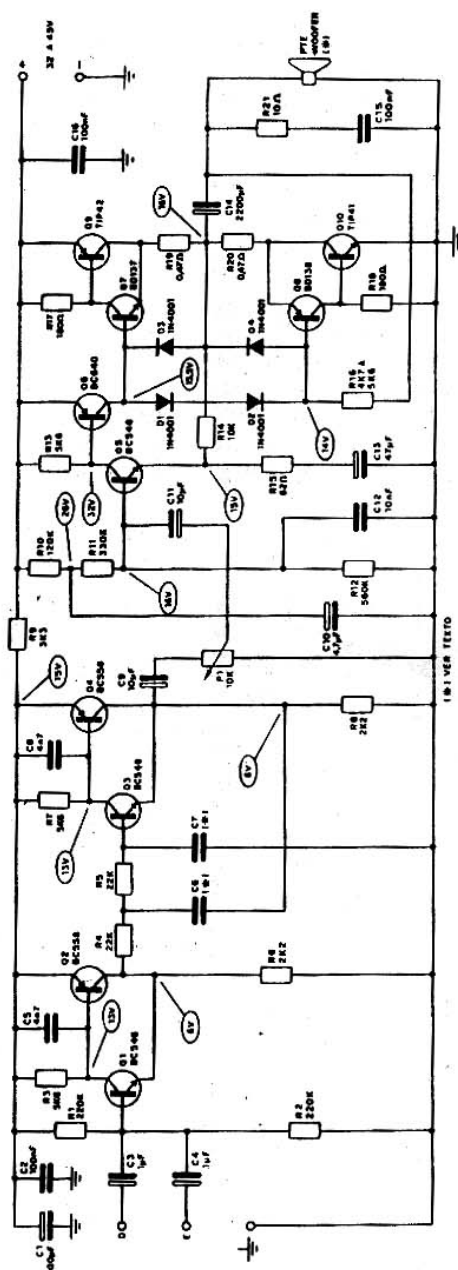
La salida en simetría complementaria lleva transistores de alta potencia en la configuración mostrada en la figura 5.

La excitación del PNP es realizada por un NPN de menor potencia y viceversa.

Transistores BD137 y BD138 excitan los TIP41 y TIP42, complementarios de alta potencia que deben ser mostrados en buenos disipadores de calor.

Observamos la necesidad de usar un electrolítico, en la salida de gran valor, ya que las señales que deben pasar por él son de bajas frecuencias. Los valores ideales que se deben usar son de 2.200  $\mu F$  o incluso 3.300  $\mu F$





**OBS:** Los valores marcados en círculos en la figura, se refieren a las tensiones medidas en el prototipo en la versión de 32V., con multímetro común. En las versiones de mayores tensiones, los valores encontrados serán proporcionalmente mayores.

para mayor rendimiento.

Terminamos con la fuente de alimentación que debe tener capacidad para proporcionar la corriente y la tensión exigida por la etapa de potencia.

La versión de menor potencia precisa de 32V, usándose un transformador de 22,5 a 25V con corriente de 500 mA, mientras que la de mayor potencia hace uso de un transformador de 28 a 30V con 1A de corriente.

Rectificación y filtrado complementan la fuente, observándose que el capacitor debe tener por lo menos 2.200  $\mu$ F para evitar la aparición de ronquidos.

**Componentes**

Todos los componentes usados en el montaje son comunes en nuestro mercado, y también de bajo costo.

Los transistores de pequeña potencia son BC548 para los NPN ó sus equivalentes los BC547, BC237 y BC238. El transistor BC558, para los PNP, tiene por equivalentes los BC557, BC307, entre otros.

El transistor Q6 debe ser el BC640 o cualquier otro que tenga una tensión colector-emisor de por lo menos 40V.

Q7 puede ser el BD137 ó BD139, mientras que Q8 puede ser el BD138 ó el BD140.

Para los transistores de potencia usamos el TIP41 y TIP42B ó C, que soportan tensiones mayores. Estos deben ser montados en disipadores de calor apropiados con aisladores de plástico.

Los diodos son todos del tipo 1N4001, 1N4002 ó 1N4004, mientras que los resistores en su mayoría son de

1/4W. En la etapa de salida encontramos dos resistores de 1/2W (R17 y R18) y dos de alambre de por lo menos 1W que son R19 y R20.

Los electrolíticos de la parte preamplificadora y de filtro (hasta C9) deben tener tensiones de trabajo mínimas de 16V, mientras que los demás deben tener tensiones de por lo menos 45V. Los demás capacitores pueden ser cerámicos o de poliéster metalizado.

El potenciómetro (único) es de 10k, pudiendo o no incorporar el interruptor general.

Para la fuente los componentes son:

Versión de menor potencia (20W) - transformador de 22,5 ó 25V x 500 mA.

Versión de mayor potencia (35W) - transformador de 28 a 30V x 1A.

Capacitor de filtro para las dos versiones: 2200 $\mu$ F ó 3300 $\mu$ F x 50V ó más.

Diodos para las dos versiones: 1N4004, 1N4007 ó BY127.

El montaje será hecho en placa, que debe seguir al máximo la disposición dada en el artículo para evitar realimentaciones y zumbidos.

La conexión al aparato de sonido debe hacerse por cable blindado, si se toma la señal de la salida de grabación. Por cable común, si se toma de las cajas.

Se deberán hacer experimentos para obtener el punto ideal de conexión.

**Montaje**

Es importante para garantizar el buen funcionamiento del Booster hacer conexiones cortas en las entradas y salidas, y conexiones gruesas en los circuitos de alta corriente.

En la figura 6 tenemos el circuito completo del Booster, con todas sus etapas, excepto la fuente de alimentación.

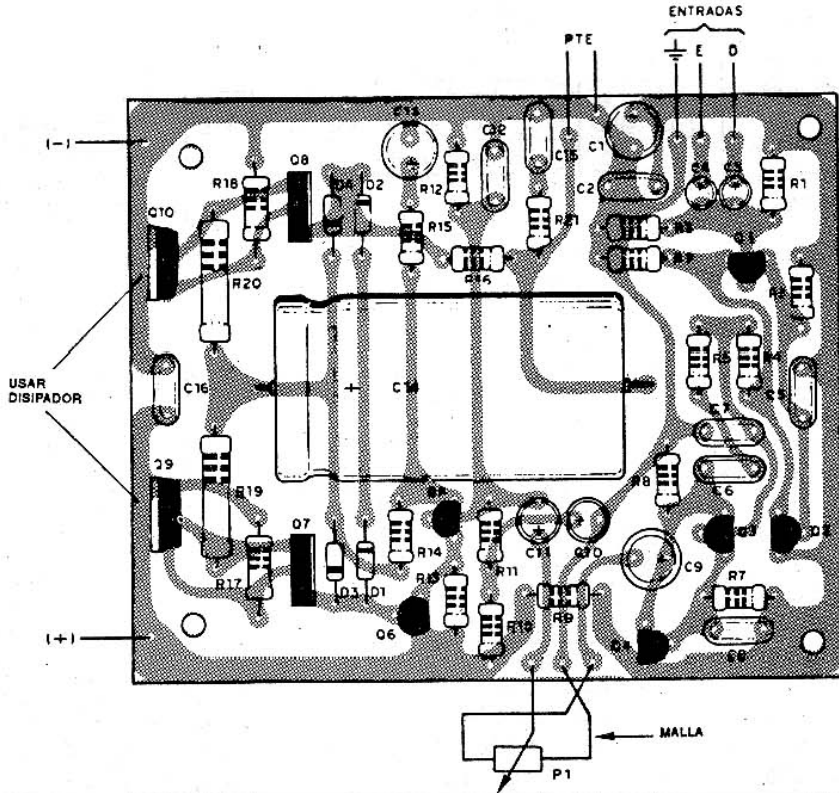
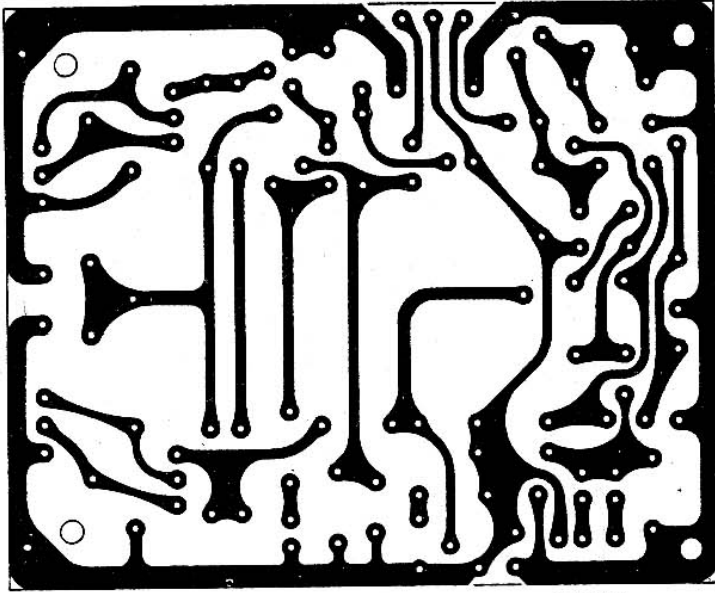
La placa del circuito impreso a escala natural aparece en la figura 7.

Las principales recomendaciones que hacemos para obtener un montaje perfecto son las siguientes:

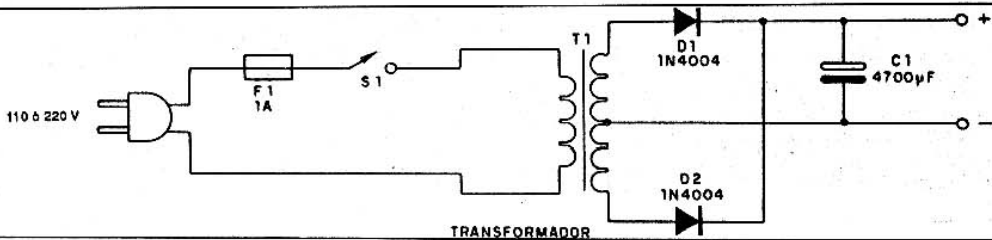
a) Observe bien las posiciones de todos los transistores y tenga mucho cuidado de no cambiar los NPN por los PNP.

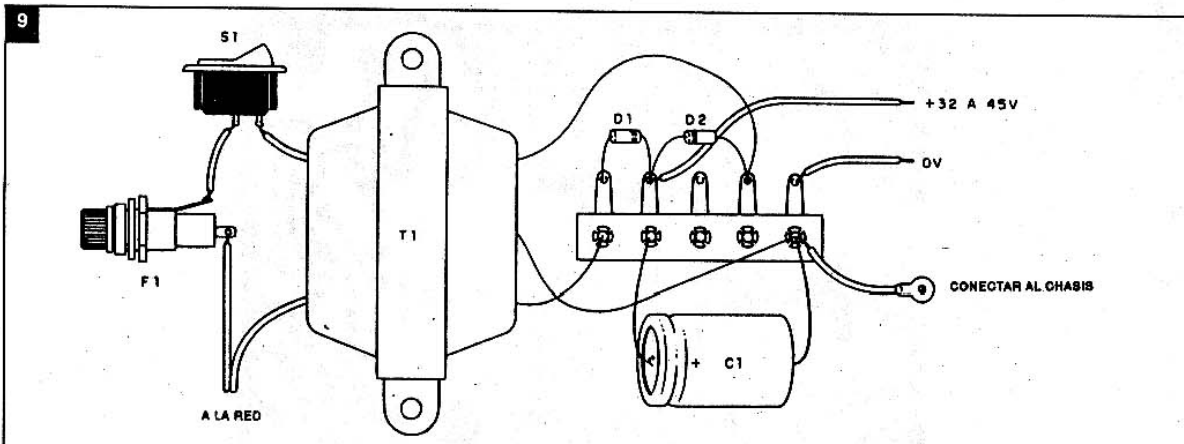
b) La polaridad de todos los diodos debe

7



8





ser observada rigurosamente, pues una inversión de uno de ellos puede ocasionar la quema de transistores de la etapa de salida.

c) Los resistores tienen los valores que indican sus franjas de colores. En caso de dudas consulte la lista de materiales.

d) Los valores de los capacitores cerámicos o de políéster deben ser comparados con la relación de materiales.

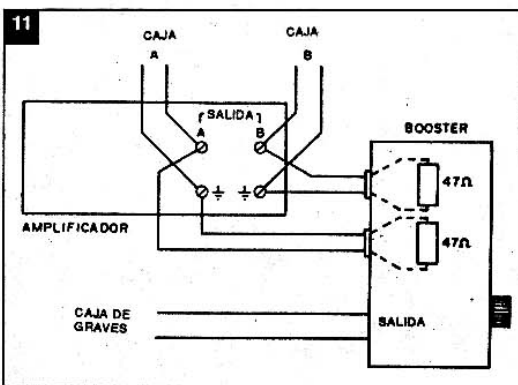
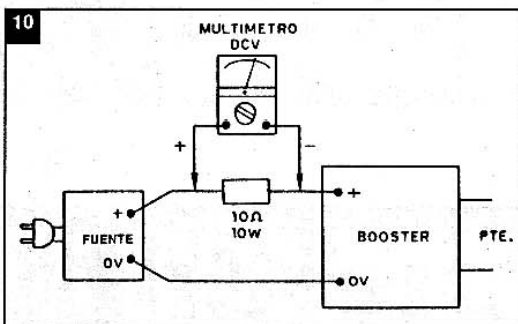
e) La colocación de los disipadores de calor en los transistores de salida (Q9 y Q10) debe hacerse con cuidado. No olvide los aisladores y use pasta térmica (grasa siliconada) si puede.

f) La conexión del potenciómetro debe hacerse con alambre blindado y las mallas puestas a tierra en la misma placa. Vea que la misma carcasa del potenciómetro también podrá ser puesta a tierra a través de la malla para evitar la captación de zumbidos en vista de la sensibilidad de entrada del amplificador.

Además del montaje de los componentes de la placa tenemos también los conectores de salida y entrada y la fuente de alimentación.

En la figura 8 tenemos el circuito de la fuente, con el transformador que admite dos tensiones de acuerdo a la potencia deseada.

El transformador podrá ser fijado en la propia caja que sirve para el montaje y los diodos, así como el electrolítico, serán sol-



dados en un puente de terminales (figura 9).

El polo negativo de la alimentación también tendrá conexión con la caja que, siendo metálica, servirá de blindaje.

Los conectores de entrada deben estar de acuerdo con el cable disponible y para la salida, terminales comunes de parlantes, como los usados en los amplificadores.

Las pruebas iniciales de funcionamiento, aún sin fuente de señal, permiten verificar si el montaje está perfecto.

**Pruebas iniciales**

Problemas de conexión, principalmente en las etapas de salida, pueden producir la quema de los transistores, por eso, debe hacerse una prueba cuidadosa antes de la conexión definitiva.

Un multímetro común, en la escala de tensiones continuas DCV (0-5 ó 0-15V) sirve, juntamente con un resistor de 10 x 10 Watt.

La conexión de este instrumento se hace como muestra la figura 10.

Hecha esta conexión provisoria, conecte momentaneamente su aparato y verifique que ocurre con la aguja del multímetro (use un resistor de 10 ohm x 10 Watt como la carga de salida, sin no tuviera todavía el parlante).

Si la aguja indica una tensión menor que 1V, entonces su montaje está, en principio, correcto y todo debe andar bien. Desconecte el resistor y el instrumento y haga la conexión directa.

Si la aguja indica tensión superior a 2V, entonces algo anda mal.

Desconecte el aparato y revise el montaje, principalmente observando el estado de Q5, la conexión de los diodos, el estado de Q6 y los transistores de salida. Pruébelos si puede.

Con el consumo normal (inferior a 50mA en reposo), conecte la caja acústica en la sa-



lida y aplique la señal en la entrada. Debe producirse la reproducción, pero solamente para los graves.

Si hubiera oscilaciones, vea los blindajes de los cables. Si hay ronquidos, vea el filtrado y el blindaje de los cables.

La conexión en la salida de grabación es directa, pero si usa una radio de FN pequeña, o bien la salida de las cajas, como muestra la figura 11, puede ser necesario conectar un resistor de 47 ohm x 1W como se indica.

La caja acústica y el parlante usados son muy importantes para obtener los resultados deseados.

**La caja de graves**

No precisamos decir que los parlantes de graves, o woofers, son parlantes de grandes dimensiones, pesados, que exigen cajas voluminosas.

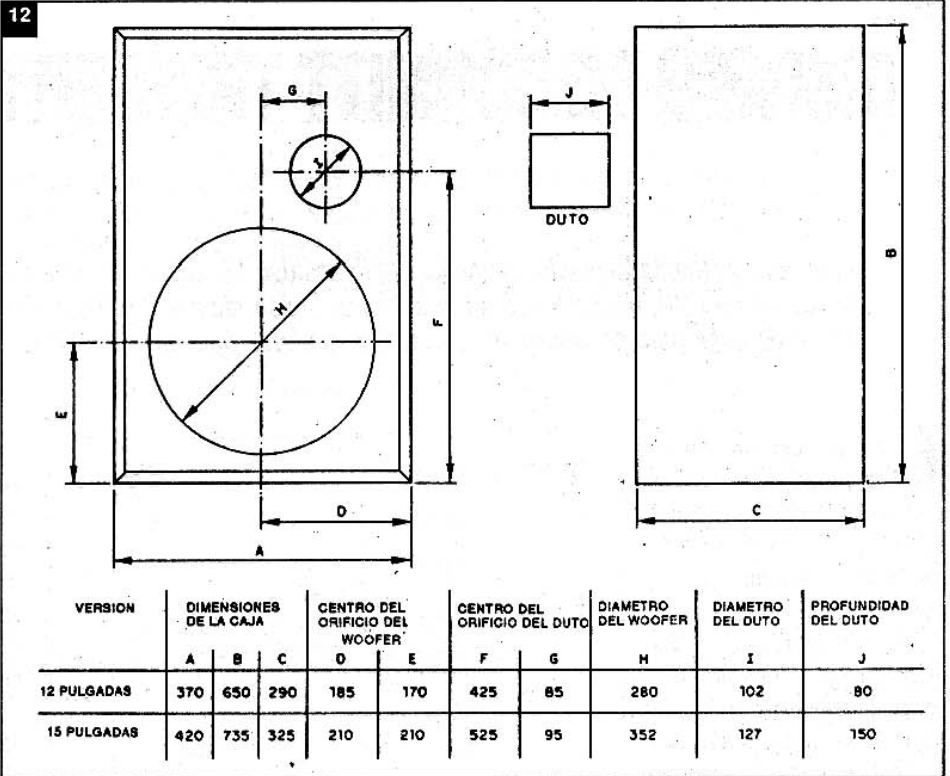
Si vamos a tener un refuerzo en esta banda de sonidos, con toda la potencia de amplificador aplicada sólo en las frecuencias que reproduce un parlante, es muy im-

portante que su caja esté bien dimensionada y que la misma soporte toda esta potencia.

Recordamos que los graves, en alta potencia, pueden fácilmente dislocar una caja acústica que no sea suficiente pesada, de ahí los cuidados especiales que son

necesarios en su construcción.

Para los que quieran hacer sus propios proyectos, les recordamos que para los parlantes indicados, los volúmenes de las cajas deben mantenerse, así como las dimensiones de los agujeros.



**LISTA DE MATERIALES**

- Q1, Q3, Q5 - BC548 o equivalente - transistores NPN
- Q2, Q4 - BC558 o equivalente - transistores PNP
- Q6 - BC640 - transistor PNP de mediana potencia
- Q8 - BD138 ó BD140 - transistor PNP de mediana potencia
- Q9 - TIP42B ó TIP42C - transistor PNP de potencia
- Q10 - TIP41B ó TIP41C - transistor NPN de potencia
- D1, D2, D3, D4 - 1N4001, 1N4002 ó 1N4004 - diodos de silicio de uso general.
- P1 - 10k - potenciómetro común lin o log
- R1, R2 - 220k x 1/4W - resistores (rojo, rojo, amarillo)
- R3, R7, R13, R16 - 5k6 x 1/4W - resistores (verde, azul, rojo)
- R4, R5 - 22k x 1/4W - resistores (rojo, rojo, naranja)
- R6, R8 - 2k2 x 1/4W - resistores (rojo, rojo, rojo)
- R9 - 3k3 x 1/4W - resistor (naranja, naranja, rojo)
- R10 - 120k x 1/4W - resistor (marrón, rojo, amarillo)
- R11 - 330k x 1/4W - resistor (naranja, naranja, amarillo)
- R12 - 560k x 1/4W - resistor (verde, azul, amarillo)
- R14 - 10k x 1/4W - resistor (marrón, negro, naranja)
- R15 - 82R x 1/4W - resistor (gris, rojo, negro)
- R17, R18 - 180R x 1/2W - resistores (marrón, gris, marrón)

- R19, R20 - 0,47R x 2W - resistores de alambre
  - R21 - 10R x 1/4W - resistor (marrón, negro, negro)
  - C1 - 100µF x 16V - capacitor electrolítico
  - C2, C15, C16 - 100nF - capacitores cerámicos
  - C3, C4 - 1µF x 16V - capacitores electrolíticos
  - C5, C8 - 4n7 (472) - capacitores cerámicos
  - C6, C7 - 82nF ó 100nF (ver texto) - capacitores cerámicos
  - C9, C11 - 10µF x 45V - capacitores electrolíticos
  - C10 - 4,7 µF x 45V - capacitor electrolítico
  - C12 - 10 nF - capacitor cerámico
  - C13 - 47µF x 45V - capacitor electrolítico
  - C14 - 2200µF ó 3300 µF x 63V - capacitor electrolítico
- VARIOS: placa de circuito impreso, componentes para la fuente de alimentación, parlante de graves (ver texto) para hacer el ajuste, caja para el parlante de graves para hacer el ajuste (ver texto), cables, soldadura, cable blindado, cable de alimentación, conectores de entrada, terminal de salida para parlante, disipadores de calor para los transistores de salida (Q9, Q10), tornillos de fijación, tuercas, separadores, botón para el potenciómetro, etc.