



AMPLIFICADOR Hi-Fi 10

Después de la publicación en la revista N.242 de 10 sencillos Preamplificadores BF que utilizan tan solo 2 transistores (o FET), varios lectores nos han preguntado si podemos publicar un amplificador de potencia media Hi-Fi que siga la misma línea de sencillez de diseño utilizando únicamente transistores. Aquí respondemos a esta demanda.

La solicitud realizada por varios lectores y por algunos profesores de Institutos Técnicos Profesionales de una etapa final de potencia compuesta **únicamente** por **transistores** está perfectamente en sintonía con nuestra línea editorial, que tiene como premisa fundamental explicar en profundidad y pormenorizadamente los esquemas que publicamos.

Hoy en día este tipo de amplificadores se realizan con **circuitos integrados** que desarrollan múltiples funciones, pero que dada su complejidad interna y su conectividad directa ofrecen **pocas** posibilidades de diseño. Debido a estas

razones los profesores encuentran grandes dificultades en hacer **entender** a los estudiantes lo que hay dentro de estos integrados que se representan con un sencillo símbolo gráfico y que funcionan como un amplificador.

Por este motivo hemos acogido con entusiasmo esta propuesta y hemos realizado la **etapa final** de **potencia** que aquí presentamos, compuesta por **5 transistores**, algunas **resistencias** de polarización y **condensadores** de acoplamiento. El amplificador es capaz de proporcionar una potencia máxima de **10 vatios RMS (20 vatios musicales)**.

ESQUEMA ELÉCTRICO

En la Fig.2 se reproduce el esquema eléctrico completo de esta **etapa final**, excluida la etapa de **alimentación**, que se puede ver en la Fig.3.

El esquema reproduce un **final mono**, por lo tanto quien desee realizar un **final estéreo** tiene que montar **dos circuitos**. En el terminal de **entrada** mostrado en el lado izquierdo del esquema eléctrico se aplica, a través de un cable apantallado, la señal **BF** obtenida de la toma **salida** de un preamplificador o de un **lector CD**.

A través del condensador electrolítico **C1** la señal alcanza la **Base** del primer transistor preamplificador, un **NPN** referenciado como **TR1**.

La señal preamplificada, obtenida del **Colector** de **TR1**, se aplica directamente a la **Base** del transistor **PNP TR3** que se ocupa de amplificar únicamente las **semiondas positivas**. Las **semiondas negativas**, pasando a través de los diodos de silicio **DS1-DS2**, alcanzan la **Base** del

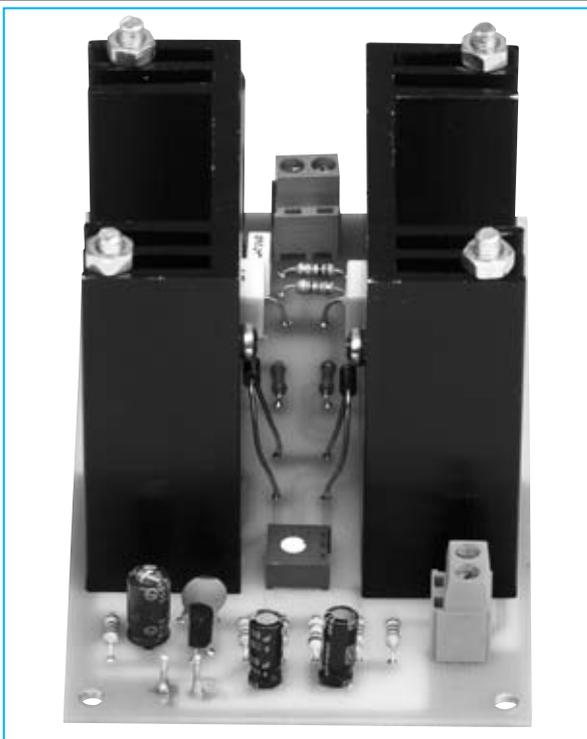
transistor **NPN TR2**. Estos dos transistores se conectan directamente a los dos transistores **NPN finales** de **potencia** tipo **BD.241**.

La pareja de transistores **TR3-TR5** amplifica las **semiondas positivas** mientras que la pareja formada por los transistores **TR2-TR4** amplifica las **semiondas negativas**.

La señal amplificada se obtiene en el punto de conexión del condensador electrolítico **C8 (2.200 microFaradios)** y las resistencias **R11-R12 (0,47 ohmios 5 vatios)**, una conectada al **Emisor** de **TR4** y otra conectada al **Colector** de **TR5**.

Del condensador electrolítico **C8** la señal **BF** se lleva a un **Altavoz** o a una **Caja Acústica** con una impedancia de **8 ohmios**. La resistencia **R8 (47.000 ohmios)** y el condensador **C7** se conectan a la **Base** del transistor **TR1** para formar una red de realimentación que controla la **ganancia**. Los diodos de silicio **DS1-DS2**, conectados a las **Bases** de los transistores **TR2-TR3**, desarrollan adicionalmente una función de

Vatios RMS sobre 8 ohmios



protección térmica. En efecto, los cuerpos de estos diodos están muy próximos a las dos aletas de refrigeración (ver Fig.1) para que al **aumentar** la **temperatura** de las aletas se **reduzca** automáticamente la corriente de trabajo, evitando así que suba bruscamente la corriente de reposo de los dos finales **TR4-TR5**.

TABLA N.1 Características Técnicas

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Alimentación | 30-33 voltios |
| Corriente en reposo | 70 mA |
| Corriente a máx. potencia | 450 mA |
| Máx. potencia (8 ohmios) | 12 Vatios RMS |
| Banda pasante a -3dB | 10-40.000 Hz |
| Máx. señal entrada | 1,6 voltios p/p |
| Distorsión armónica | 0,4% |

Fotografía del amplificador Hi-Fi visto frontalmente. Para fijar al circuito impreso las dos aletas de refrigeración hay que utilizar los cuatro tornillos de hierro de gran longitud incluidos en el kit.

Los condensadores de **100 pF**, conectados entre el **Colector** y la **Base** de los transistores **TR1-TR2-TR3** (ver **C3-C4-C6**), sirven para evitar que estos transistores puedan **auto-oscilar** en frecuencias ultrasónicas.

ETAPA de ALIMENTACIÓN

Para alimentar este amplificador es necesario utilizar un transformador con una potencia de unos **20 Vatios** con un secundario que sea capaz de proporcionar una tensión de al menos **24 voltios** con una corriente de **0,9 amperios**. De esta forma se tiene una potencia suficiente para alimentar los **dos finales** necesarios para realizar un amplificador **estéreo**. En nuestro caso hemos utilizado el transformador de **24 voltios** con **toma central T020.06**.

Al rectificar la tensión alterna de **24 voltios** obtenemos una **tensión continua** de unos:

$$(24 \times 1,41) - 1,4 = 32,4 \text{ voltios}$$

NOTA: El valor **1,4** corresponde a la caída de tensión de los **diodos rectificadores** presentes en el puente **RS1**.

No es necesario que esta tensión sea estabilizada, por lo tanto si se alcanza un valor de **33-35 voltios** en la salida se obtendría una potencia ligeramente superior a la correspondiente a **32 voltios**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA del AMPLIFICADOR

Para realizar un final **mono** hay que montar un **único** circuito (ver Fig.4) mientras que para realizar un final **estéreo** hay que montar **dos** circuitos. Una vez en posesión de los circuitos impresos **LX.1616** se puede comenzar el montaje con la instalación de las **resistencias**, controlando el valor óhmico a través de las **franjas de color** serigrafiadas en sus cuerpos.

Una vez realizada esta operación se puede soldar el **trimmer R6 (500 ohmios)** y los dos **diodos** de silicio **DS1-DS2**, orientando la **franja blanca** del diodo **DS1** hacia la **derecha** y la **franja blanca** del diodo **DS2** hacia la **izquierda** (ver Fig.4).

El **cuerpo** de los diodos debe permanecer separado del circuito impreso entre **1 y 2 cm** para apoyarse sobre la **aleta de refrigeración** donde se fijarán los dos transistores finales **TR4-TR5**. Si, por error, se **invierte** la **polaridad** de los diodos **DS1-DS2** el amplificador **no funcionará**.

El montaje puede continuar con la instalación de un **trozo** de **cable** de cobre desnudo en los agujeros marcados con la inscripción "**puentecillo**". Después de realizar esta operación hay que montar los pequeños **condensadores cerámicos C3-C4-C6**, el **condensador de poliéster C7**, y los **condensadores electrolíticos**, respetando en este caso la **polaridad +/-** de sus terminales (el terminal positivo, más largo que el negativo, debe insertarse en el agujero del circuito impreso marcado con un signo **+**).

Es el momento de proceder al montaje de los **transistores**.

El transistor **NPN BC.547** debe montarse en la posición reservada para **TR1**, orientando hacia **arriba** la **parte plana** de su cuerpo.

El transistor **NPN BD.139** debe montarse en la posición reservada para **TR2**, orientando hacia la **derecha (C4)** la **parte metálica** de su cuerpo.

El transistor **PNP BD.140** debe montarse en la posición reservada para **TR3**, orientando hacia la **izquierda (TR1)** la **parte metálica** de su cuerpo.

Al realizar el montaje de estos transistores hay que tener en cuenta que sus cuerpos deben estar **separados** unos **4-5 mm** de la superficie del circuito impreso.

Llegado este punto hay que montar los dos transistores finales **BD.241 (TR4-TR5)**, fijando su **lado metálico** a las **aletas de refrigeración** a través de un tornillo con su correspondiente tuerca. A continuación hay que soldar sus **3** terminales en los agujeros presentes en el circuito impreso.

La fijación de las aletas de refrigeración al circuito impreso se realiza mediante **dos tornillos largos** por cada aleta, con sus correspondientes tuercas y arandelas.

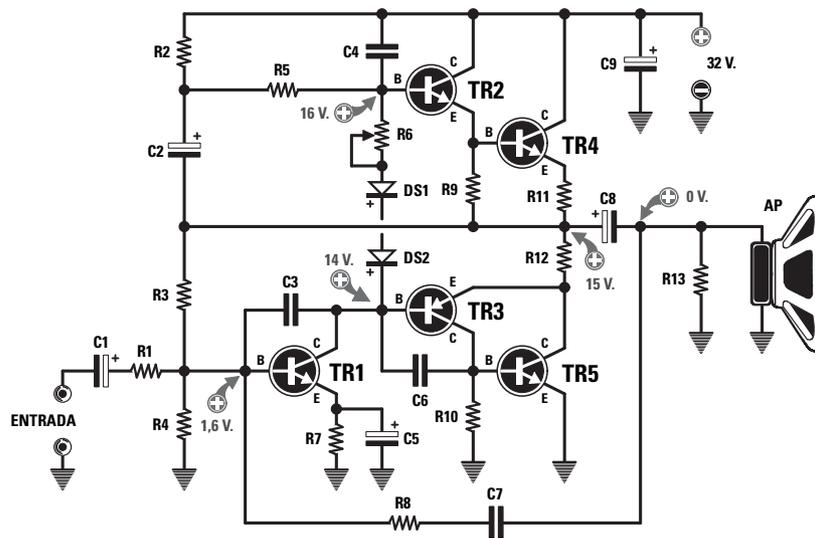
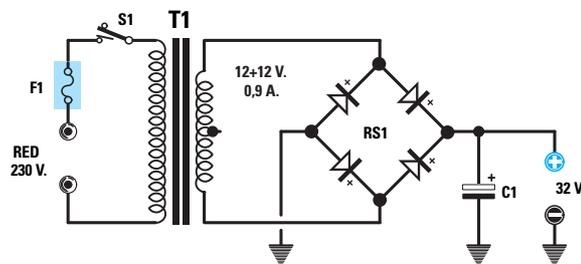


Fig.2 Esquema eléctrico del amplificador Hi-Fi a transistores capaz de proporcionar una potencia de 10-12 Vatios sobre una carga de 8 ohmios. El trimmer R6 debe ajustarse para que el amplificador absorba una corriente en reposo de unos 70 mA. En la Fig.4 se muestra el esquema práctico de montaje.

LISTA DE COMPONENTES LX.1616

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| R1 = 2.200 ohmios | R12 = 0,47 ohmios 5 vatios | electrolítico |
| R2 = 1.200 ohmios | R13 = 10.000 ohmios | C9 = 2.200 microF. |
| R3 = 180.000 ohmios | C1 = 10 microF. electrolítico | electrolítico |
| R4 = 22.000 ohmios | C2 = 47 microF. electrolítico | DS1 = Diodo 1N.4007 |
| R5 = 4.700 ohmios | C3 = 100 pF cerámico | DS2 = Diodo 1N.4007 |
| R6 = Trimmer 500 ohmios | C4 = 100 pF cerámico | TR1 = Transistor NPN BC.547 |
| R7 = 220 ohmios | C5 = 100 microF. | TR2 = Transistor NPN BD.139 |
| R8 = 47.000 ohmios | electrolítico | TR3 = Transistor PNP BD.140 |
| R9 = 820 ohmios | C6 = 100 pF cerámico | TR4 = Transistor NPN BD.241 |
| R10 = 820 ohmios | C7 = 470.000 pF poliéster | TR5 = Transistor NPN BD.241 |
| R11 = 0,47 ohmios 5 vatios | C8 = 2.200 microF. | AP = Altavoz |



LISTA DE COMPONENTES LX.1617

| |
|--|
| C1 = 3.300 microF. electrolítico |
| RS1 = Puente rectificador 80V 2A |
| F1 = Fusible 1 A |
| T1 = Transformador 20 vatios (T020.06) |
| sec. 12+12V 0,9A |
| S1 = Interruptor |

Fig.3 Esquema eléctrico del alimentador LX.1617 necesario para alimentar el amplificador LX.1616. El secundario del transformador T1 proporciona una tensión de 12+12 voltios, en total proporciona los 24 voltios requeridos.

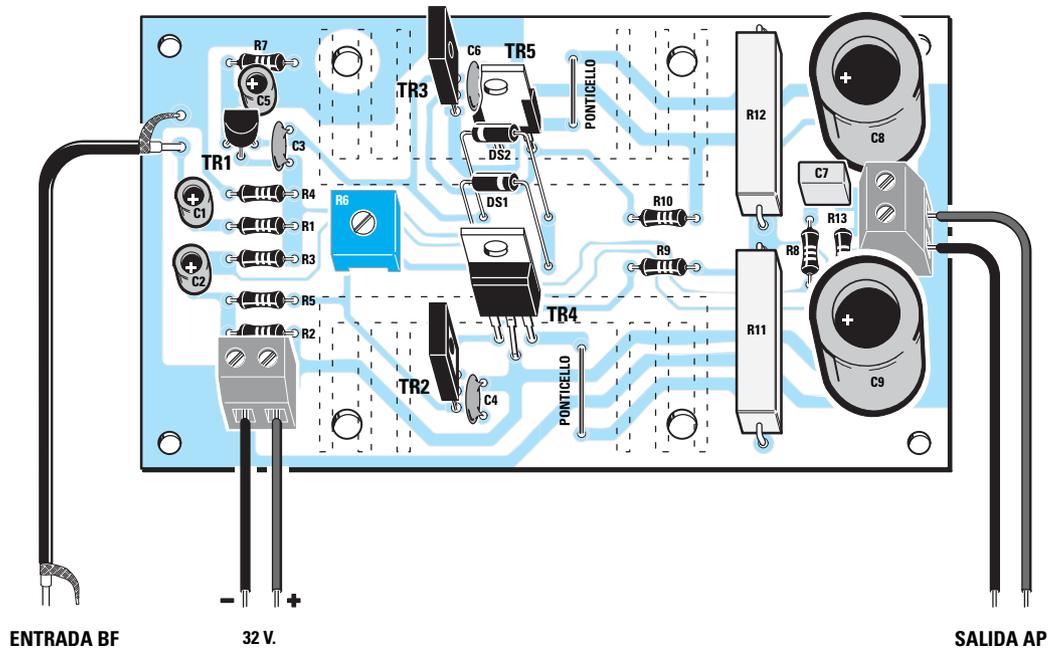


Fig.4 Esquema práctico de montaje del amplificador de 10 Vatios. No hay que olvidarse de instalar, al lado de los transistores TR4-TR5, un pequeño trozo de cable de cobre desnudo en los agujeros marcados con la inscripción PUNTECILLO.

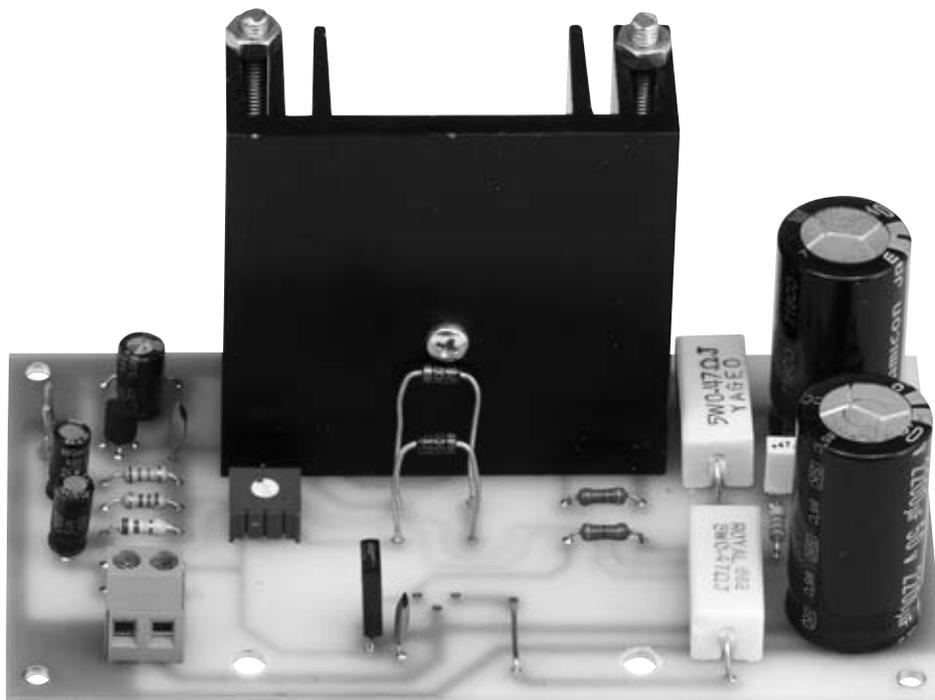


Fig.5 En esta fotografía hemos reproducido el circuito impreso con una única aleta de refrigeración para observar como están dispuestos los diodos DS1-DS2 para captar el calor emitido por las aletas. Antes de montar los transistores TR4-TR5 en el circuito impreso hay que fijarlos a sus aletas.

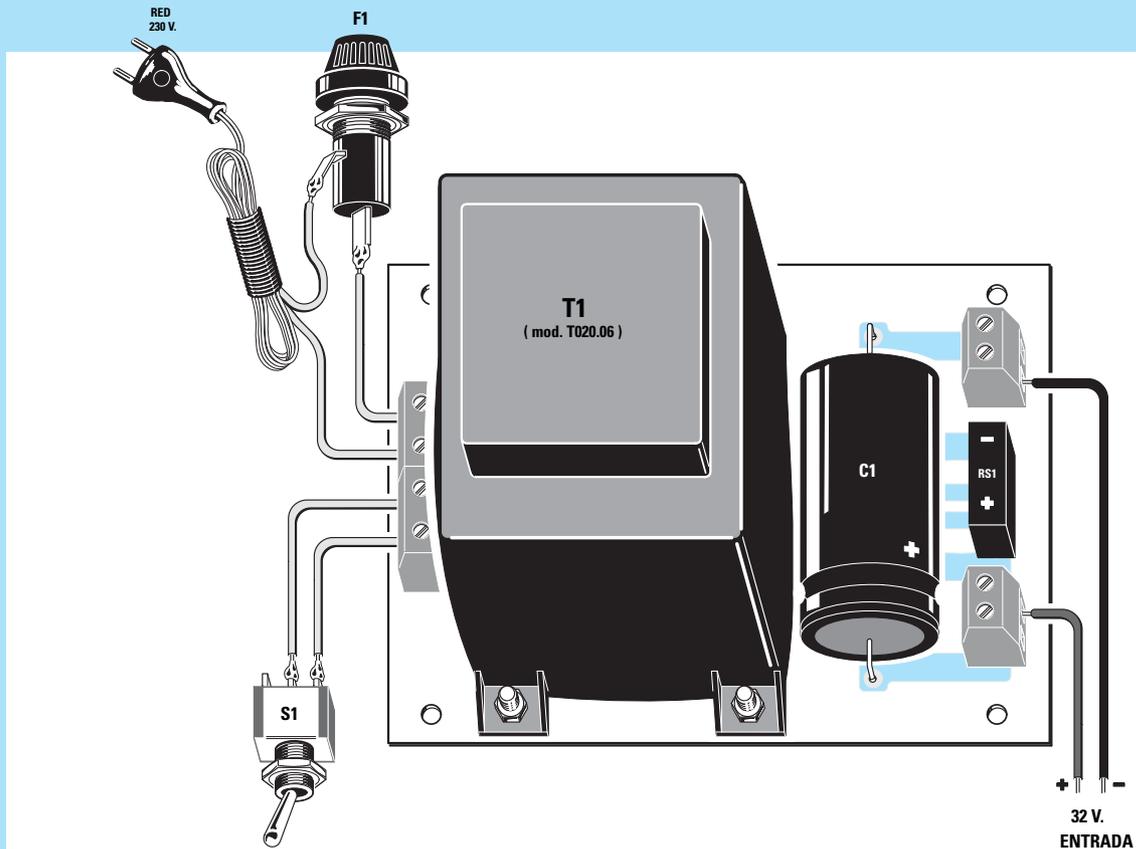
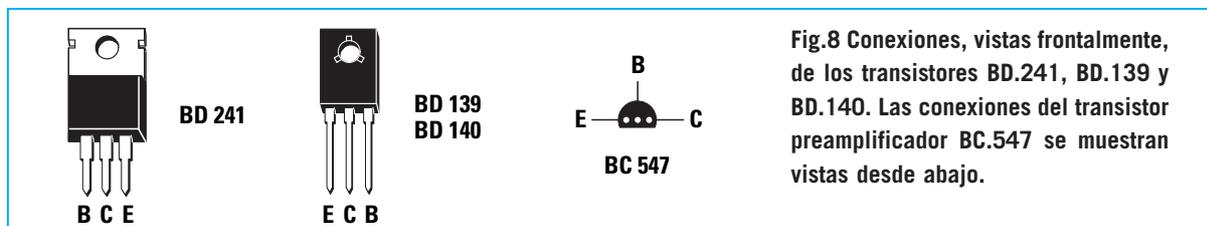


Fig.6 Esquema práctico de montaje de la etapa de alimentación LX.1617 utilizada para alimentar el amplificador LX.1616. Cuando se instale en el circuito impreso el puente rectificador RS1 hay que orientar su terminal + hacia la clema situada en la parte inferior.



Fig.7 Fotografía de la etapa de alimentación una vez completado el montaje. Este alimentador, que proporciona una tensión de unos 32 Voltios y una corriente de 0,9 Amperios, también puede ser utilizado para alimentar otros circuitos que precisen estos valores de tensión y corriente.



Para completar el montaje hay que instalar la **clema** para la conexión del **altavoz**, en la parte derecha del circuito impreso, y la **clema** para la tensión de **32 voltios** necesaria para alimentar el circuito, en la parte izquierda del impreso.

En cuanto a las dos resistencias bobinadas **R11-R12 (0,47 ohmios)** no hay que preocuparse si en el kit se encuentran resistencias de dimensiones ligeramente diferentes a las mostradas en la fotografía y en el esquema práctico (ver Figs.4-5), ya que las empresas fabricantes modifican sus dimensiones sin previo aviso.

REALIZACIÓN PRÁCTICA del ALIMENTADOR

Como ya hemos señalado la etapa de alimentación que proponemos tiene una **potencia** más que suficiente para alimentar los dos amplificadores necesarios para un sistema **estéreo**.

El circuito impreso necesario para realizar este alimentador es el **LX.1617**, un impreso que requiere muy pocos componentes (ver Fig.6).

En el lado **izquierdo** hay que montar las **dos clemas** de **2 polos**, una utilizada para entrar con la tensión de **red** de **230 voltios** y otra para conectar el interruptor **S1**.

En el lado **derecho** hay que montar otras **dos clemas** de **2 polos**, una destinada para el polo **negativo** de la tensión de alimentación (**superior**) y otra destinada para el polo **positivo** de la tensión de alimentación (**inferior**).

Entre estas dos clemas hay que montar el **punteo rectificador RS1**, prestando mucha atención en respetar su polaridad, para lo que hay que orientar el terminal (+) hacia abajo y el terminal (-) hacia arriba (ver Fig.6). Ya solo queda soldar el condensador electrolítico **C1** de **3.300 microfaradios**, orientando su terminal **positivo** hacia la clema de salida (+).

AJUSTE del TRIMMER R6

Antes de hacer **funcionar** el amplificador hay que **ajustar** necesariamente el **trimmer R6**.

Para realizar el ajuste hay que comenzar **cortocircuitando** la entrada **BF** para evitar que se capten señales espurias. A continuación hay que conectar en **serie** al **cable positivo** un **téster** ajustado para medir **corriente continua** en un alcance de **300 mA**.

Después de alimentar el amplificador hay que girar lentamente el cursor del **trimmer R6** hasta que el **téster** indique una **corriente** de unos **70 miliamperios**, como se puede observar en la **Tabla N.1** este valor de **corriente** corresponde a la corriente que el amplificador tiene que absorber en **ausencia** de señal a la entrada.

Este valor de corriente **no** es crítico, por tanto el cursor del **trimmer R6** se puede ajustar para una corriente comprendida entre **68 y 72 mA**.

Después de ajustar el **cursor** del trimmer ya se puede **desconectar** el **téster** y aplicar a la salida directamente el **altavoz**, o mejor aún la **caja acústica**, de **8 ohmios** y disfrutar de vuestra música preferida.

PRECIO DE REALIZACIÓN

LX.1616: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la **etapa de amplificación** mostrada en la Fig.4, incluyendo el circuito impreso y las dos aletas de refrigeración**31,10 €**

LX.1617: Precio de todos los componentes necesarios para la realización de la **etapa de alimentación** mostrada en la Fig.6, incluyendo el transformador T1 y el cordón de alimentación**35,45 €**

LX.1616: Circuito impreso**7,70 €**

LX.1617: Circuito impreso**7,70 €**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.