

manual de
instruções
amplificador de 250 W

RA - 108

série hi-fi
"Miniwatt"

**AUDIO AMPLIFICADOR DE 250 W
COM TRANSISTORES DE SILÍCIO**

O aparelho apresentado neste folheto vem estender consideravelmente a faixa de potência dos amplificadores transistorizados.

Apesar de ser indicado para sonorização de grandes ambientes — salões de baile, auditórios, estúdios — as suas características de distorção e resposta de frequência são comparáveis às dos melhores aparelhos de alta fidelidade.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Para o projeto deste amplificador foi utilizado o circuito tipo ponte, em virtude das vantagens que este apresenta quando utilizado com transistores.

O princípio de funcionamento do circuito ponte poderá ser compreendido com auxílio da figura 1. M e M' são dois amplificadores de potência, com características elétricas idênticas. A carga (alto-falante) está ligada entre os pontos

centrais D e D' dos estágios de saída.

Em condições de repouso, ambos os terminais da carga estarão no mesmo potencial, que é a metade da tensão da fonte.

Quando forem injetados dois sinais de iguais amplitudes e *mesma fase* nas entradas dos amplificadores, os sinais de saída serão idênticos em fase e amplitude. Ambos os terminais da carga possuirão o mesmo potencial instantâneo; portanto a *diferença* de tensão entre os terminais D e D' permanece igual a zero e nenhuma potência será entregue à carga. Em outras palavras, esta configuração apresenta alta imunidade (rejeição) aos sinais de "modo comum".

Esta vantagem não se restringe aos sinais de entrada. Qualquer tipo de interferência que influa igualmente nos dois canais será eliminado ou atenuado na carga. Assim, o ronco da fonte que penetra pela linha de alimentação, também será suprimido na carga.

Quando os sinais aplicados em M e M' forem iguais e com fases opostas, as tensões instantâneas das saídas também estarão defasadas em 180°; portanto quando D atingir o pico positivo de sua excursão, D' estará no pico negativo. A tensão pico a pico aplicada à carga corresponde à diferença entre as tensões D e D', isto é:

$$V_{\text{carga (p.p.)}} = V_{pp} - V'_{pp}$$

Uma vez que o sinal em D' é idêntico ao sinal em D, podemos considerá-lo como o negativo deste. Logo: $V_{\text{carga (pp)}} = V_{pp} - (-V_{pp}) = 2 V_{pp}$

Evidencia-se então que uma das vantagens do circuito ponte é de proporcionar o *dôbro* da excursão que seria possível obter com um circuito push-pull tipo quase-complementar. Isto significa uma potência na carga 4 vezes maior, considerando que a tensão de alimentação permaneça a mesma.

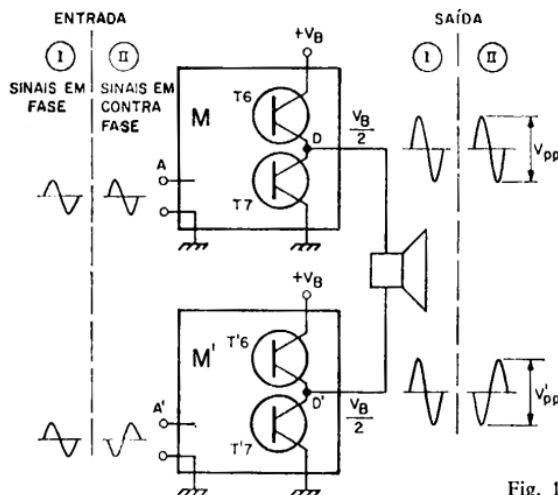


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS

— Potência de saída	250 W	— Consumo sem sinal	120 mA
— Impedância de carga nominal	6 Ω	— Consumo para 250 W (6 Ω)	6 A
— Sensibilidade para 250 W (1 kHz)	400 mV	— Distorção:	
— Impedância de entrada	60 kΩ	a 200 W (1 kHz)	0,2%
— Tensão de alimentação CC	65 V	a 250 W (1 kHz)	1,4%

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O esquema completo do amplificador está ilustrado na figura 2. Pode-se considerá-lo como constituído por dois amplificadores e um inversor de fase.

O sinal de entrada, injetado entre os terminais A e B, será aplicado simultâneamente à entrada do amplificador M e à base de T₈. Em virtude da forte realimentação negativa introduzida pelo resistor de emissor R₂₁, o sinal de coletor apresenta amplitude idêntica ao de base, porém com polaridade oposta. Esse sinal é aplicado à entrada do amplificador M', sendo daí por diante, processado por êste de modo idêntico ao de M.

O transistor T₁ (bem como T'₁) funciona como amplificador de tensão e conversor de impe-

dências. T₂ é o transistor excitador. Utilizou-se nesta função um BD115, trabalhando com uma corrente de repouso de 22 mA. O sinal de coletor de T₂ é aplicado diretamente à base de T₅ e, por intermédio de T₃, à base de T₄. Os transistores T₅ e T₄ são complementares, operando como inversores de fase e excitadores do estágio de saída T₆/T₇.

O capacitor C₃ em série com R₁₃ fornece realimentação negativa de C.A. A estabilização em C.C. é obtida mediante o resistor R₈ que vai ligado ao emissor de T₁. O capacitor C₃ em paralelo com o resistor mencionado, limita a resposta de frequência e evita o aparecimento de oscilações parasitas. Idêntica função tem C₆, ligado entre base e coletor de T₂.

A função do transistor T₃ e do potenciômetro R₉ é fixar o ponto de trabalho dos transistores

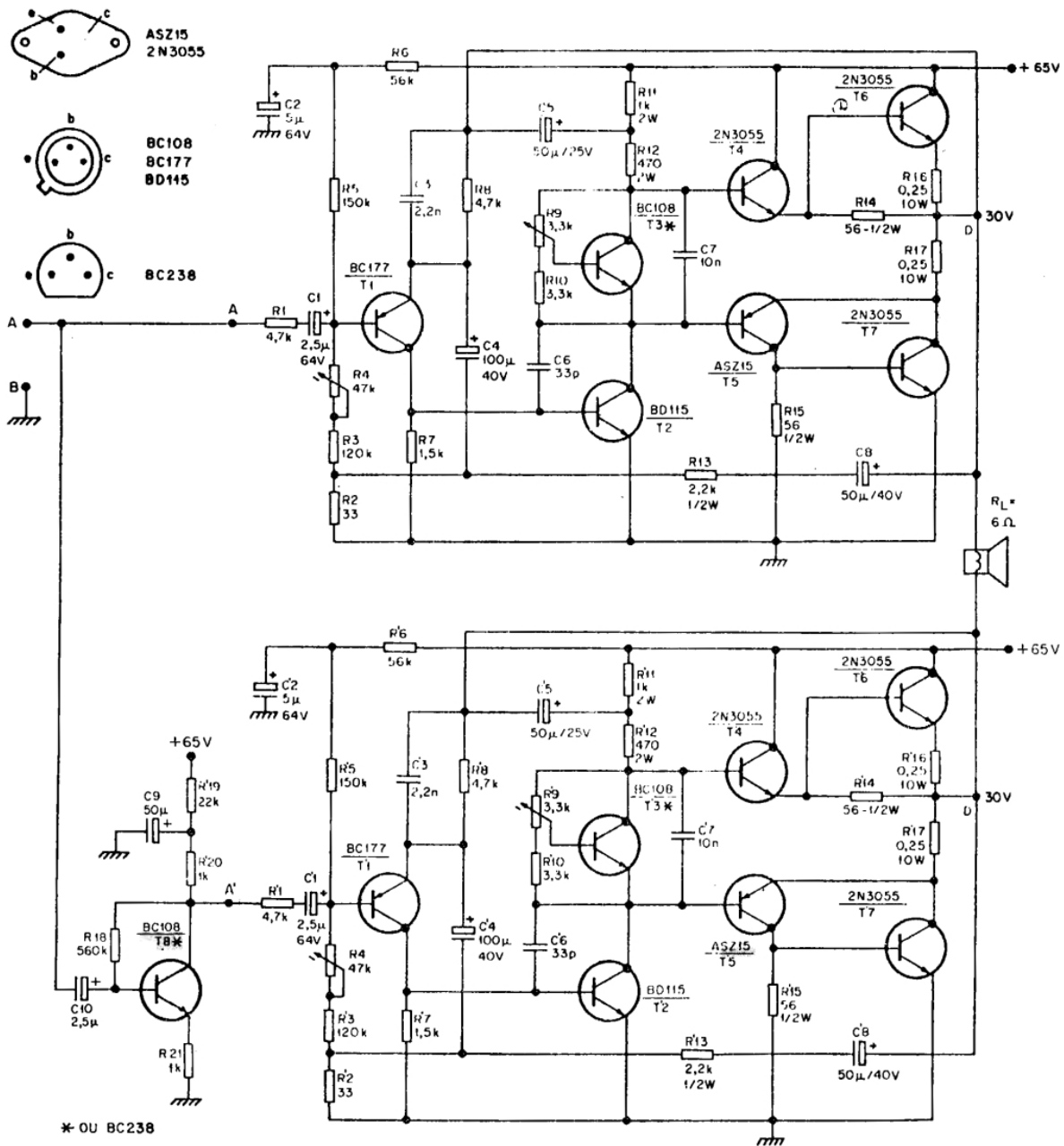
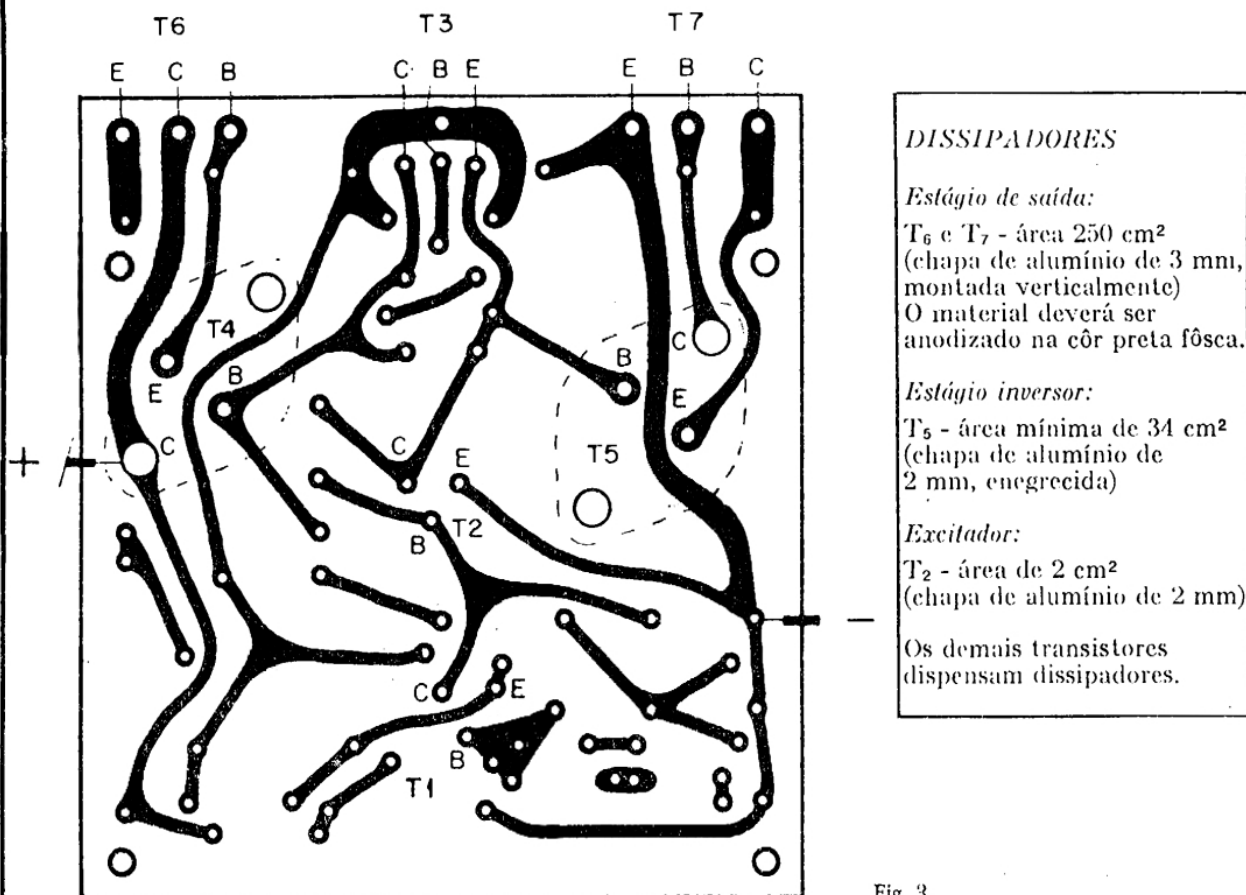


Fig. 2

T_4 e T_5 , determinando assim a corrente quiescente do estágio de saída. O transistor T_3 está em contato térmico com os transistores de saída, a fim de estabilizar o ponto de trabalho de T_6 e T_7 em

tôdas as temperaturas de funcionamento.

O potenciômetro R_4 é usado para ajustar a tensão do ponto médio do estágio de saída, que deverá ser igual ao valor indicado no esquema.



DISSIPADORES

Estágio de saída:

T_6 e T_7 - área 250 cm^2
(chapa de alumínio de 3 mm,
montada verticalmente)
O material deverá ser
anodizado na cor preta fosca.

Estágio inversor:

T_5 - área mínima de 34 cm^2
(chapa de alumínio de
2 mm, enegrecida)

Excitador:

T_2 - área de 2 cm^2
(chapa de alumínio de 2 mm)

Os demais transistores
dispensam dissipadores.

Fig. 3

MONTAGEM

Tratando-se de um circuito de áudio, os cuidados de montagem são os usuais. Pode-se utilizar construção convencional ou placas de fiação impressa.

O desenho da fig. 3 mostra a fiação impressa para meio-amplificador. Esta não inclui o circuito associado ao transistor T_8 , que deverá ser montado à parte ao lado da correspondente placa impressa (M' no esquema).

A figura 4 indica a posição dos componentes na placa de fiação. Os dissipadores de T_6 e T_7 (bem como T'_6 e T'_7) deverão ser montados fora da placa, em posição vertical, a fim de que se obtenha ventilação suficiente.

O tipo de dissipador ilustrado é o RSN220 (fabricação Brascele) cuja resistência térmica de $1,8^\circ\text{C/W}$ o torna adequado a esta função.

Na mesma figura, nota-se a posição do transistor T_3 próximo do dissipador de T_6 . Este transistor (BC108) pode ficar encaixado no dissipador, sendo

porém essencial que esteja *elétricamente isolado* deste último. Nesta posição pode-se também colocar um BC238, cujo invólucro plástico dispensa a necessidade de isolamento.

O dissipador de T_5 pode ser montado diretamente sobre a face isolante da placa impressa, enquanto que o de T_2 é simplesmente encaixado na careca deste transistor. Em todos os casos é imprescindível o uso de graxa de silicóne para melhorar o contato térmico dos invólucros dos transistores com os respectivos dissipadores de calor. Alguns cuidados especiais que convém observar na montagem são os seguintes:

- devido às elevadas correntes do estágio de saída, a fiação de alimentação, bem como a de ligação à carga, deverá ficar afastada dos estágios de entrada e de um eventual pré-amplificador;
- os resistores R_{16} , R_{17} , R'_{16} e R'_{17} devem apresentar mínima diferença entre seus valores de resistência (5%).

AJUSTE

Para ajuste do amplificador deve-se observar a seguinte seqüência de operações:

- 1 — Não ligar carga alguma nem alto-falante entre os terminais D e D'.
 - 2 — Desligar a alimentação do meio-amplificador M'.
 - 3 — Pôr em curto-circuito os terminais A e B.
 - 4 — Posicionar o cursor R₉ de maneira que a base de T₃ fique em "curto" com o coletor (transistor na máxima condução).
 - 5 — Alimentar o meio-amplificador M, e ajustar R₉ até obter uma corrente de 60 mA (consumo total de M).
 - 6 — Ajustar R₄ para obter 30 V entre os terminais D e a terra.
 - 7 — Desligar a alimentação de M, ligar a de M' e repetir as etapas 3 até 6.
 - 8 — Ligar a alimentação em ambas metades (M e M') do amplificador. Medir a tensão entre os pontos D e D'. O valor indicado deve ser inferior a 300 mV.
- Caso isto não ocorrer, retocar ligeiramente um dos potenciômetros, R₄ ou R'₄.
- 9 — Desfazer o "curto" entre A e B. Conectar a carga entre D e D' e injetar o sinal entre A e B, para o teste final de funcionamento.

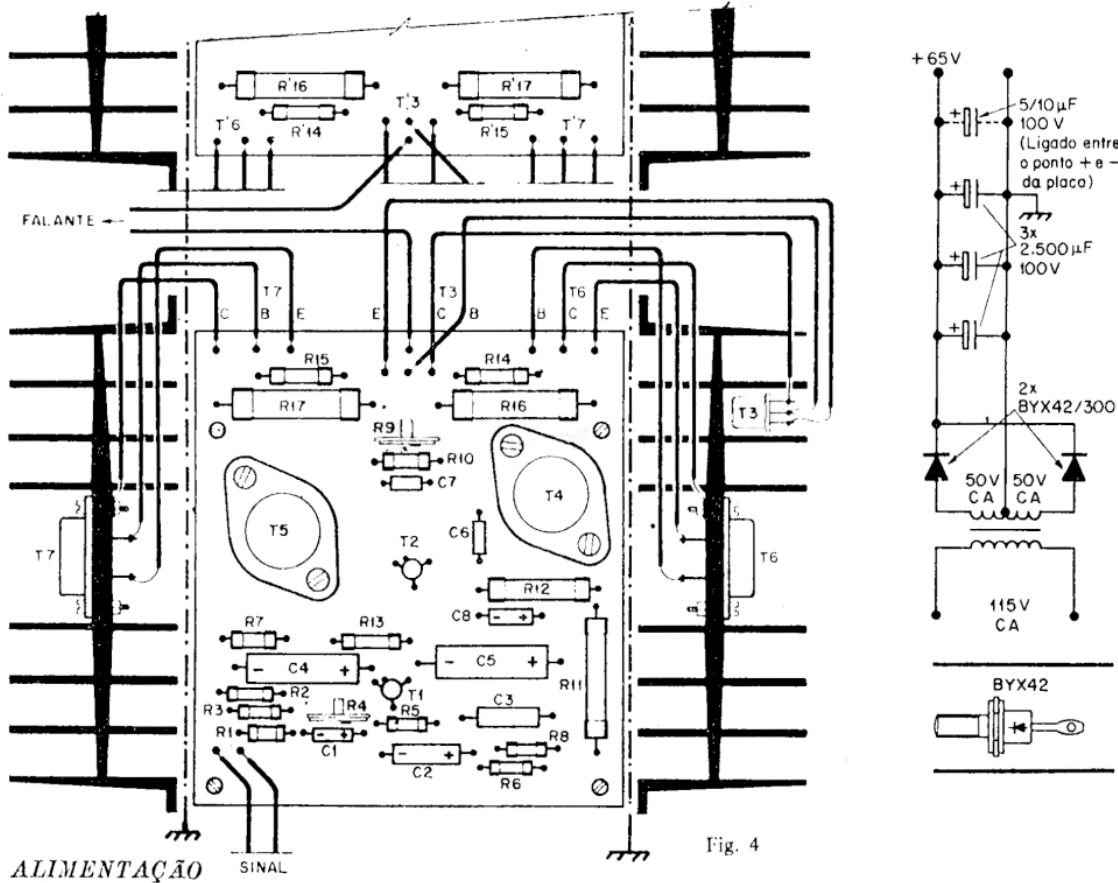


Fig. 4

Uma fonte de alimentação adequada é requisito essencial para se conseguir bom funcionamento deste amplificador. Por exemplo, o transformador deverá ser capaz de fornecer a corrente máxima sem excessiva queda de tensão nos enrolamentos. Os dados fornecidos a seguir permitem construir um transformador adequado para este aparelho, mesmo sob condições de funcionamento contínuo em máxima potência:

Núcleo: perna central 5 cm
altura do pacote 7 cm

Enrolamentos: primário — 144 espiras, fio esmaltado 1,5 mm

secundário — 2 x 60 espiras, fio esmaltado 1,9 mm

usar isolação entre camadas.

Devido à elevada corrente solicitada pelo circuito, usam-se retificadores tipo "profissional" capazes de suportar C.C. até 10 ampères. Estes diodos deverão ser montados em dissipadores de cobre ou alumínio de 2 mm, com acabamento fôseo e tendo cada um 16 cm² de área, no mínimo.



IBRAPE