

manual de  
instruções  
amplificador de 50 W

**M-150**

série hi-fi  
*"Miniwatt"*

Manual digitalizado por: Marco E. Berretta

Restauração e conversão para PDF por: Luciano, PY2BBS

24/01/2015

**amplificador de 50 W**

**M-150**

série hi-fi

*"Miniwatt"*

É proibida a reprodução, no todo ou em parte, do texto ou desenhos deste manual sem a autorização expressa da

IBRAPE - Indústria Brasileira de Produtos Eletrônicos e Elétricos S/A

# ÍNDICE

	Pág.
<b>APRESENTAÇÃO</b>	
M-150, AMPLIFICADOR DE 50 W .....	3
ESPECIFICAÇÕES .....	3
LISTA DE MATERIAL.....	4
DESCRIÇÃO DO CIRCUITO.....	6
<b>MONTAGEM.....</b>	<b>7</b>
INSTRUÇÕES GERAIS .....	7
MONTAGEM DOS COMPONENTES NA PLACA DE FIAÇÃO IMPRESSA.....	10
AJUSTE E VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO .....	15
<b>LIGAÇÕES EXTERNAS.....</b>	<b>19</b>
A - LIGAÇÕES EXTERNAS DO MÓDULO M-150 .....	19
B - ALIMENTAÇÃO .....	20
C - SAÍDA.....	22
D - ENTRADA .....	22
E - INSTALAÇÃO .....	24
F - OBSERVAÇÕES .....	24

# M-150

## amplificador de 50 W

O conjunto de componentes M-150 contém tôdas as peças necessárias à montagem de um módulo amplificador para baixas frequências (áudio-frequências), capaz de fornecer uma potência de 50 W a uma carga de 4 $\Omega$ , ou 30 W a uma de 8 $\Omega$ .

Todos os detalhes, desde o projeto até a disposição final dos componentes, foram minuciosamente estudados a fim de permitir a reprodução exata dos protótipos de laboratório, desde que sejam seguidas as instruções contidas neste manual.

Devido à sua característica de entrada, este módulo poderá ser associado a qualquer pré-amplificador que forneça sinal igual ou superior a 300 mV sobre 100 k $\Omega$ .

O M-150 presta-se igualmente bem a aplicações em amplificadores monofônicos ou estereofônicos.

---

### ESPECIFICAÇÕES

---

(Medições efetuadas em protótipos alimentados por fonte regulada)

Impedância de carga	4 $\Omega$	8 $\Omega$
Tensão de alimentação	45 V	45 V
Potência no início do ceifamento (1 kHz)	40 W	23 W
Distorção no início do ceifamento	0,2 %	0,14 %
Potência nominal (d = 7,5%)	50 W	30 W
Consumo à potência nominal	1,6 A	0,9 A
Consumo sem sinal	25 mA	25 mA
Sensibilidade (p/ saída nominal)	300 mV	300 mV
Impedância de entrada	100 k $\Omega$	100 k $\Omega$
Faixa de passagem	22 Hz a 35 kHz	14 Hz a 34 kHz
Relação sinal/ruído	90 dB (ref. 40 W)	90 dB (ref. 23 W)

---

## LISTA DE MATERIAL

### I - Material incluído no conjunto

(Os componentes desta lista podem ser eventualmente substituídos por outros, equivalentes, sem prejuízo do desempenho final do aparelho).

#### ● Semicondutores

T<sub>1</sub> transistor BC177 (PNP Si)  
T<sub>2</sub> transistor BC108 (NPN Si)  
T<sub>3</sub> transistor BC107 (NPN Si)  
T<sub>4</sub> transistor **BD181** (NPN Si)  
T<sub>5</sub> transistor AD149 (PNP Ge)  
T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub> transistores **BD181** (NPN Si)  
D<sub>1</sub> a D<sub>4</sub> diodos BY126

#### ● Resistores de 1/4 W

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> 3,3 kΩ , 10% laranja/laranja/vermelho/prata  
R<sub>3</sub> 1,5 MΩ , 10% marrom/verde/verde/prata  
R<sub>4</sub> 150 kΩ , 10% marrom/verde/amarelo/prata  
R<sub>5</sub> 100 kΩ , 10% marrom/prêto/amarelo/prata  
R<sub>7</sub> 33 Ω , 10% laranja/laranja/prêto/prata  
R<sub>8</sub> 56 kΩ , 10% verde/azul/laranja/prata  
R<sub>9</sub> 1,5 kΩ , 10% marrom/verde/vermelho/prata  
R<sub>10</sub> 4,7 kΩ , 10% amarelo/violeta/vermelho/prata  
R<sub>12</sub> 2,2 kΩ , 10% vermelho/vermelho/vermelho/prata  
R<sub>15</sub> 4,7 Ω , 10% amarelo/violeta/ouro/prata

#### ● Resistores de 1/2 W

R<sub>13</sub> 1 kΩ , 10% marrom/prêto/vermelho/prata  
R<sub>14</sub> 470 Ω , 10% amarelo/violeta/marrom/prata  
R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub> 56 Ω , 10% verde/azul/prêto/prata

#### ● Resistores de 5 W (FIO)

R<sub>16</sub>, R<sub>19</sub> 0,5 Ω (OR5)

#### ● Potenciômetros de ajuste semi-fixo ("trimpots")

R<sub>6</sub> 100 kΩ linear  
R<sub>11</sub> 4,7 kΩ linear

● **Capacitores**

C <sub>1</sub> , C <sub>3</sub>	2,5 $\mu$ F	64 V	eletrolítico
C <sub>2</sub> , C <sub>4</sub>	1,2 nF	500 V	cerâmico tubular (1K2A)
C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub>	80 $\mu$ F	25 V	eletrolítico
C <sub>7</sub>	10 nF	125 V	cerâmico "pin-up" marrom/prêto/laranja
C <sub>8</sub>	2500 $\mu$ F	35 V	eletrolítico
C <sub>9</sub>	1,5 nF	500 V	cerâmico tubular (1K5A)

● **Diversos**

- 1 Placa de fiação impressa
- 1 Dissipador térmico de alumínio anodizado
- 1 Resfriador para o BC107
- 11 Terminais para fiação impressa
- 3 Terminais para a ligação aos coletores de T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>
- 2 Terminais para a ligação aos coletores de T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub>
- 16 Parafusos c/porcas: 8 de 3x6 mm; 4 de 3x18 mm; 4 de 4x10 mm
- 2 Isoladores de mica
- 4 Arruelas de ferro lisas
- 4 Buchas de baquelita
- 2 Suportes em "L" para a fixação do dissipador
- 4 Espaçadores metálicos
- Régua de 10 terminais, espaguete, solda especial e fios coloridos

II - **Material não incluído no conjunto (consulte seu fornecedor)**

- 1 Capacitor                    2500  $\mu$ F x 50 V eletrolítico
- 1 Transformador de alimentação
 

{	Primário: tensão do sistema elétrico local
	Secundário { tensão (CA) : 33 V (em aberto) corrente (min): { 1,3 A (mono) 2,5 A ("stereo")
- Alto-falantes                { 2 de 8 $\Omega$ /35 W para a versão 50 W  
1 de 8 $\Omega$ /35 W para a versão 30 W
- Pré-amplificador          Deverá fornecer uma saída de pelo menos 300 mV  
sôbre 100 k $\Omega$  (M-201 ou "stereo" M-202).

\* **NOTA:** Da qualidade destes componentes depende, em grande parte, desempenho final do aparelho.

## DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O diagrama esquemático do módulo amplificador M-150 encontra-se na figura 1.

O estágio de saída, que opera em classe B, é do tipo chamado "quase-complementar". Neste sistema, dois transistores idênticos (T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub>) são excitados por um par complementar (T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>).

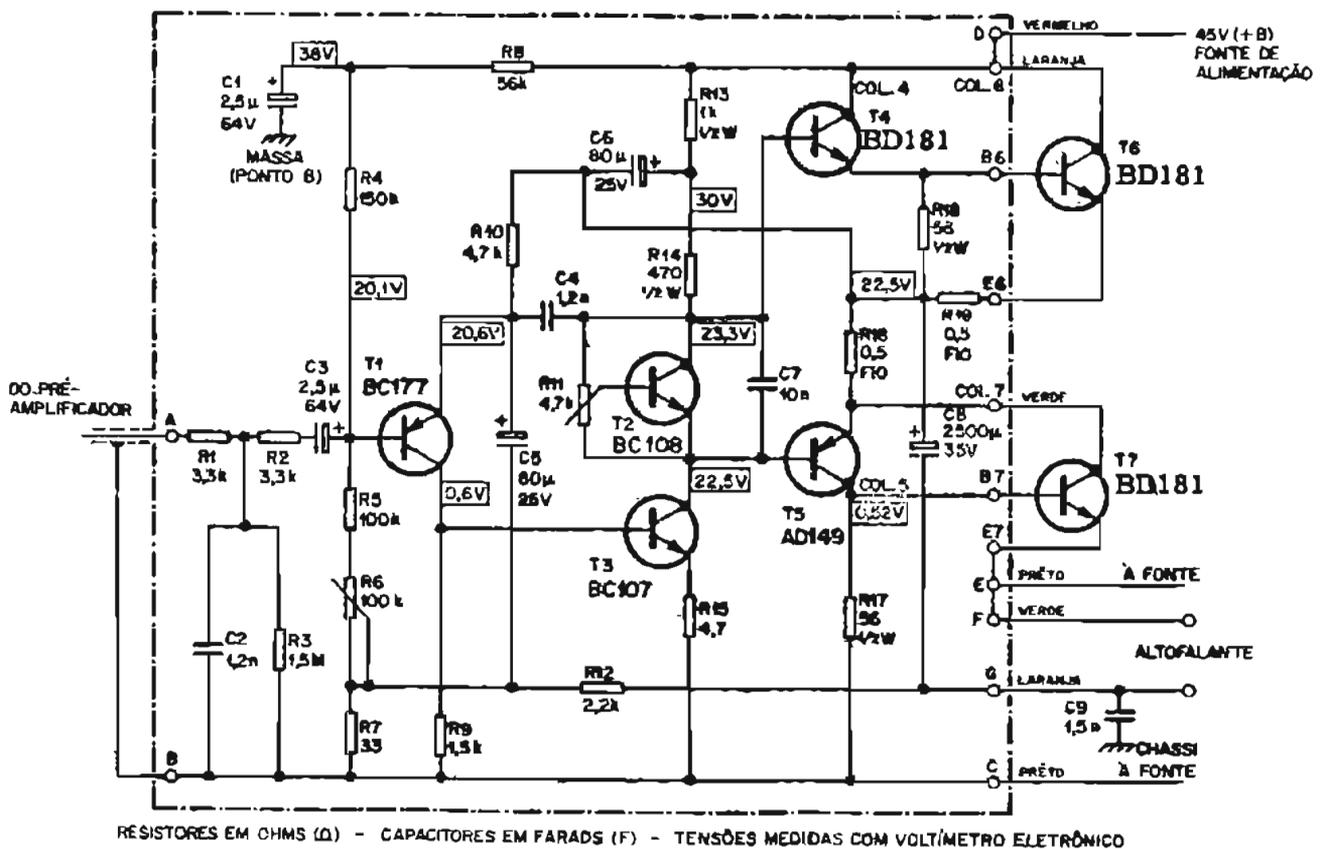


Figura 1 - Diagrama esquemático do M-150

A excitação do conjunto de saída está a cargo do transistor T<sub>3</sub> (BC107), enquanto T<sub>1</sub> opera como amplificador de tensão e, através de realimentação adequada, eleva a impedância de entrada do módulo.

O acoplamento entre os vários estágios é direto.

O transistor T<sub>2</sub> estabiliza tèrmicamente o funcionamento de T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub> sob tôdas as condições (êles estão montados no mesmo dissipador). Além disso, com o auxílio de R<sub>11</sub>, T<sub>2</sub> fixa o ponto individual de trabalho dos transistores T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub> e, por meio dêles, o de T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub>.

O potenciômetro R<sub>6</sub> é utilizado para ajustar a tensão do ponto médio do estágio de saída à metade da tensão de alimentação.

Além das realimentações negativas locais, o módulo M-150 dispõe também de dois elos abrangendo vários estágios. O primeiro, formado por R<sub>12</sub>, R<sub>7</sub> e C<sub>5</sub>, tem dupla finalidade: reduzir a distorção e aumentar a impedância de entrada. O outro elo, que inclui R<sub>10</sub>, alimenta o emissor de T<sub>1</sub> a partir da junção dos resistores R<sub>16</sub> e R<sub>19</sub>.

A realimentação introduzida por C<sub>6</sub> proporciona uma elevada carga CA ao coletor de T<sub>3</sub>, aumentando assim o ganho do estágio e, portanto, conferindo ao módulo maior sensibilidade.

Através do capacitor C<sub>8</sub> de 2500 µF x 35 V, a carga (alto-falante) é ligada à junção dos resistores R<sub>16</sub> e R<sub>19</sub>, ou seja, ao ponto médio do estágio de saída.

A inclusão do capacitor C<sub>9</sub> de 1,5 nF, ligado entre o borne do alto-falante e o chassi, tem por finalidade eliminar possíveis oscilações de alta frequência.

Para evitar a captação de sinais de RF existe um filtro de entrada (constituído por R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> e C<sub>2</sub>) e um elo de realimentação local, efetuado pelo capacitor C<sub>4</sub>, que elimina qualquer vestígio de alta frequência (RF).

## **MONTAGEM**

### **INSTRUÇÕES GERAIS**

Leia com atenção todo êste manual antes de iniciar a montagem. Identifique perfeitamente cada um dos componentes do conjunto e verifique os respectivos valores (consulte a lista de material e observe as côres correspondentes a cada valor, quando existentes). Confira os componentes com os mencionados na lista de material.

Siga rigorosamente as instruções e efetue as operações na ordem indicada.

Todos os componentes (salvo os transistores de saída e o capacitor C<sub>9</sub>) serão colocados sobre a face não cobreada da placa de fiação impressa.

Antes de colocá-los, verifique a distância (a) entre os furos nos quais serão inseridos. Endireite, lixe e dobre os terminais na distância adequada. (Figuras 2, A e B).

Depois de inserir os componentes, dobre parcialmente os terminais a fim de garantir a fixação mecânica (figuras 2, C e D); solde e corte o excesso como se vê na figura 3.

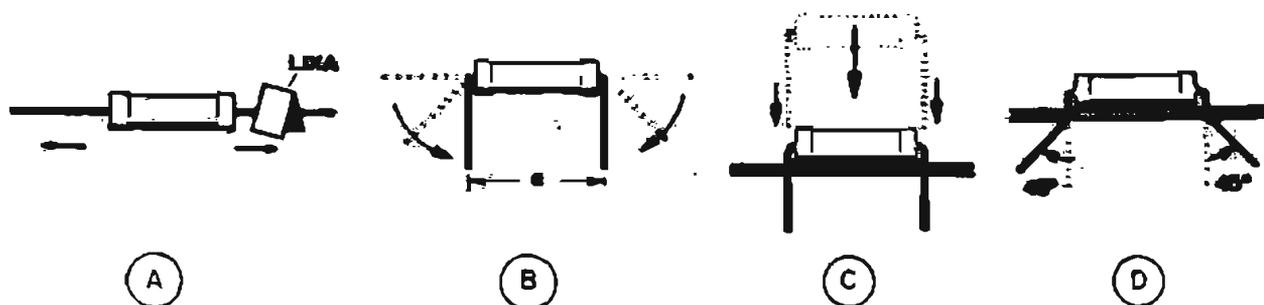


Figura 2 - Preparação, montagem e fixação mecânica de componentes numa placa de fiação impressa

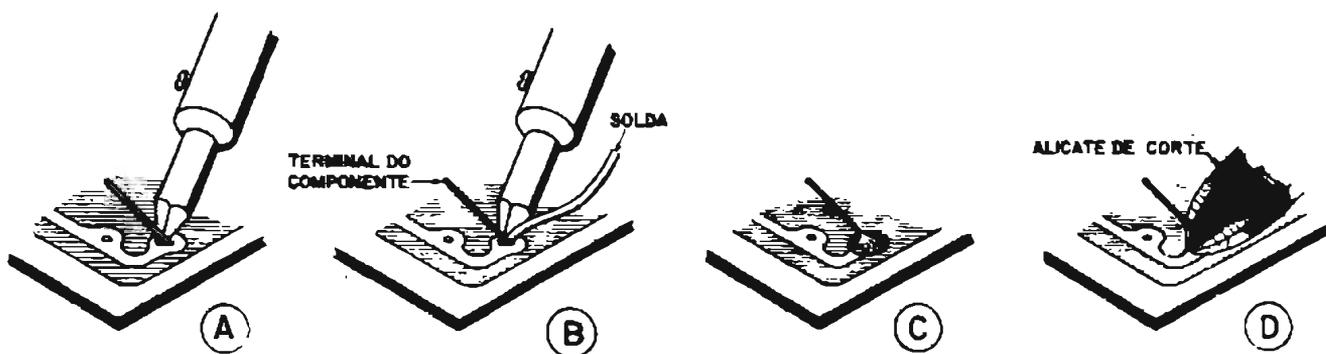


Figura 3 - Diversas fases na soldagem de um componente à placa de fiação impressa

Para fixação de resistores e fios a terminais do tipo "orelha" (pontes, terminais da placa de fiação impressa etc), forme um gancho na ponta descascada do fio e introduza no orifício do terminal, conforme ilustra a figura 4.

Ao efetuar as operações de soldagem utilize um soldador de PONTA FINA, com dissipação inferior a 50W, e somente a solda

do tipo especial fornecida no conjunto.

Atenção: Nunca empregue fluxo ("pasta") ao soldar.

Mantenha perfeitamente limpas as partes a serem soldadas. Não é necessário retirar o verniz da face cobreada da placa, pois êste facilita a soldagem e evita oxidação. A ponta do ferro, prèviamente estanhada, deve ser limpa com um trapo antes de cada soldagem. Coloque um pouco de solda na ponta do ferro. (Isto facilita a transferênciade calor, aumentando a rapidez da soldagem): Encoste-a à conexão (veja figuras 3 e 4) e mantenha-a nesta posição até que a solda, aplicada ao ponto a ser soldado (e não à ponta do ferro de soldar), derreta e envolva a conexão.

Use apenas a quantidade de solda necessária e evite aquecer desnecessariamente a placa de fiação impressa. Retire primeiro a solda e depois o ferro. Não mova o terminal até que a solda solidifique completamente. Puxe levemente o terminal para certificar-se de que a soldagem está firme. Corte fora o excesso de cada terminal, com um alicate de corte, sempre em seguida a cada operação. (Figura 3).

Seguindo-se estas recomendações, cada soldagem não levará mais do que cinco segundos, propiciando conexões corretas e mecânicamente sólidas. (Figuras 4 e 5).



Figura 4 - Detalhes da ligação e soldagem a terminais



Figura 5 - Defeitos mais comuns e execução correta de soldagem à placa impressa

## MONTAGEM DOS COMPONENTES NA PLACA DE FIAÇÃO IMPRESSA

A posição de cada componente está indicada na face não cobreada da placa. A figura 6 mostra a disposição correta das peças.

Efetue as operações na seguinte ordem, orientando-se pela figura 6:

- 1 - Coloque e solde os 7 terminais de ligação externa nos orifícios indicados com as letras A, B, C, D, E, F e G. Coloque e solde também os 4 terminais para a ligação das bases e emissores dos transistores de saída T6 e T7 nos orifícios marcados B6, E6, B7 e E7. Use pressão moderada ao inserir os terminais, evitando rachar a placa impressa. (Figura 7).
- 2 - Coloque e solde os 4 resistores de 1/2 W: R13, de 1 k $\Omega$ , R14 de 470 $\Omega$ , R17 e R18 de 56 $\Omega$ .

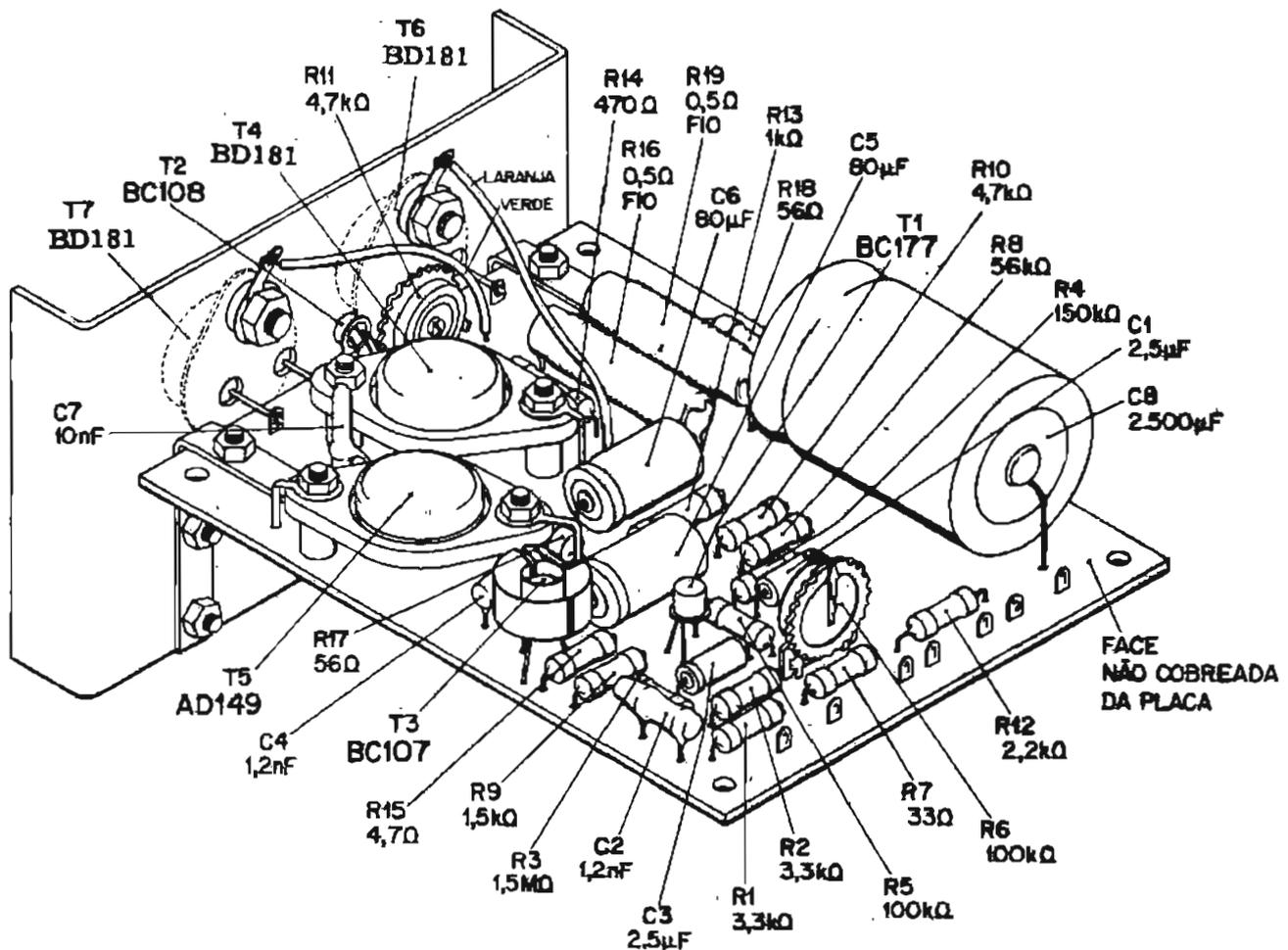


Figura 6 - Vista de conjunto do módulo amplificador concluído.

- 3 - Coloque e solde os 11 resistores de 1/4 W:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{12}$  e  $R_{15}$ . Oriente-se pela figura 6.
- 4 - Coloque e solde os 2 resistores de fio de  $0,5\Omega$ , 5 W ( $R_{16}$  e  $R_{19}$ ).

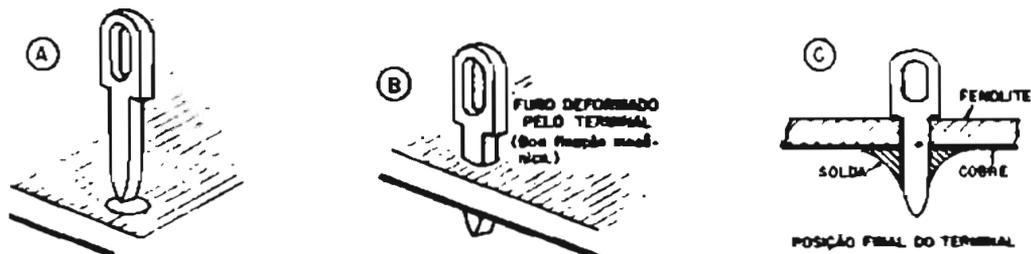


Figura 7 - Modo correto de inserir e soldar os terminais na placa de fiação impressa

- 5 - Coloque e solde os capacitores eletrolíticos  $C_1$  e  $C_3$  (de  $2,5\mu F \times 64 V$ ) e  $C_5$  e  $C_6$  (de  $80\mu F \times 25 V$ ). Preste atenção às polaridades. Note o estreitamento no corpo do capacitor, que identifica o terminal positivo (+).
- 6 - Coloque e solde os 2 capacitores cerâmicos, tipo tubular,  $C_2$  e  $C_4$  (1K2A), deixando um espaçamento de 2 a 5 mm entre o corpo do capacitor e a placa de fiação. O terminal mais distante da extremidade identifica a ligação da armadura externa. No caso de  $C_2$  (próximo a  $R_3$  de  $1,5 M\Omega$ ), esse terminal deverá ser o mais próximo do dissipador. Já no caso de  $C_4$  (próximo a  $T_5$ ) o terminal da armadura externa deverá ser voltado para o centro da placa de fiação.
- 7 - Coloque e solde os transistores  $T_1$  (BC177) e  $T_3$  (BC107), prestando atenção à posição correta dos terminais. Oriente-se pela figura 8. Note que o terminal do emissor é o mais próximo da lingueta de identificação. Para a soldagem deve-se utilizar um alicate de bico como dissipador térmico, aplicado ao terminal do transistor, respeitando-se o espaçamento de 10 mm entre o corpo do transistor e a placa, conforme é visto na figura 8.
- 8 - Alinhe e coloque os terminais de  $T_2$  (BC108) como indicado na placa. Solde-os. Em seguida, incline o corpo do transistor para fora da placa até que ele fique em posição horizontal. Veja figura 6.
- 9 - Introduza e solde os terminais dos potenciômetros  $R_6$  de 100 k $\Omega$  e  $R_{11}$  de 4,7 k $\Omega$  nos furos correspondentes. Ajuste o cursor de  $R_6$  na posição central (o ressalto do disco plástico dentado deve apontar para cima, conforme figura 6). O cursor de  $R_{11}$  deve ter o ressalto de referência orientado no sentido da seta assinalada na placa.

- 10 - Corte um pedaço de 12 ou 13mm de espaguete plástico. Encape com êle o terminal positivo do capacitor  $C_8$  ( $2500\mu F \times 35 V$ ). A seguir, introduza os terminais do capacitor nos furos correspondentes da placa impressa e solde-os. Preste atenção à polaridade.

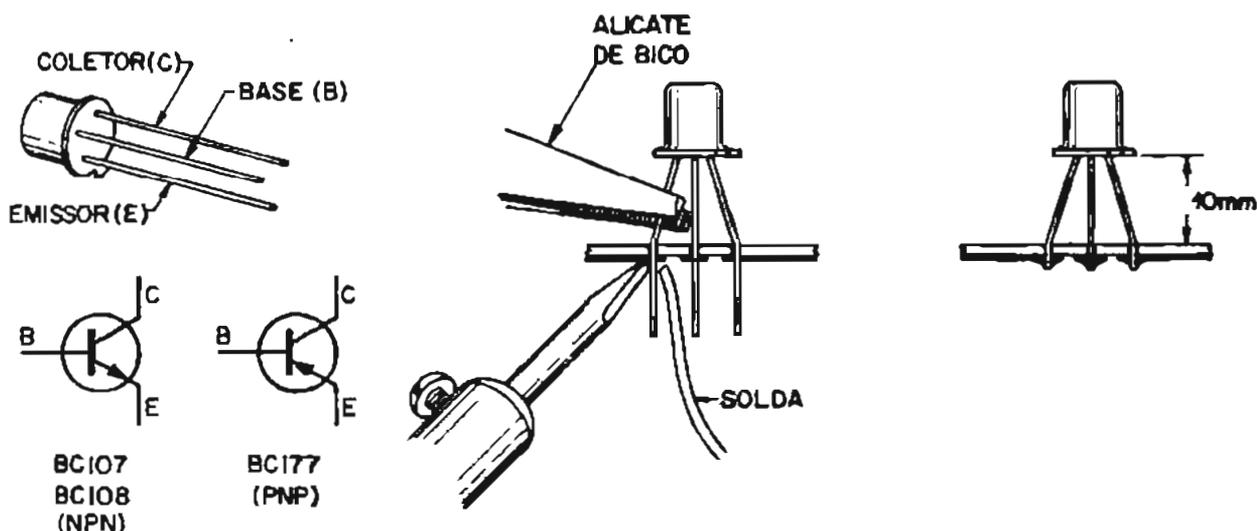


Figura 8 - Identificação dos terminais e montagem dos transistores

- 11 - Para a montagem dos transistores  $T_6$  e  $T_7$  (BD181) no dissipador térmico, oriente-se pela figura 9. Verifique primeiro se os terminais dos transistores  $T_6$  e  $T_7$  estão alinhados. A seguir, introduza êsses terminais nos orifícios correspondentes dos isoladores de mica, previamente untados com graxa de silicone ou vaselina sólida. Proceda com cuidado nestas operações para não danificar os isoladores. Utilizando os parafusos de 4mm de diâmetro, fornecidos no conjunto, monte os transistores no dissipador térmico. Coloque as buchas de baquelita, as arruelas metálicas, os terminais de ligação (só para os dois parafusos superiores) e as porcas, cuidando de não apertá-las excessivamente. Veja a ordem ilustrada na figura 9.
- 12 - Fixe os dois suportes em forma de "L" à placa de fiação impressa, por meio de quatro parafusos  $3 \times 6$ mm, sem apertar definitivamente as porcas. Note, na figura 10, que o lado mais curto do suporte fica em contato com a face não cobreada da placa.
- 13 - Coloque um pouco de graxa de silicone ou vaselina sólida no corpo de  $T_2$  e encaixe-o no furo existente no dissipador térmico (veja figura 10). Encoste agora o dissipador aos suportes "L" de modo que as extremidades dos pinos de base e emissor de  $T_6$  e  $T_7$  encaixem nos orifícios dos quatro terminais, previamente soldados à placa de fiação impressa. Fixe o dissipador aos suportes "L"

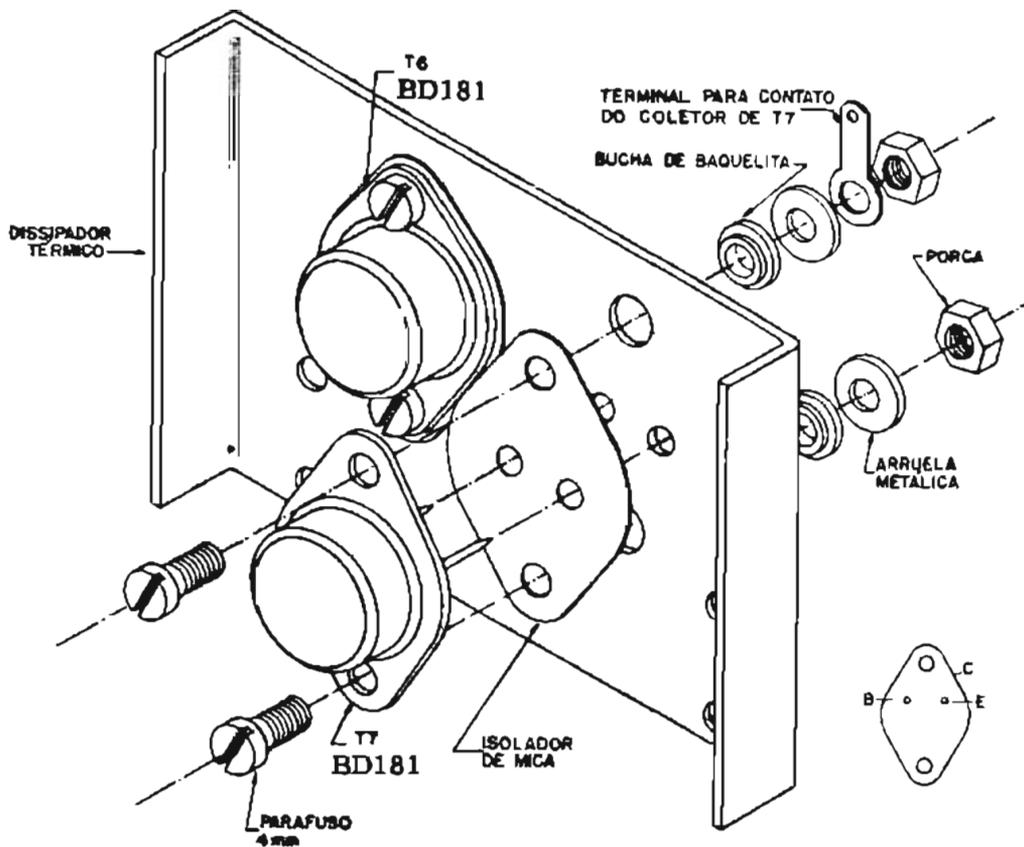


Figura 9 - Montagem dos transistores de potência sobre o dissipador térmico.

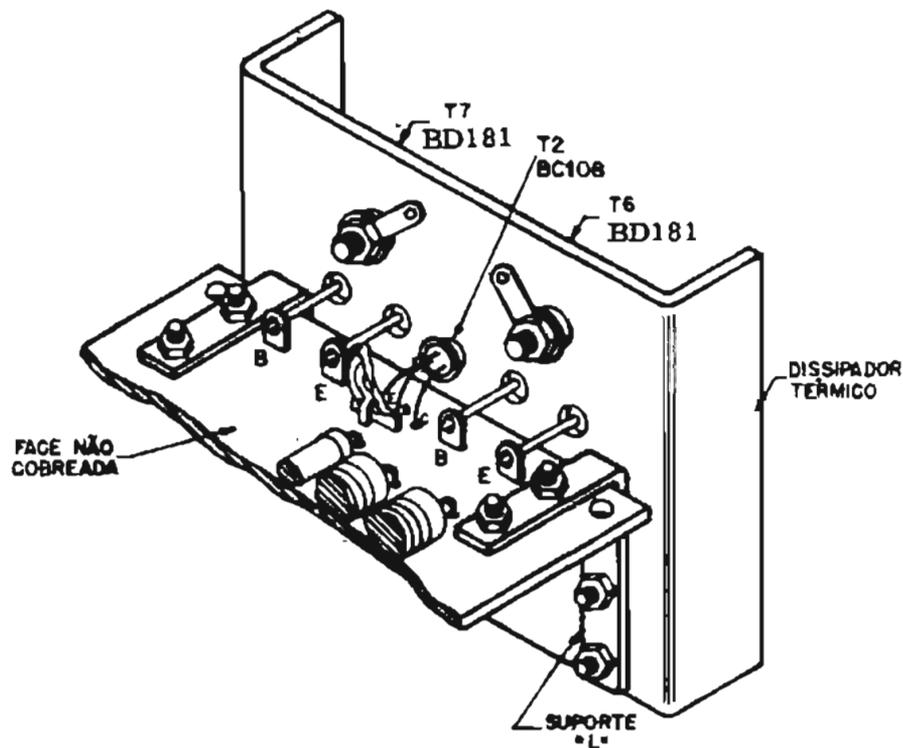


Figura 10 - Colocação de T2 (BC108) no dissipador térmico

por meio de parafusos e porcas de 3 x 6 mm. Uma vez constatada a correta posição do dissipador e dos transistores, aperte todos os parafusos de 3 x 6 mm.

- 14 - Solde os pinos de base e emissor de T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub> aos respectivos terminais.
- 15 - Para a colocação dos transistores T<sub>4</sub> (BD181) e T<sub>5</sub> (AD149) insira os parafusos de 3 x 18 mm a partir da face cobreada da placa. Coloque em cada parafuso, pelo lado isolante da placa, um dos espaçadores fornecidos no conjunto (figura 11). Coloque em seguida os transistores em seus lugares correspondentes. A ligação dos coletores de T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub> à fiação impressa é feita por meio de terminais adequados. Usam-se dois deles em conjunto com T<sub>5</sub> e apenas um com o transistor T<sub>4</sub>. Antes de montar os terminais, dobre-os a 8 mm do furo, como ilustrado na figura 11. A seguir encaixe o furo de cada terminal no parafuso de fixação, inserindo simultaneamente a lingueta no orifício correspondente da placa. Esses furos são indicados pelos símbolos "COL 4" e "COL 5" impressos na face não cobreada. Coloque a porca de fixação do transistor, verificando que o terminal fique entre o corpo do transistor e a porca de fixação.

Constatada a correção da montagem, aperte definitivamente os parafusos. Finalmente, solde os pinos de base e emissor de T<sub>4</sub> e

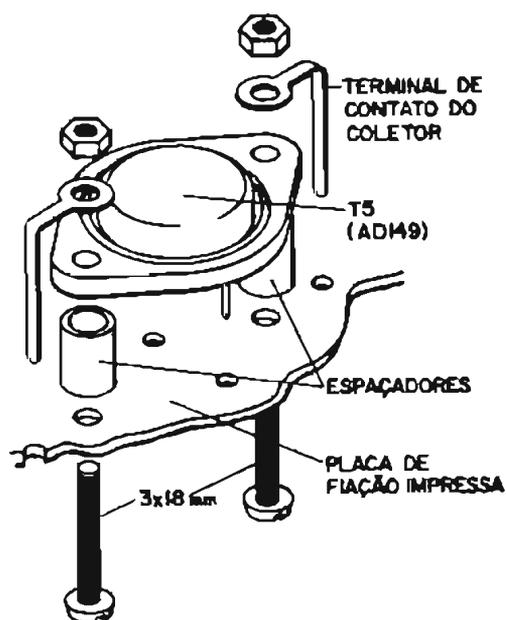


Figura 11 - Colocação de T<sub>5</sub> (AD149) na placa de fiação.

T<sub>5</sub>, bem como as linguetas de contato, à fiação impressa. Corte fora o excesso com um alicate de corte.

- 16 - Coloque e solde o capacitor cerâmico C<sub>7</sub>, "pin-up" de 10 nF, na posição indicada na figura 6.
- 17 - Descasque 5 mm das extremidades dos fios de cor verde e laranja. Orientando-se pela figura 6, solde o fio laranja ao terminal de T<sub>6</sub> e o fio verde ao terminal de T<sub>7</sub>. Corte o fio verde com 6 cm de comprimento e o fio laranja com 8 cm. Descasque 5 a 10 mm das extremidades dos dois fios. Encaixe o fio verde no ponto marcado com "COL 7" na placa de fiação e solde. Repita a operação com o fio laranja que deverá ser ligado ao ponto "COL 6".
- 18 - Encaixe o resfriador térmico no corpo de T<sub>3</sub> (BC107), usando um pouco de graxa de silicone ou vaselina sólida para melhorar o contato térmico.  
Cuidado para não entortar os terminais do transistor. (Veja figura 6).

## **AJUSTE E VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO**

Reveja toda a montagem verificando:

- Se todos os componentes estão na posição assinalada na figura 6.
- Se as polaridades dos capacitores eletrolíticos coincidem com as indicadas na placa impressa.
- Se os transistores estão nas posições corretas.

Verifique também:

- Se todas as soldas estão bem feitas.
- Se não existem terminais de componentes ou porções exageradas de solda colocando em curto-circuito partes da fiação impressa. (Solda entre filetes).
- Se as ligações aos transistores de saída (T<sub>6</sub> e T<sub>7</sub>) estão bem soldadas.
- Se os isoladores de mica estão colocados entre cada transistor de saída e o dissipador térmico.
- Se os parafusos que fixam os transistores de potência e os terminais de ligação dos coletores estão convenientemente apertados.

Para efetuar o ajuste do M-150 é necessário o seguinte material:

- Fonte de alimentação (veja "Ligações Externas").
- Multímetro com escalas de corrente de 50, 100 e 500 mA e de tensão de 50 ou 100 volts.
- Resistor de  $56\Omega$ , 2 W.

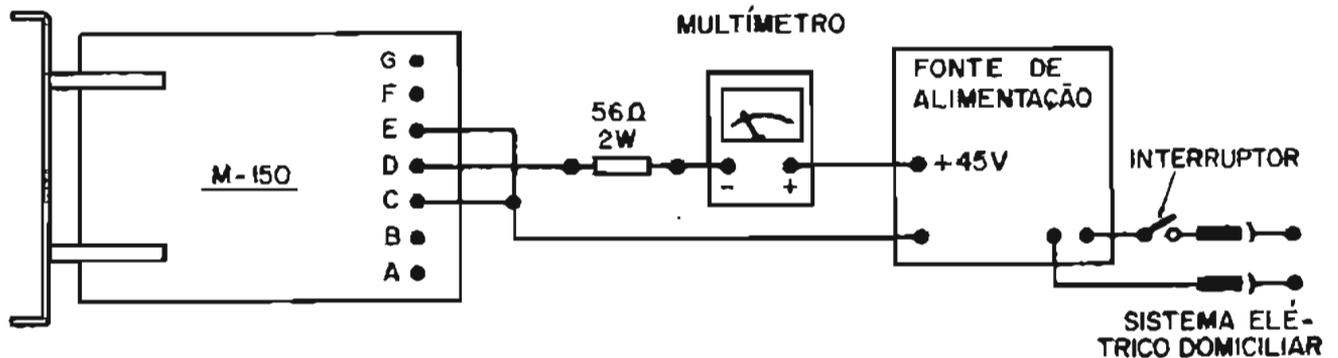


Figura 12 - Teste de funcionamento do módulo M-150.

Proceda do seguinte modo, orientando-se pela figura 12:

- 1 - Ligue os terminais C e E com cabinhos separados ao polo negativo da fonte de 45 volts (esta deverá estar desligada).
- 2 - Ligue um terminal do resistor de  $56\Omega$ , 2 W, ao ponto D. Selecione uma escala de corrente, com alcance de pelo menos 500 mA, no multímetro, intercale o instrumento entre o polo positivo da fonte e o terminal livre do resistor. O polo positivo do multímetro (polo "+") deverá ser ligado à fonte.

**ATENÇÃO:** Nunca ponha em curto, nem mesmo momentaneamente, os terminais de saída do amplificador (terminais F e G) quando em operação. Nunca efetue ligações, soldagens etc., com a alimentação ligada.

- 3 - Observe se as posições dos ressaltos indicadores dos potenciômetros de ajuste estão corretas, conforme indicado na etapa 9 das instruções de montagem.
- 4 - Verifique a tensão fornecida pelo sistema elétrico domiciliar. Em locais de grandes variações, recomenda-se o uso de um regulador de tensão. Acione o interruptor da fonte de alimentação, ligando-a ao sistema elétrico. O multímetro deverá registrar uma corrente reduzida (20 mA ou menor). Um valor superior a 50 mA indica que o módulo está consumindo corrente excessiva. Neste

caso, desligue a fonte e reveja a montagem, dando particular atenção às ligações dos transistores e à polaridade dos eletrolíticos.

- 5 - Caso tudo esteja correto, deixe a fonte ligada durante dois minutos, para que os transistores atinjam a temperatura normal de funcionamento. Coloque o multímetro em uma escala de corrente mais baixa (escala de 50 mA). Gire o disco plástico dentado de  $R_{11}$  até que o multímetro indique 28 mA.
- 6 - Desligue a fonte, retire o multímetro e ligue o terminal livre do resistor diretamente à fonte.
- 7 - Coloque o multímetro em uma escala de tensão de 50 ou 100 volts. Ligue novamente a fonte e verifique com o multímetro a tensão fornecida. O valor medido deve estar ao redor de 45 volts, com uma tolerância de  $\pm 2,5 V$ . Meça com o multímetro a tensão entre o coletor de T7 e o ponto de massa (é suficiente encostar a ponta de prova positiva ao corpo do transistor e a negativa ao terminal F). O instrumento deverá acusar a metade da tensão fornecida pela fonte (22,5 V no caso desta fornecer 45 V). Caso contrário, gire o ressaltó móvel de  $R_6$  até obter êste valor.

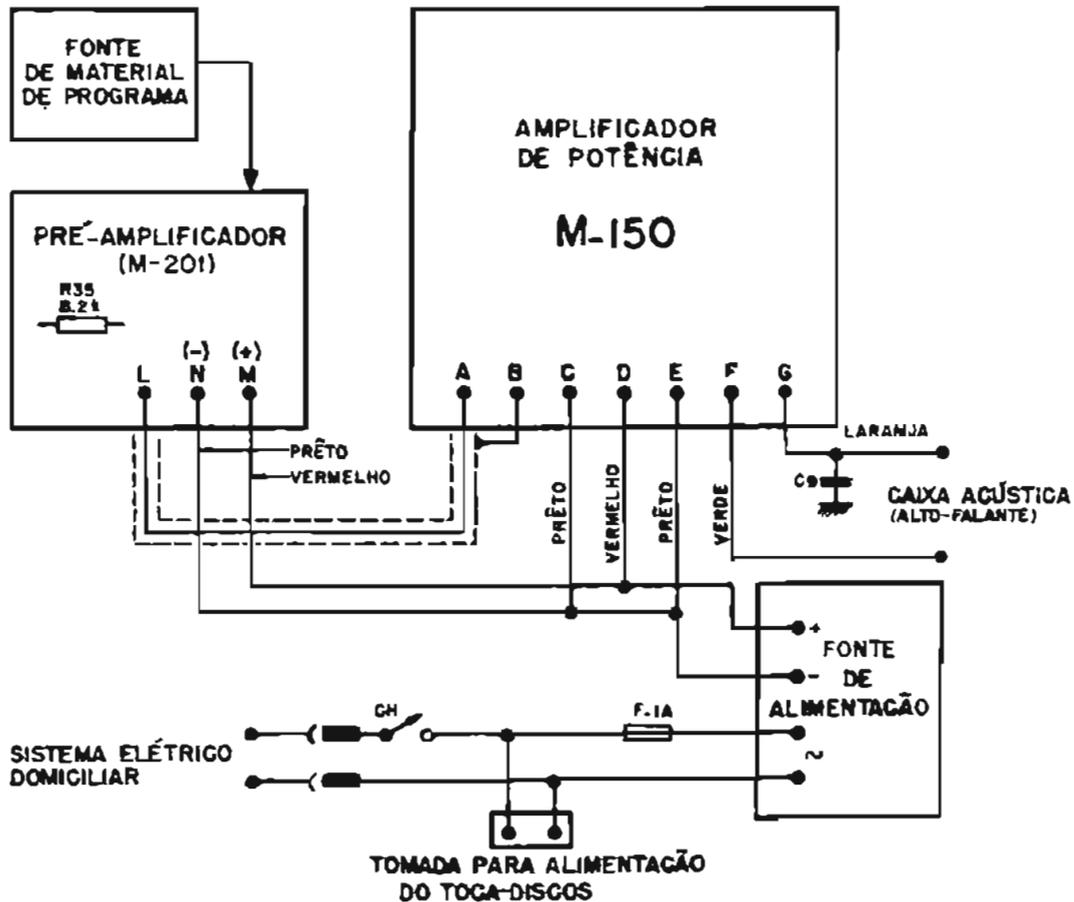


Figura 13 - Ligações do M-150 à fonte de alimentação e ao pré-amplificador.

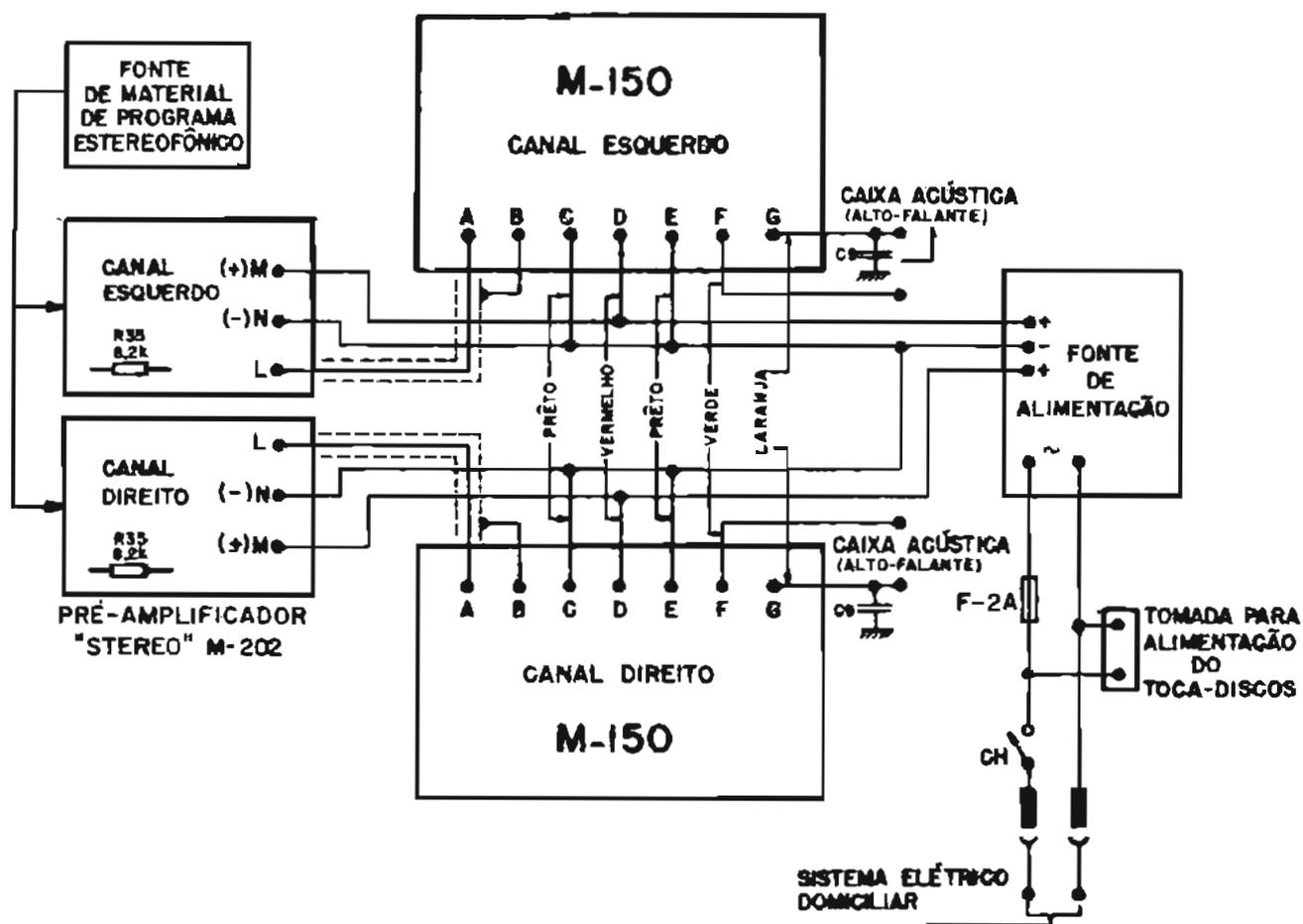


Figura 14 - Interligações num aparelho estereofônico.

- 8 - O módulo encontra-se agora em condições de funcionar, bastando para isso ligar a saída de um pré-amplificador aos pontos A e B e um alto-falante adequado aos pontos F e G (orientar-se pela figura 13 ou 14 e pelos itens C "Saída" e D "Entrada" do capítulo "Ligações Externas"). Retire o resistor usado durante os testes e ligue o ponto D diretamente ao polo positivo da fonte. Coloque um porta-fusíveis, com fusível de 1 A (ou 2 A para "stereo"), entre o interruptor e a ligação ao primário do transformador.
- 9 - Ligue a fonte de material de programa ao pré-amplificador e deixe o sistema funcionar normalmente verificando o seu desempenho.
- 10 - Caso ocorra alguma anormalidade, desligue a fonte de alimentação e proceda a uma rigorosa re-verificação, observando também os seguintes pontos:
  - a) as condições das soldas (contatos defeituosos ou abertos; soldas "frias" ou "cristalizadas" etc);

- b) a existência de curto-circuitos (peças metálicas sôbre ou sob a placa impressa) ou ligações abertas;
- c) as ligações externas (enganos, curto-circuitos, contatos abertos ou invertidos, fios quebrados dentro da isolação etc).
- 11 - Corrija os erros eventualmente encontrados e repita as operações de 1 a 9.
- 12 - Constatada a correção da montagem, no caso da persistência do defeito, meça as tensões indicadas na figura 1, usando, de preferência, um voltímetro eletrônico. Discrepâncias superiores a 20% (entre o valor constante no diagrama da figura 1 e o medido no aparelho), indicarão a possibilidade de defeito no estágio em foco.
- 13 - Verifique cada uma das partes do estágio, até localizar o componente danificado. Desligue a fonte e proceda a substituição. Repita as medições para verificar se está em ordem. Desfaça as ligações provisórias, deixando tudo pronto para as ligações definitivas.

## LIGAÇÕES EXTERNAS

### A - LIGAÇÕES EXTERNAS DO MÓDULO M-150

Os sete terminais, indicados pelas letras de A a G, fazem parte das ligações do módulo à fonte de alimentação, ao pré-amplificador e à carga (alto-falante).

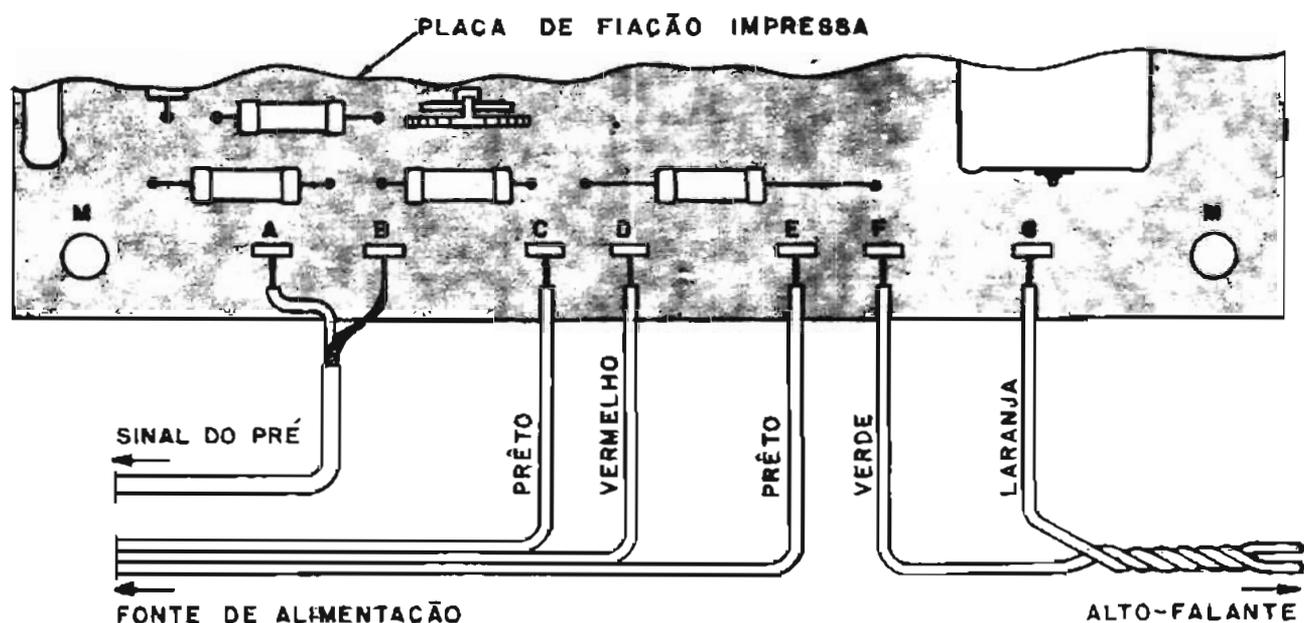


Figura 15 - Ligação dos fios à placa de fiação impressa.

Orientando-se pela figura 15, solde os fios coloridos, fornecidos no conjunto, a seus terminais próprios, de acordo com a tabela abaixo:

Terminal	Côr do Fio	Comprimento*
A	Central do cabinho blindado do "pré"	25 cm
B	Malha do cabinho blindado do "pré"	25 cm
C	prêto	60 cm
D	vermelho	60 cm
E	prêto	60 cm
F	verde	50 cm
G	laranja	50 cm

\* O comprimento dos fios dependerá, em muito, da disposição adotada e das dimensões do chassi.

## B - ALIMENTAÇÃO

A tensão contínua de 45 V deverá ser fornecida ao módulo M-150 por uma fonte, regulada ou não, ligada ao sistema elétrico domiciliar.

### B1 - FONTE PARA AMPLIFICADOR MONOFÔNICO

O transformador deverá fornecer no secundário uma tensão CA de 33 V, sem carga. O enrolamento deverá ser projetado para suprir uma corrente de pelo menos 1,3 A. (Veja figura 16).

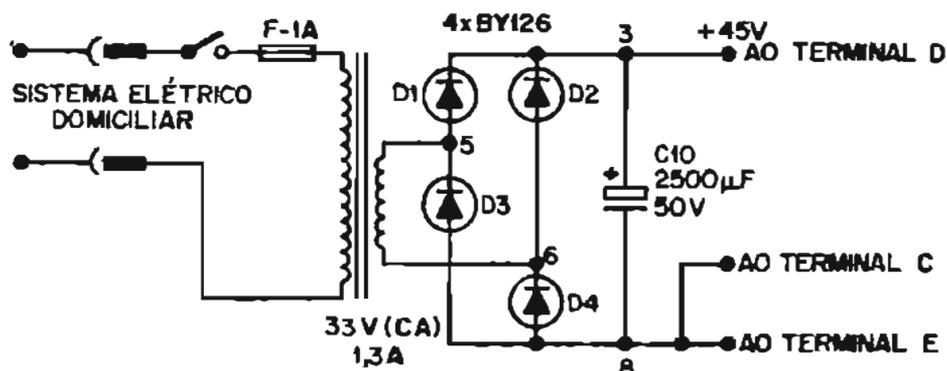


Figura 16 - Fonte de alimentação para amplificador monofônico.

A retificação é feita por quatro diodos BY126 ligados em ponte. O capacitor  $C_{10}$ , de  $2500\mu\text{F} \times 50\text{V}$  (não fornecido no conjunto), filtra a tensão de saída.

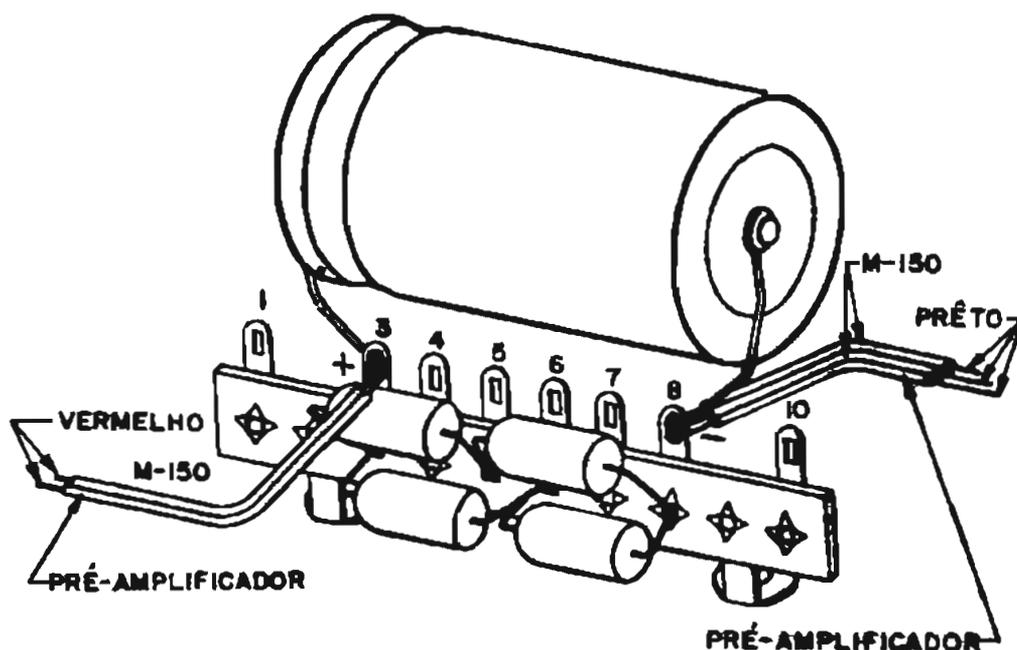


Figura 17 - Montagem da ponte retificadora na régua de terminais.

Monte o conjunto de acordo com as instruções abaixo, orientando-se pela figura 17.

- a) Coloque e solde os quatro diodos BY126 nos terminais da régua;
- b) Coloque e solde o capacitor  $C_{10}$  de  $2500\mu\text{F} \times 50\text{V}$ , com a polaridade indicada na figura 17;
- c) Ligue aos terminais 5 e 6 os dois fios do secundário do transformador;
- d) Ligue ao terminal 3 o fio vermelho que vem do terminal D do módulo M-150;
- e) Ligue ao terminal 8 os dois fios pretos procedentes dos terminais C e E do módulo M-150.

## B2 - FONTE PARA AMPLIFICADOR ESTEREOFÔNICO

Para amplificadores estereofônicos, o transformador deverá fornecer no secundário, também  $33\text{V}$ , sem carga.

Nêste caso, o enrolamento deverá ser projetado para suprir uma corrente de pelo menos  $2,5\text{A}$ . (Veja figura 18).

A retificação é feita por duas pontes idênticas à anterior, uma para cada canal. A montagem, sobre a régua, indicada na figura 17, deverá ser efetuada duas vezes, seguindo-se os itens de a até e da etapa B1. Os pontos 5, 6 e 8 da segunda régua deverão ser ligados, respectivamente, aos pontos 5, 6 e 8 da primeira.

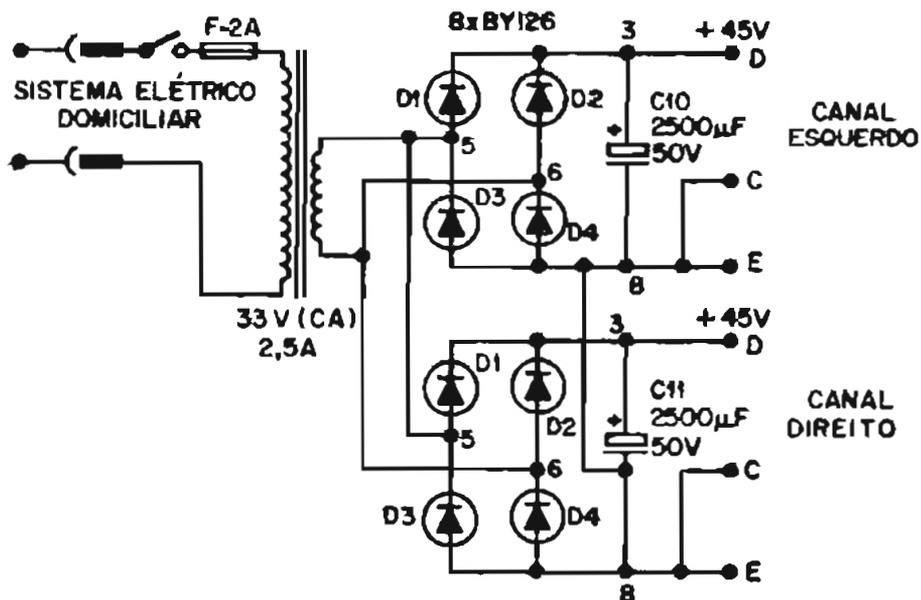


Figura 18 - Fonte de alimentação para amplificador estereofônico.

## C - SAÍDA

Os fios laranja e verde, que vêm dos terminais G e F do módulo M-150, deverão ser entrelaçados e ligados aos bornes de saída (veja figura 19). Para evitar oscilações indesejáveis coloque o capacitor cerâmico de 1,5 nF (C<sub>9</sub>) entre o terminal do borne, ao qual está ligado o fio laranja, e o chassi. No caso de montagem estereofônica repita esta operação para o outro canal.

O alto-falante (ou conjunto de alto-falantes) deverá ter capacidade de suportar 50 W ou 30 W respectivamente para 4Ω ou 8Ω de carga.

Para o primeiro caso poderá ser usada a associação de alto-falantes indicada na figura 20.

## D - ENTRADA

O módulo M-150 poderá ser ligado à qualquer tipo de pré-amplificador, transistorizado ou não, capaz de fornecer um sinal igual ou superior a 300 mV sobre 100 kΩ. O pré-amplificador M-201 presta-se perfeita-

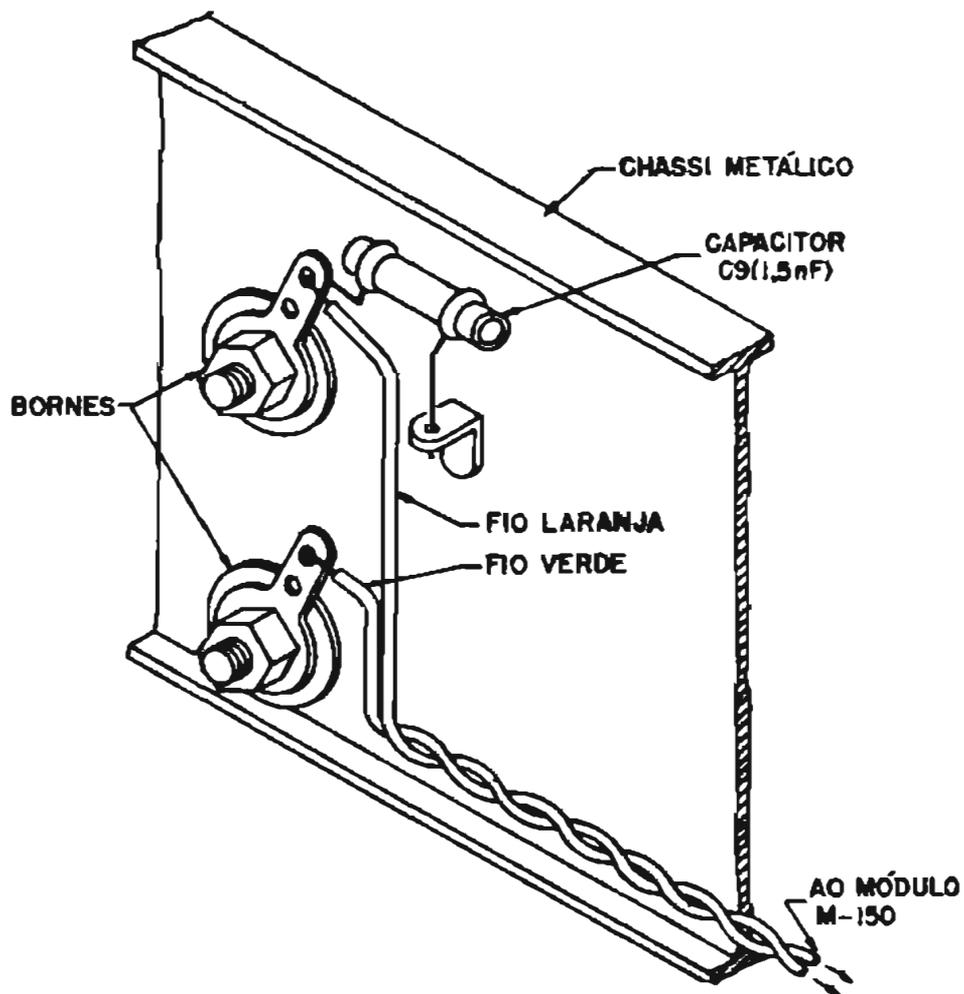


Figura 19 - Colocação do capacitor C9.

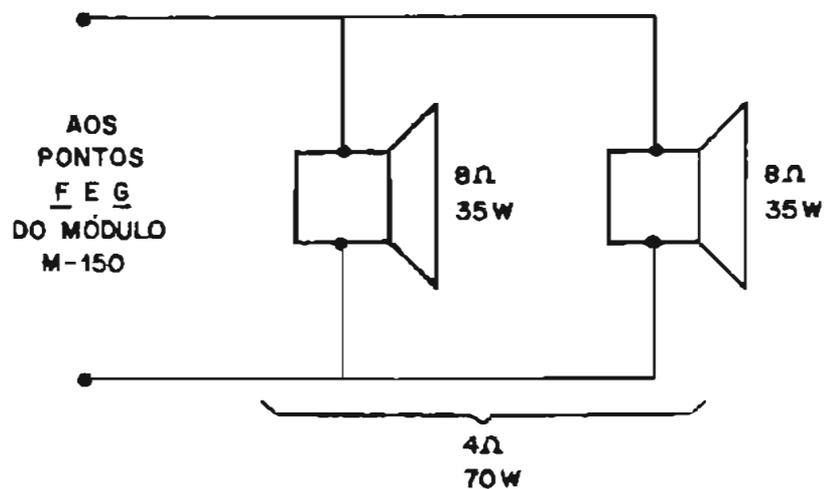


Figura 20 - Esquema da associação dos alto-falantes para a versão de 50W.

mente para essa finalidade, conquanto seja substituído o resistor R35 da placa principal do pré-amplificador, de seu valor 1,5 kΩ 1/4 W para 8,2 kΩ 1/4 W, para que o pré-amplificador também possa ser alimentado pela fonte de 45 V. É conveniente fazer a ligação entre o pré-amplificador e os pontos A e B do M-150 com fio blindado. A malha desse fio deverá ser ligada apenas ao ponto B do M-150. (Figuras 13 e 15). Para a versão estereofônica, deverão ser usados dois módulos M-150 acoplados a um pré-amplificador de dois canais. O conjunto M-202 é ideal para essa montagem, sendo apenas necessário substituir o resistor R35, nas duas placas principais do conjunto (figura 14).

## **E - INSTALAÇÃO**

O módulo M-150 poderá ser instalado juntamente com o pré-amplificador e a fonte de alimentação em chassi conveniente de acordo com a montagem escolhida (monofônica ou estereofônica). O chassi deve ser metálico e blindar completamente todo o conjunto.

Qualquer que seja o tipo de chassi escolhido, é importante o uso de espaçadores que impeçam o contato elétrico entre o módulo e o referido chassi.

A caixa externa, onde vai ser acomodado o chassi, deverá conter aberturas ou furos que permitam a circulação do ar na região dos dissipadores.

## **F - OBSERVAÇÕES**

Em se tratando de um amplificador de alta potência, convém evitar o mais possível a superposição dos condutores de saída e alimentação com estágios de baixo sinal.

Principalmente na montagem estereofônica, o campo magnético do transformador de alimentação poderá ocasionar tensões induzidas no circuito. Deve-se procurar a posição do transformador, que dê o menor zumbido em ambos os canais.

Convém frisar que ligações erradas, bem como "curtos" ainda que momentâneos, podem danificar parcial ou totalmente o aparelho.

A IBRAPE não se responsabiliza pelos danos decorrentes da inépcia ou descuido na montagem do conjunto, nem pela substituição das partes eventualmente danificadas, pois todos os componentes foram previamente testados.

