

manual de
instruções
amplificador de 10 W

M-110

série hi-fi
"Miniwatt"

Manual digitalizado por: Voyage

Restauração e conversão para PDF por: PY2BBS

20/04/2014

amplificador de 10 W

M-110

série hi-fi
"Miniwatt"

LISTA DE MATERIAL

I - Material incluído no Conjunto M-110

• Semicondutores

2 transistores BC108

1 par complementar AC187/AC188

1 par complementar AD161/AD162

1 ponte retificadora BY164

• Capacitores

C ₁	82 nF	250 V	poliéster metalizado	cinza, vermelho, laranja, branco, vermelho
C ₂	12,5 µF	25 V	eletrolítico	
C ₃ , C ₅	100 nF	250 V	poliéster metalizado	marrom, preto, amarelo, branco, vermelho
C ₄	40 µF	16 V	eletrolítico	
C ₆ , C ₇	640 µF	16 V	eletrolítico	
C ₈	400 µF	25 V	eletrolítico	
C ₉	15 nF	250 V	poliéster metalizado	marrom, verde, laranja, branco, vermelho
C ₁₀	10 pF	500 V	cerâmico tubular	(10 M)

• Resistores de 1/4 W

R ₁ , R ₄	1,5 MΩ, 10%	marrom/verde/verde/prata
R ₂	2,2 kΩ, 10%	vermelho/vermelho/vermelho/prata
R ₃	15 kΩ, 10%	marrom/verde/laranja/prata
R ₅ , R ₁₀	4,7 kΩ, 10%	amarelo/violeta/vermelho/prata
R ₆	22 kΩ, 10%	vermelho/vermelho/laranja/prata
R ₇ , R ₂₂	270 Ω, 10%	vermelho/violeta/marrom/prata
R ₈	470 Ω, 10%	amarelo/violeta/marrom/prata
R ₁₁ , R ₁₂ , R ₁₅ , R ₁₆	68 Ω, 10%	azul/cinza/preto/prata
R ₁₃ , R ₁₄	4,7 Ω, 10%	amarelo/violeta/ouro/prata
R ₁₉ , R ₂₀	330 kΩ, 10%	laranja/laranja/amarelo/prata

• Resistores de 1 W

R ₁₇ , R ₁₈	0,47 Ω, 10%	amarelo/violeta/prata/prata
-----------------------------------	-------------	-----------------------------

• Termistor

R ₉	(NTC disco)	130 Ω a 25°C	marrom/laranja/marrom/prata
----------------	-------------	--------------	-----------------------------

• Potenciômetro de ajuste: semi-fixo ("trimpot")

R ₂₁	2,2 MΩ	(linear; com disco plástico dentado)
-----------------	--------	--------------------------------------

- Diversos

- 1 placa com fiação impressa
- 1 radiador térmico de alumínio anodizado
- 2 aletas de resfriamento
- 2 suportes em "L" para fixação do radiador
- 9 parafusos de 3mm, com porcas
- 4 parafusos de 4mm x 8mm, com porcas
- 2 terminais para ligação aos coletores
- 6 terminais para fiação impressa
- 1 metro de solda especial (baixo ponto de fusão)
- 1 jogo de espaguete coloridos
- 1 jogo de fios coloridos, pré-cortados

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

II - Material não incluído no Conjunto M-110

- Capacitores:

C11 - acima de 2000 μ F 25 V eletrolítico

- Transformador de alimentação:

Primário: de acordo com a tensão do sistema elétrico local.

Secundário: 15,5V (tensão alternada, sem consumo).

- Alto-falante:

3,2 Ω - 15W (6W para a alimentação de 12V)

8 Ω - 8W

- Pré-amplificador:

Deverá fornecer uma saída de pelo menos 250mV sôbre 100k Ω

Nota: Da qualidade destes componentes depende, em grande parte, o desempenho final do aparelho

M-110

amplificador de 10 W

O conjunto de componentes M-110 contém todas as peças necessárias à montagem de um módulo amplificador para baixas frequências (áudio-frequências: de 40Hz a 24kHz) capaz de fornecer potência de 10W com alta qualidade ($d = 1,8\%$).

A elaboração do projeto, a disposição dos componentes e ligações e a construção mecânica final do conjunto M-110, tiveram todos os seus detalhes minuciosamente estudados para permitir até mesmo ao montador menos experiente a reprodução exata dos protótipos de laboratório, desde que fielmente obedecidas as instruções deste manual.

Por suas características de entrada este módulo poderá ser associado a qualquer pré-amplificador que forneça sinal igual ou superior a 250mV sobre 100k Ω .

Existe grande número de possíveis utilizações do M-110, cada uma com características peculiares: além das informações sobre a operação em amplificadores simples e estereofônicos, abordados neste Manual, apresentamos no Apêndice uma indicação geral sobre a operação do M-110 em automóveis (12V), interligado a um toca-fitas.

ESPECIFICAÇÕES

(Medições efetuadas em protótipos alimentados por fonte regulada).

Tensão de alimentação	20V	20V	12 V*
Impedância de carga	3,2 Ω	8 Ω	3,2 Ω
Potência máxima ($d = 10\%$)	12W	6,5W	4,3W
Potência nominal	10W	5,5W	4W
Distorção à potência nominal	1,8%	1,8%	6,5%
Consumo sem sinal	22mA	22mA	15mA
Consumo máximo	900mA	450mA	500mA
Sensibilidade	250mV	250mV	140mV
Impedância de entrada	100k Ω	100k Ω	150k Ω
Faixa de passagem	40Hz - 24kHz	28Hz - 22kHz	40Hz - 24kHz
Relação sinal/ruído	66dB	66dB	66dB

* Com as alterações indicadas no apêndice

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

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

O estágio de saída, que opera em classe B, é constituído por um par complementar de transistores de germânio AD161/AD162, ligado em configuração "contrafase complementar simétrica", com emissor comum. A excitação está a cargo dos transistores complementares AC187/AC188.

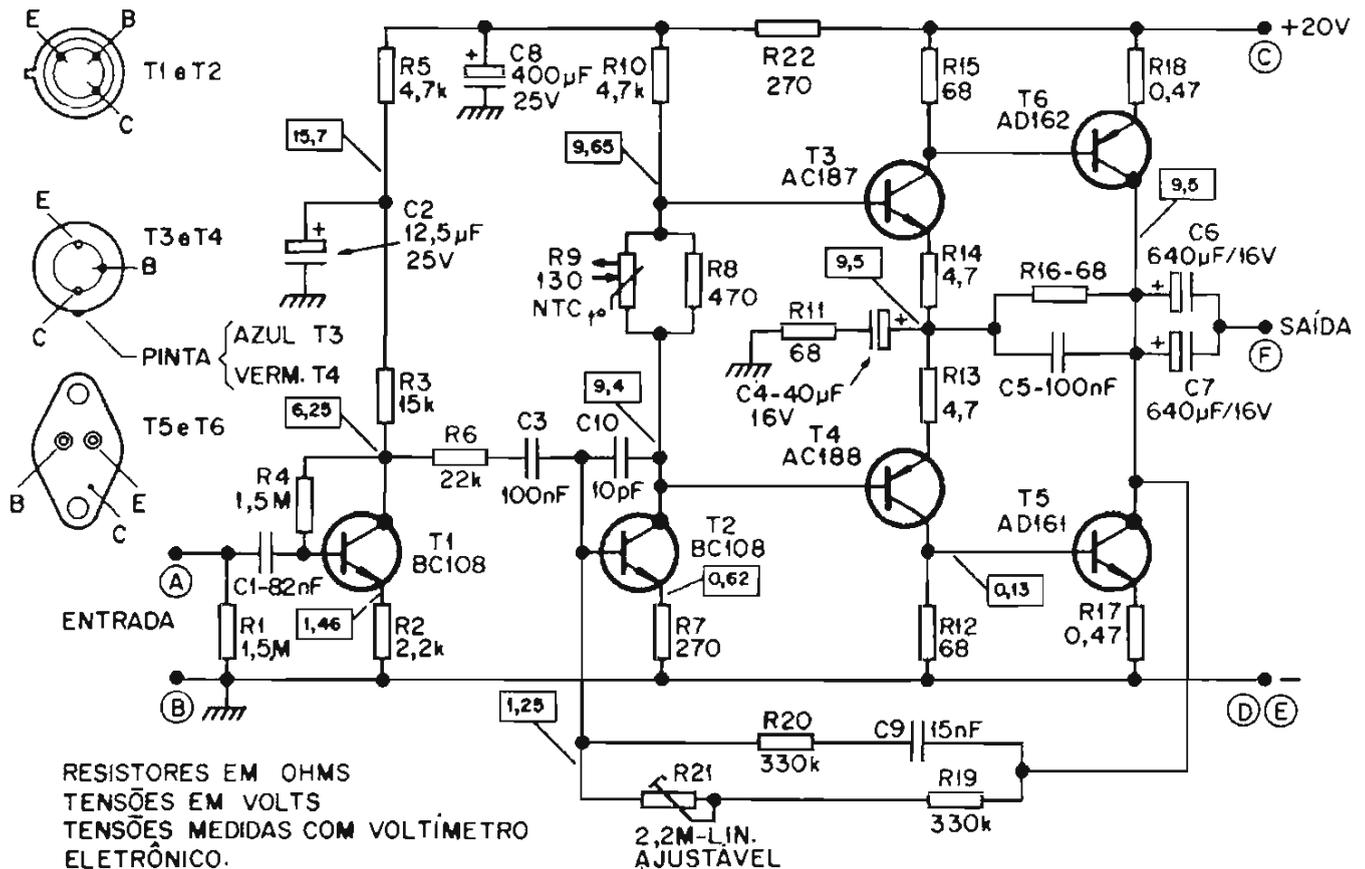


Figura 1 - Circuito do módulo amplificador M-110

A utilização de acoplamento direto entre os estágios de excitação e de saída, assim como entre T_2 e T_3/T_4 faz com que os pontos de trabalho dos cinco transistores estejam interrelacionados.

O elo de realimentação de dois ramais, entre a saída e a base do transistor T_2 , reduz a distorção total ao mesmo tempo que através de R_{19} e R_{21} determina a corrente de coletor de T_2 e portanto o ponto de trabalho de T_3 , T_4 , T_5 e T_6 .

Através do "trimpot" R_{21} é feito o ajuste deste ponto: esta operação é delicada e está descrita detalhadamente mais adiante.

O resistor R_{16} inserido entre as etapas de saída e excitadora desempenha duas funções: ao mesmo tempo que introduz uma realimentação negativa, mantém a tensão do ponto médio do estágio excitador ao mesmo valor da tensão dos coletores de T_5 e T_6 .

Para assegurar a baixa distorção do estágio de saída frente a variações de temperatura, foi colocado entre as bases dos transistores de excitação o conjunto formado pelos resistores R_8 e R_9 onde R_9 é um termistor (NTC - "Negative Temperature Coefficient") que deve ser tèrmicamente acoplado aos transistores de saída

A carga (alto-falante) é ligada diretamente aos coletores de T_5 e T_6 através dos capacitores C_6 e C_7 ligados em paralelo.

O transistor T_1 atua como estágio isolador entre a entrada e o amplificador pròpriamente dito, proporcionando uma impedância de entrada elevada entre os pontos A e B.

INSTRUÇÕES GERAIS

Leia com atenção estas instruções antes de iniciar a montagem. Identifique cada um dos componentes do conjunto verificando os respectivos valores, conferindo-os com a lista de materiais ou observando as côres correspondentes a cada valor de resistor e capacitor de poliéster metalizado.

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

Ao efetuar as operações de soldagem do M-110 utilize soldador com dissipação inferior a 50W, de PONTA FINA, e sòmente a solda especial fornecida no conjunto.

ATENÇÃO: NUNCA EMPREGUE FLUXO AO SOLDAR

Mantenha perfeitamente limpas as partes a serem soldadas (não é necessário retirar o verniz da face cobreada da placa pois êste facilita soldagem e evita a oxidação). A ponta do ferro de soldar, prèviamente estanhada, deve ser limpa com um trapo antes de cada soldagem.

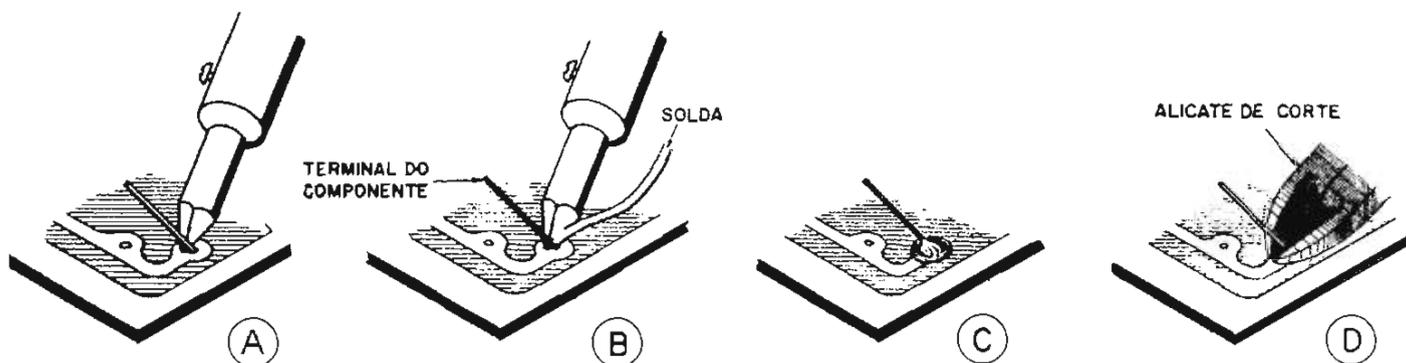


Figura 3 - Diversas fases na soldagem de um componente à placa de tração impressa.

Encoste a ponta do ferro de soldar à conexão (ver figura 2) 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 impressa.

Retire primeiro a solda e depois o ferro. Não mova os terminais até que a solda esfrie.

Puxe levemente o terminal para certificar-se de que a soldagem está firme. Corte fora o excesso de terminal com alicate de corte (figura 2-D).

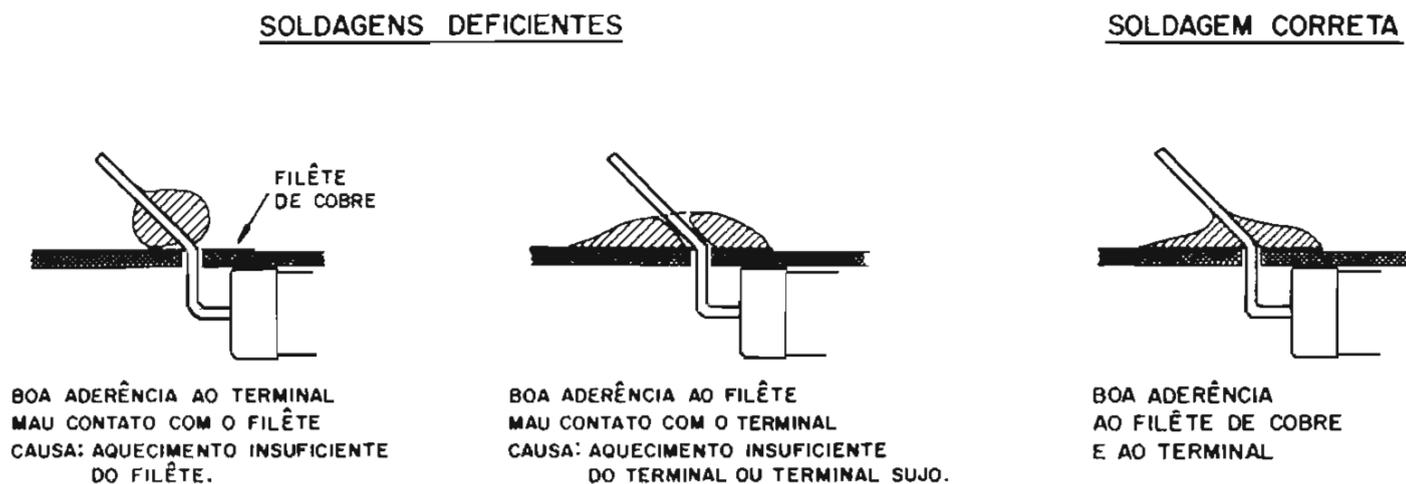


Figura 3 - Defeitos mais comuns e execução correta de soldagens.

Seguindo-se estas recomendações cada soldagem não levará mais do que cinco segundos, propiciando conexões corretas onde a solda envolve completamente a conexão e faz contato elétrico perfeito com o terminal do componente e o filete de cobre da fiação impressa (ver figura 3).

No caso de soldagem de transistores deve-se tomar precauções especiais, utilizando um dissipador de calor no terminal do transistor, como explicado mais adiante (ver figura 11).

MONTAGEM DOS COMPONENTES NA PLACA DE FIAÇÃO IMPRESSA

A posição dos componentes está indicada mediante o símbolo correspondente impresso na face isolante da placa. A figura 4 mostra a disposição correta das peças. Todos os componentes (salvo os transistores de potência) deverão ser colocados sobre a face isolante da placa de fiação impressa. Os terminais devem atravessar os respectivos orifícios, fazendo contato com a parte cobreada na face oposta (figuras 3 e 5).

Limpe com uma lixa fina e dobre no comprimento adequado os terminais dos componentes, antes de inserí-los nos orifícios da placa de fiação impressa (figura 5). Após a soldagem, corte o excesso do terminal rente à solda (última etapa da sequência da figura 2).

Efetue as operações na seguinte ordem, orientando-se pela figura 4:

1 - Coloque e solde os seis terminais de ligação externa A, B, C, D, E e F.

Use pressão moderada para inserir os terminais, evitando rachar a placa impressa (veja figura 6).

2 - Coloque e solde os 18 resistores de 1/4 watt ; (para alimentação de 12 V veja Apêndice).

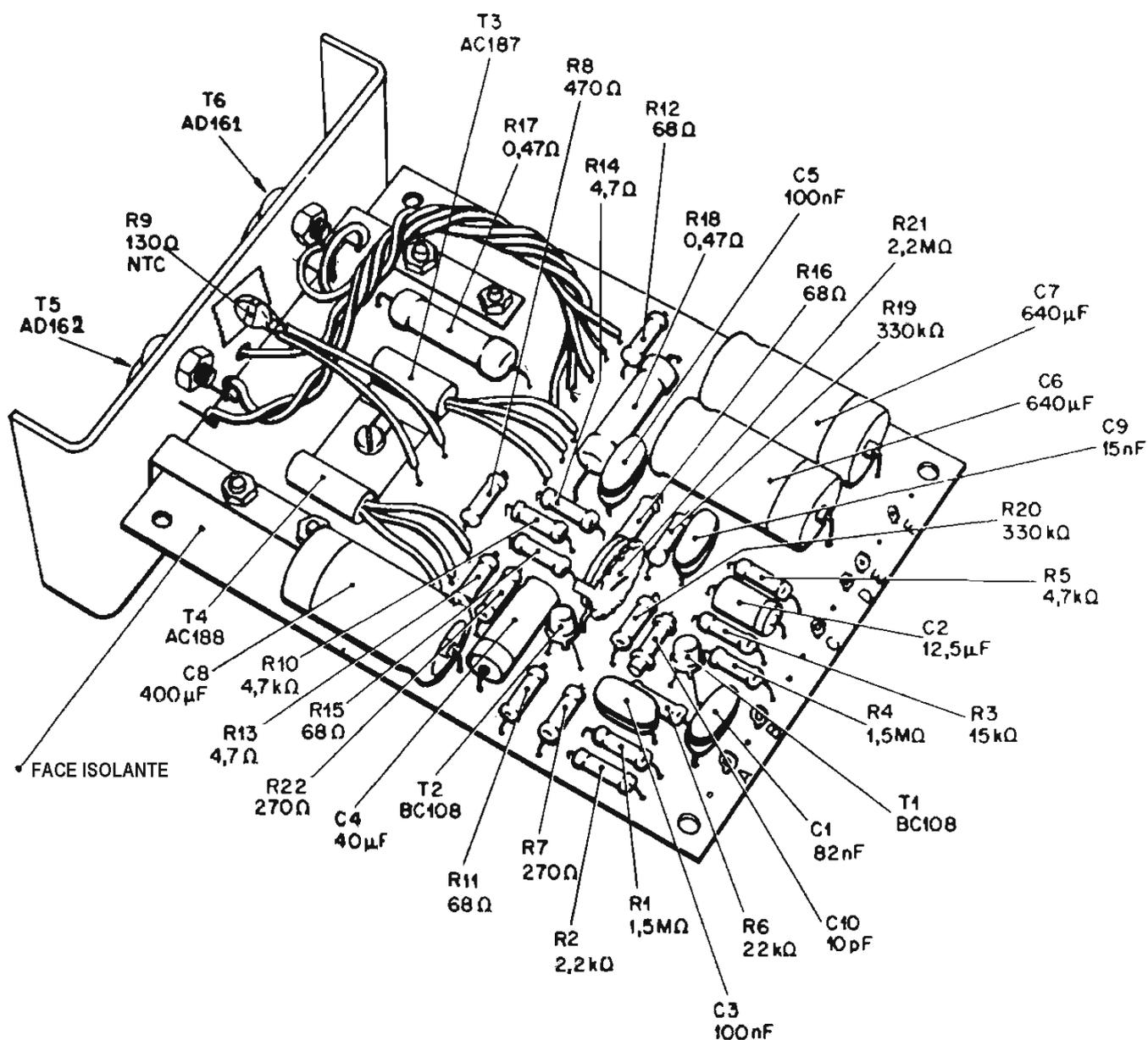


Figura 4 - Vista de conjunto do módulo amplificador montado.

- 3 - Coloque e solde os 2 resistores de 0,47 ohms, 1W (R_{17} e R_{18}).
- 4 - Coloque e solde os capacitores eletrolíticos C_2 e C_4 . Atenção à polaridade.

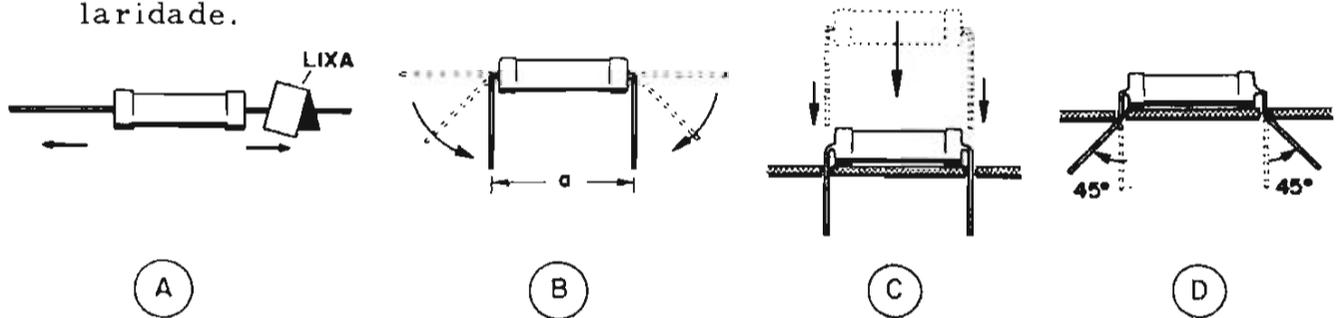


Figura 5 - Preparação, montagem e fixação mecânica de componente numa placa de fiação impressa.



Figura 6 - Modo correto de inserir e soldar os terminais para conexões externas no painel de fiação impressa.

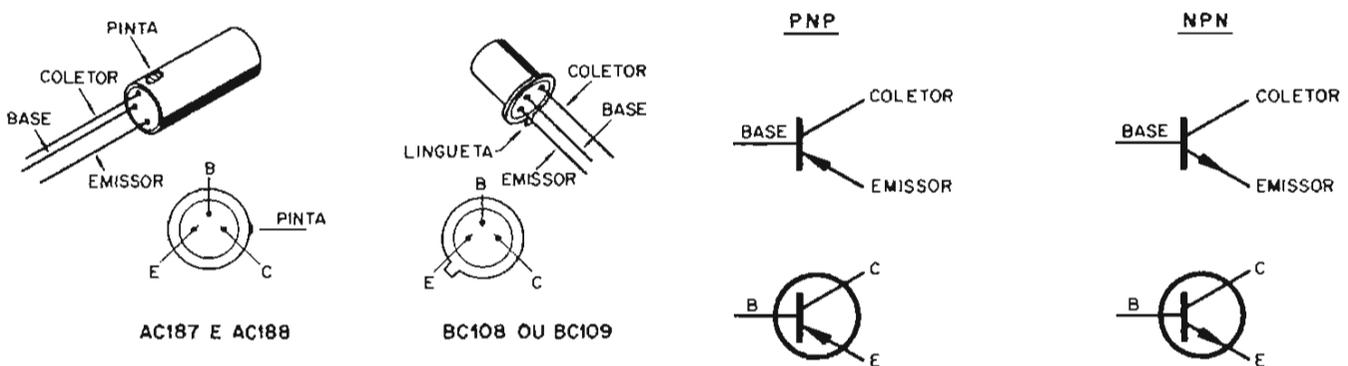


Figura 7 - Identificação dos transistores e disposição dos terminais.

- 5 - Coloque e solde os quatro capacitores poliéster metalizado C_1 , C_3 , C_5 e C_9 . Observe que não é preciso dobrar os terminais destes componentes antes da inserção nos respectivos orifícios. A identificação pode ser feita com o auxílio da lista de materiais. As cores são consideradas a partir do lado oposto ao dos terminais.
- 6 - Coloque e solde o capacitor cerâmico C_{10} .
- 7 - Coloque e solde os capacitores eletrolíticos C_6 , C_7 e C_8 . Atenção aos valores e à polaridade.

8 - Coloque os transistores T_1 e T_2 (BC108); identifique e posicione corretamente os terminais. Oriente-se pela figura 4, bem como pela figura 7 que mostra as posições das linguetas de referência dos transistores.

Deixe entre o transistor e a chapa impressa uma distância de 6 a 10mm (ver figura 8). Solde os terminais evitando aquecê-los por tempo excessivo: use um alicate de ponta fina como dissipador.

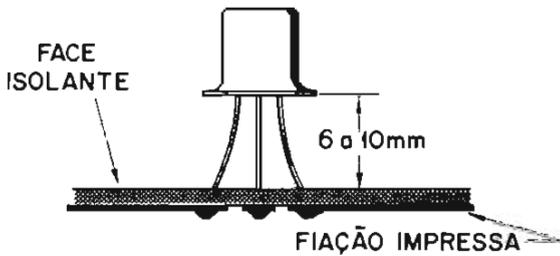


Figura 8 - Espaçamento entre transistores T_1 e T_2 e a placa de fiação impressa.

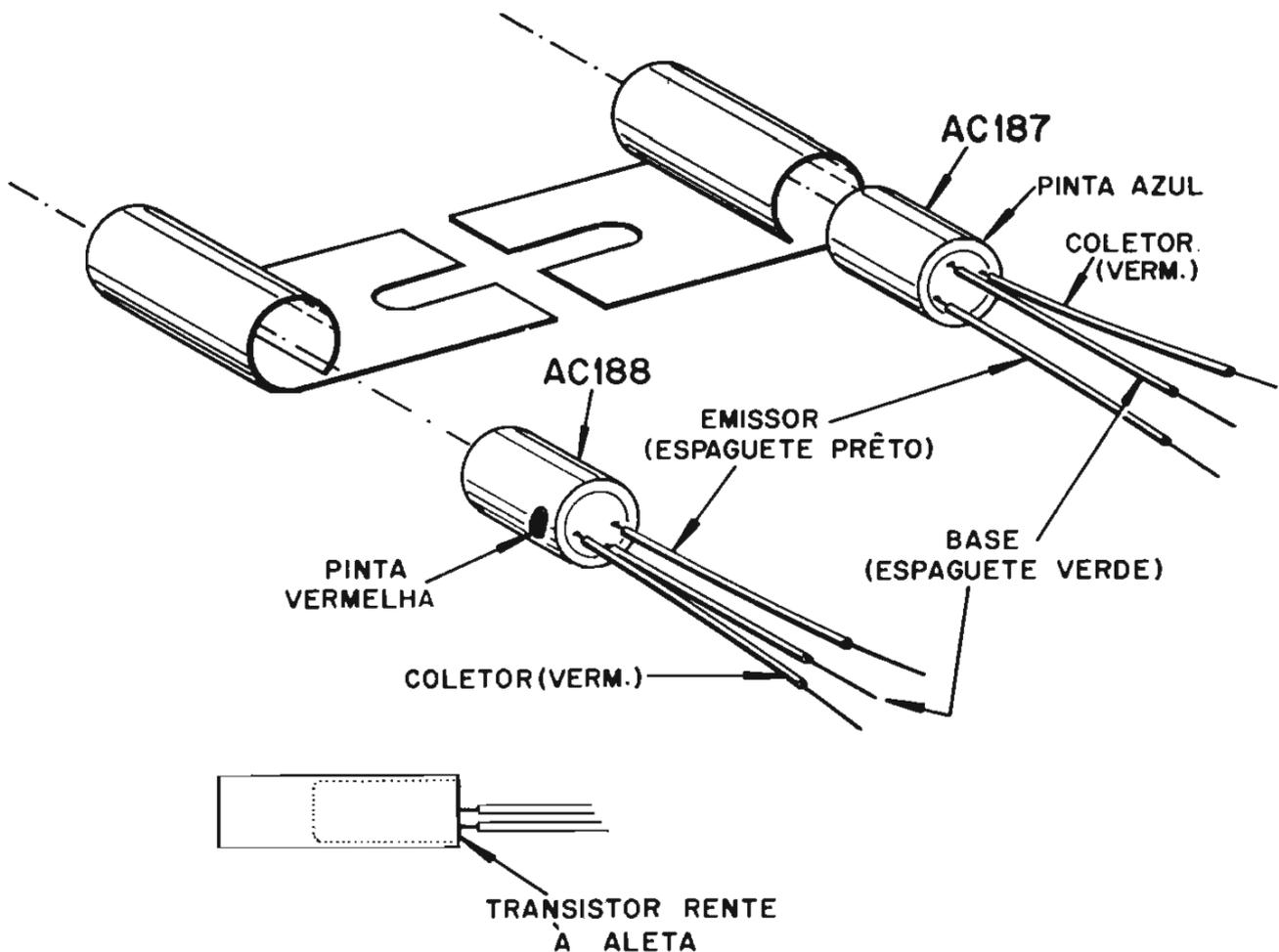


Figura 9 - Preparação dos terminais e montagem dos transistores T_3 e T_4 nas respectivas aletas de refrigeração.

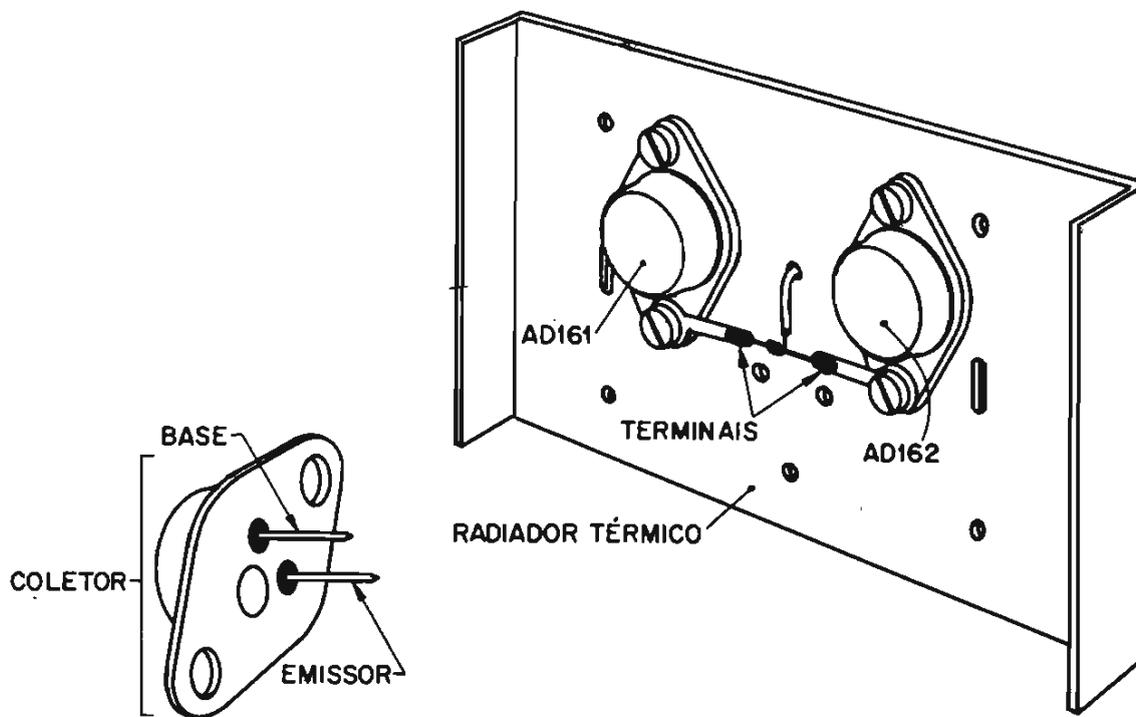


Figura 10 - Identificação dos terminais e colocação de T₅ e T₆ no radiador térmico.

- 9 - Corte pedaços de espaguete plástico colorido com 2,5cm de comprimento e coloque o vermelho no terminal do coletor, o verde no da base e o preto no do emissor dos transistores T₃ e T₄ (AC187 e AC188).
Estes transistores são identificados pela pinta colorida que dá a posição do coletor: azul no AC187 e vermelha no AC188.
- 10 - Passe graxa de silicone ou vaselina comum no corpo metálico de T₃ e T₄.
Coloque os transistores nas aletas de refrigeração, como indicado na figura 9, de modo que a parte inferior do invólucro coincida com a borda da aleta.
- 11 - Fixe as aletas com os transistores no furo "J" do painel usando parafuso de 6mm, arruela dentada e porca. Consulte a figura 4 para verificar a posição dos transistores. Introduza e solde os terminais de emissor, base e coletor de T₃ e T₄ nos furos correspondentes.
- 12 - Introduza os terminais do potenciômetro de ajuste R₂₁ (2,2MΩ) nos furos correspondentes e solde. Coloque o cursor na posição extrema à direita (componente visto pelo lado do disco plástico).
- 13 - Monte os transistores AD161 e AD162 no radiador térmico preto. Observe a posição dos transistores na figura 10; a furação do radiador dará a orientação correta.
Antes de fazer a montagem passe graxa de silicone ou vaselina comum na parte inferior de cada transistor (esta área ficará em contato com o radiador térmico). Fixe os transistores T₅ e T₆ no dissipador usando parafusos de 4mm de diâmetro, colocando entre o parafuso e o transistor o terminal de contato de coletor, como indicado na figura 10.

14 - Interligue e solde os extremos livres dos terminais fixados na operação anterior (indicado na figura 10).

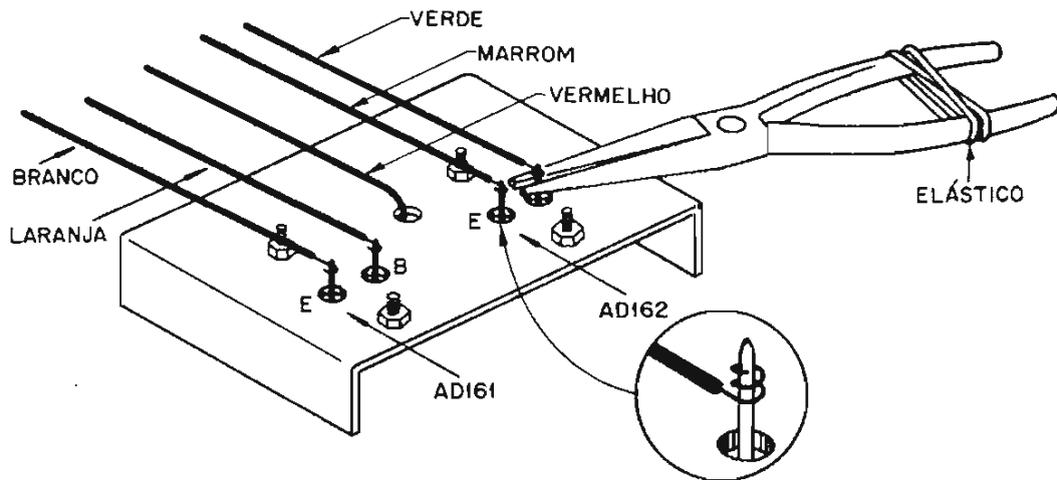


Figura 11 - Ligação dos fios pré-cortados aos terminais de T₅ e T₆.

15 - Ligue e solde os 5 fios pré-cortados seguindo as indicações abaixo (ver também figura 11):

- fio branco - emissor de T₅ (AD161)
- fio laranja - base de T₅
- fio marrom - emissor de T₆ (AD162)
- fio verde - base de T₆
- fio vermelho - interligação de T₅ e T₆

Passo o fio vermelho pelo furo do radiador.

Ao soldar os terminais dos transistores use pouca solda e coloque um alicate como indicado na figura 11 para reduzir o aquecimento do transistor.

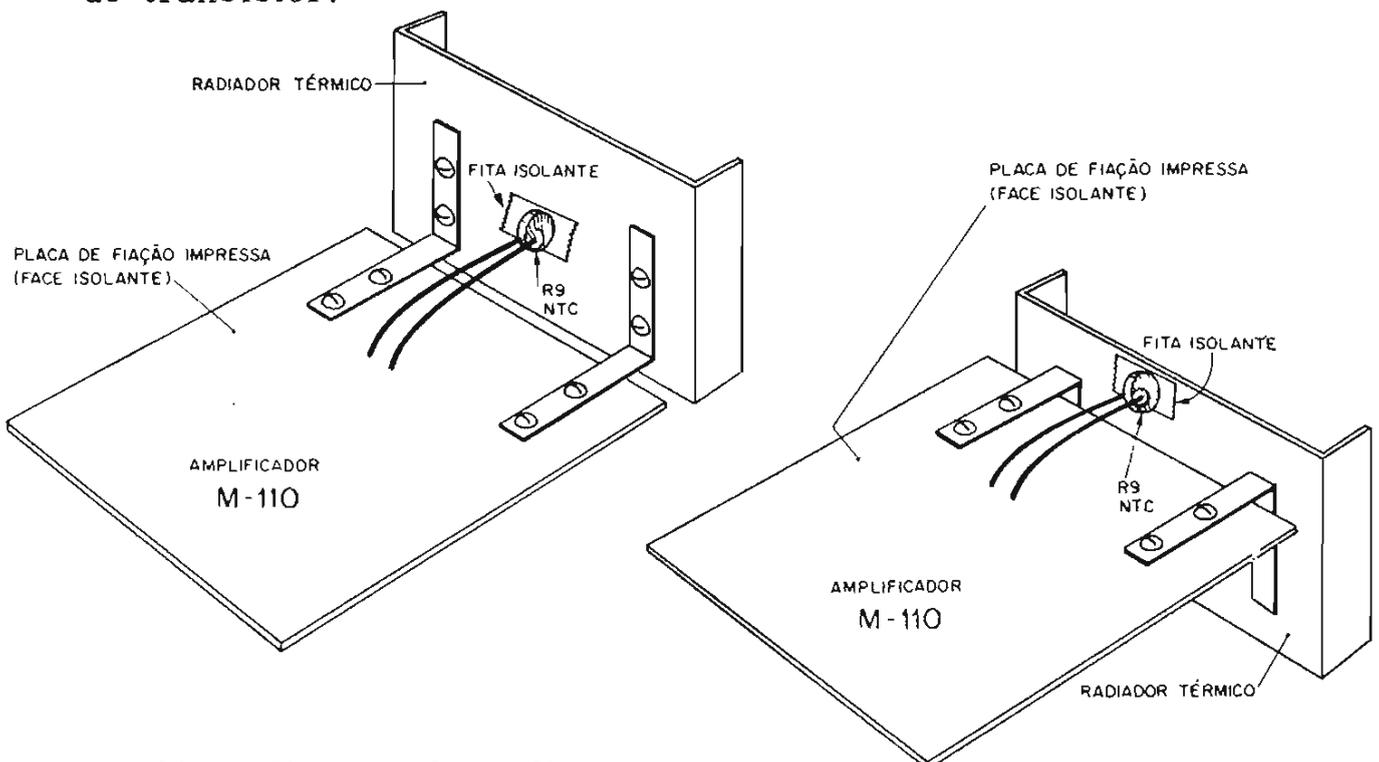


Figura 12 - Fixação do radiador

16 - Fixe o radiador na placa de fiação impressa por meio de dois suportes em "L" colocando 4 parafusos e porcas de 3mm no radiador, conforme figura 12.

ATENÇÃO - Os suportes devem sempre ser colocados na face isolante da placa. Na figura 12 estão indicados dois modos de posicioná-los. Note que os transistores T₅ e T₆, (figura 10) invertem sua posição.

17 - Posicione e solde na placa impressa os fios que vêm do radiador seguindo a tabela abaixo (veja também figura 4).

Ponto 1 - fio verde (base do AD162)

Ponto 2 - fio marrom (emissor do AD162)

Ponto 3 - fio vermelho (coletores)

Ponto 4 - fio branco (emissor do AD161)

Ponto 5 - fio laranja (base do AD161)

18 - Corte dois espaguetes com 35mm de comprimento. Introduza-os nos terminais de R₉ (termistor NTC 130Ω). Conservando os terminais com o comprimento original, coloque e solde na placa onde indicado. O corpo NTC deve tocar no radiador. No ponto de contato cole um pedaço de fita isolante no radiador; use graxa de silicone ou vaselina sobre a fita para melhorar a transferência de calor do radiador para o corpo do NTC. Ver também figura 4 e 12.

AJUSTE E VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO

Reveja toda a montagem verificando:

- Se todos os componentes estão na posição assinalada na figura 4.
- Se a polaridade dos capacitores eletrolíticos coincide com a indicada na placa impressa.
- Se os transistores estão na posição correta.
- Se os fios coloridos estão corretamente posicionados.

Verifique ainda:

- Se todas as soldas estão bem feitas.
- Se não existem pontas de terminais dos componentes ou porções exageradas de solda colocando em curto-circuito partes da fiação impressa.
- Se as ligações aos transistores de saída (T₅ e T₆) estão bem soldadas.
- Se os parafusos que fixam os transistores de saída e os terminais de ligação dos coletores estão bem apertados.
- Se a solda dos terminais de ligação aos coletores e do fio vermelho ao fio de interligação estão bem feitas.

Particularmente verifique:

- Se o NTC está corretamente colocado e devidamente soldado.
- Se o NTC está encostado na fita isolante colocada no dissipador conforme indicado na etapa 18 da montagem.

Para efetuar o ajuste do ponto de trabalho do amplificador é necessário o seguinte material:

- Fonte de alimentação: Ver ligações externas (Alimentação)
- Voltímetro;
- Resistor de 22Ω (1W)

Proceda do seguinte modo:

- 1 - Interligue os terminais A e B (entrada). Use um pedaço de fio rígido soldado aos terminais.
- 2 - Ligue a E e F um alto-falante de $3,2\Omega$ (ou 8Ω), capaz de suportar pelo menos 15W. Empregue fio flexível, soldando tôdas as ligações.
- 3 - Ligue o resistor de 22Ω ao terminal C (ver figura 13).

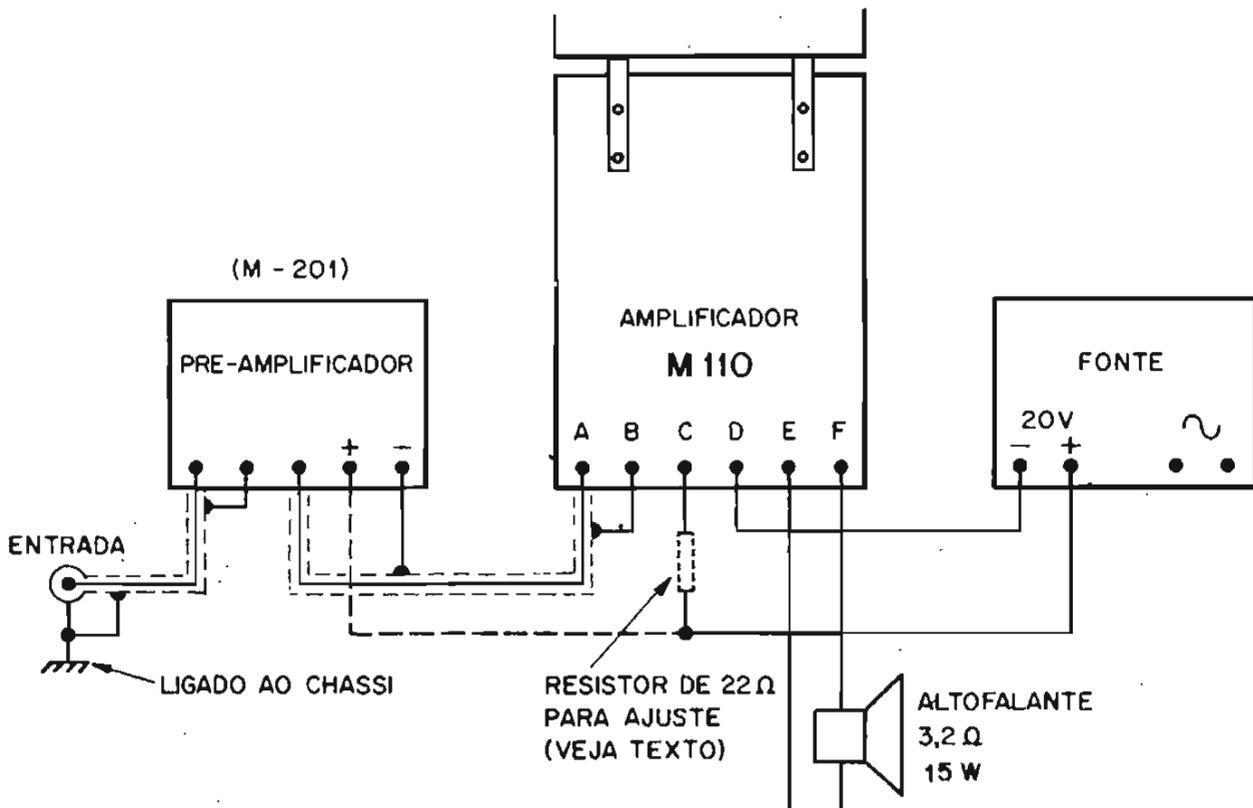


Figura 13 - Interligação do módulo amplificador M-110 à fonte de alimentação e ao pré-amplificador.

- 4 - Ligue a fonte ao terminal D e ao extremo do resistor de 22Ω . Use fios flexíveis isolados, de preferência vermelho para o positivo (terminal C; resistor) e branco para o negativo (terminal D). Solde tôdas as ligações.
- 5 - Ligue o voltímetro aos extremos do resistor (escala de CC, de 10V; fio negativo do voltímetro em C).

ATENÇÃO: Nunca ponha em curto, nem mesmo momentaneamente os terminais de saída do amplificador (terminais E e F) quando em operação.

Nunca efetue ligações, soldagens, etc com o aparelho ligado.

- 6 - Ligue a alimentação da fonte. O voltímetro deverá indicar pequena tensão, inferior a 2V. Tensão maior significa corrente excessiva. Nesse caso desligue a fonte e reveja a montagem dando particular atenção às ligações dos transistores e polaridade dos eletrólíticos.
- 7 - Caso tudo esteja correto desligue a fonte e o voltímetro, retire o resistor de 22Ω e solde o fio do polo positivo da fonte diretamente ao ponto C.
- 8 - Ligue a fonte e deixe a alimentação ligada durante alguns minutos para que os transistores de saída atinjam a temperatura normal de funcionamento.
- 9 - Ligue um miliamperímetro (fim de escala de 50 a 100mA) em série com a alimentação (negativo ao ponto C e positivo ao positivo da fonte). Faça isso de maneira rápida para não esfriar os transistores de saída. Ajuste o disco plástico até que o instrumento indique 22mA.
- 0 - Desligue o aparelho, retire o miliamperímetro e refaça as ligações.
- 1 - O módulo encontra-se agora em condições de funcionar, bastando para isso desfazer a interligação entre A e B antes de ligar um pré-amplificador a estes pontos, conforme indicado na figura 13.
- 2 - Ligue o sinal de entrada ao pré-amplificador e deixe o sistema funcionar normalmente, verificando o seu desempenho.
- 3 - Caso ocorra alguma anormalidade, desligue imediatamente o aparelho e proceda 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 sobre ou sob a placa impressa) ou ligações abertas (terminais ou fios quebrados dentro da isolação etc);
 - c) as ligações externas (enganos, curto-circuitos, contatos abertos ou invertidos, fios quebrados dentro da isolação etc).
- 4 - Corrija os erros eventualmente encontrados e repita as operações de 1 a 11.
- 5 - Constatada a correção da montagem, no caso de persistir o defeito, meça nos pontos correspondentes as tensões indicadas no diagrama da figura 1 utilizando um voltímetro eletrônico. Discrepâncias superiores a 20% (entre o valor constante do diagrama e o encontrado no aparelho) indicarão a possibilidade de defeitos no estágio em foco.
- 6 - Verifique cada uma das partes do estágio suspeito, até localizar o componente defeituoso. Desligue o aparelho e troque a peça; torne a ligar a alimentação e repita as medições, verificando se está tudo em ordem.

Ao terminar as verificações desfaça as ligações provisórias (aquecendo os terminais) e retire os fios usados, deixando tudo pronto para as ligações definitivas.

LIGAÇÕES EXTERNAS

I - Alimentação

A tensão contínua de alimentação, 20V, poderá ser fornecida por uma fonte retificadora, regulada ou não, ligada ao sistema elétrico domiciliar.

Indicamos a seguir duas fontes que podem ser utilizadas com o M-110. Os transformadores devem possuir blindagem magnética.

FONTE PARA AMPLIFICADOR MONOFÔNICO

Apresentada na figura 14, utiliza a ponte retificadora de silício BY164 e um capacitor eletrolítico (C₁₁ - não fornecido no conjunto) O transformador, cujos dados encontram-se abaixo, fornece uma tensão alternada no secundário de 15,5 V, sem carga.

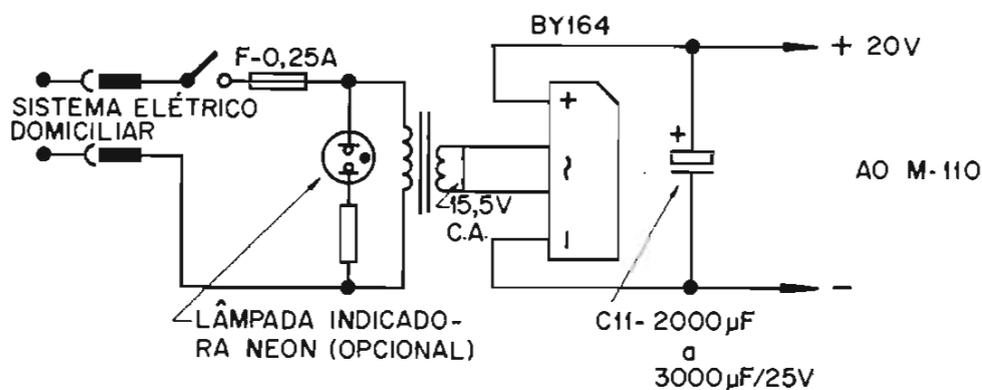


Figura 14 - Fonte de alimentação para amplificador monofônico.

DADOS DO TRANSFORMADOR

Primário*	[115 V	800	espiras, fio esmaltado de 0,31 mm (nº 29)
		220 V	1600	espiras, fio esmaltado de 0,22 mm (nº 32)
Secundário	-	15,5 V	114	espiras, fio esmaltado de 0,86 mm (nº 20)
Núcleo	-	25,4 mm x 25 mm ou maior, em chapas "E/I" ou "F", entrelaçadas.		

* Os dados referem-se a sistemas elétricos de 60Hz.

FONTE PARA AMPLIFICADOR ESTÉREO

Destinada a alimentar dois conjuntos M-110, esta fonte está indicada na figura 15; utiliza duas pontes BY164, dois capacitores eletrolíticos (C₁₁ e C₁₂ - não fornecidos no conjunto) e um transformador de 15,5 V capaz de fornecer uma corrente mais elevada.

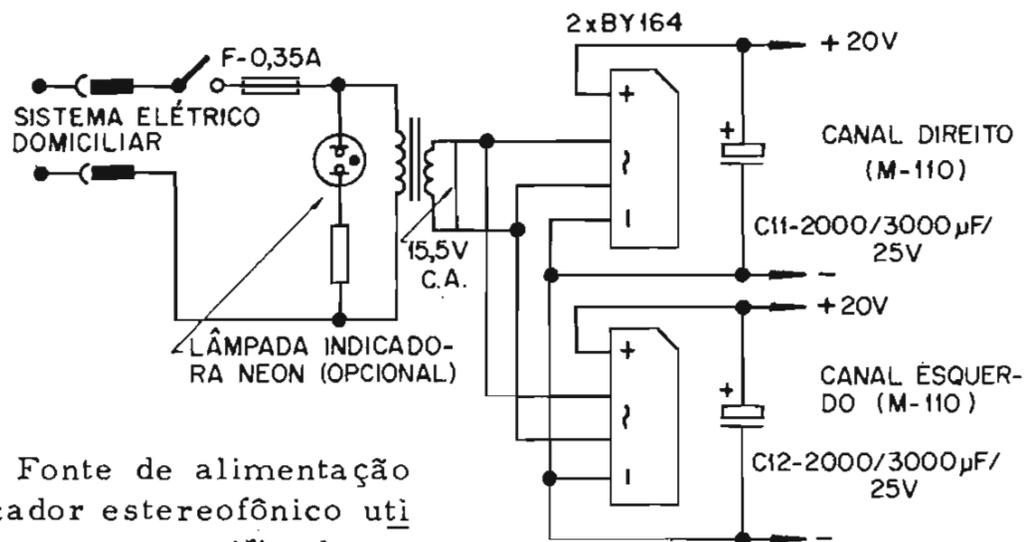


Figura 15 - Fonte de alimentação para amplificador estereofônico utilizando duas pontes retificadoras BY164.

DADOS DO TRANSFORMADOR

Primário*	$\left[\begin{array}{l} 115 \text{ V} \quad 730 \text{ espiras, fio esmaltado de } 0,39 \text{ mm (n}^\circ \text{ 27)} \\ 220 \text{ V} \quad 1450 \text{ espiras, fio esmaltado de } 0,273 \text{ mm (n}^\circ \text{ 30)} \end{array} \right.$
Secundário	
Núcleo	- 25,4 mm x 30 mm ou maior, em chapas "E/I" ou "F", entrelaçadas.

* Os dados referem-se a sistemas elétricos de 60Hz.

II - Saída

Os terminais "E" e "F" devem ser ligados por fios flexíveis isolados a um alto-falante ou conjunto de alto-falantes perfazendo a impedância desejada: $3,2\Omega$ para 10 W de saída ou 8Ω para 5,5 W. O alto-falante (ou conjunto de alto-falantes) usado deverá ter capacidade de suportar pelo menos 15 W ou 8 W, respectivamente.

Ao efetuar a ligação, elimine todas as possibilidades de contatos elétricos diretos entre os pontos "E" e "F" (pontas de fios, restos de solda, fios sem isolação etc), tanto no momento da instalação como posteriormente, durante o uso. A operação do conjunto com estes pontos interligados diretamente, danificará irremediavelmente os transistores de saída.

III - Entrada

A figura 13 mostra a interligação a um pré amplificador.

A elevada impedância de entrada do M-110 permite a utilização de qualquer tipo de pré-amplificador, transistorizado ou não. O módulo transistorizado M-201 presta-se perfeitamente a este propósito.

É conveniente, em qualquer caso, efetuar a interligação, entre a saída do pré-amplificador e os pontos A e B da placa impressa do M-110, com fio blindado.

Caso o pré-amplificador escolhido forneça um sinal superior a 2 V, o uso de um divisor de tensão (que apresente impedância conveniente) proporcionará uma atuação mais suave do controle de volume.

Para aparelhos estereofônicos, deve-se acoplar dois módulos M-110 a um pré-amplificador de dois canais. O conjunto estereofônico M-202 é ideal para este tipo de montagens, pois utiliza a mesma fonte de alimentação dos amplificadores; o esquema geral das interligações está indicado na figura 16.

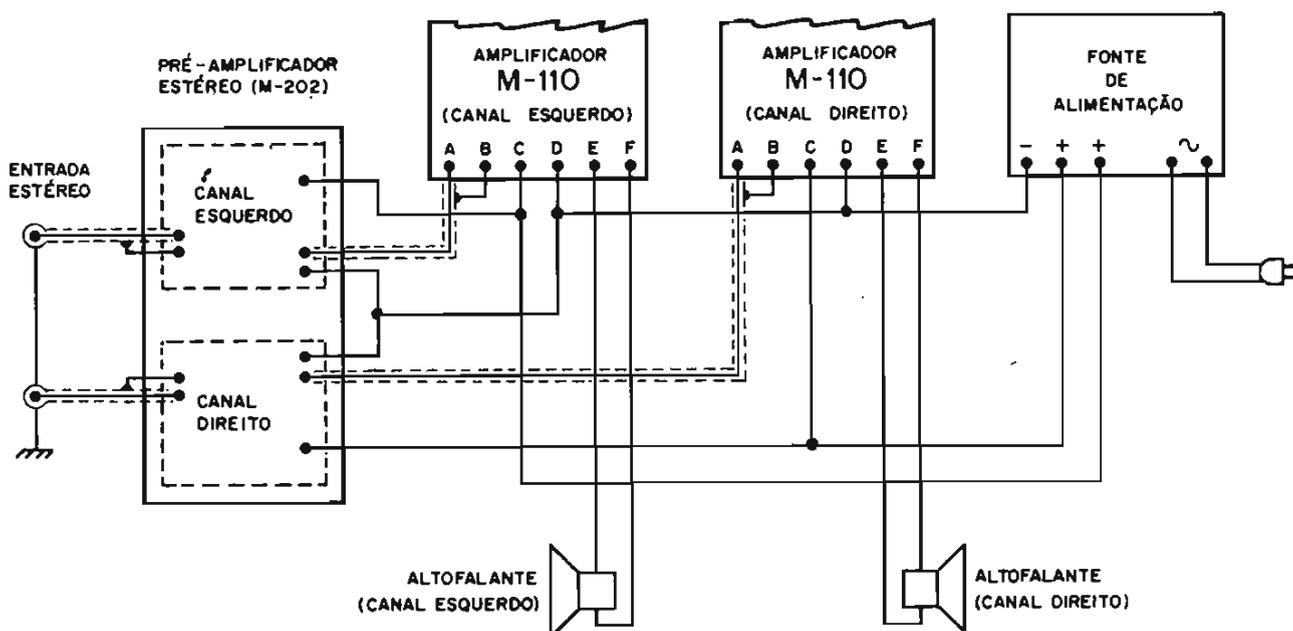


Figura 16 - Diagrama em blocos de um aparelho estereofônico usando dois módulos amplificadores M-110.

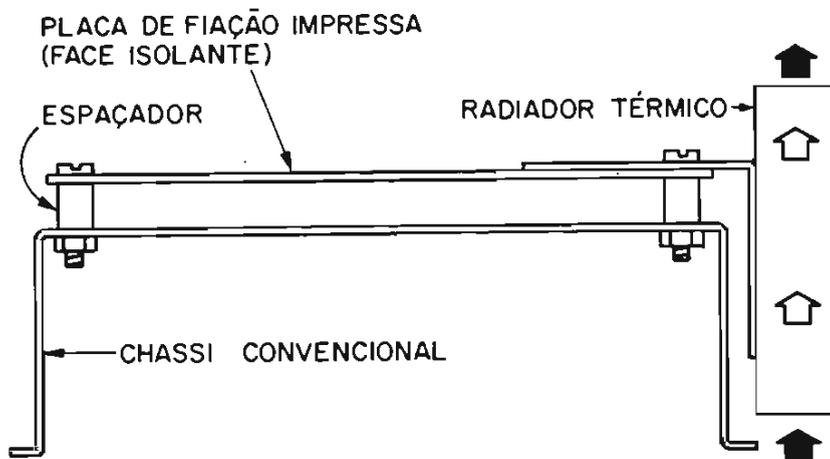


Figura 17 - Instalação do módulo amplificador em um chassi convencional.

IV - Instalação

O módulo M-110 pode ser instalado tanto em chassis convencionais como em caixas de metal ou de madeira. As figuras 17 e 18 ilustram duas possibilidades de instalação. Observe no desenho o uso de espaçadores isolantes ou metálicos.

A caixa de montagem deve ter aberturas ou furos que permitem o resfriamento do dissipador, através de adequada circulação de ar.

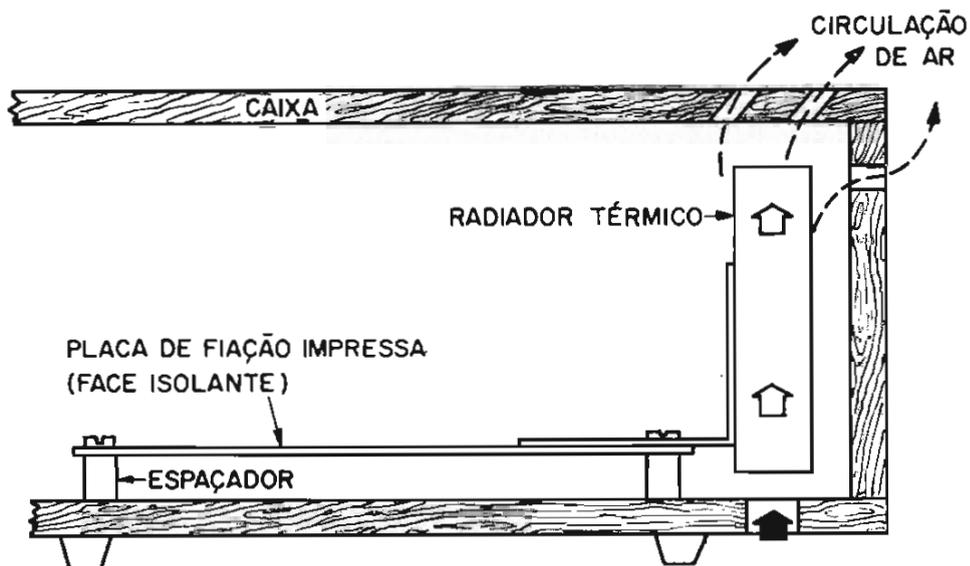


Figura 18 - Instalação do módulo amplificador em uma caixa de madeira.

V - Observações

No caso de utilização de caixa de metal deve-se evitar contatos acidentais entre as partes metálicas e a fiação impressa.

Tratando-se de um amplificador com vários estágios diretamente acoplados (acoplamento CC), a aplicação de tensões indevidas a qualquer ponto do circuito pode provocar a destruição de um ou mais transistores. A ocorrência de ligações erradas ou abertas, bem como "curtos", ainda que momentâneos, entre os terminais de ligação de qualquer componente ou ainda entre partes da fiação impressa, pode danificar parcial ou totalmente o aparelho.

Os transistores de saída ficarão danificados caso o amplificador opere com a saída em curto-circuito (ligação direta entre os terminais de alto-falante).

A IBRAPE não se responsabiliza pelos danos decorrentes da inépcia ou descuido na montagem do conjunto M-110, nem pela substituição das partes eventualmente danificadas pois todos os componentes do conjunto foram previamente testados.

APÊNDICE

OPERAÇÃO DO M-110 EM AUTOMÓVEIS

O módulo amplificador M-110 pode ser facilmente adaptado para funcionar em automóveis com sistema elétrico de 12V, podendo operar em conjunto com toca-fitas portáteis. Apresentamos aqui as alterações necessárias no amplificador, bem como os detalhes da interligação a um toca-fitas com positivo ligado à massa.

O M-110 e as unidades adicionais, apresentadas na figura 19, podem ser colocadas em uma pequena caixa metálica.

Alguns toca-fitas dispõem de suporte especial para instalação em automóveis: nestes casos a instalação fica consideravelmente simplificada, uma vez que em geral o suporte já inclui as unidades adicionais.

a) Alterações no módulo amplificador

Para que o módulo M-110 possa operar com 12V, é necessário adotar-se novos valores para três de seus resistores (R_8 , R_{12} , R_{15})

R_8	$1\text{ k}\Omega$	10%	1/4 W
R_{12} , R_{15}	$270\ \Omega$	10%	1/4 W

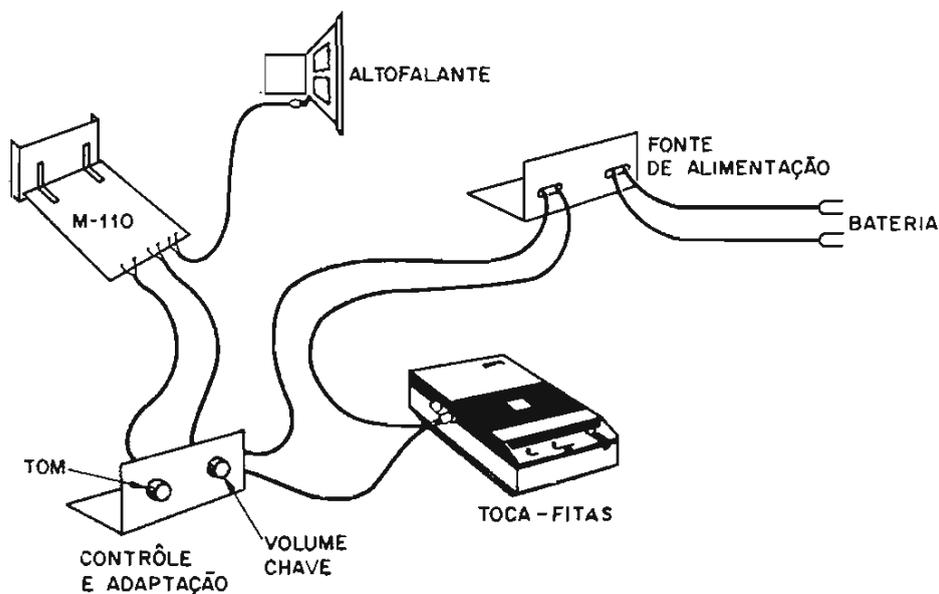


Figura 19 - Interligações necessárias para o M-110 operar com um toca-fitas em automóveis.

A montagem do módulo M-110 modificado deverá obedecer rigorosamente às recomendações deste manual.

Particularmente deve-se seguir a orientação dada no parágrafo AJUSTE E VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO com as seguintes alterações: a) entre os pontos E e F deve-se ligar um alto-falante de $3,2\ \Omega$, capaz de suportar pelo menos 6W; b) a tensão de ajuste do ponto F é de 5,5V. As tensões do circuito operando com 12V estão indicadas na figura 20.

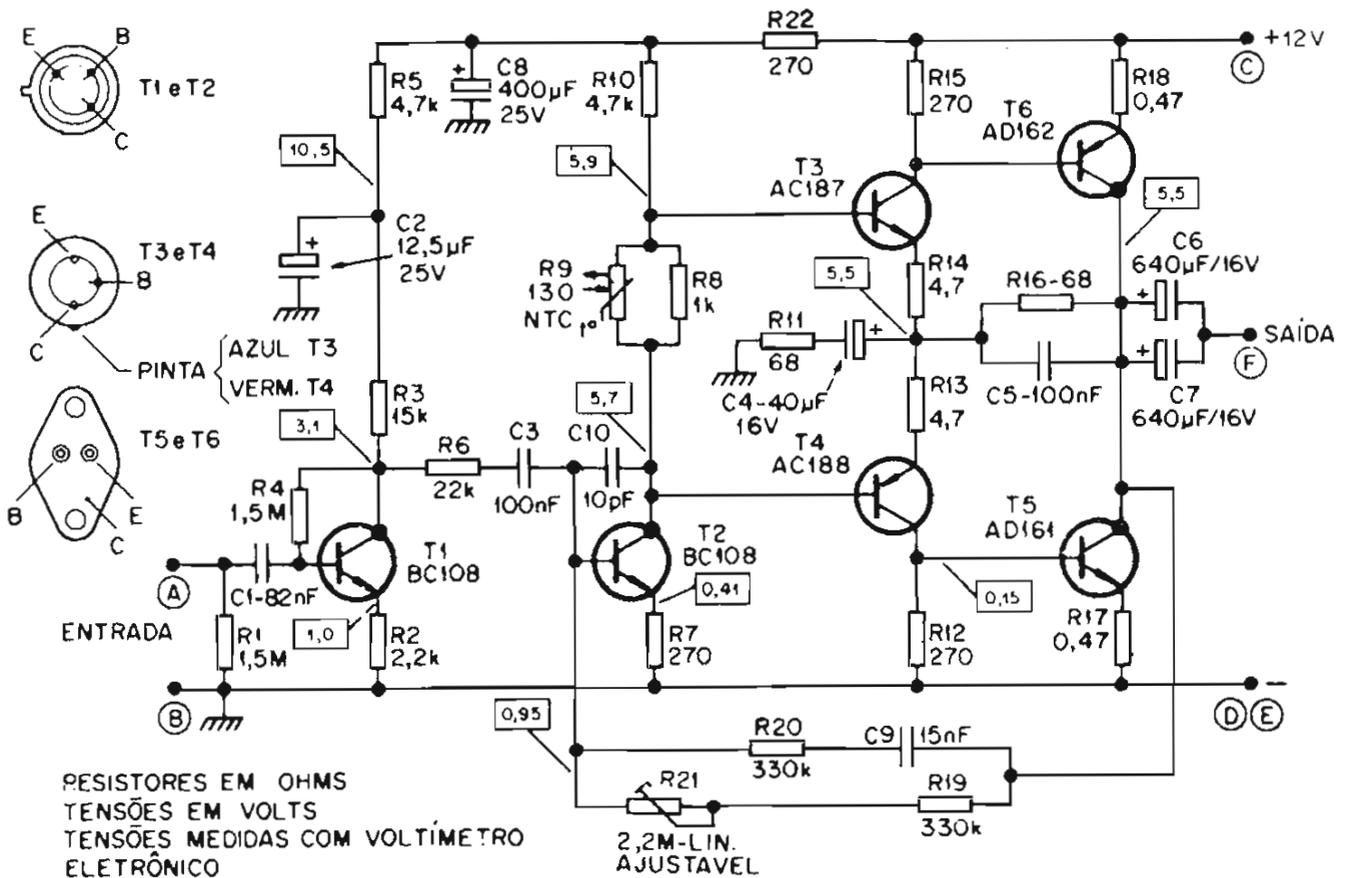


Figura 20 - Circuito esquemático do módulo amplificador M-110 com modificações para operar em 12V.

b) Interligação e Alimentação.

O módulo amplificador M-110 é montado com negativo ligado à massa; como os carros nacionais geralmente têm o terminal negativo da bateria ligado ao chassis, não há problemas de alimentação ou de instalação do módulo no carro. Já os toca-fitas têm, em sua maioria, o pólo positivo da alimentação à massa, sendo indispensável o uso de um transformador para ligá-lo ao amplificador. Êste é o caso do toca-fitas EL 3302 da Philips (tipo Mini-Cassete).

A figura 21 apresenta o circuito completo da interligação onde, além do transformador, foram introduzidos dois potenciômetros para os contrôles de volume e tonalidade do amplificador.

IMPORTANTE - A malha de blindagem do fio que sai do pino 4 (conector DIN de 6 pinos, macho) deve ser ligada apenas ao pino 1 e isolada do chassi do carro; o simples revestimento da malha com um "espaquete" ou a utilização de um cabo de microfone, garantirá a isolação necessária.

Como a tensão de alimentação do toca-fitas utilizado (EL3302, Philips) é de 7,5V, foi incluído no circuito (figura 21) um transistor regulador que introduz a queda de tensão desejada e mantém a saída constante.

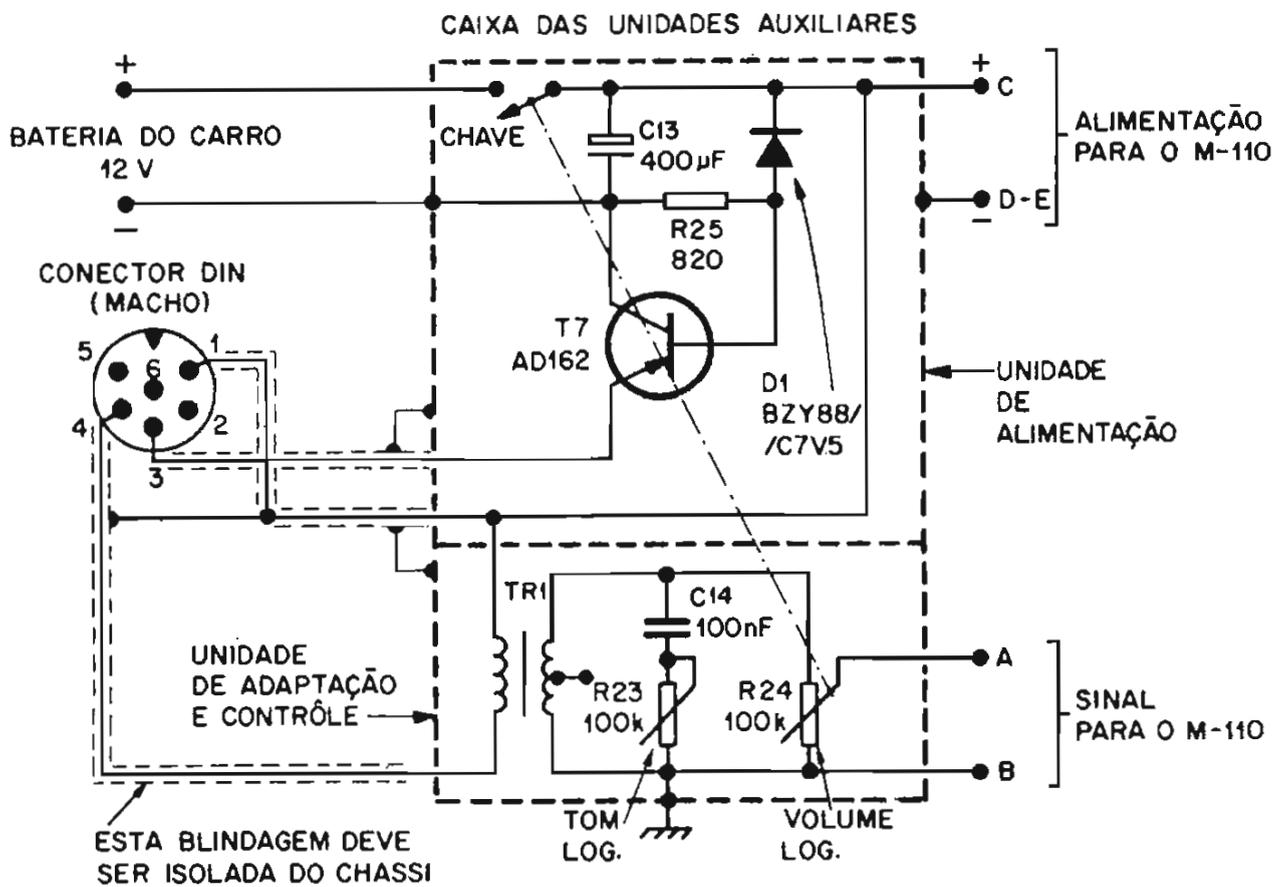


Figura 21 - Circuito completo das unidades auxiliares.

A alimentação do M-110 está indicada na figura 21 apenas pela necessidade de se intercalar a chave interruptora. No caso de se colocar em uma mesma caixa metálica o M-110, os elementos de interconexão e o transistor regulador pode-se usar como interruptor a chave do potenciômetro de volume.

LISTA DE MATERIAL ADICIONAL (não fornecido)

- Para o M-110

R₈ 1 k Ω , 10%, 1/4 W
R₁₂, R₁₅ 270 Ω , 10%, 1/4 W

- Para o sistema de regulação

R₂₅ 820 Ω , 10%, 1/4 W
C₁₃ 400 μ F, 25 V eletrolítico
D₁ Diodo Zener BZY88/C7V5*
T₇ Transistor AD162

- Para a unidade de acoplamento

R₂₃ 100 k Ω potenciômetro logarítmico
R₂₄ 100 k Ω potenciômetro logarítmico c/chave
C₁₄ 100 nF 250 V poliéster metalizado
Tr₁ Willkason 6509 ou similar (relação de transformação $n_p : n_s = 4,5 : 1+1$; indutância do primário $L_p \geq 4$ H).

- Outros componentes

Conector DIN de 6 pinos, conectores de alimentação e de sinal, ponte de terminais, fios, cabos blindados, botões, caixa, parafusos e porcas.

* Para toca-fitas com 9 V de alimentação, deve-se usar o diodo Zener BZY88/C9V1.



IBRAPE