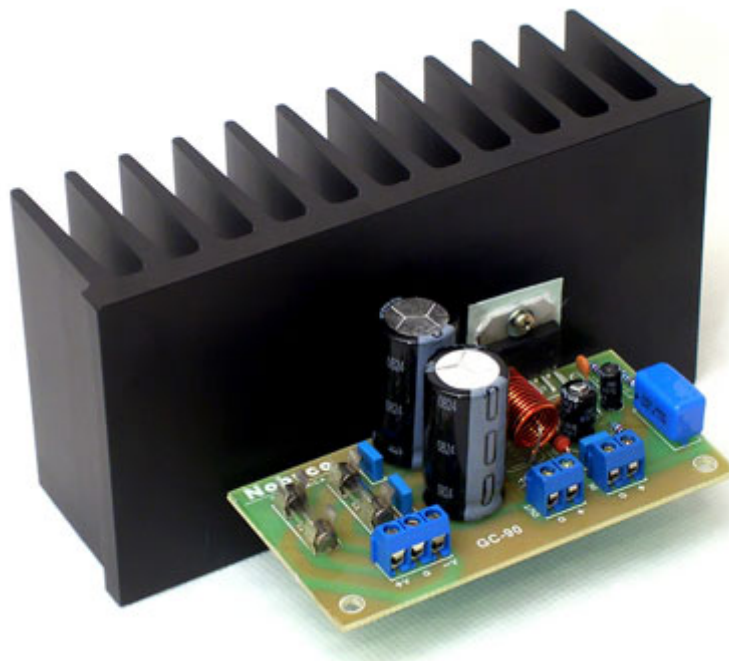


Nabuco

ELETRÔNICA

AMPLIFICADOR DE ÁUDIO GAINCLONE LM3886



www.nabucoeletronica.com.br

COPYRIGHT © MIGUEL CANCELLA NABUCO. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS E PROTEGIDOS PELA LEI 9.610 DE 19/02/1998. NENHUMA PARTE DESTA MANUAL, SEM AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DO AUTOR, PODERÁ SER REPRODUZIDA OU TRANSMITIDA.

ÍNDICE *Clique sobre o título para ir direto à página*

APRESENTAÇÃO	3
ESQUEMA ELÉTRICO DO AMPLIFICADOR	4
ESQUEMA ELÉTRICO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO	5
KIT ESTÉREO	6
KIT DUAL MONO	7
IDENTIFICANDO OS COMPONENTES	8
COMO SOLDAR.....	10
MONTANDO A PLACA DO AMPLIFICADOR	13
DISSIPADOR	15
MONTANDO O CI LM3886T NO DISSIPADOR	16
MONTANDO A PLACA DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO	19
ESCOLHENDO O TRANSFORMADOR	21
LIGANDO O TRANSFORMADOR	23
INTERLIGANDO E TESTANDO O AMPLIFICADOR	26
CONTROLE DE VOLUME	30
CHASSIS (GABINETE)	32
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	33

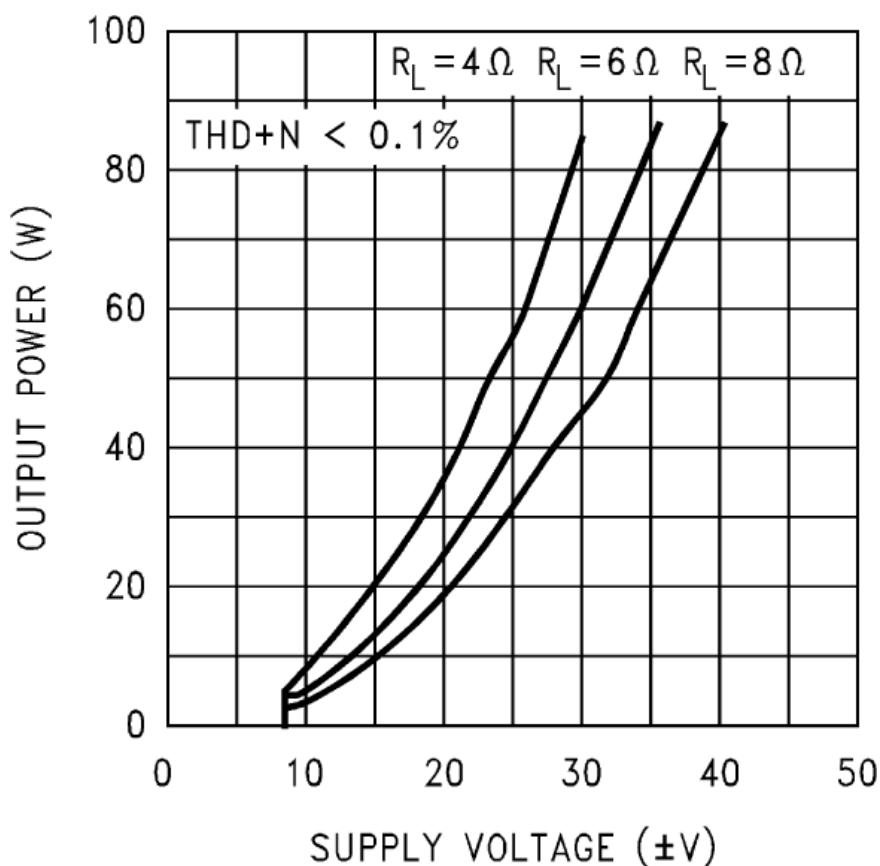
APRESENTAÇÃO

Muito obrigado por ter adquirido o kit para a montagem do amplificador Gainclone LM3886. Este manual procura detalhar todo o processo de montagem desse amplificador, permitindo que mesmo quem não tenha qualquer experiência com eletrônica possa executá-lo com sucesso e em segurança.

O amplificador Gainclone LM3886 é atualmente o projeto mais popular entre os adeptos do DIY (faça você mesmo), graças ao seu excelente desempenho e baixo custo.

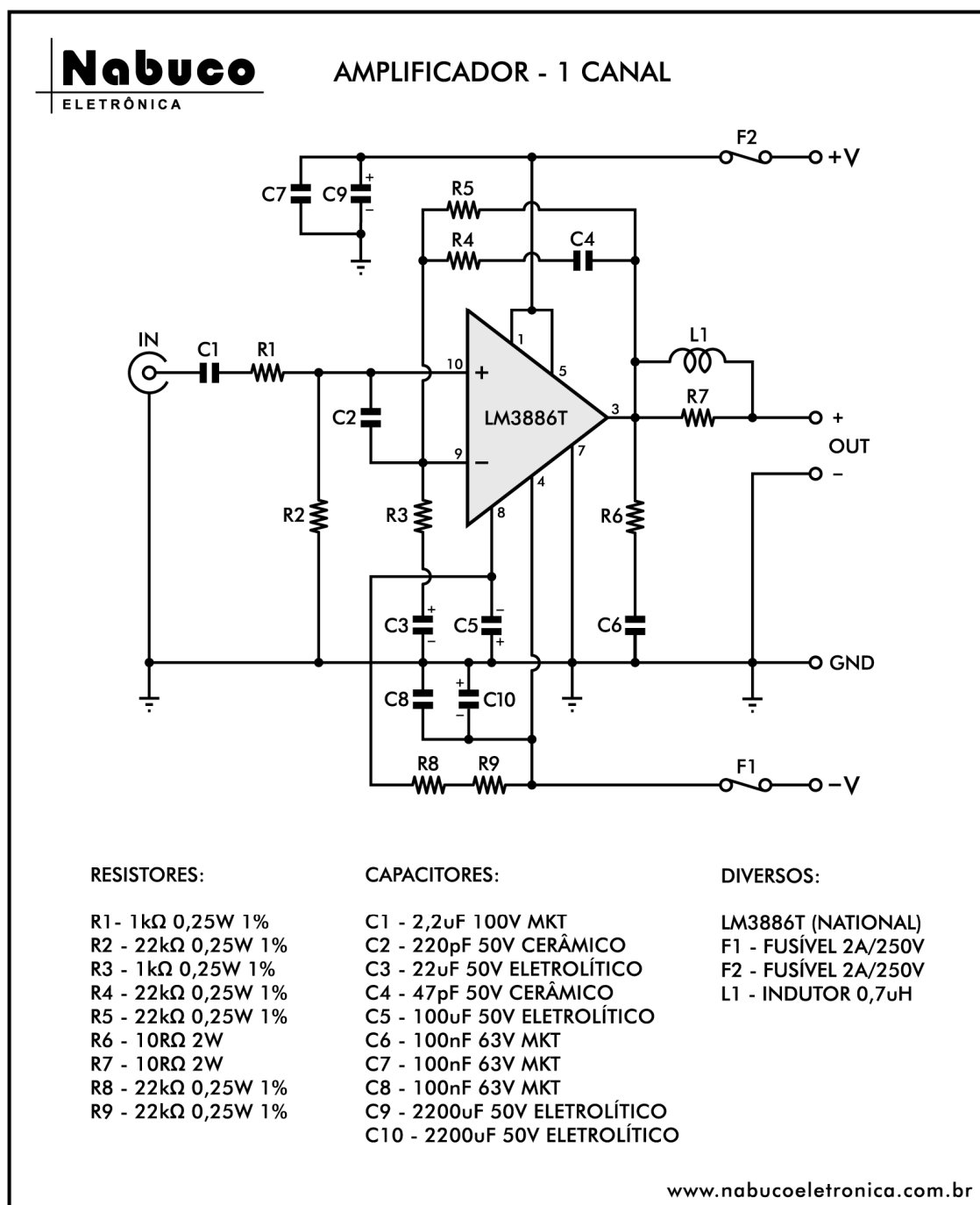
A potência desse amplificador dependerá diretamente da tensão que alimentará o circuito. Em linhas gerais, ele pode fornecer até 90W RMS por canal em 4 ohms ($V_{cc} = \pm 32V$ e $THD < 0,06\%$) e 70W RMS por canal em 8 ohms ($V_{cc} = \pm 35V$ e $THD < 0,06\%$). O gráfico a seguir, retirado da folha de dados do CI LM3886, mostra a potência que este amplificador pode entregar, por canal, em diferentes impedâncias, em função da tensão que alimenta o circuito:

POTÊNCIA DE SAÍDA VS. TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO



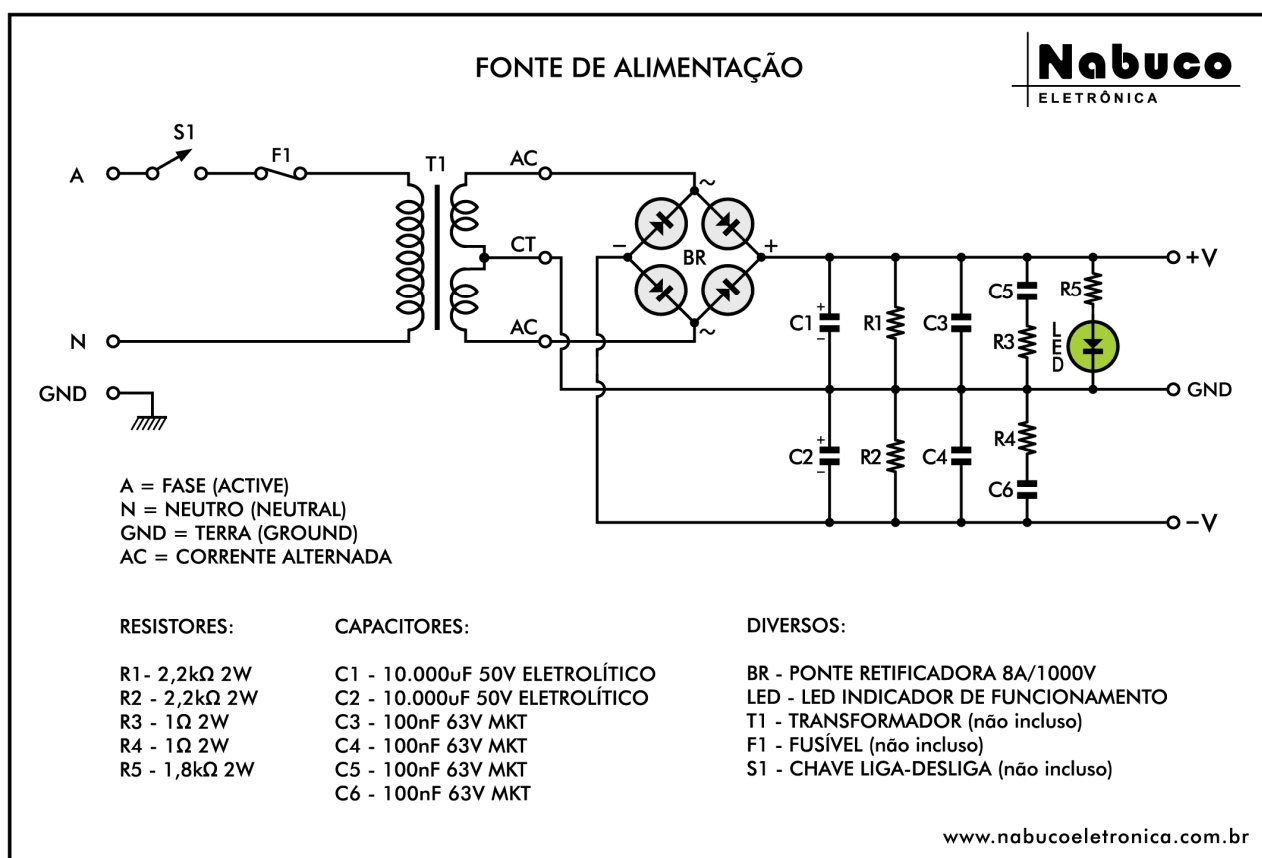
ESQUEMA ELÉTRICO DO AMPLIFICADOR

Este é o esquema elétrico do amplificador Gainclone LM3886. O esquema é baseado em um artigo publicado na Revista inglesa *Elektor*, com a adição de proteção por fusíveis nas linhas de alimentação na própria placa do amplificador.



ESQUEMA ELÉTRICO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Este é o esquema elétrico da fonte de alimentação. Ela utiliza a ponte retificadora fabricada pela Fairchild (GBU8K), que suporta 8A/1000V. Além disso, dois grandes capacitores de 10.000uF cada são responsáveis pela filtragem. R1 e R2 são os chamados “bleeder resistors”, que são resistores de segurança, responsáveis por descarregar os grandes capacitores assim que o amplificador é desligado. C3 e C4 são capacitores bypass, enquanto as redes RC formadas por C5/R3 e C6/R4 são encarregadas de reduzir a indutância parasita dos grandes eletrolíticos de filtragem, melhorando o desempenho da fonte nas altas frequências, e do amplificador frente a cargas complexas. O LED verde indica que a fonte está funcionando, e geralmente é instalado no painel frontal do amplificador.



KIT ESTÉREO

O kit estéreo é formado por dois amplificadores e uma fonte de alimentação. Nesse caso, só é necessário um único transformador. Como a fonte é muito bem dimensionada, o desempenho dessa configuração é excelente. Os componentes incluídos nesse kit são:

DESCRIÇÃO	QTD
Placa de circuito impresso do amplificador (10x5 cm)	2
Placa de circuito impresso da fonte de alimentação (9x7 cm)	1
Componentes Amplificador	
Circuito Integrado National LM3886T	2
Resistor de filme metálico 22k Ω 0,25W 1%	10
Resistor de filme metálico 1k Ω 0,25W 1%	4
Resistor PR02 10 Ω 2W	4
Capacitor Epcos 2,2 μ F 100V MKT	2
Capacitor Epcos 100nF 63V MKT	6
Capacitor Epcos 47pF 50V Cerâmico	2
Capacitor Epcos 220pF 50V Cerâmico	2
Capacitor Epcos 22 μ F 50V Eletrolítico	2
Capacitor Epcos 100 μ F 50V Eletrolítico	2
Capacitor Epcos 2200 μ F 50V Eletrolítico	4
Fusível 2A 250V	4
Porta fusíveis	8
Indutor 0,7 μ H	2
Jumper (pedaço de fio)	2
Conjunto parafuso, porca e bucha isolante	2
Thermal Pad Laird Technologies	2
Bloco de terminais 2 vias (conectores)	4
Bloco de terminais 3 vias (conectores)	2
Componentes Fonte de Alimentação	
Ponte retificadora Fairchild GBU8K (8A 1000V)	1
Resistor PR02 2,2k Ω 2W	2
Resistor PR02 1 Ω 2W	2
Resistor PR02 1,8k Ω 2W	1
Capacitor Epcos 100nF 63V MKT	4
Capacitor Epcos 10.000 μ F 50V Eletrolítico	2
LED verde 3mm	1
Bloco de terminais 2 vias (conectores)	3
Bloco de terminais 3 vias (conectores)	1

KIT DUAL MONO

O kit dual mono é formado por dois amplificadores e duas fontes de alimentação. Cada amplificador será alimentado por uma fonte de alimentação, tornando-os totalmente independentes um do outro. Essa configuração exige a utilização de dois transformadores. Os componentes incluídos nesse kit são:

DESCRIÇÃO	QTD
Placa de circuito impresso do amplificador (10x5 cm)	2
Placa de circuito impresso da fonte de alimentação (9x7 cm)	2
Componentes Amplificador	
Circuito Integrado National LM3886T	2
Resistor de filme metálico 22kΩ 0,25W 1%	10
Resistor de filme metálico 1kΩ 0,25W 1%	4
Resistor PR02 10Ω 2W	4
Capacitor Epcos 2,2uF 100V MKT	2
Capacitor Epcos 100nF 63V MKT	6
Capacitor Epcos 47pF 50V Cerâmico	2
Capacitor Epcos 220pF 50V Cerâmico	2
Capacitor Epcos 22uF 50V Eletrolítico	2
Capacitor Epcos 100uF 50V Eletrolítico	2
Capacitor Epcos 2200uF 50V Eletrolítico	4
Fusível 2A 250V	4
Porta fusíveis	8
Indutor 0,7uH	2
Jumper (pedaço de fio)	2
Conjunto parafuso, porca e bucha isolante	2
Thermal Pad Laird Technologies	2
Bloco de terminais 2 vias (conectores)	4
Bloco de terminais 3 vias (conectores)	2
Componentes Fonte de Alimentação	
Ponte retificadora Fairchild GBU8K (8A 1000V)	2
Resistor PR02 2,2kΩ 2W	4
Resistor PR02 1Ω 2W	4
Resistor PR02 1,8kΩ 2W	2
Capacitor Epcos 100nF 63V MKT	8
Capacitor Epcos 10.000uF 50V Eletrolítico	4
LED verde 3mm	2
Bloco de terminais 2 vias (conectores)	6
Bloco de terminais 3 vias (conectores)	2

IDENTIFICANDO OS COMPONENTES

Antes de iniciar a montagem do seu kit, é necessário que você identifique todos os componentes, para que não haja qualquer erro na hora de soldar os componentes na placa de circuito de impresso.

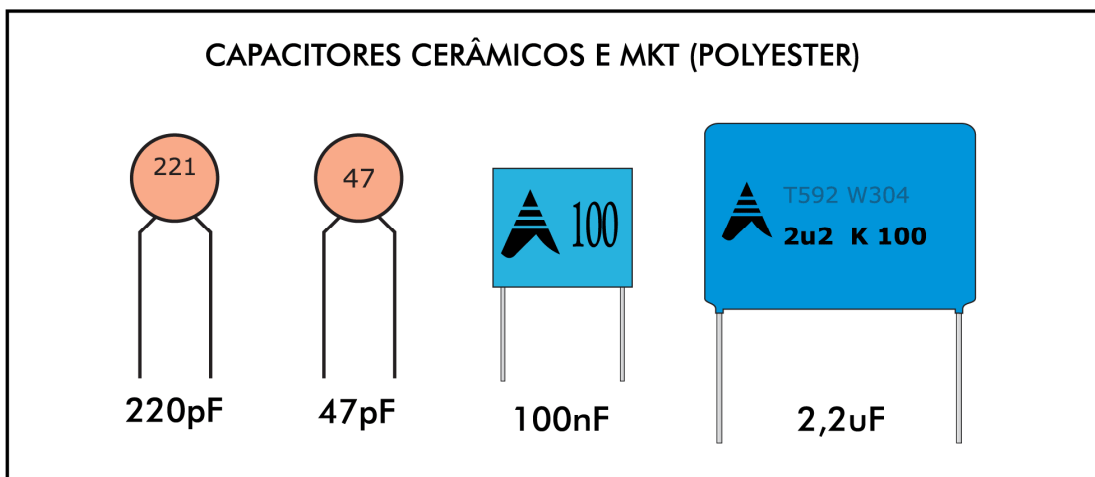
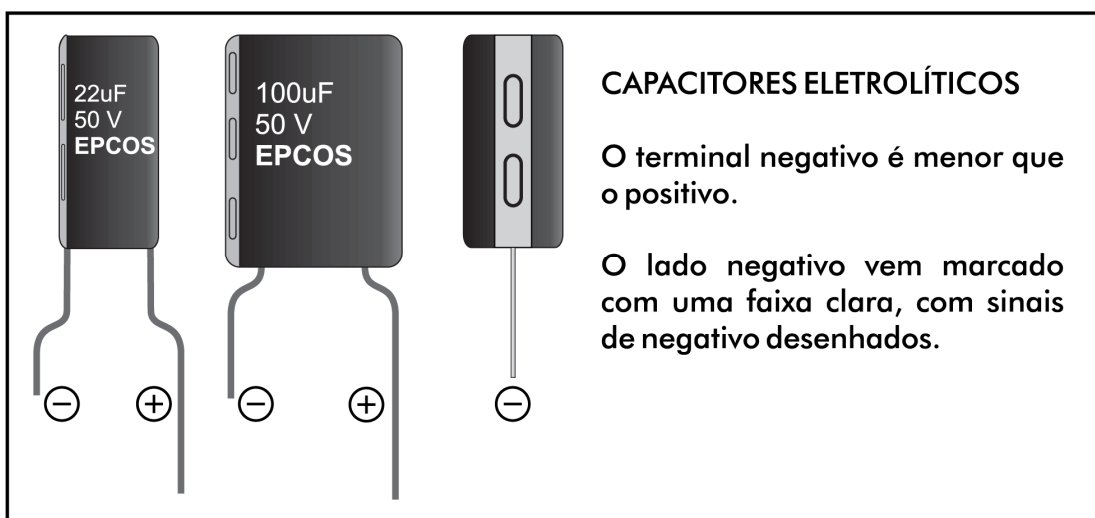
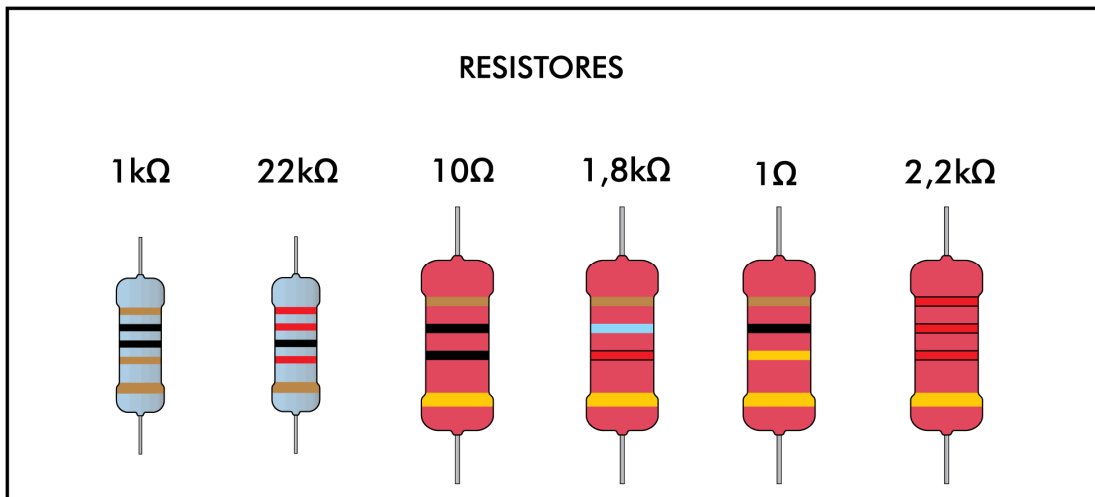
Caso você não tenha experiência com componentes eletrônicos, leia com atenção o texto a seguir e tenha certeza de ter identificado corretamente todos os componentes antes de soldá-los à placa de circuito impresso.

Os resistores são identificados pelas faixas coloridas em seu corpo. Há um código de cores que lhe permite identificar qualquer resistor. Também é uma boa idéia medir cada resistor com um multímetro (medindo resistência), para se certificar que você está instalando o resistor correto. A figura da página seguinte lhe ajudará a identificar os resistores.

No seu kit existem capacitores eletrolíticos, cerâmicos e MKT (polyester). Os capacitores eletrolíticos são polarizados e exigem uma posição correta para serem instalados, ou não funcionarão e poderão inclusive explodir quando ligado o circuito. Na placa de circuito impresso há a indicação da polaridade do capacitor, marcada com um sinal de “+”, onde deve ser inserido o terminal positivo do capacitor eletrolítico. Para saber qual é o terminal positivo e qual o negativo, é muito fácil: o terminal negativo é menor que o positivo, e no lado negativo há uma faixa clara, com sinais de negativo desenhados no corpo do capacitor. O valor do capacitor eletrolítico vem marcado no próprio corpo do capacitor. Os capacitores cerâmicos e MKT não possuem polaridade e podem ser ligados em qualquer posição. Os valores dos capacitores MKT e cerâmicos são marcados através de um código. A figura da página seguinte lhe ajudará a identificar os capacitores.

Os demais componentes são de fácil identificação e podem ser vistos nas fotos da montagem, no capítulo “Montando o Kit”.

A figura a seguir mostra todos os resistores e capacitores que estão no seu kit. Utilize-a para identificá-los antes da montagem:



COMO SOLDAR

Caso você já tenha experiência com soldagem, sinta-se livre para pular este capítulo e iniciar a montagem do seu kit. Entretanto, caso você sinta dificuldade em soldar, leia com atenção essas instruções e dicas. Irei reproduzir aqui grande parte do excelente tutorial disponível no site curiousinventor.com. Neste site há inclusive um vídeo explicando todo o processo de soldagem, passo-a-passo. O dono do site autorizou a publicação das fotos e da tradução do texto neste manual.

O erro mais comum e grave em relação ao processo de soldagem é a chamada solda fria, que ocorre quando a solda não adere ao metal, o que gera mal contato e uma junção frágil. Abaixo, um exemplo de solda fria:



Repare que a solda não aderiu ao terminal do componente. Isso ocorre quando a solda não foi aquecida o suficiente e/ou quando há oxidação nas partes a serem soldadas. Por isso, é essencial que todas as partes que forem soldadas estejam perfeitamente limpas e livres de oxidação. O seu kit já vem com todas as peças perfeitamente limpas. A única preocupação deve ser com a ponteira do seu ferro de soldar, que deve passar pelo processo de limpeza e estanhagem, conforme mostro a seguir.

Você precisará de um ferro de solda com potência entre 30W e 40W, com ponteira fina. É extremamente importante que a ponta do ferro de solda esteja totalmente limpa. Para limpá-la, ligue o ferro de solda e espere que esquente. Em seguida, esfregue a ponta em uma esponja úmida, como mostra a figura a seguir:

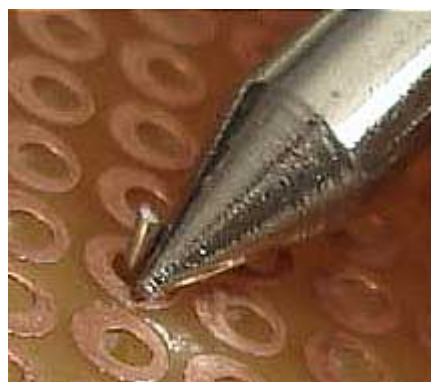


Depois que a ponta estiver limpa, é necessário estanhá-la. Para isso, derreta um pouco de solda na ponta do ferro, conforme mostra a figura:

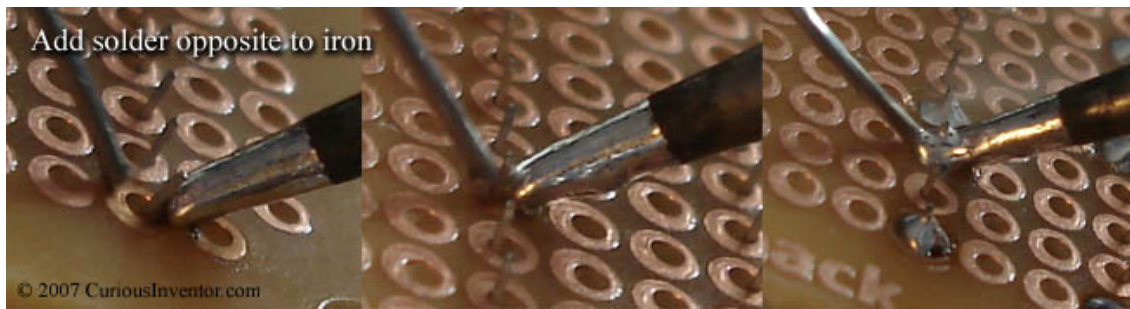


Agora você já pode iniciar a soldagem. Siga os seguintes passos:

- 1) Insira o componente na placa de circuito impresso.
- 2) Espere o ferro esquentar e atingir sua temperatura máxima.
- 3) Encoste a ponta do ferro de solda na trilha a ser soldada e no terminal do componente ao mesmo tempo, como na figura:



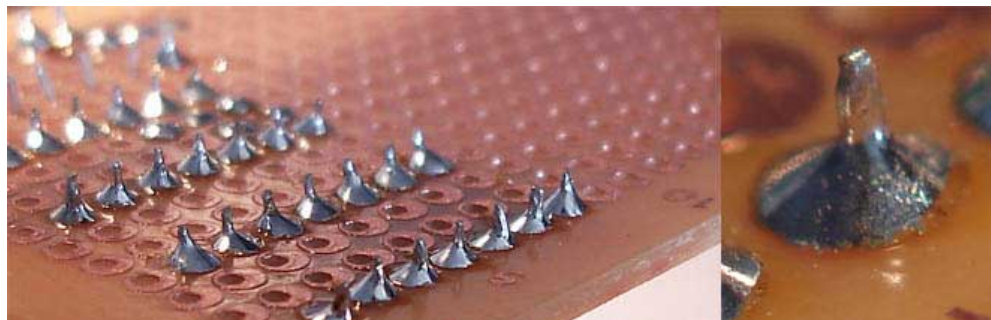
- 4) Espere cerca de 2 segundos e encoste a solda no cobre da placa e no terminal. Não derreta a solda na ponta do ferro, mas sim no terminal e no cobre da placa, como mostra essa figura:



5) Espere a solda fluir e em seguida afaste-a. Geralmente não demora mais de 3 segundos para a formação de uma junção perfeita.

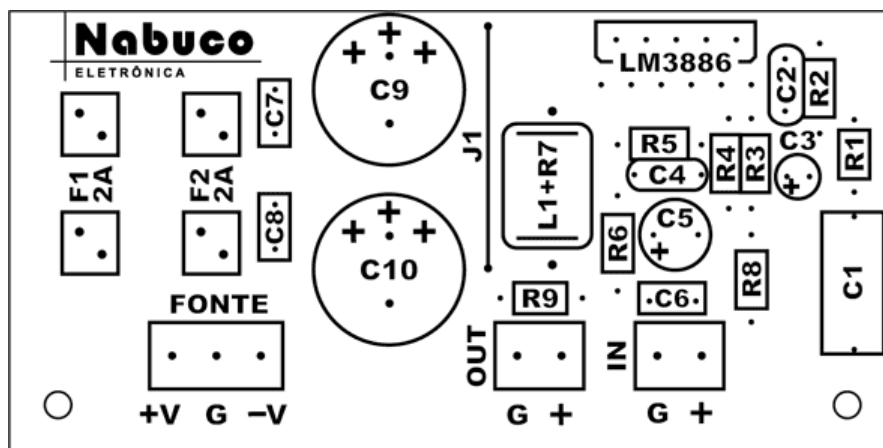


6) Logo após afastar a solda, retire o ferro de solda. Não mova as partes até que a solda esteja totalmente endurecida. Verifique se a junção ficou bem feita, como nessa foto, e corte o terminal soldado próximo à junção, com um alicate de corte.

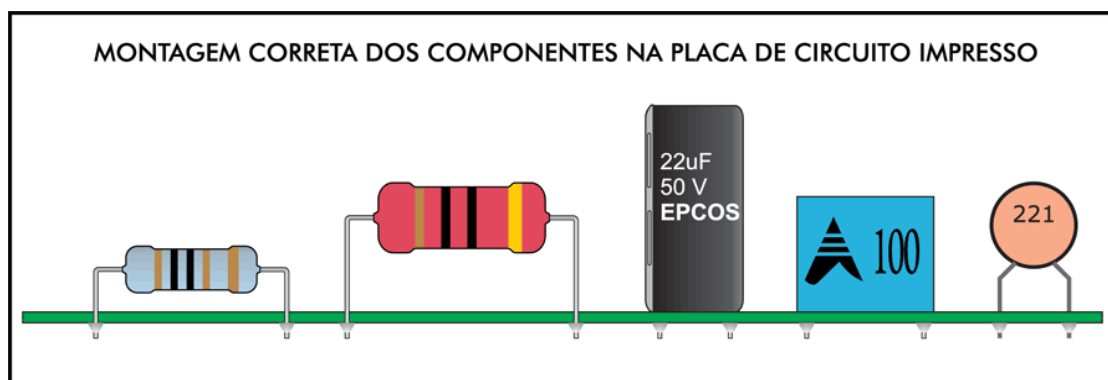


Não faça junções com muita solda. Caso você erre ou exagere na solda, utilize um sugador de solda para retirar o excesso e refaça a solda.

MONTANDO A PLACA DO AMPLIFICADOR



Na montagem de qualquer projeto, devemos sempre iniciar pela instalação dos componentes menores e mais baixos, e terminar com os componentes maiores. Ao instalar os resistores, faça com que eles fiquem afastados da placa de circuito impresso, pois eles precisam dissipar calor. A forma correta de instalar os componentes é a seguinte:



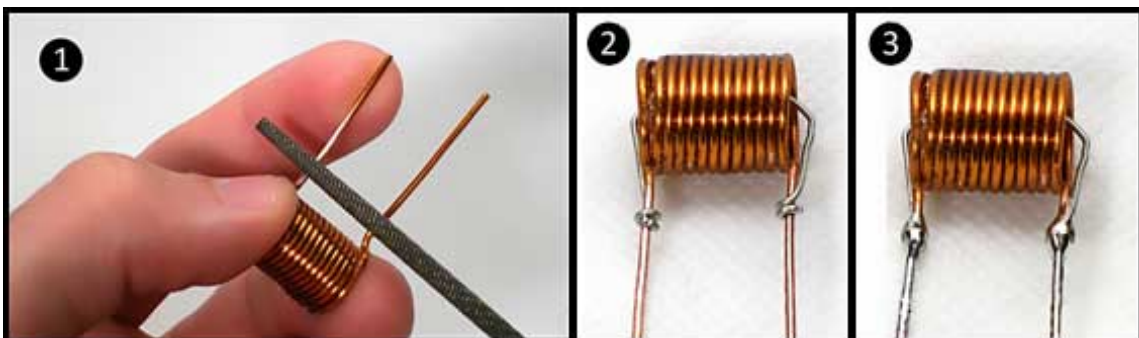
Siga estes passos:

- 1) Instale o Jumper (J1), que nada mais é que um pedaço de fio que liga dois pontos na placa. Utilize o fio fornecido, e solde-o na placa.
- 2) Instale os 5 resistores de 22k Ω (R2, R4, R5, R8 e R9).
- 3) Instale os 2 resistores de 1k Ω (R1 e R3).
- 4) Instale R6.
- 5) Instale os porta-fusíveis. Insira um fusível entre dois porta-fusíveis, para deixá-los em posição. Em seguida encaixe o conjunto na placa e solde os terminais.

- 6) Instale os 3 capacitores de 100nF (C6, C7 e C8).
- 7) Instale os dois capacitores cerâmicos (C2 e C4).
- 8) Instale os conectores (*terminal blocks* - azuis). Observe que há dois tipos: os de 2 vias e os de 3 vias. Instale-os no local correto na placa.
- 9) Instale C3 e C5, observando atentamente a polaridade do capacitor. Na placa há a indicação correta a ser seguida.
- 10) Instale o capacitor MKT C1.
- 11) Agora você precisa instalar o indutor e o resistor que irá dentro dele.

Primeiro é preciso raspar as pontas do indutor, pois senão a solda não irá aderir, pois o fio de cobre é esmaltado. Com o auxílio de uma lima ou lixa, vá raspando aos poucos, até que o esmalte saia por completo (figura 1).

Pegue R7, passe-o por dentro do indutor L1 e enrole as pontas do resistor no fio do indutor, como mostra a figura 2. Por fim, solde a junção (figura 3). Em seguida, insira o conjunto na placa e solde os terminais do indutor na placa, cortando o excesso com um alicate de corte.

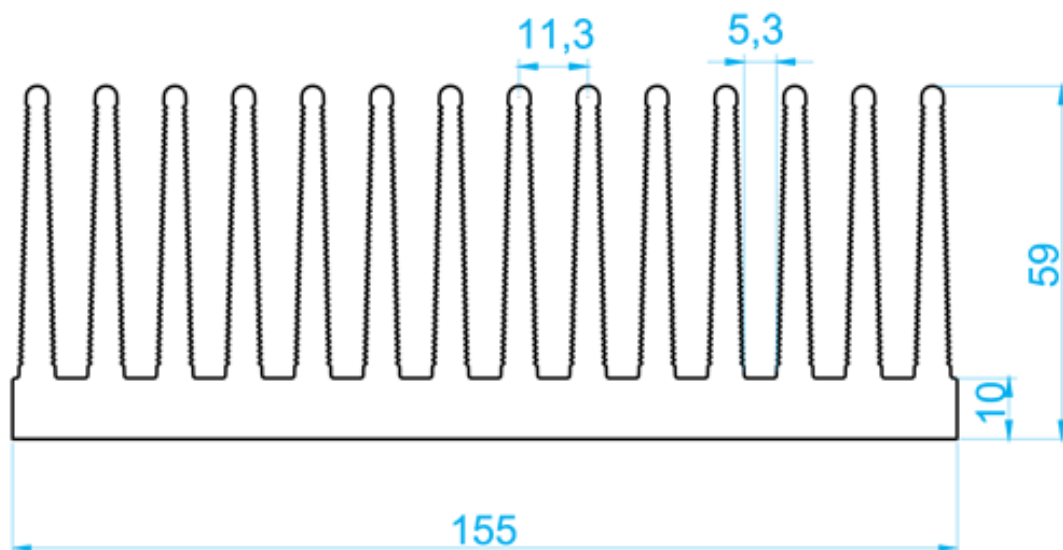


- 12) Instale C9 e C10, observando sua polaridade e a posição correta na placa.
- 13) Antes de soldar o CI LM3886T na placa de circuito impresso, é necessário montá-lo no dissipador, para assegurar que ele esteja perfeitamente fixado, fazendo bom contato térmico. Siga as instruções dos próximos capítulos.

DISSIPADOR

Para funcionar corretamente e não ser danificado, o circuito integrado LM3886 precisa ser montado sobre um dissipador de calor adequado. Existem diversas possibilidades que podem ser utilizadas com sucesso. Além dos dissipadores comerciais, você pode utilizar o próprio gabinete, caso seja de alumínio, como dissipador, fixando o CI na base ou laterais do gabinete. Outros podem preferir utilizar um pedaço de alumínio ou cobre grosso e de grande área como dissipador. Outra alternativa consiste em utilizar dissipadores para processadores de computador, que geralmente vêm acoplados à ventoinhas. Nesse caso, a ventoinha deverá ser alimentada a partir de uma fonte separada, para evitar que os ruídos da ventoinha sejam inseridos no amplificador. Você pode compartilhar o mesmo transformador, não há problema, mas nunca a mesma placa de retificação e filtragem.

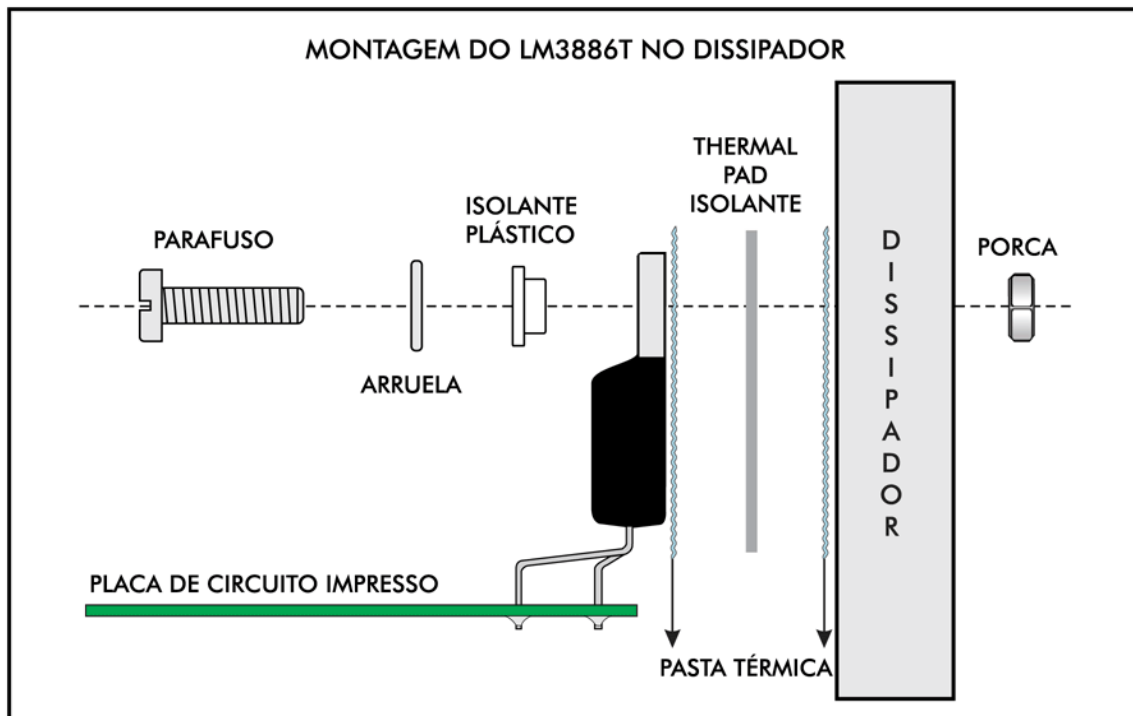
Em relação aos dissipadores existentes no mercado, é preciso que o mesmo tenha uma resistência térmica em torno $1^{\circ}\text{C}/\text{W}$. Eu recomendo a utilização do seguinte dissipador:



Esse modelo de dissipador é comercializado pela HS Dissipadores (www.hsdissipadores.com.br) e pela Dissitec (www.dissitec.com.br). O modelo é o **HS15559** (HS) ou **DS179** (Dissitec). Ao encomendar, solicite que o comprimento seja de 70 mm. Trata-se de um excelente dissipador e mais que adequado ao LM3886. Utilize um por canal. Atualmente (junho de 2008), custam em torno de R\$30,00 cada.

MONTANDO O CI LM3886T NO DISSIPADOR

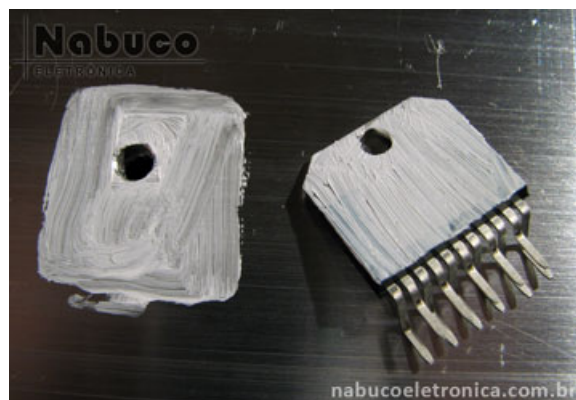
A seguinte figura ilustra como deve ser feita a montagem do CI no dissipador térmico.



Após furar o dissipador, é necessário verificar se não ficaram rebarbas de alumínio no furo, que podem prejudicar o contato entre o CI e o dissipador. Para retirar qualquer rebarba, utilize uma broca de diâmetro maior que a utilizada para o furo, e gire-a sobre o furo, com as mãos, dessa forma:



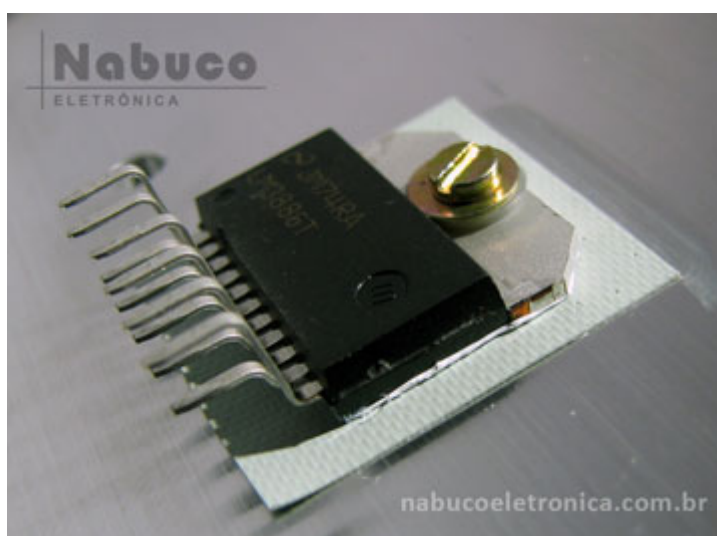
Isso irá eliminar qualquer rebarba. Em seguida, aplique um pouco de pasta térmica no dissipador e no CI LM3886T. Não utilize muita pasta, pois isto prejudica a transferência térmica.



Coloque o *thermal pad* sobre o dissipador e prepare o parafuso com a arruela e o isolante plástico, conforme a figura:



Finalmente, aparafuse o CI, verificando se ele está perfeitamente plano com o dissipador.



Agora é necessário verificar se o CI ficou totalmente isolado do dissipador. A aba traseira metálica do CI, que fica em contato com o dissipador, está internamente ligada a pino 4 do CI (V-). Por isso, devemos isolar o CI do dissipador, e é para isso que servem o *thermal pad* e o isolante plástico. É muito simples verificar se o CI ficou totalmente isolado: com um multímetro configurado para medir continuidade ou resistência, coloque uma das pontas de prova no dissipador e vá encostando a outra ponta de prova em todos os terminais do CI. O multímetro não deve acusar nenhuma leitura, indicando que não há contato entre o dissipador e o CI.

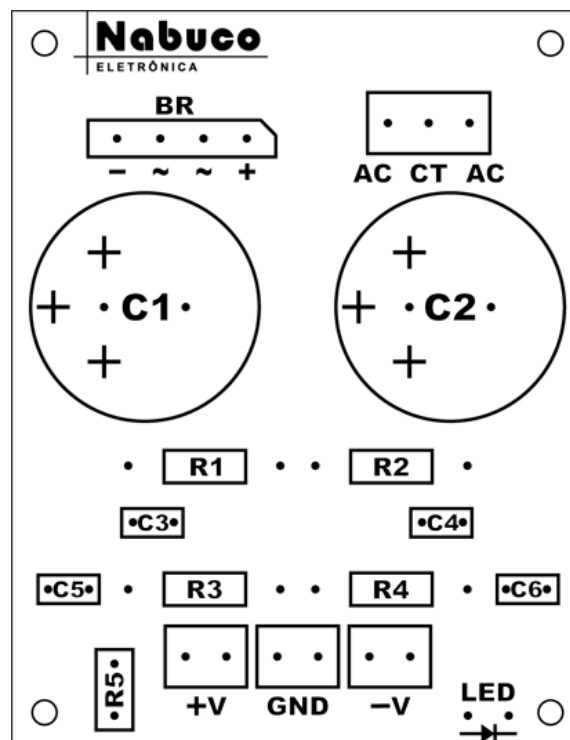


Não se assuste com o tamanho do dissipador desta foto, eu o utilizo para testes, e no seu amplificador não é necessário um dissipador tão grande.

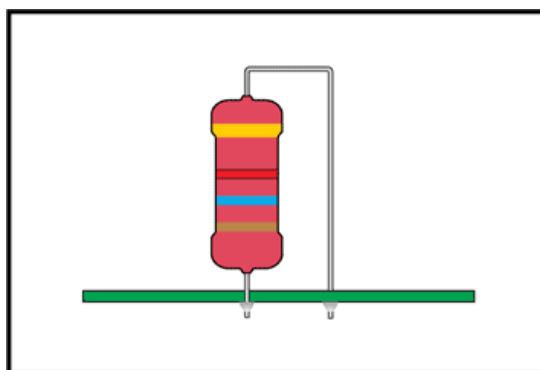
Caso o multímetro indique haver contato entre algum terminal do CI e o dissipador, reveja os passos da montagem e verifique novamente.

Feito isso, vire o dissipador ao contrário e solde os terminais do LM3886T na placa de circuito impresso. Não deixe o ferro de solda nos terminais durante muito tempo, e vá alternando os terminais a serem soldados. Não solde terminais vizinhos um após o outro. Isso evita que o CI se sobreaqueça, o que poderia danificá-lo.

MONTANDO A PLACA DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO:

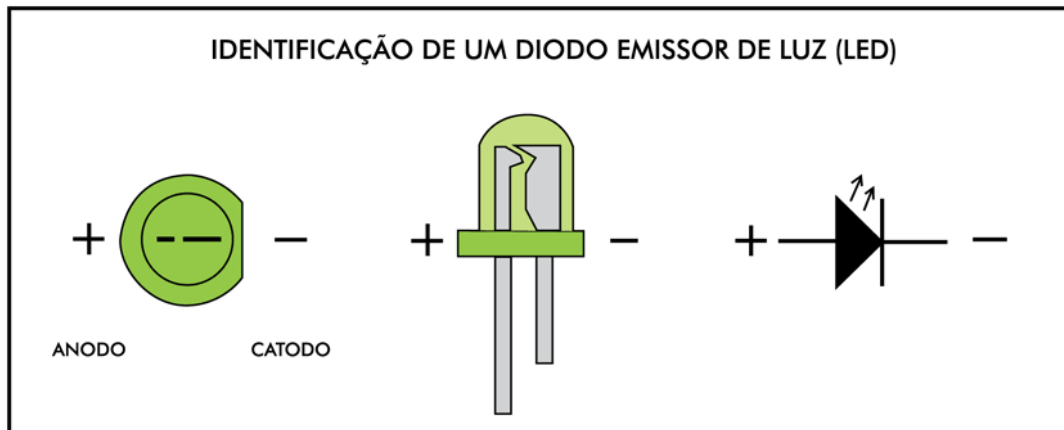


- 1) Instale os resistores R1, R2, R3 e R4. Deixe R5 para mais tarde.
- 2) Instale os capacitores MKT de 100nF.
- 3) Instale os conectores (*terminal blocks*). Observe que há dois tipos: os de 2 vias e os de 3 vias. Instale-os no local correto na placa.
- 4) O resistor R5 é montado verticalmente, como mostra a figura.



- 5) Instale a ponte retificadora (BR). Observe a posição correta na placa antes de soldar. Repare que a ponte retificadora tem uma de suas quinas cortadas. Veja na placa a indicação da posição correta deste componente.

- 6) Instale os grandes capacitores eletrolíticos (C1 e C2), observando atentamente sua polaridade.
- 7) O LED indicador de funcionamento da fonte de alimentação geralmente é montado no painel frontal. Utilize fios para ligá-lo à placa. O terminal positivo (anodo) do LED é maior que o negativo. O símbolo do LED na placa de circuito impresso é uma seta que aponta para o terminal negativo (catodo). Verifique a polaridade antes de ligá-lo:



- 8) Verifique se todos os componentes foram instalados corretamente, e certifique-se de que os capacitores eletrolíticos não estão invertidos.

ESCOLHENDO O TRANSFORMADOR

Os transformadores são utilizados para mudar a tensão presente na rede de alimentação elétrica (127 ou 220V), transformando-a em um valor adequado para alimentar o equipamento eletrônico. A tensão presente na saída do transformador ainda é de corrente alternada (AC). A placa da fonte de alimentação, fornecida com o kit, é responsável por converter corrente alternada (AC) em corrente contínua (DC), processo conhecido como retificação, além de filtrá-la. Após a retificação, o valor da tensão final sofre um aumento, que deve ser levado em consideração no momento da escolha do transformador. O valor da tensão final, que alimentará o circuito, pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$V_f = (1,4 \times V_i) - 0,5$$

V_f = tensão final (DC)

V_i = tensão da saída do transformador (AC)

Dessa forma, se o seu transformador possui saída (secundários) de 25+25 VAC, o valor final da tensão que alimentará o circuito será de aproximadamente +/-34,5 VDC.

A escolha do transformador ideal para o seu amplificador dependerá da utilização do mesmo. Se o amplificador será utilizado apenas com caixas acústicas de impedância 8 ohms, o circuito poderá ser alimentado com tensões de até +/- 35 VDC, o que permitirá extrair o máximo de potência sem danificar o circuito integrado.

No entanto, caso deseje utilizar o amplificador tanto em 8 ohms quanto em 4 ohms, a tensão de alimentação não poderá exceder +/- 30 VDC.

Sendo assim, preparei o seguinte quadro para facilitar a escolha do transformador para a fonte de alimentação, de acordo com os transformadores mais comumente encontrados no mercado:

SECUNDÁRIOS (SAÍDA) (VAC)	TENSÃO FINAL (APROX.)	8 OHMS	4 OHMS
18+18 ou 18-0-18 ou 2x18	+/- 25 VDC	✓	✓
20+20 ou 20-0-20 ou 2x20	+/- 28 VDC	✓	✓
24+24 ou 24-0-24 ou 2x24	+/- 33 VDC	✓	NÃO
25+25 ou 25-0-25 ou 2x25	+/- 35 VDC	✓	NÃO

Em relação à potência do transformador, para alimentar um canal do amplificador, 2 amperes (A) já bastam. Caso você utilize o kit Dual Mono, serão necessários dois transformadores capazes de fornecer, cada um, pelo menos 2A. Caso você utilize o kit estéreo, é necessário que o transformador possa fornecer pelo menos 4A. Na prática, para o kit estéreo é interessante um transformador que forneça 5A, e para o kit dual mono, dois transformadores que forneçam 3A cada um.

A potência do transformador geralmente vem expressa na unidade VA, que nada mais é que o produto entre as tensões do secundário e a capacidade de corrente. Sendo assim, um transformador que tenha secundários de 25+25V e forneça 4A totais, tem uma potência de 100VA (25x4).

Outra dúvida comum se relaciona com o tipo de transformador a utilizar: toroidal ou núcleo E+I, o mais convencional. Primeiramente, é importante ressaltar que os dois tipos de transformadores, quando bem construídos, podem ser utilizados sem qualquer preocupação, pois realizam sua função perfeitamente. A vantagem dos toroidais é que são mais eficientes e geralmente menores e mais leves que os transformadores de núcleo E+I. Além disso, os toroidais emitem menos EMI (interferência eletromagnética). Entretanto, caso você tenha acesso a bons transformadores com núcleo E+I, não tenha medo de usá-los, servirão perfeitamente, além de serem mais baratos que os toroidais.

Eu recomendo alguns fornecedores de transformadores, que fazem produtos bons e confiáveis.

- Transformadores Líder (<http://www.transformadoreslider.com.br>)
- Hayama (<http://www.hayama.com.br/>)
- Tecnotrafo (<http://www.tecnotrafo.com.br>)
- Toroid (<http://www.toroid.com.br>)

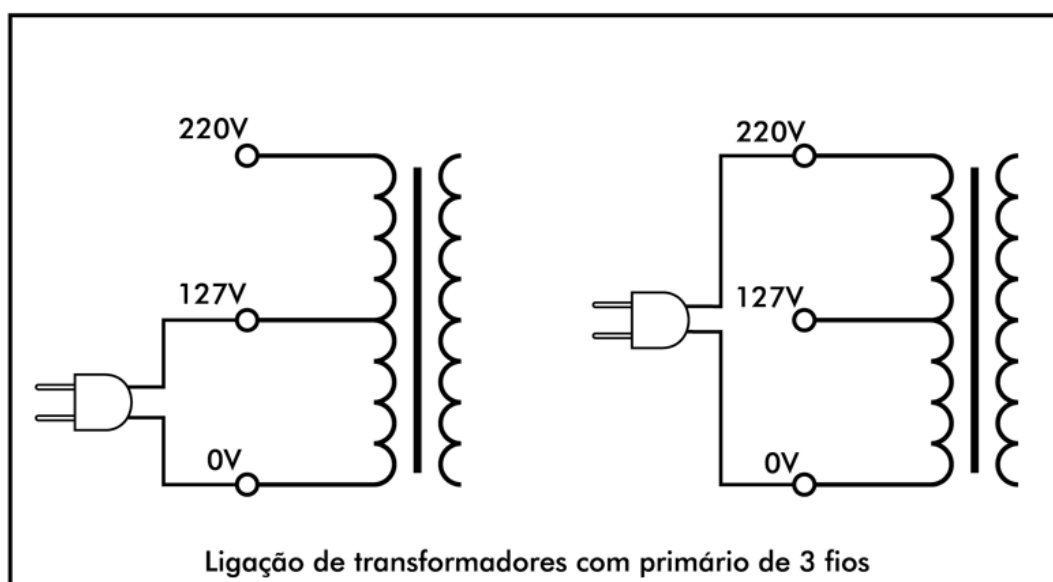
Todos esses fornecedores enviam os transformadores para todo o Brasil. Caso você prefira comprar diretamente em uma loja de sua cidade, certifique-se de ser um transformador bem construído. Em geral, são os mais pesados. Ao comprar, você precisará informar a tensão do primário (127 ou 220V), as tensões do secundário (veja tabela) e a potência.

LIGANDO O TRANSFORMADOR

Dependendo do transformador que você adquiriu, há diferentes possibilidades de ligá-lo, o que será ensinado em seguida:

- **PRIMÁRIO**

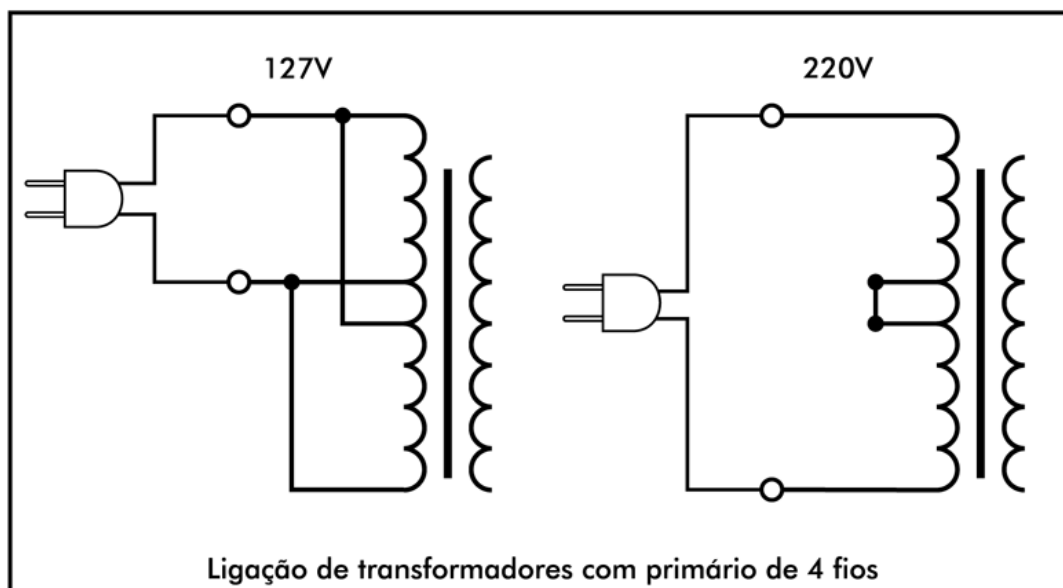
O primário do transformador (entrada) deve ser ligado à rede elétrica (127 ou 220V). Os transformadores podem vir com 2, 3 ou 4 fios no primário. Aqueles fornecidos com 2 fios no primário são fabricados para uma única tensão de rede (127 ou 220). Nesse caso basta ligar um dos fios à fase e o outro fio ao neutro da rede. Aqueles com 3 ou 4 fios podem ser ligados tanto em 127 quanto em 220V. Os transformadores com 3 fios no primário são ligados da seguinte forma:



Os 3 fios do primário desses transformadores vêm em cores diferentes, sendo o preto referente ao 0V. Como não há uma padronização das outras cores, é sempre bom checar os fios corretos antes de ligar à rede. Para checar, basta medir com um multímetro a resistência entre o fio preto (0V) e os demais. A resistência entre o fio preto e o fio referente à entrada 220V deve ser maior que a resistência entre o fio preto e à entrada 110V.

Os transformadores com 4 fios no primário possuem dois enrolamentos separados, que devem ser ligados em paralelo para 110V e em série para 220V. Geralmente vêm com uma etiqueta identificando a cor dos fios,

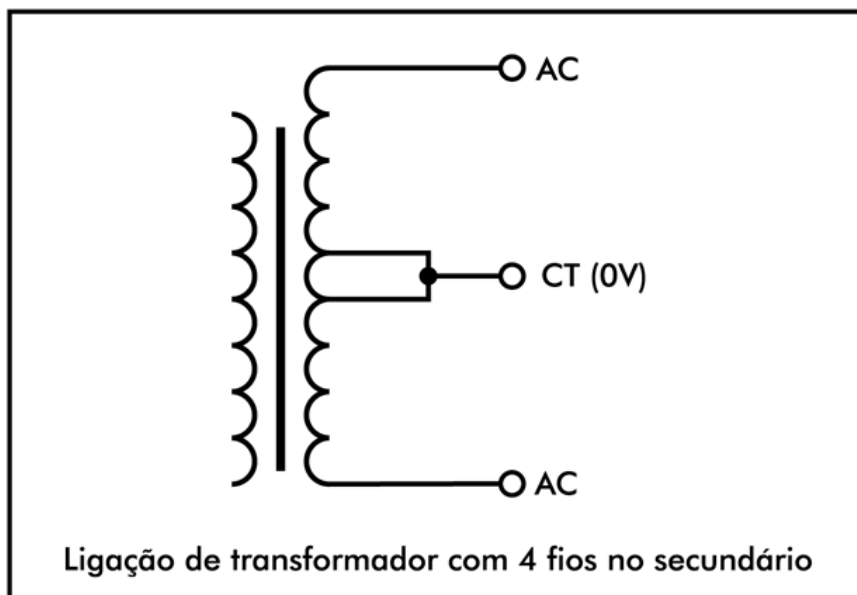
permitindo saber qual fio corresponde ao início e fim de cada enrolamento. Veja na figura abaixo como efetuar a ligação desses transformadores:



• SECUNDÁRIOS

Os secundários do transformador correspondem à sua saída e devem ser ligados à placa da fonte de alimentação, nos pontos AC, AC e CT (0V). Novamente, existem transformadores que apresentam 3 fios em sua saída, e outros que apresentam 4 fios. Os que apresentam apenas 3 fios são ligados diretamente aos respectivos pontos na placa. Geralmente a cor preta indica o fio correspondente ao CT (0V). Os demais fios possuem tensões idênticas e devem ser ligados diretamente aos dois pontos AC na placa.

Se o seu transformador possui 4 fios em sua saída, significa que ele possui dois enrolamentos secundários separados. Para esses transformadores, é necessário unir os dois fios que irão ser posteriormente ligados ao ponto CT na placa. Os dois fios restantes são ligados nos dois pontos AC na placa, dessa forma:



INTERLIGANDO E TESTANDO O AMPLIFICADOR

Agora você deve interligar as placas e o transformador. Não se esqueça de instalar os fusíveis nas placas do amplificador.

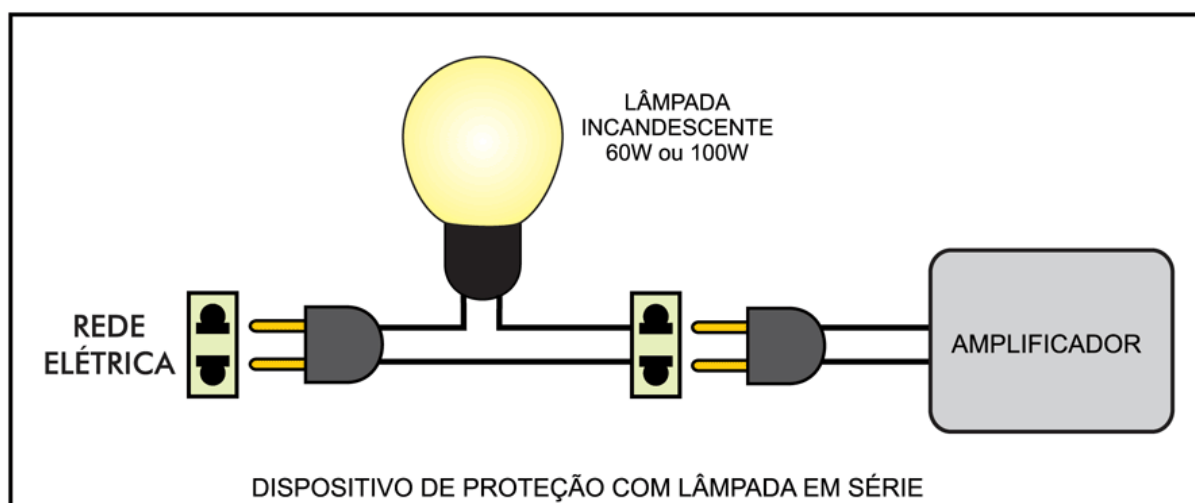
Ligue a saída do seu transformador nos pontos AC/CT/AC da placa da fonte de alimentação, conforme mostrei no capítulo anterior.

Ligue os pontos +V, -V e GND da placa da fonte de alimentação aos pontos +V, -V e G nas duas placas dos amplificadores. Utilize fios de instalação elétrica de 1,5mm, preferencialmente nas cores preta para o -V, vermelha para o +V e verde ou amarelo para o GND. Isso ajuda a evitar erros de ligação.

Não conecte suas caixas no amplificador, por enquanto.

ATENÇÃO: Tome muito cuidado ao testar o amplificador. Os grandes capacitores eletrolíticos da fonte de alimentação carregam uma grande quantidade de energia. Mesmo após desligar o amplificador, eles continuam com energia armazenada, que é lentamente descarregada através dos “*bleeder resistors*” (R1 e R2). O tempo para que os resistores descarreguem esses capacitores é de aproximadamente 30 segundos. Trabalhe com segurança!

Para testar amplificadores com segurança, é recomendada a utilização de um circuito protetor, formado por uma lâmpada incandescente comum em série com a fase da rede elétrica, dessa forma:



Este eficiente circuito protegerá o amplificador caso haja alguma anomalia ou erro de montagem, pois ela reduzirá bruscamente a tensão do primário do transformador.

Instale esse circuito, ligue o amplificador e observe o comportamento da lâmpada. Se tudo estiver ligado corretamente e não houver erros de montagem, a lâmpada irá acender com força no momento em que ligar a energia, e rapidamente seu brilho irá diminuir, se tornando bem fraco.

Caso a lâmpada acenda e não reduza seu brilho, desligue imediatamente a energia elétrica. Há algum erro na montagem do amplificador. Aguarde uns dois minutos antes de começar a verificar por erros (para que os capacitores sejam descarregados e você trabalhe com segurança). Verifique todos os componentes e certifique-se de que os capacitores eletrolíticos estão em posição correta. Repita o teste com a lâmpada.

Caso o teste com a lâmpada tenha sido um sucesso, parabéns, você montou o amplificador corretamente. Você já pode eliminar a lâmpada do circuito e ligar o transformador diretamente na rede elétrica.

Agora você deverá medir a tensão na saída da fonte de alimentação, para se certificar de que está dentro do máximo permitido. Conecte as pontas de prova do seu multímetro nos pontos +V e GND da placa da fonte. Selecione a medição de corrente contínua (DC ou CC). Repita a medição com as pontas de prova nos pontos -V e GND. Como o amplificador está em repouso, é normal que a tensão esteja um pouco mais alta do que o esperado; a tensão reduzirá quando o amplificador estiver funcionando.

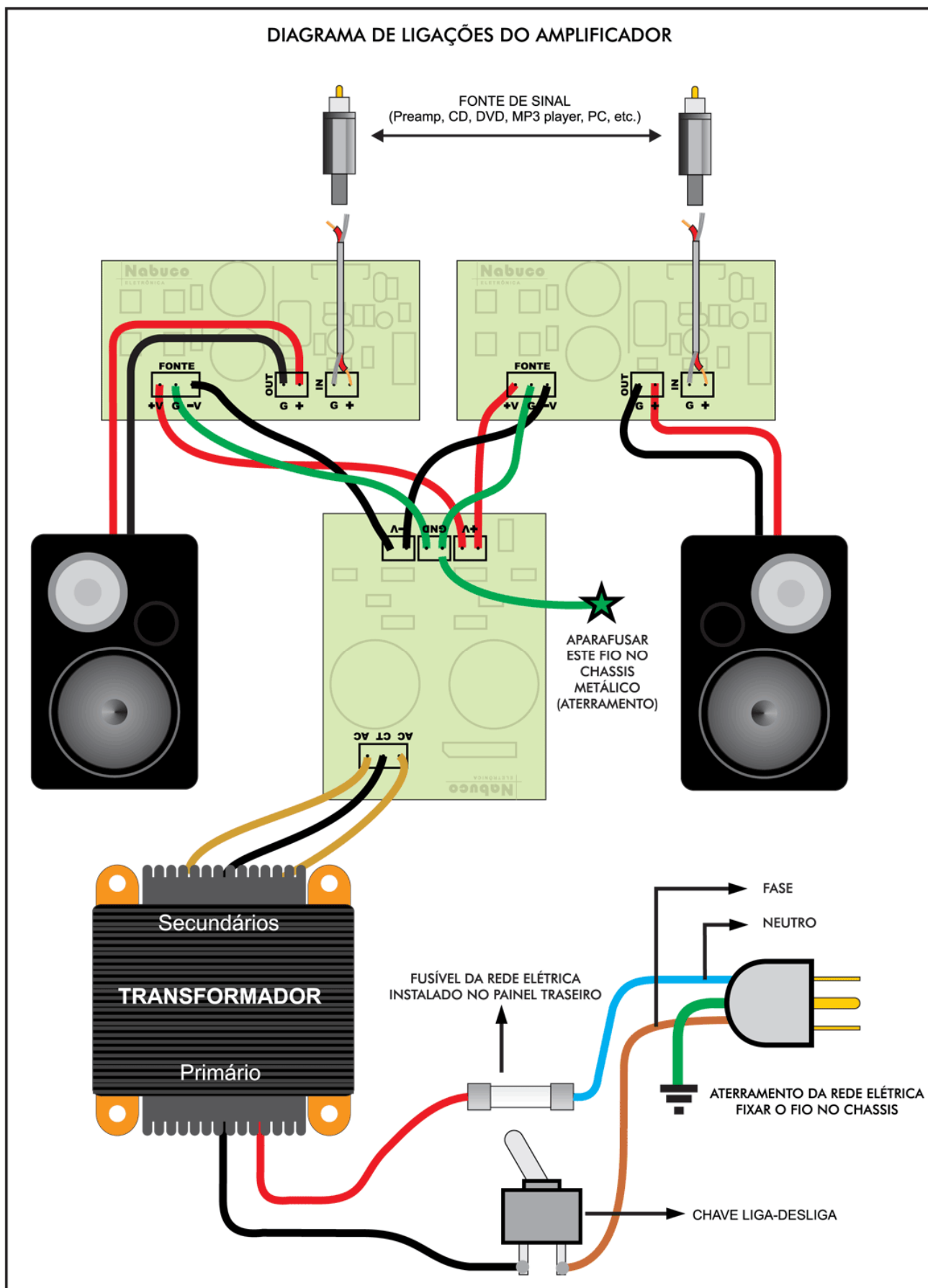
Agora meça a tensão nas saídas do amplificador, entre os pontos "OUT+" e "OUT \bar{G} ". O valor lido deve estar próximo de zero, com algo em torno de uns 100 milivolts (mV). Se o amplificador tiver passado nesses testes, já está pronto para uso.

Desligue o amplificador e aguarde o tempo necessário para os capacitores se descarregarem.

Conecte agora suas caixas de som aos pontos "OUT+" e "OUT \bar{G} " da placa do amplificador. Conecte um cabo blindado nos pontos "IN+" e "IN \bar{G} " da placa do amplificador (a malha é conectada ao "-"). Ligue o amplificador e verifique se está funcionando corretamente.

Agora você já pode instalar tudo dentro de um gabinete (veja o capítulo "chassis"). O diagrama a seguir lhe auxiliará na montagem:

DIAGRAMA DE LIGAÇÕES DO AMPLIFICADOR



Algumas observações sobre o diagrama:

O fusível da rede é calculado de acordo com a potência do transformador e da tensão de rede elétrica local. Caso tenha dúvidas em como calcular o valor desse fusível, entre em contato.

O chassis (gabinete) tem de estar aterrado. Para isso, basta conectar um dos fios GND que saem da placa da fonte de alimentação ao chassis, como mostra o diagrama. Parafuse o fio no fundo do gabinete, certificando-se de que o mesmo faça contato como fio (se houver tinta no gabinete, raspe-a).

O fio de aterramento da rede elétrica também deve estar conectado ao chassis, como no diagrama.

Procure posicionar o transformador o mais longe possível dos cabos de sinal, para evitar a inserção de ruídos no som.

Os cabos de sinal são blindados, ou seja, possuem uma malha de aterramento e um fio condutor interno. São semelhantes aos utilizados em instrumentos musicais e facilmente encontrados no comércio.

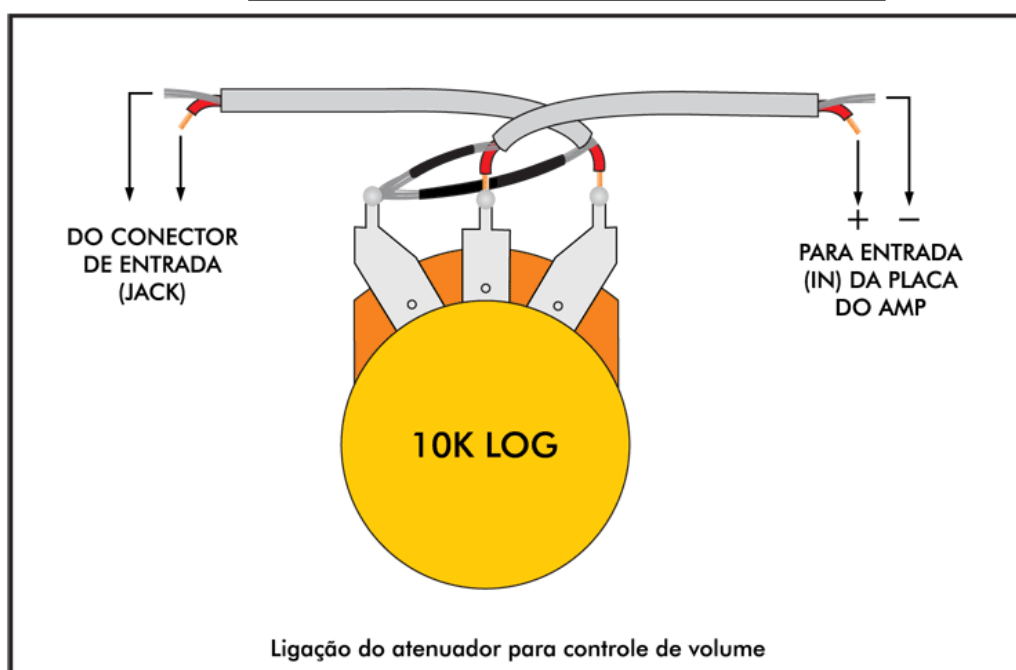
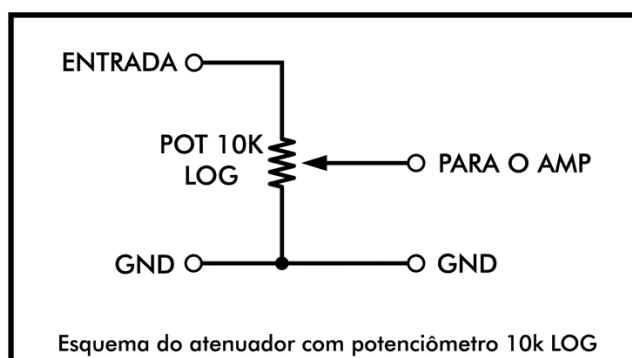
Para a conexão das caixas, é recomendada a utilização de bornes que permitam fixar o fio diretamente no borne. Não utilize conectores P10, pois eles não servem para essa aplicação.

A chave liga-desliga deve ser capaz de suportar até 10A.

CONTROLE DE VOLUME

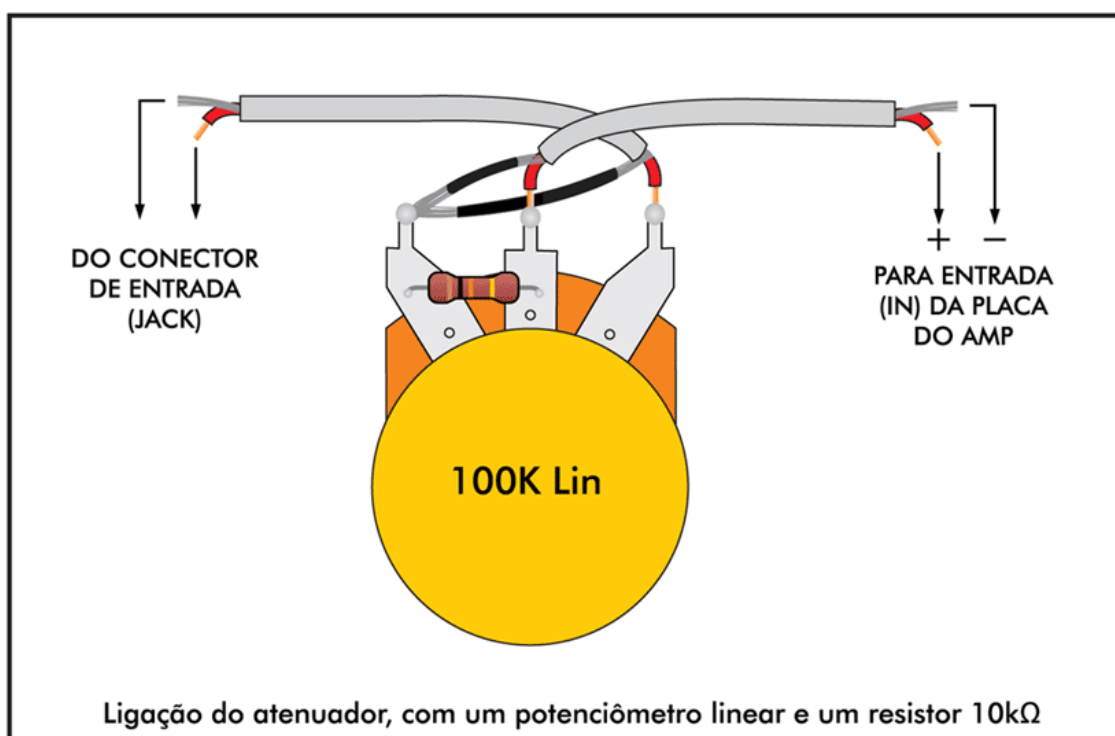
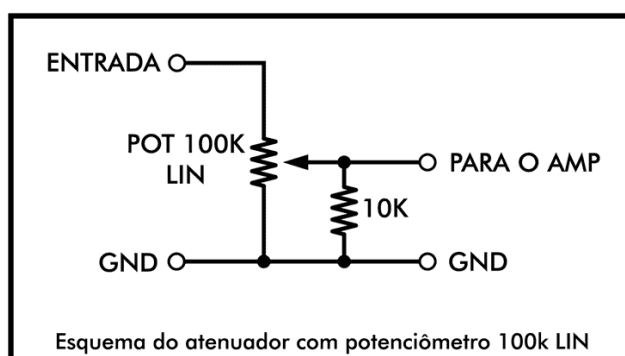
O controle de volume pode ser feito através da utilização de um pré-amplificador externo ou de um atenuador na entrada do amplificador LM3886. Para instalar um atenuador em seu amplificador, você precisará de um potenciômetro duplo (controlando os dois canais simultaneamente), ou de dois potenciômetros simples (cada canal controlado independentemente).

Um potenciômetro utilizado para volume possui ação logarítmica, ou seja, conforme o cursor é girado, seu valor aumenta de forma não linear, em curva logarítmica, justamente para se adaptar aos nossos ouvidos, que possuem características não-lineares. Sendo assim, você irá precisar de um (ou dois) potenciômetro(s) de valor $10k\Omega$ e ação logarítmica. Basta ligá-lo à entrada do amplificador, utilizando cabos blindados (malha+condutor interno). Veja o esquema de ligação e uma figura ilustrando na prática como é feita a ligação:



O sinal vem do conector de entrada do amplificador (Jack RCA, P10, ou qualquer outro), passa pelo potenciômetro e segue para a entrada da placa do amplificador (IN+ e IN_G). Observe que é utilizado um isolante (espaguete termo retrátil) na malha aterradora, para evitar um curto-circuito acidental.

Entretanto, é possível simular um potenciômetro de ação logarítmica utilizando um potenciômetro linear, atingindo resultados muitas vezes melhores que os potenciômetros logarítmicos comumente encontrados no comércio. Para isso, você precisará de um potenciômetro de ação linear de valor 100kΩ e um resistor de 10kΩ. O potenciômetro é associado ao resistor e ligado à entrada do amplificador da seguinte forma:



O resistor associado em paralelo ao potenciômetro tem o valor de 10kΩ e potência de 1 ou 2W.

CHASSIS (GABINETE)

Existem muitas possibilidades no que se refere ao gabinete no qual o amplificador será instalado (chassis). Dependendo do seu gosto e das opções de ferramentas e materiais que estão à sua disposição, você pode optar por diversos designs diferentes, utilizando alumínio, aço e até madeira.

É importante lembrar que o CI LM3886 precisa dissipar calor e, por isso, é necessário que o seu dissipador possa trocar calor com o ambiente. Sendo assim, é necessário que você se certifique que haja furos no gabinete que permitam que o dissipador efetue essa troca de calor.

No caso de utilizar um gabinete metálico (mais recomendado), é necessário aterrar o chassis, ligando-o ao aterramento da rede elétrica (pino central da tomada).

A Naoko Metalurgica (<http://www.naokometalurgica.com.br>) comercializa diversos modelos de gabinete, e vende através da internet para o Brasil todo. O serviço deles é muito bom e os preços são bastante razoáveis. Vale a pena utilizar os gabinetes da Naoko.

Você pode ver na internet diversos usuários que encontraram soluções muito criativas para os seus gabinetes, incluindo formas para bolos! Nesses sites, há algumas idéias muito interessantes:

<http://www.vikash.info/audio/chipamp-lm3886/>

<http://www.vikash.info/audio/gainclone02/chassis.asp>

<http://www.briangt.com/gallery/nigc>

http://diyaudioprojects.com/Chip/LM3886_CA/index.htm

<http://diyaudioprojects.com/Chip/Synergy-LM3875-Gainclone/>

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

AMPLIFICADOR GAINCLONE LM3886

Sensibilidade de Entrada:	1V RMS (70W 8 Ω)
Potência por canal (8 Ω):	70 W RMS ($V_{cc} = \pm 35V$ e THD < 0,06%)
Potência por canal (4 Ω):	90 W RMS ($V_{cc} = \pm 30V$ e THD < 0,06%)
Fator de Amortecimento:	> 450 (em 1kHz 8 Ω): > 170 (em 20kHz 8 Ω)
Resposta em Frequência:	8Hz a 90kHz
Slew Rate:	>10V/ μ s
Relação Sinal Ruído:	94dBA (1W / 8 Ω)