

# **Montagem de um amplificador de potência**

## **Amplificador Three –Way de 300 Watts.**

Desde o advento da alta fidelidade, e da introdução do conceito de estereofonia por A. D. Blumlein em 1929 na Inglaterra, o desempenho dos sistemas de áudio vem melhorando progressivamente.

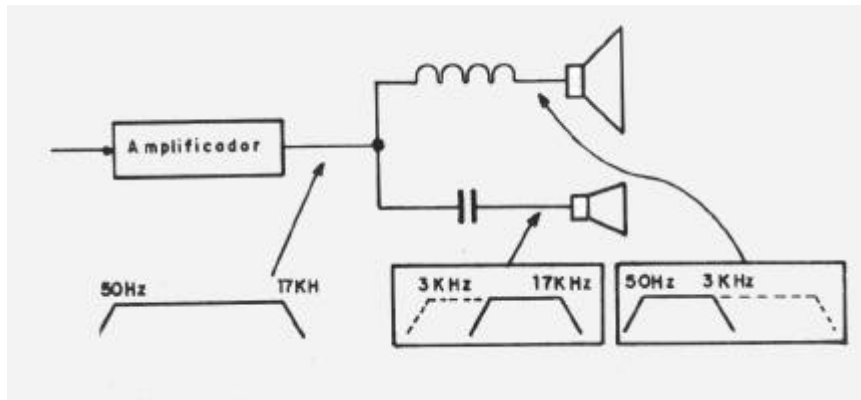
As válvulas precursoras dos modernos amplificadores de áudio, foram sendo substituídas por transistores de potência, circuitos integrados e agora por Chips dedicados. O mesmo ocorreu com os meios de gravação, técnicas de amplificação e de sonorização que culminavam nos CD's, áudio digital, amplificadores modulados por largura de pulso e sistemas quadrafônicos.

No entanto, ao se comparar um sistema de áudio moderno com seu tetravó dos anos 20 notamos o quanto ele evoluiu exceto por um item: Os alto falantes.

Nas últimas décadas os alto falantes pouco evoluíram, tanto que ainda hoje encontramos peças de 1935 tão boas e que reproduzem tão fielmente quanto os alto falantes profissionais.

Por ser um componente eletro-mecânico, o alto falante tem limitações. Por exemplo, ele não é capaz de reproduzir com fidelidade dois sinais de áudio de frequências diferentes, ou muito distantes simultaneamente, como 100 Hz e 17 KHz ou o movimento de seu cone deve ser 170 vezes maior para reproduzir 17 KHz, o que interfere na reprodução de 100 Hz. A consequência disso, é uma perda na fidelidade dos dois sons reproduzidos.

Na década de 30, uma equipe de engenheiros resolveu este problema desenvolvendo alto-falantes específicos para frequências altas e baixas. Em seguida, dividiram a gama de frequência entregue pelo amplificador, de modo que, cada alto-falante recebesse a faixa que melhor conseguisse trabalhar como o exemplificado na figura abaixo.



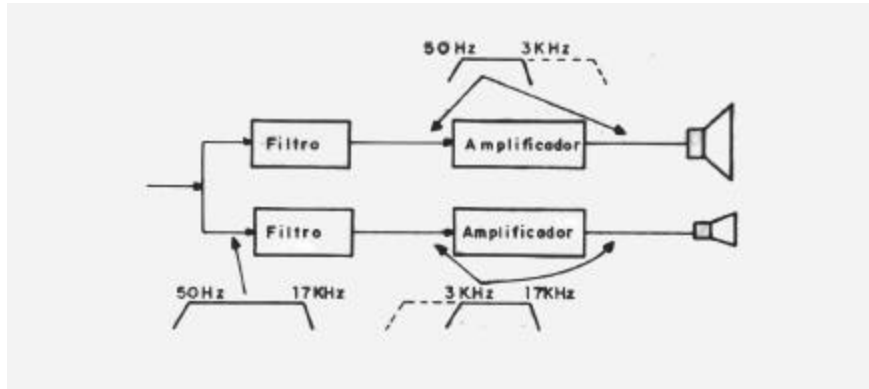
**Figura 45 - Divisor passivo de duas vias**

Este método, conhecido então como divisão de frequência com filtros passivos, provou ser muito eficaz, aumentando enormemente a fidelidade da reprodução sonora. Alguns anos depois, pesquisadores descobriram que as capacitâncias e indutâncias usadas no filtro passivo, introduziram distorções de fase no sinal reproduzido. A distorção tornou-se menor, mas os engenheiros começaram a trabalhar para eliminá-la também.

A partir da década de 60 os semicondutores, até então coisa de laboratório se tornaram acessível com isso os divisores passivos foram substituídos por divisores ativos, feitos a partir de

vários transistores, capacitores e resistores montados antes do amplificador, corrigindo e eliminando a distorção de fase. veja na figura abaixo

O excelente desempenho, não foi muito aplaudido pelos audiófilos, pois além de necessitar de mais um aparelho, o filtro ativo (Crossover) exigia mais de um amplificador para cada banda, elevando o custo do equipamento.

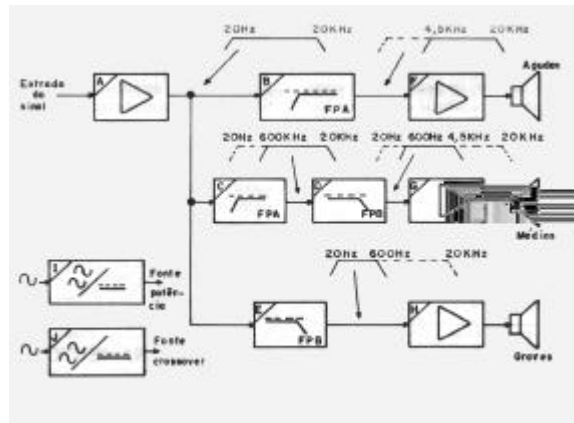


**Figura 46** - Divisor ativo de 2 vias

Hoje, graças ao desenvolvimento da microeletrônica, dispomos de um amplificador completo encerrado dentro de um único Chip, com centenas de transistores miniaturizados. E é com o emprego desta integração, que podemos apresentar o projeto de um excelente amplificador de áudio Three-Way, usando apenas alguns circuitos Integrados.

### ***Funcionamento***

A base do funcionamento do circuito é ilustrado pelo diagrama de blocos da figura ao lado.



**Figura 47** - Diagrama em blocos do amplificador

Cada canal do amplificador Three-Way, recebe o sinal de áudio proveniente de um pré-amplificador. Em seu bloco A, que é um estágio isolador para o resto do circuito.

O sinal que sai do bloco A, é encaminhado para os blocos B, C, e E, o bloco B é um filtro passa altas (FPA), cuja função é deixar somente passar sinais acima de certa frequência (frequência de corte), no caso 4,4 KHz. Estes sinais, que se estendem até o limite audível de 20Khz, são amplificados pelo bloco F e entregues ao alto falante de agudos (TWEETER).

O bloco C é também um FPA que deixa passar sinais, agora, acima de 600 Hz. Estes sinais devem se estender até 4,5 KHz, para serem entregues ao alto falante de médios (Midi-Range) e são

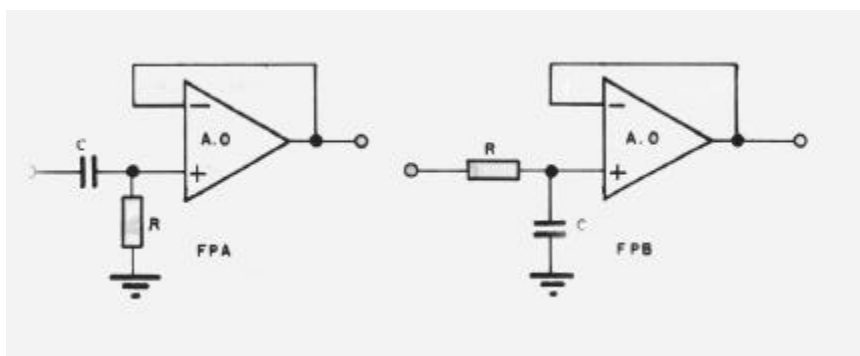
processados pelo bloco D, que compõem-se de um filtro passa-baixas (FPB) com sua frequência de corte (FC) sintonizada em 4,5 KHz.

Com isso, o bloco G que é o amplificador, recebe o gama de frequência entre 600 Hz e 4,5 KHz os graves são separados pelo bloco E.

Um FPB com um corte de 600 Hz, que deixa passar tudo abaixo dessa frequência, entrega os sinais ao bloco H que é o amplificador que é responsável pelo alto falante de graves (Woofers).

Os blocos FFPB e FPA são filtros compostos por amplificadores operacionais ( A.O ), idênticos aos da figura abaixo.

O método mais simples de entender o funcionamento destes filtros, sem se valer de complicadas equações, é considerar um A. O, como um amplificador de ganho 1 ( ou seja, o nível de sinal que sai é o mesmo que entra) e observar a rede RC na sua porta não inversora do A. O. (+).



**Figura 48** - Concepção básica de filtros com A .O

No EPA o capacitor C é percorrido pelo sinal de entrada. Como se sabe à medida que se diminui o valor de um capacitor, aumenta-se a sua rejeição para a passagem de sinais com frequência mais baixas. Por isso, neste circuito de EPA o capacitor limita a frequência inferior de corte (Fc).

No FPB o capacitor está ligado da entrada não inversora do A .O. ao terra, fazendo com as altas frequências sejam aterradas antes de chegar ao A .O . Neste caso o capacitor limita a frequência superior de corte.

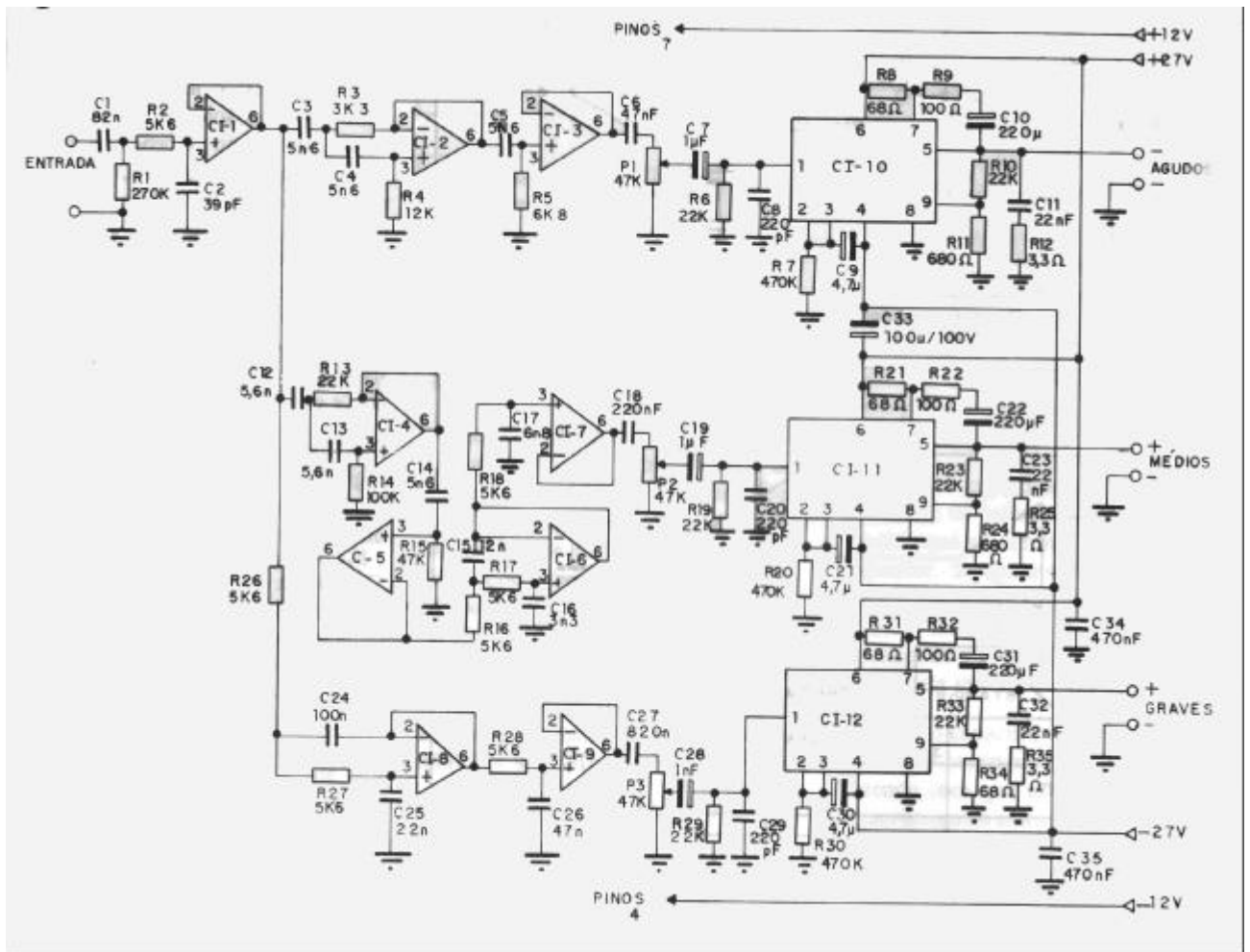
Os blocos amplificadores são compostos, cada um, por CIs TDA 1514A , que na configuração da figura abaixo, proporcionam ao menos 50W de potência com carga de 4 ohms e 30W com carga de 8 ohms, conforme o NBA/AN8911 Reports (Aplication Note ) da philips Components.

Este integrado é especialmente interessante, pois além de fornecer uma alta potência, o que faz com grande fidelidade, baixa distorção e consumo. Conta ainda com recursos como Mute, stand-By, Proteção térmica e contra curtos-circuitos.

Por fim, temos os blocos I e J que são as fontes do amplificador e do crossover, respectivamente. Optamos por duas fontes separadas, para que a alta potência manipulada pelos amplificadores, não interfiram no funcionamento do crossover.

## **Circuito**

O Circuito completo de um canal do Amplificador é visto na figura abaixo



**Figura 49** – Esquema do Amplificador

O sinal do pré-amplificador chega a CI1 através da rede de acoplamento C1, R1, C2 e R2. CI1 constitui-se o bloco A do circuito. Em sua saída, o sinal é distribuído para os circuitos integrados;

- ✓ CI2 e CI3, que formam filtros passa alta (bloco B) com corte em 4,5 KHz, determinado pela rede C3, R3, C4, R4, C5 e R5.
- ✓ CI4 e CI5, integrantes do bloco C, configurados como filtro passa-altas, de funcionamento idêntico ao anterior, contudo, sintonizado na freqüência de corte de 600 Hz. Após isso, o sinal é enviado a CI6 e CI7, que sintonizam o corte superior da faixa de médios em 4,5 KHz através de C15, R16, C16, R17, R7, C17 e R18, formando o bloco D.
- ✓ C18 e C19 constituem o bloco E, sintonizado em 600 Hz, um filtro passa-baixas que só libera freqüências abaixo dessa.

Logo que os sinais saem dos divisores, estes são acoplados através dos capacitores C6, C18, C27 a trimpot de ajuste de nível P1, P2 e P3.

Este ajuste visa compensar diferenças entre os níveis sonoros de cada faixa. O ouvido humano percebe os sons médios com maior intensidade, mesmo que se tenha sinais exatamente do mesmo nível sendo reproduzidos em cada alto falante.

Isso provavelmente fará ocorrer diferenças de nível sendo reproduzidos em cada alto falante. Além disso provavelmente também ocorrerão diferenças do nível sonoro dos sinais reproduzidos em cada faixa, devido as características de cada alto falante e que são diferentes em tamanho e especificações.

Dos cursores dos trimpots, os sinais seguem para seus respectivos amplificadores e logo após para as saídas em direção aos alto falantes.

CI-10 é um dos três amplificadores que são idênticos. O sinal chega a sua entrada através de C7, que o acopla ao crossover. R6 determina a impedância de entrada do amplificador. R10 e R11 são os resistores que estipulam o ganho do amplificador.

O ganho é a relação entre a potência de saída e a potência de entrada, que é dado pela formula  $G = R10/R11$ .

O circuito de mute do integrado é controlado por R7 e C9, que determinam o tempo em que o integrado fica com sua saída emudecida quando o amplificador é ligado.

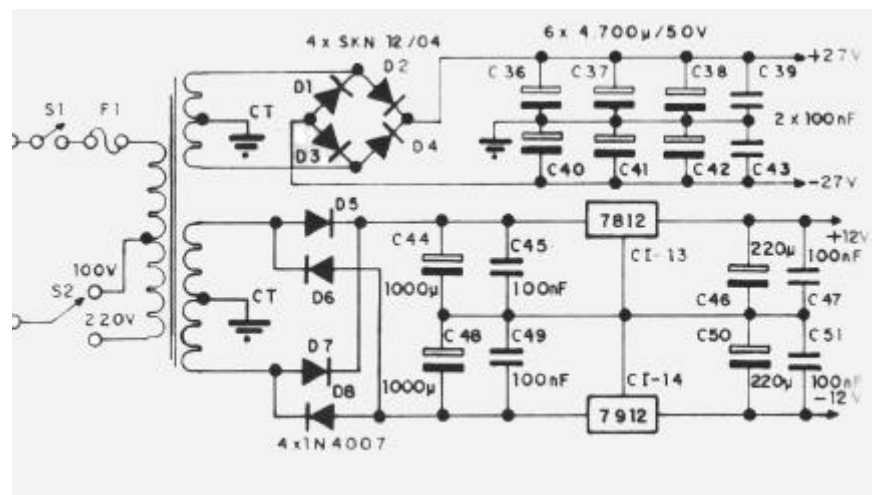
Esta providência torna-se necessário, devido a alta corrente que percorre o alto falante no instante em que o circuito é energizado provocando além do desconfortável BOOM característico, também algum possível dano aos alto falantes. O tempo de mute é dado pela fórmula:

$$T \text{ mute} = \frac{C9 \times 6 \times R7}{14}$$

Onde: T mute é dado em milissegundos, C em Farads e R em ohms. R8, R9 e C10 alimentam o bootstrap do integrado, que proporcionam o aumento de mais alguns watts em sua saída. R12 e C11, corrigem o ângulo de fase para compensar o efeito indutivo do alto-falante. C33 reduz as flutuações na alimentação; C34 e C35 desacoplam a fonte do sinal de áudio.

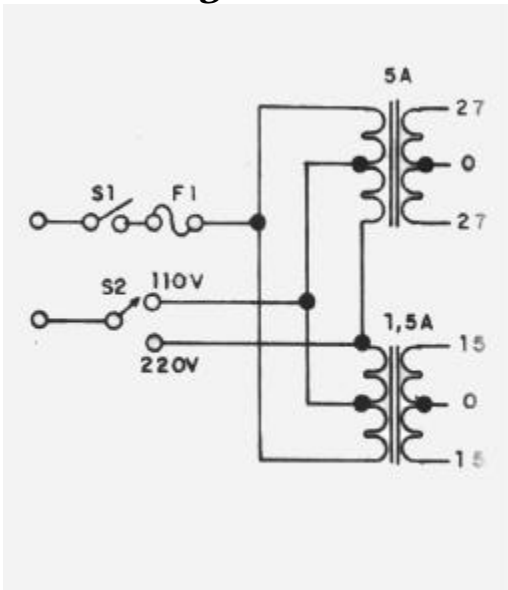
Os circuitos de CI-11 e CI-12 tem funcionamento similar ao de CI-10. O circuito é alimentado por duas fontes simétricas, que proporcionam tensões de +27V e -27V para os amplificadores e +12 -12V para o crossover.

Na figura abaixo mostramos o circuito da fonte, note que ela exige dois enrolamentos separados, um para a etapa amplificadora que drena mais corrente e outro para o crossover



**Figura 50** – Diagrama esquemático da fonte de alimentação

## Montagem



**Figura 51**

Substituição de T1 por dois transformadores.

Pode-se usar também um transformador com secundário de 22 a 30, para alimentar a etapa amplificadora. A etapa de saída poderá ser reduzida em alguns Watts, mas não comprometerá seu funcionamento.

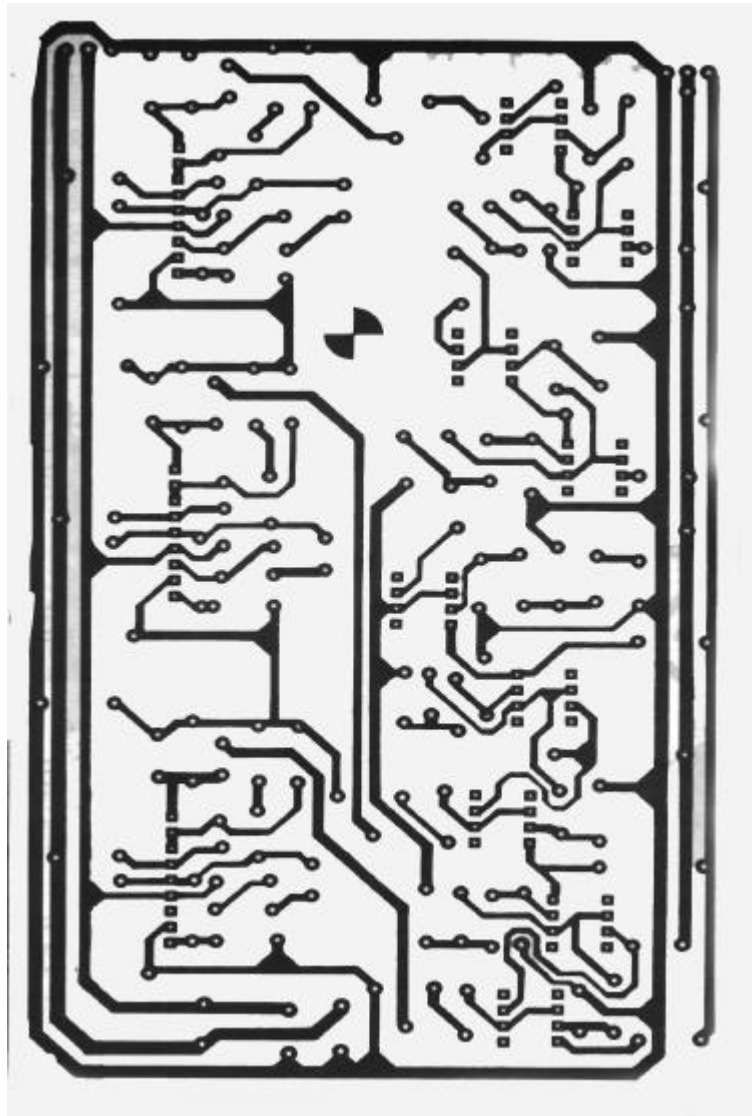
Após se certificar sobre o transformador a montagem pode ser iniciada sobre a placa da figura abaixo, que acomoda um canal completo do sistema.

Comece soldando os resistores e capacitor. Depois solde os soquetes de 8 pinos para os integrados. CI1 à CI9, conectando-os logo em seguida. Os integrados de potência devem ser fixados a um bom dissipador de ser soldados. Tome um certo cuidado para não danificá-los nessa operação, esses componentes não suportam um elevado grau de aquecimento podendo queimar-se com o calor excessivo do ferro de solda.

Depois é bom fixar o dissipador para que este não fique sem apoio e venha a forçar mecanicamente os CIs.

Antes de iniciar a aquisição de componentes para a montagem, inicie uma pesquisa sobre o transformador da fonte de alimentação, que costuma ser o componente mais crítico.

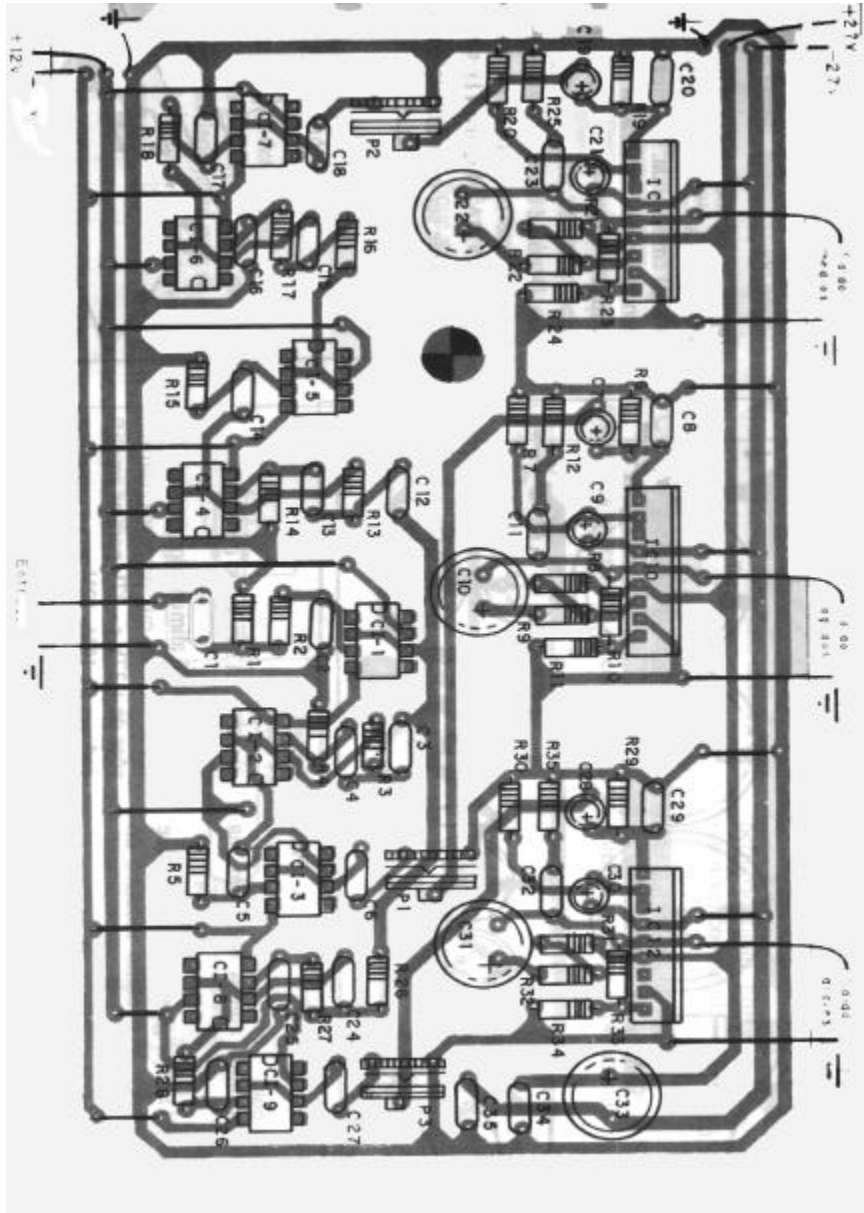
Caso tenha alguma dificuldade para encontrá-lo use dois transformadores conforme visto na figura ao lado



**Figura 52** - Layout da placa de circuito impresso do amplificador

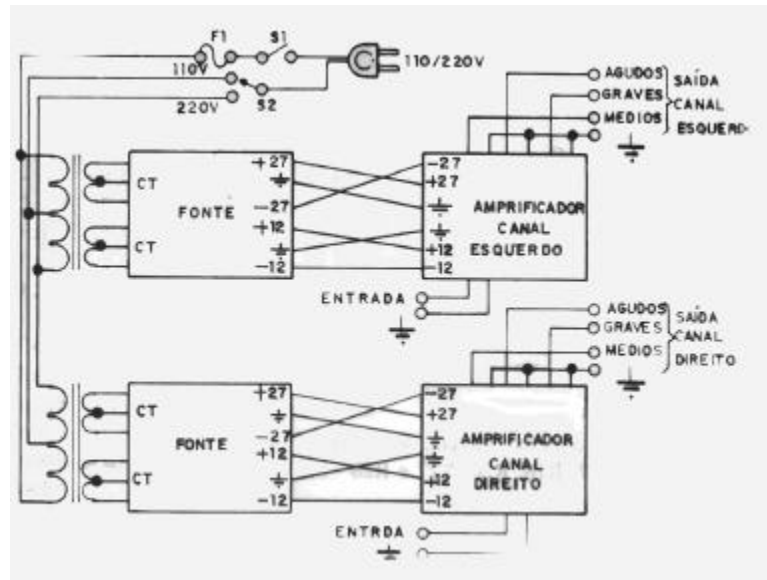
***Procure Ter em sua bancada:***

- Ferro de solda ou estação de solda a partir de 30 Watts;
- Sugador de solda;
- Estanho de preferência o azul “ Best ”;
- Kit para confecção de circuito impresso;
- Ferramentas diversas como; Alicates de bico e de corte, pinças etc;
- Maleta para ferramentas



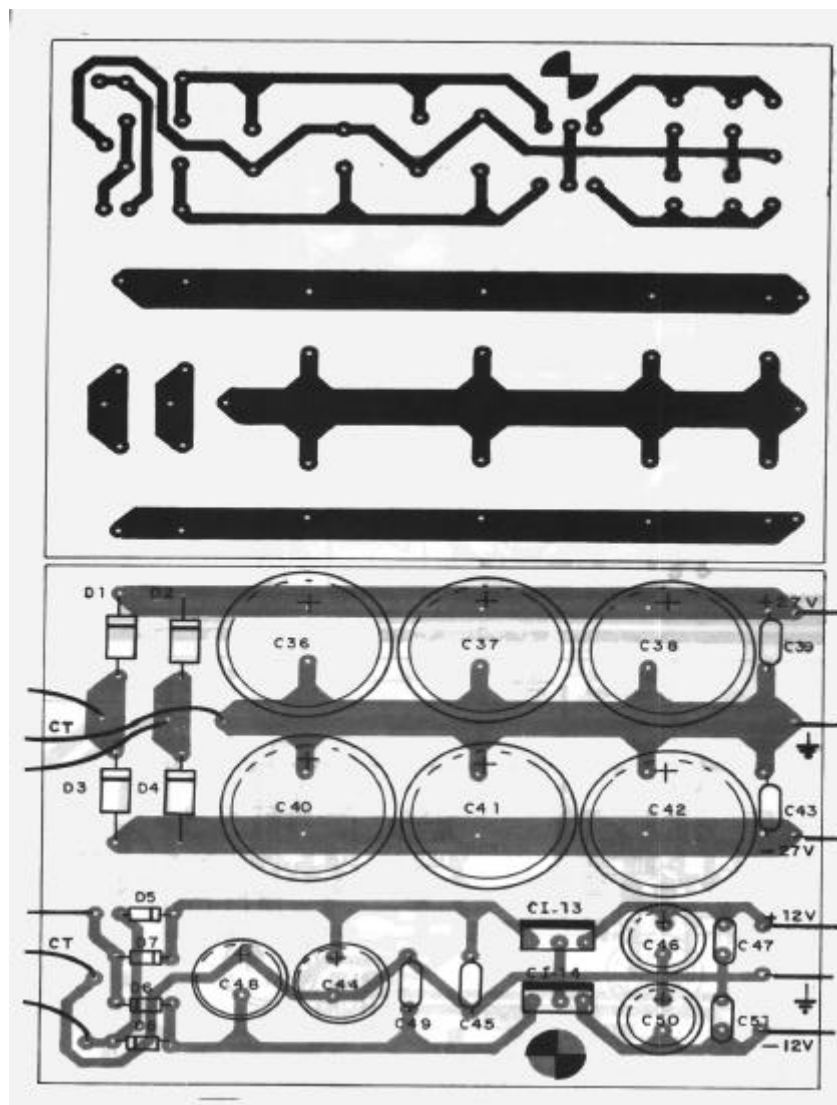
**Figura 53** – Placa de circuito – Montagem dos componentes

A fonte pode ser montada sobre a placa da figura abaixo, os transformadores chaves e fusíveis são externos a mesma para poder dar mais flexibilidade a escolha deste.



**Figura 55** – Conexão entre as placas do sistema

Após a montagem, conecte as placas que conforme mostra a figura abaixo, use fios de grosso calibre acima de 16 AWG para conectar a fonte á placa de áudio e, cabos coaxiais para conectar a entrada de áudio ao pré-amplificador.



**Figura 54** - Placa de circuito da fonte de alimentação

### ***Prova e Ajuste***

Conecte as saídas dos amplificadores de agudos e um tweeter, a de médios um midi-range e a de graves a um Woofwer. Observe suas polaridades e potências, que devem estar acima de 50W cada.

A prova inicial, que consiste em testar o funcionamento do circuito, pode ser feita com conexão da entrada de sinal do sistema montado à uma fonte sonora. Um pré amplificador, ligado a um Walkman com volume baixo serve.

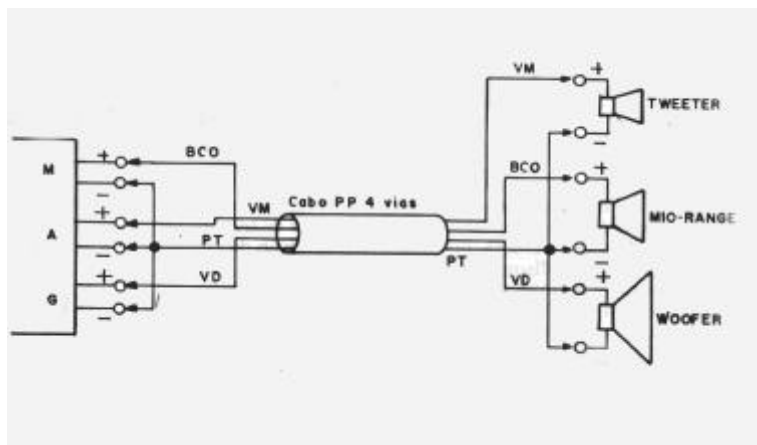
Ligue o cabo da fonte à tomada e acione S1. O efeito observado deverá ser um pequeno sibilar característico em cada alto falante. Estando tudo normal, observe se algum dos integrados esquenta demasiadamente ou se existe alguma anormalidade que possa indicar erro de montagem.

Agora, levante o volume do pré amplificador ou da fonte de sinal (Walkman), até ouvir o som. Verifique se os três alto falantes estão funcionando, e em caso negativo varie nos trimpots P1, P2 e P3 para que o som de cada alto falante fique mais ou menos no mesmo nível.

## Uso

A acomodação deste sistema pode ser feita em um gabinete de metal para que possa ser instalado juntamente com todos os equipamentos de som como no caso do nosso protótipo, ou pode ser montado dentro de uma caixa acústica.

Para usar uma caixa acústica comum, com três alto falantes, é necessário desligar o divisor passivo interno e ligar os alto falantes diretamente nas três saídas do amplificador. Faça isso através de cabos polarizados, ou cabo PP de 4 vias, conforme ilustra próxima figura.



**Figura 56** – Conexão dos alto falantes ao amplificador

Após montado, esse sistema pode ser usado com vantagem para substituir o equipamento de som ou ligar o televisor estéreo, em tempos de Home Theater este é um bom projeto para quem acha dispendioso gastar mais de 500 U\$ com um desses equipamentos.

## Considerações Finais

Somente a experiência da comparação entre um sistema comum e um Three – Way, pode mostrar a grande diferença entre os dois.

Os graves se tornam mais limpos, assim como os agudos, e os médios não perturbam tanto, pois agora podem Ter seu nível controlado.

O que podemos dizer ao leitor é simplesmente é: experimente montar, tanto você adquirirá uma boa experiência em montagens, confecção de placas de circuito, soldagens, cuidados básicos em manipulação de componentes e uma ótima satisfação pessoal ao ver o projeto funcionando, caso queira queimar algumas etapas, como fazer a placa e procurar os componentes para comprar, estaremos disponibilizando todo o kit para a montagem deste interessante projeto em nosso Site.

## Lista de materiais

### Semicondutores

- CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9 – LM741 C (amplificador operacional )
- CI10, CI11 e CI12 – TODA 1514 (Amplificador de potência)
- CI13 –LM 7812 (regulador de tensão)
- CI14 – LM 7912 (regulador de tensão)
- D1,D2,D3 e D4 – SKN 12/04 ( Diodo retificador de 12 A.)
- D5, D6, D7 e D8 – 1N4007 ( Diodo retificador de 1 A.)

## Resistor

- R1 – 270K (vermelho, violeta, amarelo )
- R2, R16, R17, R18, R26, R27, E R29 – 5K6 (Verde, azul, vermelho )
- R3 – 3K3 ( laranja, laranja, vermelho )
- R4 – 12K (marrom, vermelho, laranja )
- R5 – 6K8 (azul, cinza, vermelho )
- R6, R10, R13, R9, R23, R29, E R33 – 22K (vermelho, vermelho, laranja)
- R7, R20, e R30 – 470K (amarelo, violeta e amarelo )
- R8, R21 e R31 – 68 ohms 1W (azul, cinza e preto )
- R9, R22 e R32 - 100 ohms 1W ( marrom, preto, marrom )
- R11, R24 e R34 – 680 ohms ( azul, cinza, marrom. )
- R12, R25 e R35 – 3,3 ohms 1W (laranja, laranja, ouro )
- R14 - 100K (marrom, preto, amarelo )
- R15 – 47K (amarelo, violeta, laranja )

## Capacitores

- C1 – 82 nF (cerâmico)
- C2 – 32 pF (cerâmico)
- C3, C4, C5, C12, C13 e C14 – 5,6nF (cerâmico )
- C6 E C26 – 47 nF (cerâmico)
- C7, C19 e C28 – 1uF/50V (eletrolítico )
- C8, C20 e C29 – 220 pF (cerâmico )
- C9, C21 e C30 – 4,7 uF/25V (eletrolítico )
- C10, C22, C31, C46, e C50 – 220 uF/50V ( eletrolítico )
- C11, C23, C25, e C32 – 22 nF (cerâmico )
- C15 – 12 nF (cerâmico )
- C16 – 3,3 nF (cerâmico )
- C17 – 6,8 nF (cerâmico )
- C18 – 220 nF (cerâmico )
- C24 – 100 nF (cerâmico )
- C27 – 820 nF (cerâmico )
- C33 – 100 uF/100 (eletrolítico )
- C34, C35 – 470 nF/250V (poliéster )
- C36, C37, C38, C40, C41 e C42 – 4700 uF/50 (eletrolítico)
- C39, C43, C45, C47, c49, e C51 – 100nF/250V (poliéster )
- C44 e C48 – 1000 uF/50V (eletrolítico)

## Diversos

- F1 (porta fusível e fusível ) – 10 A
- S1 (chave liga-desliga ) – 15A
- S2 (chave H H ) – 15 A
- T1 Transformador primário 110/220, secundário 27, 0,27V/5A e 15,0,15  
Dissipador – 5 x 20Cm com 2mm de espessura. Placas, fios, solda e etc.