

# Instalação de Som Automotivo

# ÍNDICE

| <b>Assunto</b>                                                           | <b>Página</b> |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Algumas funções do aparelho de cd-player</b> _____                    | <b>3</b>      |
| <b>Instalando auto-rádios, toca-fitas e cd-player</b> _____              | <b>5</b>      |
| <b>Problemas de interferência no som do automóvel</b> _____              | <b>7</b>      |
| <b>Cuidados com cabos de áudio (evitando chiados)</b> _____              | <b>8</b>      |
| <b>O remédio é a Prevenção</b> _____                                     | <b>8</b>      |
| <b>Sistema elétrico automotivo – dimensionamento</b> _____               | <b>11</b>     |
| <b>Saída RCA ou saída amplificada?</b> _____                             | <b>14</b>     |
| <b>Como Calcular a Bitola dos Fios</b> _____                             | <b>15</b>     |
| <b>Como medir a potência RMS</b> _____                                   | <b>17</b>     |
| <b>RMS x SPL - mitos e verdades da potência elétrica</b> _____           | <b>18</b>     |
| <b>Divisores de Frequência</b> _____                                     | <b>19</b>     |
| <b>Mas como verificar a potência dos alto-falantes?</b> _____            | <b>24</b>     |
| <b>Impedância dos Auto Falantes</b> _____                                | <b>25</b>     |
| <b>Potência dissipada em um kit de MidBass, MidRange e Tweeter</b> _____ | <b>26</b>     |
| <b>Decibél, o que é isso?</b> _____                                      | <b>26</b>     |
| <b>Como escolher o Subwoofer?</b> _____                                  | <b>27</b>     |
| <b>Associação de Subwoofer</b> _____                                     | <b>28</b>     |
| <b>Associação de Subwoofers Bobina simples</b> _____                     | <b>28</b>     |
| <b>Associação em paralelo</b> _____                                      | <b>29</b>     |
| <b>Associação de Subwoofers bobina dupla</b> _____                       | <b>29</b>     |
| <b>Quanto de potência está sendo dissipada pelos Subwoofers?</b>         |               |
| <b>Quantos dB (decibéis) eu ganho aumentando os Subwoofer?</b> _____     | <b>31</b>     |
| <b>Caixa de fibra ou madeira MDF?</b> _____                              | <b>32</b>     |
| <b>Qual a litragem correta?</b> _____                                    | <b>32</b>     |
| <b>Fixação do amplificador e acabamento</b> _____                        | <b>32</b>     |
| <b>Ligação Bridge</b> _____                                              | <b>33</b>     |
| <b>Capac. de 1 FARAD X 20 V</b> _____                                    | <b>33</b>     |
| <b>Projetos</b> _____                                                    | <b>34</b>     |

## **Algumas funções do aparelho de cd-player**

O equipamento de CD player ou mesmo um rádio toca-fitas pode ter inúmeros recursos, muitas vezes não exploradas pelo dono do equipamento. Veremos nesta matéria para que serve alguns desses recursos.

### **Bass/Treble:**

Esses controles são encontrados em qualquer aparelho. Eles funcionam como um equalizador simplificado (de apenas duas frequências), temperando as músicas com graves (bass) e agudos (treble), de acordo com seu gosto pessoal.

### **Fader / Balance:**

Controlam a distribuição do som para os alto-falantes do carro. O balance controla o balanço entre os canais esquerdo e direito, enquanto que o fader controla o nível do volume dos falantes frontais e traseiros. Normalmente ficam na posição central (0) e raramente são alterados. Instaladores descuidados podem ligar os falantes invertidos, de modo que o canal esquerdo da música será reproduzido pelo falante direito e vice-versa. Por isso, às vezes, o som do carro está esquisito, mas você não consegue descobrir o que há de errado. Cheque se é o caso do seu carro, ajustando o balanço totalmente para o canal esquerdo e depois para o direito, repetindo a operação para os falantes frontais e depois traseiros.

### **Loudness:**

Acentua os graves e agudos da música quando o volume está baixo, para compensar a sensibilidade decrescente do ouvido humano para essas frequências. Isso quer dizer que, quanto mais baixo o volume, menos nosso ouvido percebe sons graves e agudos. Um, porém que poucos sabem: o controle de loudness não afeta as músicas em volume alto.

### **Atenuação (mute):**

Ativando essa função, o som será atenuado instantaneamente cerca de 20 dB, voltando para o nível anterior simplesmente apertando o botão mais uma vez. Torna-se mais útil quando está presente no controle remoto do aparelho. Ideal para ser usado quando você parar num pedágio ou para pedir informações ou (cuidado com a multa!) quando for atender uma ligação no telefone celular. Alguns aparelhos podem ser ligados em kits de viva-voz, atenuando automaticamente o som assim que o telefone tocar.

### **Saídas RCA:**

São os conectores que ficam na parte de trás do aparelho. Na prática, você não irá encostar neles (a menos que o caro leitor seja um instalador também), mas é bom saber se o aparelho que você está comprando tem essas saídas, caso queira adicionar um amplificador de fonte chaveada no futuro. Mesmo que o amplificador ainda não esteja nos seus planos, isso significa mais flexibilidade para o seu sistema de som no futuro. Unidade principal com amplificador interno.

Quando seu CD player tem um amplificador interno, ele dispensa o uso de um amplificador ou booster (módulo de potência). Você reconhece os aparelhos que se encaixam nessa categoria quando lê as inscrições 4x40 Watts (por exemplo). Evidentemente, quanto mais potente for, melhor. Mas os fabricantes insistem em elevar esses números a níveis fictícios, para convencer ao consumidor a levar seu produto que, de tão forte, dispensa um amplificador externo. Normalmente, os amplificadores internos do CD players são suficientes apenas para escutar música com os vidros

fechados. Com eles abertos, tanto numa estrada como na cidade, o diminuto amplificador interno não dá conta do recado para superar o ruído externo.



### **Unidade principal sem amplificação:**

Os aparelhos mais sofisticados não oferecem amplificador interno. Devem ser usados com amplificadores externos, mais potentes e com menor distorção.

### **Procura de estações (seek/search):**

Pressionando o botão de procura, o sintonizador começa a procurar automaticamente a próxima estação presente no dial do rádio. Em alguns aparelhos, a procura pode ser manual também, que deve ser usada quando o sinal da estação que você deseja escutar está fraco demais para ser sintonizado automaticamente pelo rádio.

### **Local / Distante (DX):**

Funciona juntamente com a procura de estações. Quando a função local é selecionada, a procura só sintoniza as estações com sinal mais forte. Estando numa região longe das emissoras de rádio, use a função DX. O sintonizador do rádio aumentará sua sensibilidade e começará a procurar estações com sinal mais fraco.

### **Procura de músicas:**

Pressione as teclas << e >> para avançar ou voltar às músicas no disco. Em alguns aparelhos, pressionando e segurando essas teclas iniciará a busca rápida até o trecho da música desejado.

### **Scan Play-back:**

Ativando essa função, o aparelho passa a tocar os 10 primeiros segundos de cada música do disco sucessivamente. Programação.

Permite que sejam escolhidas quais músicas do disco (ou dos discos, se você estiver usando um CD changer) serão tocadas e em qual sequência.

### **Reprodução aleatória:**

O aparelho reproduz em ordem aleatória todas as músicas do disco que estiver tocando. Quando um CD changer estiver conectado, essa função selecionará - também aleatoriamente - a ordem dos discos.

### **Sistema anti-furto:**

Os fabricantes fornecem produtos com pelo menos um sistema para coibir ou dificultar a ação dos amigos do alheio. O método mais usado atualmente é a frente destacável, onde o motorista pode levar o painel frontal do aparelho consigo quando deixar o veículo. Os códigos anti-furto já foram mais comuns, e existem ainda em alguns aparelhos. Sem o número do código que apenas o proprietário do veículo tem, nenhum gatuno será capaz de religar o aparelho. Esse método caiu na descrença dos

consumidores porque os primeiros sistemas de código eram primitivos e facilmente quebrados pelos receptores de rádios roubados. Os sistemas modernos não são assim fáceis de desarmar. A Kenwood optou pelo sistema Mask. O painel frontal é escamoteável e gira em torno de si mesmo quando a chave da ignição do carro é desligada, deixando à mostra uma tampa preta de plástico, dando a impressão que não há nada no painel. Ou, no mínimo, o ladrão não sabe que tipo de aparelho está no carro e pode olhar dentro de outro à procura de uma "mercadoria" conhecida. A Alpine e a Sony começaram a apostar nesse conceito e recém-lançaram aparelhos com sistemas semelhantes ao Mask. Qualquer que seja o sistema anti-furto que o CD player ofereça, qualquer deles é melhor do que nenhum, pelo menos para dificultar a ação dos bandidos. Quando se trata dos nossos amados sistemas de som, devemos lembrar das sábias palavras de nossas avós: prudência e chá de erva cidreira nunca são demais.

### **Memória títulos de discos / estações de rádio**

Essa função mostra o título do disco ou o nome da estação de rádio que está tocando (desde que sejam digitados antes).

### **RDS / RDBS**

A sigla significa Radio Data Broadcast System (Sistema de transmissão de dados pelo rádio). Muito difundido na Europa mas nem tanto no resto do mundo, o sistema permite que seu rádio receba informações transmitidas pelas emissoras de rádio simultaneamente com as músicas. Essas informações podem ser os nomes da música que está tocando, o nome da emissora, previsão do tempo, boletins de trânsito ou até mesmo comerciais. Para funcionar a função, é necessário que as emissoras transmitam seus sinais através de equipamentos que possuam esse recurso. Por essa razão, há apenas uma meia dúzia de estações em todo o Brasil que transmitem sinais RDS.

### **Procura automática das estações mais fortes**

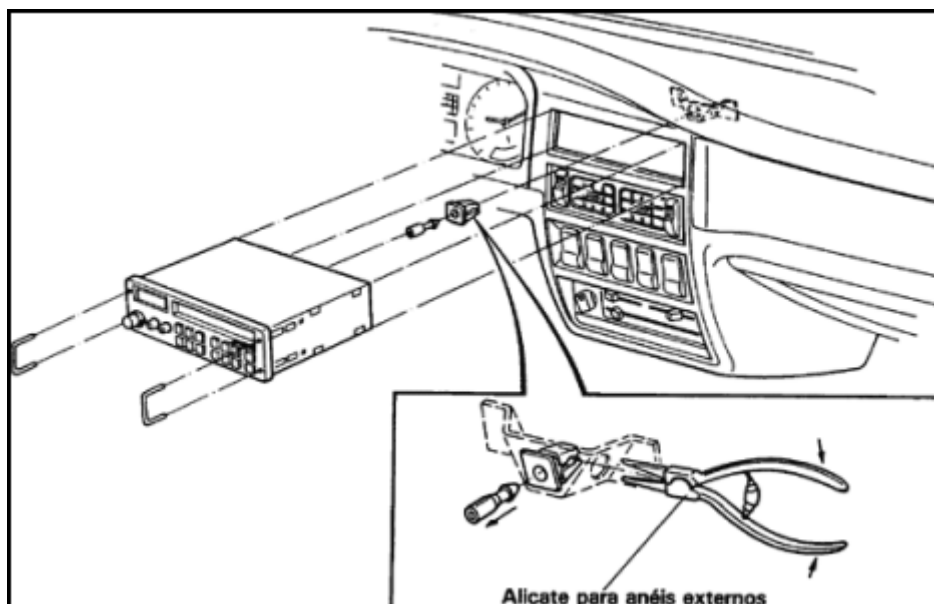
O sintonizador irá procurar automaticamente e armazenar as estações de rádio com sinal mais forte na banda selecionada (FM 1, AM 2, etc.) na ordem de potência do sinal (a emissora com melhor recepção na memória 1 e assim por diante).

### **Reforço de graves (D-bass)**

Esse controle adiciona cerca de 10 dB de ganho nas frequências graves, ideal para dar mais "impacto" nas músicas. O resultado é muito bom quando o CD player está ligado a um amplificador externo.

## **Instalando auto-rádios, toca-fitas e cd-player - dicas**

**Primeiro passo:** Verifique se existe fiação e conectores adequados para alimentar o aparelho de áudio. Geralmente a maioria dos veículos possuem essas fiações que ficam localizados no mesmo compartimento onde será instalado o rádio. Caso a fiação não exista alguns cuidados deverão ser tomados.



**CUIDADO:** Sempre que um novo condutor elétrico for adicionado com o sistema elétrico do veículo certifique-se de desconectar o cabo negativo da bateria para evitar qualquer contato que possa provocar um curto-circuito.

Consulte o manual do carro e verifique em que parte do veículo se encontra a caixa de fusíveis de proteção ou a central elétrica e verifique em que parte deste sistema se encontra o fusível de proteção para o rádio. No local indicado pelo manual do veículo, conecte um fio de bitola 2.5mm ao terminal de saída do porta fusível, devidamente encapado e protegido com material anti-chama para maior segurança e puxe-o até o painel de instalação do rádio. Utilize condutores com capa de silicone ou similar e de cor clara para diferenciar dos demais condutores. O próximo passo você deve utilizar um condutor de cor escura e aterrará-lo num ponto da carroceria do carro de preferência sem fazer furos e não se esqueça de usar terminais para melhor segurança.

**Atenção:** evite passar os condutores de alimentação próximos de motores elétricos, relês e qualquer outro dispositivo que possa causar interferência e ruído no rádio.

**Segundo passo:** A fiação para os alto-falantes também deverão receber atenção especial assim como os fios de alimentação, pois os fios dos alto-falantes também estão sujeitos à interferência por ruído e danos mecânicos, portanto ao passar com a fiação dos falantes sob o painel do veículo tome o mesmo cuidado dado aos cabos de alimentação.

**Terceiro passo:** Com todos os condutores posicionados ao painel do veículo inclusive o cabo de antena, agora você irá encaixar a cinta de fixação do rádio que acompanha o aparelho, encaixando-a no painel de instrumentos e dobrando firmemente as lingüetas com uma chave de fenda ou ferramenta adequada para que não fique solta e fazendo barulho podendo também fazer com que seus discos pulem demasiadamente (no caso de CDs).

Faça uma análise nos cabos do painel, verifique se não faltou nenhum fio e não esqueça de conectar o cabo negativo de volta a bateria para a verificação da tensão elétrica 12 v nos fios que alimentarão o rádio, em seguida conecte o terminal de encaixe ao aparelho e siga as instruções das operações e funções que acompanham no manual.

### **Disketeira FM?**

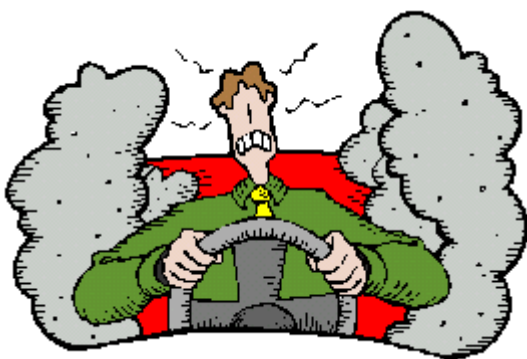
Muita gente pensa em comprar disketeiras FM, porém estas devem saber que ela acaba tendo um desempenho pior do que as conectadas na saída do aparelho Toca-cd ou toca-fitas. Isso porque ela possui uma resposta de frequência prejudicada pelo sistema FM e você ira perder qualidade em todas as frequências sendo altas e baixas.

## **Problemas de interferência no som do automóvel**

Você enfia o pé no acelerador e a rotação do motor vai subindo, roncando feito uma batedeira elétrica, em todos os alto-falantes. Ninguém agüenta algo assim por muito tempo. Seus ouvidos pedem água em questão de segundos. Tudo bem com o carro parado. Quer dizer, tudo bem se aquele chiadinho que vive rolando no fundo também não te levar à loucura. Esses outros ruídos, extremamente chatos e comuns nos nossos automóveis, costumam ter a mesma origem: instalação descuidada.

*"Mas eu tenho um carro popular, diria alguém, com som original do jeito que saiu de fábrica. Mande apenas instalar um CD player ou coisa que o valha e sofro igualmente com os tais ruídos".*

Como explicar um caso desse?



É verdade, nem sempre a origem do problema é responsabilidade do instalador incompetente. O problema pode estar, por exemplo, num simples cabo de vela com defeito. Quando o campo magnético gerado pela tensão que circula no cabo escapa, é interferência na certa. Pode ser também uma questão de equipamento ruim. Exemplo? Se o filtro de alimentação do seu CD player não funciona direito, esqueça. Ou você troca o filtro ou aprende a gostar

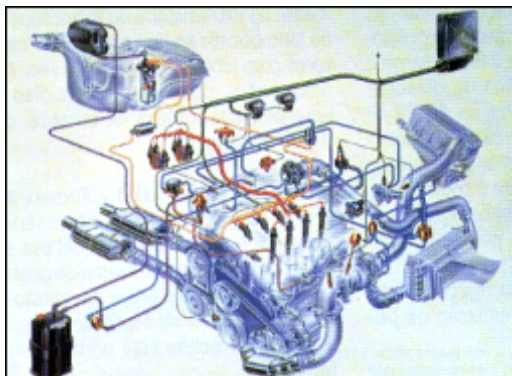
de música com batedeira e chiado no fundo. Boa parte dos erros que resultam em interferências, no entanto, é cometido no momento da instalação, ainda que o equipamento a ser instalado seja apenas um toca-fitas. Dois cabos que deveriam ficar bem distantes um do outro mas que foram instalados muito próximos podem ser a causa do ruído. O mesmo vale para um amplificador mal regulado. Felizmente, encontrar a origem dos ruídos e eliminá-lo é tão fácil quanto arremessar uma batedeira elétrica pela janela.

### **Efeito batedeira**

Os vários tipos de ruídos podem ser agrupados em três categorias: os originados por interferência dos componentes elétricos do motor; aqueles gerados pelas chamadas interferências de RF (sinal de rádio frequência); e finalmente os que tem origem de má regulação de alguns equipamentos.

O tal "efeito batedeira", por exemplo, é um típico ruído da primeira categoria. Um problema desse tipo, cuja origem está na parte elétrica do motor, acontece quando o dispositivo de isolamento de um ou mais componentes elétricos falha, deixando escapar

o campo eletromagnético gerado por eles. Com frequência o "vazamento" é forte o bastante para vencer a malha de proteção dos cabos que integram o sistema de áudio. A interferência vira ruído e vai parar nos alto-falantes.



interferências vindas do motor.

A solução, neste caso, é ter o cuidado preventivo de dimensionar corretamente o projeto. Deve ser guardada a maior distância possível entre cabos RCA e elétricos. Segundo

"Componentes como a bomba elétrica, os vários sensores do motor e a injeção eletrônica trabalham com pontos de tensão diferentes", explica o instalador Eduardo Rahal Tavares, consultor técnico da [Revista Car Stereo Brasil](#). "Se não estiver tudo muito bem blindado e aterrado, o campo magnético pode facilmente causar interferência diretamente no pré-amplificador do equipamento".

Cabos RCA muito próximos de cabos elétricos do automóvel são vítimas frequentes das

### **Cuidados com cabos de áudio (evitando chiados)**

- Nunca passe cabos de áudio (RCA) perto de cabos de força, cabos de alta tensão ou cabos do sistema de ignição para evitar ruídos e interferências no sistema de áudio.
- Não passe cabos perto de cantos afiados e utilize sempre anéis protetores.
- Tenha preferência para cabos RCA de dupla ou tripla blindagem.
- Utilize conectores RCA de boa qualidade.
- Todo cuidado é pouco se tratando de cabos de sinal de baixo nível de tensão com conectores RCA, pois são cabos que transportam sinais de baixa amplitude (variando 500mV até 8 Volts, dependendo do aparelho) que podem facilmente sofrer perdas e interferências elétricas. É por isso que existe aquela malha periférica em volta dos fios internos (cabos coaxiais), eles funcionam como uma blindagem magnética.

### **O remédio é a Prevenção**

Cabos vagabundos estão sempre sujeitos à interferência, não importa a distância mantida entre eles.

Quanto maior é o número de equipamentos, maior é o risco de interferência elétrica. O motivo? Muito simples: Maior também será a quantidade de cabos RCA utilizados no projeto. "Amplificadores, equalizadores e processadores trabalham com sinais de alta impedância" diz Tavares, "e são muito mais vulneráveis à interferência elétrica".

Interferências de RF (radiofrequência) são provocadas por excesso ou falta de sinal.

Quando o problema é o excesso, aparece um chiado de fundo e observa-se alguma distorção, em geral das frequências mais altas. Quando o problema é a falta de sinal, a encrenca não é muito diferente: chiado e estática.

**Certamente a decisão acima não é a mais correta, não acha?**

Não há muito que se possa fazer para evitar os ruídos de RF. Se a antena do carro ainda é do tipo telescópico, a solução para o excesso de sinal é baixá-la até a altura em que desapareça a interferência. Para a falta de sinal, a receita, obviamente, é a inversa. Abre-se o telescópico até a sua última vareta de alumínio. E só. Se nenhuma dessas medidas der resultado, a única alternativa que resta é procurar no dial outra emissora de rádio com sinal mais forte ou fraco. Segundo Eduardo Tavares, quem tem uma antena amplificada no carro fica de mãos atadas. Não há como eliminar o ruído.

Prevenir o problema na hora da instalação, respeitando certas regras básicas, é a melhor forma de evitar - ou pelo menos amenizar - interferências de RF. O primeiro dessas regras: evitar o uso de extensões da antena. Por que instalá-la atrás se a fonte geradora do áudio está aqui na frente? Afinal, a opção é pela estética ou pela qualidade do som?

O segundo passo preventivo na luta contra as interferências de RF: a antena tem que ser muito bem aterrada no local da instalação e no conector do rádio. E a terceira dica: confira se o capô está 100% aterrado. Se não estiver, ele pode atrapalhar - e muito - a sintonia.

### **Recorrendo a sensibilidade**

Se um chiado insuportável vive atazanando a sua tranquilidade dentro do carro, mesmo que música alguma esteja sendo reproduzida, você é vítima de uma típica interferência gerada por equipamento mal regulado. Esse chiado é o que os instaladores chamam de ruído de sistema. Segundo Eduardo Tavares, ele surge quando a entrada de RCA do amplificador passa a captar todas as "impurezas" do sistema.

Faça o teste. Escolha um CD, feche todo o carro e espere pelo início da reprodução. Então acione o pause do aparelho e preste atenção. "Num sistema bem planejado e regulado, o silêncio tem que ser absoluto, como se o aparelho estivesse desligado", diz o instalador. "Se aparecer um chiado de fundo, a solução é baixar a sensibilidade do módulo até que o ruído desapareça completamente". Muita gente, incluindo instaladores, acredita que o amplificador deixa de render a potência máxima especificada pela fábrica se a sensibilidade do aparelho for ajustada para baixo. Raciocínio equivocado. Quanto maior a sensibilidade ajustada no amplificador, mais sensível a interferências ele fica.

*Mas para eliminar o ruído do meu carro, diria outro usuário, tive de baixar a sensibilidade do amplificador até quase o limite mínimo. O problema é que, agora, o som não tem mais volume. O que fazer?*

Nesse caso, diz Tavares, a solução é instalar um gerador de som com saída pré - out de no mínimo 4 volts ou adaptar um overdrive entre o CD player e o amplificador. "Assim a gente aumenta a tensão pré-out de saída do CD, que oscila entre 0,5 e 2,2 volts, para algo entre 4 e 6 volts". A má notícia é que só existem duas ou três marcas com aparelhos desse tipo à venda no mercado brasileiro.

| <b>RUÍDOS</b>                                                                                      | <b>ORIGEM</b>                                                                                                           | <b>CAUSAS</b>                                                                                     | <b>SOLUÇÕES</b>                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| » Barulhos como a rotação do motor ou o som da buzina transferido para os alto-falantes            | » Interferência do campo eletromagnético gerado por componentes do motor como injeção, bomba, sensores, atuadores, etc. | » Vazamento do campo eletromagnético por falha de isolamento em um ou mais componentes elétricos; | » Eliminação de todos os componentes do motor com problemas de isolamento;                                                                                         |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Falta de terra na conexão do rádio;                                                             | » Blindar e aterrar todo o sistema de áudio ao máximo;                                                                                                             |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Mau contato no conector da antena (terra da antena);                                            | » Eliminar mau contato no conector da antena; aterrar a antena adequadamente;                                                                                      |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Proximidade entre os cabos RCA e os cabos elétricos do veículo                                  | » Manter a máxima distância possível entre os cabos RCA e os cabos elétricos;                                                                                      |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Cabos de áudio de má qualidade;                                                                 | » Utilizar cabos de áudio de boa qualidade;                                                                                                                        |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Utilização excessiva de cabos RCA no sistema de áudio;                                          | » Optar por projetos mais simples, que privilegiem a qualidade dos equipamentos ao invés do número de aparelhos instalados;                                        |
|                                                                                                    |                                                                                                                         | » Mau funcionamento do filtro de alimentação do gerador de som                                    | » Substituição do filtro numa oficina especializada                                                                                                                |
| » Chiados de fundo e distorções, principalmente das altas frequências, durante a sintonia de rádio | » Interferências de sinal de radiofrequência (RF)                                                                       | » Falta ou excesso de sinal                                                                       | » Não há o que fazer no caso de quem usa uma antena amplificada. Quem utiliza uma antena telescópica deve ajustar a sua altura até que a interferência desapareça; |
|                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                   | » Evitar o uso de extensão na antena;                                                                                                                              |
|                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                   | » Aterrar com fiação robusta a antena no local da instalação e no conector do rádio;                                                                               |
|                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                                   | » Conferir se o capô está devidamente aterrado                                                                                                                     |
| » Chiados de fundo, mesmo quando música alguma está sendo reproduzida                              | » Má regulagem do módulo                                                                                                | » Sensibilidade muito alta ajustada no aparelho                                                   | » Baixar a sensibilidade do módulo até que o ruído desapareça por completo.                                                                                        |

## **Sistema elétrico automotivo - dimensionamento**

Adquirir um carro básico, sem opcionais e, aos poucos, ir colocando ar-condicionado, sistema de som e outros acessórios é uma prática muito comum para quem quer economizar na hora da compra e ir gastando aos poucos.

O que pouca gente sabe é que, ao instalar equipamentos não previstos pelas fábricas de automóveis, o consumo extra acaba sobrecarregando todo o sistema elétrico. A razão é simples, quando os engenheiros projetam um carro, dimensionam as bitolas dos fios e os tipos do alternador e da bateria de acordo com um cálculo sobre o consumo médio daquele carro.

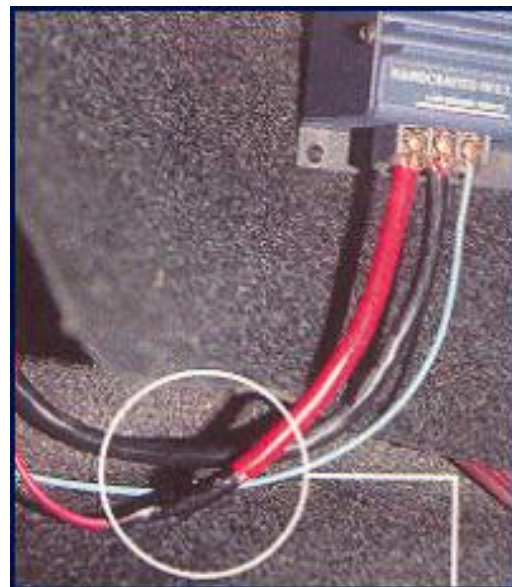
Como a energia produzida tem que se dividir entre os equipamentos de série e os incorporados posteriormente, as consequências não demoram a aparecer: fios superaquecidos, baterias descarregadas e até um curto-circuito ou um incêndio. O balanceamento do sistema elétrico automotivo é projetado de acordo com diversos fatores. Além do número de opcionais elétricos e eletrônicos (que precisam de menos energia), é preciso levar em conta o local onde cada acessório vai ser instalado.

O nível de consumo depende ainda do tipo de equipamento. Há os de consumo contínuo em geral, essenciais ao funcionamento do automóvel (caso da injeção eletrônica), os de consumo prolongado como sistema de som e ar-condicionado, que são os campeões de sobrecarga no sistema elétrico; e, por último, há os equipamentos de consumo eventual, que individualmente pouco afetam a parte elétrica do carro (com exceção do motor de arranque) mas que, em conjunto, podem cansar uma sobrecarga.



"Não deixe de instalar fusíveis, dentro de portas fusíveis, entre os cabos de alimentação e a bateria. Uma Instalação mal feita coloca em risco a segurança de todo o sistema." Todas essas variáveis influem no cálculo do sistema elétrico. Há sempre uma pequena margem de segurança, porém nada com fôlego para alimentar muitos extras. "O sistema elétrico tem que ser capaz de suportar o

carro parado e com todos os equipamentos ligados". Consequências graves como curto-circuito e até um incêndio fazem parte de uma situação limite. O cenário descrito anteriormente não leva em conta um fator extremamente comum a má instalação responsável pelo vale-tudo de fios mal dimensionados, falta de fusíveis, alternadores e baterias fora das especificações e furos irregulares na lataria. A lei do menor esforço aplica-se mais a fundo quando se trata de alterar a fiação original do carro. Os instaladores fazem emendas quase "artísticas", deixando um feixe de fios desorganizados sob o painel. Se um fio desencapado encostar-se a um outro de carga inversa ou tocar na lataria, é curto-circuito na certa. Para evitar, basta prender tudo com braçadeiras. A emenda com fita isolante oferece o mesmo risco, já que descola fácil. O melhor é o uso de conectores. "A bitola dos cabos também devem seguir alguns critérios como o dimensionamento correto para que o sistema trabalhe com eficiência e segurança."



Os furos na lataria também merecem cuidados especiais: anticorrosivo nas bordas e anéis isolantes. Não esqueça de retirar as rebarbas da perfuração de dentro das portas. Outro detalhe fundamental: na hora de puxar o fio de alimentação, o ideal é buscar a energia direto da bateria - esticando o cabo do capô até a mala, onde ficam os amplificadores. Instaladores principiantes acabam puxando a energia do cabo mais próximo. Um dos grandes riscos dessa Ligação é queimar ou, no mínimo, desprogramar o módulo de injeção eletrônica, um equipamento extremamente sensível às variações de corrente. Outra grande armadilha de instalação diz respeito à bitola dos fios. Se forem mais finos do que o equipamento exige, a corrente elétrica é pressionada a passar por uma área reduzida e, com o esforço, esquentam o fio. Com o sistema de som ligado, e puxando corrente, a temperatura pode aumentar a ponto de derreter o revestimento do fio. Podem ocorrer três desfechos. O mais comum, é quando a parte de cobre do fio se rompe e o som para de funcionar. É só trocar a fiação por outra de bitola maior porém calculada.

A segunda opção é o curto-circuito: o cabo rompido toca na carroceria e funciona como fio-terra. A corrente aumenta violentamente, descarregando a bateria em pouco tempo. Solução: trocar a fiação e a bateria e instalar fusíveis, pois quando recebem uma carga superior à sua capacidade, queimam, cortando a corrente e evitando o curto-circuito. O último cenário de risco é que, em vez de se romper, o filamento de cobre do fio, já com o revestimento derretido, permaneça transmitindo eletricidade. Se o ponto de aquecimento do fio for no motor, o calor pode entrar em contato com o combustível e pegar fogo. A solução, mais uma vez, é a instalação, de porta-fusível, sempre perto da bateria.

Saiba que equipamentos com defeito ou instalações mal dimensionadas fazem com que os fusíveis queimem a toda hora. Não troque por outro de maior tolerância sem alterar a bitola do fio. A medida do fusível é calculada de acordo com a amperagem exigida pelo acessório, mas esse número não pode ultrapassar a capacidade da bateria. Exemplo: para uma bateria de 60A, o fusível que se deve usar é o de, no máximo, 60 A. Há instaladores que acham que o fusível da bateria deve ter a mesma medida do fusível interno, do equipamento. Não é verdade! Muitas vezes a potência do som é tão alta, que o alternador não consegue produzir energia suficiente para sustentá-lo. O som produzido não alcança o volume esperado e, ao tentar compensar a falta, opta-se por multiplicar a capacidade do alternador. Não caia na tentação de fazer um *upgrade* no alternador

original. Na prática, isso significa trocar algumas partes internas (polia, rotor ou o enrolamento interno) para aumentar o número de giros.

Resultado: superaquecimento e desgaste interno do alternador. A solução então seria trocar o alternador inteiro por um outro maior. Você deve levar em conta a relação entre o tamanho do alternador e a potência do carro. Para um motor 1.0, por exemplo, as fábricas costumam utilizar alternadores de até 60 A, embora existam no mercado de reposição modelos de até 120 A. Um alternador desses em um carro popular pode comprometer o desempenho do motor, “roubando” as rotações que deveriam ir para as rodas”.

O alternador não seria capaz de manter a bateria totalmente carregada, pois foi projetado para alimentar uma bateria menor. O sistema elétrico continuaria deficiente, e apenas a partida estaria garantida. Praticamente todos os equipamentos, que conservam algum tipo de memória precisam de alguns miliampères por hora para não perder as informações gravadas. Nessa categoria, incluem-se relógios digitais, alarmes e alguns modelos de CD players e de toca-fitas. Mas miliampères não são milésimos de ampères? São. Mas o consumo em *stand-by* é irrisório apenas durante algumas horas. Quando esse tempo se prolonga, os miliampères se transformam em verdadeiros devoradores de energia.

### Dica esperta

Infelizmente o sistema elétrico de um carro não suporta o consumo elevado de corrente que os amplificadores de som mais potentes precisam para funcionar. O problema está no dimensionamento correto do sistema elétrico. Veja o que acontece se um amplificador de 500 watts RMS de potência em suas saídas, que precisa de 80 A, for colocado em um carro que tem disponíveis apenas 40 A. Vai fornecer 250 watts RMS, fazendo com que a potência acima deste valor não seja capaz de surgir, aumentando a distorção podendo até queimar falantes mais sensíveis. Mas não ponha a culpa no amplificador. Aprenda a evitar esse tipo de pane realizando um teste muito simples:

- 1- Com o motor desligado, meça a tensão da bateria, que deve estar entre 12 e 12,6 volts. Se for menor a bateria pode estar descarregada, danificada ou no fim de sua vida útil.
- 2- Com o motor ligado e em marcha lenta, meça novamente a tensão da bateria, que deve ficar entre 13 e 14,4 volts. Se for menor, seu alternador pode não estar carregando a bateria corretamente. Se for maior, pode haver algum problema na parte elétrica como, por exemplo, no regulador de voltagem.
- 3- Ligue o som do carro em volume alto, tocando uma música com bastantes graves ou toque uma faixa com frequência pura. Ex: 60 Hz. Ligue o motor e acelere até chegar a 3000 RPM, meça a tensão na bateria e anote o valor.
- 4- Os números devem ficar entre 13,8 e 14,8 volts. Ainda nessas condições (som alto e grave), meça a tensão na entrada de alimentação do amplificador. A queda de tensão entre o valor lido direto na bateria e nos terminais do amplificador não pode ser superior a 0,5 volts



Isto é, se na bateria foi medido 14,5 volts e no amplificador tinha apenas 13,5 volts, provavelmente os cabos de alimentação estão subdimensionados

Com o auxílio da tabela abaixo você poderá saber quanta energia sobra para usar em equipamentos de som.

**Calculando:** some todos os consumos ( no exemplo abaixo deu 43,13 A ) do seu carro e veja a capacidade do seu alternador. Subtraia a capacidade do alternador com o total dos acessórios. O resultado é igual à energia que sobrou para você usar com equipamento de som. Ex: Alternador = 70 A; acessórios = 43,14 A; portanto **(70 A – 43,14 A = 26,86 A)** Quer saber quanto isso significa em Watts? Multiplique o resultado da corrente elétrica encontrada por 6. Ex: **( 26,86 x 6 = 161 Watts )**. "Agora você não tem mais desculpas para dizer que a iluminação do painel do seu rádio fica piscando conforme você aumenta o som." É isso aí pessoal, até a próxima.

### **Saída RCA ou saída amplificada?**

- Saída RCA:
  - Vantagens:
    - Baixo nível de ruído (baixa distorção) e ampla resposta de frequência (20Hz a 20KHz)
  - Desvantagens:
    - Preço caro a ser pago pelos cabos e conectores (se paga mais pela maior qualidade do som)
    - Em alguns aparelhos antigos a tensão é um pouco baixa (500mV) tornando suscetível a interferências.
- Saída Amplificada:
  - Vantagens:
    - Média potência para alimentar os alto-falantes de sistemas simples, normalmente tem potência em torno de 30 Watts RMS por canal.
    - Ótima utilização para projetos simples e baratos.
  - Desvantagens:
    - Resposta da frequência não muito plana, isto é, perde um pouco a intensidade do som nas frequências graves ou agudos.
    - Há distorção para alta intensidade sonora.

Podemos utilizar as saídas RCA e amplificada ao mesmo tempo.

Ex: Se o aparelho possui apenas 2 saídas RCA e 4 saídas amplificadas, podemos utilizar o par de RCA (front) para alimentar um amplificador dos canais dianteiros e 2 saídas amplificadas (rear) para alimentar o amplificador do Subwoofer, assim unimos qualidade nos falantes da frente e versatilidade no controle do fader e balanço. Se o aparelho possui apenas duas saídas RCA utilize cabos "Y" ( cabos com conectores rca com bifurcação em Y em uma das pontas, podemos até ter cabos de três pontas) que servirão para mandar o som a um amplificador de quatro canais.

## Cálculo da bitola do cabo de força:



Como calcular a bitola do cabo de força? Esta sempre foi a dúvida de muita gente. Para obter uma boa precisão do tamanho da bitola você deverá seguir estas etapas: A tensão média de uma bateria é de 12,6 volts, portanto com a lei de Ohm podemos encontrar:

$$I = \text{potência} / 12,6 = x \text{ (A)}.$$

Ex.:

-Amplificador de 300 Watts RMS

-Tensão de 12,6 Volts

$I = 300 / 12,6 = 23,81 \text{ (A)}$ , seguindo a tabela abaixo você ira encontrar o tamanho da bitola de acordo com este resultado.

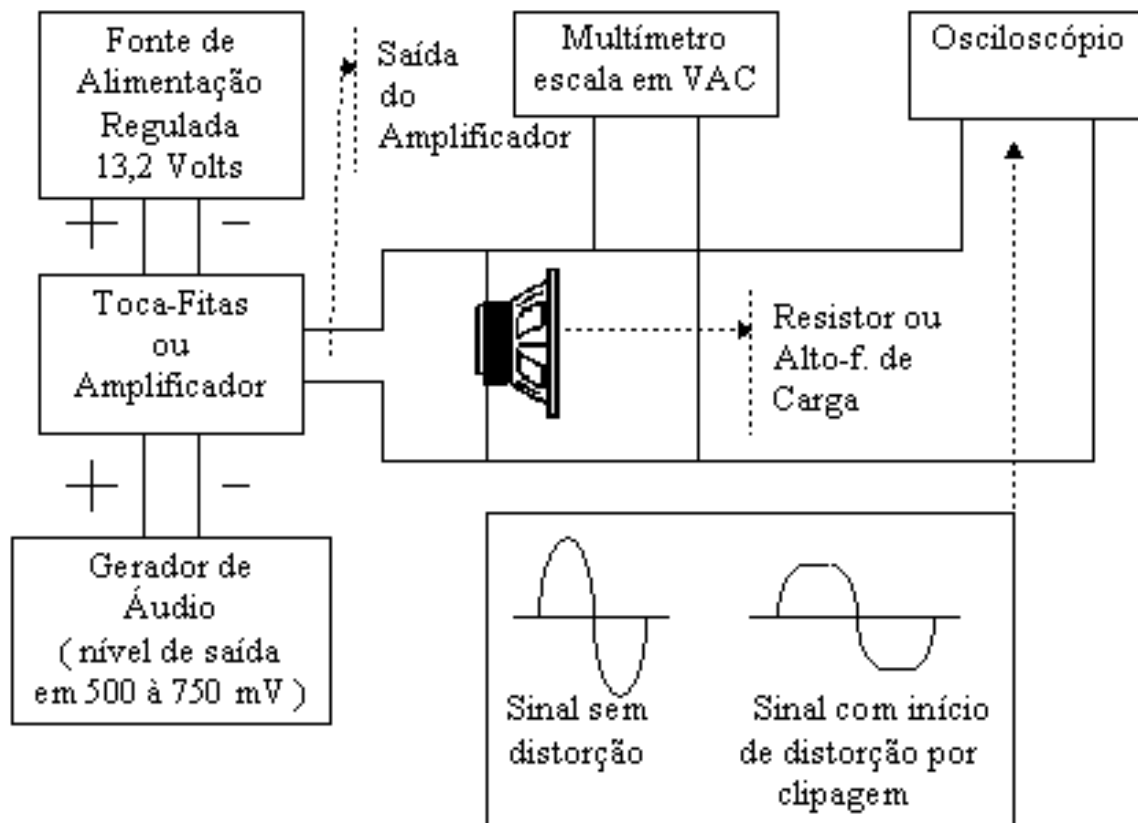
Para uma maior segurança quando você for utilizar um sistema abaixo de 4 Ohms, faça a seguinte conta:

Ex.:

$$I = 2 \times 300 / 12,6 = 47,62 \text{ (A)}$$

| Tabela:                               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| I(A)                                  | Até 1                 | De 1 a 2 m            | De 2 a 3 m            | De 3 a 5 m            | De 5 a 7 m            | De 7 a 10 m           |
| De 0 a 20<br>6,00 mm <sup>2</sup>     | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 6,00 mm <sup>2</sup>  |
| De 20 a 30<br>13,30 mm <sup>2</sup>   | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 6,00 mm <sup>2</sup>  | 6,00 mm <sup>2</sup>  | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> |
| De 30 a 40<br>13,30 mm <sup>2</sup>   | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 4,00 mm <sup>2</sup>  | 6,00 mm <sup>2</sup>  | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> |
| De 40 a 60<br>21,20 mm <sup>2</sup>   | 6,00 mm <sup>2</sup>  | 6,00 mm <sup>2</sup>  | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> |
| De 60 a 100<br>33,60 mm <sup>2</sup>  | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> |
| De 100 a 125<br>33,60 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 13,30 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> |
| De 125 a 150<br>-                     | 21,20 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> | 21,20 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | -                     | -                     |
| De 150 a 175<br>-                     | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | -                     | -                     |
| De 175 a 200                          | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | -                     | -                     | -                     |
| De 200 a 225<br>-                     | 33,60 mm <sup>2</sup> | 33,60 mm <sup>2</sup> | -                     | -                     | -                     | -                     |
| De 225 a 300<br>-                     | 33,60 mm <sup>2</sup> | -                     | -                     | -                     | -                     | -                     |

## Como medir a potência RMS



- Observações:**
- Resistor de carga: 2, 4 ou 8 Ohms, dependendo da especificação do amplificador. Utilizar resistor de fio, com potência coerente à que será medida.
  - Frequência gerada: 1Khz (Padrão internacional) ou 60Hz para teste com subwoofer.
  - A potência deve ser medida imediatamente antes do início da distorção.
  - Procedimento de medição:

Utilizando 60Hz, você pode utilizar um Cd com faixa de teste com sinal senoidal de 60Hz, e multímetro comum (digital ou analógico):

Antes do início da distorção por clipagem (achatamento do sinal), medir a tensão do voltímetro, e aplicar a fórmula:

$$P = [ (U \times U) / R ]$$

Onde U = tensão medida no voltímetro em modo AC [Volts]

R = resistência utilizada [Ohms]

Exemplo: Tensão medida no multímetro = 20 volts, com um alto-falante de 4 ohms.

$$P = ( 20 \times 20 / 4 )$$

$$P = ( 400 / 4 )$$

$$P = 100 \text{ W RMS}$$

Para frequências diferentes de 60Hz, é necessário um multímetro que meça True RMS, isto é, consiga medir a frequência do sinal e mostrar a potência RMS para esta frequência, pois a potência RMS varia com a frequência.

Se você dispuser de um osciloscópio, pode medir a tensão de pico e aplicar a fórmula

$$P = [(U \times U) / R] \times 0.707$$

Onde 0.707 é a raiz quadrada de 2

Se você necessariamente não puder utilizar 60Hz você pode aplicar uma margem de erro na medição de 11% a mais, isto é, se for medido 100W pela 1ª fórmula, a potência RMS provavelmente será de +/- 111W RMS.

A potência PMPO, como o próprio nome diz, é a potência de pico e é cerca de 3,6 vezes maior que a RMS.

PMPO, lançada originalmente na China, pretende mostrar quanto um amplificador pode fornecer ou um alto-falante agüentar de potência durante um intervalo de tempo extremamente curto.

Já a potência máxima ou de programa musical adota a música como sinal de teste. Essa potência pretende dar uma idéia melhor dos níveis possíveis a serem praticados na utilização normal dos equipamentos de som, uma vez que o consumidor não utiliza o seu sistema de som com sinal de ruído rosa e sim com música. Essa potência normalmente é o dobro da potência RMS.

A potência RMS é a potência eficaz utilizada em todo mundo para amplificadores e alto-falantes. A medição de potência RMS utiliza uma sala a prova de som, onde o alto-falante fica instalado livre (sem caixa acústica ou painel). Nele é injetada a potência RMS que se deseja homologar, com o sinal de ruído rosa. Nestas condições, o alto-falante deve permanecer funcionando por duas horas. Após o teste, deve ser feita uma avaliação cuidadosa no produto, e, se constatado que não houve nenhuma alteração, ele recebe a especificação da potência aplicada. O amplificador de potência deve possuir no mínimo o dobro da potência a ser testada. Sobre os alto-falantes tri axiais, estes, em sistemas de alta potência, devem utilizar corte de frequência passa alta para não receberem as frequências baixas, combinados com as caixas de subwoofer.

### **RMS x SPL - mitos e verdades da potência elétrica**

"Um alto-falante de 50 Watts RMS pode receber até 50 Watts RMS sem queimar", explica Sérgio Pires, diretor industrial da Bravox. "Portanto, a potência especificada para um alto-falante é a que ele suporta sem danos e não deve ser confundida com a intensidade de som que ele fornece", completa.

Um alto-falante mais potente não toca mais alto que os outros, pois quem determina a intensidade do som é o SPL do alto-falante e não a sua potência. De acordo com a sua eficiência (SPL), o alto-falante produzirá mais ou menos energia sonora para uma determinada potência a ele fornecida. "Portanto um alto-falante de 100 Watts, quando alimentado por um amplificador de 50 Watts, fornecerá a mesma intensidade de som que outro de 200 Watts - se tiverem o mesmo SPL. Comprar um alto-falante mais "potente" na expectativa de obter maior intensidade sonora é o caminho mais curto para a frustração", completa Pires.

A potência que um alto-falante suporta é, geralmente, determinada pela máxima temperatura que sua bobina móvel pode suportar sem queimar. Essa temperatura depende dos materiais empregados na fabricação da bobina, e principalmente do seu tamanho.

Segundo o diretor, é por este motivo que alto-falantes de grande potência utilizam bobinas móveis de grande diâmetro. Sendo que, quem gera e fornece a potência elétrica é o toca-fitas ou o amplificador, a potência elétrica máxima que podem fornecer

depende de sua construção e não da potência do alto-falante. Assim, um amplificador de 100 W RMS, fornecerá 100 W RMS tanto a um alto-falante de 100 W RMS com a um de 1.000 W RMS. "Portanto o fato de usarmos um alto-falante de potência maior, explica, não nos trará nenhum acréscimo de intensidade sonora, podendo muito provavelmente ocorrer o inverso".

"Para evitar danos devemos seguir algumas regras como, não usar um alto-falante com potência menor do que o amplificador ao qual ele será ligado, porque com isso estaremos sobrecarregando-o, podendo até provocar sua queima", aconselha. Por outro lado, usar um alto-falante com potência muito maior do que o amplificador ou toca-fitas, não trará nenhuma vantagem.

## **Divisores de Frequência**

Os divisores de frequências são utilizados para separar as frequências que interessam a um determinado tipo de alto-falante, ou seja, um médio-grave deve receber apenas frequências compreendidas na faixa de 80 a 5000 Hz, neste caso temos de utilizar um divisor de frequências que limite em 80 e 5000 Hz a resposta em frequência.

Para isso são utilizados os filtros que podem ser ativos ou passivos.

**Ativos** - são compostos de circuitos eletrônicos;

**Passivos** - são compostos de capacitores e indutores.

A vantagem do divisor ativo é que ele não acarreta perdas. Isso ocorre pelo simples fato de que o corte é sempre feito antes do amplificador, ou seja, não existe nenhum componente que faz com que a tensão de saída do amplificador seja dividida.

Já no caso do passivo existem perdas, as quais se devem ao fato de o capacitor e o indutor possuírem reatâncias. Como são utilizados após a saída do amplificador e antes do alto-falante, eles acabam fazendo com que a tensão de saída do amplificador seja dividida.

Os divisores de frequências são utilizados também como uma espécie de proteção para alguns alto-falantes, como no caso dos tweeters, médios, médio-graves, drivers, etc. Isso porque muitos destes alto-falantes não podem ser submetidos a baixas frequências, pois isso acarretaria um excesso de excursão, o que com certeza poderia causar uma possível distorção sonora e até mesmo um rompimento da suspensão.

Um divisor de frequências possui sempre uma taxa de atenuação, que varia de acordo com os componentes que são utilizados. Por exemplo:

1 capacitor - 6 dB

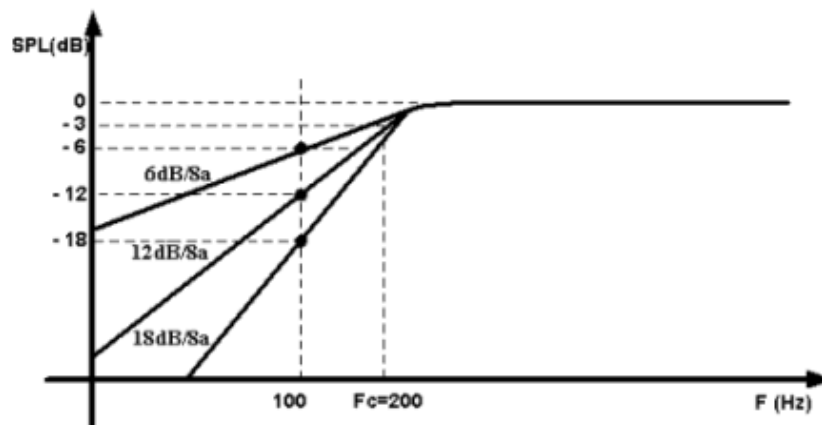
1 indutor - 6 dB

1 capacitor + 1 indutor - 12 dB

2 capacitores + 1 indutor - 18 dB

2 indutores + 1 capacitor - 18 dB

Como podemos ver, à medida que aumentamos a quantidade de componentes, aumentamos também a taxa de atenuação do divisor. Essa taxa é exatamente o quanto o corte será preciso. Isso podemos observar na figura abaixo:



Os valores de corte dos divisores de frequências passivos são calculados de acordo com as seguintes fórmulas:

**Passa alta** 
$$F_c = \frac{1}{6,28 \times C \times Z}$$

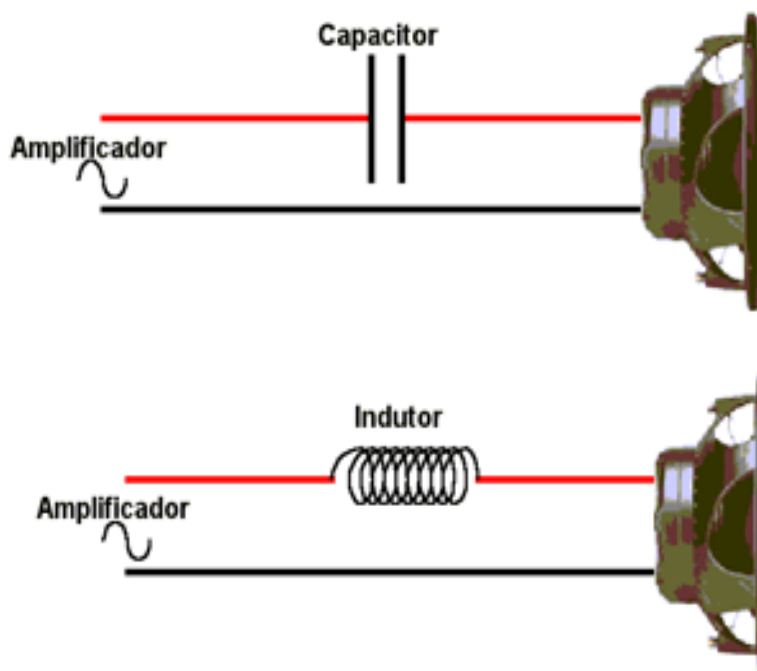
**Passa baixa** 
$$F_c = \frac{Z}{6,28 \times L}$$

Para facilitar, abaixo há duas tabelas com os principais valores utilizados:

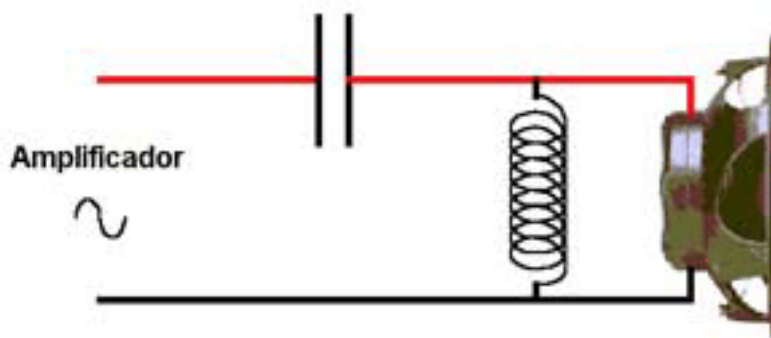
| <b>Tabela para cortes de freqüência 6 dB / oitava</b> |                                          |                         |                                          |                         |                                          |                         |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Freqüência</b>                                     | <b>2 ohms</b>                            |                         | <b>4 ohms</b>                            |                         | <b>8 ohms</b>                            |                         |
| <b>Hz</b>                                             | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> |
| 80                                                    | 1000                                     | 4.1                     | 500                                      | 8.2                     | 250                                      | 16                      |
| 100                                                   | 800                                      | 3.1                     | 400                                      | 6.2                     | 200                                      | 22                      |
| 130                                                   | 600                                      | 2.4                     | 300                                      | 4.7                     | 150                                      | 10                      |
| 200                                                   | 400                                      | 1.6                     | 200                                      | 3.3                     | 100                                      | 6.8                     |
| 260                                                   | 300                                      | 1.2                     | 150                                      | 2.4                     | 75                                       | 4.7                     |
| 400                                                   | 200                                      | 0.8                     | 100                                      | 1.6                     | 50                                       | 3.3                     |
| 600                                                   | 133                                      | 0.5                     | 68                                       | 1.0                     | 33                                       | 2.0                     |
| 800                                                   | 100                                      | 0.41                    | 50                                       | 0.82                    | 25                                       | 1.6                     |
| 1000                                                  | 78                                       | 0.31                    | 39                                       | 0.62                    | 20                                       | 1.2                     |
| 1200                                                  | 68                                       | 0.25                    | 33                                       | 0.51                    | 15                                       | 1.0                     |
| 1800                                                  | 47                                       | 0.16                    | 22                                       | 0.33                    | 10                                       | 0.68                    |
| 4000                                                  | 22                                       | 0.08                    | 10                                       | 0.16                    | 5                                        | 0.33                    |
| 6000                                                  | 15                                       | 0.05                    | 6.8                                      | 0.10                    | 3.3                                      | 0.20                    |
| 9000                                                  | 10                                       | 0.03                    | 4.7                                      | 0.07                    | 2.2                                      | 0.15                    |
| 12000                                                 | 6.8                                      | 0.02                    | 3.3                                      | 0.05                    | 1.6                                      | 0.10                    |

| <b>Tabela para cortes de freqüência 12 dB / oitava</b> |                                          |                         |                                          |                         |                                          |                         |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Freqüência</b>                                      | <b>2 ohms</b>                            |                         | <b>4 ohms</b>                            |                         | <b>8 ohms</b>                            |                         |
| <b>Hz</b>                                              | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> | <b>Capacitor<br/>(<math>\mu</math>F)</b> | <b>Indutor<br/>(mH)</b> |
| 80                                                     | 700                                      | 5.6                     | 330                                      | 11                      | 180                                      | 22                      |
| 100                                                    | 500                                      | 4.5                     | 270                                      | 9.1                     | 150                                      | 18                      |
| 130                                                    | 470                                      | 3.5                     | 150                                      | 6.8                     | 100                                      | 15                      |
| 200                                                    | 330                                      | 2.3                     | 100                                      | 4.7                     | 75                                       | 9.1                     |
| 260                                                    | 220                                      | 1.7                     | 68                                       | 3.6                     | 50                                       | 6.8                     |
| 400                                                    | 140                                      | 1.1                     | 47                                       | 2.2                     | 33                                       | 4.7                     |
| 600                                                    | 100                                      | 0.75                    | 33                                       | 1.5                     | 26                                       | 3.0                     |
| 800                                                    | 68                                       | 0.56                    | 27                                       | 1.0                     | 15                                       | 2.0                     |
| 1000                                                   | 55                                       | 0.45                    | 22                                       | 0.91                    | 13                                       | 1.8                     |
| 1200                                                   | 47                                       | 0.38                    | 15                                       | 0.75                    | 11                                       | 1.5                     |
| 1800                                                   | 33                                       | 0.25                    | 6.8                                      | 0.50                    | 6.8                                      | 1.0                     |
| 4000                                                   | 15                                       | 0.11                    | 4.7                                      | 0.22                    | 3.3                                      | 0.47                    |
| 6000                                                   | 10                                       | 0.075                   | 6.8                                      | 0.15                    | 2.2                                      | 0.33                    |
| 9000                                                   | 6                                        | 0.050                   | 3.3                                      | 0.10                    | 1.5                                      | 0.20                    |
| 12000                                                  | 4.7                                      | 0.038                   | 2.2                                      | 0.07                    | 1.0                                      | 0.15                    |

Os divisores com atenuação de 6 dB/oitava devem ser ligados conforme esquema a seguir:



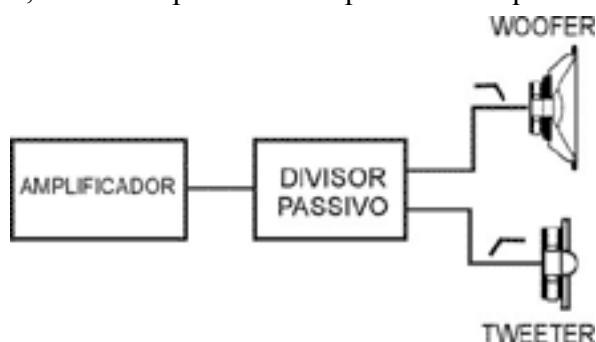
Já os divisores com atenuação de 12dB/oitava devem ser ligados desta forma:



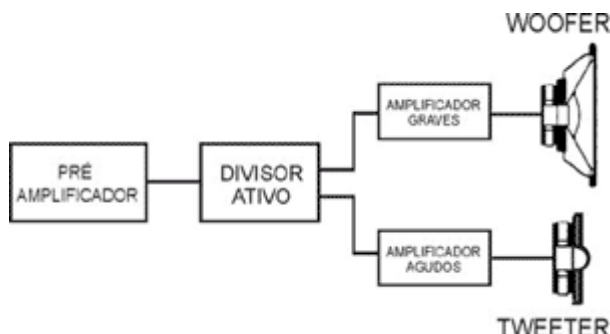
Como vimos, existem alto-falantes especializados em reproduzir diferentes faixas da gama de sons audíveis. Para se obter então uma boa qualidade sonora é necessário encaminhar a cada alto-falante a faixa de frequências que ele está apto a reproduzir eficientemente. Esta tarefa é desempenhada pelos divisores de frequência.

O divisor de frequências passivo é um circuito eletrônico constituído por indutores, capacitores e resistências e que deve ser instalado entre o amplificador e o alto-falante e que tem como função atuar como um filtro, deixando passar as frequências adequadas para cada tipo de alto-falante e bloqueando as outras.

O divisor de frequência ativo é um circuito eletrônico composto por transistores, capacitores e resistores e que deve ser instalado entre a fonte de sinal e o amplificador. Semelhantemente ao divisor passivo, também executa a tarefa de filtrar as frequências



indesejáveis deixando passar só aquelas adequadas àquele particular alto-falante. O divisor de frequências ativo apresenta as vantagens de ser mais eficiente, menos volumoso e geralmente mais econômico porém tem a desvantagem de exigir um amplificador separado para cada alto-falante.



Como parâmetros mais importantes dos divisores podemos citar:

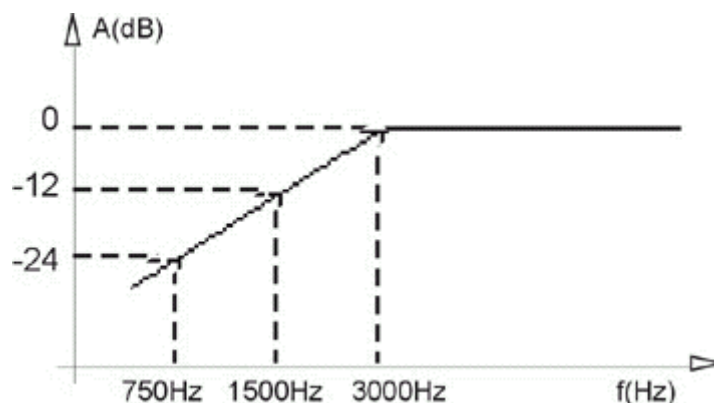
### Frequência(s) de corte.

São as frequências que determinam a faixa que será enviada ao alto-falante.

### Atenuação.

É o grau de atenuação (geralmente especificado em dB/oitava) a que estão sujeitas as frequências fora da faixa passante.

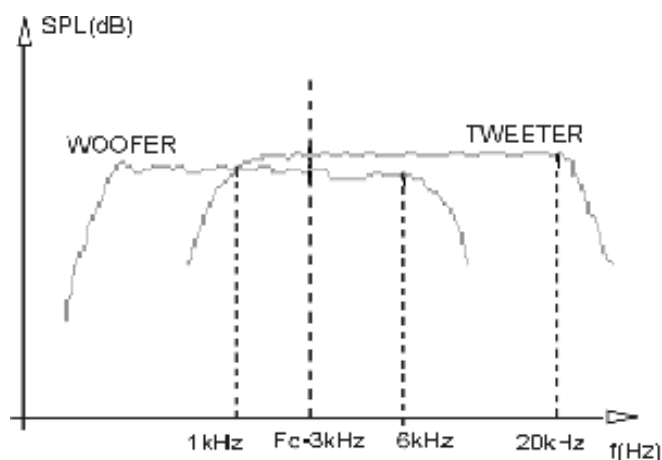
Como exemplo, um divisor de frequências tipo “passa-altas” (adequado para ser ligado a um tweeter) com frequências de corte de 3000 Hz e atenuação de 12 dB / oitava, deixará passar todas as frequências acima de 3000 Hz, e atenuará as frequências abaixo de 3000 Hz à razão de 12 dB para cada oitava (uma oitava é representada por duas frequências uma o dobro da outra). Assim na frequência de 1500 Hz teremos uma atenuação de 12 dB e na de 750 Hz 24 dB.



O gráfico da página anterior mostra a curva de atenuação de um divisor passa-alta com frequência de corte 3000Hz e atenuação 12dB/oitava.

Existem inúmeras topologias adequadas para divisores de frequências passivos tais como Butterworth, Bessel, Chebyshev e LinkwitzRiley, cada uma com características específicas de atenuação e fase. O cálculo dos componentes do divisor de frequências é geralmente feito com o auxílio de softwares específicos e deve levar em conta os parâmetros dos alto-falantes ao qual será ligado. O alto-falante sendo um circuito complexo com comportamento capacitivo, resistivo ou indutivo de acordo com a

freqüência do sinal, acaba fazendo parte do divisor, que não pode portanto ser calculado por fórmulas que considerem o alto-falante como um resistor fixo. Os valores reais da impedância e fase de cada alto-falante devem ser considerados no cálculo, que, portanto necessita geralmente do auxílio de um computador para o correto dimensionamento dos valores dos componentes do divisor.



Também é muito importante a escolha correta da(s) freqüência(s) de corte, levando em conta tanto a faixa de resposta em freqüência de cada alto-falante bem como a sua diretividade. Por exemplo, no cálculo de um divisor de freqüências de 2 canais (woofer + tweeter), o woofer deve ser capaz de responder pelo menos uma oitava acima da freqüência de corte e o tweeter cerca de 1,5 oitavas abaixo. Se a freqüência de corte escolhida for, por exemplo, 3 kHz, o woofer deve responder até 6 kHz e o tweeter até 1 kHz.

Considerações de potência máxima, principalmente no caso do tweeter, devem ser também levadas em conta. Outro fator que influi na escolhas da(s) freqüência(s) de corte é a diretividade dos alto-falantes. O corte do woofer deve ocorrer no ponto em que ele passa a se comportar de maneira direcional, de modo a manter a diretividade da caixa acústica dentro de limites aceitáveis.

A realização prática dos divisores de freqüências também tem grande influência na qualidade do som emitido pela caixa acústica. Os indutores devem apresentar baixa resistência ôhmica (principalmente os que são ligados em série com os alto-falantes) e não devem apresentar saturação magnética do núcleo mesmo nas potências máximas. Neste particular, o uso de indutores de núcleo de ar é aconselhável, mesmo levando em conta o seu maior volume e custo. Os capacitores devem ser idealmente do tipo de filme plástico (poliéster ou polipropileno) porem nas seções de baixa freqüência podem ser alternativamente usados eletrolíticos bipolares. Tolerâncias estreitas nos valores dos componentes também são recomendáveis, visando manter a freqüência de corte o mais próximo possível dos valores teóricos.

A disposição dos componentes na placa de circuito impresso também é muito importante, principalmente no caso dos indutores, que geram fluxos magnéticos. Devem ser posicionados o mais longe possível um do outro e com seus eixos perpendiculares.

### **Mas como verificar a potência dos alto-falantes?**

Você já deve ter pego um alto-falante pequeno do tipo coaxial escrito "250 Watts" e você pensa que é um ótimo alto-falante que suporta altas potências, **mas não se engane**, se é um coaxial ou triaxial de uma marca popular, provavelmente sua potência real (RMS) não deve ser superior a 60 Watts RMS.

Essa é a jogada dos fabricantes, anunciar a potência PMPO (potência de pico) para vender seus produtos enquanto que a potência real dos produtos fica "escondida". Isso vai mudar agora que no Brasil todos os produtos devem vir com a potência RMS em suas embalagens de acordo com o Inmetro.

## Impedância dos Auto Falantes

Certamente você já ouviu falar em impedância não é mesmo?

Mas o que significa esta palavra que causa pavor nos profissionais do segmento? Sua definição é simples: *impedância é a resistência que a bobina móvel oferece ao sinal de áudio. Ou seja, o enrolamento da bobina do alto-falante exerce uma resistência à passagem da corrente elétrica, dependendo do material, secção transversal, temperatura e do comprimento do fio.* Esta resistência é medida em ohms, da mesma forma que um resistor.

Mas se ela é medida em ohms como num resistor, porque não dizemos "resistência" ao invés de "impedância"? Será que é apenas um termo técnico ou um fator de complicação para o instalador de som? Alguns instaladores sentem muitas dificuldades para entender este processo e fazer o áudio funcionar corretamente.

A resistência à corrente contínua não é idêntica à resistência à corrente alternada, que embora sendo medida na mesma unidade (ohms), é chamada "impedância" e tem como uma de suas características aumentar com a frequência da corrente, dependendo, porém das características da bobina móvel e do alto-falante.

A impedância é importante para a adaptação do alto-falante à saída do amplificador, sendo que a impedância de ambos devem ser iguais para evitar perder a eficiência ou danificar o próprio aparelho.

Assim, foi criado o termo "casar a impedância" dos equipamentos, ou seja, igualar a impedância de saída do aparelho com a impedância da bobina do alto-falante. Veja nos exemplos a seguir o que ocorre nos diferentes valores de impedância.

a) Casamento de impedância - correto, apresentando o rendimento ideal do sistema de som.



b) Impedância do equipamento inferior ao do alto-falante - apresenta rendimento insuficiente ou perda de potência.



c) Impedância do equipamento superior ao do alto-falante - apresenta rendimento acima do normal, podendo danificar os equipamentos.



Mas, e se eu tiver um aparelho com impedância de saída de 4 ohms e dois alto-falantes de 8 ohms? O que fazer?

Neste caso entram as associações dos alto-falantes. Ligando-se dois falantes de 8 ohms em paralelo, teremos uma impedância final de 4 ohms, casando-o com o equipamento. Esse assunto iremos explicar numa próxima oportunidade.

### **Qual a potência dissipada em um kit de MidBass, MidRange e Tweeter**

Vamos supor que você tenha um amplificador que forneça 100W RMS em 4 Ohms e que os falantes são todos de 4 Ohms.

Se você instalasse o MidBass, MidRange e Tweeter simplesmente em paralelo, você teria 1,3 Ohms de impedância final, o que poderia queimar seu amplificador e toda a música estaria sendo mandada igualmente para todos os falantes e você teria  $(100W / 3) = 33 W$  RMS em cada falante .

Agora se você ligar um crossover passivo de 3 vias e 4 Ohms, o amplificador vai "enxergar" 4 Ohms. A frequência será dividida de acordo como o crossover mandar e cada faixa de frequência estará sendo mandada para um falante específico e de modo geral cada falante vai reproduzir 100W RMS em cada faixa de frequência, 100W para o midbass em 20Hz a 100Hz , 100W para o midrange em 100Hz a 5KHz e 100W para o tweeter em 5KHz a 20KHz, totalizando 100W RMS em 20Hz a 20000Hz.

### **Decibél, o que é isso?**

O Decibél surgiu da necessidade de representar números muito grandes ou muito pequenos sem a necessidade de colocar muitos "zeros". O Decibél em homenagem ao pesquisador Graham Bell não é uma unidade como o "metro", o "segundo", pois um valor em dB deve sempre ser medido tendo um valor arbitrário como referência, isto é, um número dividido por outro. Portanto 20dB podem significar 55dB em outro referencial. Esse valor significa o quanto maior ou menor é um número quando comparamos com um valor de referência. O cálculo pode ser feito da seguinte forma:

$$dB = 10 \cdot \log (\text{valor} / \text{valor de referência})$$

Para o uso do Decibél na medição de **pressão sonora** o valor de referência é **0,00005**. Assim  $150dB = 20.000.000.000$  e  $153dB = 39.905.246.299$  aproximadamente

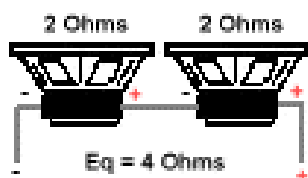
40.000.000.000 , o dobro de pressão sonora. Portanto, uma leitura de 3dB a mais significa o dobro do valor!!!.

### Como escolher o SubWoofers?

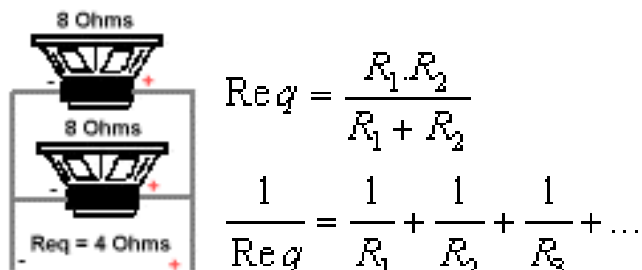
O SubWoofers é fabricado para trabalhar em Sub-freqüências ( 20 a 100 Hz ), em baixas impedâncias, em caixas geralmente com baixo volume acústico, possui borda emborrachada para permitir maior excursão consequentemente possuindo uma bobina de maior altura.

Primeiramente ele deve "casar" com a **potência** fornecida pelo amplificador. Ex:

*Se o amplificador fornece 120W RMS na ligação bridge, utilize um SubWoofers que suporte entre 150W a 200W RMS. Se for utilizar dois subwoofers, utilize dois de 75W totalizando 150W ou 2 de 100W totalizando 200W suportados pela associação dos falantes.* Caso você utilize um SubWoofers que suporte muita potência, você estará perdendo sensibilidade no Sob, pois o amplificador não terá muita "força" para "empurrar" o SubWoofers e você terá batidas mais duras e mais curtas. Se utilizar um Sub que suporte menor potência haverá a chance de queimá-lo. Verifique a **sensibilidade** do mesmo. Os mais sensíveis possuem 90dB/m. Lembrando que quanto maior esse número, mais sensível é o falante e que 3 **dB** significam o dobro de pressão sonora. ( 90**dB** é o dobro de pressão que 87**dB** ) Verifique também a **impedância**. A maioria dos amplificadores aceitam em sua ligação bridge um mínimo de 4 Ohms. Caso vá utilizar somente um SubWoofers tenha preferência por aquele de 4 Ohms. Se for utilizar dois ou mais subwoofers deve-se fazer a associação dos mesmos para que cheguem a uma impedância final em torno de 4 Ohms. Mas como que é esse tipo de associação?



Na ligação em série, somasse as impedâncias.



Nas ligações em paralelo divide-se por dois a impedância de um deles (somente para falantes com mesmas impedâncias). Caso sejam diferentes, deve-se utilizar as fórmulas acima.

## Associação de Subwoofer

### **Impedância vs. Resistência**

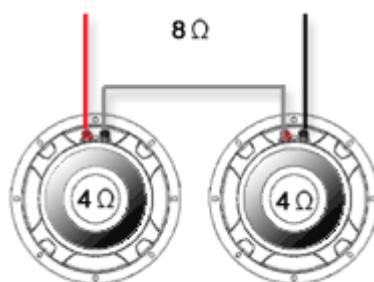
A resistência é a dificuldade que uma corrente elétrica contínua tem ao passar por um componente e a Impedância é a resistência à corrente variável em frequência portanto a impedância varia com a frequência também.

### **Associação de Subwoofers Bobina simples.**

Podemos associar dois subwoofers em paralelo ou em série.

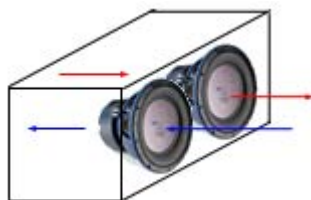
Associação em série.

Consiste em ligar um terminal de um sub no pólo oposto do outro, isto é, o pólo positivo(vermelho) de um, no polo negativo(preto) do outro (ou vice-versa), a fim de termos um polo positivo e outro negativo sobrando como mostra a figura abaixo:



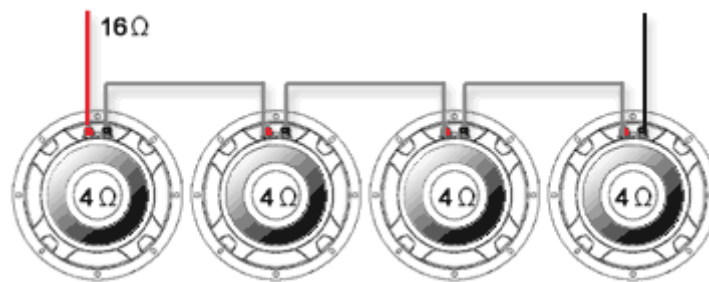
(ligação série de 2 subwoofers)

Se você ligar polo positivo com polo positivo e utilizar os polos negativos (ou vice-versa), os cones de cada subwoofer se deslocarão em sentidos opostos causando o cancelamento de ondas sonoras, pois um força o ar para frente enquanto que o outro força o ar para trás resultando em deslocamento zero (supondo os subwoofer virados para um mesmo lado).



(cancelamento sonoro por deslocamento oposto)

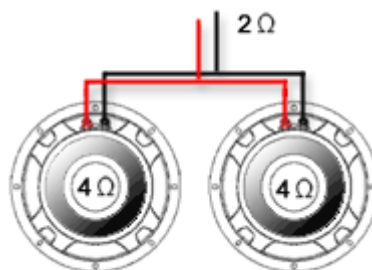
A impedância equivalente medida nos 2 terminais, será a soma das impedâncias. A regra de soma vale para mais de 2 subwoofers ligados em série.



(ligação de subwoofers em série)

### Associação em paralelo.

Consiste em ligar polo positivo(vermelho) no polo positivo(vermelho) de outro subwoofer e o polo negativo(preto) do primeiro no polo negativo do segundo como mostra a figura abaixo:



(ligação em paralelo de 2 subwoofers)

Supondo que os dois subwoofers possuam a mesma impedância, o equivalente do conjunto será a metade da impedância dos subs. No nosso exemplo, os 2 subwoofers são de 4 Ohms e a impedância equivalente é de 2 Ohms.

Mas a regra geral para mais de um subwoofer é:

$$R = (R1 \cdot R2) / (R1 + R2)$$

ou para mais subwoofers:

$$R = (R1 \cdot R2 \cdot R3 \cdot R4 \cdot ...) / (R1 + R2 + R3 + R4 + ...)$$

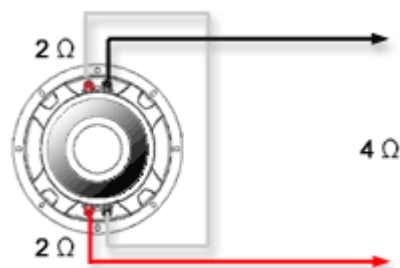
### **Associação de Subwoofers bobina dupla**

Observando um subwoofer de bobina dupla, notamos que ele possui 4 terminais (2 positivos(vermelho) e 2 negativos(preto)), internamente ele é composto por 2 bobinas independentes montadas em um suporte em comum. Podemos aproximar o subwoofer B.D. (bobina dupla) a 2 resistores.

Portanto podemos ligar um subwoofer B.D. em paralelo ou em série com ele mesmo ou em conjunto com outro subwoofer B.D. sempre levando em conta a polaridade.

Ligando as bobinas de um subwoofer B.D. em série.

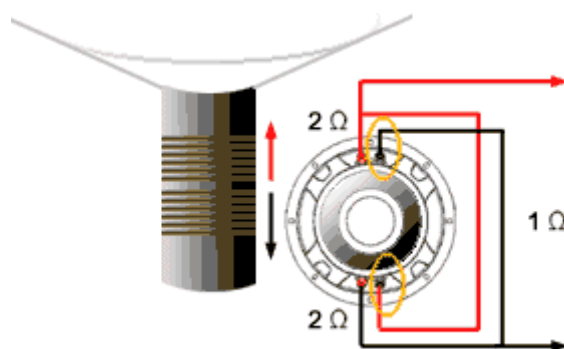
Liga-se polo positivo no polo negativo da outra bobina, sobrando o polo negativo da primeira bobina e o polo positivo da segunda bobina:



(ligação série de um subwoofer bobina dupla)

O resultado é um subwoofer com impedância igual a soma das impedâncias das bobinas e potência total igual à soma das potências suportadas por cada bobina.

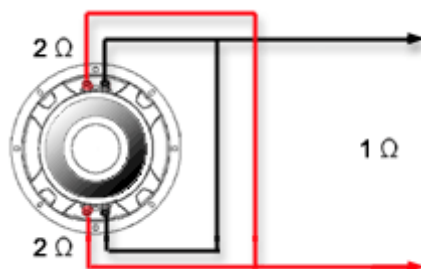
Se você ligar polo positivo de uma bobina com polo negativo da outra bobina e também o polo negativo de um com o polo positivo do outro (como na figura abaixo), as bobinas se deslocarão em sentidos opostos causando o descolamento das mesmas sobre o suporte cilíndrico, travando o cone do subwoofer por dano, possivelmente por descolamento do fio da bobina.



(deslocamento contra por ligação errada)

### **Ligando as bobinas de um subwoofer B.D. em paralelo.**

Basta ligar polo positivo de uma bobina com o polo positivo da outra bobina e polo negativo de uma bobina com o polo negativo da outra bobina, o resultado é um sub com impedância equivalente à metade da impedância de uma das bobinas (quando iguais) e potência equivalente ao dobro da potência suportada por cada bobina.



(ligação em paralelo de um subwoofer bobina dupla)

A ligação de um polo positivo no polo negativo e polo negativo no polo positivo da outra bobina também causará o deslocamento inverso das bobinas no interior do sub, danificando-o.

Para utilização com outros subwoofers podemos simplificar os cálculos agrupando em conjuntos pequenos e calculando aos poucos.

Ex: Temos 2 subwoofers B.D. cada uma com 2 bobinas de 4 Ohms e quero ligá-los em um amplificador de 2 canais bridge com impedância mínima de 4 Ohms

1ª opção:

$$(4 + 4) // (4 + 4) = (8) // (8) = 4 \text{ Ohms}$$

ligando em série as bobinas de um sub, fazendo o mesmo com outro sub e colocando em paralelo os dois subwoofers

2ª opção:

$$(4 // 4) + (4 // 4) = (2) + (2) = 4 \text{ Ohms}$$

ligando em paralelo as bobinas de um subwoofer, fazendo o mesmo com o outro sub e ligando em serie os dois subwoofers.

"//" indica a ligação em paralelo.

O resultado é igual para ambos os casos:

Impedância final de 4 Ohms e potência igual a soma das potências.

### **Quanto de potência está sendo dissipada pelos SubWoofers?** **Quantos dB (decibéis) eu ganho aumentando os SubWoofers?**

Vamos por partes porque esse assunto é muito confuso. Temos em mãos um amplificador que gera 200 W RMS em Bridge a 4 Ohms; 400 W RMS a 2 Ohms e 100 W RMS a 8 Ohms.

#### **SubWoofers em caixas seladas (Closed)**

- 1o ) Ligando apenas um SubWoofers de 4 Ohms teremos 200 W RMS no Sub;
- 2o ) Ligando dois SubWoofers de 4 Ohms em **série** teremos 8 Ohms como

**impedância equivalente** e o amplificador irá gerar 100 W RMS que serão distribuídos para os SubWoofers , 50 W para cada SubWoofers.

3o ) Ligando dois SubWoofers de 8 Ohms em paralelo teremos 4 Ohms de impedância equivalente e o amplificador irá gerar 200 W RMS que serão distribuídos para os Subs, 100 W para cada Sub. Agora, quando comparado ao primeiro exemplo, você tem um ganho de 3dB por ter dobrado a área do cone .

4o ) Ligando dois SubWoofers de 4 Ohms em paralelo teremos 2 Ohms de impedância equivalente e o amplificador irá gerar 400 W RMS que serão distribuídos para os Subs, 200 W para cada Sub. Comparando com o segundo exemplo, você tem um ganho de 3dB por ter dobrado a potência dissipada.

5o )Ligando 4 SubWoofers de 2 Ohms da seguinte forma:

2 Sub em série em paralelo com outros 2 Subs em série (  $2 + 2 // 2 + 2$  ). Impedância equivalente de 2 Ohms. Fará com que o amplificador fornece 400 W distribuídos para os 4 Subs. 100 W para cada Sub. Comparando com o terceiro exemplo ( 2 Sub a 200W ) teremos um ganho 3 dB por dobrar o número de falantes mais 3 dB por dobrar a potência total dissipada. Total de 6dB quando comparados com o 3o exemplo.

Lembrando que a caixa "dutada" (Vented) tem ganho de 3 dB quando comparadas às caixas seladas utilizando o mesmo SubWoofers.



### **Caixa de fibra ou madeira MDF?**

A verdade é uma só, não existe caixa melhor do que a de madeira MDF feita e ltrada segundo o manual do fabricante, mas ela tem suas desvantagens como acupar um bom espaço do porta-malas, ao contrário das caixas de fibra que são moldadas na lateral do porta-malas que ocupam um espaço muito menor, porém seu som deixa a desejar com relação a uma caixa de madeira MDF, ainda mais se está for dutada o que resultara num grave bem equilibrado, prolongado e um ganho maior de dBs.

### **Qual a litragem correta?**

Todo falante de confiança ao ser fabricado passa por diversos testes para se apurar a litragem mais adequada para se alcançar um melhor rendimento do mesmo. Caso você não tenha idéia da litragem específica de seu falante tome como base uma litragem média de 27 L a 35 L para uma caixa selada levando em conta falantes de 10" a 12" e 35 a 40 L para caixas dutadas. Chama-se de litragem média pois são poucos os falantes de litragem baixa e estes costumam ter um custo alto com relação a falantes similares de potência aproximada.

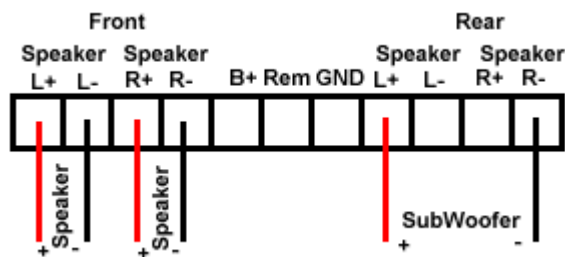
### **Fixação do amplificador e acabamento**

- - Fixe o amplificador numa chapa de madeira 20mm (compensado, MDF,etc.) encapada (carpete ou convim ) e parafusada atrás do banco ou em lateral moldada. Não coloque a carcaça do amplificador em contato com a lataria do carro.
- - Existe no mercado também laterais moldadas para amplificadores.
- - Não obstrua o acesso ao amplificador, ele deve estar bem ventilado para poder dissipar o calor gerado.

- Para fixação de alto-falantes, tenha preferência à parafusos do tipo Philips, pois ao contrário dos parafusos normal (tipo fenda), os do tipo Philips permite maior segurança contra escapes da chave podendo furar o alto-falante.

### Ligação Bridge

- Consiste em ligar o positivo do SubWoofers na saída positiva do canal esquerdo e o negativo do SubWoofers na saída negativa do canal direito, ou vice-versa.
- Essa ligação não é aceita em módulos do tipo Booster
- Em alguns amplificadores é necessário mover chaves e configurar crossovers. Verifique sempre seu manual.



- Assim você tem uma saída mono com cerca de 3 vezes mais potência do que numa ligação comum em estéreo.
- A maioria dos amplificadores aceita uma mínima impedância de 4 Ohms nesta ligação, mas em alguns amplificadores, chamados de alta corrente, podemos ligar uma associação de SubWoofers com 0,5 Ohms podendo chegar a até 10 vezes mais de potência fornecida pelo amplificador comparando com uma ligação comum em 4 Ohms (caso do Áudio Art. 100HC).
- Em alguns amplificadores como o 4.6x da Rockford Fosgate é necessário inverter a polaridade do SubWoofers em relação à polaridade de saída do amplificador caso esteja utilizando crossover passa-alta para os falantes da frente e passa-baixa para o SubWoofers.
- Verifique sempre o manual do amplificador para se certificar se ele aceita este tipo de ligação e como fazer a correta ligação em modo Bridge.
- Geralmente os amplificadores MOS-FET trabalham com tensões de -28 Volts a 0 volts e 0 a +28 Volts na ligação estéreo (2 canais) e na ligação bridge (1 canal) a tensão varia de -28 a +28 Volts.

### Capac. de 1 FARAD X 20 V



Quando se possui um sistema de som muito forte ele acaba exigindo muito do sistema de alimentação provocando uma perda de energia na iluminação do veículo, nessas ocasiões uma boa solução é este capacitor que evita essa perda na iluminação.

# Projetos

## 1. Original



Equipamentos utilizados:

- Toca-Fitas ou CD Player.
- 4 Alto-falantes Coaxiais de 5 polegadas.
- 4 Capacitores de 220uf x 100v.

Destina-se ao consumidor que deseja ter um simples e de baixo custo. Como o veículo não vem com preparação para som, é preciso instalar toda a fiação dos alto-falantes. Coloque um toca-fitas ou CD Player de 4 canais no local original (painel). Nos canais dianteiros conecte dois coaxiais (um em cada canal) e nos traseiros também. Coloque capacitores de 220uf x 100v nos 4

alto-falantes. Os locais de instalação dos alto-falantes são os originais, nas portas e tampão traseiro.

## 2. Intermediário

Equipamentos utilizados:

- CD Player.
- 2 kits de alto-falantes de 5 (médio grave, tweeter e crossover passivo).
- 2 amplificadores tipo booster com dois canais de 30Watts RMS.

Destina-se ao consumidor que quer um som um pouco mais potente e com mais qualidade, com um custo baixo. Coloque o CD Player no local original. Instale um par de médios graves de 5 e um par de tweeters nos locais originais. Na parte de traseira, instale um par de médios graves de 5 nos locais originais (laterais do tampão traseiro) e coloque os tweeters ao lado dos médios graves. Nos canais dianteiros você irá ligar um amplificador de 2 canais do tipo booster com 30 Watts RMS x 2. Faça o mesmo nos canais traseiros. Para ligar os alto-falantes utilize os crossovers

passivos (Ligados entre o amplificador e o alto-falante) que acompanham o kit.



### **3. Avançado**

Equipamentos utilizados:

- CD Player (com seis saídas RCA: dois canais dianteiros, dois canais traseiros, 2 canais de Subwoofer).
- 2 Kits de alto-falantes de 5 (médio grave, tweeter e crossover passivo).
- Um Subwoofer de 10 polegadas
- Um amplificador Mosfet de 4 canais de 50 Watts RMS.
- Um amplificador Mosfet de 2 canais 100 Watts RMS.

Destina-se ao consumidor que quer um som com qualidade e potência. Coloque o CD Player no local original, instale os médios graves e tweeters nas portas dianteiras e no tampão traseiro. Conecte o amplificador Mosfet aos kits (não se esqueça de ligar os crossovers passivos), dois canais para frente e dois canais para trás. Instale o subwoofer em uma caixa ventilada feita em madeira MDF e conecte-a ao amplificador mosfet de dois canais no modo de ligação Bridge.



#### **4. HI-FI**

Equipamento necessário:

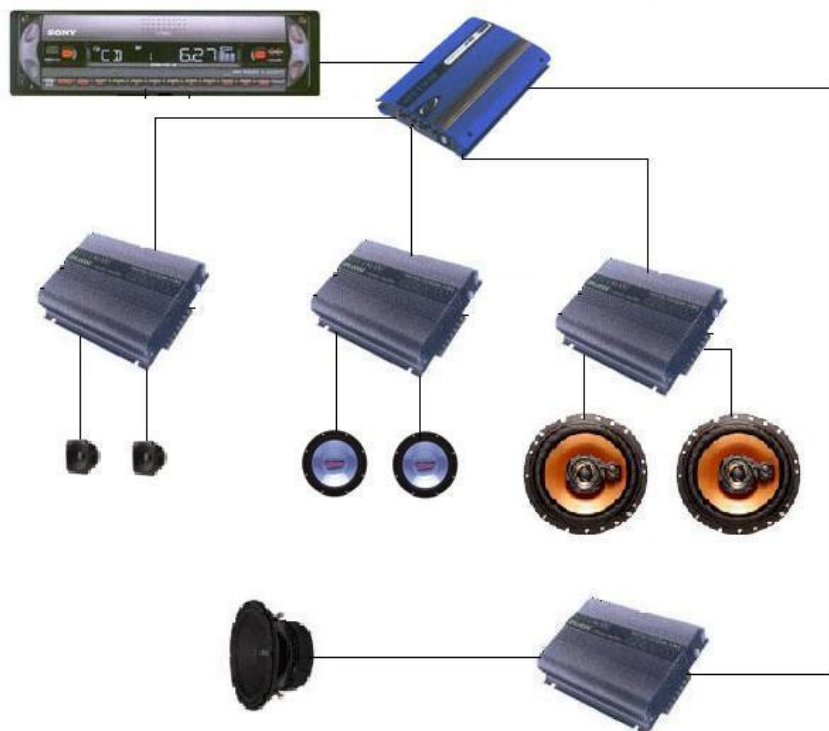
- CD Player
- Um crossover “ativo” de 4 vias (é ligado entre o CD player e o amplificador).
- Um amplificador Mosfet de 2 canais de 50 Watts RMS.
- Um amplificador Mosfet de 2 canais de 100 Watts RMS.
- Um amplificador Mosfet de 2 canais de 150 Watts RMS.
- Um amplificador Mosfet de 2 canais de 200 Watts RMS.
- Um subwoofer de 12 polegadas
- Um kit de alto-falante de 3 vias (médio grave de 6, médio grave de 5 e tweeter)

Este vai para os amantes de som de alta qualidade. Coloque o CD player no local original. Instale os médios de 5 nos locais originais, tanto na parte dianteira como na traseira. Coloque os tweeters na parte de cima do painel (nas extremidades). Instale os dois médios graves em pezinhos com aproximadamente 10 litros cada, conecte o CD player ao crossover ativo. Nos canais High Pass (passa alta) do crossover, ligue o amplificador de 2 canais de 50 Watts RMS e conecte-o aos tweeters, ponto de corte em 3 KHz 12 db/8ª.

Nos canais Band Pass do crossover ativo, ligue o amplificador de 2 canais de 100 Watts e conecte-o aos médios de 5, ponto de corte de 200 Hz a 3 KHz 12 db/8ª.

Nos canais Low Pass do crossover ativo, ligue o amplificador de 2 canais de 150 Watts e conecte-os aos médios de 6 nos pezinhos. Ponto de corte de 60 Hz a 200 Hz 12db/8ª.

No canal de subwoofer ligue o amplificador de 2 canais de 200 Watts em modo bridge e conecte-o ao subwoofer, ponto de corte de 60 Hz 12db/8ª. O subwoofer deve ser montado em uma caixa ventilada feita de madeira MDF de 20mm.



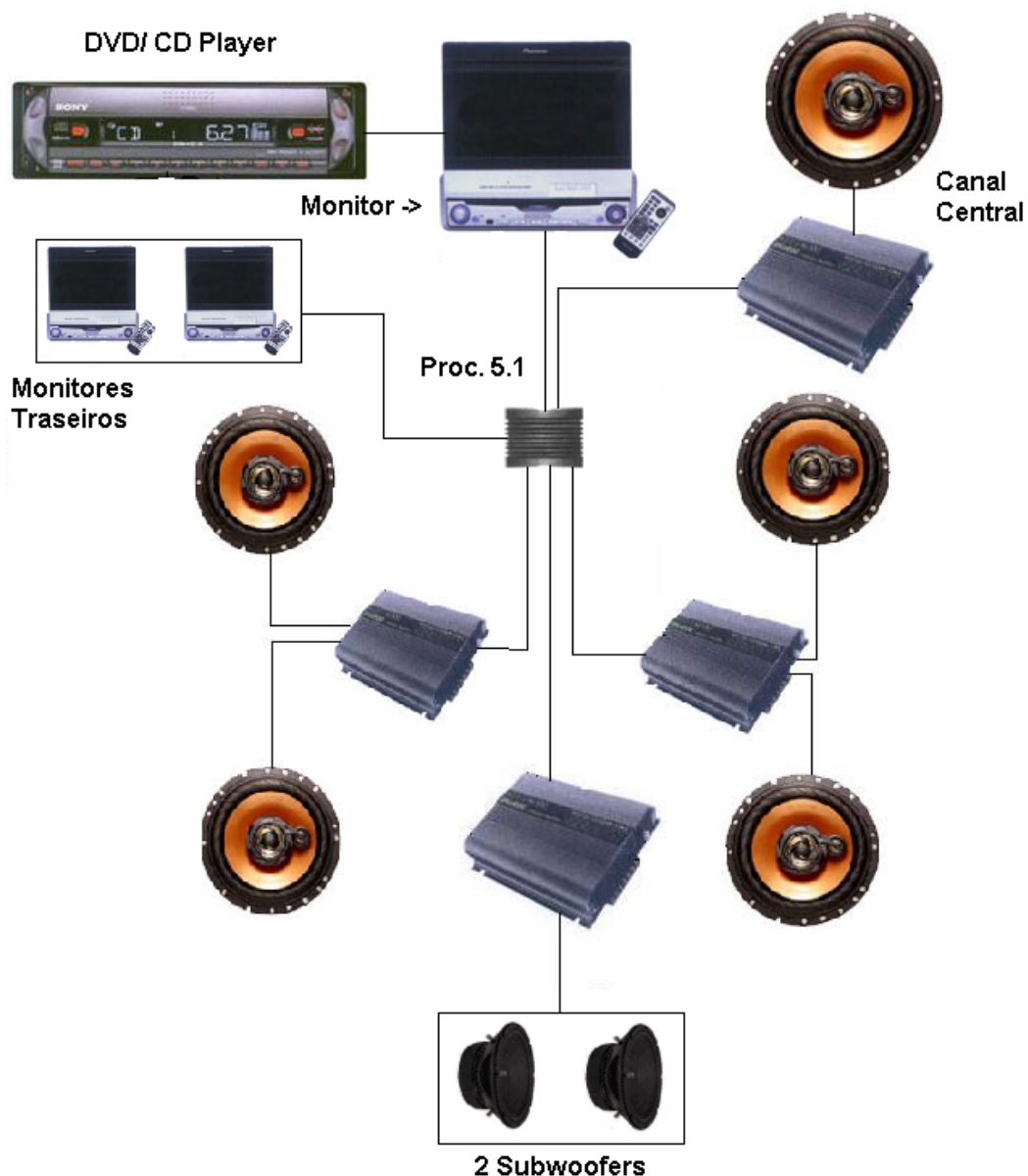
## 5. Cinema

Equipamentos utilizados:

- Unidade leitora de CD/DVD.
- Processador 5.1/DTS.
- 3 monitores LCD.
- 2 kits de duas vias (médio grave de 5 e tweeter).
- Um coaxial de 4.
- 2 Subwoofers de 10.
- Um amplificador Mosfet de dois canais de 50 Watts RMS.
- 2 amplificadores Mosfet de 2 canais de 100 Watts RMS.
- Um amplificador Mosfet de 2 canais de 200 Watts RMS.

Projeto para fanáticos filmes e efeitos sonoros. Coloca-se o leitor de CD/DVD no local original do carro junto com o monitor LCD principal, os outros dois monitores LCD são instalados nos encostos de cabeça dos bancos dianteiros para quem estiver nos bancos traseiros assistirem os filmes. O processador pode ser instalado dentro do painel do carro ou no porta malas.

Instale os dois kits de duas vias nos locais originais (parte dianteira e traseira) e o coaxial de 4 na parte de cima do painel, logo atrás do monitor principal. Nas saídas dos canais frontais do processador, ligue o amplificador de 2 canais de 100 Watts RMS e conecte-o ao kit frontal. Nas saídas dos canais traseiros do processador ligue o amplificador de 2 canais de 100 Watts RMS e conecte-o ao kit traseiro. Na saída do canal central do processador ligue o amplificador de 2 canais de 50 Watts RMS e conecte-o ao coaxial de 4 (faça a ligação em modo bridge com corte High Pass em 200 Hz 18db/8ª). Na saída do subwoofer do processador, ligue o amplificador de 2 canais de 200 Watts RMS e conecte-o aos subwoofers (faça a ligação em modo bridge). Coloque os subwoofer em caixas seladas feitas em madeira MDF de 20mm.

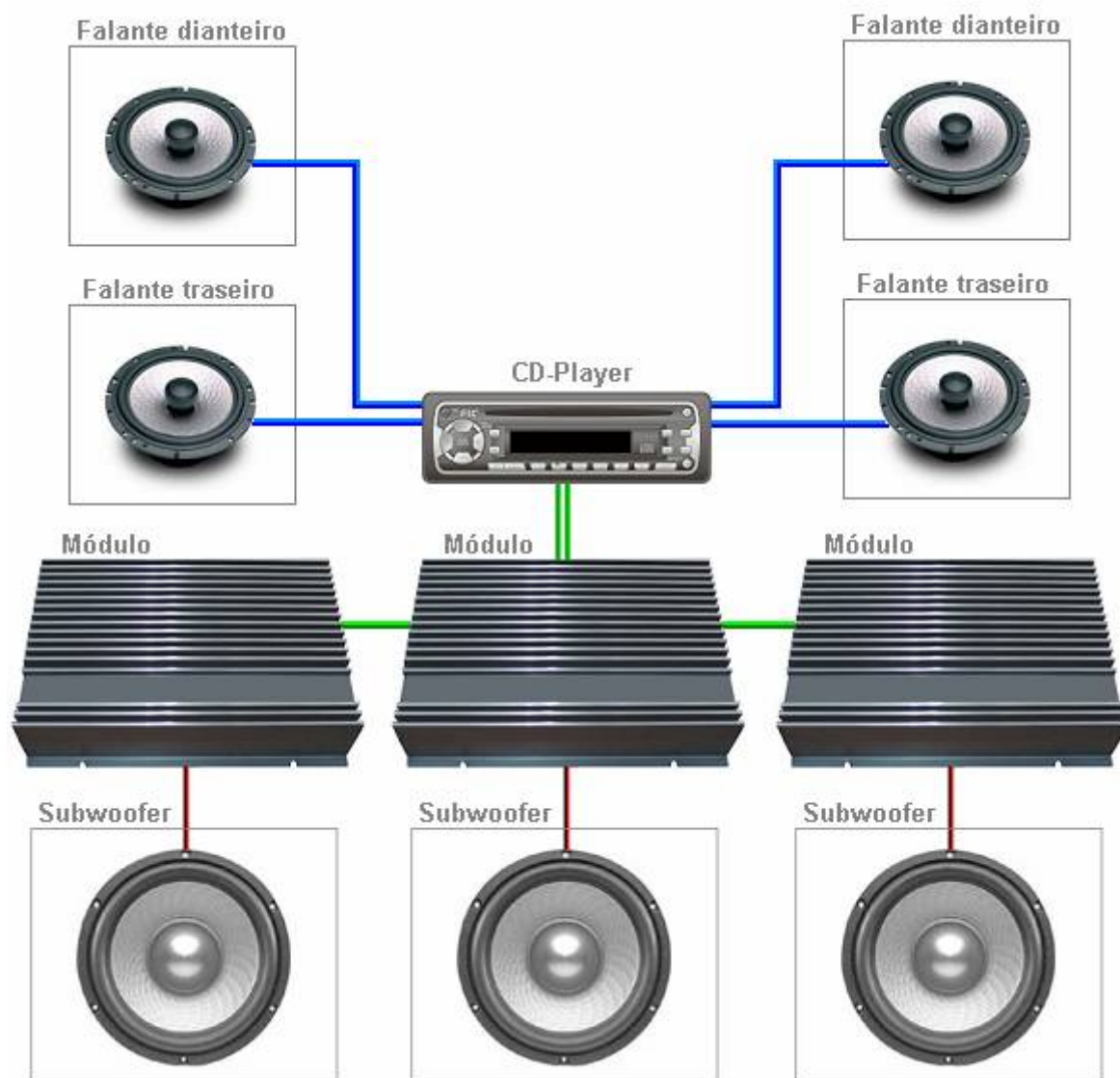


## Sistema de SPL para som automotivo

Um sistema de som voltado para o SPL (Sound Pressure Level ou nível de Pressão sonora) consiste em fazer um sistema de som com o maior nível de pressão sonora possível, ou seja, o maior barulho possível, normalmente utilizando as baixas frequências (os graves). Muito comum em campeonatos aonde os competidores chegam ao extremo com dezenas de subwoofers, módulos e baterias em apenas um automóvel.

Neste tipo de sistema quando mais equipamentos colocarem maior será o SPL, portanto o fator determinante para o limite é o bolso do cliente ou o espaço do carro. Pessoas **normais** que adotam este tipo de sistema para o dia-a-dia são os adeptos ao estilo musical Bass, este tipo de música toca frequências tão baixas que em um carro com um sistema bem eficiente chega a parecer um verdadeiro terremoto, disparando alarmes de carros e vibrando vidraças, para isso um ou dois subwoofers já são suficientes sem ter que sacrificar completamente o porta-malas do carro. Os falantes responsáveis pelas frequências médias e altas podem ser os falantes originais tocados pelo CD-Player ou por um módulo, vai depender do gosto e bolso do cliente.

Abaixo temos um exemplo de um sistema de som de SPL para campeonato:



- Alguns módulos têm entrada RCA e saída RCA para não serem necessários divisores como mostrado no exemplo

## Sistema de qualidade para som automotivo

Como o próprio nome já diz, o sistema de som de qualidade tem como objetivo um sistema que reproduza o som com a maior qualidade possível. Este tipo de sistema é interno, ou seja, para os ocupantes do carro.

Em sua grande maioria este sistema é eficiente apenas para o motorista e passageiro da frente, já que só é possível fazer um sistema de qualidade onde o midbass e o tweeter tem que ficar logo à frente aos ouvintes e devidamente posicionados para criar a sensação de palco sonoro, e não atrás da cabeça como acontece nos passageiros do banco de trás, portanto podemos encarar os falantes traseiros como opcionais neste sistema, caso eles sejam instalados estes falantes traseiros não podem de maneira alguma sobressair os falantes dianteiros, pois destruiria a sensação de palco sonoro, os falantes traseiros devem ser escutados apenas pelos ocupantes dos bancos traseiros, já o subwoofer deve ficar posicionado no porta-malas, os subgraves são sons bidirecional, ou seja, mesmo estando no porta-malas fica difícil determinar aonde exatamente vem o som.

Abaixo temos um projeto de instalação do sistema de som de qualidade, lembrando que os falantes traseiros são opcionais:



- O módulo está ligado diretamente ao CD-Player por cabos RCA.
- O módulo é responsável pelos cortes LowPass para o subwoofer e HiPass os demais falantes.
- Os falantes traseiros (opcionais) estão ligados em paralelo com os falantes dianteiros.
- O subwoofer está ligado em 2 canais do módulo transformado em bridge.

# Sistema de Trio elétrico para som automotivo

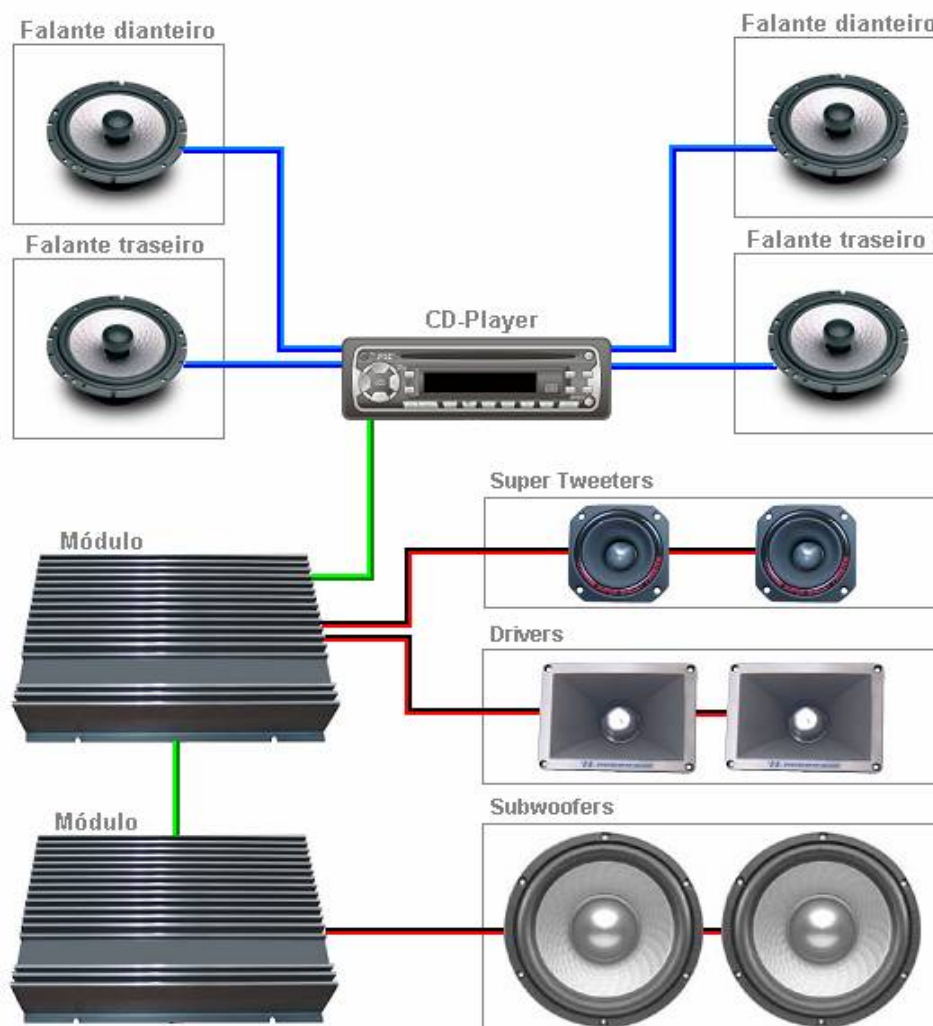
Um sistema de som automotivo voltado para o trio elétrico é um sistema feito para pessoas que estejam fora do carro, normalmente feitos para darem shows onde basta abrir o porta-malas que já estará armado um sistema sonoro completo e que pode ser levado para qualquer lugar.

A complexidade e investimento deste sistema esta diretamente relacionado com a distância que o som deve preencher, quanto maior a área maior o investimento.

## Características especiais:

**Subwoofer** - Frequências muito baixas necessitam de muito potencia para se propagarem no ar livre (porta-malas aberto). Em sistemas de qualidade ou SPL o resultado e melhor com o mesmo equipamento já que o subwoofer se beneficia da ressonância do carro como se fosse uma caixa de som enorme. Para contornarmos este **problema** temos que fazer com que o subwoofer tocar em frequências um pouco mais altas que são dispersas no ar mais facilmente, isto pode ser feito com regulagem no crossover ou comprando subwoofers específicos para trio elétrico, muitos preferem comprar woofers no lugar de subwoofer para este sistema já que tocam frequências mais altas.

Segue abaixo um projeto de trio elétrico:



## Sistema original do carro, upgrade básico.

Este tipo de sistema consiste em apenas dar uma melhoria no som original dos carros sem a necessidade de instalarem módulos ou mais falantes, bastando apenas trocar os falantes originais por outros com mais qualidade. Hoje em dia o mercado oferece diversos falantes para os sistemas originais, mais conhecidos como kits coaxiais, triaxiais, quadriaxiais ou pentaxiais, são específicos para cada carro, já que eles devem encaixar perfeitamente nos lugares dos falantes originais de cada carro.

O upgrade original é um tipo de instalação fácil, simples e barato, mas não podemos comparar com sistemas de qualidade que são infinitamente melhores.

Este tipo de sistema é constituído basicamente por CD-Player ou Toca-fitas e um kit de falantes melhorados.

Segue abaixo um exemplo de projeto de upgrade básico:

