

# CURSO SOM AUTOMOTIVO



O setor de eletrônica evoluiu bastante nestes últimos anos e hoje é o setor que mais cresce em todo mundo. Devido a esta grande evolução tecnológica e a rapidez com que ela vem acontecendo, está cada vez mais difícil ficarmos completamente atualizados e sem uma especialização em certas áreas, esta situação é ainda pior. Dentro desta grande evolução, uma das áreas que as indústrias eletrônicas mais investiu, foi na área de som automotivo e hoje podemos ver equipamentos sofisticados, que atendem a todos gostos e necessidades, equipando veículos como carros, aviões, navios e até motos.

A intenção deste curso é passar informações técnicas e “macetes” de um modo bastante básico e compreensível, deixando um pouco de lado os termos catedráticos e informações que não serão úteis para o desenvolvimento do aluno pois, nossa intenção é que todos, independente de nível social ou formação escolar, possam **compreender o que é som automotivo**.

# O Multímetro

O Multímetro é um aparelho eletrônico de medições. Com ele podemos medir vários tipos de valores e grandezas físicas como Amperagem, Voltagem, Impedância e outros. Com o Multímetro podemos ainda, verificar se o circuito está aberto ou fechado. Sem o Multímetro, a possibilidade de erros numa instalação elétrica aumenta consideravelmente.

Existem dois tipos de Multímetro o analógico(com ponteiro) e o digital(com display de cristal líquido).

## **Dicas:**

Verifique periodicamente, se o seu Multímetro não está com mau contato nas pontas de provas através de seu indicador sonoro.

Nunca deixe o seu Multímetro digital ligado depois das medições pois, o consumo de bateria nesta situação, diferente do que pensamos, é grande.

# Sistema elétrico dos automóveis:

Basicamente ao se movimentar, o automóvel transforma energia mecânica em energia elétrica através do alternador e acumula esta energia nas baterias. Esta energia acumulada, se divide em dois tipos energia negativa(-) e energia positiva(+). A parte negativa(-) da bateria é conectada na lata através do cabo fita, ficando assim toda lataria do veículos **aterrada** e a parte positiva (+) da bateria é conectada na caixa de fusíveis que tem a função de proteger o dispositivos elétricos do carro contra curto-circuito através da queima dos fusíveis e distribuir energia ao restante do veículo através de fios de menor secção.

## Fios e cabos

### **Cuidados iniciais:**

Conectar o fio corrente da alimentação do sistema (Ver tabela de cabos) diretamente ao polo positivo da bateria(+) junto com um porta-fusível ligado o mais próximo desta bateria .Este porta-fusível tem a função de proteger o sistema de som e principalmente o veículo em caso de curto-circuito, através da queima do fusível

Utilize fusíveis adequados para seu sistema. Para saber qual a amperagem do fusível que você deve usar, faça o seguinte cálculo:

**P**= Potência RMS do sistema

**Af**=  $P \times 2/12$ (Amperagem do fusível é igual a Potência RMS vezes dois dividido por 12)

Assegure-se de um bom contato, lixando todos os pontos de contato dos terminais.

Os cabos de corrente e terra, devem ter a mesma bitola para um melhor fluxo de corrente.

Nunca passe os cabos RCA perto de cabos RCA para evitar ruídos .

Conectar o fio Terra dos aparelhos diretamente á lataria do veículo. Para um melhor aterramento e diminuição de ruídos o cabo deverá ser aterrado o mais próximo possível

Evitar puxar qualquer fio relacionado a instalação elétrica original do veículo pois, os veículos modernos possuem sistema elétrico mapeado e qualquer ligação irregular pode prejudicar o veículo através de um mau desempenho da injeção eletrônica e até a falsos alertas através do Check Control. Deve-se deixar a fiação do som totalmente isolada e distante do sistema de injeção eletrônica do veículo para evitar interferências no som.

Se for possível, usar conectores banhados a ouro pois, o ouro é um dos melhores condutores de energia que existe e além de melhorar a estética da instalação, evita também a oxidação e consequente mau contato.



# Cabos RCA

São cabos coaxiais, geralmente emborrachados, responsáveis pela condução do sinal de áudio da fonte(CD/MD/tape) para aparelhos periféricos como os amplificadores, equalizadores, crossover's e outros. São cabos de alta sensibilidade e os grandes responsáveis pela causa de ruídos e interferências em sistemas de som automotivos. Por isso é importante considerar os seguintes cuidados com os cabos RCA:

- 1) Nunca passe os cabos RCA perto de cabos de tensão por isso, se possível, passe os cabos RCA pelo centro do veículo ao lado do túnel do câmbio
- 2) Posicione os aparelhos de modo que ao conectar os cabos RCA, os mesmos não cruzem ou passem próximos a cabos de tensão e seus pinos fiquem livres de contato com qualquer superfície.
- 3) Utilize sempre pinos RCA de boa qualidade para que se possa evitar mau contato e curto circuitos.
- 4) Teste sempre os cabos RCA, antes da instalação, contra curto circuito através do Multímetro.
- 5) Tenha preferência por cabos de dupla ou tripla blindagem.
- 6) Evite passar os cabos próximos a superfícies pontiagudas ou cantos afiados.
- 7) Aterrar o fio periférico que acompanha os cabos RCA pois, eles funcionam como uma blindagem magnética e nunca ligá-lo ao fio da antena elétrica, como é comum a muitos instaladores.

# Tabelas de cabos de força

Verifique a corrente (em **Ampères**) que irá passar pelo cabo e o comprimento do mesmo a ser utilizado, depois é só cruzar a linha do **consumo** com a coluna do **comprimento** do cabo para descobrir a **seção** do cabo.

## Cabos de Alimentação

Corrente Elétrica	Comprimento do Cabo (metros)					
	Seção do Cabo (mm <sup>2</sup> )					
Consumo (Ampères)	até 1 m	1 a 2 m	2 a 3 m	3 a 5 m	5 a 7 m	7 a 10 m
1 a 20 A	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00
20 a 30 A	4.00	4.00	6.00	6.00	13.30	13.30
30 a 40 A	4.00	4.00	6.00	13.30	13.30	13.30
40 a 60 A	6.00	6.00	13.30	13.30	13.30	21.20
60 a 100 A	13.30	13.30	13.30	21.20	21.20	33.60
100 a 125 A	13.30	13.30	13.30	21.20	33.60	33.60
125 a 150 A	21.20	21.20	21.20	21.20	33.60	54.40
150 a 175 A	33.60	33.60	33.60	33.60	54.40	-
175 a 200 A	33.60	33.60	33.60	54.40	-	-
200 a 225 A	33.60	33.60	54.40	-	-	-
225 a 300 A	33.60	54.40	-	-	-	-
acima de 300 A	54.40	-	-	-	-	-

Caso seja utilizada bitola de seção inferior ao exigido, o cabo pode esquentar e até derreter. Se for utilizado bitola maior, o projeto sairá mais caro portanto consulte a tabela e verifique qual é o cabo ideal:





## Cabos para falantes

Potência do canal	Impedância no condutor (ohms)			
	2 ohms	4 ohms	8 ohms	16 ohms
Watts RMS	Corrente (A)	Corrente (A)	Corrente (A)	Corrente (A)
20 / 40	5	3	2	1.5
40 / 60	6	4	3	2
60 / 80	7	5	3	2
80 / 100	7	5	3.5	2.5
100 / 120	8	6	4	3
120 / 140	8	6	4	3
140 / 160	9	6	4.5	3
160 / 180	9.5	7	5	3
180 / 200	10	7	5	3.5
200 / 220	11	8	5	4
220 / 240	11	8	5	4
240 / 260	11.5	8	6	4
260 / 280	12	8.5	6	4
280 / 300	12	9	6	4
300 / 400	14	10	7	5
400 / 500	16	11	8	5.5
500 / 600	18	12	9	6

Após descobrir a corrente no condutor, verifique na tabela a baixo para descobrir a seção do cabo a ser utilizado.

Cabos para alto-falantes	
Corrente no condutor (A)	Seção dos cabos (mm <sup>2</sup> )
1 / 1.5	0.50
2 / 2.5	0.75
3	1.00
3.5 / 4	1.30
4.5 / 5	1.50
6 / 7	2.00
8	2.50
9	3.00
10 / 11	3.50
12 / 13	4.00
14 / 15	5.00
16 / 17	6.00



# Tabelas.sobre.a.convenção.AWG

## Consulta rápida AWG vs. mm<sup>2</sup>

AWG	mm <sup>2</sup>
1/0	42 / 53
2	33.6
4	21.1
6	13.3
8	8.3
10	5.2
11	4.1
12	3.3
14	2.0
16	1.3
18	1.0
20	0.5
22	0.3

# Baterias e alternadores

Muitas pessoas possuem o hábito de ouvir música, com o veículo desligado e em alto volume por períodos prolongados. A consequência pode ser o descarregamento precoce da bateria e sua posterior danificação, prejudicando assim o funcionamento do veículo.

Se o veículo possuir uma boa aparelhagem de som(**acima de 350Watts**), os cuidados com o sistema elétrico devem ser redobrados.

O mais aconselhável é a instalação de uma super bateria e de um bom alternador que possua capacidade de recarga de no mínimo **2/3** da capacidade máxima da corrente da bateria. **Por exemplo: Se a bateria possuir 100 Ampéres o alternador deve possuir aproximadamente 70 Ampéres/hora.**

Em casos extremos com potências acima de 600Watts RMS é necessária a instalação de baterias suplementares, considerando sempre o uso de cabos de qualidade e bitola coerentes ao sistema(ver tabela de cabos)



## Veja abaixo os principais cuidados com sua bateria:

Na hora de dar a partida no motor desligue o som, lanternas, faróis e ar condicionado para não forçar a bateria.

Não acione o motor de arranque por mais de cinco segundos. Se ele não pegar no primeiro contato desligue a chave espere por mais dez segundos para que a bateria se recupere.

Verifique sempre o nível de água dos eletrólitos e use somente água destilada para completá-los (em caso de baterias não seladas)

Ficar sempre atento ao comportamento da luz-espia de ignição no painel do veículo. Se ela acender a todo instante e seu brilho aumentar na mesma proporção da rotação do motor, o problema pode ser o regulador de voltagem. Se ela piscar constantemente, o problema pode estar na correia ou em alguma conexão frouxa.

Solte periodicamente os terminais, lixe suas conexões e passe vaselina ou mel para evitar eventuais oxidações.

## **O Pre-pack:**

É a fiação elétrica para instalação de som, original de fábrica, que acompanha os veículos atuais. O Pre-Pack facilita muito a instalação de som nos veículos, evitando assim que muitas partes do veículo venha a ser desmontada no momento de passar a fiação do som. Para verificar a presença do Pre-Pack, basta retirar a tampa plástica do compartimento do tape nos veículos e logo será visualizado um conector (geralmente preto ou marrom) com mais ou menos uns 20 fios de diversas cores e sem nenhuma conexão.

## **Alto falantes:**

São os responsáveis pela resposta de som em um sistema. Sua função é transformar energia elétrica em energia acústica e sem eles seriam impossíveis.

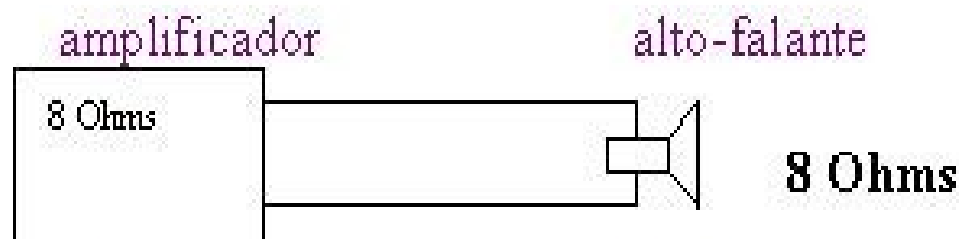
# IMPEDÂNCIA.

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 de corrente elétrica, dependendo do material, do diâmetro e do comprimento do fio. Essa resistência é medida em Ohms. Quanto mais fino e comprido o fio sua resistência será maior.

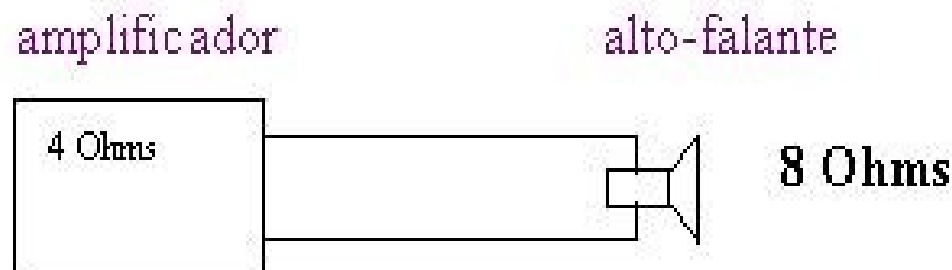
A impedância é importante para a adaptação do alto-falante à saída do amplificador, sendo que as impedâncias de ambos devem ser iguais para evitar a perda de eficiência ou danificação do aparelho.

Abaixo, seguem exemplos de “casamento” de impedância.

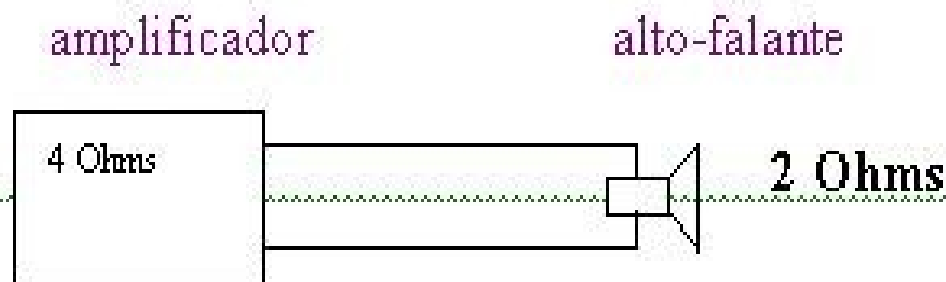
Neste tipo de ligação temos um perfeito casamento de impedância, com isso teremos um **rendimento ideal** do sistema.



Neste tipo de ligação temos o alto-falante com a impedância maior que a do amplificador, com isso teremos um **rendimento deficiente** do sistema, com perda de potência.



Aqui, temos o alto-falante com impedância menor que a do amplificador. Teremos um **rendimento comprometido** do sistema com danificação do sistema.





# Ligações de aparelhos

Quanto a ligações os aparelhos podem ser classificados basicamente em dois tipos, os de conexão “Terra comum” e os de conexão “Terra Flutuante”. Os de “Terra comum” são os mais simples pois, todos os fios convencionados negativos(-), como o terra e os negativos de alto falantes, são unidos e ligados no fio terra do aparelho(geralmente preto).

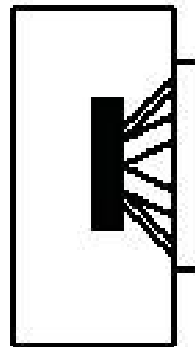
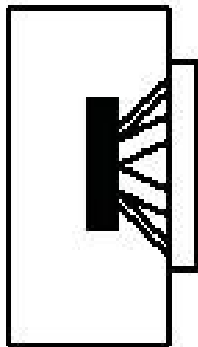
**Cabo positivo:** A maioria dos aparelhos modernos vem com dois fios de conexão 12 Volts. Geralmente um laranja, que alimenta o circuito de memória, que deve ser ligado diretamente ao polo positivo da bateria e um vermelho, que alimenta o funcionamento do aparelho e deve ser ligado a um ponto 12Volts pós-chave de ignição. Mas em muitos casos o cliente pede para ligar o fio de alimentação do aparelho(vermelho) a um ponto 12v direto da bateria para que assim, ele possa funcionar seu aparelho sem ligar a chave do veículo.

**Cabo Remoto:** Geralmente de cor azul ou amarelo este fio é o responsável pelo acionamento de aparelhos periféricos como módulos, equalizadores, antenas elétricas e outros.

## Caixas Acústicas

A primeira função da caixa acústica é isolar a onda frontal da onda posterior, no alto-falante, que estando defasadas, tendem a se cancelar, principalmente nas frequências baixas, que possuem maior comprimento de onda.

A Segunda função que deve cumprir uma caixa acústica é dar ao alto-falante melhores condições de trabalho, como um menor deslocamento do cone, e permitir que seja obtida uma resposta de frequência mais adequada.



# A Caixa Acústica

Woofers e Subwoofers requerem para seu correto funcionamento, instalação dentro de caixas acústicas adequadas às suas características eletro-mecânicas. A caixa acústica permite ao alto-falante trabalhar em condições ideais, reproduzindo sons com eficiência e qualidade, sem riscos de danos por excesso de excursão.

Uma caixa acústica corretamente calculada e construída, realça a performance do woofer/subwoofer, aumentando a intensidade do som, a potência aplicável e a resposta de transientes.

A Caixa acústica isola a parte dianteira da parte traseira de um alto-falante. Toda fonte de áudio emite radiação sonora para frente e para trás, simultaneamente, mas com polaridades diferentes, isto é, a onda que sai por trás do falante é inversa à onda que sai da frente do falante ou simplificando, defasagem de 180 graus. Portanto como as polaridades das propagações são opostas, fica impossível, sem a caixa, evitar o cancelamento de ondas.

Nas baixas frequências, o cancelamento de ondas é ainda mais prejudicial à qualidade final do áudio porque a propagação das ondas é extremamente difusa, superior a 180 graus. Portanto é o volume da caixa que determina a frequência de sintonia do sistema "caixa-falante". Uma caixa acústica pequena demais joga a frequência de sintonia para cima, deformando a resposta fazendo o sistema gerar distorções e aumentando o risco de o falante queimar

O cálculo da caixa acústica deve levar em conta os parâmetros do alto-falante, bem como o resultado final que se deseja. Se você está procurando graves bem pronunciados e até um pouco retumbantes, o tipo e o tamanho da caixa acústica e sua sintonia são diferentes do que os adequados a uma resposta de graves potente porém mais bem definida.

Além disso a performance de uma caixa acústica instalada dentro de um veículo, difere substancialmente de seu comportamento em uma sala residencial. Por este motivo, caixas acústicas calculadas utilizando softwares convencionais, apresentam resultados bastante diferentes dos esperados, quando instaladas dentro de um veículo.

O interior de um automóvel pode ser considerado como um campo de pressão, cuja tendência é de reforçar os sons graves, sendo este reforço tanto maior, quanto menores forem o volume interno do veículo e a frequência reproduzida.



Existe vários tipos de caixas acústicas, a escolha de uma caixa acústica depende de sua utilização. Para tanto deve-se levar em consideração as características de cada caixa.



## Closed Box (Selada)

- Excelente resposta a transientes
- principalmente para valores de  $Q_{tc}$  inferiores a 0,7 situação em que a resposta de graves é prejudicada ( $F_3 > F_c$ )
- Resposta de frequência plana
- Baixa distorção em toda a faixa
- Pouco reforço em baixa frequência
- Utiliza alto-falantes de alta excursão. (por ter volume interno fixo a caixa evita excursões exageradas do falante, diminuindo o volume em 15% é possível aplicar até 30% a mais de potência)
- Suportam altas potências sem que se aumente o risco de danificar o alto-falante na mesma proporção.
- Ideal para quem deseja um grave puro e profundo
- Bom para Pop, Dance, Heavy Metal e Rock.
- O volume da caixa Closed podem variar com os seguintes resultados:

### - Volume menor:

Frequência de sintonia sobe;  
Resposta de graves menos estendida, menos plana;  
Graves mais acentuados;  
Potência aplicável maior;  
Som mais "duro", grave de ataque;

### - Volume maior:

Frequência de sintonia desce;  
Resposta de graves mais estendida (baixas frequências);  
Resposta mais plana;  
Potência aplicável menor;  
Graves mais profundos e mais natural;

## Vented Box (Dutada)

- Resposta de graves estendida
- Alto SPL
- Boa resposta a transientes
- Baixa distorção na frequência de sintonia
- Para quem deseja graves reforçados
- O duto permite acentuar a resposta de graves em torno da frequência de sintonia  $F_b$
- Possui resposta transitória inferior à da caixa fechada.
- Permite muita flexibilidade de projeto, justamente pela variação de sintonia do duto. Este tipo de sistema promove um ganho de cerca de 3 dB a mais que uma caixa selada. Pode ser alinhada para uma resposta mais agressiva em baixa frequência, atuando também no controle de excursão do alto-falante. O duto pode possuir qualquer formato. A sintonia é feita através do volume total do duto, também chamado de pório.
- Bom para Jazz, MPB, Clássico e Pop.
- A excursão do cone na frequência de sintonia  $F_b$  fica extremamente reduzida, e cresce para frequências abaixo de  $F_b$ .
- O duto funciona como uma espécie de emissor sonoro, contribuindo de forma significativa nas respostas de baixas frequências. O duto também faz com que o deslocamento do cone seja reduzido, permitindo o uso de falantes de maior sensibilidade (cone de menor massa e bobina com enrolamento de menor altura = conjunto móvel mais leve e eficiente).

# Caixa Vented e Bandpass

Nas caixas vented e bandpass, tanto os volumes quanto as dimensões dos dutos são críticas e não devem ser alteradas, sem cuidadoso recálculo. O diâmetro dos dutos pode ser alterado, desde de que seu comprimento seja ajustado proporcionalmente. Quanto maior for o diâmetro do duto, tanto maior deverá ser o seu comprimento



## BandPass

- Resposta de graves extendida
- Banda de frequência definida
- Boa resposta a transientes
- Alto SPL
- Alta potência
- Esse tipo de caixa acústica comporta-se como um filtro acústico passa faixa, sendo do tipo radiador indireto (o alto-falante não transmite diretamente).
- Possibilita a obtenção de rendimentos superiores ao de referência do alto-falante, o que não acontece com as caixas do tipo radiador direto (caixa fechada, refletor de graves, etc).
- Utiliza duas câmaras, onde a primeira envolve a parte de depressão do alto-falante (traseira) e possui  $2/3$  do volume total da caixa. A segunda envolve a parte de pressão (frente) e utiliza  $1/3$  do volume total. A primeira câmara estabelece o corte FL (frequência de corte inferior) e a segunda o corte FH (frequência de corte superior). Este sistema acústico possui uma resposta muito definida e agradável nos graves, controlando muito bem a excursão do cone do alto-falante.
- Bom para todos os tipos de música.

## Isobaric Push Pull

- Neste tipo de caixa acústica dois alto-falantes trabalham com suas zonas de pressão fechadas um contra o outro, ligados em oposição de fase. Enquanto o cone de um dos falantes puxa, o do outro empurra.
- Possui resposta agressiva nas baixas frequências e utiliza alto-falantes de alta fidelidade
- Esse sistema consiste em uma associação em série, acusticamente falando, de dois alto-falantes idênticos. O alto-falante resultante terá os mesmos valores de  $F_s$  e  $Q_{ts}$ , mas apenas metade do  $V_{as}$ . O resultado disso é que o volume  $V_b$ , exigido pela caixa, cai pela metade, assim como o rendimento, que é a grande desvantagem desse sistema. No caso da montagem isobárica push pull, a distorção diminui, devido ao cancelamento proporcionado pela ação complementar das bobinas, deslocando-se no campo magnético.
- Bom para Pop, Dance, heavy Metal e Rock.

## Isobaric Pull Pull

- Dois alto-falantes trabalham, um "olhando" para a parte posterior do outro, fechados entre si por uma pequena câmara, mas ambos em outra câmara selada ou com duto. Este sistema promove ganho de SPL (nível de pressão sonora).
- Possui as mesmas propriedades do Iso Push Pull, exceto quanto a distorção. Alto-falantes com orifício de ventilação traseira não são recomendados para essa aplicação.
- Bom para Pop, Dance, Heavy Metal e Rock.