

Sumário

Curso de operação de som.....	5
O som	5
Definição	5
Características do som	5
Faixas de frequência e faixa audível.....	5
Sinais elétricos	7
O enigmático decibel (dB)	7
Equipamentos de Áudio	10
Cabos.....	10
Características e aplicação dos cabos de áudio	11
Tipo de condutor	11
Número de condutores.....	11
Bitola	11
Impedância	11
Isolação.....	11
Blindagem	11
Identificação	12
Cabos mais utilizados em áudio	12
Cabo paralelo	12
Cabo PP.....	12
Cabo coaxial.....	12
Cabos balanceados (Coaxial duplo ou blindado estéreo)	13
Multicabos.....	13
Recomendações Importantes	14
Conectores	14
Conectores XLR ou Canon	15
Conectores P10 ou ¼”	15
Conectores combo.....	16
Conectores RCA.....	17
Conectores Banana	17
Conectores P2.....	17
Conector Speakon	18
Microfones e captadores	18
Balanceamento de sinal.....	18
Os Microfones.....	19

Características	19
Gráfico de resposta ou Curva de resposta	20
Sensibilidade	20
Diagrama polar	21
Impedância	24
SPL máximo	24
Principais problemas com microfones	24
Vazamento de captação	24
Microfonia	25
Efeito de proximidade	26
Sibilância e efeito PB	27
Tipos de cápsulas de microfones	27
Dinâmicos	27
Condensadores, capacitivos ou eletreto	28
Tipos físicos de microfone	28
Lapela	28
Gooseneck	28
Microfones de mão	29
Microfones Headset	30
Microfones earset	30
Microfones para coral	31
Microfones Over	33
Microfones de estúdio	33
Microfones sem fio	35
Caixas amplificadas	37
Cabeçotes	38
Cubos	38
Mesas de som analógicas	39
Controle dos canais de uma mesa de som	41
Seção Master	45
Mesas de som digitais	50
Equalizadores gráficos	50
Ajustando o equalizador	52
Efeito da equalização na reprodução de instrumentos musicais	52
Efeitos da equalização na reprodução de voz	53
Compressores/Expansores/Limitadores/Gates	56

Amplificadores, crossovers, divisores de frequência, caixas acústicas e alto falantes	58
Consumo e potencia do amplificador	58
Dimensionamento da rede elétrica	60
Parâmetros e circuitos de proteção de amplificadores	63
Circuitos de proteção	65
Vista frontal de um amplificador.....	67
Dimensionamento de um amplificador	68
Conexões entre equipamentos	69
Mono x Estéreo.....	70
Alto-Falantes.....	71
Características técnicas.....	71
Caixas acústicas.....	73
Associação de caixas de som	76
Posicionamento das caixas de som.....	77
Crossovers ativos e passivos	79
Queima de alto-falantes.....	81
Relação de Potência RMS x Sensibilidade da Caixa de som	82
Caixas ativas	82
Acústica.....	83
Materiais absorventes e não absorventes	84
Dicas para diminuir o efeito da reverberação.....	85
O que se espera do operador de som	85
Bibliografia	86

Curso de operação de som

O som

Definição

O som é um fenômeno físico que se dá através da propagação de ondas.

A percepção destas ondas é um fenômeno fisiológico que faz com que o ser humano tenha a capacidade de distinguir as diversas características destas ondas.

O som é produzido através das vibrações de um objeto. O número destas vibrações em um objeto durante um segundo, é chamado de frequência.

As vibrações deslocam o ar ao redor do objeto gerando ondas de pressão, as quais se propagam de modo semelhante a quando atiramos uma pedra em um lago de águas tranquilas. Estas ondas chega até nossos tímpanos e o pressionam, de modo que nosso cérebro percebe esta diferença de pressão e capta esta informação sonora.

A unidade de medida da pressão sonora é o Pascal (Pa) e a unidade de medida da frequência de um som é o Hertz (Hz), a potência é a quantidade de energia emitida por uma fonte sonora em uma unidade de tempo e é medida em Watts (W) e a intensidade sonora é definida pela potência emitida por uma unidade de área e é dada em W/m^2 . Estas escalas são chamadas lineares, pois variam sempre de modo proporcional.

A menor pressão sonora que nosso ouvido consegue distinguir é de 0,00002 Pa e a maior sem que sintamos a sensação de dor é de 20Pa, enquanto nossos ouvidos captam sons no intervalo de frequência de 20Hz a aproximadamente 20KHz.

Características do som

O som é formado pelos atributos abaixo:

Intensidade – É a potência de um som por m^2 , grosseiramente falando, é o volume do som.

Timbre – É a voz do instrumento. Dois instrumentos musicais podem emitir a mesma frequência de uma nota, porém eles emitem sons com características distintas (os harmônicos que os compõe são diferentes). Por exemplo, o som de um piano tocando a nota Mi e o violão tocando a mesma nota na mesma altura. É a mesma nota, mas os sons de cada instrumento são diferentes.

Duração – É o tempo que demora um som.

Altura ou frequência – é o número de vezes que um evento ocorre em uma unidade de tempo e sua unidade de medida é o Hertz (Hz). Por exemplo, a corda Mi do bordão de um violão vibra a aproximadamente 82,5Hz, ou seja, 82,5 vezes em 1 segundo.

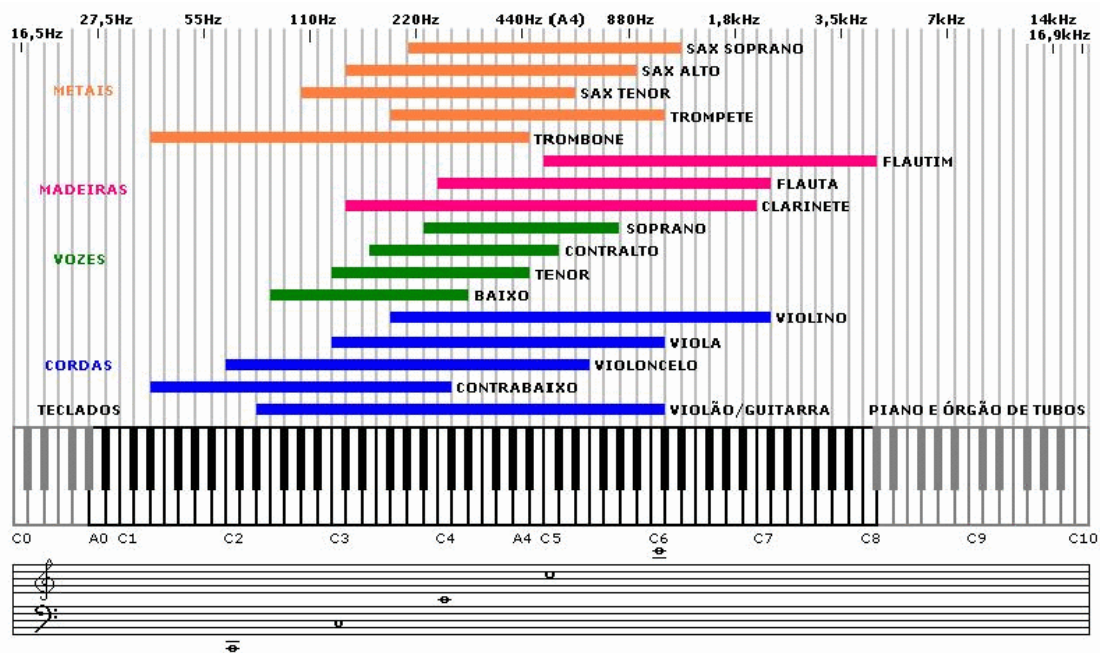
Faixas de frequência e faixa audível

Quanto maior a frequência, mais agudo é o som. Quanto mais baixa a frequência, mais grave é o som. Sons que estão entre os graves e agudos, são chamados de médios. Veja:

- Faixa de 16kHz: Agudos super delicados.
- Faixa de 8 kHz: Agudos comuns.
- Faixa de 4 kHz: Os agudos estridentes "ardidos".
- Faixa de 2 kHz: Médios.
- Faixa de 1 kHz: Médios.
- Faixa de 500Hz: Médio-graves. (Mais "ocos").
- Faixa de 250Hz: Médio-graves. (Menos "ocos").
- Faixa de 125Hz: Graves normais.
- Faixa de 64Hz: Sub graves.
- Faixa de 32Hz: Extremos sub graves.

A frequência fundamental da voz do homem está na faixa de 120Hz-150Hz e da mulher na faixa de 210Hz - 240Hz. A criança está em uma faixa de frequência mais aguda.





Para se ter uma ideia, os instrumentos musicais são afinados a partir de uma frequência de referência, que é a nota Lá que possui a frequência de 440Hz.

Sinais elétricos

Muitas vezes um instrumento ou até mesmo a voz humana não possuem a intensidade necessária para alcançar um grande auditório, ou um grande salão. Imagine uma sala de aula com todos os alunos conversando ao mesmo tempo e a professora tentando explicar a matéria. Para que ela consiga, ela teria que aumentar a intensidade de sua voz gritando, o que lhe causaria uma enorme fadiga em poucos minutos.

Para resolver este problema de intensidade sonora além de outros, foram criados dispositivos capazes de transformar as ondas sonoras em sinais elétricos e vice-versa. Estes sinais são amplificados (tem sua intensidade aumentada) e devolvidos ao ambiente com uma pressão sonora maior. Este componentes eletrônicos são chamados transdutores. Transdutores são dispositivos eletrônicos capazes de transformar um tipo de energia em outro, por exemplo a energia sonora, em elétrica.

Podemos citar os microfones como exemplos de transdutores, pois transformam as ondas sonoras em sinais elétricos, e os alto falantes que transformam os sinais elétricos amplificados em ondas sonoras.

O enigmático decibel (dB)

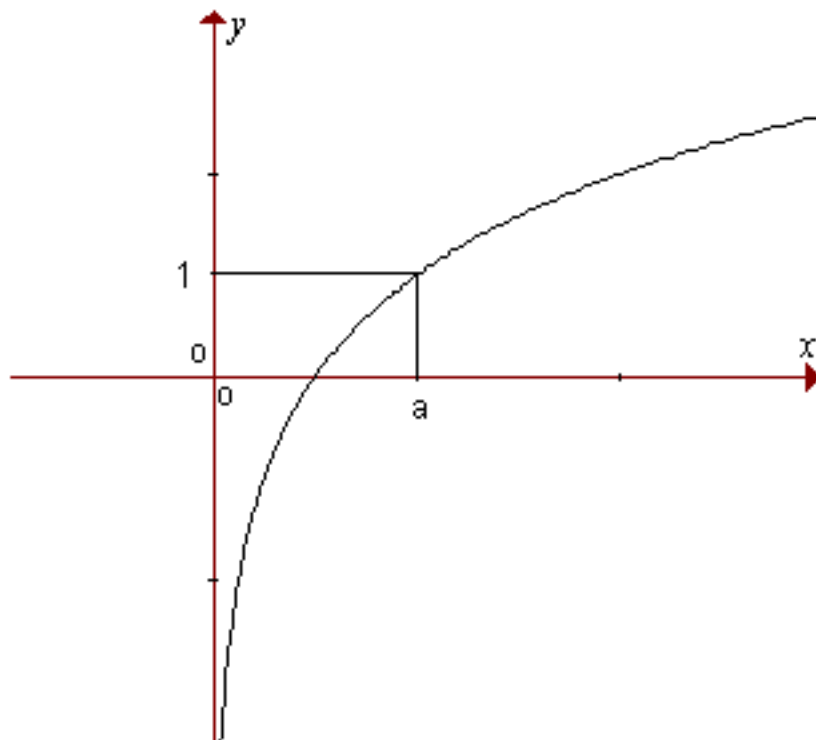
O ouvido humano não consegue perceber diretamente a intensidade de um som, mas somente a razão ou “saltos” na variação do mesmo.

Para sabermos se um som produzido é forte ou fraco, determina-se o Nível Sonoro. O nível sonoro relaciona a intensidade sonora de um som com a

intensidade sonora do som mais fraco que conseguimos ouvir. Para determinar o nível Sonoro utiliza-se um aparelho chamado Sonómetro.

O decibel (dB) é uma unidade de medida logarítmica utilizada para compararmos 2 valores e é a décima parte de 1 Bel, e é usada para quantificar o nível sonoro.

O dB não é uma unidade linear como o metro, ou o grama, mas uma escala de variação entre 2 valores. Por isso é uma das grandezas mais mal compreendidas.



Por exemplo, se um rádio está tocando uma música e gerando uma potência de saída de 0,5W e girarmos o botão de volume até que ele entregue uma potência de 1W, qual será o ganho em dB?

O ganho será:

$$\text{Ganho} = 10 \cdot \log (1/0,5) = 3\text{dB}.$$

Quando um sinal tem a sua intensidade diminuída costuma-se dizer que houve uma atenuação, como é o caso do enfraquecimento de um sinal quando este percorre um cabo muito extenso.

Vale também lembrar que no caso de potência, a cada 3dB a potência dobra de intensidade, e se diminuirmos 3dB atenuamos metade.

Podemos ter o dBu (intensidade da tensão de um sinal de áudio comparada a 0,775V de tensão), o dBm (potência de um sinal comparada a 1mW), o dB SPL (nível de pressão sonora), o dBIL (Nível de intensidade sonora), dBPLW (nível de potência sonora), etc.

Nível de Pressão Sonora (SPL – Sound Pressure Level)

$$\text{dB SPL} = 20 \cdot \log (P_{ef} / P_o)$$

P_{ef} = valor eficaz da pressão sonora

$P_o = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$

Nível de Intensidade Sonora (IL - Sound Intensity Level)

$\text{dB}_{IL} = 10 \cdot \text{Log} (I / I_o)$

I = intensidade acústica

$I_o = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Nível de Potência Sonora (PWL - Sound Power Level)

$\text{dB}_{PWL} = 10 \cdot \text{log} (W / W_o)$

W = potência acústica

$W_o = 10^{-12} \text{ W}$

Os valores de referência, P_o , I_o e W_o , correspondem aos limites (limiars ou umbrais) de percepção do ouvido humano. Note que o dB no umbral é zero.

É importante também salientar que qualquer som acima de 85 dB pode causar perda de audição, e a perda depende tanto da potência do som como do período de exposição. Uma boa maneira de saber que se está ouvindo um som de 85 dB, é quando você tem de elevar a voz para outra pessoa conseguir lhe ouvir. Se você se expuser a um som de 90 dB, por 8 horas, pode causar danos aos seus ouvidos; mas se a exposição for a um som de 140 dB, um segundo já é o bastante para causar danos (e chega a causar dor).

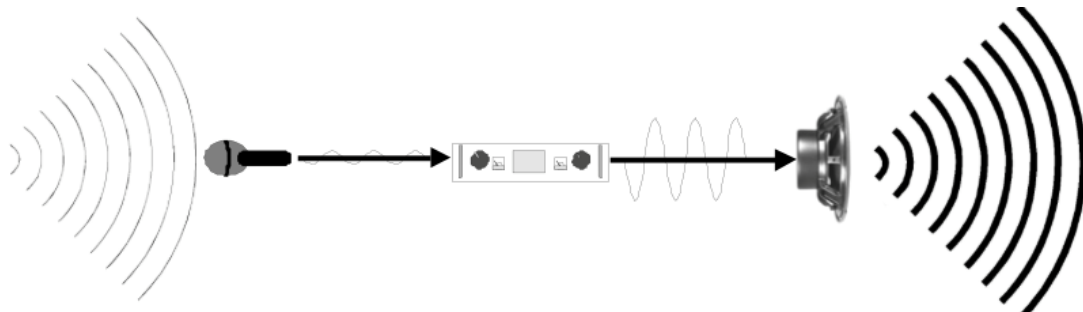
Exemplos de nível de pressão sonora

SPL	Som
190 dB	Armas pesadas (10 m atrás da arma)
180 dB	Arma de brinquedo (disparada perto do ouvido)
170 dB	Tapa no ouvido
160 dB	Golpe de martelo em chapa de aço ou tubo de latão (1 m de distância)
150 dB	Golpe de martelo em uma forja (5 m de distância)
130 dB	Explosão; bater de palmas forte (1 m de distância)
120 dB	Decolagem de avião (60 m de distância); apito ou assobio forte (1 m de distância)
	Limiar da dor, curta exposição pode gerar danos auditivos
110 dB	Boate cheia; sirene (10 m de distância); violino perto do ouvido do músico em um concerto
100 dB	Grito (1,5 m de distância); música alta em fones de ouvido
90 dB	Caminhão a diesel 80 km/h (15 m de distância); Risco de danos auditivos se escutado por 40 h/semana ou mais
80 dB	Tráfego de veículos pesados (7,5 m de distância) ou de uma via expressa (25 m de distância)
70 dB	Secador de cabelo (1 m de distância); ruído de uma rua principal (distância da calçada)
60 dB	Conversação normal (1 m de distância); cortador de grama barulhento (10 m de distância)
50 dB	Chilro de um pássaro (15 m de distância)

40 dB	Ruído de dia comum
	Ruído capaz de distrair no aprendizado e dificultar a concentração
30 dB	Ventilador silencioso em velocidade baixa (1 m de distância); tic-tac de relógio
20 dB	Interior de uma casa a noite; ruído da respiração (1 m de distância)
10 dB	Sussurro
0 dB	Limiar da audição

Equipamentos de Áudio

Em um sistema básico de som, o som passará ao menos por 3 etapas: captação, amplificação e reprodução. Entre a captação e a amplificação, podemos ainda ter uma outra etapa em sistemas mais sofisticados, que é o processamento de sinais.



Captação – O som é obtido através de um microfone ou captador e transformado em um sinal de baixíssima intensidade (em torno de 1mV). Nesta etapa temos os microfones e os captadores de instrumentos, por exemplo.

Processamento de sinais – Nesta etapa o sinal é pré-amplificado e podem ser aplicados diversos filtros de frequência e efeitos. Nesta etapa estão os pedais de efeitos de instrumentos, as mesas de som, equalizadores gráficos e paramétricos, compressores, gates, etc.

Amplificação – Destina-se a elevar a intensidade do sinal, que em sua entrada normalmente é de cerca de 250mV para cerca de 30V fornecendo potências que dependendo do amplificador podem alcançar 10W, 100W, 1000W ou ainda mais.

Reprodução – Os elementos que projetam o som (alto-falantes, caixas de som, cornetas, etc), recebem os sinais de alta intensidade do amplificador e transformam esta energia em ondas sonoras com intensidade muito maior que a captada.

Cabos

Os cabos de som tem a função de conduzir os sinais elétricos de um ponto a outro dentro de um sistema de som.

Embora este elemento seja muito importante, é o mais negligenciado pelos técnicos de som, pois são componentes frágeis e na maior parte das vezes os maiores problemas, como chiados, ruídos, barulhos, estalos, falhas, interferências, etc, estão localizados em um cabo ou conector defeituoso ou em mal estado.

O cuidado especial e atento a este componente, garantirá a integridade e a qualidade de todos os demais componentes do sistema de som.

Os sinais elétricos que os cabos conduzem, podem variar de alguns milivolts, como no caso de um microfone, até cerca de 30V como os que são gerados na saída dos amplificadores.

Características e aplicação dos cabos de áudio

Tipo de condutor

O fio de cobre no interior do cabo pode ser de um fio rígido ou de um conjunto de fios mais finos, chamado também de flexível.

Em áudio, os condutores utilizados serão sempre flexíveis, pois necessitam ser enrolados e desenrolados com frequência.

Número de condutores

Um sinal elétrico é formado por um sinal positivo e um negativo, muitas vezes são necessários 3 condutores, onde o último será uma malha.

Bitola

Existem cabos com condutores finos e mais grossos. A diferença está na capacidade de transportar corrente elétrica. Quanto mais grosso, mais corrente é capaz de suportar e por uma maior distância.

Impedância

Cada material condutor possui uma maior ou menor resistência a passagem de corrente elétrica, esta resistência varia em função do comprimento do cabo, da espessura do condutor, da frequência do sinal transportador, etc.

Esta oposição a passagem da corrente elétrica damos o nome de impedância.

Isolação

É a camada de matéria isolante que envolve o material condutor. Os fios utilizados em rede elétrica possuem níveis de exigência maiores quanto a isolação, exigindo a capacidade de suportar maiores temperaturas e tensões de ruptura.

Em áudio, como os sinais e potências normalmente são menores, nos dá a possibilidade de termos materiais mais flexíveis e resistentes a tração e torção.

Blindagem

Alguns sinais de áudio são tão fracos que qualquer tipo de ruído eletromagnético, que podem ser causados por motores elétricos, reatores de luz fluorescente, celulares, fornos de micro ondas, telefones sem fio, sinais de rádio, etc, podem causar interferências enormes. Para minimizar este tipo de problema foram desenvolvidos cabos de áudio cujos fios que transportam o sinal são

revestidos por uma malha metálica ou papel aluminizado, que tem por função aterrar estes ruídos.

Identificação

A norma ABNT exige que os cabos sejam identificados pelos seus fabricantes. As informações que devem ser impressas nos cabos são: a marca do fabricante, o uso recomendado do cabo, sua bitola e tensão de isolamento. Sempre compre cabos que sigam a norma ABNT e que tenham o selo do INMETRO.

Cabos mais utilizados em áudio

Cabo paralelo

É o mais barato de todos e não possui nenhum tipo de blindagem. São apenas 2 fios unidos um ao outro.

Este tipo de cabo deve ser utilizado somente em saídas de amplificadores, por exemplo para levarem o sinal de saída de um amplificador para uma caixa de som.

Em áudio, este cabo é popularmente conhecido por flamenguinho devido a sua cor preta e vermelha.

Este cabo não possui muita resistência a tração.



Cabo PP

O cabo PP é um cabo formado por dois condutores que são revestido por uma camada externa de material isolante e resistente a tração.

Este cabo é mais indicado para eventos externos, ou onde os cabos ficarão fora de conduítes.

Este cabo também não deve transportar sinais de áudio, mas deve ser usado somente em saídas de amplificadores para as caixas de som ou outros equipamentos com tensões de sinal mais elevadas.



Cabo coaxial

Este cabo é formado por um condutor central envolto por uma malha metálica que funciona como blindagem de ruídos. Como possui uma proteção contra ruídos, pode ser utilizado para entradas de sinais, como cabos de guitarras,

violões, microfones desbalanceados (veremos isso adiante), ligação da mesa de som ao amplificador, ligação da mesa de som a equalizadores, etc. Não é recomendado que tenham mais de 10mts.



Cabos balanceados (Coaxial duplo ou blindado estéreo)

É um cabo semelhante ao coaxial que descrevemos anteriormente, porem ao invés de um único conductor em seu centro, ele possui dois condutores envoltos pela malha, a qual serve apenas como aterramento e não mais retorno de sinal.

Esta característica proporciona melhor blindagem, o que torna também este cabo mais caro.

Este tipo de cabo é muito usado em microfones, os quais possuem níveis de sinal muito fracos e bastante sujeitos a interferencias eletromagnéticas. Com este cabo, podemos ainda utilizar o recurso de balanceamento de sinal, que será discutido adiante.

Este cabo é utilizado em sistemas de som profissionais, os quais exigem níveis de ruído quase nulos.



Multicabos

Existem situações, principalmente em eventos externos onde há a necessidade de se passar muitos cabos de um lugar para outro, como é o caso de uma mesa de som até um palco, por exemplo. Neste caso, é mais vantajoso passar um único cabo contendo muitas vias (fios) do que vários cabos. Este cabo com múltiplas vias é o chamado multicabo.

O multiabo pode conter 3, 6, 8, 12, 16, 20 e chegando até 60 vias. Cada via possui seu respectivo fio condutor positivo, negativo e malha.

É muito usado para montagem de medusas, que nada mais é que uma extensão utilizada em sistemas de áudio.



Cabo multivias



Medusa

Recomendações Importantes

Nunca utilize cabos finos para a saída dos amplificadores até as caixas, você poderá ter perdas de potencia que cheguem até 30%.

Nunca use cabos paralelos ou PP para a entrada de áudio (microfones, captadores, saída da mesa até os periféricos, etc.), eles não são imunes a ruído e estes equipamentos estarão trabalhando com sinais baixos que passarão pela etapa de amplificação que amplificará o sinal e o ruído captados pelos cabos inadequados.

Conectores

Para cada tipo de cabo que comentamos anteriormente, existe um tipo adequado de conector.

Existem diversas opções no mercado, procure evitar sempre os muito baratos, os de melhor qualidade chegam a custar até 5 vezes mais que os de pior qualidade, porém você se arrependerá desta escolha quando, por exemplo, a ponta de um pino P10 se soltar dentro de sua mesa de som, ou amplificador. Além disso, os conectores baratos podem apresentar mal contato, curto circuitos, enferrujarem, etc.

Conectores XLR ou Canon

Quando utilizamos o balanceamento de sinais, é necessário utilizar o cabo correto, no caso o cabo balanceado e seu respectivo conector, que neste caso é o XLR.

Equipamentos profissionais trabalharão, tanto na entrada, quanto na saída de áudio, com este tipo de conector.



Uma das vantagens deste conector é que ele possui trava, logo é possível conectar 2 cabos tornando-os mais longos.

Conectores P10 ou ¼"

Este conector é utilizado pela grande maioria dos instrumentos musicais e muitos microfones vem com este tipo de conector.

O conector P10 foi criado para ser prático e rápido para ser encaixado e desencaixado e este é o seu problema pois um puxão ou tropeção no cabo e o conector P10 na ponta se soltará.

Existem conectores P10 mono (TS - Tip, Sleeve) e estéreo (TRS - Tip, Ring, Sleeve). Este último serve para trabalhar com cabo balanceado.

Uma aplicação típica do conector P10 TRS é o conector de um fone de ouvido.

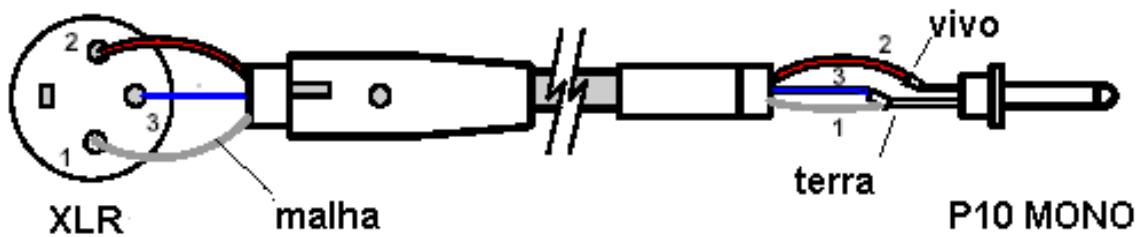
Em aplicações de áudio profissional, este conector é usado para transmitir o sinal de uma mesa de som para um processador de efeitos através de uma conexão de canal chamada INSERT, a qual é saída de som e entrada simultaneamente, pois envia o sinal e recebe por este conector.



Conector P10 Mono (1/4" TS) e P10 Estéreo (1/4" TRS)



Conector P10 fêmea



Conexão de um cabo balanceado a um conector mono. Isso deve sempre ser evitado, pois se ligarmos um microfone e acionarmos o botão power phantom, poderemos queimar a mesa, ou o microfone, ou ainda ambos. Infelizmente, muitos microfones vem com este cabo acompanhado.

Conectores combo

A fabricante Neutrik resolveu criar um conector combo, que aceita conexões XLR e P10 macho.



Conectores RCA

O plug RCA, desenvolvido pela empresa que leva o mesmo nome é comumente encontrado na saída de aparelhos de CD/DVD, videocassetes, televisores, Microsystems, tape-decks, etc.

É comum encontrar equipamentos de qualidade que aceitam este tipo de conexão. As mesas de som, normalmente tem conectores de saída para gravação neste formato.



Conectores Banana

Em amplificadores de alta potencia, utilizam-se cabos de grande bitola, os quais não cabem em um conector P10. Nestes casos, utilizam-se os conectores do tipo banana.

Alguns amplificadores vem em suas saídas bornes de pino banana que aceitam o encaixe de um fio, não recomendamos isso, pois se um fiozinho do feixe encostar na carcaça do aparelho, teremos um curto na saída do amplificador, queimando-o.



Conectores P2

O plug P2 possui o mesmo formato do plug P10, porém é menor. É muito utilizado em equipamentos portáteis, como diskmans, walkmans, rádios, celulares, MP3 players, etc.

Eles não são utilizados em som profissional, mas é sempre bom ter alguns cabos com este conector por perto.

Conector Speakon

É um conector utilizado na ligação de caixas de som porque permite a utilização de fios de grande bitola. São encontrados principalmente em equipamentos de áudio de grande qualidade. São conectores muito resistente e caros.



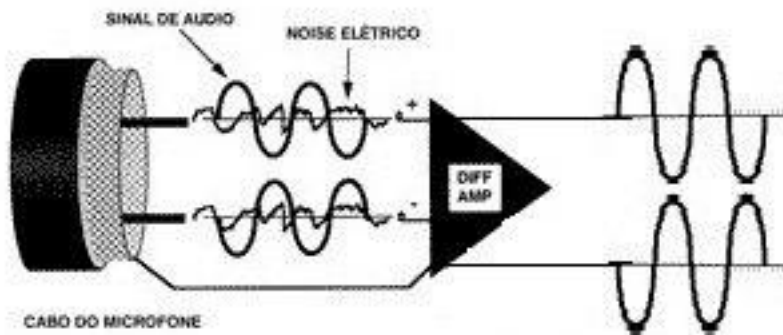
Microfones e captadores

Balanceamento de sinal

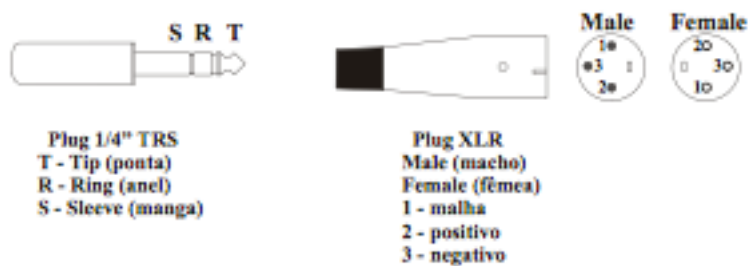
Antes de falarmos sobre o microfone e seus diversos tipos, convém falarmos um pouco a respeito do balanceamento de sinal, o qual tem a principal função de diminuir o nível de ruídos introduzidos durante o percurso de um sinal através de um cabo.

Esta técnica utiliza um cabo com 2 condutores e malha. Em um dos condutores de sinal é transmitido o sinal normal e no outro se transmite o sinal invertido (defasado em 180°) em relação ao anterior. Ao chegar no equipamento receptor, o sinal que foi defasado juntamente com o ruído adquirido ao longo do cabo é invertido novamente e somado ao sinal normal. Desta forma os sinais serão somados, e o ruído será anulado.

Estes sinais trafegam nos conectores 2 (sinal normal) e 3 (sinal invertido) de um conector XLR.



Para nos beneficiarmos deste recurso é necessário que os dispositivos de entrada (microfones, captadores, etc) sejam balanceados, o cabo seja de 2 vias mais malha com conectores XLR e o equipamento receptor também disponha desta tecnologia.



Os Microfones

Os microfones são dispositivos responsáveis por captar o som ambiente e transformá-lo em sinal elétrico. Eles podem ser para um uso específico, como por exemplo, voz, ou ainda para captar os sons de um instrumento musical acústico, respondendo exclusivamente para aquela faixa de frequência, ou de uso geral. Eles podem usar uma espuma interna ou externa, cujo nome é “Wind screen”, que é utilizada para diminuir o som de sopro sobre o microfone e o efeito de sibilância (efeito de sopro na letra “s” e os ruídos causados pela pronúncia das letras “p” e “b”).

Os captadores possuem a característica de obterem o sinal de um instrumento musical e transformá-lo em um sinal elétrico e podem ser passivos, se não receberem alimentação elétrica ou ativos se recebem alimentação elétrica.

Características

Resposta de frequência – Como dito anteriormente o ouvido humano na melhor das hipóteses só consegue captar sons de 20Hz a 20KHz.

Cada microfone possui uma faixa de frequência de captação que varia de aparelho a aparelho e de aplicação. Todo microfone de qualidade aceitável vem com um gráfico de frequência de resposta.

Existem microfones destinados a voz humana e existem microfones específicos para instrumentos acústicos, como violões, baterias, etc.

Abaixo seguem alguns exemplos:

- Microfone de mão Shure SM-58 – Resposta de Frequência de 50Hz a 15KHz. [L] [SEP]
- Microfone de lapela LeSon ML-70 – Resposta de 20Hz a 20KHz. [L] [SEP]
- Microfone de mão Le Son SM-58Plus – Resposta de 50Hz a 13KHz. [L] [SEP]
- Microfone gooseneck TSI MMF-102 – Resposta de 150 a 14,5KHz. [L] [SEP]
- Microfone CAD para bumbo de bateria – Resposta de 20 a 4KHz. [L] [SEP]
- Microfone CAD para pratos de bateria – Resposta de 2KHz até 20KHz. [L] [SEP]

Se os microfones CAD forem usados para voz, por sua frequência de captação limitada, terão um resultado horrível, pois eles não foram desenvolvidos para esta aplicação.

Não se deve comparar microfones de mão com um de lapela, por exemplo. Deve-se comparar microfones de mão com outros modelos de mão, lapela com outro de lapela e assim por diante.

É dever do operador de som conhecer os modelos de microfone que tem em mãos, pois alguns privilegiam mais as altas frequências, o que no caso seriam mais apropriados para vozes femininas por exemplo.

Gráfico de resposta ou Curva de resposta

Como dissemos anteriormente, os fabricantes disponibilizam os gráficos e/ou curvas de resposta de frequência de seus microfones juntamente com o produto.

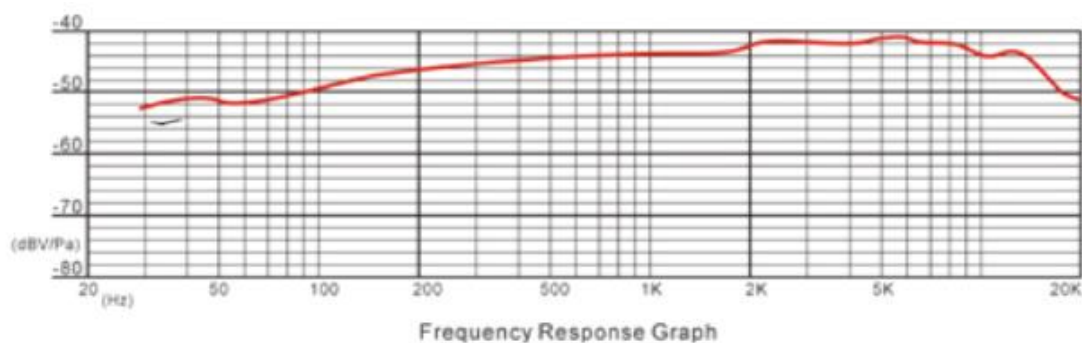


Gráfico de linearidade

Sensibilidade

A sensibilidade é o parâmetro que indica a quantidade mínima de pressão sonora que um microfone é capaz de captar. Quanto mais próximo de 0 dBv (decibéis volt - 0dBv não é zero absoluto, mas um nível de 0,775 Volts. Logo, podemos ter valores positivos e negativos na escala de decibéis, mostrando valores acima ou abaixo de 0,775 Volts. Por exemplo, +4dBv = 1,23V, e -10dBv = 0,32V) melhor será a capacidade de captação de um microfone, ou seja, ele terá um som mais alta e conseguirá captar sons mais longe que outros de

sensibilidade inferior. Exemplos:

- Microfone de mão Carol MUD-515 – Sensibilidade de -74dB [SEP]
- Microfone de mão Shure SM-58 – Sensibilidade de -56dB [SEP]
- Microfone de mão Le Son SM-58Plus – Sensibilidade de -54dB [SEP]
- Microfone de Lapela Le Son ML-70 – Sensibilidade de -38dB [SEP]
- Microfone gooseneck TSI MMF-102 – Sensibilidade de -34dB [SEP]

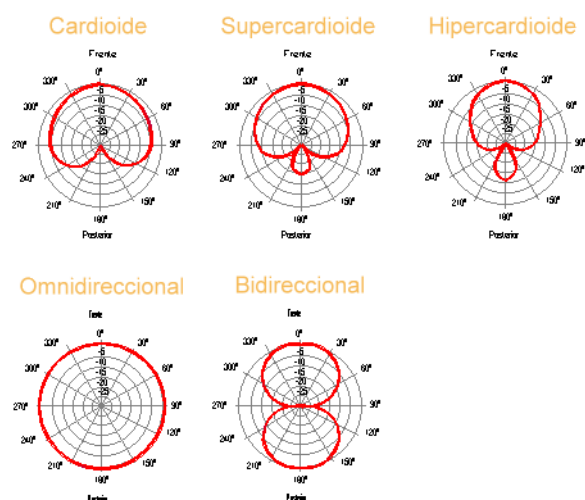
Os microfones que são usados bem próximos da fonte sonora (headsets, earsets, ou alguns microfones para instrumentos acústicos) podem ter baixa sensibilidade, por estarem próximos à fonte sonora. Outros, como os goosenecks e os de lapelas podem ser instalados mais longe, a vários centímetros da fonte sonora, e por isso precisarão terão maior sensibilidade para alcançar o resultado desejado.

Convém notar que entre os microfones de mão listados, o da marca Carol, a exemplo de muitos outros de baixo custo, tem sensibilidade muito baixa. Na prática forçará o operador de som a aumentar muito o volume, aumentando assim o risco de microfonia, ou então o usuário do microfone precisará “colar” a boca no mesmo para que a captação funcione a contento.

Microfones de sensibilidade baixa (-50 , -60 , em diante) são chamados de “duros”. Os microfones de alta sensibilidade (-40 , -30 , etc) são chamados de “macios”. profissional. Microfones com sensibilidade muito baixa, de -70 a -80dB , devem ser evitados, assim como microfones muito sensíveis, pois podem captar a respiração, por exemplo.

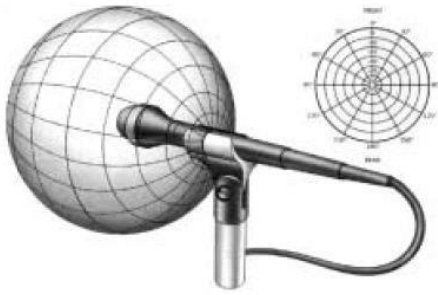
Diagrama polar

Este diagrama também vem com o microfone e é a forma de captação do som aos seu redor (ângulo de captação, eixo de captação). Por esta ótica, os microfones podem ser:



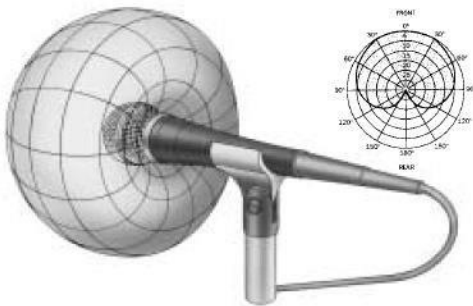
Omnidireccionalis ou panorâmicos

São microfones que captam o som em 360° a partir de seu eixo.



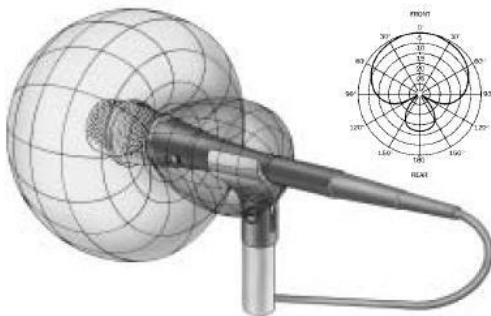
Cardioides

Captam o som em 180° a partir de seu eixo.



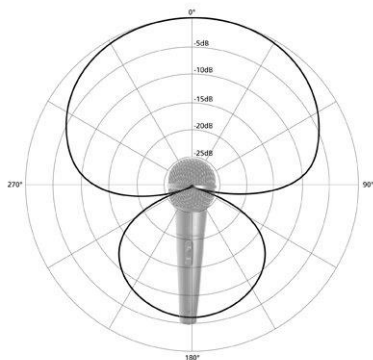
Super cardioides

Captam o som em ângulos específicos, por exemplo, 140° a partir de seu eixo.



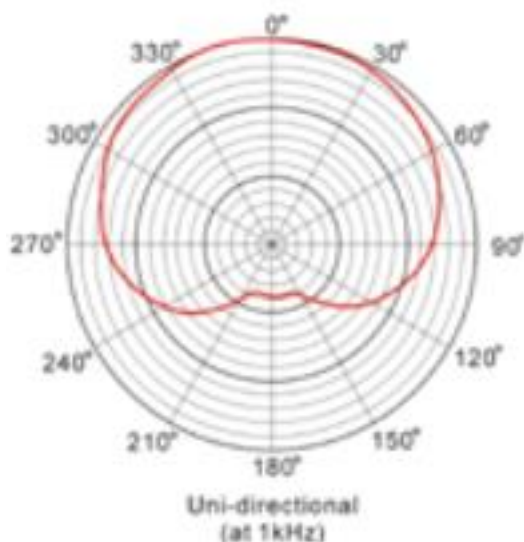
hiper cardioides

Captam o som em um ângulo ainda mais restrito que o super cardioide.



Esses ângulos são em 3D, ou seja, tanto na vertical quanto na horizontal. Alguns exemplos de microfones são:

- Microfone de mão Carol MUD-515 – cardióide ^[1]_[SEP]
- Microfone de mão Shure SM-58 – cardióide ^[1]_[SEP]
- Microfone de mão Le Son SM-58Plus – supercardióide ^[1]_[SEP]
- Microfone de Lapela Le Son ML-70 – omnidirecional ^[1]_[SEP]
- Microfone gooseneck TSI MMF-102 – cardióide ^[1]_[SEP]



Este é um parâmetro muito importante e que todo operador de áudio deve conhecer em seus equipamentos. Por exemplo: um microfone omnidirecional, pode ser excelente para a captação de um coral, pois captará todas as vozes como se fossem uma só, gerando um resultado muito agradável. Mas se os cantores pedirem retorno de voz, o omnidirecional deixa de útil, pois fatalmente microfonará.

Outro exemplo é se quisermos captar o som de um instrumento específico no meio de toda uma orquestra. Com certeza terá que ser um microfone supercardióide ou até hipercardióide, para evitar que o microfone capte também o som de outros instrumentos próximos.

Microfones super e hipercardióides exigem que as pessoas que os utilizam o façam na posição mais correta possível, com o microfone voltado diretamente para a fonte sonora. A variação de posição da fonte em relação ao microfone gera

perda de captação. Na prática, são microfones que limitam um pouco os movimentos dos usuários.

Note que, à medida que a captação de resposta fica mais restrita para frente (supercardióide, hipercardióide), começa a aparecer uma pequena área de captação atrás do microfone. Saber isso é importante para evitar microfônias. Microfones bidirecionais são raros em sonorização ao vivo, sendo mais comum em estúdios. Muitos microfones têm uma chave ou peça para variar o diagrama polar. Um bidirecional pode ter uma chave que o transforma em cardióide; um cardióide pode ser acoplado a uma peça que o transforma em hipercardióide. Saiba que, na prática, cada tipo de utilização exigirá um tipo de diagrama polar diferente. Muitos problemas de microfonia acontecem por causa dessa escolha errada!

Impedância

É a resistência elétrica que a cápsula do dispositivo oferece ao sinal. Em geral microfones profissionais possuem impedâncias de 300Ω a 600Ω chegando até a $1K\Omega$.

SPL máximo

SPL significa Sound Pressure Level, ou o nível de pressão sonora. Todo o microfone distorce o sinal quando o som da fonte sonora é muito alto. Existem microfones ótimos para palestras ou para captar o som de instrumentos baixos, mas pode distorcer o sinal quando alguém canta mais alto ou quando é usado em com um instrumento mais alto como um saxofone. Esta distorção ocorre no próprio microfone e não tem como ser corrigido, pois já começa na origem da captação.

Em geral, um microfone de boa qualidade terá o SPL de 120dB para cima.

Resumindo, sempre compre microfones que venham com uma boa documentação técnica e que especifique de forma clara os parâmetros acima, e principalmente, leia a documentação.

Principais problemas com microfones

Vazamento de captação

Este fenômeno ocorre quando um microfone capta o som de outro microfone ou instrumento. Por exemplo, quando microfonamos uma flauta e ao lado da flauta há um saxofone. O som do saxofone vaza para o microfone da flauta, o que causa problemas com a correta regulagem deste microfone.

Isto também pode ocorrer pelas caixas de retorno ou através de cubos de contrabaixo, pois o som destes instrumentos podem ser captados pelo microfone de algum outro instrumento.

Para resolver este tipo de problema, deve-se escolher microfones hipercardióides, por exemplo.

Microfonia

A microfonia acontece quando o microfone capta o seu próprio som vindo de uma caixa de retorno ou das caixas principais e é reamplificado e recaptado uma infinidade de vezes.

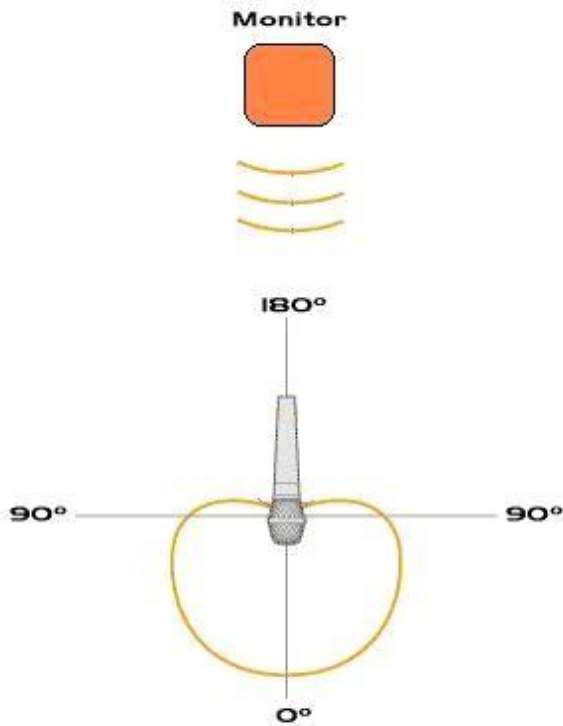
O som proveniente da microfonia é uma das coisas que mais irritam as pessoas. Quando a microfonia é muito forte, ela pode até mesmo danificar as caixas de som.

Ela deve ser evitada sempre.

Para evitar a microfonia, deve-se sempre escolher o melhor microfone para cada aplicação e verificar o correto posicionamento deste em relação às caixas de retornos ou caixas principais.

Microfones omnidirecionais, como os de lapela, são os mais propensos a este tipo de fenômeno, logo o cuidado deve ser redobrado.

Microfones cardioides já permitem o uso de caixas de retorno, mas elas devem estar exatamente atrás (180º) do microfone. Veja a figura:



Já microfones supercardioides e hipercardioides começam a apresentar pequena captação traseira, a 180º da cápsula. Para casos como estes, devemos colocar os retornos de lado, como na figura abaixo:



Muitos pregadores usam o microfone em posição totalmente errada, “na barriga”. Essa situação é péssima para o operador, pois microfones de baixa sensibilidade não conseguirão captar bem o som. Para resolver isso, é natural tentarmos aumentar o volume do microfone na mesa de som, mas toda vez que fazemos isso corremos um risco maior de microfônias. O uso de microfones com maior sensibilidade resolve essa situação, ao captar o som a uma boa distância. Além disso, quando utilizados da maneira correta (próximo à fonte sonora), o volume na mesa permanecerá bem baixo, diminuindo a chance de microfônias.

Violões acústicos com captadores internos (chamados de violões elétricos) também dão microfonia. O captador interno nada mais é que um microfone. A realimentação pode existir quando o músico senta-se próximo à caixa de som.

Por causa de microfônias e vazamentos, cada vez mais tem sido utilizadas soluções de retorno por fones de ouvido, que praticamente eliminam a chance de ocorrer microfônias por esse motivo.

Efeito de proximidade

Os sons graves, situados entre 20Hz e 250Hz, possuem a característica de se espalharem por todo um ambiente, são omnidirecionais. Os sons agudos (acima de 5KHz) são bastante direcionais, e não se espalham pelo ambiente, porém seguem uma trajetória definida até serem absorvidos.

Quando posicionamos de forma errada um microfone em relação à fonte sonora, o efeito imediato é a perda dos sons agudos. Isso é facilmente corrigido com o reposicionamento do microfone. Quando na posição ideal, o microfone conseguirá captar agudos mesmo a uma boa distância.

Em relação aos sons graves, quanto mais se afasta o microfone da fonte sonora, mais os sons graves se espalham pelo ambiente, e menos graves ele conseguirá captar. Já quando colocamos o microfone próximo à fonte, os sons graves ainda não se espalharão, porém serão melhor captados.

Esse efeito é conhecido como efeito da proximidade, e ocorre com todos os microfones. Quanto mais direcional for o microfone, menos graves ele captará à distância. Os mics panorâmicos são os que menos sofrem, e os hipercardióides os que mais sofrem desse efeito. Da mesma forma, microfones macios (muito

sensíveis) sofrem menos com o efeito de proximidade que os microfones duros (pouco sensíveis).

Para evitar a perda da captação de graves, a solução é utilizar o microfone o mais próximo possível da fonte sonora. Mas é importante notar que a solução não é "colar" o microfone à boca. A maioria dos microfones tem uma distância ideal para a captação dos graves. Quando a distância é menor que a ideal, os graves ficam muito fortes, chegando a distorcer. Quando a distância for maior que o ideal, os graves diminuem e o som fica sem "peso".

A distância mais adequada depende de modelo para modelo, sendo específica para cada tipo. Em geral, microfones dinâmicos de mão tem a distância ideal por volta de 5 centímetros. Faça seus próprios testes e veja qual a melhor posição de funcionamento!

Esse efeito de proximidade pode causar problemas para os operadores de som. Muitas igrejas usam microfones dinâmicos de mão cardióides ou supercardioides para os seus cantores. O ideal é utilizar um microfone por pessoa, mas isso é difícil em muitos casos, pois em geral falta mics e canais na mesa de som, e sobra gente. Já vi casos em que um microfone de mão era utilizado por duas, até três pessoas. Nesses casos, é natural afastar o microfone das pessoas, de forma a "captar" melhor todas as vozes. Só que, ao distanciar o microfone dos cantores, perdemos os graves típicos das vozes masculinas.

Alguns cantores sabem "trabalhar" o microfone tirando proveito do efeito da proximidade. Quando cantam trechos suaves, aproximam o microfone da boca para dar mais volume e "peso". Nos trechos fortes, afastam o microfone da boca, reduzindo o volume e o "peso".

Sibilância e efeito PB

Existem pessoas que pronunciam o som do S em demasia, gerando uma sibilância incômoda. São pessoas que parecem falar assobiando, sibilando.

Outras pessoas, em geral homens, quando encostam o microfone muito perto da boca, as letras P e B são faladas de forma muito grave, atrapalhando o entendimento. Este é o efeito PB.

Para resolver, pode-se tentar regular na mesa de som, retirando-se os excessos de agudos (sibilância) ou de graves (PB).

Uma outra solução é usar uma capa de espuma que protege o microfone. Essa capa é chamada de WindScreen, e resolve, além dos problemas já citados, também a ocorrência de vento, quando ao ar livre.

Note que todos os microfones de mão e alguns outros têm uma espuma interna ao seu globo, exatamente para minimizar esses problemas. Entretanto, quando essa espuminha interna não dá conta, muitas vezes a solução é utilizar um windscreen, que pode ser comprada no mercado.

Tipos de cápsulas de microfones

Dinâmicos

Os microfones dinâmicos são microfones de uso geral e não requerem nenhum tipo de alimentação (passivos) e os de melhor qualidade bloqueiam o sinal de "phantom power" (sinal de +48V que a mesa de som envia ao dispositivo).

Eles funcionam como se fossem altofalantes invertidos. Eles captam o som através de uma membrana que vibra e esta movimentada uma bobina ao longo de um ímã. Este processo gera um sinal elétrico muito próximo ao som captado. É um microfone robusto e resistente a impactos, tendo baixa eficiência de captação, funciona melhor bem próximo a fonte sonora. Suporta também altos níveis de SPL sem distorcer.

Sua cápsula é grande quando comparamos aos microfones condensadores e um custo mais baixo.

Condensadores, capacitivos ou eletreto

Utilizam pilhas, baterias, ou podem receber o sinal de alimentação da mesa de som através do recurso de “phantom power”, são chamados de ativos por requererem alimentação. Obrigatoriamente devem usar cabos e conectores do tipo balanceados, sob o risco de queima do microfone ou choque ao usuário. Seu tamanho é bem pequeno, o que os tornam ótimos para microfones de lapela e do tipo gooseneck.

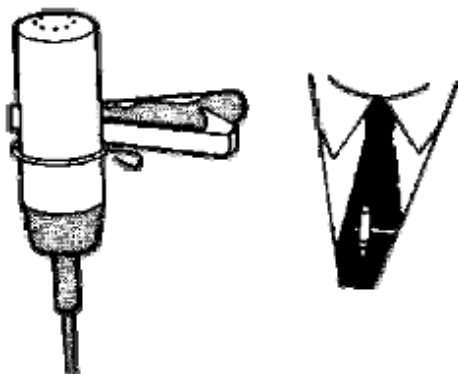
Seu ponto fraco é sua baixa resistência a impactos e umidade e seu custo bastante elevado.

Tipos físicos de microfone

Lapela

É um microfone comum de ser encontrado. No mercado nacional destaca-se o LeSon ML-70, que é um microfone com cápsula condensador e é alimentado por uma pilha pequena. É omnidirecional e tem alta sensibilidade (-36dB). Seu custo é de cerca de R\$50,00.

Sua função é permitir maior liberdade ao orador e uma melhor visão do público para ele.



Gooseneck

A tradução vem de goose=ganso e neck=pescoço ou seja pescoço de ganso, devido a sua haste comprida e flexível. Possui uma pequena cápsula de condensador em sua ponta. É específico para ficar sobre uma superfície plana, como mesas, púlpitos, etc.

Sua captação normalmente é cardioide e sua sensibilidade deve ser maior que 42dB. São alimentados por pilhas ou por phantom power. É bastante robusto, porém limita um pouco os movimentos do orador.



Microfones de mão

É sem dúvida o tipo mais comum de microfone. É formado por um cone de metal e em uma das suas extremidades fica o conector XLR e na outra fica um globo de tela metálica que protege a cápsula. Este formato lembra um sorvete, logo, algumas pessoas se referem a ele como sorvetão.

Possui uma vasta gama de variedades e modelos. Vão de algumas dezenas de reais a mais R\$1000,00.

As marcas mais tradicionais são Carol, JWL, Aistar e o famosíssimo Shure.

A grande maioria deles são constituídos de cápsulas dinâmicas grandes, porém alguns modelos mais caros, são feitos de cápsulas condensadoras.

Estes microfones são normalmente cardioides ou supercardioides.

Como já vimos, a sensibilidade de uma cápsula dinâmica é muito menor que de uma cápsula condensadora, que pode variar de -50dB (as melhores) a -80dB (as de pior qualidade). Como é característico das cápsulas dinâmicas, elas possuem vasta resposta de frequência, tornando este tipo de microfone ideal para quase todos os tipos de aplicações, indo de vozes até instrumentos musicais.

Este tipo de microfone é que mais sofre com o efeito de proximidade.

A fonte sonora deve ser posicionada de frente à parte superior do globo.

É o mais robusto de todos os modelos, além de permitir o uso de caixas de retono, devido a sua característica cardioide.



Microfones Headset

Microfones headset (head=cabeça) são microfones que são apoiados na cabeça do usuário.

Possuem cápsula condensadora, logo precisam de alimentação para funcionarem. O LeSon HD-75 é um exemplo deste tipo de microfone e seu custo é de cerca de R\$170,00, alguns fabricantes disponibilizam modelos sem fio que podem chegar até a R\$2000,00.

Estes microfones possuem baixa sensibilidade, pois estão próximos da fonte sonora. Sua sensibilidade é próxima de -46dB, sendo um intermediário entre os de lapela e os gooseneck.

Como sua posição é fixa e constante, além de ser cardioide, pode ser utilizado com retorno. Sua vantagem é permitir o total movimento do orador, cantor ou músico que também toca o instrumento.

É um excelente microfone, mas as pessoas não gostam dele pelo fato de ter que encaixá-lo e regulá-lo, o que toma tempo.



Microfones earset

Os microfones earset (ear = orelha) são uma evolução do headset. Os earset são extremamente pequenos comparados aos headsets. São do tipo condensador e requerem muito pouca energia para funcionarem.

Embora seja um modelo muito discreto, ele é caríssimo e só existem modelos sem fio deste tipo de microfone. O preço de um microfone deste tipo pode alcançar R\$5000,00.

São omnidirecionais de baixa sensibilidade, pois a fonte sonora está próxima.

Fornece ao usuário total liberdade de movimento, logo é o preferido por apresentadores de televisão e pregadores, além de oferecerem baixa distorção e alta qualidade sonora.
Sua desvantagem é o fato de ser extremamente frágil.



Microfones para coral

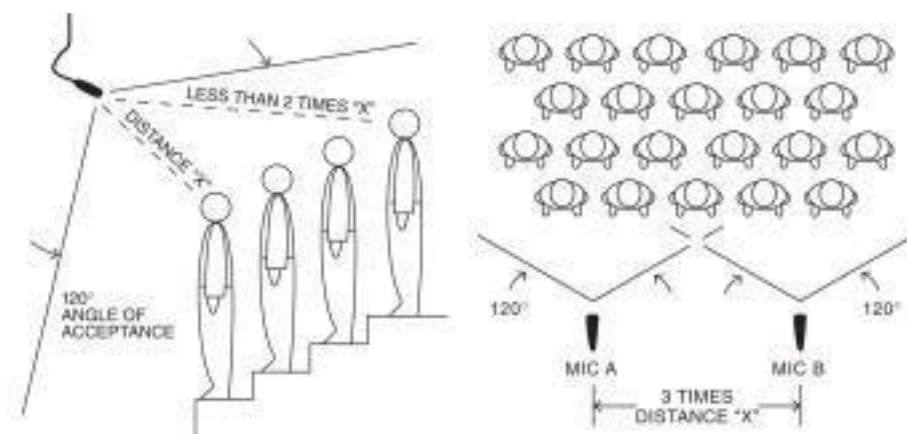
Os microfones para coral são muito pequenos, os quais lembram os de lapela, porém sem o suporte para prendê-los a roupa.

São exemplos desta categoria o AKG CK31, AKG CK32, o Shure EZO e o de Lapela LeSon ML-70. São em geral muito sensíveis e permite a captação de diversas fontes sonoras simultaneamente, por isso são indicados para corais e orquestras, neste último caso, nos instrumentos acústicos.

Os modelos da AKG CK31 e o CK32 são idênticos exceto pelo fato de que o CK31 é cardioide enquanto o CK32 é omnidirecional. Os dois modelos são de cápsula de condensador e precisam de phantom power. Sua sensibilidade é de cerca de -34dB e são bastante caros, custando cerca de R\$850,00.

O Shure EZO é cardioide e de condensador também, possui sensibilidade de -45dB e custa em torno de R\$600,00.

Como os modelos citados anteriormente são muito caros, é comum as pessoas utilizarem o de lapela da LeSon como um microfone de coral devido a sua alta sensibilidade de -38dB omnidirecional, além de não precisar de phantom power, pois utiliza 1 pilha AA. Embora não seja o ideal, é uma solução que funciona bem.



O CK32 (omnidirecional) pode captar o som de um fonte sonora em um raio de até 7m de distância. O CK31, pode captar o som a esta mesma distância, porém em forma de meia lua, devido a sua característica cardioide.

O de lapela cobre um distância um pouco menor, mas ainda assim, possui uma boa captação. O modelo EZO da Shure é o que tem a menor sensibilidade, necessitando uma menor quantidade deles.

Como são microfones que captam várias vozes ao mesmo tempo, uma vantagem interessante é poder utilizar uma pequena quantidade de microfones e mesa de som pequena. A economia em quantidade de microfones, cabos e mesa pode até ser maior que o custo desses microfones.

São microfones específicos (exceto o lapela) para a captação de corais, de um grupo de vozes ou de uma orquestra. Essa captação é principalmente utilizada para gravação dessas vozes. Captam-se as vozes ou instrumentos, a interação entre eles e até mesmo a ambiência do local.

Essa interação entre as vozes é muito importante, é ela que mostra as vozes trabalhando como uma só. É totalmente diferente de se fazer uma captação individual, voz por voz, e depois mixar tudo. O resultado por vezes é bem mais agradável, sem contar que para o operador de áudio é muito mais fácil trabalhar com dois microfones de coral que 16 microfones de mão, por exemplo.

Sua desvantagem é justamente uma de suas vantagens, pois é pequeno e fácil de se carregar o que o torna fácil de ser perdido, esquecido e roubado.

A alta sensibilidade deste tipo de microfone ajuda na captação de um grupo, porém complica bastante o trabalho do operador de áudio, pois acontecem muitos problemas com vazamentos e microfonia. Outro fator trabalhoso é a posição física da fonte sonora, o coral deve estar fisicamente longe dos músicos, para evitar ao máximo os vazamentos, e o uso de caixas de som de retorno é bastante limitado (somente se o microfone for cardióide, e a caixa deve estar exatamente atrás) ou até não recomendado (se os microfones forem omnidirecionais).

Neste tipo de microfone não se deve esperar um volume do coral tão alto quanto o volume que se conseguiria com microfones dinâmicos de mão. São microfones para "reforço sonoro", ou seja, quando você precisa apenas dar uma "ajuda" de volume no grupo.

A sensibilidade altíssima também é algo difícil de ser trabalhado, pois qualquer barulho dentro da área de sensibilidade será captado, inclusive sons sutis, como o folhear de um hinário, o zíper de uma Bíblia, a marcação com o pé de um ritmo, o andar de alguém, uma conversa, etc.

Solução? Muito treino e ensaio, muita explicação para os usuários do que pode fazer e não fazer. O ideal é colocar as pessoas que cantam com menos volume de voz mais próximas do microfone, e as que cantam com volume mais forte devem estar mais afastadas, para se promover uma captação mais homogênea. O ideal seria colocar todos os cantores em formação de meia-lua ao redor do microfone. O mesmo se aplica na captação de instrumentos.

Como são microfones para serem usados em pedestais, o grupo precisa cantar todos os hinos na posição em que o microfone foi regulado. O grupo não pode

trocar de posição (em pé/sentado), porque muda tudo e não dá para reajustar o microfone.

Além disso, só podem ser utilizados em locais de acústica ótima. Com acústica ruim, o microfone capta o som direto e as reflexões (reverberações), e microfona muito fácil. O cardióide sofre menos, mas a alta sensibilidade ainda assim torna o risco muito grande.

Esse tipo de microfone é comum em estúdios, onde temos ambientes acusticamente controlados e tempo, muito tempo para encontrar o melhor posicionamento. Em igrejas e nos Anfiteatros, até é possível arriscar um microfone desses, desde que com boa acústica e condições de se testar várias posições para os cantores e músicos.

Microfones Over

Os microfones over (over=por cima) ou pencil microfones, são utilizados para captar o som de pratos de baterias. São do tipo de eletreto e em geral cardioides, necessitando de phantom power.

Alguns modelos desta categoria são:

- Le Son MP-68PH, sensibilidade -48dB. Também funciona com pilha AA. Preço: aproximadamente R\$ 250,00
- TSI C-3, sensibilidade -45dB. Também funciona com pilha AA. Preço por volta de R\$ 300,00 (mais caro que o Le-Son, mas vem com case de proteção em alumínio).
- Samson C02, sensibilidade -40dB. Preço aproximado de R\$ 450,00 o par.
- Behringer C2, sensibilidade -41dB. Preço do par R\$ 350,00, aproximadamente.

Eles são usados em pedestais, em posição mais elevada, e permitem uma captação muito efetiva da interação entre as diversas peças da bateria. Nada impede que sejam utilizados para outros fins. Na verdade, são um tipo de microfone para coral e os próprios fabricantes os designam assim (mas os vendem também junto aos kits para bateria). Os microfones têm características parecidas com os microfones para corais. Eles também servem para captação de muitas vozes ou instrumentos ao mesmo tempo, dada sua alta sensibilidade. E apresentam, dentre suas inúmeras vantagens, um preço bem mais acessível.

Microfones de estúdio

Este tipo de microfone não é muito comum de ser encontrado em eventos ao vivo, como cultos e outros eventos, porém às vezes alguém investe em um equipamento deste tipo.

Este microfone é especialmente desenvolvido para gravações, neste caso ele possui algumas características que citaremos abaixo:

- Qualidade sonora agradável;
- Chave de atenuação e filtros de graves selecionáveis no próprio microfone;
- Cápsula condensadora que precisa de phantom power;
- Preço bastante elevado;
- Sensível a variações de humidade;

- Constituição bastante delicada.

É um microfone muito delicado, uma queda pode fazê-lo ir para o lixo. Como é desenhado para estúdios de gravação, onde somente pessoal especializado lidará com ele, o ambiente é controlado com ar condicionado e desumificadores, etc., então isso não representa um problema.

O problema começa quando se vai comprar um microfone e se pede um de melhor qualidade, os vendedores apresentam este tipo, após um teste, ele se sairá muito melhor que os outros, porém no primeiro esbarrão mais forte ou queda, perde-se o microfone.

Um bom exemplo é o Behringer B-1 e seu custo é de aproximadamente R\$500,00.



Microfones específicos

Tendo-se em vista a grande quantidade de instrumentos musicais, com características distintas, existem microfones específicos para cada tipo de instrumento, como o caso do kit de microfones para bateria acústica.



No caso dos microfones acima, da TSI, temos o maior, que é o do bumbo, pois deve ter um diafragma grande na cápsula para captar melhor os graves. O de tamanho médio a frente dele se encontra o da caixa, os outros 3 que são iguais, são os dos tons e os 2 do tipo overs ou caneta, são dos pratos.

Embora os microfones específicos tragam um resultado sonoro melhor, muitas vezes encontramos microfones de uso geral cumprindo estes papéis com resultados razoáveis também, principalmente pelo custo inferior e se poder ter microfones de uso geral que seriam alocáveis para outros fins.

Microfones sem fio

É um microfone comum (pode ser dinâmico ou condensador), integrado a um sistema de transmissão e recepção de radiofrequência.

Existem microfones sem fio de mão, lapela, earset, headset, etc.

A principal vantagem deste equipamento é a total mobilidade que ele garante ao usuário.



Frequência de operação

Existem os sistemas que operam nas faixas FM (88MHz a 108MHz), os quais não são adequados para sonorização profissional, pois você não vai querer o usuário competindo com a interferência de transmissão de uma rádio pirata FM operando na mesma frequência do microfone, por exemplo.

Há também os VHF (30MHz a 300MHz) que embora a faixa da FM esteja dentro desta categoria, os microfones VHF utilizam frequências acima de 150MHz, sua vantagem é que são mais baratos, consomem menos bateria nos transmissores e possuem alcance maior. Sua desvantagem é a alta taxa de ruídos e interferências, pois opera em uma faixa muito saturada.

E por fim, existem os UHF (300MHz a 3GHz), com a diferença de custos caindo em relação aos VHF, prefira estes, em sistemas pequenos, pois quanto maior a frequência de transmissão, menor será a possibilidade de interferências no sinal. Sua desvantagem é o consumo maior de bateria no transmissor, menor alcance e custo mais elevado, comparando-se aos VHF.

Independente de ser VHF ou UHF, prefira os que operam com frequências variáveis ao invés dos fixos, pois se houver alguma interferência, você poderá trocar a frequência de operação, porém são equipamentos mais caros.

Funcionamento

O funcionamento é simples, a cápsula do microfone capta o sinal e este é transmitido na faixa de frequência do Microfone. O receptor recebe o sinal e o

disponibiliza em sua saída que poder ser XLR ou P10. Existem equipamentos que entregam o sinal no nível de sinal de microfone (77mV), outros em nível de linha (250mV). Leia a documentação do equipamento e faça a ligação na mesa de som na entrada correspondente.

Existem alguns aparelhos que trabalham com apenas uma antena e outros que trabalham com duas antenas monitorando a que tem melhor recepção e operando através desta última. Esta característica é chamada True Diversity ou simplesmente Diversity, aparelhos com esta tecnologia possuem melhor alcance e recepção, mas custam mais.

Os equipamentos normalmente são projetados para alcances que podem chegar a 100m em campo aberto e significativamente menor em ambientes fechados, além disso, quanto mais fraca estiver a bateria do transmissor (sistemas antigos usam baterias de 9V e duram 5 a 6 horas, sistemas mais novos e mais caros usam pilhas AA, que são mais baratas e que duram entre 8 a 10 horas), menor ainda será o alcance e maior serão as interferências e ruídos.

Líquidos são um grande problema para transmissões de RF, pois além de bloquearem as ondas, estes também as reflete embaralhando o sinal e prejudicando enormemente a recepção ou até mesmo interrompendo-a.

Não devemos nos esquecer também que o corpo humano é formado de cerca de 65% de água, e isso exerce um grande influência em sistemas sem fio. Muitas vezes pode-se testar um sistema com uma igreja ou auditório vazios e tudo funcionará maravilhosamente bem, porém quando estes espaços se enchem de pessoas o sistema para de funcionar.

Podem acontecer coisas estranhas como por exemplo, quando as pessoas estão sentadas o sistema funciona, quando ficam de pé o sistema para.

Dicas para equipamentos sem fio

- Manter a base do microfone o mais perto possível do transmissor, ^[1]_[SEP]
- Colocar a base em uma posição alta, mais alta que as pessoas quando em pé,
- A base deve estar longe de qualquer parede, a pelo menos um metro de distância. ^[1]_[SEP] Paredes também refletem o sinal (e os embaralham), atrapalhando a recepção,
- A maioria das bases de microfone sem fio tem indicadores de sinal, inclusive com leds indicadores de pico. Não deixe chegar nos picos (saturações, distorções),
- Em receptores com apenas uma antena para cada microfone, esta deve estar na posição vertical. Receptores com duas antenas para um microfone (TRUE DIVERSITY) devem estar com as antenas anguladas em 45° para lados opostos. Isso facilita a recepção.
- A antena nunca deve encostar em nada - nem parede, nem vidro, nem metal, muito menos na antena de um outro microfone sem fio. Tudo isso atrapalha a recepção.
- Ao comprar e usar sistemas de microfone sem fio verifique as frequências de operação, para que não sejam iguais

- os microfones sem fio do tipo handheld (de mão) devem ser segurados pelo meio, e não pela parte inferior, onde fica a bateria, pois normalmente é ali que fica a antena, caso contrário a mão do usuário será uma barreira que atrapalhará a transmissão. Microfones sem fio de melhor qualidade têm uma antena externa, fora do corpo, exatamente para evitar esse tipo de problema, porém cuidado com a antena, que é frágil.
- Se durante um evento, o microfone sem fio começar a chiar ou falhar, tente variar a posição da antena até encontrar onde ela funciona melhor.
- Sempre tenha um microfone com fio, de reserva, com cabo longo o suficiente para chegar até onde estiver o microfone sem fio. Pode salvar um culto.

Caixas amplificadas

A caixa amplificadora é a forma mais simples de sonorização de um ambiente, pois engloba em um único equipamento uma mini mesa de som com entrada em linha e outra para microfone, um amplificador e a caixa de som.

O modelo CA316 da Lennox ainda conta com microfone sem fio VHF, equalização de 5 faixas, rádio FM, 1 entrada RCA, 1 P10 linha e 1 P10 microfone, porta USB e SD para tocar MP3 controlados por controle remoto, além da alimentação por bateria.



Este tipo de equipamento é um dos mais vendidos no Brasil, devido a sua simplicidade e portabilidade, mas não espere uma qualidade de som excepcional, pois a equalização é única para todas as entradas, outro ponto é a utilização de tweeter do tipo piezoelétrico, de custo e qualidade baixos.

As caixas amplificadas deram origem aos cabeçotes e cubos.

Cabeçotes

Muitos usuários gostam da simplicidade e mobilidade da caixa amplificadora, porém sentem falta de caixas de som melhores. A fim de atender este tipo de necessidade, os fabricantes lançaram caixas amplificadas, porém sem a caixa de som. Este tipo de equipamento recebeu o nome de cabeçote.

Alguns fabricantes aproveitaram o espaço adicional e evoluíram a qualidade de seus equipamentos adicionando, por exemplo, equalização individual por entrada.



Cubos

Os cubos são caixas amplificadas que ao invés de terem várias entradas, possuem entrada para um único instrumento musical. Existem cubos especializados para guitarras/violão, baixos, teclados. Só não existem cubos para microfones.

Seu nome vem de seu formato em cubo.

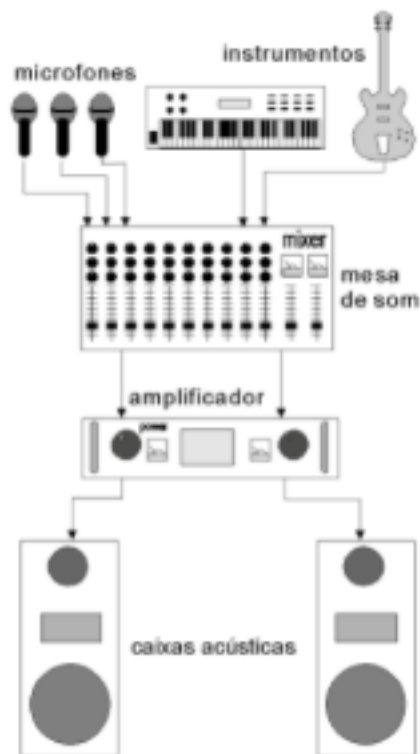


O instrumento que é mais beneficiado com a utilização de cubo é o baixo. Por várias características do seu tipo de som (grave), o uso de um cubo ajuda tanto o instrumentista quanto o operador, ao tirar da sua responsabilidade o instrumento mais difícil de ser bem regulado. Se você tiver um baixista que vive reclamando que não se ouve ou que o som não está bom, ou ainda uma igreja inteira que reclama que o contrabaixo está alto, indique a compra de um cubo. Uma das vantagens do uso de cubo de contrabaixo é que nem será necessário ligar o baixo na mesa de som. Sons graves têm a característica de se espalharem por todo o ambiente.

Mesas de som analógicas

A mesa de som é a peça mais importante em um sistema de som, é o centro de comando.

É utilizada para ligarmos e misturarmos os sinais de vários dispositivos (microfones, instrumentos musicais, dispositivos de playback, teclados, etc) simultaneamente, e enviá-los ao amplificador. Esta é a função do mixer (do inglês, misturador), ou em bom português, a mesa de som.



Além de misturar o som de suas diversas entradas (canais), a mesa de som é responsável por:

- Pré-amplificar o sinal que chega a mesa;
- Ajustar a equalização (graves, médios e agudos) deste sinal;
- Acertar a intensidade sonora de cada instrumento;
- Agrupar os sinais por tipo, ou outra característica que o operador desejar;
- Enviar o sinal misturado e trabalhado para o próximo componente do sistema, que pode ser um amplificador, compressor, equalizador, etc.

Em nosso material, vamos estudar a mesa de som da Ciclotron, uma fabricante nacional, e sua mesa modelo AMBW 12 ESD, considerada profissional. A maior parte dos recursos presentes em mesas mais sofisticadas, estarão presentes neste modelo. Haverão alguns recursos interessantes que existirão em mesas de maior porte, neste caso, nós comentaremos sobre tal recurso.



Não importa se uma mesa tem 4 ou 60 canais, quando você compreende um canal, você conhecerá os demais também. Então, nos focaremos no estudo de um dos canais desta mesa. O que vimos aqui, se aplicará para os demais canais. Convém comentar que os botões de ajuste podem ser chamados de knobs. Eles são um componente eletrônico chamado potenciômetro, que nada mais é que um resistor variável em função do curso de uma alavanca. Podem ser deslizantes, como o controle dos faders de volume, ou ainda rotativos, no caso do controle de ganho ou dos graves, médios e agudos, por exemplo.

Controle dos canais de uma mesa de som



MIC IN- Conector XLR – Este conector é para ligarmos microfones (sinal de + ou – 77mV). Esta entrada aceita tanto microfones balanceados como não balanceados, neste caso, a mesa percebe o tipo de cabo e se adapta a ele.

NUNCA LIGUE QUALQUER OUTRO EQUIPAMENTO, EXCETO MICROFONES NESTA ENTRADA, SOB O RISCO DE QUEIMAR O CANAL.

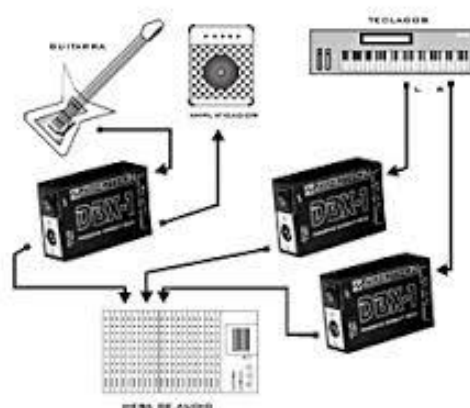
Os 4 primeiros canais desta linha de mesas não possui phantom power. O Phantom Power só está disponível para o grupo de canais de 5 a 10 simultaneamente. Falaremos sobre isso mais adiante.

Faremos um adendo aqui. Quando é necessário conectar algum instrumento em uma entrada MIC de uma mesa de som, é necessário utilizar um equipamento chamado Direct Box, este aparelho atenua o sinal em 20dB fazendo o sinal chegar a cerca de 77mV, que é o nível de sinal de microfone.

Alguns Direct Box também fazem a conversão de um sinal não balanceado para balanceado depois deles, entrando P10 TS neles e saindo XLR balanceado para a mesa.



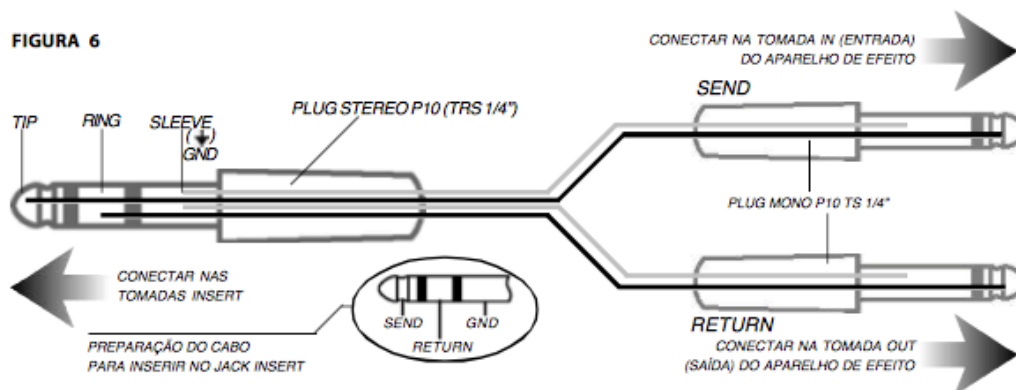
Direct Box



Ligação dos instrumentos ao Direct Box e dele a mesa

LINE IN - Conector P10 TRS – Esta é uma entrada com conector P10 de linha (sinais de + ou – 250mV). Serve para ligarmos equipamentos om alto nível de sinal, como um teclado, por exemplo. Também é balanceada, para isso deve-se usar conectores P10TRS e cabos balanceados. Caso se use um cabo não balanceado ou conector P10TS, a mesa tratará o sinal como não balanceado.

INSERT IN/OUT - Conector P10 TRS – O INSERT é entrada e saída de sinal simultaneamente, através de um conector P10 TRS, quando queremos enviar o sinal desta entrada para um equipamento de efeitos, compressor ou um equalizador e recebe-lo de volta para a mesa, por exemplo. O sinal é retirado após o pré-amplificador da mesa e quando retorna passar pelos outros elementos do canal, inclusive o controle de graves, médios e agudos.



Cabo Insert

LED CLIP ou PEAK ou OL (Over Load) – Este LED sinaliza a distorção e saturação do sinal. Ou seja, o sinal está acima do recomendado para esta entrada, sendo assim sujeito a distorção. Quando este led acende em um canal, o ajuste deve ser feito pelo controle de ganho e não pelo fader de volume.

GAIN ou TRIM – Este botão controla o ganho do pré-amplificador do sinal de entrada antes que ele passe pelos outros elementos do canal. No mundo real, nem todos os microfones geram 77mV e nem todos os instrumentos geram 250mV. Neste caso, ajusta-se o sinal de entrada aplicando-se um ganho.

IMPORTANTE: Em algumas situações, o sinal pode estar chegando com um nível muito alto, isso poderá ser percebido se diminuir-se o ganho ao mínimo e ainda assim o led de CLIP ainda ficar aceso. Algumas mesas mais sofisticadas e caras, possuem um botão chamado **PAD** que atenuam o sinal de entrada em -20dB, resolvendo o problema e preservando o circuito de pré-amplificação do canal, em nosso caso, não temos este recurso, então a solução é ir até o equipamento de origem e diminuir o volume lá antes que queime o canal.

Nesta mesa, a escala do botão GAIN significa que para microfones (letra M de mic) o ganho será de -10dB a -50dB e para a entrada de linha (letra L de linha) sofrerá até mesmo uma atenuação que variará de +22dB a um ganho de -18dB. Uma boa dica para regular o som de um canal é colocar o fader do canal em 0dB e abrir o ganho do canal até a luz de clip começar a acender, depois disso é só voltar um pouco o botão de ganho. Este procedimento garantirá o melhor sinal sem distorções.

HIGH ou HI – É o controle de agudos do canal. Não pense que ele atua em todo o espectro de agudos, mas na maioria das mesas de som ele atua atenuando ou dando ganho (+ ou - 12dB) em frequências de 12KHz.

MID - É o controle de frequências médias. Ele atua (+ ou - 12dB) na frequência de 2,5KHz.

LOW ou LO – Controla os graves do canal. Atua (+ ou - 12dB) na frequência de 80Hz.

Observação: Algumas pessoas criticam esta mesa de som dizendo que ela tem falta de agudos e sobra de graves.

Auxiliar 1 (MON) – Ajusta o volume das caixas de retorno. Este recurso existe porque muitas vezes os músicos estão em uma posição desfavorável em relação as caixas de som principais. Para esta situação utiliza-se uma caixa de retorno para que eles ouçam o som que o público está ouvindo.

Em sistemas maiores, cada músico pode ter seu próprio retorno, recebendo o retorno de seu próprio canal, ou seu canal mais algum outro, por exemplo.

Existem também sistemas de retorno por fones de ouvido, onde cada músico possui um fone de ouvido. Isso elimina a necessidade de caixas de retorno e vazamentos de som através de microfones, por exemplo.

Existem mesas que possuem até 10 auxiliares de monitor. A AMBW possui apenas 1 auxiliar de monitor PRÉ-FADER, ou seja, independente do volume fader do canal e dos másters dos canais.

Cada auxiliar deverá ter um canal de amplificador e mais uma caixa de som. 

Auxiliar 2 Efeitos (EFF) – Algumas mesas não possuem efeitos embutidos, mas este controle, PÓS-FADER, aumenta o volume para a central de efeitos. Os efeitos podem simular lugares amplos como Estádios, ou lugares apertados como um pequeno salão. Alguns efeitos são: a reverberação, eco, distorção, delay, etc. Este auxiliar por ser PÓS-FADER não é indicado para retornos.

PAN ou PANORAMA – Em sistemas de som domésticos existe um botão chamado Balance, este botão manda o som mais para uma das caixas do que para a outra até que quando o botão chega a um de seus extremos, o som ficará totalmente em uma caixa e a outra caixa ficará muda. Este recurso é muito útil, imagine a situação onde os jovens, que normalmente gostam de som mais alto, estão em um quintal enquanto os mais velhos, que gostam de som mais baixo, estão na sala. Este recurso permite que deixemos o som do quintal alto, enquanto o som da sala fica mais baixo.

Em uma mesa de som, este controle tem o nome de PAN. Ele diminui o som de uma das caixas enquanto a outra fica em 100% e vice versa.

Quando a mesa de som é usada para gravações, o controle de PAN permite montar o efeito estéreo, quando o som proveniente da esquerda é diferente do som proveniente da direita, se fundindo os dois no cérebro e criando uma sensação de “espacialidade” sonora (temos a sensação de espaço, de que estamos no lugar da apresentação sonora, com os metais à nossa esquerda e as cordas à direita, por exemplo).

Para gravações, este é um recurso útil e muito utilizado, porém para sonorização ao vivo não. Em eventos ao vivo, não tente usar o PAN para criar efeito estéreo, pois esse tipo de sonorização é sempre feita em mono.

O PAN é uma ótima forma de testar o funcionamento das caixas de som de um e outro lado do sistema.

MUTE – Este é um dos recursos mais úteis em uma mesa de som, ela corta imediatamente o som do canal, inclusive dos auxiliares Pré ou Pós-faders. É recomendado deixar os canais de microfones em MUTE quando eles não estiverem sendo usados.

PFL ou SOLO – Em uma mesa de som, este recurso juntamente com um fone de ouvido é muito útil. O botão PFL (Pré Fader Listening – Escuta antes do Fader) permite escutar o som individual de cada canal ou de vários deles ao mesmo tempo no fone de ouvido, mesmo quando o fader de volume do canal ou dos canais está fechado. Tudo isso sem que ninguém, exceto o operador esteja escutando.

FADER de volume – O FADER tem a função de aumentar ou diminuir a amplitude do sinal do canal que vai para os Masters. Em mesas de som de baixo custo, eles são pequenos, cerca de 30 ou 40 mm. Isso é muito ruim, pois pequenas variações no curso do potenciômetro, geram grandes aumentos no volume, ou seja, não temos nenhuma precisão. Mesas mais caras, utilizam potenciômetros com curso de 60, 80 e até 100mm. Observação: Nunca trabalhe com o curso de um canal muito próximo aos extremos.

O canal 11/12 é um canal estéreo, ou seja, devem ser ligados dispositivos estéreo, como Notebooks, celulares, Tablets, etc. (conector P2 estéreo), teclados, MP3 Players, CD/DVD Players (conector RCA), etc. Ele possui um único controle de ganho, graves, médios e agudos, monitores e fader para os 2 canais. Pode seu usado como um canal mono se utilizado o conector Left. Quando utilizada a entrada RCA, juntamente com a P2 e as 2 P10, a mesa misturará todos os sinais neste canal. Isso valerá também quando o botão USB IN estiver acionado.

Existem mesas de som que possuem um botão chamado **Low Cut ou HPF**, este botão quando acionado atenua os graves, normalmente abaixo de 100Hz, eliminando muitos ruídos, como sons de vento em microfones ao ar livre, efeito de PB, etc.

Em algumas mesas também há o recurso de **sub-masters**. Em cada canal há uma chave marcando os grupos sub-master 1, 2, 3, 4. Acionando uma destas chaves no canal, este fará parte do sub-master correspondente. Desta forma, poderemos colocar os vários microfones de um coral, por exemplo, em um determinado sub-master e quando precisamos aumentar ou diminuir o som dos vários microfones, atuaremos somente no controle sub-master correspondente. Se não acionarmos nenhuma tecla de sub-master no canal, ele mandará o sinal diretamente para os Masters L e R.

Com isso, encerramos a apresentação de recursos de um canal.

Seção Master



POWER ON LED – Indica que a mesa de som está ligada.

PHANTOM POWER – Quando esta chave está acionada ela envia alimentação Power (até 48V) para o grupo de canais de entrada (5 a 10). Caso se decida acionar o botão Power, deve-se baixar antes os faders Master R e L e o controle do canal AUX. 1 MONITOR. Isso evita que transientes do acionamento do power sejam amplificados e danifiquem as caixas de som.

POWER GROUP LED 48V – Este led indica o acionamento do recurso Power.

Chave seletora de EFEITOS DIGITAIS INTERNOS – Esta chave permite selecionar até 15 níveis de efeitos internos (5 efeitos de reverb, 5 de delay e 5 de echo).

Chave seletora de EFEITOS DIGITAIS INTERNOS/EXTERNOS – Seleciona os efeitos externos, quando há esta conexão, e quando desativada seleciona os efeitos internos da mesa.

LED INTERNAL DIGITAL EFFECT – indica que os efeitos internos da mesa estão ativos.

LED EXTERNAL DIGITAL EFFECT – Indica que os efeitos externos estão habilitados, caso haja esta conexão.

DISPALY DIGITAL EFFECT – Indica qual dos 15 níveis de efeito está selecionado através da chave seletora de efeitos.

As pessoas costumam confundir o efeito de echo com o reverb. O reverb é um conjunto de várias reflexões aleatórias dando uma sensação auditiva de prolongamento do som, e não de sua repetição, como é o caso do echo e do delay. Dependendo dos ajustes de tempo e de volume de efeito de echo, ele pode ficar muito parecido com o reverb.

Quando o efeito REVERB está selecionado, o resultado percebido é a sensação auditiva de que a voz está mais “encorpada” e “quente”, com características próprias do reverb, que é a real sensação do prolongamento do som.

O ajuste dos controles de volume de efeitos AUX. 2 EFFECT dos canais de entrada mono e no canal de entrada estéreo, e os controles de volume de retorno de efeitos AUX. 2 RET. VOL. do canal de saída STEREO MASTER L e R e AUX. 2 RET. VOL. do canal de saída AUX. 1 - MONITOR, permitem aumentar ou diminuir a presença desses efeitos em seus respectivos canais de saída: STEREO MASTER L/R e AUX. 1 MONITOR.

EXTERNAL EFFECT – AUX. 2 SEND – Caso se utilize um equipamento externo de multiefeitos, deve-se utilizar esta saída, a qual é desbalanceada, para enviar o sinal para ele.

EXTERNAL EFFECT – AUX. 2 STEREO RETURN – Entrada de efeitos externos estéreo. Estas entradas são desbalanceadas. Como esta é uma entrada de linha, podem ser conectadas outros equipamentos, como um teclado, por exemplo. Há controle de volume dessa entrada para os masters (e até para o auxiliar de retorno), pode ser uma boa opção de “ganhar” mais um canal na mesa.

AUX. 2 RET. VOL. - LEFT/AUX. 2 RET. VOL. - RIGHT – Controla o volume do retorno do sinal de efeitos enviados aos canais LEFT e RIGHT do estéreo máster. Podem ser em estéreo (L e R) ou em mono (L+R). Estes sinais são o retorno tanto da central de efeitos interno quanto por um dispositivo externo.

AUX. 2 RET. VOL. – Controla o nível de volume do retorno do sinal de efeitos (interno ou externo) enviados ao canal AUX. 1 MONITOR em mono (L+R). O retorno de efeitos enviado ao canal de AUX. 1 MONITOR, através do controle AUX. 2 RET. VOL., é sempre uma soma dos sinais (L + R), pré- AUX. 2 RET. VOL. - LEFT / AUX. 2 RET. VOL. - RIGHT.

AUX. 1 VOL. – Controla o volume Master do sinal de canal AUX. 1 MONITOR, enviado para a saída AUX. 1 – MONITOR SEND.

MASTER VOLUME LEFT/RIGHT – É um controle deslizante (fader) Master do sinal LEFT/RIGHT enviado para as saídas BALANCED MAIN OUTS LEFT e RIGHT.

LED +4dB – Este LED quando estiver piscando e o LED de CLIP estiver apagado, indica que o canal de SAÍDA ESTEREO MASTER LEFT/RIGHT ou AUX. 1 MONITOR, está atingindo +4dB, que é um bom nível de sinal de saída para alimentar equipamentos de áudio periféricos, como equalizadores, compressores, ou ainda amplificadores ou caixas de som ativas. Evite deixá-lo constantemente aceso, isto indicará saturação na saída, o que causará distorções na saída e sobrecarga nas caixas de saída.

LEDS INDICADORES DE CLIP – Quando estes LEDS começam a piscar, indicam a saturação do sinal de saída STEREO MASTER - LEFT / RIGHT ou AUX. 1 MONITOR. Isso deverá ser evitado a qualquer custo.

BALANCED MAIN OUTS LEFT/RIGHT - Conectores de saídas Master L e R balanceadas flutuantes / desbalanceadas para plugue XLR. Os conectores do aparelho para plugue XLR são ligados da seguinte forma: pino 1 é terra, pino 2 é (+) e pino 3 é (-).

Caso prefira fazer a conexão da saída do audio mixer a um amplificadores de potência, caixas acústicas ativas, equalizadores gráficos ou algum aparelho processador de sinais desbalanceados é possível, pois estas saídas contêm um circuito especial (balanceado flutuante) que converte a saída balanceada em desbalanceada sem perda de sinal.

Para isso, o cabo deverá ser montado da forma abaixo:

FIGURA 10



Observação: Caso se ligue aparelhos amplificadores de potência e/ou processadores de sinais desbalanceados neste conector de saída balanceado flutuante sem a devida preparação do cabo conforme o desenho acima (com o jumper), haverá uma perda de sinal de 6dB.

AUX. 1 MONITOR SEND - Conector de saída desbalanceada para plugue mono P10 (1/4" TS) dos sinais do canal de AUX. 1 MONITOR.

ST. REC OUT VOLUME - Controle de volume de saída estéreo desbalanceada para gravação direta. O ponto de retirada do sinal para este controle de volume é pré-fader MASTER VOLUME LEFT/RIGHT. Portanto, como este controle de volume de gravação esta antes dos controles deslizantes MASTER VOLUME LEFT/RIGHT, o nível do sinal para a gravação fica independente e imune a eles. Neste controle de volume de gravação, o ponto 0dB é apenas um referencial e foi deixado propositalmente no centro para oferecer maior flexibilidade em seu ponto de ajuste ideal para gravação.

Isto facilita muito quando este audio mixer estiver sendo usado simultaneamente para sonorização e gravação. Quando você deixar esse controle de volume de gravação na posição central — 0dB —, o nível de sinal nos conectores de saída REC OUT L/R pode ser aproximadamente o mesmo nível presente nos conectores de saída STEREO MASTER BALANCED MAIN OUTS LEFT/ RIGHT.

Do ponto central (0dB) deste controle de volume de gravação, rotacionando-se dois pontos à direita, será encontrada a marcação +6dB, que aumenta o nível deste sinal em 6dB. Ao contrário, rotacionando-se este controle dois pontos à esquerda, há a marcação - 10dB, que diminui o nível deste sinal em 10dB.

O ajuste cuidadoso do nível ideal para gravação evita dois inconvenientes:

1. Se o sinal de gravação estiver muito baixo, prejudicará muito a relação sinal/ruído;
2. Se o sinal de gravação estiver muito alto, a gravação poderá sair muito saturada.

REC OUT L/R - Conectores de saída RCA para gravação. O nível de saída de gravação é ajustado pelo controle ST. REC OUT VOLUME.

É possível também mandar uma cópia do sinal dos masters para outro amplificador (que irá atender a outro lugar, um anexo, outro andar, etc), e controlar o volume dele através daqui.

PHONES VOLUME - controle de volume do canal de fone de ouvido estéreo.

LR/PFL - AUX. 1 - Quando esta chave estiver acionada em conjunto com uma ou mais chaves PFL nos canais de entrada individuais, tornará possível a realização

da pré-escuta individual ou comparativa. Quando esta chave estiver acionada e não houver nenhuma chave PFL individual nos canais de entrada pressionada, será ouvido no fone, o AUX. 1 MONITOR. Quando esta chave estiver desacionada, ouve-se no fone, os canais MASTER LEFT/RIGHT.

PHONES - Saída P10 TRS para fone de ouvido estéreo (de 8 a 60 ohms).

CONECTOR USB – É o conector onde se deve inserir o pen drive ou o adaptador USB para micro cartão SD ou SDHC. Deve ser inserido corretamente até sentir a ação da trava do conector para evitar mau contato. O pen drive ou o adaptador USB, no sentido correto, entra facilmente no conector. Em caso de dificuldade, não o(s) force, pois está(ão) no sentido errado e pode danificar a placa do circuito onde está preso o conector. Neste caso, inverta a face do pen drive ou do adaptador USB e o encaixe será facilitado.

O adaptador USB (também conhecido como leitor USB), é um dispositivo de baixo custo, encontrado facilmente no mercado especializado em informática, que serve para permitir o uso de micro cartão SD ou SDHC neste conector USB. O micro cartão até 2GB é conhecido como micro SD e de 4GB em diante é conhecido como SDHC, ou seja, um micro cartão SD de alta capacidade (HC = high capacity — alta capacidade).

Os formatos de arquivos reconhecidos pela mesa de som são o MP3 e WMA.

DISPLAY LCD – Quando se liga a mesa de som AMBW o visor LCD gráfico acende-se e passa a mostrar várias informações, sendo algumas em duas linhas, outras em uma linha central, sobre os modos de operações e dados sobre os arquivos acessados que estão sendo reproduzidos.

FOR STEREO CHANNEL - USB-INCH 11-12 no AMBW 12 EXD - Esta chave push-button quando acionada, envia o sinal da entrada USB - IN - STEREO DIGITAL PLAYER ao canal de entrada estéreo do audio mixer. Quando ela está desacionada, deixa de enviar esses sinais ao canal de entrada estéreo. Como esses sinais tem controle de volume próprio, tanto através das mini teclas / VOL + e / VOL - presentes acima da entrada USB, quanto através do controle remoto da entrada USB - IN - STEREO DIGITAL PLAYER, o seu nível de sinal pode estar muito alto e saturar a entrada do canal de entrada estéreo. Evite essa situação mantendo os níveis de sinais adequados.

Algumas mesas possuem um recurso chamado **TalkBack**, que nada mais é do que um microfone integrado a mesa, através do qual o operador pode falar através das caixas de retorno.

Existem mesas de grande porte, ou consoles, e embora o seu tamanho e quantidade de botões intimide, apresenta todos os recursos que estudamos até aqui, com apenas algumas leves mudanças, como por exemplo, botões de acionamento Phantom Power, PAD e LOW CUT em cada canal, equalização de 4 bandas (agudos, médios-agudos, médios-graves e graves), com os médios com controle de varredura de frequências, 12 auxiliares com chaves seletoras para PRÉ ou PÓS-FADER, VU de 7 leds por canal, 8 sub-grupos, faders de 100mm, TalkBack, equalizador de 9 vias, etc.



Ciclotron Vega



Ciclotron CSM 32-4

Canal de uma mesa CSM 32-4

Mesas de som digitais

Através da tecnologia digital, os fabricantes oferecem mesas de som cada vez menores, com mais recursos e equipamentos integrados, como compressores, equalizadores de múltiplas faixas, efeitos, etc., tudo isso em cada canal da mesa e no Master.

Seu tamanho é um diferencial importante, pois mesas de 32 ou até 48 canais tem o tamanho de uma mesa comum de 16 canais.

Outra grande vantagem, é a possibilidade de salvar os ajustes da mesa. Caso seja um evento recorrente, pode-se carregar todos os parâmetros dos canais de uma só vez a cada vez que o evento ocorrer.

Uma desvantagem é o custo, uma mesa Yamaha 01V de 16 canais custa R\$8000,00 aproximadamente.



Yamaha 01V96VCM de 40 canais, apenas 16 estão disponíveis diretamente

Equalizadores gráficos

Os equalizadores gráficos possuem este nome porque seus controles imitam o desenho de um gráfico. Cada potenciômetro, neste caso deslizante, controla (atenuando ou reforçando) uma faixa de frequência a partir de uma frequência central. Quanto mais faixas tiver um equipamento, mais precisão nos ajustes e opções de controle teremos.

Os equalizadores mais comuns são:

Equalizador de 1 oitava - 10 faixas/canal – cada frequência corresponde a metade da anterior. No caso:

31,5 - 63 - 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 - 4000 - 8000 - 16000

Equalizador de 2/3 de oitava - 15 faixas/canal – cada frequência corresponde a 2/3 da anterior aproximadamente.

31,5 - 50 - 80 - 125 - 200 - 325 - 500 - 800 - 1250 - 2000 - 3250 - 5000 - 8000 - 12500 - 20000

Equalizador de 1/3 de oitava - 29 a 32 faixas/canal – Cada frequência é aproximadamente 0,8 vezes a anterior.

20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3150 - 4000 - 5000 - 6300 - 8000 - 10000 - 12500 - 16000 - 20000

Quanto mais faixas, mais controle teremos e conseqüentemente mais caro será o equipamento.

A maior parte dos equipamentos possui 2 canais de ajustes, os quais recebem os sinais de saída Master R e L da mesa de som.

A maior parte dos equipamentos no mercado possui um controle de ganho por canal, leds indicadoras de pico e um botão chamado BYPASS. Este botão quando acionado, faz o canal do equalizador ignorar os controles e passar o sinal direto para a saída do respectivo canal.

Para equalizar a um microfone ou instrumento da mesa de som, basta utilizar a conexão INSERT da mesa para enviar o sinal do canal ao equalizador enviar a saída do equalizador de volta para a mesa. Neste caso, deixe os controles de equalização da mesa em flat.

O equalizador não transformará um som ruim de um microfone e um som bom, ele somente tentará melhorar aquilo que o microfone disponibiliza, mas jamais transformará algo ruim em bom, por isso que a etapa de captação é fundamental, quanto mais fiel e sem ruídos melhor de ser processada depois.

Na maioria dos casos, o equalizador será usado para:

- Compensar defeitos acústicos do local. A acústica ruim de um ambiente pode ser compensada, “melhorada” com o uso de equalizadores. Em um ginásio com muita reverberação de graves, podemos melhorar isso atenuando as frequências graves. Perderemos peso, mas melhoraremos a inteligibilidade do som de uma maneira geral.
- Compensar deficiências das caixas de som. Uma caixa de som pode ter falta ou excesso de uma determinada faixa de frequências, de acordo com a forma que foi construída. Pode-se utilizar o equalizador para melhorar isso, reforçando ou atenuando, conforme o caso. Lembrando que é muito

mais fácil atenuar uma frequência que está em excesso do que reforçar uma frequência que falta. A falta em geral é por causa da própria construção da caixa. Não adianta, por exemplo, reforçar as frequências graves abaixo de 80Hz se o seu alto-falante é de 8". Esse tipo de alto-falante não consegue responder abaixo disso, com reforço ou não, então estaremos reforçando para nada.

- Compensar o mal-posicionamento de caixas de som. Às vezes, dada a arquitetura do local, as caixas de som precisam ser instaladas em locais inadequados. Algumas frequências poderão se espalhar indevidamente e alcançar os microfones, gerando microfônias. Nesse caso, o equalizador pode atenuar essas frequências, diminuindo a incidência de microfônias. Note que em geral sacrifica-se a qualidade em favor de um som sem microfônias. Uma vez feita uma boa equalização, a mesma pode permanecer inalterada por muito tempo, desde que o ambiente não se modifique.

Ajustando o equalizador

Ajustar um equalizador pode durar horas, de preferência coloque uma música conhecida e bem gravada e coloque os controles da mesa em flat e vá testando várias configurações do equalizador ouvindo o resultado em diversos pontos do ambiente.

É aconselhado fazer este trabalho em 2. Uma pessoa vai alterando os controle e outra ouve o resultado dando o feedback.

Deve ser feito com o ambiente vazio e depois com ele ocupado, sabendo-se que as altas frequências (agudos) são absorvidas pelas roupas das pessoas.

Efeito da equalização na reprodução de instrumentos musicais

31 a 63Hz - Sons Muito graves - Fundamentais do bumbo da bateria, tuba e contrabaixo (acústico ou elétrico). Estas frequências dão à música a sensação de poder. Se forem enfatizadas demais, fazem a música ficar "confusa", com perda de inteligibilidade (clareza e definição). A frequência de 60Hz pode ser usada para diminuir o barulho de "hum" causado pela energia elétrica (que usa essa frequência).

80 a 125Hz - Sons graves - Fundamentais de tambores e alguns tipos de percussão. Se muito enfatizado, produz excessivo "bum". A frequência de 125Hz também pode ser usada para diminuir o "hum" da energia elétrica (é a 2a. harmônica).

160 a 250Hz - Sons médio graves - Fundamentais do surdo e tons da bateria. Se muito enfatizado, produz excessivo "bum". A frequência de 250Hz também pode ser usada para diminuir o "hum" da energia elétrica (é a 3a. harmônica).

315 a 500Hz - Sons médios - Fundamentais dos instrumentos de corda .

630 a 1KHz - Sons médios - Fundamentais e harmônicos dos instrumentos de corda, teclado. Aumentar muito esta faixa pode fazer os instrumentos soarem estranhos, como “de dentro de uma corneta”.

1.25K a 4KHz - Sons médio-agudos - Principal região dos metais, cordas, teclado, percussão. Muita ênfase entre 1K e 2KHz podem fazer instrumentos soarem “som de lata”. Muita ênfase em qualquer lugar entre 1K a 4KHz **produz “fadiga auditiva”**.

5K a 8KHz - Sons agudos - Acentuação de cordas e metais. Redução a 5KHz faz com que tudo soe mais “distante” e “transparente”. Nessa área podemos reduzir os chiados dos equipamentos e caixas de som. A região entre 1.25K e 8KHz é responsável pela clareza e definição, a inteligibilidade do que ouvimos.

10K a 16KHz - Sons agudos - Metais e “brilho” dos instrumentos. **Muita ênfase causa sibilância**. Pode-se reduzir chiados no sistema nesta região.

Efeitos da equalização na reprodução de voz

80 a 125Hz - Sons graves - Sensação de poder na voz masculina baixo

160 a 250Hz - Sons médio graves - Fundamentais da voz.

315 a 500Hz - Sons médios - Importante para a qualidade da voz

630 a 1KHz - Sons médios - Importante para a naturalidade da voz. Muita ênfase entre 315Hz e 1KHz faz a voz ficar como “de telefone”.

1.25K a 4KHz - Sons médio-agudos - Área da definição dos fonemas fricativos (f, v, s, z) e acentuação das vozes. Importante para a inteligibilidade da fala. Muita ênfase entre 2 e 4KHz pode mascarar a fala de alguns sons, fazendo com que “m”, “b” e “v” se tornem indistinguíveis. Muita ênfase em qualquer lugar entre 1K a 4KHz produz “fadiga auditiva”.

5K a 8KHz - Sons agudos - Acentuação da voz. A região entre 1.25K e 8KHz é responsável pela clareza e definição, a inteligibilidade do que ouvimos.

10 a 16KHz - Sons agudos - Muita ênfase causa sibilância. ^[1] A tabela abaixo foi publicada na revista *Áudio, Música e Tecnologia* de Abril/2006, e se mostra muito útil:

Hertz	Região	Palavra Chave	Excesso	Falta
20-40	SubGraves	Fundação	Flácido	Raramente percebido
40-80	Graves Profundos	Profundidade	Sobrando/Frouxo	Leve/Duro
80-160	Graves	Base	Gordo/Pesado/"U"	Magro/Frio
160-320	Graves/Médias Baixas	Densidade	Cavernoso/"Ô"	Apertado
320-640	Médias Baixas	Corpo	Oco/Fanho/"Ă"	Preso
640-1k2	Médias Baixas	Força	Buzina/Telefone/"Ó"	Distante/Oco
1k2-2k5	Médias Altas	Projeção	Lata/Metálico/"É"	Estrangulado
2k5-5k	Médias Altas / Agudos	Presença	Estridente/Agressivo/"Í"	Velado
5k-10k	Agudos	Brilho	Sibilante/Magro/"S"	Abafado/Fosco
10k-20k	Super Agudos	Ar	Zunido/Soprado	Pouco Percebido

Note que na tabela acima são utilizados termos usados pelos leigos em sonorização. Um som pobre em agudos pode ser chamado de “abafado”, de “fosco”, assim como um som com excesso de médias altas pode soar como “som de lata”.

Frequência	Características	Falta	Excesso
abaixo de 40 Hz:	Quase nenhum instrumento trabalha nessa região. Em PA, corte todas as frequências abaixo disso (25 e 31,5Hz).	Ajuda a proteger seus falantes de graves. Se suas caixas são pequenas, corte um pouco em 40 e 50 Hz também.	Reforçar nessa faixa pode destruir os falantes de graves. Devem ser usados subwoofers, se houver necessidade.
40 a 150 Hz (sub-graves e graves):	Onde os sons são mais sentidos que ouvidos, dá a sensação de "peso". A principal componente do bumbo da bateria fica entre 60 e 80 Hz.	Som fraco, sem peso. Em alguns casos, como som ambiente, palestras, voz e violão, convém cortar tudo abaixo de 80 Hz (música) ou 100/150 Hz (voz).	Força seu sistema e tira definição. Aumenta a distorção quando em altos volumes.
150 a 300 Hz (graves e médio-graves):	A maior parte da seção rítmica da música (bateria, percussão e baixo) tem suas fundamentais aqui.	Tirar um pouco dessas frequências ajuda a dar mais clareza (quando necessário); tirar demais dá a sensação de "faltar algo".	O som "embola" e perde definição. É a área mais crítica em salas com acústica ruim.
300 a 2kHz (médio-graves e médios):	É a faixa de frequências mais importantes, e onde se situam a maioria dos harmônicos dos instrumentos e vozes. Muitos problemas de microfonia em ambientes fechados se dão no fim dessa faixa (entre 1K e 2 kHz).	Em alguns sistemas, retirar um pouco aqui, pode ajudar a equilibrar sonofletos mal projetados. Se retirar demais, pode estragar todo o evento, pois é a região do espectro onde "tudo" acontece.	Entre 300 e 500 Hz, aquele som de "caixa de papelão"; de 500 a 1K, sensação anasalada; de 1 a 2 kHz, aquele "som de telefone"
2k a 5kHz (médios e médios-altos):	Região superior das vozes. É a região do ouvido humano de maior sensibilidade.	Tirar um pouco nessa região (em aprox. 3kHz) torna o som menos agressivo, em especial em ambientes pequenos; tirar demais faz perder a inteligibilidade.	Cria aspereza nas vozes e instrumentos, irritando os ouvidos e facilitando microfonia em palcos.
5 a 10kHz (médios-altos e agudos):	Harmônicos superiores dos instrumentos. É essa faixa que dá a sensação de presença e clareza no som.	Som apagado e distante, "abafado". Instrumentos de sopro e percussão não "aparecem".	Som metálico e artificial. Aumenta a probabilidade de microfonia em ambientes abertos.
10 a 15kHz (agudos):	Últimos harmônicos audíveis. Dá a sensação de brilho.	Na verdade, convém reduzir suave e gradualmente essas frequências, principalmente em locais fechados, reproduzindo assim a resposta normal de um ambiente.	Sibilância nas vozes e excesso de ataque na percussão.
acima de 15kHz:	Pouco ou nada se ouve em eventos ao vivo e mesmo em gravações, pois são raros aqueles que podem ouvir acima disso.	O corte dessas frequências em sistemas de PA evita esforços inúteis nos drivers e tweeters, além de oscilações de RF.	Pode levar a oscilações (apitos) em sistemas instáveis e destruição de tweeters e drivers.

Compressores/Expansores/Limitadores/Gates

Em sonorização de eventos ao vivo, uma das funções do operador de som, é controlar o nível de som das várias fontes sonoras. Existe um patamar médio, no qual o som alcança de forma inteligível a todos no ambiente. Existem momentos às vezes, que durante uma pregação um pastor pode falar mais alto dando ênfase a algum assunto ou até mesmo pode gritar, em outros momentos, este mesmo pregador pode falar muito baixo, sussurrando até. A falta desta dinâmica, pode tornar a música ou a pregação entediante.

O volume ideal de som é aquele em que todos consigam ouvir completamente os sons, mas pela média. Isso quer dizer que, quando o pregador falar bem mais alto, para enfatizar algo, o volume estará mais alto, mas ainda sem microfonar. E quando ele quiser sussurrar, mesmo que o volume esteja bem baixo todos ainda vão conseguir ouvir.

Só que esse volume médio é difícil de conseguir em algumas pessoas. Há pregadores que tem dinâmica muito, muito grande, e às vezes chegam a gritar. Se o sonoplasta for atuar no volume a cada momento, será muito trabalho e com resultados ruins, pois nunca terá a rapidez necessária para que o resultado fique bom. Aliás, é preferível nem mexer, pois a chance de atrapalhar o pregador é grande. Se estiver muito alto, abaixe um pouco.

O compressor é um equipamento projetado para conter esses picos. Os circuitos do compressor acompanham o “sobe-e-desce” do nível de sinal que passa por ele. Quando detecta uma subida dessa energia acima de limites pré-estabelecidos, o compressor aplica uma redução pré-determinada de modo a minimizar o pico. Quando bem ajustado, esse processo ocorre de modo transparente e de modo que ninguém no templo perceberá sua atuação.



Compressor/Limitador/Expansor/Gate da Alto, modelo ACOM2

Um sistema de áudio sem um compressor, não há nada que limite um grito ou uma microfonia, por exemplo. Este nível pode atingir um patamar ensurdecador. O Compressor tem este efeito limitador do nível do som, até um valor considerado aceitável pelo operador.

Os parâmetros de um compressor são:

Ratio ou taxa de compressão – define o fator de atenuação que será aplicado ao sinal que ultrapassar o limiar. O valor é dado na forma de uma razão, por exemplo: 2:1 (dois para um), 4:1, 8:1, chegando até ∞ :1 (infinito para 1). Resumindo, para cada 4dBu que o sinal suba acima do limiar, apenas 1dBu do sinal, acima do limite será enviado a saída. Neste exemplo temos um Ratio 4:1. Caso esteja definido como ∞ :1, por mais que o sinal ultrapasse o limiar, somente 1dBu acima do limiar será enviado à saída, ou seja, estará praticamente limitado pelo limiar.

Limiar ou Threshold – Nível limite – É o limite tolerável do som. Acima disso, será aplicada a atenuação ao sinal definido pelo parâmetro Ratio. Este valor é dado em dBu.

Attack e Release – Tempo de ataque e relaxamento - O Attack controla a velocidade em que o compressor passará a atuar a partir do momento em que detectar a elevação do nível. Já o Release controla o tempo em que o compressor deixará de atuar. O tempo é dado em milissegundos (ms). Esses controles são um pouco complicados, e muitos equipamentos atuais vem com uma chave para controle automático dessas funções.

Limitador – Este controle define um limite máximo fixo permitido. Os níveis de sinal acima deste limite serão cortados. É muito útil para preservar as caixas de som de tiros e estalos oriundos de cabos e conexões com problemas.

Expansor – Define um limite em que sons muito baixos serão reforçados para um nível pré-estabelecido.

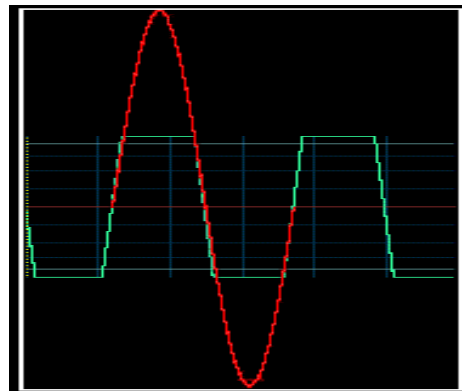
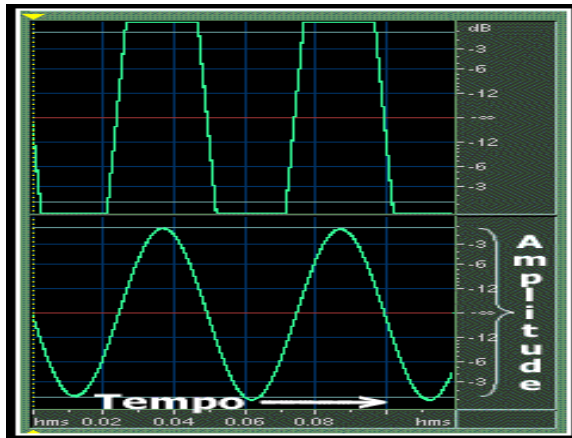
Noise Gate – Se o sinal for menor que um nível mínimo determinado, ele cortará a saída de áudio do equipamento. Isso é útil quando temos muitos equipamentos com alto nível de ruídos. Quando o Noise Gate é acionado ele cortará a emissão destes.

Output – nível de saída – Sempre que um sinal sofrer compressão, haverá uma redução de seu nível médio. Quanto maior for a compressão aplicada, menor será o nível médio do sinal. Este controle reforça o sinal de saída, a fim de que este tenha o mesmo nível médio antes da compressão, mas sem os picos, os quais foram comprimidos.

VU's meters – leds medidores - Há VU's para podermos monitorar o nível de sinal. Funciona igual aos VU's das mesas de som, inclusive com a luz vermelha de Peak, quando o sinal estiver alto demais. Nesse caso, diminua o Output.

Em um mesmo equipamento, podem haver vários Threshold, um para o compressor/limitador, um para o expansor e outro para o Gate. Sempre confira o manual do equipamento.

Apesar de serem 4 funções diferentes, elas estão presentes em um único equipamento, o qual é chamado pela sua função mais importante, Compressor. Existem equipamentos que suprimem uma destas funções, mas prefira os que sejam o mais completos possíveis.



Atenuação de um limitador. O sinal foi limitado a um valor pré-definido. Se fosse um compressor, a onda ultrapassaria o limite, mas a amplitude seria bastante atenuada.

Amplificadores, crossovers, divisores de frequência, caixas acústicas e alto falantes

O amplificador é o equipamento responsável por elevar a potência do sinal sonoro a fim de que este tenha condições de mover os cones dos alto-falantes. Este aparelho deve ter uma fonte de energia muito robusta capaz de suprir as grandes quantidades de energia que o circuito amplificador precisa ser capaz de fornecer a sua carga, que são as caixas de som. As melhores fontes de alimentação para amplificadores utilizam transformadores toroidais (o fio é enrolado em um núcleo na forma de anel), e no caso do amplificador, uma boa fonte é sinônimo de qualidade do aparelho.

O amplificador, logo em sua entrada, possui uma etapa de pré-amplificação. Nesta etapa o sinal deve ser elevado a um nível suficiente que excite o circuito de potência. O circuito de pré-amplificação deve tratar o sinal com altíssima fidelidade, preservando tudo o que foi trabalhado nas etapas anteriores (mesa de som, equalizadores, compressores, etc.).

Na etapa de potência, o sinal, já pré-amplificado, é elevado a potências enormes, conforme a especificação do fabricante. Esta etapa gera uma grande quantidade de calor, pois quanto maior for a potência requerida do amplificador, mais calor será gerado nesta etapa.

A maioria dos amplificadores do mercado, contam também com elementos de proteção, como monitoramento de temperatura de operação, proteção contra curto-circuito em suas saídas, proteção contra sobrecargas, proteção contra um nível de sinal muito elevado na entrada, etc. Estas proteções vão desde luzes indicativas até circuitos que desarmam o aparelho.

A implementação destas proteções normalmente são muito caras e muitas vezes os fabricantes não implementam todas as proteções necessárias ou não implementam da forma como deveria.

Consumo e potência do amplificador

Existem várias classes de amplificadores e cada uma delas se destina a um tipo de aplicação melhor do que a outra com suas vantagens e desvantagens. As classes são: A, AB, B, C, D, G, H, I.

Em sonorização profissional a classe AB é a mais utilizada e possui eficiência energética entre 50 a 60%, ou seja, a cada 60% de energia entregue aos altofalantes, ele consome (dissipa) 40% de energia em seus circuitos de potencia.

Com os avanços da eletrônica, alguns fabricantes de renome estão começando a produzir amplificadores de potencia utilizando a classe D, coisa que até pouco tempo era impensável, devido as características desta classe de operação. As vantagens da classe D incluem uma melhor eficiência energética (cerca de 80%) que a classe AB, uma melhor miniaturização e custo mais baixo a partir de potencias mais elevadas.

A Ciclotron, tradicional fabricante nacional de equipamentos de áudio, tem no topo de sua linha Dynamic um amplificador de classe H. (Dynamic 20000 H). Estes amplificadores são projetados para trabalhar de forma bastante eficaz na faixa dos graves (subgraves, graves e médio-graves), oferecendo alta potência com segurança, economia, qualidade e fidelidade. No que diz respeito à eficiência, apresentam resultados bem melhores que os da classe AB, chegando à marca dos 80%. Quando amplificadores da classe H são utilizados para amplificação de médios e agudos, o resultado é seco, "crespo" e sem definição nos drivers e tweeters.

Quando nos deparamos com um amplificador que não temos a especificação de potencia do mesmo, podemos checar em sua parte traseira alguma indicação desta informação. Se ainda assim, não pudermos identificar, podemos verificar o fusível utilizado pelo mesmo para uma determinada tensão, e então aplicamos a fórmula:

Potencia do amplificador = Tensão . Corrente do fusível . Rendimento da classe do amplificador

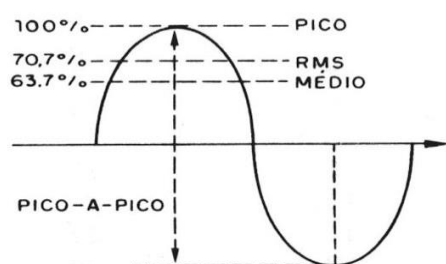
Por exemplo, se tivermos um amplificador classe AB que utilize um fusível de 6 A na tensão de 110V, então teremos:

$$P = 110 \cdot 6 \cdot 0,6 \rightarrow P = 396W$$

Conclusão, teremos um amplificador de aproximadamente 400W.

Esta potencia também é chamada de **RMS** (Root Mean Square), ou potencia média máxima.

Costuma-se dizer que a potencia RMS equivale a 70% da potencia máxima de pico que o dispositivo pode suportar.



Muitos amplificadores para o mercado doméstico e residencial tem a sua potencia especificada em Watts PMPO (Peak Music Power Output). Esta indicação é absolutamente inútil, pois especifica a potencia máxima de pico que um aparelho pode suportar em um breve instante de tempo não importando se neste período o sinal será completamente distorcido. É feito para confundir o consumidor. Desta forma, em 2006, o Inmetro, considerando que a declaração única da potência PMPO é uma informação incorreta para o consumidor, o Ministério Público celebrou um termo de ajustamento de conduta, em conjunto com fabricantes de aparelhos de som, a fim de que, eles forneçam a potencia PMPO se quiserem, mas obrigatoriamente forneçam a especificação da potencia RMS em igual fonte e tamanho da indicação PMPO.

Dimensionamento da rede elétrica

Devemos ter em mente que, quanto maior é a potencia, maior será o consumo de corrente elétrica. Existem fabricantes de equipamentos de alta potencia que fabricam os seus equipamentos apenas na tensão de 220V, a fim de que se possa utilizar cabos de bitola mais fina e diminuir as perdas de energia com calor nos condutores.

Devemos observar a instalação elétrica de modo que os fios, disjuntores e tomadas disponíveis suportem o que os equipamentos de áudio demandem.

Imagine a seguinte situação fictícia:

Em um determinado Ginásio, devemos celebrar um culto evangelístico, para isso, levaremos o equipamento de som da Igreja. Os equipamentos serão 2 amplificadores de 1125W RMS para caixas de som principais, 1 amplificador de 550W RMS para as caixas de retorno, uma mesa de som de 24 canais, 1 equalizador e 1 compressor, 1 cubo para o baixo de 100W, 1 cubo para guitarra de 100W, 1 pedal de guitarra, 2 Direct Box passivos para ligar os cubos a mesa de som, 6 microfones dinâmicos, 1 teclado, 2 caixas de retorno, 8 caixas de som principais, sendo 2 delas ativas de 500W RMS.

No palanque, ficarão os cubos, as caixas de retorno, os microfones e os instrumentos.

Junto a mesa ficarão os amplificadores, equalizador, compressor.

Em cada lateral ficará uma caixa ativa.

Imagine que teremos apenas 1 ponto de energia elétrica com tensão de 220V para cada lugar onde ficarão os equipamentos. Qual será a potencia e a corrente requerida nestes pontos? Qual será a bitola mínima dos fios?

Tabela de apoio para condutores até 30m a 30° C.

SEÇÃO →  DIÂMETRO		BITOLA	CORRENTE MÁXIMA (A)
SEÇÃO mm ²	DIÂMETRO mm	AWG NBR NM 247-3	
1.0	1.13	16	14
1.5	1.38	14	17
2.5	1.78	12	24
4.0	2.26	10	32
6.0	2.76	8	41
10.0	3.57	6	57

Corrente conforme NBR 5410/2004 - B1 imagemesomhd

Ponto 1 - Posto de Controle:

Equipamentos: Mesa de som, equalizador, compressor, os amplificadores.

Demandas exigidas por equipamento:

Mesa de som: 55W

Equalizador: 15W

Compressor: 15W

2 Amplificadores de 1125W: 2250W

1 Amplificador de 550W: 550W

TOTAL: 2885W

$$P = U \cdot I \rightarrow 2635 = 220 \cdot I$$

$$I = 2585 / 220 \rightarrow I = 13,11A$$

Tomada: 20 A

Disjuntor: 20A

Bitola do fio: O cabo de 1,5mm está próximo do limite de sua capacidade que é 17 A, neste caso deverá ser usado o de 2,5mm para dar uma margem de segurança.

Ponto 2 - Palanque:

Equipamentos: Caixas de retorno, cubos, microfones, instrumentos musicais, teclado, pedal de guitarra, 2 Direct Box passivas.

Demanda exigida por equipamento:

Caixas de retorno: 0W

Cubos: 200W

Microfones: 0W

Guitarra e baixo: 0W

Teclado: 20W

Pedal de guitarra: 6W

TOTAL: 226W

$$P = U \cdot I \rightarrow 226 = 220 \cdot I$$

$$I = 226 / 220 \rightarrow I = 1,03A$$

Tomada: 10 A

Disjuntor: 6 A
Bitola do fio: 0,5mm

Ponto 3 – Caixa Ativa 1
Demanda exigida por equipamento:
Caixa ativa : 500W
 $P = U \cdot I \rightarrow 500 = 220 \cdot I$
 $I = 500 / 220 \rightarrow I = 2,27A$

Tomada: 10A
Disjuntor: 6A
Bitola do fio: 0,5mm

Ponto 4 – Caixa Ativa 2
Demanda exigida por equipamento:
Caixa Ativa: 500W
 $P = U \cdot I \rightarrow 500 = 220 \cdot I$
 $I = 500 / 220 \rightarrow I = 2,27A$

Tomada: 10A
Disjuntor: 6A
Bitola do fio: 0,5mm

Observação: Devemos levar em consideração também a bitola do cabo até as caixas de som.

Por exemplo, caso o amplificador de 550W, seja um Ciclotron W Power 2200 II AB, a tensão máxima de saída será de 36,3V em 8 ohms ou 33,2V em 4 ohms ou 66,3V em bridge. Em relação a potencia teremos: 275W por canal em 4 ohms, 165W por canal em 8 ohms ou ainda 550W em bridge.

Supondo que ligaremos 1 caixa de retorno por canal de saída do amplificador, então teremos 36,3V de tensão de saída máxima e 165W de potência máxima nas caixas. Então o cabo necessário para as caixas de retorno serão:

$$P = U \cdot I \rightarrow 165 = 36,3 \cdot I$$
$$I = 165 / 36,3 \rightarrow I = 4,55 A$$

Neste caso, deveremos ter cabos com condutores de no mínimo 0,5mm a uma distância máxima de 30m.

No caso dos amplificadores principais, tomaremos como base o amplificador Ciclotron W Power II 4500 AB, que possui tensão máxima de saída em 4 ohms de 47,4V, em 8 ohms de 52V ou 94,9V em bridge. A potencia do canal em 4 ohms é de 562,5W, em 8 ohms é de 337,5W e em bridge é de 1125W.

Vamos supor neste caso que teremos 2 caixas por canal de um destes amplificadores. Desta forma, teremos a tensão máxima de 47,4V na caixa e uma potência máxima de 562,5W. Assim:

$$P = U \cdot I \rightarrow 562,5 = 47,4 \cdot I$$
$$I = 562,5 / 47,4 \rightarrow I = 11,87 \text{ A}$$

Desta forma, o cabo terá que ter condutores de pelo menos 1,5mm uma distância máxima de 30m.

Parâmetros e circuitos de proteção de amplificadores

Existem diversas características que distinguem um amplificador de outro. Estes parâmetros constam no manual de cada equipamento. Alguns parâmetros são:

- **Potência RMS de saída** – É a potência média que um amplificador pode entregar em sua saída. Note bem que, os fabricantes apresentam este valor sendo a soma da potência de todos os canais na impedância de 4 ohms, logo a potência por canal, em amplificadores de 2 canais, é a metade deste valor. Em 8 ohms é ainda menor. Consulte sempre o manual para obter estas informações;
- **Distorção harmônica total – THD – Total Harmonic Distortion** – Todo sinal aplicado a entrada de um amplificador ao ser processado sofre uma modificação. Esta modificação chama-se **distorção**. THD é o parâmetro fornecido pelo fabricante informando sobre a quantidade de distorção no sinal que o equipamento oferece. A taxa de distorção harmônica varia com a frequência e com a amplitude do sinal de saída. Amplificadores profissionais oferecem distorções <0,2%, pra uso doméstico <0,1%, para estúdios <0,05% e para amplificadores top de linha <0,02%.
- **Distorção por intermodulação – IMD – Intermodulation Distortion** – É a distorção que ocorre quando dois sinais, com frequências diferentes, são aplicados simultaneamente em um circuito não linear gerando uma modulação, ou seja, surgirão dois novos sinais com frequências iguais a soma e a diferença das frequências dos sinais de entrada.
- **Slew Rate** – Slew Rate é a taxa de variação do sinal de saída de um amplificador por unidade de tempo. Pode-se, ainda, entender a slew rate como a velocidade com que o amplificador consegue fazer variar no tempo sua tensão de saída. Sua unidade é volt/microsegundo (V / μ s).
- **Distorção induzida por Slew Rate - SID – Slew Rate Induced Distortion** - Quando a taxa de variação é muito baixa, os sinais de saída com grande amplitude e alta frequência não são reproduzidos adequadamente em função da incapacidade do amplificador em acompanhar, com a rapidez necessária, estas variações do sinal. Essa inadequação do amplificador causa uma distorção conhecida como distorção induzida por slew rate, que produz agudos ásperos e/ou “raspados”. Quanto maior é a slew rate, maior é a capacidade do amplificador em trabalhar programas com grande faixa dinâmica.
- **Relação Sinal/Ruído** – É o parâmetro que mostra a qualidade do equipamento quanto ao ruído, ou seja, é a relação entre o nível de sinal e o nível de ruído produzido pelo equipamento. Portanto, quanto maior a relação sinal ruído melhor, pois significa que menor índice de interferência, causado pelo ruído, teremos no sinal.
- **Fator de amortecimento – Damping Factor** – É a razão entre a

impedância nominal do alto-falante (ZL) e a impedância de saída do amplificador (ZO). É importante observar que ZO não é a impedância de carga (2W, 4W, 8W, etc.) do amplificador, mas valores mais baixos referentes aos transistores utilizados no circuito de amplificação do equipamento. O Fator de amortecimento é uma relação de impedâncias, e como impedâncias variam com a frequência, podemos entender porque o fator de amortecimento varia com a frequência, diminuindo com altas frequências. Atualmente este parâmetro é expresso normalmente em três frequências 50Hz, 400Hz e 1kHz. Para que um alto-falante reproduza fielmente o sinal enviado pelo amplificador, este deve possuir impedância de saída a mais baixa possível, de forma que o falante “enxergue” um curto-circuito na saída do amplificador, o que impede que o transdutor vibre em sua frequência de ressonância, evitando ruídos inconvenientes. Altos valores do fator de amortecimento são desejados nos projetos dos bons amplificadores. Valores abaixo de 100 são considerados ruins enquanto valores acima de 500 são excelentes. É importante observar que, como função da impedância, o fator de amortecimento é alterado pela adição do componente R (resistência) dos fios que conectam o amplificador às caixas. Cabos de caixas mal dimensionados podem reduzir drasticamente o fator de amortecimento, comprometendo o desempenho do sistema.

- **Carga** – É o valor máximo da impedância da carga (alto-falantes) que o amplificador será capaz de operar sem sofrer danos.
- **Sensibilidade** - Especifica o nível de sinal necessário a um determinado amplificador para que ele consiga elevá-lo a potência nominal na saída do canal deste mesmo amplificador. O amplificador é mais sensível à medida que necessita de menor nível de sinal de entrada para atingir a máxima potência na saída. A sensibilidade é um parâmetro fornecido pelo fabricante e costuma ser expressa em V, dBu ou dBV. Quanto menor o valor da sensibilidade, mais sensível é o amplificador, tornando-o adequado à manipulação de sinais que possuam amplitudes pequenas, como os originados por instrumentos musicais tais como o violão, proporcionando uma reprodução do sinal original rica em detalhes.
- **Resposta de frequência** - Refere-se à capacidade de reprodução de frequência que um determinado equipamento possui. Um amplificador ou outro equipamento processador de áudio deveria ter uma resposta igual, ou o mesmo comportamento em todo o espectro de áudio, ou seja, deveria reproduzir com as mesmas características de magnitude e fase. Em função do espectro de audição humana (20 Hz a 20 kHz), é sempre desejável que a resposta de frequência do amplificador possa atuar nessa faixa de forma plana. Consideramos que uma resposta é plana se a variação em todo o espectro é de 0 a -3 dB (20 Hz a 20 kHz; +0, -3 dB ou 20 Hz a 20 kHz 0/-3 dB).

Os amplificadores disponíveis no mercado terão o valor destes parâmetros muito próximos, desta forma, o resultado sonoro deles serão muito semelhantes. É certo que existem amplificadores de primeiríssima linha no mercado (com custos bem elevados), porém convém dizer que estas diferenças só vão aparecer

se as caixas de som forem de excepcional qualidade e a acústica ambiente também.

Na prática, prefira amplificadores com os valores dos parâmetros acima dentro dos patamares aceitáveis, mas com bons recursos de proteção, principalmente os que tiverem bom custo x benefício.

Tabela de referência para valores de parâmetros aceitáveis

Característica Técnica	Melhor Condição
Classe de Operação	AB para médios e agudos
	H para graves
Potência de Saída	Potência RMS com THD < 1%
Carga	$Z_L = Z_{CARGA} \Rightarrow$ Máxima Transferência de Potência
Resposta de Freqüência	20 Hz a 20 kHz; +0, -3 dB
THD	< 0,2%
Slew Rate	> 25 V / ms
Fator de Amortecimento	> 500
Sensibilidade	Quanto menor, mais sensível

Circuitos de proteção

Um amplificador pode ter as proteções ou avisos que descreveremos abaixo:

OverTemp ou Temp – Proteção térmica – Um amplificador quando utilizado em sua potência máxima, ele vai gerar uma enorme quantidade de calor. Caso o aparelho não seja capaz de dissipar este calor, devido a algum problema, como uma sala fechada e abafada, temperaturas ambiente muito altas, dutos de ventilação obstruídos, etc, ele poderá queimar.

A Proteção térmica desliga o aparelho quando este alcançar níveis de temperatura perigosos, a fim de que ele não seja danificado.

Isso costuma acontecer em amplificadores que não tem ventilação forçada, ou seja, possui apenas dissipadores de calor sem nenhum tipo de ventoinha.

Amplificadores de maior porte, contam com um sistema de ventoinhas (o mercado chama isso de turboventilados), que quando o aparelho chega a um limite de temperatura, entram em funcionamento para forçar a refrigeração do equipamento. Neste tipo de equipamento, convém de tempos em tempos limpar ou trocar o filtro de feltro das ventoinhas a fim de que as passagens de ar não fiquem obstruídas por sujeira, causando o desligamento do equipamento.

Clip ou Clipping – É um circuito que detecta e avisa através de leds que a potencia máxima do aparelho foi alcançada e que acima disso já está acontecendo a distorção do sinal amplificado. Neste caso, o operador deve baixar o volume do atenuador do amplificador ou o Master da mesa de som, evitando assim a distorção e a possível queima dos alto-falantes.

Limiter ou Limitador – É uma evolução do clipping. Após o circuito detectar que a potencia atingiu o máximo, este passará a limitar exatamente como faria um compressor/limitador, evitando a distorção e a queima dos alto-falantes.

OverLoad ou Sobrecarga - Este circuito pode identificar problemas como:

- Entrada de sinal no amplificador com níveis muito elevados de sinal e acima do suportado pelo amplificador. Neste caso, deve-se diminuir sinal através do Master da mesa de som, ou do botão de ganho do equalizador ou compressor, ou ainda através do botão atenuador do amplificador. Se nada for feito, saída do equipamento que está gerando o sinal de nível elevado (mesa de som, equalizador, compressor, etc.) poderá danificar-se.
- Impedância muito baixa nas caixas de som, abaixo do limite mínimo estipulado pelo fabricante. Em geral 4 ohms.
- Curto circuito na saída do amplificador até as caixas de som. Muito comum em cabos com conectores mal soldados , por exemplo.

Rejeição de frequências subsônicas e ultra-sônicas – Este circuito é um filtro passa-faixa na entrada do amplificador que permitirá a passagem de frequências de 20Hz a 20KHz e rejeitará frequências fora desta faixa, como ruídos de baixa frequência da rede elétrica, harmônicos de alta-frequencia ou ruídos de rádio frequência, os quais não serão amplificados.

DC Output – Saída de corrente contínua – É um circuito que detecta níveis de corrente contínua na saída do amplificador, frequentemente causado por algum transistor de saída em curto. Neste caso, ele desligará o amplificador a fim de não queimar as caixas de som.

Delay – Ao ligarmos e desligarmos um amplificador ouvimos um estalo nas caixas de som. Este barulho é oriundo da fonte de alimentação do amplificador que no momento em que é ligada ainda não está pronta para fornecer os níveis de energia requeridos. Se o amplificador for de muita potencia, poderá queimar os alto-falantes. O circuito de delay, mantém a saída do amplificador desligada durante alguns milissegundos, até que o equipamento esteja preparado para trabalhar.

Auto-Ramp ou Rampa Automática – É um circuito muito comum em amplificadores de alta potencia. Esse circuito faz com que o nível do sinal “suba” aos poucos após o amplificador ser ligado, de forma a não assustar as pessoas com um volume muito alto caso o sinal da mesa de som já estiver “aberto”. Protege os alto-falantes também.

Fusível de proteção ou disjuntor – o fusível é também um meio de proteção, apesar de não eletrônico. Amplificadores muito potentes utilizam um **disjuntor** no lugar do fusível. O fusível pode romper-se no caso de uma microfonia muito forte, uma sobretensão, um curto-circuito na saída, impedância baixa, clipping, etc. Nestas situações haverá um excesso de consumo elétrico e neste caso entra em ação o fusível, que se rompe e interrompe o fornecimento de energia para o equipamento.

A maioria dos amplificadores informa, na parte traseira (e todos informam no manual) qual a corrente do fusível para cada tensão de uso (110 ou 220V). Se usarmos um fusível diferente do informado, pode acontecer:

- se o fusível for de amperagem inferior, o fusível queimará antes do amplificador atingir sua potência máxima regular.
- se o fusível for de amperagem superior, o amplificador será danificado, mas o fusível ficará intacto.

É importante destacar que a maioria dos fabricantes configura o aparelho na fábrica para 220V. Isso é feito através da chave seletora de voltagem existente nos aparelhos e com a colocação do fusível recomendado. Só que os fusíveis de 220V tem metade da corrente de ruptura de um para 110V. Então se trocar a chave seletora para 110V, não se esqueça de trocar o fusível também.

Sempre tenha alguns fusíveis de reserva para eventualidades.

Exceto a fonte de alimentação, que é única dentro de um amplificador, os dois canais de um amplificador são totalmente independentes. Um pode queimar-se, e o outro vai continuar trabalhando. Os circuitos de proteção são independentes por canal.

Vista frontal de um amplificador



Podemos ver pela figura:

- O Disjuntor e interruptor para cada canal;
- Os potenciômetros dos atenuadores de entrada dos canais;
- Luzes indicadoras de sinal
- Luzes de proteção TEMP/DC – OVERLOAD – CLIP/LIMIT

Em amplificadores que possuem atenuadores, estes devem ser utilizados sempre no máximo, e o controle de volume deve ser feito através da mesa de som.

Alguns amplificadores não possuem potenciômetros nos atenuadores, mas chaves de seleção que variam de 0dB (potência nominal do amplificador), -3dB (metade da potência do amplificador), -6dB (um quarto da potência do amplificador), -10dB (1 décimo da potência do amplificador).

Existem amplificadores que não possuem controle de atenuadores.

Visão da parte traseira de um amplificador



Neste modelo em particular, podemos notar os bornes para plugues do tipo banana para as saídas dos canais e conectores XLR para a entrada e para a saída de cascadeamento. A saída de cascadeamento possui exatamente o mesmo sinal que entra no amplificador na entrada IN, e serve para enviarmos o sinal para outro equipamento, como um outro amplificador, por exemplo.

Há uma chave de seleção de modo de operação, neste caso, bridge, parallel e stereo.

O controle de atenuação de entrada, é feito através de uma chave seletora, chamada ganho, na parte traseira também, que pode selecionar 20x, 40x e 0dB. E por fim, há uma chave para reversão de polaridade, ou seja o sinal do pino 2 do conector XLR de entrada é invertido com o pino 3.

A forma de ligação das caixas de som tem a ver com a impedância de saída do amplificador, este assunto será tratado quando falarmos sobre as caixas de som.

Dimensionamento de um amplificador

Para dimensionar um amplificador, podemos utilizar uma regra simples, que seria 1W RMS por pessoa dentro do ambiente utilizando caixas de alta

sensibilidade (95dB/W/metro ou mais), as quais devem formar um conjunto de 4 ohms, a fim de utilizar a máxima potência por canal do amplificador.

Esta regra não é infalível, pois o correto dimensionamento dependerá de muitos fatores, como a influência de sons externos, a arquitetura do local, o posicionamento e sensibilidade das caixas de som, etc.

Por exemplo, se em uma Igreja existe a capacidade para 200 pessoas, então pense em um amplificador de pelo menos 200W RMS, ou seja 100W RMS por canal.

Para o retorno dos músicos, recomendamos um outro amplificador, neste caso a potência exigida será menor, algo em torno de 100W RMS resolverá com folgas. Na dúvida, é sempre melhor dimensionar um amplificador um pouco mais potente, afinal, antes sobrar do que faltar.

Existe também a falsa idéia de que um amplificador mais potente melhorará o som. Na verdade, o que se terá é apenas um som ruim mais potente.

Se você quiser um som melhor, leve em consideração todo o conjunto de equipamentos que você possui, **principalmente as caixas de som.**

Conexões entre equipamentos

Quando existem poucos equipamentos a serem ligados, as ligações serão muito simples, porém, quanto maior for o número de equipamentos a serem interligados, mais complexa pode ser a correta conexão entre os dispositivos. O correto é sempre ler o manual e estar familiarizado com os equipamentos disponíveis em sua igreja.

Uma regra bem simples é a chamada regra OUT-IN (Saída -> Entrada).

Observe primeiro o equipamento e verifique o tipo de entrada ou saída.

Microfones possuem apenas uma conexão OUT, logo, devem ser ligados a um dispositivo que possua uma conexão IN, como a mesa de som. Instrumentos musicais devem ser considerados da mesma forma.

Mesas de som possuem conexões IN em seus canais, logo, microfones e instrumentos musicais devem ser ligados nelas. A sessão Master da mesa de som possui uma conexão OUT, a qual será enviada para uma conexão IN de outro equipamento.

Normalmente, o equalizador recebe o sinal da mesa de som através de sua conexão IN e envia o sinal para o compressor, por exemplo, através de sua conexão OUT. O compressor por sua vez, recebe o sinal do equalizador em sua conexão IN e em sua conexão OUT enviará o sinal para a entrada IN do amplificador.

O amplificador recebe o sinal do compressor em sua conexão IN e envia o sinal amplificado em sua conexão OUT para as caixas de som.

As caixas de som, possuem apenas conexões IN, o que finaliza o circuito. Quando não há equalizadores e compressores, liga-se a saída da mesa de som diretamente na entrada do amplificador e deste para as caixas de som.

NUNCA CONECTE AS SAÍDAS DO AMPLIFICADOR EM NENHUM EQUIPAMENTO SOB A PENA DE QUEIMAR A ENTRADA DESTES EQUIPAMENTO.

Mono x Estéreo

Alguém que trabalhe em um estúdio de gravações defenderá as vantagens do efeito estereofônico, inclusive as técnicas de microfonação para conseguir este efeito.

Por outro lado, se você falar com alguém que trabalhe com sonorização ao vivo, mesmo que de grandes eventos, ele dirá que o efeito estéreo é inútil.

Vamos entender primeiro o que é o efeito estereofônico.

O ouvido humano ao ouvir o som de no mínimo 2 direções, ele dará ao cérebro a impressão de que estará envolvido pelo som. Este recurso está presente em CD's de áudio, rádio, cinema, televisão, etc.

Para que se perceba este efeito é necessário que o ouvinte esteja em uma posição que seja possível ouvir as 2 caixas de som com a mesma intensidade, ou seja, deve estar situado em um dos vértices de um triângulo equilátero em relação ao posicionamento das caixas de som, como ilustra a figura abaixo:



Agora imagine um evento com 1000 pessoas e as caixas de som a dezenas de metros uma das outras, desta forma, somente uma pequena fração destas pessoas perceberá o efeito estéreo.

É por este motivo que os eventos ao vivo são monofônicos.

A saída Master de uma mesa de som, neste caso poderá trabalhar com um dos canais destinados ao público que está situado à frente e o outro canal para as caixas no fundo, por exemplo.

Projeção do som

Finalmente chegamos a etapa final de um sistema de sonorização, que é a projeção do som, ou seja, a transformação dos sinais elétricos captados, tratados e amplificados em ondas sonoras.

Nesta etapa estudaremos as caixas de som, ou sonofletores.

Para que hajam ondas sonoras, é necessário que existam vibrações. O alto falante, dispositivos principal dentro de uma caixa de som, cumpre este papel. O alto falante consiste em uma bobina de material condutor envolto em um grande ímã. Esta bobina está ligada a um cone (ou diafragma) de papelão ou

outro material o qual fará o ar em sua volta vibrar em seu ritmo, produzindo assim o som.

As caixas acústicas são formadas por alto-falantes e dimensionadas de forma a produzirem o máximo rendimento no deslocamento do ar e na resposta a frequências.

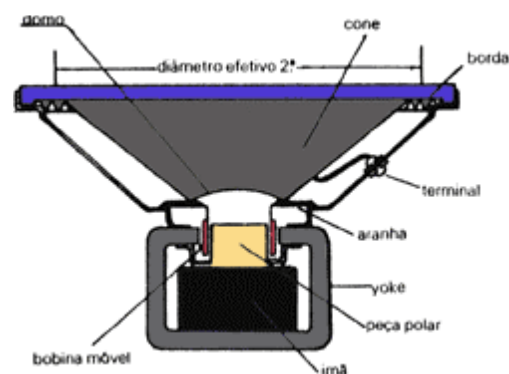
Em um sistema de áudio, as caixas acústicas estão diretamente relacionadas ao som que ouvimos, logo, caixas de boa qualidade terão um enorme impacto na qualidade do som. Caixas de má qualidade não responderão bem a algumas frequências, além de consumirem muita energia para produzirem pouco som.

Os alto falantes são um dos componentes mais caros dentro de um sistema de áudio, pelo seu custo individual e pela quantidade requerida deles.

Alto-Falantes

Os alto-falantes são elementos elétricos que transformam a energia elétrica em sonora. Elementos elétricos que transformam um tipo de energia em outro damos o nome de transdutores.

A figura abaixo ilustra a construção de um alto-falante.



Características técnicas

Resposta de frequência

Assim como existem microfones dedicados a captar determinadas faixas de frequência, os alto-falantes também são feitos para responder melhor determinadas faixas de frequência. Existem alto-falantes dedicados em:

Subgraves – são os subwoofers, em geral sua resposta varia de 20 a 200Hz.

Graves – são woofers, com resposta de 60 a 4KHz.

Médios – são os mid-ranges, com resposta entre 200 e 7KHz.

Agudos – são os tweeters, com resposta entre 4 a 20KHz.

Convém notar que se você ler a especificação de um subwoofer no manual do fabricante estará especificado que sua resposta a frequência será de 20 a 2KHz, enquanto um woofer terá resposta de 60 a 6KHz. Não é porque o alto-falante responde a 2KHz que ele terá bom desempenho nesta frequência, portanto,

convém utilizar os alto-falantes de acordo com a classificação de frequências de resposta que passamos no início deste capítulo, pois nesta faixa de frequências é que eles terão o melhor desempenho.

Existem os alto-falantes chamados full-range, o qual é nada mais que um woofer que tenta responder a uma vasta faixa de frequências, de 100Hz a 10KHz. O desempenho deles em sonorização profissional é péssimo.

Sensibilidade

Está é um parâmetro muito importante em um alto-falante, pois mostra que a partir de qual nível de sinal ele será capaz de produzir som. Quanto menor for este nível de sinal ao produzir a maior pressão sonora, melhor será a sensibilidade do alto-falante. A sensibilidade é medida em dB SPL (pressão sonora) por 1 W RMS á distância de 1m (dB SPL/W/m).

Quanto maior for a sensibilidade, mais som o alto-falante produzirá com níveis baixos de sinal. Alto falantes mais sensíveis são mais “verdes” e eficientes.

Os alto-falantes automotivos não são feitos para sonorização ao vivo. A construção deles é feita para resistência máxima, principalmente para suportar calor. Nessa situação, o alto-falante precisa resistir a condições extremas, e os fabricantes são obrigados a usar materiais mais rígidos, que diminuem a sensibilidade. Um woofer automotivo tem sensibilidade entre 85 dB SPL /W/m (os piores) e 92 dB SPL/W/m (os melhores).

Para sonorização ao vivo, trabalha-se com woofers com sensibilidade entre 90 a até 100 dB SPL/W/m.

Quanto maior esse número, melhor. Menos potência será necessária para o alto-falante conseguir a pressão acústica (volume) desejada. Se estivermos usando alto-falantes de alta sensibilidade, será mais fácil inclusive a escolha dos amplificadores, pois poderemos utilizar aparelhos de menor potência e obter um excelente resultado.

Existem mid-ranges e tweeters de construção semelhante aos woofers, também utilizando o sistema de cones de papel. A maioria deles tem baixa sensibilidade, na casa dos 90 a 95 dB SPL/W/m. Também são de pouca potência, até no máximo 100W RMS.

Os fabricantes investem muito em alto-falantes do tipo driver, que usam uma corneta para melhorar a sensibilidade. Esses alto-falantes, exclusivos para médios e agudos, conseguem altíssimos níveis de sensibilidade, entre 105 e 115 dB SPL/W/m. Os super-tweeters são um tipo de driver. A maioria tem potência bem pequena, raramente ultrapassando 50W RMS, mas a altíssima sensibilidade compensa isso.



Um super-tweeter e um driver de médios sem a corneta

Potência

Cada alto-falante é desenvolvido para suportar um limite de corrente elétrica e isto tem a ver com a bitola do fio de sua bobina. Esta corrente máxima, possui influência direta na potência que o dispositivo poderá suportar. Convém lembrar que, esta potência é a potência média, porém o dispositivo poderá suportar picos de potência maiores desde que por breves momentos.

Impedância

Impedância é a oposição que a bobina do alto-falante oferece a passagem da corrente elétrica. Os alto-falantes para sonorização profissional possuem impedâncias de 4 e 8 ohms. Este é um assunto muito importante, pois a escolha ou a associação errada de alto-falantes ou caixas de som, poderá gerar grandes perdas de potência no amplificador e até mesmo queimá-lo. Será dedicada uma parte deste material para a discussão deste assunto.

Caixas acústicas

As caixas acústicas possuem diversas características que estão diretamente relacionadas ao alto-falante que utilizam. Vejamos:

Resposta a frequência

Uma caixa de som de qualidade precisa responder o mais próximo possível do espectro audível. Devido ao fato de que os cada tipo de alto falante é capaz de responder a uma determinada faixa de frequências, então, deve-se utilizar vários tipos de alto-falantes em uma caixa de som.

Na década de 90, as caixas de som de boa qualidade vinham com 3 alto-falantes: woofer, tweeter, mid-range. As caixas de som de menor qualidade, as quais existem até os dias de hoje, vinham apenas com 2: woofer e tweeter. Isso sacrifica a resposta dos médios e ainda que os woofers consigam reproduzir os médio-graves, os médios-agudos ficam muito prejudicados.



Antiga caixa de 3 vias

Do ano 2000 em diante, surgiu um novo tipo de alto-falante, o chamado driver de titânio, o qual é capaz de reproduzir bem os médios e agudos e, um só alto-falante e hoje as caixas de 2 vias são as mais comuns (woofer e driver de titânio).



Caixa de 2 vias moderna

A partir de 2000 também, começaram a se popularizar os subwoofers, específicos para a reprodução dos subgraves. Passou a ser comum encontrar sistemas com várias caixas acústicas de 2 vias com drivers titânio e alguns poucos subwoofers, para dar “peso”. As caixas de som continuaram tendo woofers, até 15”, respondendo bem até 60Hz, às vezes até 40Hz, mas abaixo disso o subwoofer reina, como um componente independente, alguns até com amplificação própria.

Sensibilidade

A sensibilidade de uma caixa de som é medida, pela sensibilidade do woofer. Ao montar sua própria caixa de som, escolha o melhor woofer possível, o que tenha a mais alta sensibilidade.

Se usarmos woofer de 90 dB de sensibilidade com um driver de 105 dB de sensibilidade, a caixa de som resultante terá muito mais agudo do que grave. É necessário acrescentar um elemento eletrônico chamado resistor, para aumentar a impedância do driver, que passará a falar menos, igualando as sensibilidades de agudos com a de graves. Uma outra consequência do uso do resistor é que ele gastará uma parcela da energia na forma de calor, fazendo com que o driver de pouca potência possa ser usado em sistemas de alta potência.

Quanto à potência, existe uma norma ABNT, a NBR 10313, que tem os cálculos para especificar a potência de uma caixa de som. Ela deve ser dada sempre em Watts RMS. A escolha de uma caixa não deve ser feita somente pela sua potência, mas pela sua potência e sensibilidade. Não adianta ter um valor alto de uma coisa e não de outra.

Se você desmontar uma caixa, se surpreenderá ao encontrar, talvez, um driver de 115 dB SPL/W/m de 50W ligado a um woofer de 100 dB SPL/W/m, com 500 W de potência. Como pode um woofer tão forte com um driver com 1/10 da sua potência?

O driver tem muito menos potência, mas a sua alta sensibilidade exigirá um resistor para que a resposta da caixa seja mais igualitária (linear), fazendo que o driver fale tanto quanto o woofer. O resistor necessário para tornar a sensibilidade do driver semelhante do woofer (-15dB) gastará a energia em excesso, como se o driver também suportasse 500W.

Linearidade ou equilíbrio tonal

Já explicamos que uma caixa tem diversos tipos de alto-falantes, cada um deles com potência, resposta de frequência e sensibilidade diferentes uns dos outros.

O papel de um bom projetista de caixa de som é combinar essas características e construir uma caixa acústica com resposta de frequência o mais linear possível, sem que uma frequência fique sobrando em relação à outra. Isso é muito mais que uma simples escolha de alto-falantes, tem a ver com os circuitos que vão dividir o som em faixas de frequências – o **crossover** - para que cada falante só receba o que lhe for específico, e até mesmo características de construção da caixa em si (a madeira, o duto, volume, dimensões, etc).

Caixas acústicas podem ser montadas facilmente, mas os testes necessários para encontrar um bom equilíbrio no conjunto das partes somente os grandes fabricantes têm condições de fazer, devido aos altos custos de laboratório.

O problema de comprar caixas de marca é que elas são muito caras.

A maioria das pessoas manda “copiar” e tenta construir no mesmo formato e com alto-falantes próximos aos usados nos modelos de marca. Os resultados são duvidosos.

Impedância das caixas de som

Existem caixas de som com impedâncias de 4, 6, 8, 16 e até 32ohms, de acordo com as características dos alto-falantes que as compõe. Em sonorização profissional, utilizam-se caixas de 4 e 8 ohms.

As caixas de som podem ser associadas, ou seja, podemos utilizar várias caixas ligadas a um canal de um amplificador. O número de caixas será sempre uma potência de 2, variando de 4 a 8 em sonorização profissional a até 64 ou 128, em sonorização de um pequeno shopping.

Apesar de podermos utilizar dezenas, até centenas de caixas de som em um amplificador, essa ligação não pode ser feita de qualquer modo. Ela precisa respeitar uma impedância mínima por canal do amplificador. A maioria dos amplificadores de potência aceita 4Ω como impedância mínima por canal, e alguns modelos de altíssima potência trabalham com 2Ω de impedância mínima.

A impedância também tem a ver com a potência máxima alcançada por um amplificador.

Se um amplificador entrega 100W por canal em 4Ω de impedância, entregará um valor próximo à metade (50W) quando a impedância for 8Ω .

Se tivermos um amplificador de 1.000W de potência máxima em 2Ω , em 4Ω sua potência será de 500W e em 8Ω sua potência será de 250W, e em 16Ω sua potência será de apenas 125W. Por outro lado, se um amplificador aceita impedância mínima de 4Ω por canal, e lhe for ligado um conjunto de caixas de 2Ω , o amplificador “tentará” dobrar sua potência, e como não está preparado para isso, queimará.

Obviamente, a impedância das caixas precisa ser levada em consideração quando se escolhe um amplificador, ou a escolha das caixas deverá levar em consideração a impedância mínima do amplificador.

Quando temos caixas de som idênticas associadas entre si, a potência do amplificador será dividida igualmente para todas as caixas associadas.

Não se deve associar caixas de som de impedâncias distintas.

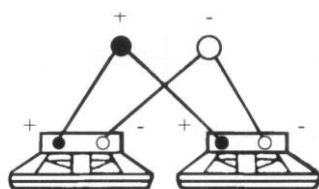
Associação de caixas de som

Considerando caixas de mesma impedância e um amplificador com impedância mínima de 4Ω , teremos:

Ligação em paralelo - na ligação das caixas ao amplificador, juntamos os fios de cada caixa, positivo com positivo e negativo com negativo. A impedância resultante será a metade da impedância de uma das caixas.

$8\Omega + 8\Omega$ em paralelo = 4Ω . Aproveita 100% da potência de um amplificador de 4Ω .

$4\Omega + 4\Omega$ em paralelo = 2Ω . Queima o amplificador.



Ligação Paralela

Ligação em série - na ligação das caixas, o fio positivo que sai do amplificador é ligado na entrada positiva da primeira caixa. O fio negativo desta é ligado à entrada positiva da segunda caixa, e o fio negativo da segunda caixa é ligado ao conector negativo do amplificador.

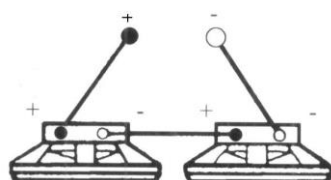
Complicado de descrever, fácil de fazer. A impedância resultante será a soma das impedâncias das caixas de som associadas.

$8\Omega + 8\Omega = 16\Omega$. Só aproveitamos 25% da potência do amplificador de 4Ω

$4\Omega + 4\Omega = 8\Omega$. Só aproveitamos 50% da potência do amplificador de 4Ω

A desvantagem é que se um dos alto-falantes queimar, todo o sistema irá parar de funcionar.

Mas isso é raro de acontecer, já que a potência é dividida entre as caixas.



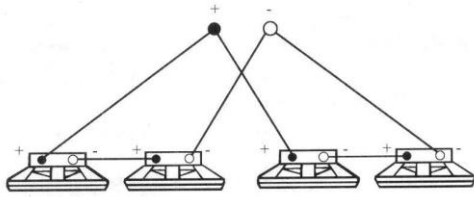
Ligação em série

Ligação em série e paralelo - é uma mistura dos sistemas, utilizada quando queremos interligar 4 ou mais caixas em um único canal do amplificador.

Exemplos:

$(8\Omega + 8\Omega$ em paralelo = $4\Omega) + (8\Omega + 8\Omega$ em paralelo = $4\Omega)$ ligados em série = 8Ω

$(4\Omega + 4\Omega \text{ em paralelo} = 2\Omega) + (4\Omega + 4\Omega \text{ em paralelo} = 2\Omega) \text{ ligados em série} = 4\Omega$
 $(8\Omega + 8\Omega \text{ em série} = 16\Omega) + (8\Omega + 8\Omega \text{ em série} = 16\Omega) \text{ ligados em paralelo} = 8\Omega$
 $(4\Omega + 4\Omega \text{ em série} = 8\Omega) + (4\Omega + 4\Omega \text{ em série} = 8\Omega) \text{ ligados em paralelo} = 4\Omega$



Ligação em série- paralelo

Se você for montando várias associações dessas, poderá chegar a um número muito grande de sonofletores.

O ideal é conseguir que cada canal do amplificador seja ligado na impedância mínima possível, quando então será possível aproveitar toda a potência disponível. Por isso o técnico deve conhecer as impedâncias das caixas, e saber associá-las. A impedância também deve levar em conta os cabos de ligação, principalmente quando são muito grandes. A impedância pode ser medida com um multímetro.

Como já explicamos, o uso de associação envolve sempre um número em potência de 2 (2,4, 8, 16...). Caso tenhamos 6 caixas, por exemplo, serão necessários dois amplificadores.

Muitas caixas acústicas profissionais vêm montadas com várias entradas. Por exemplo, dois conectores XLR (macho e fêmea) ou dois conectores P10 fêmeas, ou um P10 e um XLR. Esses conectores são ligados todos em paralelo, permitindo a ligação de uma caixa em outra, de modo mais rápido e fácil que passar os cabos das caixas até o amplificador.

Dica prática: amplificadores com conectores P10, como o DBK 720, apresentam dois conectores para caixas em cada canal. Esses conectores estão em paralelo internamente. A impedância mínima por canal continua sendo de 4Ω , o que nos permite as seguintes formas de ligação por canal:

- 2 caixas de 8Ω , uma em cada conexão para caixa de som. Como as conexões estão em paralelo, a impedância resultante será de 4Ω e a potência será máxima.
- 1 única caixa de 4Ω , com impedância total de 4Ω e a potência será máxima.
- 2 caixas de 4Ω resultarão em impedância de 2Ω , a luz de Overload acenderá e o amplificador poderá queimar

Já os amplificadores com conectores banana em geral só têm um conector por canal, já prevendo que o técnico utilizará esquemas de ligação em série/paralelo.

Posicionamento das caixas de som

Quando falamos sobre frequências, vemos que o som se espalha de maneira diferente para cada tipo de frequência. Sons graves são omnidirecionais, enquanto os agudos são extremamente direcionais. Os fabricantes tentam minimizar este problema utilizando cornetas que espalham os médio-agudos e agudos por uma área maior.

Vários fabricantes disponibilizam uma especificação chamada de dispersão ou cobertura. Trata-se de uma medida de graus horizontais e verticais. Por exemplo, uma caixa com cobertura 90° por 40° irá se espalhar horizontalmente a 90° e verticalmente a 40° , ao sairmos desta área, a resposta a frequência cairá.

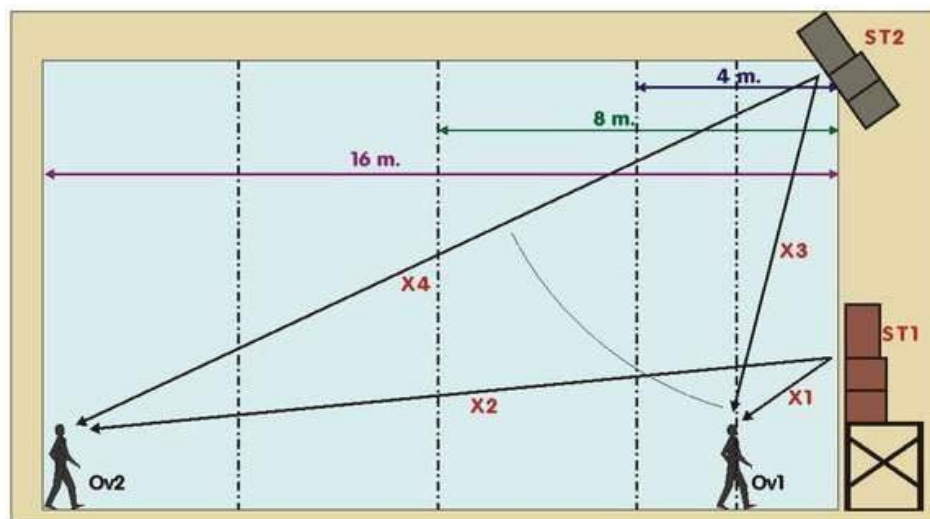
Este aspecto deverá ser levado em consideração quando posicionarmos as caixas de som, além do fato de que não devem haver obstáculos entre os ouvintes e a caixa de som.

Convém lembrar também que as altas frequências são absorvidas pelas roupas. É por este motivo que grande parte das caixas de som são posicionadas acima das pessoas.

Em ambientes anexos, estes devem ser atendido por ao menos uma caixa de som, pois os sons agudos não chegarão até eles. É interessante que estejam em um canal diferente do amplificador, a fim de que tenhamos um controle de volume independente para ela.

A falta de uma caixa de som para pessoas em determinadas posições pode criar uma zona que não tenha cobertura de nenhuma caixa de som, neste caso, as pessoas ouvirão apenas reverberações e reflexões, as quais são normalmente de graves, que não terão inteligibilidade alguma devido a falta dos agudos e médio agudos.

É importante também que o operador de som esteja localizado em uma região em que escute o mesmo som que as pessoas no ambiente escutam, ao menos de uma caixa de som.



Caixas de som instalada no teto x Caixa de som frontal

Com caixas de som instaladas na posição ST1, a diferença entre X1 e X2 é muito grande. Para o som no Ouvinte 2 estar bom, o Ouvinte 1 vai reclamar que está muito alto. Ou quando o som para o Ouvinte 01 estiver bom, o som lá atrás estará muito baixo. Esses problemas podem ser minimizados com a instalação de mais caixas de som ao longo do comprimento do local, de

forma que a diferença entre as distâncias de quem está perto (X1) e longe (X2) das caixas seja pequena.

Note também que as caixas em ST1 ficam em posição mais alta, para não haver absorção das altas frequências pelas roupas das pessoas.

Já com o uso de caixas em sistema fixado no teto, a diferença entre X3 e X4 é bem menor, e o som estará com pouca diferença de volume entre o Ouvinte 2 e o Ouvinte 1. Essa posição é muito mais interessante, pois usa menos caixas e menos amplificadores que seria necessário com as caixas ao longo do comprimento.

Caixas de som em sistema de cluster central (várias caixas juntas, em uma única posição central) têm grandes benefícios, ao interferir menos na acústica do lugar.



Cluster central, um conjunto de caixas fixadas no teto, e cada uma aponta para uma região diferente do ambiente



Cluster de caixas de 2 vias (woofers + driver de titânio). As caixas bem juntas soam como uma só.

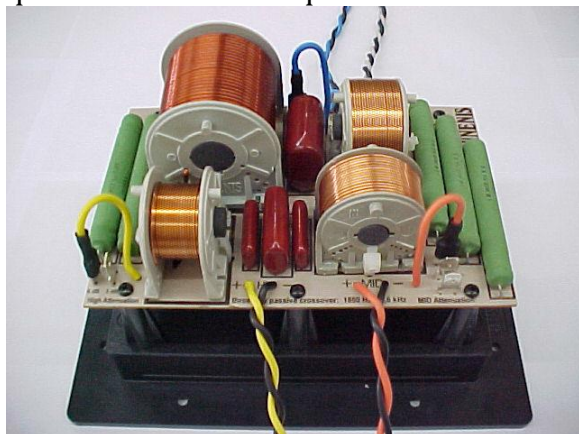
Crossovers ativos e passivos

As caixas de som, além de um bom projeto, alto-falantes de boa qualidade, boas soldas, etc, necessitam de um bom divisor de frequências - o crossover.

O crossover é um filtro que divide o sinal elétrico por faixas de frequência e envia a faixa de frequência certa para o tipo de alto-falante especializado nesta frequência. Em resumo, com o crossover, cada alto falante receberá apenas o

signal que ele é capaz de responder com qualidade, dissipando menos potencia e produzindo um som de melhor qualidade.

O crossover possui um filtro chamado passa-baixas que envia as baixas frequências (graves) para os woofers, passa-médios que envia os sons de média frequência para os mid-ranges e passa-altas que envia os sons de alta-freqüencia (agudos) para os tweeters, isso em caixas de 3 vias. Para caixas de 2 vias, haverão apenas 2 filtros, o passa-baixas e passa-médias e agudas. Caixas de som de boa qualidade possuem divisores de frequência de boa qualidade, enquanto caixas mais baratas possuem apenas alguns capacitores, que filtram com uma qualidade bem inferior.



Divisor de frequência de 3 vias

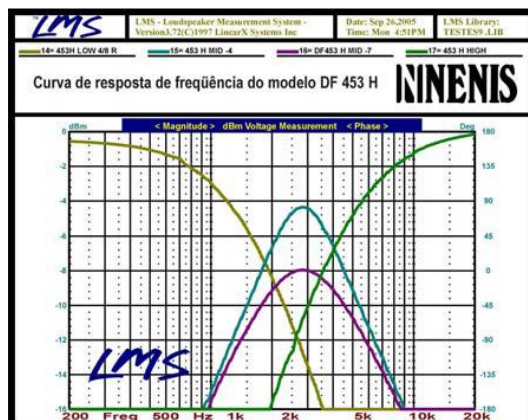


Gráfico de resposta do filtro de frequências.

Os divisores de frequência que se situam dentro das caixas de som, são chamados de passivos, como é o exemplo do representado na figura acima. São chamados assim por não possuírem alimentação externa.

Existem também os crossovers ativos, os quais necessitam de energia para funcionar, os quais normalmente são aparelhos eletrônicos que estão situados logo antes dos amplificadores.

Os crossovers ativos são utilizados em grandes eventos, que utilizam ao invés de caixas de som com vários falantes, caixas com um único tipo de alto-falante. Estas caixas são associadas somente com as suas semelhantes, tweeters com tweeters, woofers com woofers, etc. O sinal dividido pelo crossover ativo em 4 vias e é então enviado para 4 amplificadores distintos e só então é enviado para

o grupo dos sub-woofers, woofers, mid-ranges e tweeters, cada um recebendo a frequência adequada ao seu funcionamento.

Os amplificadores mais potentes receberão as frequências sub-graves e graves que serão enviadas aos sub-woofers e woofers, os de média potência receberão o sinal de média frequência, os quais serão enviados para os mid-ranges e os de mais baixa potência serão responsáveis pelo sons de mais alta frequência, os quais serão enviados para os tweeters. Este esquema segue a sensibilidade das caixas de som.

Neste tipo de ligação, a resposta das caixas de som será a mais linear possível, pois as diferentes sensibilidades das caixas de som compensarão as diferentes potências sobre elas.



Crossover ativo da Ciclotron modelo CPX2341SG

Queima de alto-falantes

Um alto poderá ser danificado se, uma das situações abaixo ocorrerem:

Distorção excessiva – Ocorre quando o nível de sinal que entra no amplificador é muito alto e o aparelho tentará amplificá-lo. O resultado não será som, mas distorção. Isso é o clipping, logo, não deixe o amplificador trabalhar com esta luz acesa. A solução é abaixar o volume da mesa de som, do equalizador ou compressor, ou seja, o dispositivo que estiver alimentando de sinal o amplificador. Como vimos, existem amplificadores com circuitos limitadores, o que também é muito bem vindo.

A clippagem ocorre também com os estalos vindos de cabos de sinal ruins ou com a queda de microfones. O som produzido por estes eventos são amplificados e podem queimar as caixas de som.

Potência excessiva – Se aplicarmos uma potência de 60W RMS em um alto-falante de 50W RMS, ele queimará. Convém notar que um alto-falante de 50W RMS até suporta uma potência de 100W de pico, que alguns chamam de potência musical, mas só por alguns segundos no máximo. A solução é trabalhar com os atenuadores dos amplificadores em um nível próximo a potência das caixas de som.

Frequência inadequada – Como já discutimos, cada alto-falante é criado para responder a uma faixa de frequência, e deve receber somente este tipo de sinal. Quando, por exemplo, utilizamos um tweeter para receber sons graves, o mesmo não conseguirá responder a esta frequência e a frequência que ele não conseguir usar para vibrar o seu cone, será transformada em calor em sua bobina, fazendo-

o queimar. Alguns amplificadores possuem filtros infra-sônicos (menores que 20Hz) e ultra-sônicos (maiores que 20KHz). A solução para este problema é a utilização de crossovers ativos ou passivos.

Relação de Potência RMS x Sensibilidade da Caixa de som

Como comentamos anteriormente, a sensibilidade de uma caixa de som é um fator tão importante quanto a sua potência. Veja abaixo um gráfico comparativo entre 2 caixas de som, uma delas com sensibilidade de 92 dB SPL/W/m e outra com 101 dB SPL/W/m:

Potência (W rms)	Caixa 1 – 92dB SPL/W/m	Caixa 2 – 101dB SPL/W/m
1W	92	101
2W	95	104
4W	98	107
8W	101	110
16W	104	113
32W	107	116
64W	110	119 - limiar da dor
128W	113	
256W	116	
512W	119 - limiar da dor	

Repare que para a caixa de maior sensibilidade foi necessário 8 vezes menos potência para alcançar a mesma pressão sonora da caixa com menor sensibilidade.

Caixas ativas

Caixas ativas são aquelas que já vêm com um amplificador embutido.

A vantagem da utilização deste tipo de caixa é que não existem perdas de potência por conta da bitola dos fios e nem a desvantagem de termos que encaixar fios grossos na saída dos amplificadores.

Alguns modelos possuem entrada em linha e para microfones, além de ajustes de volume e até mesmo equalização independentes.

Alguns modelos possuem uma conexão para ligar uma caixa de som idêntica, porém passiva para formar assim um par. A potência máxima do amplificador interno será alcançada com o par.



Painel traseiro da caixa ativa de 15" Bi-amplificada de 2 vias JBL Eon 515-XT de 625Wrms

Comprando uma caixa de som

Existem tantos parâmetros envolvidos na construção de uma caixa de som que recomendamos a compra de uma caixa já montada de algum fabricante de confiança.

Caixas das marcas Alto, Behringer, Mackie, Yamaha, Selenium, JBL e Yorkville são excelentes, porém bastante caras.

Dentro das marcas nacionais podemos destacar a Ciclotron, Antera, Oneal, Staner, Attack, além de outras marcas. A maioria dos bons fabricantes colocam a especificação de potência, sensibilidade, resposta de frequência, etc, no manual do produto.

Algumas oficinas montam caixas de som que são cópias de alguns modelos de marcas consagradas no mercado, ou até mesmo projetam suas próprias caixas, porém o resultado nem sempre é sequer razoável, embora o custo seja até metade do de uma marca de qualidade.

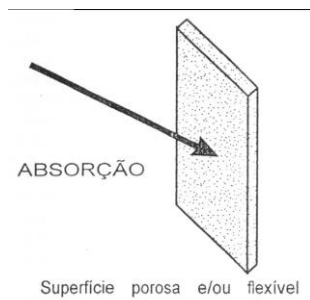
Por fim, deve-se comprar a caixa de som apropriada para seu uso se, for ligar um contrabaixo, no mínimo ela deverá conter alto-falantes de 15". Se for para teclado e voz, uma de 10" será suficiente. Caso seja para todas as situações anteriores, é melhor comprar uma que atenda todos estes requisitos.

Acústica

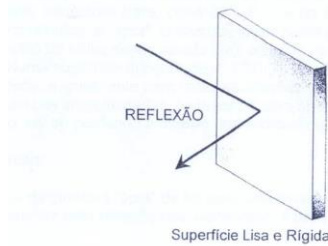
Acústica é o estudo da interação do som em um ambiente. Existem alguns fenômenos acústicos que podem acontecer em qualquer lugar, os quais são:

Absorção – Quando o som se depara com uma superfície porosa ou flexível, ele será amortecido e desaparecerá.

As frequências agudas são facilmente absorvidas, enquanto as graves são de difícil absorção.

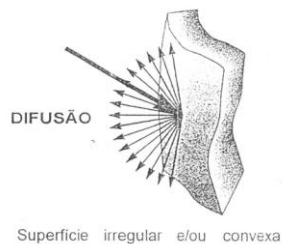


Reflexão – O som ao se deparar com uma superfície lisa e rígida será refletido com a mesma intensidade e ângulo com que incidiu.



Todas as frequências podem ser refletidas.

Difusão – Quando o som incide em uma superfície irregular, ele será espalhado em várias direções com intensidades menores.



Reverberação - Reverberação é a tendência do som continuar mesmo após a fonte sonora cessar. É causada pelas várias reflexões e difusões das ondas sonoras pelo ambiente, as quais chegam ao ouvido em intervalos de tempo ligeiramente diferentes.

Este fenômeno depende do tamanho, da forma, dos materiais empregados na construção e acabamento de um local e da frequência sonora.

Existem situações que adicionamos um efeito de reverberação (algumas mesas de som possuem este efeito) a fim de encorparmos mais o som, desta forma o ouvinte terá a impressão de estar em um ginásio, por exemplo, mas não existem equipamentos que possam reduzir a reverberação, pois é um fenômeno físico da interação do som com o ambiente. Este processo só pode ser feito revestindo-se o ambiente com material absorvente.

Materiais absorventes e não absorventes

Materiais absorventes podem ser a espuma e tecidos de um modo geral, porém absorvem melhor os sons agudos e médios-agudos que graves. Por exemplo, uma espuma de 3cm absorverá praticamente todos os agudos, enquanto uma de 10cm absorverá bem os médios, e uma de 30cm de espessura absorverá os

graves. Os valores são uma referência, mas dependem não apenas da espessura, mas também da densidade da espuma envolvida.

Desta forma, a presença de cortinas, roupas, tapetes, quadros e carpetes diminuem a reverberação e melhoram a acústica de um ambiente, porém a existência de superfícies lisas, como pisos esmaltados, vidros, granitos, mármore e ferro são superfícies altamente refletoras e aumentam a reverberação.

A forma de construção e a arquitetura também tem uma grande influência na reverberação, pois janelas e saídas de ar ajudam a diminuir a reverberação, porque o som sai e não é refletido. Um teto alto ou com telhas de cerâmica também ajuda a diminuir muito este efeito, no caso das telhas devido a sua irregularidade, além da cerâmica ser porosa.

Tetos baixos, lajes, forros de madeira ou PVC, telhas de fibra de cimento ou zinco (muito usadas em ginásios e quadras), são grandes fontes de reverberação.

Dicas para diminuir o efeito da reverberação

- Frequências graves são as que mais dão problema, então corte tudo abaixo de 100Hz no equalizador. Diminua tudo o que for possível em graves, desde que não afete muito a qualidade geral.
- Quanto maior for a reverberação, menor deve ser o volume de som. Menos som, menos reverberação.
- O posicionamento das caixas de som terá grande influência na acústica. Não devem ficar voltadas para superfícies lisas. Uma caixa não deve estar virada para uma parede, por exemplo, mas sim para o público.
- Quanto menos público no templo, mais reverberação e menor deve ser o volume. Quanto mais público, menos reverberação e o volume poderá ser maior.
- Insista o possível na contratação de um especialista no assunto. Por melhor que sejam os equipamentos, alguns problemas só são resolvidos com soluções acústicas.

O que se espera do operador de som

Não adianta nada termos os equipamentos de áudio mais modernos e cheios de recursos fabulosos se o operador não estiver familiarizado com ele. É obrigação do operador de som conhecer os equipamentos à sua disposição.

Além de tudo, o operador deve estar atento a tudo. É muito comum quando visitamos algumas igrejas notarmos o operador de som envolvido em conversas, acessando facebook no celular, navegando na Internet, etc, enquanto o culto está acontecendo.

Operar o som é um ministério como qualquer outro dentro da Igreja, então o operador de som deve participar ativamente dos cultos e ter uma vida consagrada a Deus, a fim de que cumpra bem o seu importante papel dentro da Igreja.

É seu dever chegar com antecedências aos eventos aos quais foi escalado, participar dos ensaios, etc.

Deve zelar e manter limpos os equipamentos e o ambiente a sua disposição.

Não permitir que outras pessoas fora da equipe de som mexam nos equipamentos e prestar atenção em pessoas estranhas próximas dos equipamentos.

Deve aceitar playbacks somente se forem solicitados antes dos cultos.
Recolher os equipamentos e conferir o seu funcionamento e se não está faltando nenhum, e guarda-los nos locais apropriados.

Bibliografia

Curso completo de sonorização ao vivo para Igrejas -

http://www.somaovivo.org/downloads/curso_completo_de_sonizacao_ao_vivo.pdf - acessado em 02/12/2014

<http://www.somaovivo.mus.br>

<http://www.ciclotron.com.br>

http://www.qgdaluz.com.br/Apostilas_e_Cursos_de_Audio_Profissional/Manual_de_Som_Profissional.pdf