

Veículo: Áudio Reporter

Contato: Diego Moreno

Tema: Otimização de Sistemas de Sonorização Ambiente – Uma visão muito superficial

Novembro de 2012

Denio Costa

Estou escrevendo um livro cujo título temporário é; DEPENDE. Cheguei à conclusão de que é a palavra mais usada em áudio. São tantas as variáveis que cada pergunta geralmente nos remete a diversas respostas. Nem sempre um sim ou não é possível de ser dado. Espero terminar o livro ainda em vida!!

Otimizar um sistema de sonorização ambiente é fazer com que ele apresente o melhor desempenho possível na resposta em frequências. Algo que, a princípio, parece ser muito simples. Mas nem tudo é o que parece ser.

Coloco desta maneira simplista, considerando apenas a resposta em frequência, por que uma boa resposta depende de muitas variáveis, entre elas; fase, escolha dos filtros HPF e LPF, estrutura de ganhos, desempenho eletro-acústico dos elementos que compõem o sistema, projeto das caixas acústicas onde estes elementos são utilizados, equalizações individuais e dos blocos, ajuste de limiters, disposição física das caixas acústicas no ambiente (distância, altura, inclinação, acoplamentos), considerações quanto aos comprimentos de onda, oitavas, décadas, umidade, temperatura, gerenciadores, amplificadores, cabeamento etc.

Um dos fatores mais relevantes em um sistema de sonorização ambiente é a consistência. Um sistema precisa ter um desempenho consistente a cada dia de uso. Um sistema que se comporta de maneira muito distinta a cada aplicação é um sistema não muito confiável.

Lembrando que não se equaliza a sala e sim o sistema. Uma sala ruim, será sempre uma sala ruim, antes ou depois da otimização do sistema.

O espectro de frequências considerado como útil para o sistema auditivo humano compreende, teoricamente, a faixa de 20 a 20.000Hz. São três décadas, de 20 a 200, de 200 a 2.000 e de 2.000 a 20.000Hz. Podemos dizer que a década mais técnica é a de 200 a 2000Hz, que compreende a região central do espectro onde atuam as vozes e é responsável pela inteligibilidade do sistema. Os reprodutores desta região precisam ser muito consistentes, eficientes e claros. As décadas extremas são mais artísticas e não atuam na inteligibilidade de um sistema.

É muito importante, antes da instalação das caixas acústicas, fazer um estudo da montagem física do sistema no ambiente e, se possível, utilizar as planilhas de alinhamento mecânico do fabricante. Estas planilhas auxiliam na definição da altura e ângulo do bumper, em relação ao piso, e ângulo entre as caixas acústicas, sempre considerando o eixo gravitacional do bloco. Fabricantes sérios desenvolvem planilhas que são muito eficientes. Alguns fabricantes contratam

pessoas de design gráfico para desenvolver as suas. Certamente não estou considerando este último caso.

O eixo das caixas acústicas, geralmente, apresentam o maior nível de pressão sonora. Este eixo deve estar direcionado para o ponto mais distante onde esta caixa irá cobrir. Assim, consideramos as perdas pela lei do inverso quadrado e temos maior equilíbrio na distribuição da pressão sonora no ambiente.

Outro fator importante é a polaridade dos transdutores (alto falantes, drivers, tweeters). Atentar para o fato da existência da polaridade absoluta e relativa.

A polaridade absoluta é aquela medida em cada elemento. Para tanto deve-se utilizar um medidor de polaridade. Não é prático checarmos as polaridades utilizando pilhas ou baterias, tanto dos elementos de altas frequências como nos elementos de baixa frequência (alto falantes), enclausurados em cornetas dobradas, por exemplo. Ao se usar pilhas ou baterias não estão sendo considerados outros elementos que podem afetar a medição como cabos, conectores, amplificadores etc. Existem diversos tipos de medidores. Podemos encontrar hardwares (geradores e medidores), softwares e até mesmo medidores em que o sinal a ser utilizado para a medição pode ser um arquivo armazenado em um disco, computador, pen drive etc.

A polaridade relativa considera as inversões entre os elementos da mesma ou de outras vias. Não se assuste se algum dia encontrar um determinado modelo de caixa em que, por exemplo, os drivers apresentam polaridade inversa aos alto falantes. Isto é comum. Mesmo porque a polaridade mede apenas relações de  $180^\circ$ . O medidor pode entender que um desvio de  $40^\circ$  não é uma inversão de polaridade, apesar de haver um desvio de fase. Ou mesmo que um desvio de  $97^\circ$  é uma inversão.

O que é importante então? O importante é garantir que todos os elementos de uma determinada via estejam com a mesma polaridade absoluta. Todos os alto falantes dos graves devem apresentar a mesma polaridade entre si (exceto em configurações especiais como cardioide e outros), o mesmo entre os drivers e entre os tweeters. A polaridade relativa deverá ser verificada durante o alinhamento de fase, medindo-se com um software baseado em FFT.

Qual é a curva básica que se busca durante o alinhamento do sistema e a que se mede durante o show? Durante o alinhamento do sistema utilizamos sinais conhecidos para facilitar as interpretações. Um dos sinais mais utilizados é o ruído rosa (pink noise). Este sinal é muito utilizado por que, além de ser bem conhecido, é um sinal plano. A partir de um sinal plano é fácil entender as variações que ocorrem neste sinal. Se utilizássemos um sinal complexo seria muito mais difícil a interpretação dos sinais medidos.

O ruído rosa apresenta a mesma energia por oitava em todo o espectro de áudio. Claro que pode-se alinhar um sistema usando diversos sinais até mesmo música mas esta música precisa ter amplo espectro sonoro, senão parte deste espectro não poderá ser analisado.

Um dos resultados que se busca no alinhamento de um sistema é uma curva, relativamente, plana em todo o espectro. Sempre priorizando a redução dos picos das frequências e não o aumento do nível dos vales. Porém durante a utilização do sistema (durante o show), já na mixagem, deve-se buscar como resultado umas das curvas de audibilidade de Fletcher & Munson (1933) ou mesmo as revisadas por Robinson & Dadson (1956) ou Yôiti Suzuki (1983). Estou considerando um programa musical com ampla resposta em frequência. Não faz sentido buscar elevados níveis de pressão sonora nos subgraves para uma apresentação de voz e violão.

O interessante é que dois sistemas com curvas de resposta em frequência parecidas não apresentam a mesma sonoridade. Observo que os fabricantes de bons sistemas trabalham mais no desenvolvimento dos transdutores e menos nos ajustes eletrônicos. Uma das variáveis no resultado é o timbre.

A diretividade de um sistema é outro fator muito relevante. São poucos os sistemas de vertical array que apresentam controle de diretividade em frequências mais baixas. Cada faixa de frequências apresenta um diagrama polar distinto. Assim sendo, pode-se prever que ao aumentar o número de elementos em um arranjo haverá maior ganho em determinadas frequências e menor em outras. Os graves tendem a ter dispersão quase omnidirecional e os agudos, em função dos guias de ondas, são muito diretos. Um arranjo com estas características apresentará um ganho nas baixas frequências, proporcional ao número de elementos empilhados. É o resultado do acoplamento acústico.

Faça arranjos com caixas que sejam projetadas para este fim (uso em arranjos). As interações podem prejudicar bastante a resposta de um sistema.

Atente ao posicionamento do sistema. Reflexões em paredes e tetos devem ser evitadas. Há limites para compensações no sistema, principalmente quando os problemas são físicos e não eletro-acústicos.

Os filtros utilizados nos crossovers são recursos muito úteis na otimização de um sistema. Devemos ficar atentos quanto aos parâmetros já que o ajuste de fase na região de crossover é o resultado da combinação das respostas mecânica, acústica e elétrica do sistema. O fato de se utilizar um filtro em uma determinada frequência não garante que o transdutor irá reproduzir exatamente esta faixa. Pode-se fazer um filtro passa altas em 100Hz, por exemplo, e ao se efetuar a medição observar uma resposta a partir de 70 ou 140Hz. Este então é o crossover acústico e não o elétrico. Ambos devem ser considerados na otimização do sistema. O tipo de filtro e seu *slope* (inclinação por oitava) também irão alterar o resultado.

Os ajustes dos níveis são muito importantes para compor a resposta e a estrutura de ganhos do sistema. Principalmente por que os medidores dos gerenciadores digitais apresentam os níveis em escalas distintas. Alguns apresentam em dBu e outros em dBFS. Importante entender como cada escala opera para que sejam feitos os ajustes e leituras corretas.

Depois de ajustados, os níveis não devem ser alterados. Ao se alterar o nível de uma determinada via, automaticamente, altera-se o ponto de corte do crossover e por consequência muda-se a fase neste ponto. Neste caso o ajuste de fase precisa ser refeito.

O microfone do sistema de medição deve ser posicionado no campo próximo e antes da distância crítica. Assim o som direto será maior que o indireto e a medição ficará mais precisa. Uma das técnicas de posicionamento do microfone considera um comprimento de onda da menor frequência que a caixa acústica reproduz, sempre antes da distância crítica. Outra forma de se posicionar o microfone é considerando a altura da caixa acústica. Posicione o microfone algo em torno de 2 a 3 vezes a altura ou largura da caixa acústica ou arranjo. Considere a dimensão maior.

Uma curiosidade: Já me perguntaram algumas vezes sobre qual é o atraso de tempo gerado pelos cabos de áudio em um sistema. Ou seja, cabos longos geram atrasos maiores que cabos curtos ? Isto não procede. O fluxo de corrente elétrica em um cabo possui velocidade similar a velocidade da luz, algo em torno de 300.000.000m/s. É, praticamente, instantâneo o tráfego. Assim sendo, o tamanho do cabo não interfere no tempo de transmissão do sinal. O que pode causar os atrasos são os filtros, as latências dos equipamentos digitais e a variação do parâmetro de controle de tempo destes equipamentos.

E, finalmente, podemos nos perguntar; Quanto tempo é necessário para se fazer um alinhamento ? Geralmente o tempo disponível, de minutos até dias.

Bons sons e um abraço,

Denio Costa

Denio Costa é diretor da empresa de projetos DGC Áudio, Vídeo e Acústica e da escola de áudio; Núcleo de Formação Profissional - NFP.

Elabora projetos e presta serviço de alinhamento em sistemas.

Consultor da Attack do Brasil.

[www.dgcaudio.com.br](http://www.dgcaudio.com.br)

[projetos@dgcaudio.com.br](mailto:projetos@dgcaudio.com.br)