

# ÁUDIO & VÍDEO

D E S I G N A U T O M A Ç Ã O



## DUPLA DO BARULHO

Toca-discos Rega RP8  
e cápsula Rega Apheta:  
excelência em áudio

## TENDÊNCIAS E SOLUÇÕES

Os ambientes sofisticados  
e modernos da  
Casa Cor Alagoas

## LOCALIZAÇÃO PRIVILEGIADA

A TECNOLOGIA E O CONFORTO DE UMA  
CASA NO CAMPO QUE OFERECE TUDO  
O QUE A VIDA TEM DE MELHOR

### ■ TESTE

Caixa amplificadora iBlue Box e subwoofer Cube 12, da AAT: conectividade e desempenho

### ■ BELÍSSIMO

Smartphone LG G Flex: velocidade, muitos recursos e um design único

### ■ UM SONHO DE LIBERDADE

12 Anos de Escravidão estreia em Blu-ray e DVD

# CAIXAS ACÚSTICAS E ALTO-FALANTES PARTE 5

## Crossovers ativos, passivos e sistemas multiamplificados



### João Yazbek

É Engenheiro Eletrônico e Mestre em Engenharia e em Administração de Empresas. Possui 25 anos de experiência na área de áudio e vídeo, 15 dos quais na área de Desenvolvimento de Produtos da Philips. Atualmente é Diretor da J.Yazbek Indústria Eletrônica que, entre outras atividades industriais, comercializa produtos de áudio com as marcas Y2 Audio e AAT (Advanced Audio Technologies).

»Na coluna do mês passado, falamos sobre a quantidade de vias de caixas acústicas e a necessidade de dividir o espectro sonoro para cada uma dessas vias. Vimos, também, os arranjos mais comuns utilizados nas caixas do tipo bookshelf e nas caixas do tipo torre.

O trabalho de dividir o espectro sonoro em partes é feito por um circuito eletrônico chamado de “divisor de frequência” (ou *crossover*, em Inglês). Um *crossover* é definido basicamente pelo número de vias, pela frequência (ou frequências) de corte e pela taxa de atenuação em função da frequência.

Os dois primeiros itens foram abordados na coluna do mês passado. Vimos, por exemplo, que uma caixa bookshelf típica tem duas vias e uma frequência de *crossover* entre 2 e 4kHz (na coluna anterior, afirmamos que essa frequência estava entre 3 e 4kHz; porém, a faixa entre 2 e 4kHz é mais utilizada na prática). A taxa de atenuação nos diz o quanto do sinal não desejado é atenuado em função da frequência, conforme esta se afasta do ponto de transição. Esta taxa é um quesito definido no projeto da caixa acústica e afeta diretamente a complexidade e o custo do *crossover*.

### DIVISORES

Os divisores de frequência se dividem em dois tipos: ativos e passivos. Os passivos são o tipo mais comum encontrado em caixas para home theater, à exceção dos subwoofers, que usam filtros ativos em sua eletrônica. Falaremos mais sobre os detalhes de subwoofers em uma coluna futura. Já os divisores ativos são bastante utilizados em sistemas de áudio profissional e, ultimamente, também têm sido vistos com frequência em instalações automotivas. Mas seu uso ainda é restrito em sistemas residenciais.

Os divisores passivos costumam fazer seu trabalho “escondidos” do usuário de sistemas residenciais: eles ficam colocados no interior das caixas acústicas ou arandelas para home theater, posicionados entre a saída do amplificador e os alto-falantes. Disso resulta um sistema muito



simples, no qual um amplificador por canal dá conta do recado.

Produtos mais simples utilizam *crossovers* chamados de “primeira ordem” ou de “6 dB/8ª”, o que significa que o sinal é atenuado em 6 dB’s a cada oitava para cima ou para baixo na frequência (a partir do ponto de *crossover*, dependendo da via considerada). Por exemplo: para um tom de 1kHz, uma oitava abaixo é 500Hz e uma oitava acima é 2kHz. O decibel (ou dB) é uma unidade logarítmica que, neste caso, indica a atenuação do sinal. Quanto maior o número de DBS, maior é a atenuação do *crossover*.

Divisores de 6 dB/8ª são simples e, portanto, vistos em produtos baratos. Apesar de apresentarem algumas poucas vantagens, como melhor comportamento temporal, fazem com que os alto-falantes reproduzam a mesma frequência por um longo pedaço do espectro audível, dada a baixa atenuação. Isto geralmente é ruim, pois, em função da construção da caixa, as frequências podem se adicionar ou se subtrair, gerando picos ou vales na resposta. Mas o pior problema de *crossovers* de primeira ordem é que os tweeters acabam recebendo muita energia em baixa frequência (que não deveriam estar recebendo) e, portanto, estão mais sujeitos a serem danificados por excesso de potência em frequências não desejadas.

Os filtros mais utilizados atualmente são os de 12 dB/8ª ou de segunda ordem. A complexidade aumenta um pouco, mas a atenuação nas frequências em que o alto-falante não trabalha dobra. Logo, o principal problema, que é o excesso de potência em frequências baixas que chegam ao tweeter, é minimizado. Este tipo de *crossover* é, de longe, o mais

# LUPA

LUZ PARA ARQUITETURA

## A luz que valoriza seu projeto de arquitetura

Escritório de Arquitetura especializado em iluminação nas áreas: residencial, comercial, corporativa, hospitalar, paisagística e especiais: de âmbito artístico e com certificação ambiental.

- \* Eficiência energética
- \* Cálculos luminotécnicos
- \* Detalhamento completo
- \* Consultoria a projetos luminotécnicos

Conheça nosso trabalho:

[www.luzparaarquitetura.com.br](http://www.luzparaarquitetura.com.br)  
[fb.com/luzparaarquitetura.com.br](https://fb.com/luzparaarquitetura.com.br)



Berlinda do Cirio de Nazaré, 2012 - Belém - PA



Bolicho North Beer - Barretos - SP

[contato@luzparaarquitetura.com.br](mailto:contato@luzparaarquitetura.com.br)

+55 (11) 2901.3512



utilizado, pelo compromisso entre complexidade, atenuação e custo obtidos. Um *crossover* de 18 dB/8ª ou 24 dB/8ª já se torna muito complexo para ser implementado de forma passiva.

### NÚMERO DE VIAS

Os *crossovers* passivos são construídos utilizando-se capacitores, indutores e resistores, que, por estarem na saída do amplificador, são itens de tamanho grande e com custo elevado. Um *crossover* de primeira ordem e duas vias é bastante simples, podendo ser construído com apenas dois componentes. Já os de segunda ordem e duas vias necessitam de, ao menos, quatro componentes.

Caso o número de vias passe de duas para três, o número mínimo de componentes aumenta para quatro, para o de primeira ordem, e oito, para o de segunda ordem. Filtros com ordem e número de vias maiores logo chegam a uma complexidade de projeto considerável e a um número de componentes elevado, o que se reflete na construção e no custo. Logo, *crossovers* passivos geralmente são compostos de filtros de segunda ordem com duas vias, chegando, no máximo, a até quatro vias.

Já nos sistemas ativos, os *crossovers* ficam colocados antes dos amplificadores, de forma que cada via precisa ter seu próprio amplificador, que está ligado diretamente no alto-falante. Esses sistemas também são chamados de bi-amplificados (aqueles com duas vias ativas) ou tri-amplificados (aqueles com três vias ativas) – e assim por diante. A complexidade adicional resultante de um sistema bi ou tri-amplificado inibe bastante a aplicação de sistemas ativos em home theaters,

onde o número de canais é de cinco ou mais.

Porém, com *crossovers* ativos, as limitações anteriormente citadas desaparecem, pois os filtros estão colocados antes do amplificador e podem ser realizados de forma analógica, com componentes de pequeno porte e através de circuitos ativos, que apresentam melhor desempenho e precisão. Além disso, eles podem ser construídos com taxas de 24 ou até 48 dB/8ª, que são filtros excepcionais, com bastante atenuação fora da banda desejada.

Alternativamente, os filtros podem ser construídos de forma digital e implementados por meio do uso de um microprocessador dedicado, chamado “DSP” (Digital Signal Processor; ou Processador Digital de Sinais). *Crossovers* digitais são precisos, versáteis e podem ter a ordem e a atenuação que se deseja. Através do software de controle, é possível se modificar a frequência de corte, a taxa de atenuação e até a ordem do filtro de forma simples. O futuro pertence aos divisores digitais.

Os circuitos ativos ou digitais trazem consigo o aumento do número de amplificadores. O *crossover* fica muito melhor, mas a complexidade do sistema resultante aumenta. No mundo profissional, o ganho de desempenho é amplamente compensado, de forma que o aumento da complexidade não é relevante.

Para concluir, cumpre ressaltar que bi-amplificação não é a mesma coisa que bi-cabeamento. Este último é uma técnica que usa somente um amplificador e cabos separados para alimentar as seções de graves e agudos da caixa acústica. Os resultados são significativamente diferentes dos obtidos com bi-amplificação. Mas isto é assunto para o mês que vem. Até lá! •