

Caixa Duas Vias , com Falantes SELENIUM e Crossover Dedicado da EAM

Vitorio Felipe Massoni
eam@eam.com.br

Homero Sette Silva
homero@selenium.com.br

Uma caixa trapezoidal, de pequenas dimensões, que pode ser usada em pedestal, utilizando o falante 15PW5 e o driver D210TI, foi equipada com um crossover passivo, especialmente desenvolvido pela EAM, para a otimização da resposta. O projeto e os resultados obtidos estão aqui detalhados.

A empresa EAM - Eletro Acústica Mass, sediada em Catanduva – SP (www.eam.com.br) é especializada em crossovers passivos sob medida, ou seja, circuitos desenvolvidos para atender as necessidades específicas de cada caso. Com isso, a qualidade da resposta conseguida atinge patamares quase ideais.

Em conversa com o Vitorio, falando sobre os novos lançamentos da SELENIUM, surgiu a ideia de fazermos um trabalho em conjunto, que seria exibido na Expo Music, o que de fato veio a ocorrer. Um projeto de caixa SELENIUM, no caso o VBT115A2 (disponível detalhadamente em www.selenium.com.br), e que pode ser visto nas Figs. 1 e 2, usando o falante 15PW5 (15”) e o driver de titânio D210TI (montado na corneta HM25-25), foi escolhido para ser equipado com um divisor passivo, que foi especificamente desenvolvido pelo Vitorio, no sentido de conseguir a melhor resposta possível de todo o conjunto.

O detalhamento dos procedimentos que foram aplicados, para a realização do objetivo acima descrito, é o que vem a seguir.

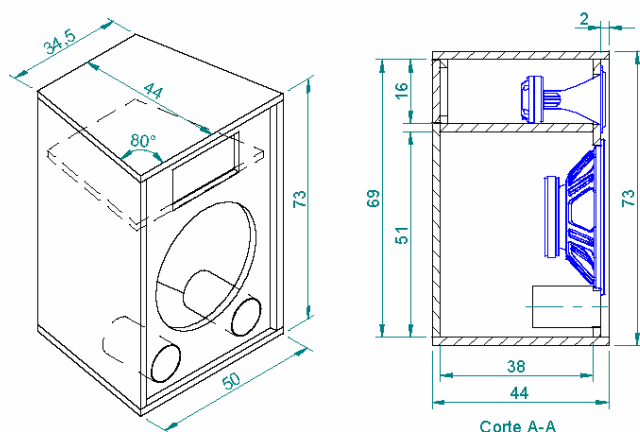


Fig. 1 – O projeto VBT115A2



Fig. 2 – A caixa em diferentes fases de acabamento

Metodologia

Inicialmente, são traçadas, separadamente, as curvas de resposta em frequência e da impedância da bobina (ambas com módulo e fase), tendo sido os transdutores instalados na caixa definitiva.

Em seguida, é feita uma avaliação preliminar, levando-se em conta a eficiência dos transdutores, seus limites de resposta em frequência, enfocando os aspectos da qualidade da resposta desejada e da capacidade de suportar potência, além da impedância mínima admissível e dos retardos (delays) necessários, etc.

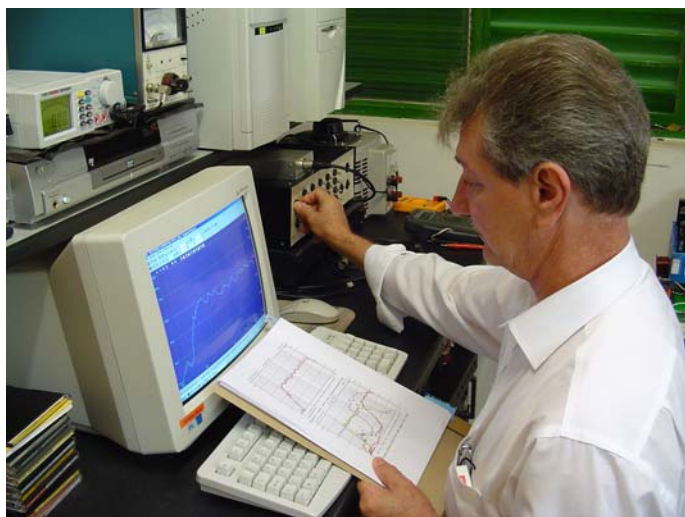


Fig. 3 - Vitorio Massoni, processando os dados obtidos.

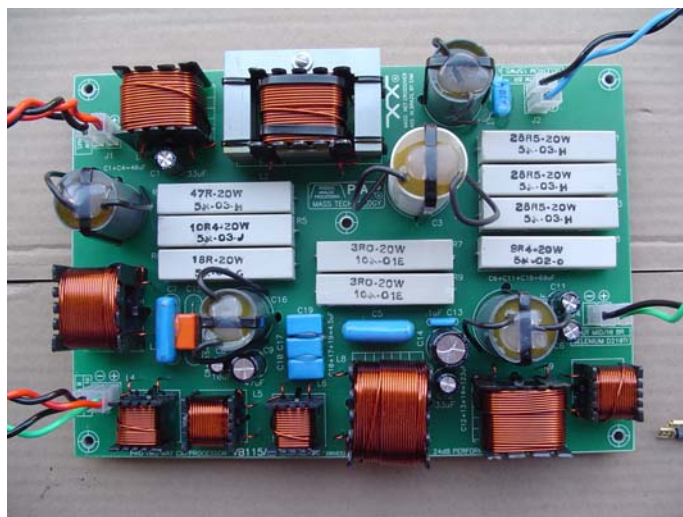


Fig. 4 - O circuito de crossover, na placa definitiva.

Procede-se, então, à correção das impedâncias dos transdutores (Fig. 5), utilizando-se redes RC, colocadas em paralelo. Este é o procedimento para neutralizar o crescimento da impedância com a frequência, devido à própria indutância da bobina e à presença da componente resistiva não linear Red, que aumenta exponencialmente com a frequência.

A correção da impedância faz-se necessária no sentido de torná-la o mais constante possível (como aconteceria no caso ideal), caso contrário o correto cruzamento das respostas passa-altas e passa-baixas ficaria comprometido.

Conforme foi observado, na prática, este procedimento, aplicado ao driver, também ajuda na correção da resposta em frequência.

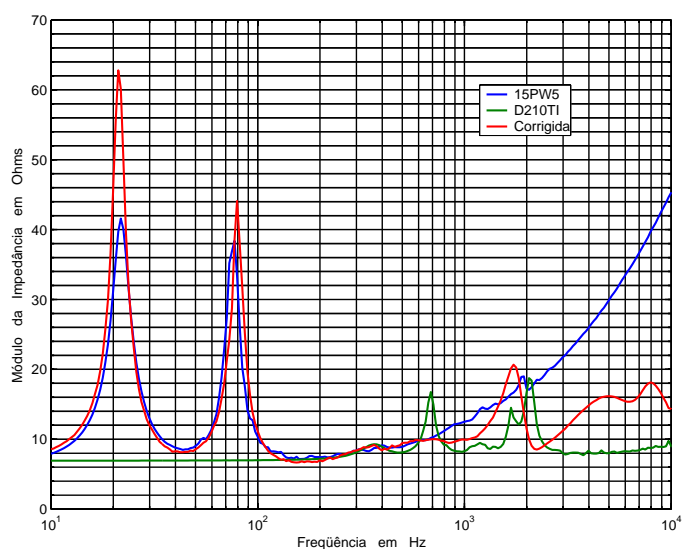


Fig. 5 - Curvas de Impedância antes e depois da correção.

A correção da resposta em frequência é feita utilizando-se filtros notch série e/ou paralelo, buscando modelar a curva de cada um dos drivers tendo como objetivo a ser atingido reproduzir a curva teórica de um filtro Linkwitz-Riley, com taxa de atenuação de 24 dB/oitava, tendo-se o cuidado de manter a impedância final dentro dos limites pré-estabelecidos.

A correção do delay entre as vias pode ser feita alterando-se a ordem dos filtros ou, quando o orçamento permitir, através do emprego das redes Lattice, balanceadas e precisas, que permitem a obtenção do retardo desejado, sem produzir alterações na resposta em frequência.

Devido a interatividade entre os diversos filtros empregados, a impedância varia sempre que uma nova rede é adicionada, geralmente obrigando que os circuitos sejam recalculados e testados inúmeras vezes, o que fazemos com o auxílio de um protoboard, desenvolvido para esse fim.

Quando, finalmente, o resultado desejado é alcançado, as duas vias se interceptam a -6 dB, na frequência de corte, e a superposição origina uma resposta quase plana. O processo como um todo é um misto de técnica e intuição.

Uma vez concluído o protótipo, cria-se a placa de circuito impresso, mostrada na Fig. 4, que é terceirizada, utilizando fibra de vidro com 2mm de espessura, no mínimo. A placa pronta é então testada e parte-se para a criação do manual do usuário e, quando for o caso, desenvolve-se o set up para processador digital (para isso é usado um XTA DP226).

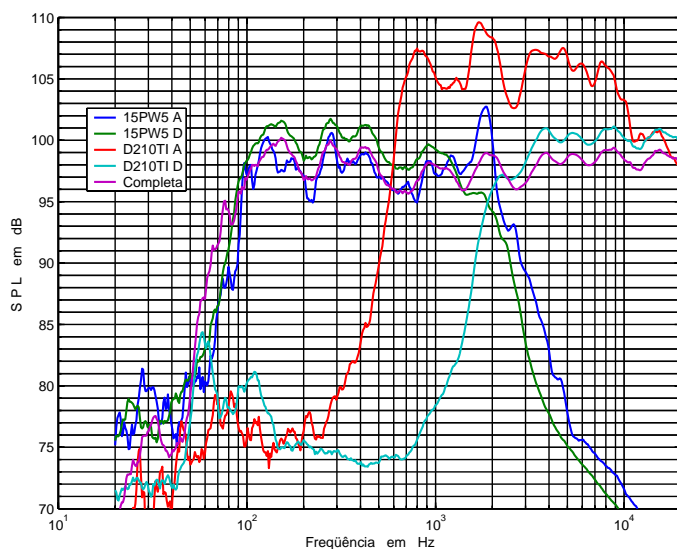


Fig. 6 - Curvas de resposta (A) antes e depois (D) da correção.

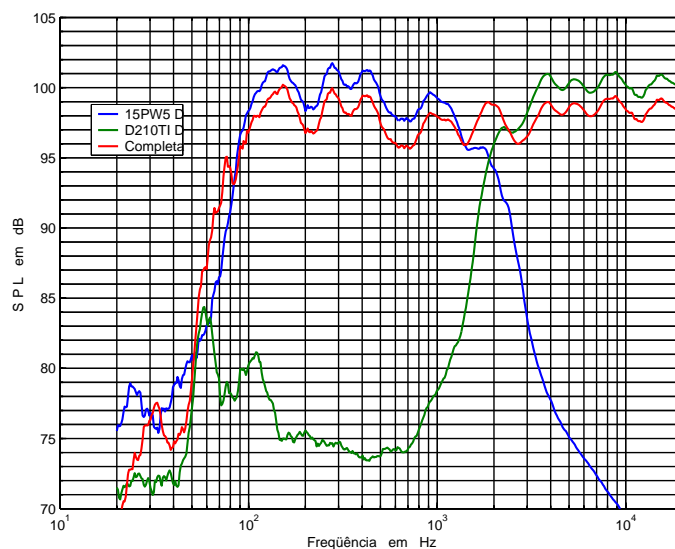


Fig. 7 - A resposta final (em vermelho) e suas componentes.

Os valores dos componentes obtidos ao fim do processo de otimização geralmente não são comerciais. Os capacitores (no caso do polipropileno) e os indutores, são fabricados com tolerância de 1 %. A EAM tem acesso a um fabricante de capacitores que os fornece, nos valores desejados, com tolerância de 1 %, em filme de polipropileno, 250 VAC, até o máximo de 140 μ F, no mesmo invólucro. No caso de capacitâncias elevadas, são utilizados eletrolíticos bipolares, associados com capacitores de polipropileno, para que se consiga um ajuste preciso dos valores desejados. Os resistores utilizados têm uma tolerância de 5 %.

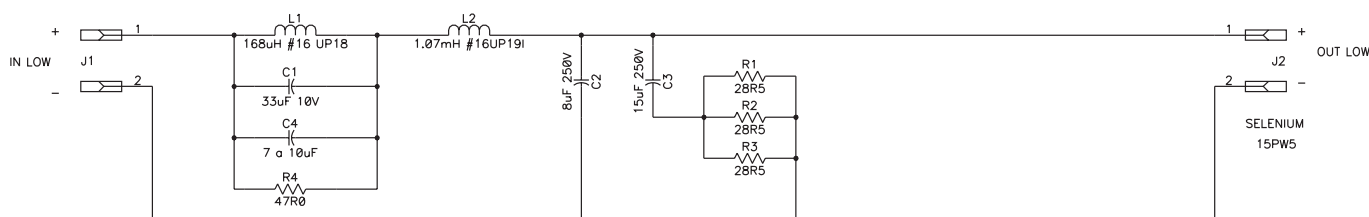


Fig. 8 - O circuito da via passa-baixas (falante)

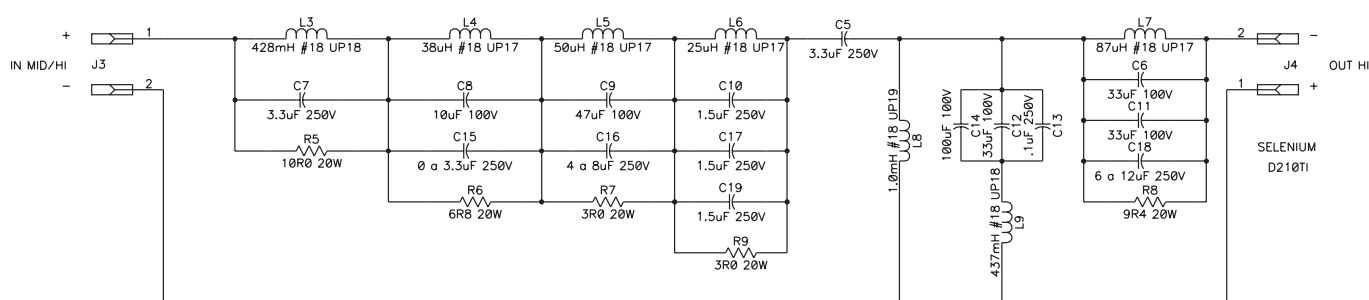


Fig. 9 - O circuito da via passa-altas (driver)

O Circuito Final

O crescimento da impedância do woofer foi eficazmente contido devido à ação dos componentes C3, R1, R2 e R3.

O primeiro pico da curva de impedância do driver foi eliminado pelo circuito ressonante série, criado com os componentes C12, C13, C14 e L9.

Já o segundo pico, cresceu em amplitude e mudou de lugar, ficando a impedância em 2 kHz (frequência de crossover), bem menor. Isto deveu-se à impedância do ramo do falante, em paralelo com o circuito do driver, interagindo com os diversos notch filter usados na correção da resposta em frequência.

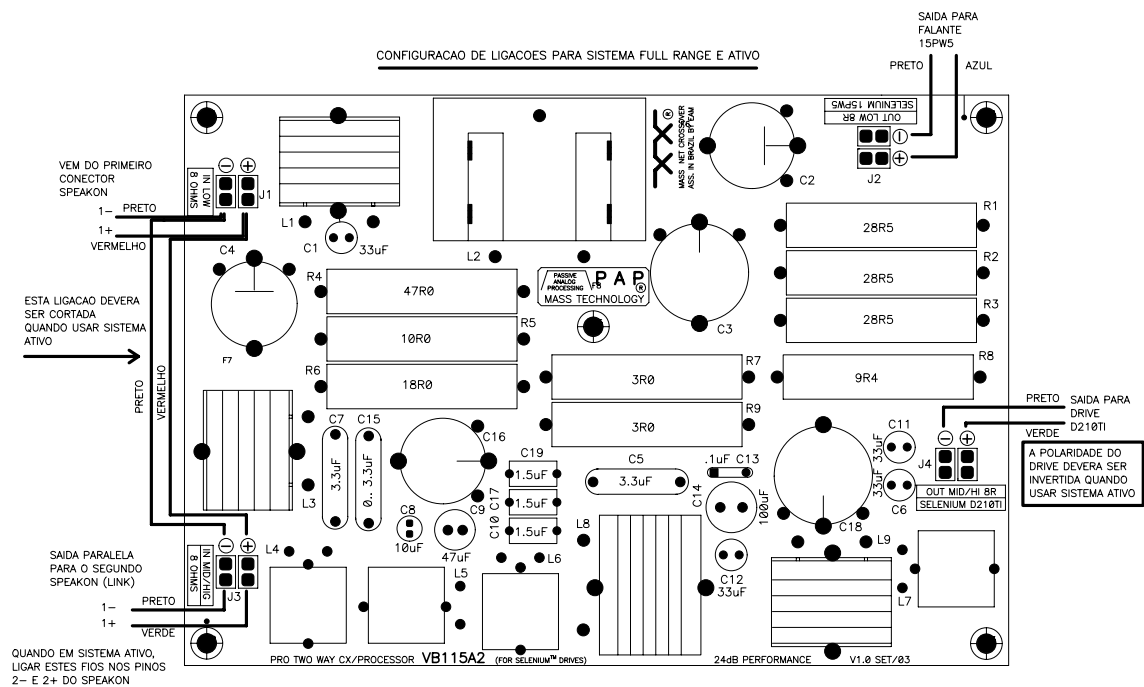


Fig. 10 - Lay out da placa de circuito impresso, com as conexões

Dicas para Construção da Caixa

Utilize chapas de madeira compensada ou MDF, de 2mm de espessura, seguindo as medidas do projeto anexo. É importante que não haja vazamentos de ar pelas emendas. Caso deseje, acrescente na base da caixa um dispositivo para uso com pedestal, facilmente encontrado no comércio especializado. Para uma melhor resposta acústica, forre o interior da câmara do falante com lã acrílica ou espuma..

Instalação

Faça um furo de passagem de 5mm (1/4") entre o compartimento de graves e o da corneta, para passar o fio do driver (calafetando-o com massa de vedação, para evitar vazamentos). Fixe firmemente a placa no interior da caixa, com 5 parafusos 4 x 25mm. Certifique-se de que a fiação não encoste nos resistores (nem tão pouco a lã acrílica ou a espuma). Introduza o fio verde e preto no furo para o driver e ligue os fios vermelho e preto nos conectores Speakon®. Ligue os fios verde e preto no driver e o azul e preto no falante. Fixe o falante, usando massa de vedação, na borda do falante.

Propositamente, as entradas para graves e médio/agudos foram deixadas separadas, na placa, visando uma possível utilização em sistemas ativos.

Uso em full range

As entradas são ligadas em paralelo, nos pinos 1+ e 1-, do conector Speakon ®. A fiação fornecida já prevê esta ligação.

A ligação com o alto falante e o driver, através das saídas OUT LOW e OUT MID/HIG, já possuem os fios adequados, com terminais de 4.8 mm, para o falante, e estanhado para o driver. É da maior importância que as polaridades sejam obedecidas, para obtenção do melhor resultado possível. O fio AZUL corresponde ao positivo do falante e o VERDE ao positivo do driver.

Uso em sistema ativo

As conexões de entrada agora deverão ser separadas. Ligue a entrada LOW da placa nos terminais 1+ e 1- (vermelho e preto) e a entrada MID/HIG em 2+ e 2- (Verde e preto) no conector Speakon®. Como existe na placa a ligação fixa entre as entradas, elimine-a cortando os dois fios que as unem. Para esta situação, o driver deverá ser ligado invertido, bastando conectar o fio verde ao negativo e o preto ao positivo do mesmo.

Utilize um crossover eletrônico que permita a sobreposição de faixas. Na via de graves, a frequência da passa baixas deve ser 8.000 Hz ou maior. Na via de médio agudos, a frequência do passa altas deve ser de 500 Hz ou menor.

Aplica-se um delay na via de graves de 290 micro segundos (ou 0.290 milissegundos, se no seu processador assim estiver discriminado), para que o falante entre em fase com o driver.

O volume do grave deve ser mantido em zero dB e o de médio/agudo em zero ou menos, a gosto do ouvinte. Evite usar ganho maior que zero no crossover eletrônico para evitar saturação.

Dada a excelente resposta em frequência do sistema, quase nenhuma equalização será necessária, para um ótimo desempenho. Em muitos casos, pode-se dispensar o equalizador eletrônico do sistema de som.

Equipamentos Utilizados

Hardware

Milivoltímetro, AC RMS, 2 canais, modelo LMV-186A, da Leader.

Multímetro MD9000R, ICEL

Test Box Clio (desenvolvimento próprio), comutador de 4 canais, para selecionar o falante a ser medido (resposta de frequência, R_E , impedância e potência).

Microfone calibrado, fornecido junto com o sistema de medida CLIO Win, da Audiomática. (www.audiomatica.com)

Pré amplificador para microfone, com phantom de 8.2V (desenvolvimento próprio da EAM), com filtro de 80 Hz, comutável, e saída balanceada de 600 ohms.

Placa de som CLIO HR2000.

Protoboards (desenvolvimento próprio)

Ponte RLC modelo SR715, da Stanford Research Systems

Gerador de varredura de áudio MAS413-A, Meguro

Osciloscópio 20 MHz, V212, Hitachi

Mixer Soundcraft, modelo Folio Notepad

Micro Pentium III 700

Amplificadores A1, da Gradiente

Processador XTA DP226

Software

Clio Win, para a obtenção de curvas de resposta de frequência, impedância, parâmetros T-S e centro acústico.

Onde Encontrar

A caixa completa, ou apenas o crossover e/ou os transdutores, podem ser encontrados na CHEDA'S (11 221-4625), tradicional loja de equipamentos de som da Rua dos Andradas, em São Paulo.



Fig. 11 - Os Autores, durante a Expo Music 2003.