

EAM – ELETRO ACÚSTICA MASS

Produto: Equalizador para Drive D408TI SELENIUM®

Sabe-se que os drives de compressão apresentam resposta excepcionalmente plana, quando medidos em campo próximo e sem corneta, como se pode ver na Fig. 1. Na Fig. 2 vemos a condição da medição .

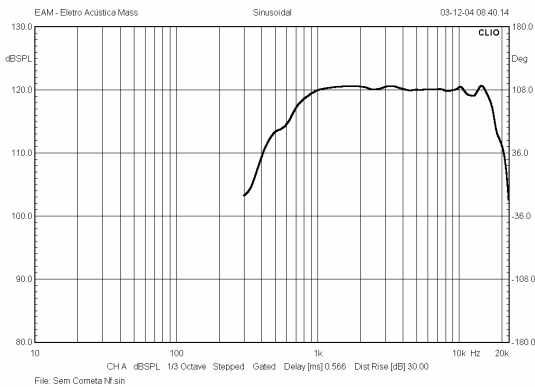


Fig 1 – Resposta em campo próximo.

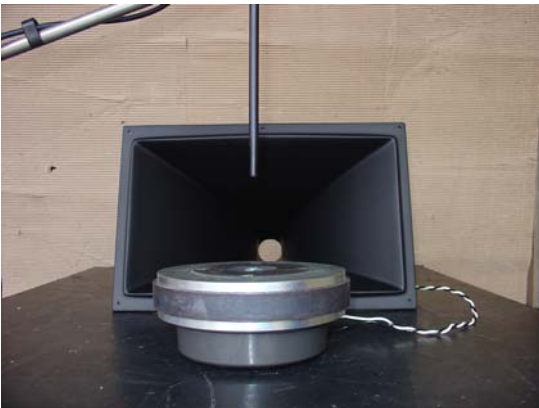


Fig. 2 – A medição em campo próximo.

Para projetar as altas frequências à longa distância, apenas o drive não poderia realizar esta tarefa. Daí lança-se mão de cornetas que atuam como um transformador acústico entre o driver e o ar, aumentando a eficiência do sistema.

Então, o que era uma resposta excelente, deteriora-se na boca da corneta.

Na Fig. 3, temos o mesmo drive montado em na corneta HL 47-50, também da Selenium®, medido com uma potência de 1W, estando o microfone colocado a 1 metro de distância do centro da mesma.

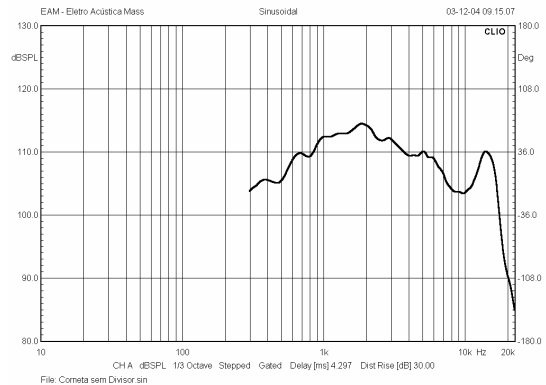


Fig. 3 – Resposta do drive instalado na corneta HL47-50, sem correção.

Nota-se grande deterioração na resposta, com o surgimento de vales e picos antes inexistentes, mesmo sendo a HL 47-50 uma excelente corneta de diretividade constante (bi-radial).

Quando, em um sistema de som profissional, de múltiplas vias, programamos a resposta do crossover eletrônico para a via do driver, por exemplo, a partir de 1200Hz, vamos notar que o comportamento acústico do driver fica longe do que, a princípio, deveria ser uma resposta plana.

Então, os *crossovers* eletrônicos não servem para isto?

Servem! Ocorre que o fabricante do *crossover* leva em conta que a resposta acústica das múltiplas vias é plana, porque não há como prever o comportamento destas após os falantes e

drivers serem instalados em caixas e cornetas, bem como o efeito do agrupamento de diversas unidades.

Espera-se que os usuários lancem mão de equalizadores gráficos ou paramétricos, *delay* e outros recursos, para a correção das distorções da resposta em frequência e para a proteção do drive.

O que a princípio parecia muito fácil começa a se complicar, e muito.

Em campo, ajustar um sistema de múltiplas vias, quando a resposta acústica de cada uma delas não corresponde à resposta elétrica dos crossovers eletrônicos, é tarefa árdua e muitas vezes não há tempo hábil para tal.

O equalizador PP408TI, foi criado para proporcionar uma resposta bastante plana no driver homônimo, quando montado na corneta HL47-50, o que melhora, significativamente, o desempenho do sistema.

Adicionalmente, obtém-se um maior nível de proteção para o reparo do drive, uma vez que a equalização passiva suprime picos de potência nas regiões onde não eram necessários, fazendo com que a bobina receba menos potência elétrica e produza uma resposta acústica mais plana.

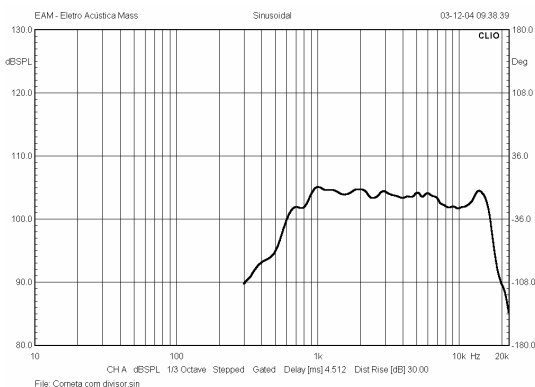


Fig. 4 – Resposta após a aplicação da correção com o processador PP408TI.

Na Fig. 4, temos a resposta obtida com o uso do Processador PP408TI, para o mesmo driver e corneta já mencionados.

A medição foi efetuada nas mesmas condições anteriores.

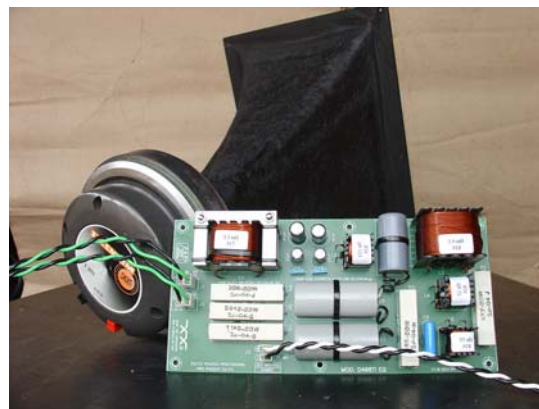


Fig. 5 – O processador, o driver e a corneta.

Em relação ao gráfico da Fig. 3, podemos notar, na Fig. 4, que a resposta é bem mais plana, tendo sido eliminado o extenso pico, que ia desde 600 Hz até 7 KHz. Também o pico, ao redor de 14 KHz, foi bastante suavizado.

Obviamente, os processadores passivos não podem elevar os níveis do sinal. Assim, o vale entre 8 e 10KHz não pode ser amplificado, obrigando todo o restante da resposta a descer até próximo dele. Isto é: a resposta plana deu-se em 104 dB SPL, a 1 W e 1 m, pois não há como amplificar o nível do vale em questão.

Isto não deve ser considerado uma perda, uma vez que as demais vias do sistema dificilmente atingem este valor de pressão sonora a 1W e 1m. O driver ainda vai ter que ser atenuado, para produzir o mesmo SPL das outras vias.

E estamos falando de um sistema com uma corneta com o driver D408 TI e dois alto falantes de graves médios, por caixa!

Agora, com o driver respondendo de forma plana ao sinal elétrico do crossover ativo, podemos estar seguros de que o resultado sonoro melhorou.

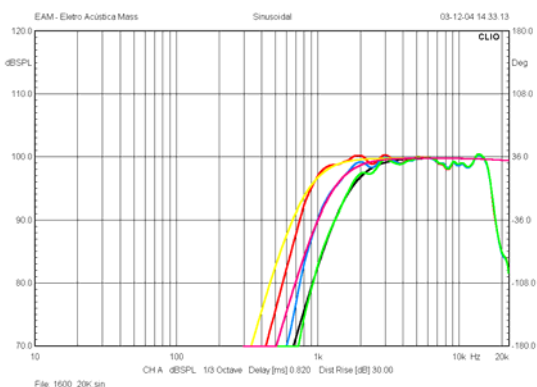


Fig. 6 – Curvas protótipo em 800, 1200 e 1600Hz (amarelo, rosa e preto). Curvas sobrepostas após passar por crossover eletrônico nas mesmas frequências de corte (vermelho, azul e verde).

Na Fig. 6, podemos ver o correto desempenho da resposta do driver junto às curvas protótipo. Isto indica claramente que a resposta acústica está acompanhando a resposta elétrica do crossover eletrônico.

Note que quanto maior a frequência de corte, melhor é o comportamento do driver no início da curva passa altas. Entretanto, valores abaixo de 20 dB da resposta plana não influenciam significativamente o acoplamento com a via adjacente.

A esta altura, podemos nos perguntar: E o restante do sistema? Como deverá se comportar?

Faremos algumas observações referentes ao ajuste relativo à via adjacente do driver, que provavelmente serão falantes de 15, 12 ou 10 polegadas, em caixas tipo corneta, ou não.

O assunto é muito extenso e tentaremos ser objetivos para uma rápida obtenção de resultados.

A primeira coisa que deveremos conhecer é o centro acústico de cada via, sua eficiência e a faixa de resposta em frequência em que atua. Isto é feito utilizando-se um analisador de espectro e excitação por impulso, como acontece no Smart Live da Sia Soft™, que é um programa bastante conhecido no meio profissional (brevemente faremos um artigo sobre sua utilização).

Outros programas podem ser usados. Nós, por exemplo, utilizamos o Cliowin, da Audiomática™, que é mais adequado para desenvolvimento de produtos.

Recomendamos o *Smart*, ou outro similar, por economia e por necessitarem, apenas, de uma placa de som *full duplex*, com algumas conexões simples para funcionar bem. Também pode ser usado com *notebooks* e uma placa de som analógico / digital externa.

Um microfone calibrado deve ser providenciado para a obtenção de resultados confiáveis. Infelizmente, aqueles voltados para o uso vocal ou instrumental não servem para esta finalidade.

Uma vez determinado o tempo em que o som de cada via demora para chegar até à frente da caixa acústica, podemos subtrair o menor do maior e determinar o tempo de atraso entre eles.

Como exemplo, vamos supor o driver D408TI, montado na corneta HL47-50 e equipado com o processador passivo PP408TI. Ao medir o tempo de propagação da onda com o medidor de impulso, encontramos 1,5 m ou 4,36 ms

(0,00436 s). Em seguida, encontramos na via de médio graves um tempo de 1,4 m ou 4,07 ms (0,00407 s).

Da subtração dos dois tempos temos 0,1 m ou 0,29 ms (0,00029 s). Como o tempo no driver é maior, então aplicaremos um *delay* de 0,29 ms na via dos graves médios.

Lembrete: Para obter o tempo a partir da distância, basta aplicar a fórmula $t = x/344$ onde x está em metros e o tempo t está em segundos. O número 344 é a distância em metros que o som percorre no ar em 1 segundo, ou sua velocidade em m/s. Ela varia em função da temperatura, da umidade e um pouco com a pressão atmosférica. Mas, para os cálculos de *delay* basta considerar a variação com a temperatura.

É bastante visível que na maioria das vezes o som do driver está atrasado em relação aos falantes da via adjacente, mesmo quando estes últimos estão instalados em cornetas de madeira de certa profundidade. Não acredite que, mesmo estando os imãs dos falantes em alinhamento vertical, o mesmo vá ocorrer com o som. Somente a medição vai determinar o valor correto.

Veja que o ponto que nos interessa é tão somente aquele que ocorre na transição entre as vias, a frequência de cruzamento.

Se for escolhido 1200Hz como sendo o ponto em que os falantes de médio graves se calam e o drive começa a falar, então este é o local na curva onde vamos observar a atuação do *delay*.

Porque? Muito simples: a resposta na frequência de cruzamento, entre as duas vias, somente vai ser plana se, e somente se, as respostas acústicas das vias

adjacentes estiverem no mesmo nível, alinhadas no tempo, e em fase. No nosso caso, as respostas protótipo serão passa baixas e passa altas do tipo Linkwitz-Riley, com taxa de atenuação de 24dB/8ª.

Neste tipo de filtro, as respostas cruzam-se a exatos -6 dB, o que resultará em uma resposta plana a 0 dB pois estaremos somando 0,5 com 0,5, cujo resultado unitário corresponderá a 0 dB.

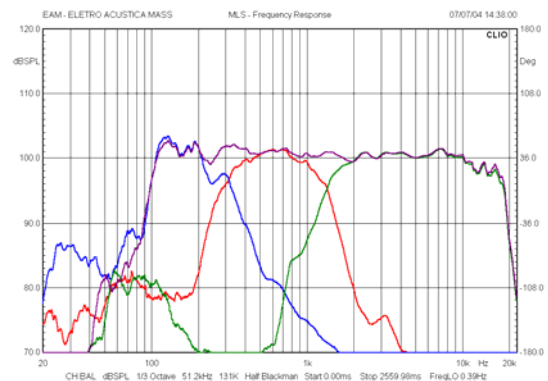


Fig. 7 – Pontos de cruzamento entre as vias de um sistema multi amplificado.

Note, no exemplo da Fig. 7, que o nível resultante entre as vias é o mesmo de cada uma, individualmente.

Naturalmente, quanto mais perfeito for o cruzamento entre as curvas passa altas e passa baixas, adjacentes, mais plano será o resultado. As medidas acima foram obtidas ao ar livre, em ambiente ruidoso e com bastante vento, o que provocou os começos irregulares das curvas.

A caixa em teste foi uma de três vias, genérica, que processamos passiva e ativamente, somente para ilustração de teoria e prática. Ela na verdade não existe comercialmente.

Ficou bem visível na curva azul (via de graves) que o vale existente na frequência de transição resultou em um vale na resposta final, que é representada em roxo, no gráfico.

A curva em vermelho corresponde à via de médios graves e a verde aos médio agudos.

O centro acústico de cada via foi medido e corrigido através de *delay* aplicado pelo processador ativo (isto será objeto de um novo artigo).

As respostas obtidas nas vias de médio graves e médio agudos foram bem melhores, resultando em uma curva plana, a partir de 500Hz. Acusticamente, o som resultante ficou bem agradável e sem pontos irritantes.

Aliás, quando se obtém resposta plana em um sistema, tem-se a impressão que o som está baixo, mesmo com picos de 120dB SPL na *house mix!* Mas não só está forte como uniforme em todo o local.

A arquitetura do processador PP408TI.

Basicamente, trata-se de um filtro passa altas, Linkwitz Riley, com o corte em 800 Hz, e taxa de atenuação de 12 dB/8ª, seguido de filtros rejeita faixa (*notch*) nas frequências onde ocorreram picos. A frequência de corte foi escolhida para proteger o driver contra frequências baixas que possam chegar à via de médios agudos, até por acidentes.

O desenvolvimento do projeto deu-se em etapas: as medições da resposta do driver na corneta, da indutância da bobina, da curva de impedância e dos parâmetros TS.

A análise destes resultados permitiu o traçado da curva teórica desejada, que neste caso, ficou em 104 dB SPL @ 1W @ 1m, com resposta em frequência de 800 Hz a 16 KHz. Acima desta última, existe um decaimento pronunciado, que não poderia ser levado em consideração, para não reduzir mais a pressão sonora final.

Os filtros foram calculados, construídos em forma de protótipo e, depois, desenvolvido o produto final.

Em som profissional, é comum o uso de filtros passa baixa em 16 KHz, do tipo Butterworth 24 dB/8ª, para impedir que ultra-sons destruam os drivers. Assim, o fato da resposta do driver não se estender muito além de 16 KHz, não constitui nenhum problema.

A precisão dos componentes utilizados é da maior importância, uma vez que tolerâncias acima de 5% leva a resultados desastrosos. Para capacitores e indutores em filtros de frequências mais altas, a tolerância vai para 2%.

Todo o conjunto foi desenvolvido em uma placa de circuito impresso em fibra de vidro, com 2mm de espessura, garantindo a robustez necessária às severas exigências do transporte e manuseio a que estão sujeitas as caixas acústicas profissionais.

A placa é isolada e separada dos pontos de montagem por espaçadores em alumínio, que permitem a fixação por parafusos auto atarrachantes, cabeça tipo Philips, flangeada, 4x25 mm, fornecidos com o produto.

Além disto, a fiação é completa, inclusive para 2 tomadas de entrada. Estes fios possuem terminais de segurança próprios para conectores tipo Speakon[®], que não escapam acidentalmente após a colocação e o correto travamento.

Agora, vamos melhorar a resposta do driver no sistema.

Aplicando-se uma leve equalização conforme a tabela da Fig. 8, com um equalizador gráfico eletrônico, ou, no caso da Fig. 10 com os paramétricos de

um *crossover* digital, obteremos curvas mais planas.

FREQUENCIA em Hz	NÍVEL em dB
1k	-0.5
1.25k	0
1.6k	0
2.0k	-1.0
2.5k	+1.0
3.15k	+1.0
4.0k	+1.0
5.0k	-0.5
6.3k	0
8.0k	+1.0
10.0k	+0.5
12.5k	+0.5
16.0k	-2.0
20.0k	0

Fig. 8 – Tabela de equalização gráfica.

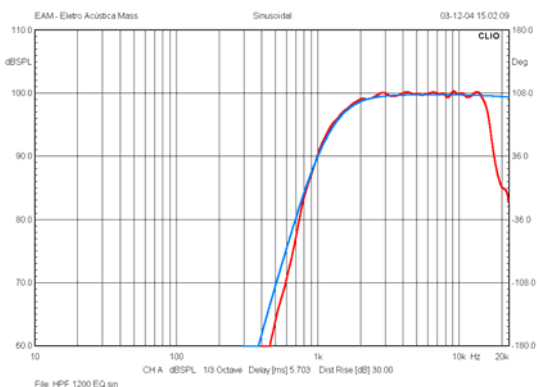


Fig. 9 – Curva protótipo com o corte em 1200 Hz (azul) e a resposta com a equalização gráfica da Fig. 8 (vermelho).

Compare as Figs. 9 e 6 e veja como a resposta ficou bem mais plana. Se a frequência de corte escolhida for maior, use a mesma equalização.

Fig. 10 – Tabela da equalização paramétrica.

Nº	Nível	Hz	BW	Q
1	-1.0	1.9k	0.25	4.0
2	+1.0	2.35k	0.20	5.0
3	-1.5	2.92k	0.1	10
4	+0.6	3.85k	0.16	6.3
5	+1.8	8.32k	0.16	6.3
6	+1.3	11.2k	0.14	7.1
7	-1.5	14.5k	0.10	10

