

Protegendo os Drivers

D3300Ti-DPD / D3305Ti-DPD / D3500Ti-Nd

Homero Sette Silva

Revisão: 05 – 12 – 2005

homero@selenium.com.br

Os drivers **D3300Ti-DPD** , **D3305Ti-DPD** e **D3500Ti-Nd** foram desenvolvidos com o objetivo de apresentar uma excepcional resposta de frequência, acima de 20 kHz.

Para que esse objetivo fosse alcançado, duas providências foram tomadas: a redução da massa do conjunto móvel, conseguida através do diafragma de 3 polegadas de diâmetro (ao invés de 4”, como acontece no caso dos modelos D4400Ti e D408Ti) e a eliminação do ferro fluido que, devido à sua viscosidade, reduz a resposta nas altas frequências.

Essas duas opções implicaram no aumento da dificuldade com que o calor gerado na bobina é transferido para o meio exterior pois com um diafragma menor a área da bobina diminui e o ferro fluido (inexistente) conduz aproximadamente 5 vezes melhor o calor que o ar.

Não há nada errado com o produto. Apenas deve ser rigorosamente usado dentro das especificações, uma vez que é pouco tolerante a sobre cargas térmicas.

Por esses motivos, o uso dos drivers **D3300Ti-DPD** , **D3305Ti-DPD** e **D3500Ti-Nd** em situações em que podem sofrer estresse térmico, como PAs e Trios Elétricos, só é recomendado quando acompanhado de um processador digital adequado, onde o limitador foi cuidadosamente ajustado em função das especificações dos drivers e dos amplificadores.

Por processador digital adequado devemos entender que nem todos os equipamentos disponíveis no comércio possuem tempos de attack e release adequados. Muitos, vêm pré ajustados para a faixa de graves e não protegem as outras vias, como as de médio-graves (falantes de 10 e 12”) e médio-agudos (drivers de titânio).

Exemplos de processadores adequados: XTA DP226, Shure P4800 e Behringer DCX-2496, este último de preço muito acessível.



Diâmetro da Boca	2"	2"	2"
Potência RMS (W)	75	75	75
Potência Prog. Musical (W)	150	150	150
Impedância (Ω)	8	8	8
SPL 1 W @ 1m (dB)	110	108	111
Resp. Freq. @-10 dB (Hz)	500 a 25.000	500 a 25.000	500 a 25.000
Peso do Ímã (g)	1.600	1.600	610
Diâmetro da Bobina (mm)	75	75	75
Freq. Corte a 12 dB/Oit (Hz)	800	800	800
Corneta Usada nos Testes	HL14-50	HL14-50	HL14-50
Material do Diafragma	Titânio	Titânio	Titânio
Conexão com a Corneta	Flange	Flange	Flange
Material da Tampa/Base	Alumínio	Polycarbonato	Alumínio

Determinando a potência do amplificador

Na especificação da potência ideal para o amplificador devemos considerar:

1 - A dinâmica do programa musical, que se caracteriza por uma potência de pico elevada e uma potência média (erradamente chamada de RMS) muito baixa.

É comum encontrarmos programas musicais com fatores de crista iguais (ou mesmo maiores) que 10 dB, sendo o fator de crista a relação *potência de pico / potência média*.

No caso de 10 dB (que corresponde a 10 vezes) uma potência de pico igual a 100 Watts implicará em uma potência média de apenas 10 Watts.

Desse modo necessita-se de amplificadores com um excedente de potência para evitar que os picos sejam

ceifados pelo amplificador e, assim fazendo, a potência média será normalmente muito mais baixa que a de pico, normalmente incapaz de produzir um aquecimento perigoso na bobina do transdutor.

2 - A distorção (geralmente por ceifamento) produzida por amplificadores de potências insuficientes, que geram componentes harmônicas (frequências que não existiam no programa original), com isso elevando significativamente a potência aplicada no driver.

Na prática constatamos que amplificadores de potência abaixo da recomendável carbonizam bobinas com mais facilidade que amplificadores de maior potência.

3 - A potência especificada pelos catálogos dos fabricantes (segundo a Norma ABNT NBR10303) para drivers e tweeters, corresponde ao uso com crossovers passivos. No caso de crossovers ativos, essa potência fica multiplicada por 0,4 (coeficiente empírico).

Tipo de programa	Fator de Crista estrito / amplo		Potência média Obtida de um Amp. de 100W
	Em dB	Em vezes	
Onda Quadrada	0 / 0	1 / 1	200 / 200 W
Senóide pura	3 / 3	2 / 2	100 / 100 W
Onda Triangular	5 / 5	3 / 3	67 / 67 W
Ruído rosa	9 / 9	8 / 8	25 / 25 W
Aplauso ou Musica fortemente comprimida	9 / 10	8 / 10	25 / 20 W
Rock pesado (médio grave de guitarra)	10 / 12	10 / 16	20 / 12,5 W
Axé (graves)	10 / 14	10 / 25	20 / 8 W
Axé (médio grave)	12 / 15	16 / 32	12,5 / 6,5 W
Pop, Rock comum	12 / 15	16 / 32	12,5 / 6,5 W
Jazz,	15 / 20	32 / 100	6,5 / 2 W
Orquestra	10 / 30	10 / 1000	20 / 0,2 W
Voz humana falada	15 / 15	32 / 32	6,5 / 6,5 W

Sem processador Digital

Z200 relação sinal / ruído melhor do que 110dBa com distorção (THD) menor do que 0,01 %.

Resposta: de 10Hz a 200kHz dentro de +/-1dB

200 watts RMS 4 ohms	100 watts RMS por canal
120 watts RMS 8 ohms	60 watts RMS por canal

Amplificador de referência com opto-limitador, sistemas de proteção e ventilação silenciosa. Ideal p/ estúdios.

Z300 relação sinal / ruído melhor do que 105dBa com distorção (THD) menor do que 0,05 %.

Resposta de frequência: 15Hz a 40kHz @ -3dB

300 watts RMS 4 ohms	150 watts RMS por canal
200 watts RMS 8 ohms	100 watts RMS por canal

Totalmente balanceado, com opto-limitador, sistemas de proteção, ventilação progressiva e high-pass filter.

Embora o uso de limitadores seja quase indispensável, neste caso, se isto for impossível, o melhor a fazer é utilizar um amplificador com headroom de 3 dB (dobro da potência média), que é a potência musical, devendo ser este valor convertido para aquele correspondente com **crossover passivo**.

No Caso dos drivers Selenium com 3" de diafragma, teremos: $0,4 \cdot 2 \cdot 75 = 60$ Watts.

O amplificador deverá ser capaz de fornecer 60 Watts para cada carga de 8 Ohms, por canal.

No caso de dois drivers em paralelo, por canal, o amplificador deverá ser capaz de fornecer uma potência (total) de 240 watts, em 4 Ohms (120 Watts por canal).

No caso de amplificadores Studio R poderíamos escolher entre os modelos Z200 ou Z300.

Com processador Digital



X1	Potência total:	Potência por canal:	Potência por falante:
2 ohms	1.200 W RMS	600 W RMS	8x150 W RMS
4 ohms	800 W RMS	400 W RMS	4x200 W RMS
8 ohms	500 W RMS	250 W RMS	2x250 W RMS
Sensibilidade: 1 V ou 2 V RMS (DS = Digital Setup)			

Com a utilização de processadores digitais (dotados de limitadores adequados), podemos trabalhar com um headroom de até 6 dB (4 vezes a potência média). Isto é possível uma vez que os transdutores Selenium são testados, durante 100 horas, com musica, submetidos a potências de pico iguais a 4 vezes o valor da potência média, embora, no catálogo, a potência de programa seja especificada como sendo apenas igual ao dobro.

O procedimento consiste em calcularmos o valor de tensão que aplicado na entrada do amplificador produzirá a potência máxima desejada na saída. Este valor (também conhecido como threshold = limiar) será programado no limitador e, caso o sinal de entrada o exceda, o limitador atua, impedindo que o sinal na saída do limitador ultrapasse esse valor. Assim, o transdutor ficará protegido contra potências excessivas.

Este valor de tensão, que denominamos E_L (tensão no limitador) será calculado pela equação abaixo, em função dos parâmetros do driver e do amplificador, definidos abaixo.

$$E_L = E_S \cdot \sqrt{0,4 \cdot F_C \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \quad \text{Onde:}$$

E_L = Tensão a ser programada no limitador.
 E_S = Tensão eficaz de sensibilidade do amplificador (consultar o manual do fabricante).
 F_C = Fator de crista, em vezes.
 P_D = Potência no driver (para crossover passivo).
 Z_D = Impedância nominal do driver.
 P_A = Potência nominal do amplificador.
 Z_A = Impedância nominal do amplificador.

É muito comum os amplificadores apresentarem uma sensibilidade de 0,775 Volts. No entanto, muitos processadores digitais (principalmente os de menor custo) funcionam melhor com tensões mais altas.

Por essa razão vemos que surgem outros valores mais elevados de sensibilidade, denominados Digital Setup (DS), no caso dos amplificadores Studio R.

Supondo o modelo X1, da Studio R, alimentando dois drivers em paralelo, por canal, o máximo fator de crista permitido será igual a:

$$E_L = 2,0 \cdot \sqrt{0,4 \cdot 4 \cdot \frac{75}{400} \cdot \frac{8}{4}} = 2,0 \cdot \sqrt{0,4 \cdot 4 \cdot \frac{600}{1600}} = 2,0 \cdot \sqrt{0,6} = 1,5492 \text{ Volts}$$

Daí em diante, o procedimento será muito dependente das características do limitador utilizado.

Normalmente os valores de E_L deverão ser programados em dB, sendo comuns os valores em dBu e dBv, respectivamente referidos a 0,775 e 1 Volt.

No entanto, o processador Behringer, modelo DCX2496 utiliza uma referência de 9 Volts, fato não divulgado no catálogo do fabricante mas descoberto, em testes de bancada, por Ruy Monteiro, da Studio R.

Os níveis em dBu e dBv poderão ser calculados pelas equações seguintes:

$$N_{dBu} = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(E_S \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot F_C}{0,6} \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \right) \quad ; \quad N_{dBv} = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(E_S \cdot \sqrt{0,4 \cdot F_C \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \right)$$

Aplicando os valores do exemplo nas equações acima, teremos:

$$N_{dBu} = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(E_S \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot F_C}{0,6} \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(2,0 \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot 4}{0,6} \cdot \frac{75}{400} \cdot \frac{8}{4}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(2,0 \cdot \sqrt{\frac{0,6}{0,6}} \right)$$

$$N_{dBu} = 20 \cdot \text{Log}_{10}(2,00) = -6,00$$

$$N_{dBv} = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(E_S \cdot \sqrt{0,4 \cdot F_C \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(2,0 \cdot \sqrt{0,4 \cdot 4 \cdot \frac{75}{400} \cdot \frac{8}{4}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} (2,0 \cdot \sqrt{0,6})$$

$$N_{dBv} = 20 \cdot \text{Log}_{10}(1,5492) = 3,80$$

$$N_{dB9} = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{E_S}{9,0} \cdot \sqrt{0,4 \cdot F_C \cdot \frac{P_D}{P_A} \cdot \frac{Z_D}{Z_A}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{2,0}{9,0} \cdot \sqrt{0,4 \cdot 4 \cdot \frac{75}{400} \cdot \frac{8}{4}} \right) = 20 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{2,0}{9,0} \cdot \sqrt{0,6} \right)$$

$$N_{dB9} = 20 \cdot \text{Log}_{10}(0,1721) = -15,2827 \simeq -15,3 \quad (\text{para aplicar no DCX2496}).$$

O Caminho Inverso

O nível de $-15,2827$ dB, aplicado na entrada do DCX2496, corresponderá a uma tensão E_L igual a:

$$E_L = 9 \cdot 10^{-\left(\frac{N_{dB9}}{20}\right)} = 9 \cdot 10^{-\left(\frac{-15,2827}{20}\right)} = 1,5492 \text{ Volts}$$

Esta tensão na entrada do amplificador Studio R, modelo X1, colocará, em sua saída, uma tensão igual a:

$$\begin{array}{l} 2 \Rightarrow \sqrt{400 \cdot 4} \\ 1,5492 \Rightarrow E_{Ap} \end{array} \quad \therefore \quad E_{Ap} = \frac{1,5492 \cdot \sqrt{400 \cdot 4}}{2} = 30,984 \text{ Volts}$$

A tensão de pico E_{Ap} produzirá uma potência de pico, em uma carga de 4 Ohms, igual a :

$$P_p = \frac{30,984^2}{4} = 240 \text{ Watts ou } 120 \text{ Watts por driver. A potência media por driver é igual a}$$

$0,4 \cdot 75 = 30$ Watts, o que leva a um fator de crista igual a $F_C = \frac{120}{30} = 4$ vezes, o que corresponde a 6 dB de headroom.

Tempos de Attack e Release

Os processadores que possuem tempos de attack e release fixos, otimizados para os graves, não conseguem proteger as demais vias, sendo inúteis para os drivers.

A XTA sugere valores para diversas faixas de frequência e recomenda um tempo de release 16 vezes maior que o de attack.

O DCX2496 apresenta um tempo de attack virtualmente instantâneo, sem que isso traga qualquer prejuízo audível para o sinal, mesmo em regime de atuação frequente.

O processador Shure, modelo P4800 apresenta tempos de attack ajustáveis de 1 a 200 ms e tempos de release compreendidos entre 50 ms a 1000 ms. Esses valores mostraram-se adequados nos testes efetuados.

Freq. de Corte Passa-Altas (Hz)	Tempo de Attack (ms)	Tempo de Release (16x) (ms)
10 – 31	45	720
31 – 63	16	256
63 – 125	8	128
125 – 250	4	64
250 – 500	2	32
500 – 1000	1	16
1000 – 2000	0,5	8
2000 – 22000	0,3	4,8
Tempos de Attack e Release, em função da Frequência de Corte, sugeridos pela XTA.		

Anexo 1 - Determinando a tensão no limitador

Ao aplicarmos uma tensão E_L , na entrada do limitador, este passará a ser o maior valor presente na saída, pois o ganho será reduzido todas as vezes que o sinal de entrada ultrapassar E_L . Exemplificando, para $E_L = 1V$, um sinal senoidal na entrada, com amplitude superior a esse valor, produzirá um sinal senoidal na saída, com 1 V de pico.

A tensão eficaz E_S , na entrada do amplificador, produzirá potência média máxima na saída, que corresponderá a uma tensão eficaz igual a $\sqrt{P_A \cdot Z_A}$.

Para determinar a tensão de pico E_{Ap} , presente na saída do amplificador, correspondente a tensão E_L , na entrada do amplificador, basta fazer uma regra de três, direta:

$$\begin{aligned} E_S &\Rightarrow \sqrt{P_A \cdot Z_A} & \therefore E_{Ap} &= \frac{E_L}{E_S} \cdot \sqrt{P_A \cdot Z_A} \\ E_L &\Rightarrow E_{Ap} \end{aligned}$$

A potência de pico P_P , produzida por essa tensão, na saída do amplificador, será dada por:

$$P_P = \frac{E_{Ap}^2}{Z_F} = \frac{E_L^2}{E_S^2} \cdot \frac{P_A \cdot Z_A}{Z_F}$$

Como o fator de crista F_C é o cociente entre a potência de pico P_P e a potência média P_{ME} , sendo essa a potência média no falante, P_F , teremos:

$$F_C = \frac{P_P}{P_{ME}} = \frac{P_P}{P_F} \quad \therefore P_P = F_C \cdot P_F$$

Substituindo a expressão de P_P na equação anterior, vem:

$$F_C \cdot P_F = \frac{E_L^2}{E_S^2} \cdot \frac{P_A \cdot Z_A}{Z_F} \quad \therefore E_L^2 = E_S^2 \cdot F_C \cdot \frac{P_F \cdot Z_F}{P_A \cdot Z_A}$$

$$E_L = E_S \cdot \sqrt{F_C \cdot \frac{P_F \cdot Z_F}{P_A \cdot Z_A}}$$

Para drivers e tweeters, operando com crossovers ativos, devido ao fator de redução de potência, igual a 0,4, teremos:

$$E_L = E_S \cdot \sqrt{0,4 \cdot F_C \cdot \frac{P_D \cdot Z_D}{P_A \cdot Z_A}}$$

Bibliografia

1 – Limitando a Potência em Drivers e Alto-Falantes
Homero Sette Silva
Disponível em www.selenium.com.br

2 - Interface Amplificador Falante em Regime de Potência
Ruy Monteiro
Disponível em www.studior.com.br

3 – Potência “RMS” ou Potência Média ?
Homero Sette Silva
Disponível em www.selenium.com.br

4 – Tabela Comparativa de Drivers
Homero Sette Silva
Disponível em www.selenium.com.br