

1- THD - (Total Harmonic Distortion – Distorção Harmônica Total)

É a relação entre a potência da frequência fundamental medida na saída de um sistema de transmissão e a potência de todas as harmônicas observadas na saída do sistema pela não-linearidade, quando um sinal único de potência especificada é aplicado à entrada do sistema. Este é normalmente especificado em porcentagem (%) ou decibel (dB), e, é um dos parâmetros de maior importância quando analisamos um equipamento (amplificador, processador, mixer, etc.), quanto menor a distorção harmônica, melhor é a capacidade de processar, amplificar ou transmitir o sinal de áudio sem distorcer (mudar as características) o sinal original. Portanto, lembre-se deste parâmetro sempre que for escolher um equipamento.

A fórmula para THD% é dada por:

$$THD\% = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_N^2}}{V_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde os termos V_2 até V_N são os níveis dos harmônicos e V_1 é o nível da fundamental.

Assim, podemos dizer que THD é o valor eficaz dos harmônicos dividido pelo valor eficaz da fundamental, portanto:

$$THD = \frac{e_H}{e_F} \quad (2)$$

e_H = Valor eficaz total dos harmônicos

e_F = Valor eficaz da fundamental

Como normalmente a THD é expressa em % ou dB temos:

$$THD\% = THD \times 100 \quad (3)$$

$$THD_{dB} = 10.\log(THD) - \text{para potências} \quad (4)$$

$$THD_{dB} = 20.\log(THD) - \text{para tensões e correntes} \quad (5)$$

2- THD+N - (Total Harmonic Distortion + Noise – Distorção Harmônica Total + Ruído)

Significa o mesmo de THD, mas agora é considerado o ruído também e não somente os harmônicos gerados no equipamento. Também pode ser especificado em % ou dB.

$$THD + N\% = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_N^2 + V_R^2}}{V_1} \times 100 \quad (6)$$

Onde os termos V_2 até V_N são os níveis dos harmônicos, V_R é o nível de ruído e V_1 é o nível da fundamental.

Podemos dizer que:

$$THD + N = \frac{e_{HR}}{e_F} \quad (7)$$

e_{HR} = Valor eficaz total dos harmônicos mais o ruído

e_F = Valor eficaz da fundamental

Como normalmente a THD é expressa em % ou dB temos:

$$THD + N\% = THD + N \times 100 \quad (8)$$

$$THD + N_{dB} = 10.\log(THD + N) - \text{para potências} \quad (9)$$

$$THD + N_{dB} = 20.\log(THD + N) - \text{para tensões e correntes} \quad (10)$$

3- S/N - (Signal/Noise – Relação Sinal/Ruído)

É o parâmetro que mostra a qualidade do equipamento quanto ao ruído, ou seja, é a relação entre o nível de sinal e o nível de ruído produzido pelo equipamento. Portanto, quanto maior a relação sinal ruído melhor, pois significa que menor índice de interferência, causado pelo ruído, teremos no sinal.

A fórmula para o cálculo da S/N é dada por:

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Sinal}}{\text{Ruído}} = 10.\log \frac{S}{N} \text{ para potências} \quad (11)$$

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Sinal}}{\text{Ruído}} = 20.\log \frac{S}{N} \text{ para tensões e correntes} \quad (12)$$

4- IMD – (Intermodulation Distortion - Distorção por Intermodulação)

É a distorção que ocorre quando dois sinais, com freqüências diferentes, são aplicados simultaneamente em um circuito não linear gerando uma modulação, ou seja, surgirão dois novos sinais com freqüências iguais a soma e a diferença das freqüências dos sinais de entrada. Supondo dois sinais de freqüências 1kHz e 7kHz, teremos além dos dois sinais, mais dois com freqüências de 8kHz (7kHz + 1kHz) e 6kHz (7kHz – 1kHz). Para calcular a IMD utiliza-se o mesmo formato da THD, porém utilizando-se dois sinais com freqüências distintas.

O SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) é um método bastante utilizado, no qual dois sinais com freqüências de 60Hz e 7kHz, são aplicados numa proporção de quatro para um (4:1), medindo-se a quantidade de intermodulação ocorrida no sinal de 7kHz.

5- Sensitivity - (Sensibilidade)

Este parâmetro informa qual é o nível de entrada necessário para levar um equipamento a sua potência nominal. Para um amplificador com ganho constante o nível de sensibilidade será único, pois sempre um valor de entrada levará o amplificador a sua máxima potência. A fórmula para calcular a sensibilidade é dada por:

$$S_{dBu} = 20.\log\left(\frac{S}{775mV}\right) \quad (13)$$

$$S_{dBV} = 20.\log\left(\frac{S}{1,0V}\right) \quad (14)$$

Onde:

S = sensibilidade em V_{RMS}

S_{dBu} = sensibilidade em dBu

S_{dBV} = sensibilidade em dBV

6- Damping Factor (Fator de Amortecimento)

É a relação entre a impedância da carga e a impedância de saída do amplificador. A fórmula para o cálculo do damping é dada por:

$$D = \frac{Z_L}{Z_0} \quad (15)$$

Onde:

D = fator de amortecimento (damping factor)

Z_L = impedância da carga

Z_0 = impedância de saída do amplificador

Para cálculos mais práticos podemos obter o fator de amortecimento medindo as tensões de saída do amplificador com carga e sem carga (especificada), calculando através da seguinte fórmula:

$$D = \frac{V_L}{V_0 - V_L} \quad (16)$$

Onde:

V_L = tensão na carga especificada

V_0 = tensão da saída do amplificador sem carga

Devemos notar que o Fator de amortecimento é uma relação de impedâncias, como impedâncias variam com a frequência, podemos entender porque o fator de amortecimento varia com a frequência. Atualmente este parâmetro é expresso normalmente em três frequências 50Hz, 400Hz e 1kHz.

Para que o valor calculado seja correto temos que considerar a resistência dos fios que conectam o alto-falante aos bornes do amplificador. Para este cálculo utilizamos a seguinte fórmula:

$$D_{CORRETO} = \frac{1}{\frac{1}{D} + \frac{R_{FIO}}{Z_L}} \quad (17)$$

Onde:

D = fator de amortecimento encontrado sem considerar o fio

R_{FIO} = resistência total do fio em Ohms

Z_L = impedância na carga

O fator de amortecimento nos fornece referência quanto à habilidade que o amplificador possui em controlar a precisão do movimento do cone do alto-falante. Geralmente, quanto maior o número, maior o controle sobre o alto-falante e conseqüentemente mais precisa a sua resposta. Valores acima de cinquenta já são aceitáveis, mas valores maiores podem fornecer maior precisão no controle.

7- Resposta de Frequência

Refere-se à capacidade de reprodução de frequência que um determinado equipamento possui. Um amplificador ou outro equipamento processador de áudio deveria ter uma resposta igual, ou o mesmo comportamento em todo o espectro de áudio, ou seja, deveria reproduzir com as mesmas características magnitude e fase.

7.1-Magnitude

A magnitude é representada pela relação entre dois sinais, podendo ser o sinal de entrada e o sinal de saída. Desta forma, podemos escrever:

$$G_V = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \quad (18)$$

Onde:

G_V = ganho de tensão

V_{IN} = sinal de entrada

V_{OUT} = sinal de saída

Para expressar em dB temos:

$$G_{V(dB)} = 20 \cdot \log G_V \quad (19)$$

Quando medimos o ganho para cada uma das freqüências contidas no espectro de áudio, podemos plotar um gráfico logarítmico criando assim uma resposta em freqüência para a magnitude. A figura 1 exemplifica um gráfico com a resposta de freqüência da magnitude.

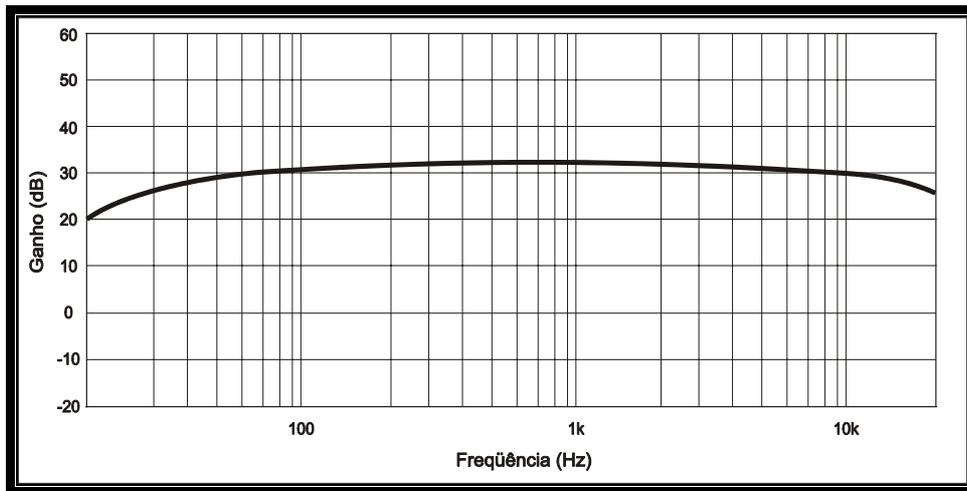


Figura 1 – Resposta em Freqüência da Magnitude.

7.2-Fase

Da mesma forma que a magnitude, se relacionarmos a fase do sinal de saída com a fase do sinal de entrada para cada freqüência do espectro de áudio, podemos construir um gráfico da Resposta em Freqüência da Fase. A figura 2 exemplifica um gráfico com resposta de Fase.

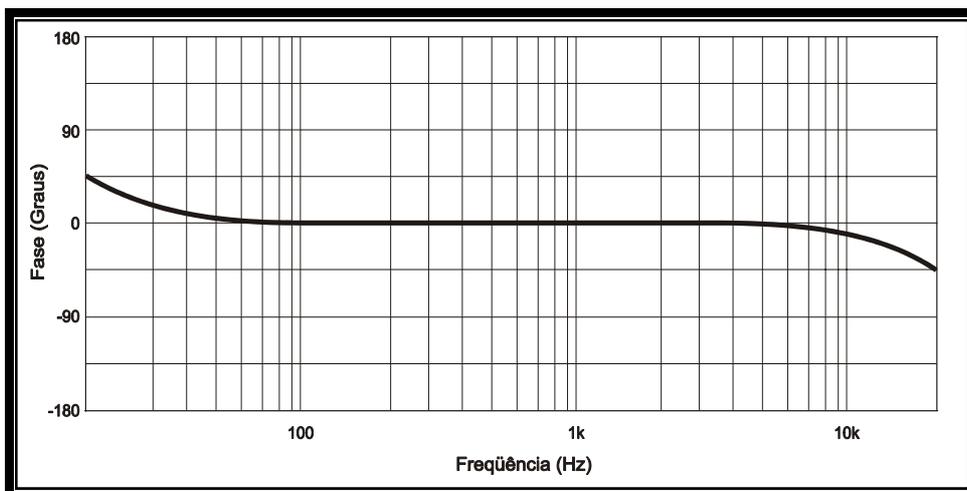


Figura 2 – Resposta em Freqüência da Fase.

Na curva mostrada na figura 2 podemos observar que a fase está adiantada em baixas freqüências e atrasada em altas freqüências, tipo bem característico de filtros passa-altas e passa-baixas respectivamente. Portanto, esta é uma curva bastante típica de resposta de freqüência da fase.

8 - Referências Bibliográficas

- [1] MOSCAL, Tony. **Sound Check**. Tradução Joel Brito. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora H. Sheldon, 2001.
- [2] BORTONI, Rosalfonso. **Artigo Amplificadores de Potência - Avançado**. Disponível em: <<http://www.studior.com.br/indexp.html>>. Acesso em 30 de janeiro de 2004.