

1. Introdução

Os conceitos de projeto empregados na série **Digilite** favorecem a reprodução de programas musicais, com o máximo de fidelidade e eficiência. Os seus aspectos novos e únicos requerem procedimentos específicos para documentar a real performance desta série e também de outros amplificadores da nova geração, tais como os Crown I-Tech [1], Lab.Gruppen fP/fP+ [2] e Powersoft [4], só para citar alguns. Esses procedimentos, em alguns aspectos, são bastante diferentes dos empregados em amplificadores convencionais.

Para tanto, esse paper propõe expor as principais diferenças entre avaliar amplificadores de projeto tradicional e os da nova geração. Serão descritos alguns procedimentos indispensáveis para executar essa tarefa de maneira adequada.

2. Preparando o Equipamento

A primeira providência consiste em se preparar o equipamento de medida, que poderão ser basicamente de dois tipos: o **osciloscópio** e o **analisador de áudio**. Essa preparação é indispensável no caso de se estar avaliando um equipamento digital, conforme recomendação dos fabricantes destes instrumentos [5].

Ao usar um osciloscópio para medir a saída de qualquer amplificador da série **Digilite** deve-se sempre conectá-lo em modo diferencial (balanceado), com as duas entradas do instrumento sendo somadas com a fase do canal B invertida e utilizando pontas de prova adequadas e providas de divisores de tensão (1:10).

Um analisador de áudio deverá também sempre estar conectado em modo balanceado às saídas do amplificador. Os terminais terra, tanto do osciloscópio quanto do analisador, deverão estar conectados à carcaça do amplificador, que por sua vez deverá estar aterrado, com uma conexão à terra adequada.

Todas as recomendações dos fabricantes dos instrumentos deverão ser seguidas à risca.

Para medidas exatas, deve-se providenciar um filtro passa-baixas especial, entre o amplificador e o instrumento (osciloscópio ou analisador). Um exemplo de filtro que atende a essa necessidade é o **Audio Precision AUX-0025** [5], mas filtros similares, que apresentem características semelhantes, poderão ser utilizados sem problemas. O *set-up* típico pode ser visto na figura 1.

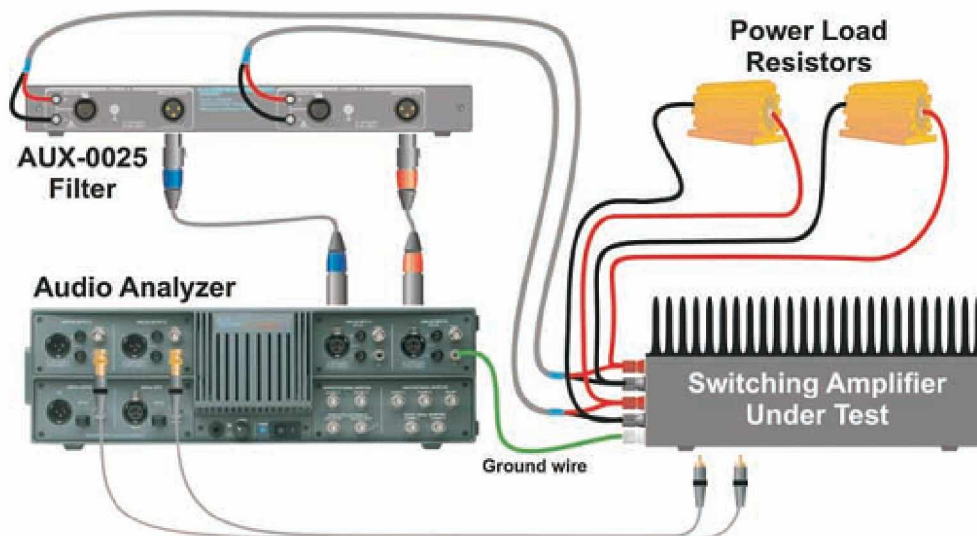


Figura 1 – exemplo de conexão de um amplificador digital a um analisador de áudio. As conexões são similares no caso de se usar um osciloscópio no lugar do analisador de áudio.

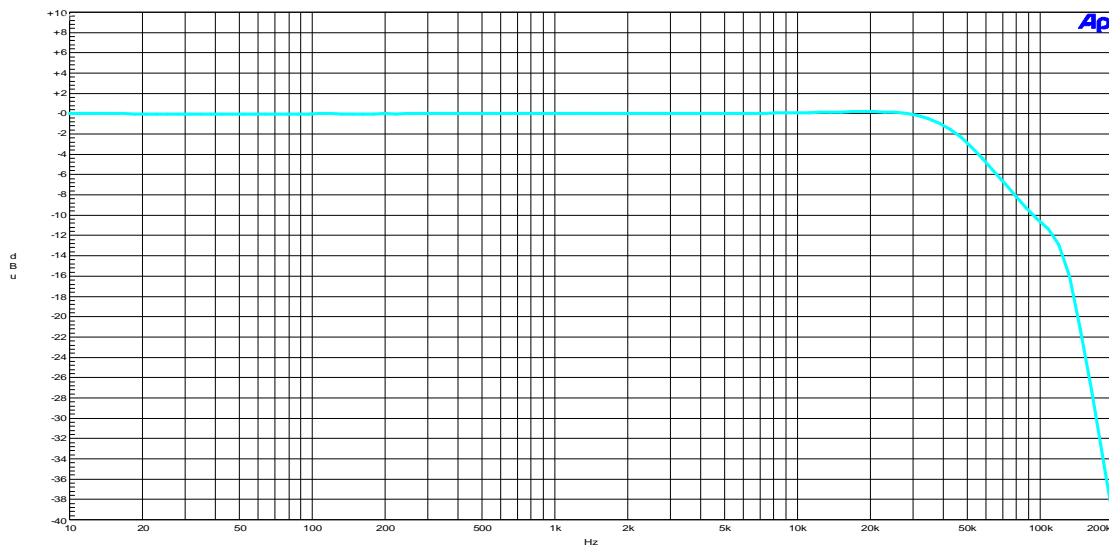


Figura 2 – Resposta de frequências do filtro AUX-0025

Esse filtro evita que o resíduo do sinal modulador, presente em todos os amplificadores digitais, alcance o estágio de entrada analógico dos analisadores. Esse resíduo, embora geralmente muito pequeno e inofensivo à reprodução musical, possui transições extremamente rápidas (*slew-rate* muito alto) e invariavelmente introduz erros de medição, mesmo nos analisadores mais modernos. Esse filtro auxiliar, de natureza passa-baixas, remove esses resíduos, permitindo uma medição livre de problemas. É muito importante que esse filtro não introduza distorção harmônica ou de intermodulação, para não comprometer o resultado e deve ser utilizado também com o osciloscópio.

Um segundo filtro, que deve ser implementado dentro do analisador de áudio, é o que atende a diretiva **AES-17** [5]. Essa diretiva impõe que esse filtro seja utilizado na análise de qualquer tipo de equipamento digital. Sua principal função é a de impedir que a modulação digital “confunda” os sistemas de auto-escala (*Auto Scale*) dos equipamentos. *Esse filtro não será necessário caso o objetivo seja utilizar apenas o osciloscópio.*

Nos equipamentos mais modernos, basta habilitar a função “AES-17 Filter”. Em equipamentos mais tradicionais, ele deve ser inserido internamente, nos *slots* normalmente disponibilizados para os filtros de ponderação. O fabricante do equipamento deverá ser consultado nesse caso.

Importante: o **AES-17 não deve** ser confundido com o filtro **AUX-0025** (ou outro similar). Cada um atende a uma função **bem diferente** e **ambos** devem estar presentes em um ensaio envolvendo um amplificador digital e um analisador de áudio [5].

3. Medindo a potência máxima de saída com um osciloscópio

3.1 O osciloscópio deverá estar em modo diferencial, conectando seu CH-A na linha “+” da saída do amplificador e o seu CH-B na linha “-” da saída do amplificador. Essa conexão deverá ser feita através do filtro passa-baixas (AUX-0025 ou equivalente), que ficará entre o amplificador e o osciloscópio. O terminal terra (*ground*) do osciloscópio deverá estar conectado ao chassi do amplificador sob teste. A chave de modo de entrada deverá estar em “ADD/CHOPP” e o CH-B deverá estar com a fase invertida (chave REV ou INV acionada).

3.2 O amplificador deverá estar com as saídas conectadas a cargas puramente resistivas, de valor adequado à medida em questão (8, 4 ou 2 ohms).

3.3 A instalação de AC deverá ser capaz de fornecer a potência adequada ao amplificador e este deverá estar obrigatoriamente e corretamente aterrado.

3.4 Para alimentar a entrada do amplificador use um sinal senoidal de 1kHz do tipo *tone burst* (chamado *burst-normal* nos Audio Precision), com 33,3ms ligado, seguido de 66,6ms desligado [3] e eleve o sinal até que ocorra um leve clipamento (THD \approx 1%). Nesse regime, a tensão máxima V_p deverá ser registrada na tela do osciloscópio. De posse desse valor fazer o cálculo:

$$P_{m\acute{e}dia} = \frac{V_p^2}{2R_L}$$

onde R_L é a carga utilizada, em Ohms.

4. Medindo a potência máxima de saída com um analisador de áudio

4.1 O analisador deverá estar conectado em modo diferencial às saídas do amplificador (modo balanceado), conforme a figura 1. Este deverá ser capaz de suportar a maior tensão fornecida pelo amplificador em teste.

4.2 Os itens 3.2 e 3.3 deverão ser novamente observados.

4.3 Para alimentar a entrada do amplificador use um sinal senoidal de 1kHz, do tipo *tone burst*, com 33,3ms no nível nominal, seguido de 66,6ms atenuado de 12dB e eleve o sinal até que ocorra um leve clipamento (THD \approx 1%).

4.4 O analisador deverá estar na função de voltímetro True-RMS (valor eficaz verdadeiro), com banda passante de 22Hz-22kHz e com um tempo de integração relativamente longo (ou automático). Use o tempo de integração que forneça a leitura mais estável.

Importante: para que a leitura seja precisa, o voltímetro do analisador deverá ser capaz de ser True-RMS para um fator de crista mínimo de $F_c = 9\text{dB}$. Se essa exigência não for satisfeita, o voltímetro poderá apresentar uma leitura incorreta. (todos os equipamentos da Audio Precision atendem à essa exigência, caso utilize outro tipo de analisador consulte o manual do mesmo para obter essa informação).

4.5 A leitura V_{rms} agora deve ser aplicada à fórmula:

$$P_{m\acute{e}dia} = \frac{V_{rms}^2}{\frac{R_L}{3}}$$

onde R_L é novamente a carga em Ohms.

5. Observações Adicionais

5.1 O intervalo de 66ms do *burst* atenuado em 12dB, ao invés de atenuação infinita utilizado em 4.3, adequa o sinal de teste ao processador interno da série **Digilite**, que foi concebido para sinais musicais e não para sinais de teste. Para outros tipos de amplificadores poderá ser necessário modificar essa atenuação, ou mesmo utilizar atenuação infinita (intervalo em OFF).

5.2 Um ensaio criterioso medirá um mesmo amplificador pelos dois métodos apresentados e obrigatoriamente deverá encontrar o mesmo valor nas duas medidas (a menos dos erros experimentais).

5.3 No caso de se utilizar apenas o osciloscópio, o filtro AUX-0025 poderá ser substituído por um outro mais simples, do tipo passa-baixas, com atenuação mínima de 24dB/oitava a partir de aprox. 22kHz. As perdas por inserção desse filtro deverão ser cuidadosamente compensadas na medida.

5.4 Medidas de *THD* e *Slew-Rate* na máxima potência deverão ser executadas com sinais de curta duração (os chamados FAST TEST [6] no Audio Precision). Por outro lado, se essas medidas forem realizadas com sinal permanente os resultados irão incluir a contribuição do processador **Power Manager** (na série Digilite).

5.5 A não utilização do filtro AES-17 poderá introduzir erros grosseiros nas medições de THD e erros menores (mas nada desprezíveis) nas medições de potência com o analisador de áudio [5].

5.6 Se for utilizado um sinal permanente senoidal (fator de crista = 3dB) como sinal de teste (ou outro tipo de sinal não-musical), este irá provocar a intervenção do processador **Power Manager** a partir de certos níveis de potência. A série **Digilite** foi projetada pra reproduzir com máxima potência e fidelidade sinais com fator de crista iguais ou superiores a 6,3dB – sinais musicais portanto. O pior caso é o das músicas eletrônicas de Dance/Rave, que podem ter um fator de crista mínimo próximo a 7dB, quando muito comprimidas. A Música, de um modo geral, possui fator de crista bem mais alto (rock pesado, música pop pesada de 9-12dB, música brasileira e jazz de 10-15dB, por ex.), conforme [8].

Obs: Cada fabricante de amplificador, em geral, adota um método próprio e particular de lidar com um sinal de baixo fator de crista. Consulte a literatura de cada fabricante em específico para maiores informações.

5.7 A potência obtida nos tópicos 3 e 4 é a (erroneamente) chamada “potência RMS”. Neste artigo evitou-se o uso desse termo, substituindo-o pelo termo mais correto, *Potência Média*, conforme recomendado em [7].

5.8 É fortemente recomendada a leitura completa de [5] e a consulta de [6], principalmente se o objetivo não for somente medir a potência, mas todas as demais características do amplificador.

6. Referências

1. Crown Audio, *I-Tech Series data sheet*, www.crownaudio.com;
2. Lab.Gruppen, *Technical Data FP/FP+ Series*, www.labgruppen.com;
3. Lab.Gruppen, *Testing Procedure*, www.labgruppen.com;
4. Powersoft, *DIGAM K series data sheet*, <http://pro-audio.powersoft.it>;
5. Hofer, B., *Measuring Switch-Mode Power Amplifiers*, Write paper, Audio Precision, Inc., 2003, www.audioprecision.com;
6. Bob Metzler, “*Audio Measurement Handbook*”, Audio Precision, Inc., 1993;
7. Homero Sette Silva, *Potência “RMS” ou Potência Média?*, Apresentado na VIII Convenção Nacional da AES Brasil, 7 - 9 de Junho de 2004, São Paulo, SP. Disponível em www.selenium.com.br e www.hotsound.com.br;
8. Carlos Correia da Silva e Homero Sette Silva, “*Alto-falantes e Caixas Acústicas, Características e Utilização*”; disponível em www.selenium.com.br.