



# AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA: MITOS E VERDADES

PARTE 4

O que o consumidor precisa saber sobre “alimentação negativa” em equipamentos do gênero



João Yazbek

É Engenheiro Eletrônico e Mestre em Engenharia e Administração de Empresas. Diretor da J.Yazbek Indústria Eletrônica, que, entre outras atividades industriais, comercializa produtos de áudio com as marcas Y2 Audio e AAT (Advanced Audio Technologies).



DTA-9.4

»A realimentação negativa é um princípio indispensável em eletrônica – e, aplicada de forma correta, pode melhorar uma série de fatores-chave na performance de sistemas eletrônicos. Isso é verdade em todos os setores da eletrônica e tem sido extensivamente utilizado em diversos campos, com pleno êxito. Na área de controles eletrônicos, utilizam-se amplamente servomecanismos (ou apenas servos), que empregam a realimentação negativa para a correção de erros e otimização da performance de um sistema. Como exemplos, podemos citar os equipamentos que utilizam realimentação negativa para trabalhar os sistemas de navegação em aviões e carros (conhecidos como “pilotos-automáticos”), sistemas de focalização em câmeras de foco automático e termostatos (que controlam a temperatura da geladeira, do ar-condicionado etc.). Em aviões militares e comerciais, o controle por realimentação negativa é utilizado em todas as superfícies móveis que administram o voo.

Por que, então, a realimentação negativa em produtos de áudio tem sido apontada como “culpada” pela baixa qualidade de certos amplificadores? Vamos além: alguns fabricantes afirmam que seus amplificadores não possuem realimentação negativa. Isso é verdade?

### **CORREÇÃO**

“Realimentação negativa” é uma técnica que amostra o sinal de saída de um sistema, o inverte e o reintroduz na entrada desse mesmo sistema. Explicando de forma bem simples: a saída de qualquer circuito amplificador apresenta alguma distorção. Normalmente, os projetistas não se preocupam em saber com precisão quais são os erros e corrigi-los.

Até porque a correção não é possível (ou, mesmo quando é possível, se torna inviável do ponto de vista técnico ou econômico). A forma mais adequada de lidar com esses erros é comparar a saída com a entrada e fazer com que o circuito corrija a saída (de forma simples, aumente ou diminua a saída) até que o erro se reduza a zero. Com isso, melhoramos a resposta em frequência, reduzimos a distorção harmônica, baixamos a impedância de saída (ou seja, aumentamos o fator de amortecimento) e estabilizamos os parâmetros dos amplificadores, tornando-os reproduzíveis em larga escala. Isto é feito, basicamente, trocando-se ganho de sinal não-utilizado por maior linearidade.

SIA2 150  
Stereo Integrated Amplifier



Mas por que a realimentação negativa é considerada algo a ser evitado em aparelhos de áudio? Em revistas especializadas, alguns avaliadores de equipamento argumentam, até hoje, que a realimentação negativa é ruim e que amplificadores com baixa taxa de realimentação (ou sem realimentação) são os melhores. Usualmente, se argumenta que a realimentação global é ruim e que a realimentação local é considerada de melhor qualidade. Também se comenta que altos níveis de realimentação negativa são prejudiciais e eliminam a dinâmica, tornando o amplificador lento.

Tais afirmações são inverídicas, não se baseiam em fatos. Foram alimentadas, nas décadas passadas, por pessoas que não conseguiam entender corretamente os fenômenos que geravam qualidade sonora baixa em amplificadores transistorizados com altas taxas de realimentação negativa. Devo lembrar que esse debate começou na época em que os transistores foram introduzidos como elementos ativos nos amplificadores, pois, até então, os elementos ativos dominantes (válvulas), por sua topologia de circuito, somente permitiam realimentação local e pequenas doses de realimentação global.

### CONHECIMENTO

A realimentação negativa não só é um dos conceitos fundamentais da eletrônica moderna, como é impossível construir um amplificador de qualidade sem utilizá-la. Na realidade, tem-se falado que o uso de realimentação local (ou seja, ao redor de uma pequena parte do circuito sucessivas vezes) é superior à realimentação chamada de “global” (aplicada a todo o circuito de uma única vez). Na realidade, elementos ativos, como transistores e algumas válvulas, inerentemente já possuem alguma realimentação intrínseca, e mesmo assim é impossível construir um amplificador com eles sem o uso de realimentação local adicional ou de realimentação global. Além disso, o uso de pequenas quantidades de realimentação negativa só faz o produto em questão se tornar pior especificado e gerar maior distorção e outros defeitos, além de que a reprodutibilidade em produção se torna baixa.

Portanto, a primeira conclusão a que chegamos é que qualquer amplificador ou pré-amplificador de áudio usa realimentação simplesmente para se manter em condições de responder em toda faixa de áudio e poder reproduzir o sinal recebido com baixa distorção. Ou seja: amplificador

sem realimentação negativa não existe! O que existe são certos amplificadores que não usam realimentação negativa global e, sim, realimentação negativa local. No que tange esse tópico, a desinformação é tão grande que uma famosa revista norte-americana publicou, há alguns anos, um artigo prevendo que, no futuro, todos os amplificadores seriam “sem realimentação”. Isto é simplesmente “desinformação” (propagada por quem deveria estar fazendo exatamente o contrário!).

E por que a realimentação local é tão bem vista pela imprensa especializada? Ora, por ser mais simples de ser implementada. Certas formas de instabilidade produzidas pela realimentação global são facilmente eliminadas pela técnica de realimentação local. Logo, projetos que inicialmente são ruins podem ser corrigidos de forma fácil por meio de realimentação local. E, para a correta aplicação de realimentação global, é necessário um bom conhecimento de certas características do circuito (o que muitos projetistas não têm). Os erros a serem corrigidos são maiores, assim como outras características do produto em questão, o que levou muitos projetistas e empresas a fazerem produtos ruins com realimentação global.

### CONCLUSÃO

Para piorar: no passado, atribuiu-se a ela a culpa por algumas características sonoras dinâmicas que existiam nos amplificadores de então – as quais só foram compreendidas anos depois. Descobriu-se que o problema estava em outras áreas do circuito dos amplificadores, que se comportavam mal sob fortes doses de realimentação negativa global. As soluções foram descobertas, implementadas e, de lá para cá, a qualidade sonora dos amplificadores modernos e bem projetados é simplesmente impressionante. Hoje, a maioria dos fabricantes usa realimentação negativa global e os resultados são excepcionais em alguns modelos.

Como tudo na vida, há ao menos um efeito colateral na realimentação negativa global: é a chamada “característica de saturação” (*clipping*). Com pouca realimentação, o amplificador satura gradualmente quando é muito exigido, fazendo com que a distorção por saturação seja suave. Esse tipo de distorção é chamado de *soft clipping*. Com o uso da realimentação, o sinal de saída é forçado a ficar em seu valor máximo o tempo mais longo possível, mantendo a saída saturada por um longo período. Tal fenômeno denomina-se “saturação forte”, ou *hard clipping*. O efeito sonoro é perceptível, mas projetos modernos contornam esse problema introduzindo um circuito que faz com que o comportamento de um amplificador realimentado na condição de saturação seja de *soft clipping*.

A coluna do mês termina com conclusões similares às que foram publicadas anteriormente: com boas práticas de desenvolvimento de produto, é possível contornar os efeitos secundários em quase todos os problemas abordados. A tecnologia evoluiu muito na última década. Não há, hoje, problemas em utilizar realimentação global em altas doses, desde que o produto em questão seja bem projetado. E lembre-se: amplificadores sem realimentação não existem. •



Designlösungen  
by LANDO

Conheça a linha completa  
de soluções de áudio da LANDO  
para TV de plasma e LCD

[www.lando.com.br](http://www.lando.com.br)

- LANDO SoundBar
- LANDO SoundBar Aktiv
- LANDO FlatPanel



Technology  
made in **Germany**



HÖREN



STATT SEHEN<sup>\*</sup>

\*Escutar ao invés de ver.

**LANDO**  
HIGH FIDELITY  
tel 0XX11 3717.1145