

Balanceamento de Sinais

Uma das perguntas mais constantes que ouço quando presto consultoria ou ministro um treinamento é a seguinte: O que é balanceamento e para que serve?

Difícilmente ouvi uma explicação sobre esse assunto que tenha sanado as dúvidas dos interessados. Ouvi respostas do tipo “se houver dois condutores e uma malha, o cabo é balanceado”, ou “balanceamento é um aterramento”, ou ainda “o sistema balanceado elimina todos os ruídos”.

Na verdade, a definição de balanceamento contém um pouco de cada uma destas idéias e vai além. Infelizmente, não posso pretender que você entenda o conceito de balanceamento sem abordar o assunto com um enfoque apoiado na Eletrônica, uma vez que o balanceamento é um fenômeno genuinamente eletrônico. Mas não se preocupe *muito*, tentarei fazer isso da forma menos dolorosa possível.

O que é balanceamento?

A principal finalidade do balanceamento é o cancelamento ou minimização de ruídos, de natureza eletromagnética, induzidos nos cabos do sistema de áudio.

O termo balanceamento se refere a uma técnica que aplica um sinal elétrico à entrada de um circuito eletrônico e obtém dois sinais simétricos em sua saída: sinais de mesma amplitude e frequência, mas com fase invertida (vide Figura 1).

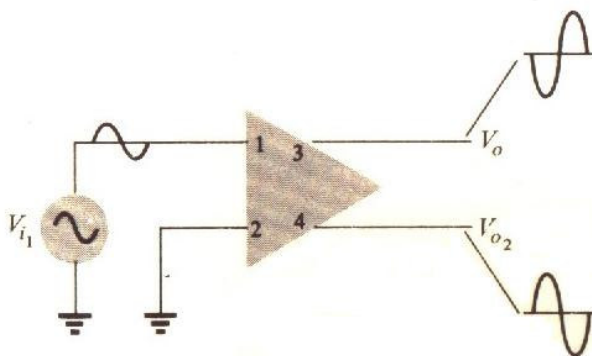


Figura 1 – Diagrama de Blocos do Circuito Eletrônico

Esses sinais são enviados, por meio de um cabo composto por dois condutores e malha, até o circuito de entrada do próximo estágio do sistema. Na entrada do estágio seguinte há outro circuito eletrônico que reconhece os sinais simétricos e os recompõem num só.

Os circuitos empregados na técnica de balanceamento de sinais são baseados em amplificadores diferenciais.

Ops, você vai dizer... “lá vêm você com esses termos técnicos...”

Muito bem... deixe-me tentar explicar...

Os Amplificadores Diferenciais

Os amplificadores diferenciais (vamos chamá-los de ampdif) são circuitos eletrônicos, com duas entradas e duas saídas, construídos a partir de transistores e resistores, associados de forma a gerar sinais nas saídas que dependerão da forma como foram aplicados nas entradas.

Esses amplificadores podem operar de três formas básicas: entrada simples, entrada dupla em fase (ou em modo comum) e entrada dupla simétrica (ou em modo diferencial). Vamos entender:

Amplificadores Diferenciais Operando com Entrada Simples

Consideremos a operação do ampdif com um único sinal de entrada aplicado ao terminal 1. Pode-se observar na Figura 2a que enquanto o sinal aplicado ao terminal 1 é amplificado e invertido no terminal 3, ele sofre apenas amplificação no terminal 4. Se aplicarmos o sinal de entrada no terminal 2, observaremos o sinal amplificado e invertido no terminal 4 e o sinal apenas amplificado no terminal 3.

Está acompanhando o raciocínio?

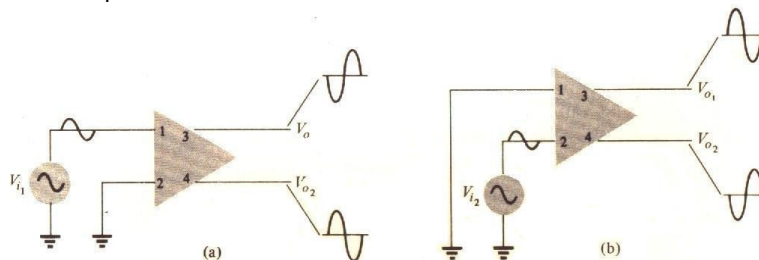


Figura 2 – Amplificador Diferencial com Entrada Simples

Podemos afirmar, então, que o ampdif operando com entrada simples gera dois sinais amplificados, simétricos e de mesma amplitude nos terminais de saída.

Amplificadores Diferenciais Operando com Entrada Dupla Simétrica

Agora, imagine se ao invés de aplicarmos o sinal de entrada apenas a um dos terminais, apliquemos à entrada dois sinais simétricos e de mesma amplitude, um em cada terminal. Vamos analisar o comportamento das entradas separadamente e depois unir os resultados para que possamos entender melhor. Veja a Figura 3.

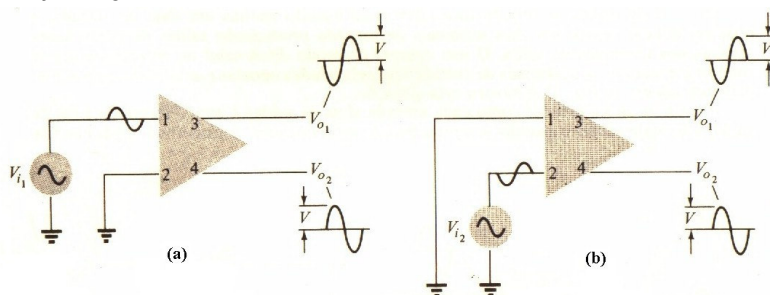


Figura 3 – Amplificadores Diferenciais com Entrada Simples Simétrica

As Figuras 3a e 3b mostram o resultado de cada entrada atuando sozinha. Acompanhe comigo: (a) a entrada aplicada ao terminal 1 produz uma saída com polaridade oposta e amplificada no terminal 3 enquanto no terminal 4 há uma saída amplificada e de mesma polaridade do sinal aplicado ao terminal 1; (b) a entrada aplicada ao terminal 2 produz uma saída com polaridade oposta e amplificada no terminal 4 enquanto no terminal 3 há uma saída amplificada e de mesma polaridade do sinal aplicado ao terminal 2.

Sendo assim, ao aplicarmos simultaneamente os sinais de entrada simétricos nos terminais 1 e 2, teremos o resultado mostrado na Figura 4:

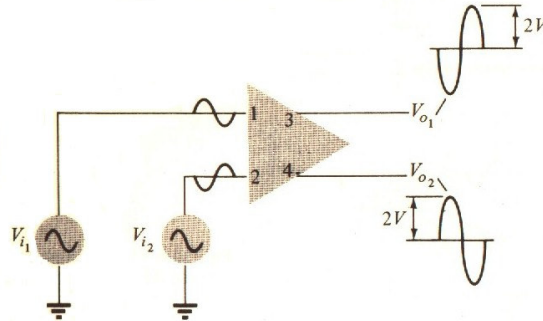


Figura 4 – Amplificador Diferencial com Entrada Dupla Simétrica

Por superposição, os sinais resultantes em cada terminal de saída serão somados e a saída em cada terminal será o dobro da obtida com um único sinal de entrada, o que representa um ganho de 6 dB além do introduzido pelo amplificador.

Amplificador Diferencial com Entrada Dupla em Fase ou em Modo Comum

Para este caso, imagine a aplicação de dois sinais de mesma amplitude e em fase aos terminais 1 e 2 do ampdif, como mostrado na Figura 2.

De acordo com o processo narrado para a Figura 2, ao superpormos os sinais na saída eles se somarão. Como os somatórios das saídas são simétricos, o resultado será 0 volt nos terminais 3 e 4. A Figura 5 mostra esse resultado.

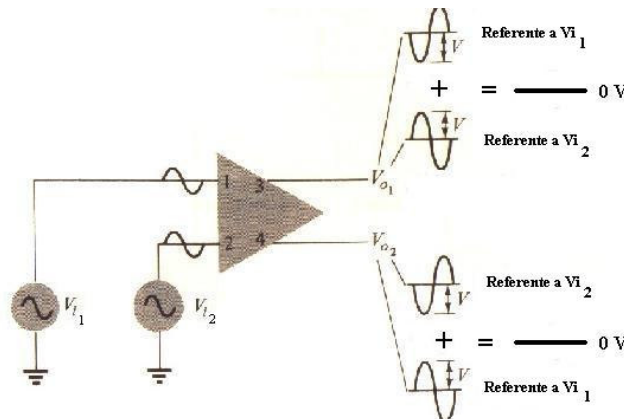


Figura 5 – Amplificador Operacional com Entrada em Fase

Conclusão sobre a Operação dos Amplificadores Diferenciais

Diante do exposto até agora, podemos concluir que:

- a) Amplificadores diferenciais operando com entrada simples apresentarão sinais amplificados e simétricos em seus terminais de saída;
- b) amplificadores diferenciais operando com entrada dupla simétrica apresentarão sinais simétricos e amplificados duas vezes mais que com entrada simples (+ 6 dB) em seus terminais de saída; e
- c) amplificadores diferenciais operando em modo comum ou com entrada em fase não apresentarão sinais em seus terminais de saída. A este processo chamamos rejeição em modo comum.

O balanceamento de cabos

Ok, mas como tudo isso funciona no balanceamento de cabos? Imagine, no interior do microfone, um pequeno circuito ampdif operando com entrada simples. A cada terminal de saída do ampdif ligamos, respectivamente, os terminais 2 e 3 do conector XLR. O que vai acontecer? O sinal sairá do elemento gerador do microfone e será aplicado a apenas um dos terminais de entrada do ampdif. O ampdif gerará em seus terminais de saída dois sinais amplificados, de mesma amplitude e simétricos, que serão enviados ao cabo pelos pinos 2 e 3 do conector XLR. Esses sinais trafegarão pelos condutores do cabo ligados aos pinos 2 e 3 com fase invertida. Observe a Figura 6.

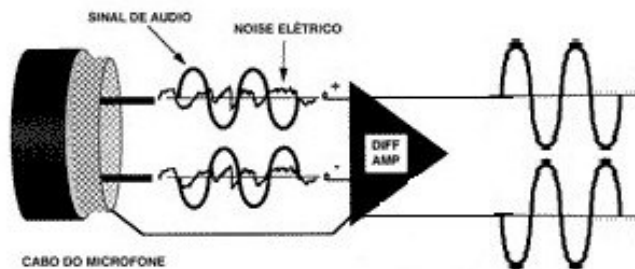


Figura 6 – Tráfego do Sinal de Áudio no Cabo Balanceado

Note que o sinal de áudio está trafegando com fases invertidas nos condutores do cabo enquanto o ruído trafega com mesma fase. Nos terminais de entrada do ampdif do estágio seguinte, que neste caso pode estar no canal de entrada da mesa, o sinal de áudio chega em modo diferencial e o ruído em modo comum. Como observamos naquela baboseira toda acima, o ampdif em modo diferencial amplifica o sinal enquanto em modo comum ele o rejeita.

Sendo assim, todo ruído que for induzido no cabo, em geral de origem eletromagnética, será rejeitado na entrada da mesa pela ação do ampdif. É importante destacar que ruídos gerados no microfone ou nos circuitos internos dos equipamentos não serão rejeitados pelo balanceamento, porque serão aplicados aos terminais de entrada do ampdif juntamente com o sinal de áudio.

Conclusão

Para que o nosso sistema possa ser considerado balanceado necessitaremos que os cabos utilizados contenham duas vias + malha. No entanto, possuir os cabos certos não nos assegura que o sistema é balanceado. Se os equipamentos não permitirem conexões balanceadas, isto é, não possuírem ampdífs em seus terminais de entrada e saída, o cabo pode estar montado corretamente, mas o sistema não será balanceado. Sendo assim, para que o sistema seja balanceado, necessitamos de cabos e equipamentos que suportem essa tecnologia.

Vale destacar, também, que o balanceamento é uma técnica utilizada para melhorar a qualidade do sinal de áudio, protegendo-o de ruídos induzidos nas linhas de transmissão. No entanto, esta tecnologia não é capaz de eliminar ruídos causados por soldas mal feitas, cabos sem manutenção, potenciômetros com problemas etc.

Para estes problemas, a velha e eficiente manutenção preventiva é o melhor remédio. Enrolar e armazenar corretamente os cabos, trocar periodicamente os conectores, manter os equipamentos em lugar seco e livre de poeira são boas atitudes que colaborarão, sem sombra de dúvidas, para uma sonorização livre de ruídos.

Abraços balanceados.

David Fernandes

Tecnólogo de Telecomunicações

Membro da Audio Engineering Society (AES)

Membro da Associação Brasileira de Profissionais de Áudio (ABPÁudio)

david@audiocon.com.br