

UM MODULADOR AM BI-BALANCEADO SIMPLES

Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC

Um modulador AM bi-balanceado é aquele que nas suas entradas possui a forma de onda modulante e a portadora a ser modulada e, na saída, só contem as bandas laterais do processo de AM, isto é, tanto a frequência da portadora como a própria onda modulante não estão presentes. Dessa forma, a saída é um sinal DSB ('Double Side Band').

O artigo aqui está propondo uma topologia de circuito utilizando chaves analógicas para efetuar essa função de AM em DSB, como na Figura 1.

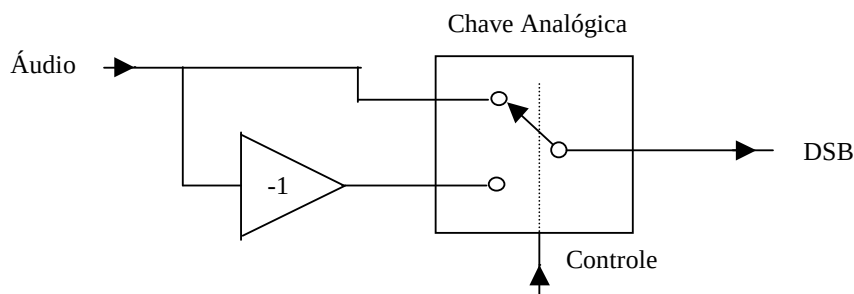


Figura 1

Aqui consideraremos a onda modulante como um sinal de áudio. Este entra numa chave analógica dupla diretamente e invertido, isto é, através de um amplificador de ganho unitário e negativo. A função modulada, ou 'portadora', é uma onda quadrada que excita a entrada de controle (digital) da chave analógica. Assim, num dos estados binários do controle, a saída é o próprio áudio e, no outro estado, a saída é o áudio invertido. Isto gera exatamente um sinal DSB, ou seja, apenas os sinais de frequências ($F_p + F_a$) e ($F_p - F_a$), porém com a portadora quadrada, isto é, não senoidal. Isto significa apenas que harmônicos ímpares estão presentes e podem ser filtrados fora, se necessário.

O circuito é um misturador ou modulador de produto e, como tal, também pode ser usado como demodulador ou detector de produto.

Na Figura 2 vê-se o processo inverso utilizando implementação semelhante.

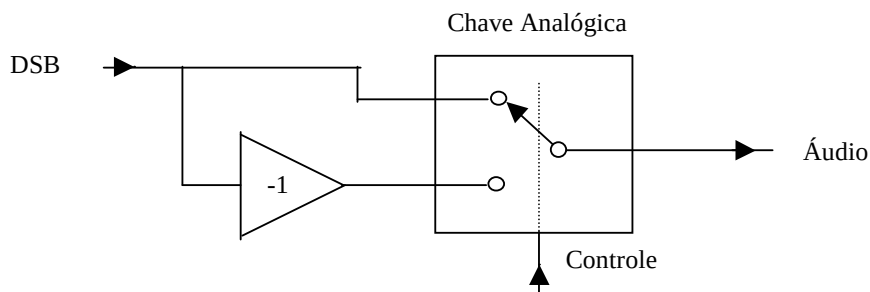


Figura 2

Resíduos da portadora na saída de áudio após a demodulação podem ser eliminados facilmente com filtragem apropriada.

Na prática, a sugestão de ‘chave analógica dupla’ é implementada através de um multiplexador CMOS (4053B ou semelhante). Um circuito sugerido como modulador e demodulador para DSB é mostrado na Figura 3.

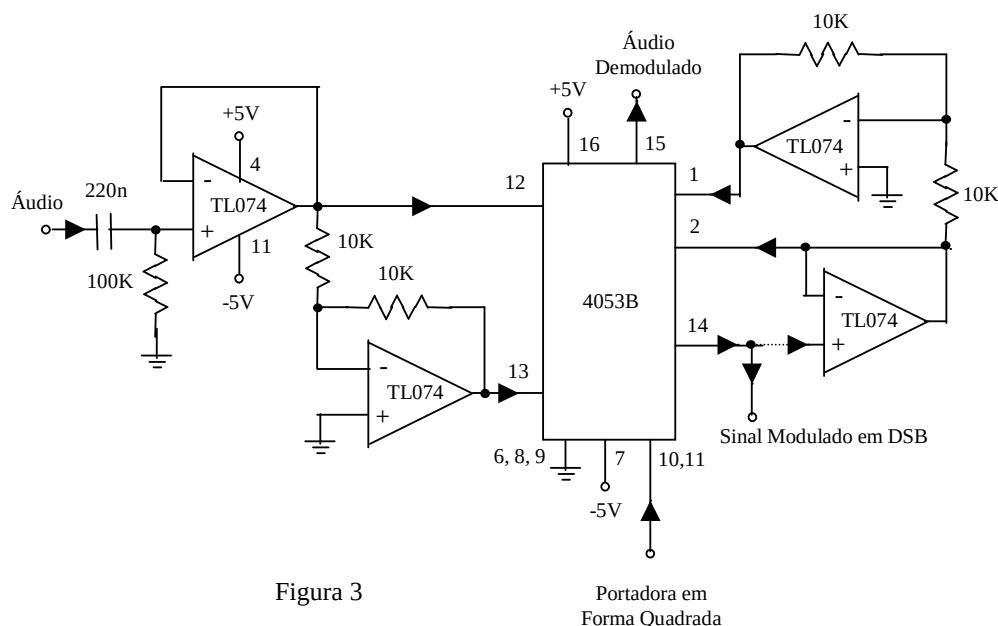


Figura 3

O sinal de áudio é isolado por um amplificador operacional com ganho +1 e levado ao multiplexador que também recebe o sinal de áudio invertido por um amplificador operacional de ganho -1.

O sinal em onda quadrada no pino 10 do 4053B é a portadora que será modulada. O sinal em DSB final sai no pino 14 do mesmo CI.

O mesmo circuito na figura 3 demodula o DSB. O sinal do pino 14 vai por linha tracejada a outro operacional de ganho +1 seguido de um com ganho -1. As saídas de mesma amplitude e sinal oposto entram no 4053B agindo, agora, como demultiplexador. A portadora está entrando no pino 11 para essa função e o sinal demodulado, uma imagem perfeita do áudio inicial, sai pelo pino 15 do mesmo CI.

Com um osciloscópio é fácil verificar as formas de onda no pino 14, saída modulada, e no pino 15, saída demodulada, esta podendo ser comparada (usando-se duplo traço) com o áudio original.

Este circuito pode ser usado em transceptores de DSB, AM (com reinjeção da portadora no DSB) e, se for duplicado, mesmo SSB pelo método de fase ou pelo chamado terceiro método. Também é útil em qualquer situação de misturador onde se deseje a obtenção apenas das frequências ($F_1 + F_2$) e ($F_1 - F_2$), como sintetizadores de frequências, conversores, etc.

Claro que, dada a natureza dos circuitos envolvidos, pode haver limitação da frequência de operação, especialmente nas entradas de controle. O circuito integrado 74HC4053 é mais recomendado neste caso.

Um circuito desses foi por mim utilizado num sistema, por mim desenvolvido e implementado, de teclado e vídeo para comunicação digital em CW, RTTY e ASCII em 1976.

**Por Luiz Amaral
PY1LL/PY4LC**