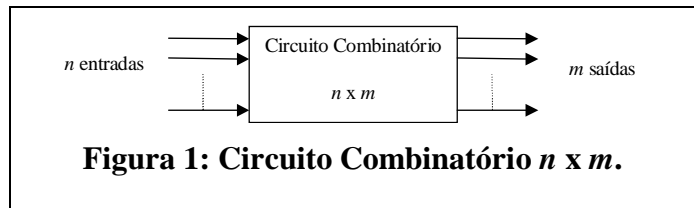


1. Circuitos Combinatórios

1.1 Introdução

Um circuito combinatório é um arranjo de portas lógicas conectadas com um conjunto de entradas e saídas. Os valores das saídas, a qualquer momento, são função somente dos valores de entrada. Isto é, não existe realimentação das saídas às entradas.



Podemos visualizar um circuito combinatório como um diagrama de blocos, conforme indicado pela Figura 1.

1.2 Níveis de Integração

Projetos de circuitos digitais de alto nível são feitos, normalmente, utilizando-se coleções de portas lógicas, denominadas de componentes digitais, ao invés de se utilizar portas lógicas individuais. Isto diminui o nível de complexidade e simplifica o projeto.

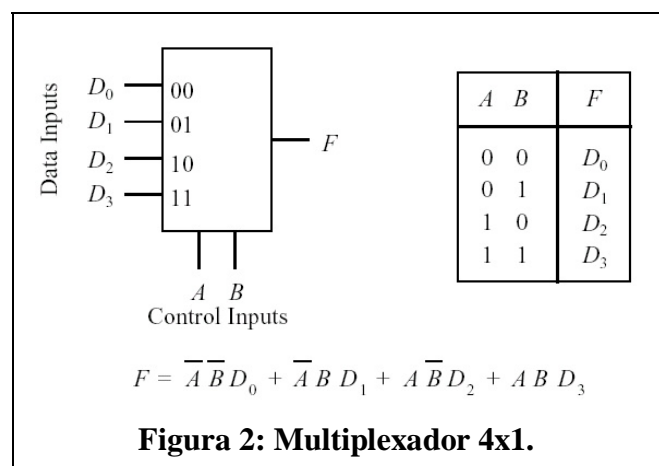
Estes componentes são normalmente encapsulados em uma pastilha, denominadas de chips, dando origem aos seguintes termos:

- *Integração em Pequena Escala (SSI - Small Scale Integration)*: chips com 10 a 100 componentes eletrônicos (transistores e outros componentes discretos);
- *Integração em Média Escala (MSI - Medium Scale Integration)*: chips com 100 a 1.000 componentes eletrônicos;
- *Integração em Larga Escala (LSI - Large Scale Integration)*: chips com 1000 a 10.000 componentes eletrônicos;
- *Integração em Escala Muito Larga (VLSI - Very Large Scale Integration)*: chips com mais de 10.000 componentes eletrônicos.

Existem inúmeros componentes, alguns deles tendo fundamental importância para os sistemas de computação, integrados com a tecnologia *MSI*. Dentre estes componentes podemos destacar o *multiplexador*, o *demultiplexador*, o *decodificador*, o *codificador*, e o *somador completo*.

1.3 Multiplexador

Um multiplexador (**MUX**) é um componente com 2^n entradas, numeradas de 0 a $(2^n - 1)$, n entradas de controle e uma única saída. A cada instante de tempo, o valor de saída é igual ao valor de uma das entradas, conforme o valor binário presente nas entradas de controle.



Por exemplo, em um multiplexador 4x1, temos 4 entradas, 2 entradas de controle e uma única saída. Se desejarmos que o sinal presente na entrada 3 (D_3) esteja presente na saída, então na entrada de controle deveremos especificar o valor 11_2 . O diagrama de bloco de um multiplexador deste tipo, sua tabela verdade e sua expressão lógica, na forma de soma de produtos, podem ser visualizados pela Figura 2. O circuito lógico é indicado pela Figura 3.

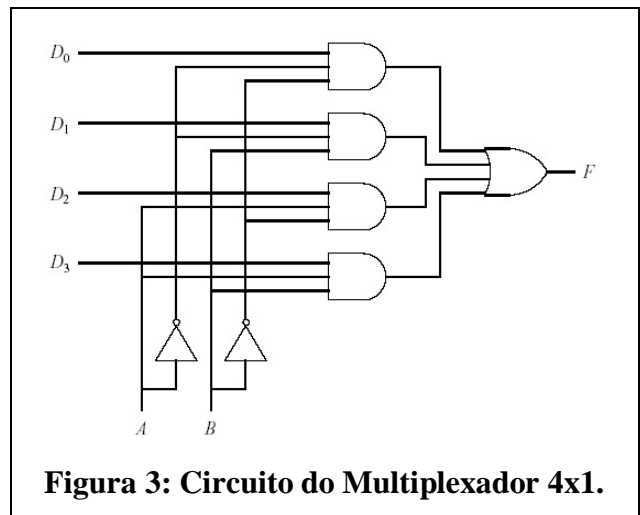


Figura 3: Circuito do Multiplexador 4x1.

1.4 Demultiplexador

O demultiplexador (**DEMUX**) é componente que efetua a operação inversa de um multiplexador. Isto é, ele possui uma única entrada de dados, n entradas de controle e 2^n saídas, numeradas de 0 a $(2^n - 1)$. A cada instante de tempo, uma das saídas recebe o valor presente na entrada, conforme o valor binário presente nas entradas de controle.

Por exemplo, em um demultiplexador 1x4, temos 1 entrada, 2 entradas de controle e 4 saídas, conforme pode ser verificado pelo diagrama de bloco da Figura 5. Se desejarmos que o sinal presente na entrada D seja atribuído a saída de número 3 (F_3), então na entrada de controle deveremos especificar o valor 11_2 . Pela figura podemos observar também a tabela verdade e as expressões, na forma soma de produtos, para este componente. O circuito lógico é indicado pela Figura 4.

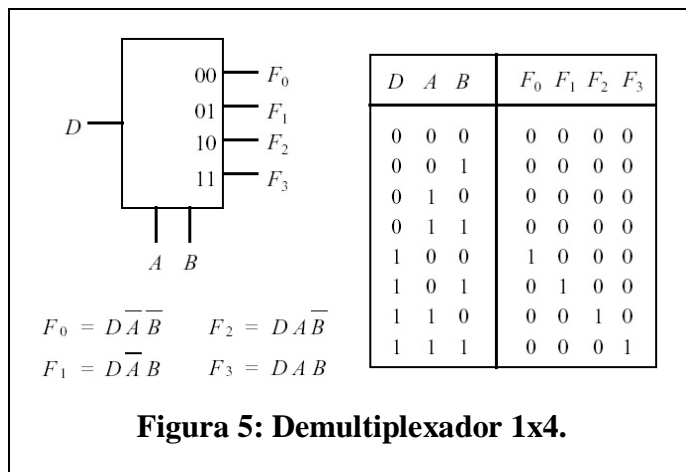


Figura 5: Demultiplexador 1x4.

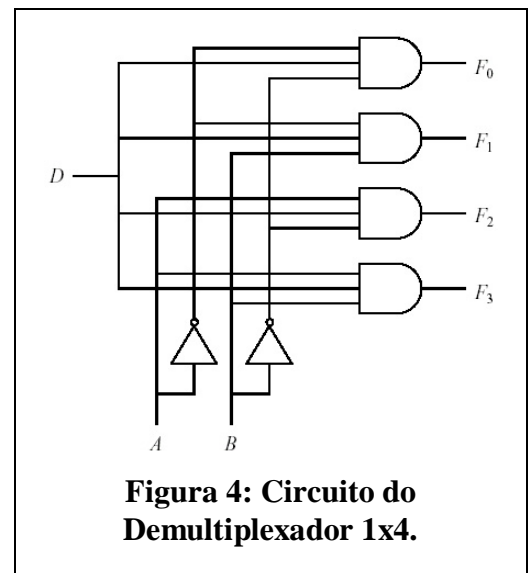


Figura 4: Circuito do Demultiplexador 1x4.

1.5 Decodificador

Um decodificador é um componente muito utilizado para a decodificação de instruções e de endereços de memória. Basicamente, trata-se de um componente que possui n entradas e 2^n saídas, numeradas de 0 a $(2^n - 1)$. De acordo com o valor presente na entrada (0 à $2^n - 1$), o circuito ativará uma única saída, das 2^n existentes. Por exemplo, se a entrada for 11, apenas a saída 3 (D_3) estará ativa.

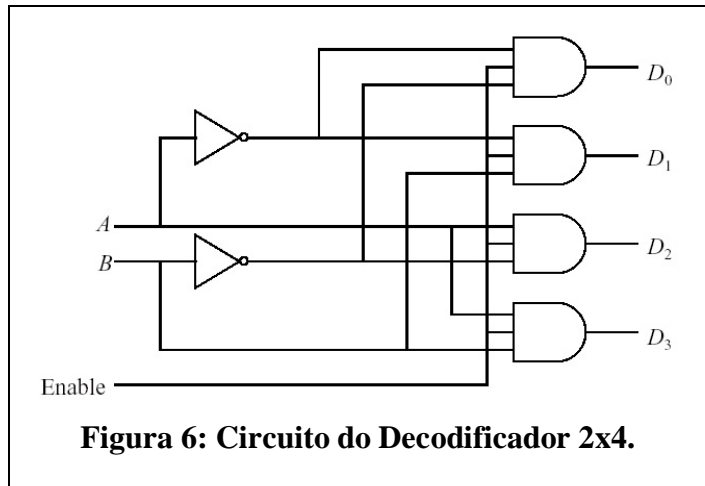


Figura 6: Circuito do Decodificador 2x4.

O diagrama de bloco de um decodificador 2x4 com sinal de habilitação de pastilha, bem como a tabela verdade e suas expressões lógicas, podem ser visualizados pela Figura 7. O circuito lógico deste componente é indicado pela Figura 6.

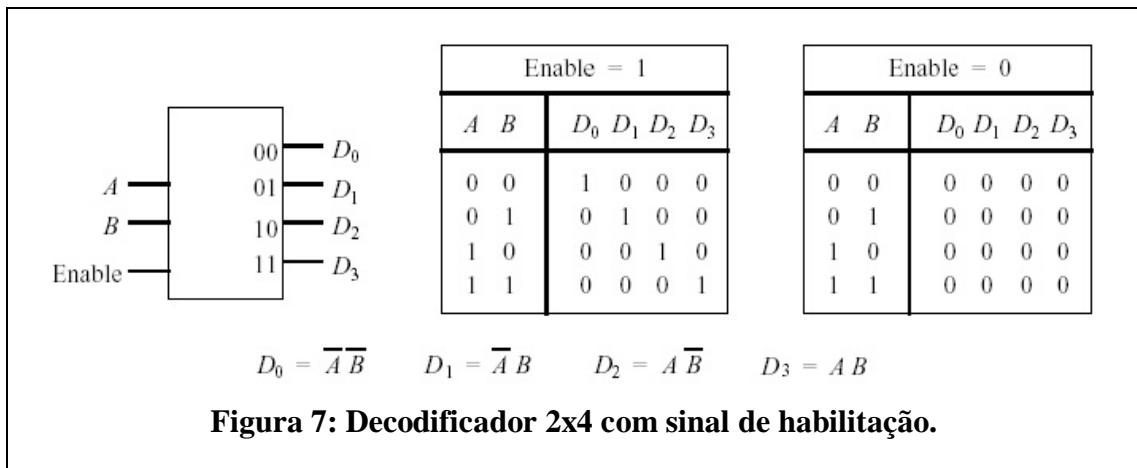


Figura 7: Decodificador 2x4 com sinal de habilitação.

1.6 Codificador

Um codificar é um componente que efetua a operação inversa do decodificador. Ele possui 2^n entradas, numeradas de 0 a $(2^n - 1)$, e n saídas. Somente uma entrada pode estar ativada em um instante de tempo. De acordo com a entrada ativa, o circuito codificará como saída um valor binário correspondente a entrada ativada.

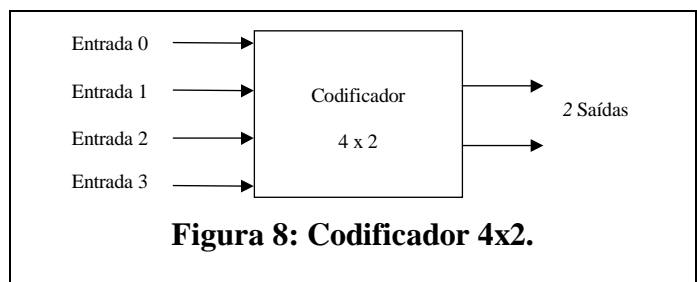
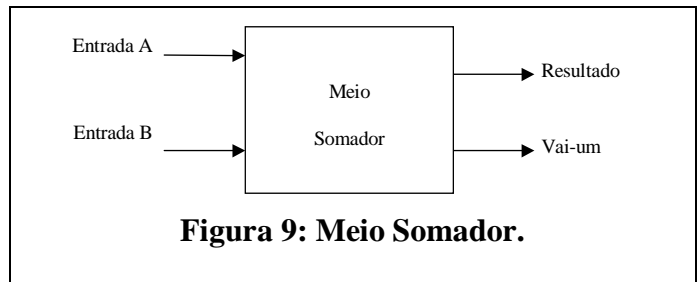


Figura 8: Codificador 4x2.

Assim, por exemplo, em um codificador 4x2, se a entrada 3 estiver ativada, a resposta do circuito será 11_2 , o que corresponde ao valor 3 em binário. O diagrama de bloco de um codificador 4x2 pode ser visualizado pela Figura 8..

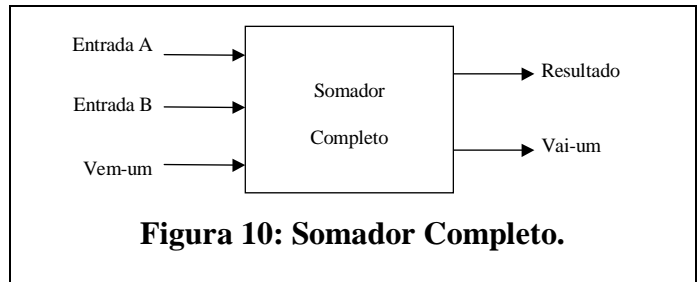
1.7 Meio Somador

Um meio somador é um componente que recebe como entrada dois bits: A e B; e devolve a soma dos dois em R e se ocorreu o vai-um em V_u . O diagrama de bloco deste circuito pode ser visualizado pela Figura 9.

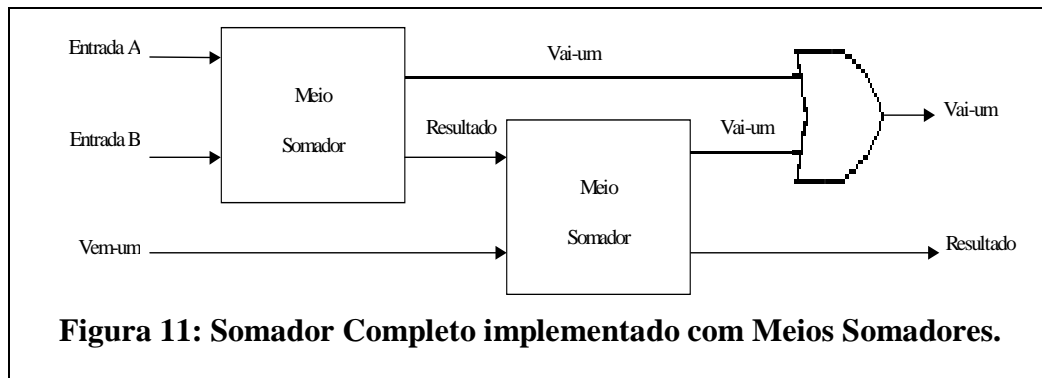


1.8 Somador Completo

Um somador completo é um componente que recebe como entrada três bits: A, B e V_{in} (Vem-um), e devolve a soma dos dois em R e se ocorreu o vai-um em V_{out} . O diagrama de bloco deste circuito pode ser visualizado pela Figura 10.



Um somador completo também pode ser implementado por intermédio de dois meio somadores, conforme ilustrado pela Figura 11.



1.9 Somador Ripple-Carry

Para efetuar a soma entre duas palavras, cada uma com n bits, podemos interconectar n somadores completos. A Figura 12 ilustra este tipo de circuito.

O nome *ripple-carry* se deve ao atraso provocado pelo circuito. Isto é, o somador n não pode executar sua operação enquanto o somador $n - 1$ não terminar a sua. Do mesmo modo, o somador $n - 1$ não pode executar sua operação enquanto o somador $n - 2$ não terminar a sua. E assim sucessivamente.

