

MULTIPLEX E DEMULTIPLEX

Geração de Produtos Canônicos – Matriz de diodos

Os circuitos de multiplex e demultiplex são largamente utilizados na transmissão de dados, tendo vasta aplicação em telefonia.

Os multiplexadores caracterizam-se por possuir várias entradas, uma das quais através de um processo de endereçamento adequado é encaminhada para a saída.

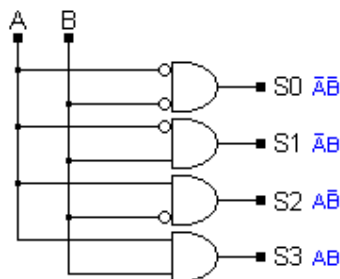
Os demultiplexadores funcionam de forma inversa, ou seja, uma entrada pode ser encaminhada para uma das diversas saídas, também através de um endereçamento adequado.

GERAÇÃO DE PRODUTOS CANÔNICOS

GERADOR BÁSICO

Produto canônico é a combinação (produto) de variáveis em uma entrada, gerando o produto das mesmas na saída. Por exemplo, se tivermos duas entradas (A e B) teremos como produto 4 possibilidades ($2^n = 2^2 = 4$, onde “n” é a quantidade de variáveis). As entradas representam as colunas e as saídas as linhas.

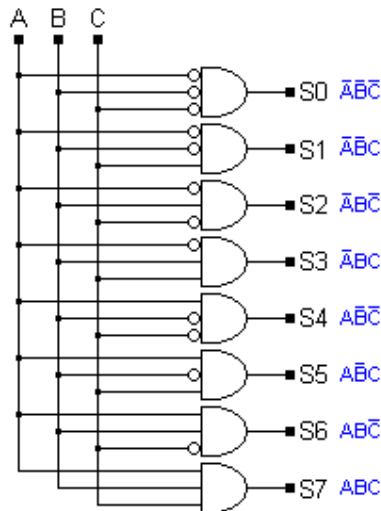
A figura abaixo ilustra um circuito básico de gerador de produtos canônicos:



O produto das variáveis A e B gera as saídas S0, S1, S2 e S3. Observa-se que foram utilizadas portas lógicas AND de 2 entradas.

Para gerar produtos com “n” variáveis, necessitaremos de 2^n portas AND com “n” entradas cada uma.

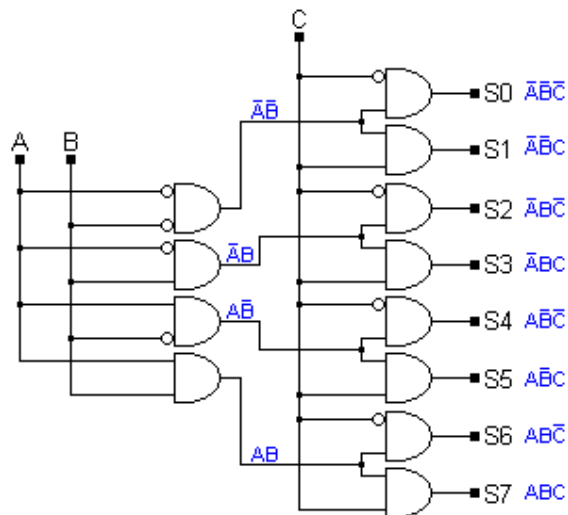
A figura a seguir ilustra um gerador de produtos canônicos com 3 variáveis, e para isso, são usadas 2^3 portas AND (total de 8) com 3 entradas cada uma.



Obviamente, para 4 variáveis, necessitaremos de 16 portas AND (2^4) com 4 entradas cada. Com isto, o circuito começa a complicar-se.

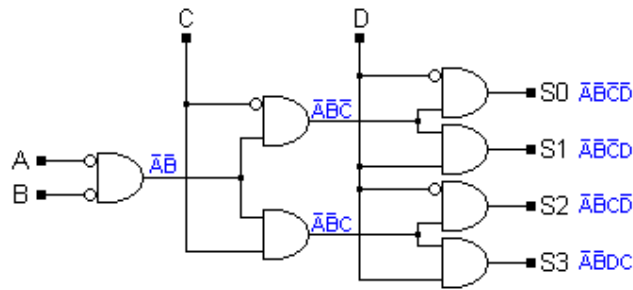
MATRIZ PIRAMIDAL OU DE SIMPLES ENCADEAMENTO

É um processo de geração de produtos canônicos que utiliza somente portas AND com 2 entradas, facilitando sua construção. Um circuito com 3 variáveis é mostrado abaixo:



Observa-se a adição de uma terceira coluna com a variável "C" no circuito de 2 variáveis gerando assim 8 saídas, de S0 até S7.

Para 4 variáveis, basta aumentar uma coluna com uma variável, por exemplo, "D", no circuito de 3 variáveis conforme mostra o circuito abaixo, o qual mostra apenas 4 saídas das 16 possibilidades de saída existentes.



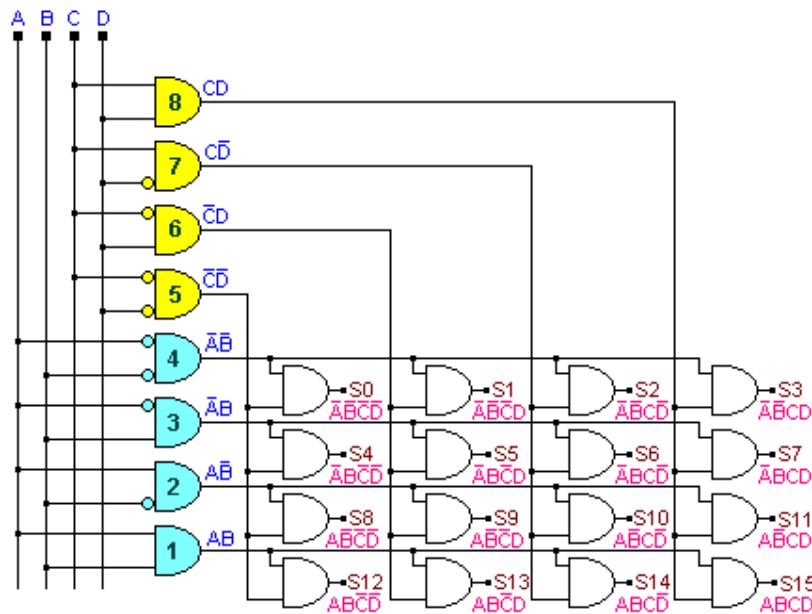
Portanto, para 5 variáveis, acrescenta-se mais uma coluna no circuito de 4 variáveis (no caso uma coluna com a variável "E") e assim por diante.

Conclui-se que ao serem acrescentadas mais variáveis, o circuito vai aumentar formando a figura de uma pirâmide.

MATRIZ DE DUPLO ENCADEAMENTO

É o tipo de matriz mais utilizado em circuitos de multiplex e memórias, uma vez que ficam bem definidas as entradas das variáveis, que podem ser dispostas em linhas, colunas ou de ambas as formas.

Da mesma forma que no caso anterior, utiliza-se portas AND de duas entradas, conforme ilustra a figura a seguir:

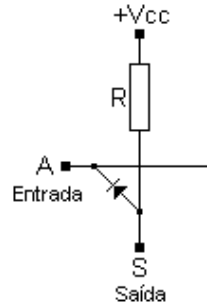


FUNCIONAMENTO:

- a ativação das portas 1 e 8 fornece $S_{15} = ABCD$
- a ativação das portas 1 e 7 fornece $S_{14} = AB\bar{C}\bar{D}$
- a ativação das portas 1 e 6 fornece $S_{13} = AB\bar{C}D$ e assim por diante.

MATRIZ DE DIODOS

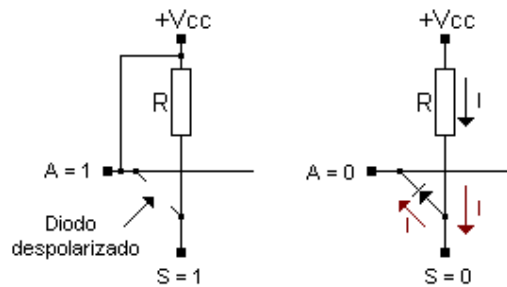
Baseia-se em células individuais, dispostas em linhas e colunas, sendo que cada célula possui um diodo, que funciona como uma chave eletrônica (aberta ou fechada), conforme a polarização. A figura a seguir mostra uma célula básica de uma matriz de diodos:



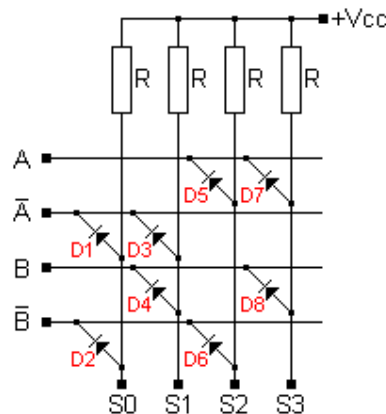
Quando $A = 1 (+V_{cc})$ o diodo estará cortado, logo, $S = 1$

Quando $A = 0 (Gnd)$ a saída estará conectada ao terra através do diodo, que estará diretamente polarizado e teremos $S = 0$, pois a queda de tensão em R será máxima.

A figura a seguir ilustra melhor essas condições:



A figura a seguir ilustra uma matriz de diodos para 2 variáveis:



Analisemos então as 4 situações:

1) $\overline{A}\overline{B} = S0$, isto é, somente S0 estará em nível 1. As demais saídas S1, S2 e S3 estarão em 0.

Analisando:

Se $\overline{A}\overline{B} = 1$, então $A = 0$ e $B = 0$

S1 estará em 0, pois D4 conduzirá

S2 estará em 0, pois D5 conduzirá

S3 estará em 0, pois D7 e D8 conduzirão

2) $\overline{A}B = S1$, isto é, somente S1 estará em nível 1. As demais saídas S0, S2 e S3 estarão em 0.

Analisando:

Se $\overline{A}B = 1$, então $A = 0$ e $B = 1$

S0 estará em 0, pois D2 conduzirá

S2 estará em 0, pois D5 e D6 conduzirão

S3 estará em 0, pois D7 conduzirá

3) $A\overline{B} = S2$, isto é, somente S2 estará em nível 1. As demais saídas S0, S1 e S3 estarão em 0.

Analisando:

Se $A\overline{B} = 1$, então $A = 1$ e $B = 0$

S0 estará em 0, pois D1 conduzirá

S1 estará em 0, pois D3 e D4 conduzirão

S3 estará em 0, pois D8 conduzirá

4) $AB = S3$, isto é, somente S3 estará em nível 1. As demais saídas S0, S1 e S2 estarão em 0.

Analisando:

Se $AB = 1$, então $A = 1$ e $B = 1$

S0 estará em 0, pois D1 e D2 conduzirão

S1 estará em 0, pois D3 conduzirá

S2 estará em 0, pois D6 conduzirá

Resumindo:

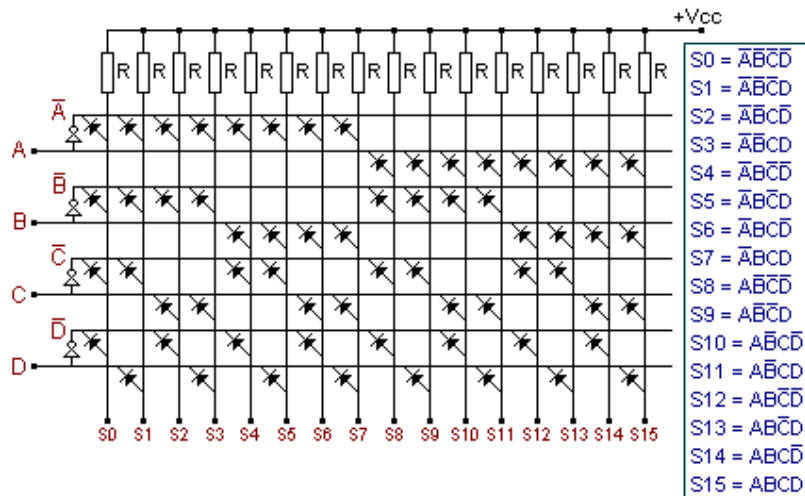
a) para $\overline{A}\overline{B} = S0 = 1$, D1 e D2 não conduzirão

b) para $\overline{A}B = S1 = 1$, D3 e D4 não conduzirão

c) para $A\overline{B} = S2 = 1$, D5 e D6 não conduzirão

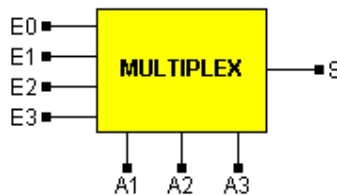
d) para $AB = S3 = 1$, D7 e D8 não conduzirão

A figura a seguir mostra uma matriz de diodos para 4 variáveis:



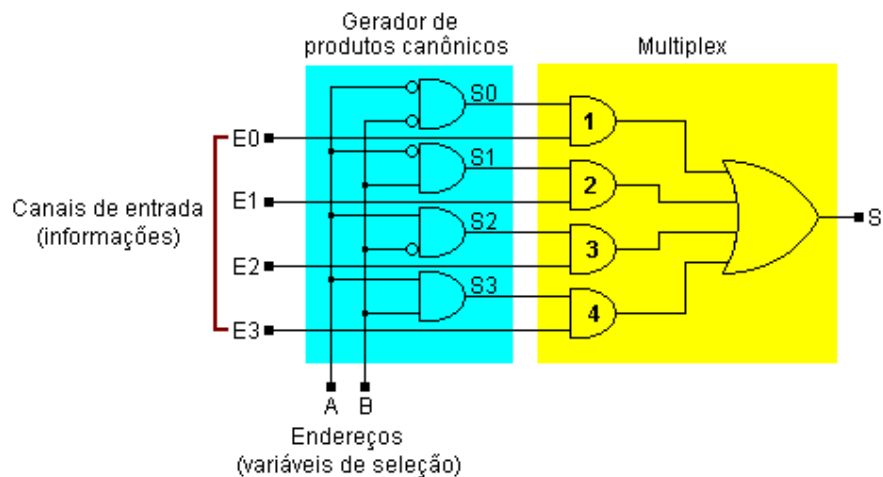
NOÇÕES SOBRE MULTIPLEX

O multiplex tem por finalidade enviar informações (dados) contidos em várias linhas, para uma só linha. Isto ocorre através de endereçamento adequado, conforme ilustra a figura a seguir:



As entradas de endereço (A1, A2 e A3) tem por finalidade selecionar qual das informações de entrada (E0, E1, E2 e E3) será enviada para a saída (S).

A figura a seguir apresenta um circuito multiplex básico com duas variáveis:



As variáveis de endereço ou seleção podem assumir os valores 0 ou 1.

Como temos 2 variáveis, obteremos então 4 possibilidades as quais representam os canais de entrada ou informações de dados.

Tomemos como exemplo duas das quatro possibilidades para melhor compreensão:

a) Quando $A = 0$ e $B = 0$, teremos $S_0 = 1$ (S_1, S_2 e $S_3 = 0$).

Isto significa que cada uma das entradas da porta AND estará com nível lógico 1 (logo após os dois inversores) e a saída S_0 será 1.

Portanto, se $E_0 = 0$, na saída da porta AND 1 teremos 0; se $E_0 = 1$, na saída da porta AND 1 teremos 1.

b) Quando $A = 0$ e $B = 1$, teremos $S_1 = 1$ (S_0, S_2 e $S_3 = 0$).

Raciocinando da mesma forma que no caso anterior, se $E_0 = 0$ na saída da porta AND 2 teremos 0; se $E_0 = 1$, na saída da porta AND 2 teremos 1.

Resumindo:

a) Quando as variáveis de entrada forem $\bar{A}\bar{B}$, teremos E_0 na saída da porta OR.

b) Quando as variáveis de entrada forem $\bar{A}B$, teremos E_1 na saída da porta OR.

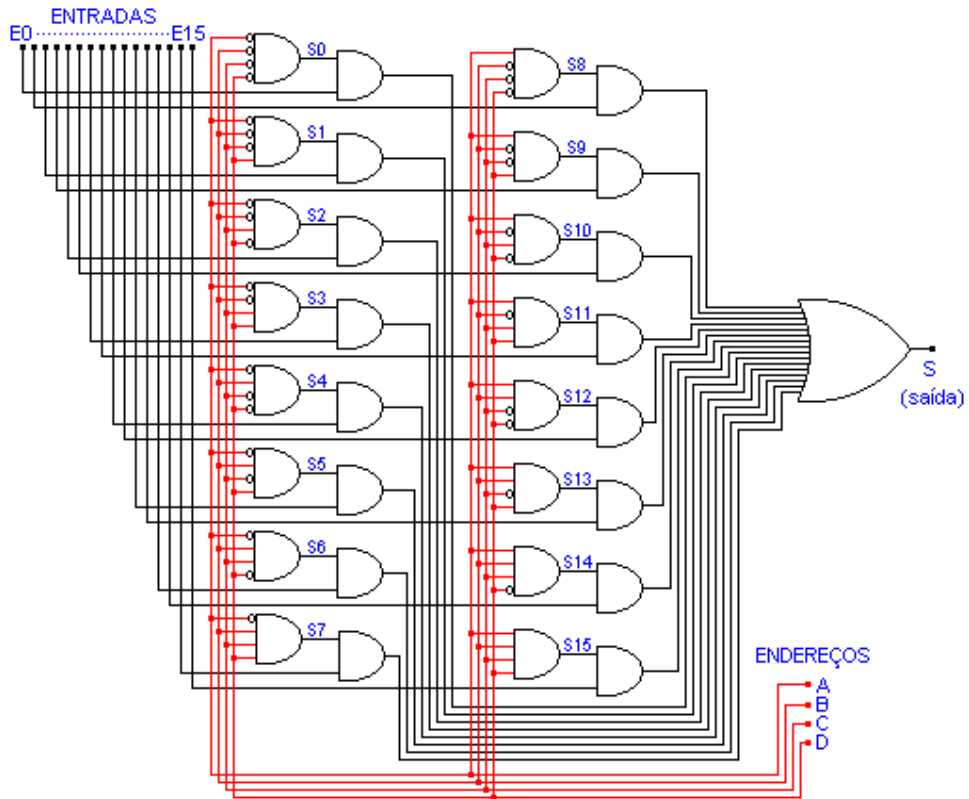
c) Quando as variáveis de entrada forem $A\bar{B}$, teremos E_2 na saída da porta OR.

d) Quando as variáveis de entrada forem AB , teremos E_3 na saída da porta OR.

Observa-se que as variáveis de seleção (ou endereçamento) são responsáveis pela transferência de uma informação contida na entrada para a saída.

A figura a seguir mostra um circuito multiplex de 16 canais implementado com portas lógicas.

Pode-se notar que à medida que aumenta o número de canais do multiplex, o circuito torna-se mais complexo.



Veja a seguir a tabela com respectivas entradas de endereço e seleção das entradas:

ENDEREÇOS				ENTRADAS SELECIONADAS
A	B	C	D	
0	0	0	0	E0
0	0	0	1	E1
0	0	1	0	E2
0	0	1	1	E3
0	1	0	0	E4
0	1	0	1	E5
0	1	1	0	E6
0	1	1	1	E7
1	0	0	0	E8
1	0	0	1	E9
1	0	1	0	E10
1	0	1	1	E11
1	1	0	0	E12
1	1	0	1	E13
1	1	1	0	E14
1	1	1	1	E15

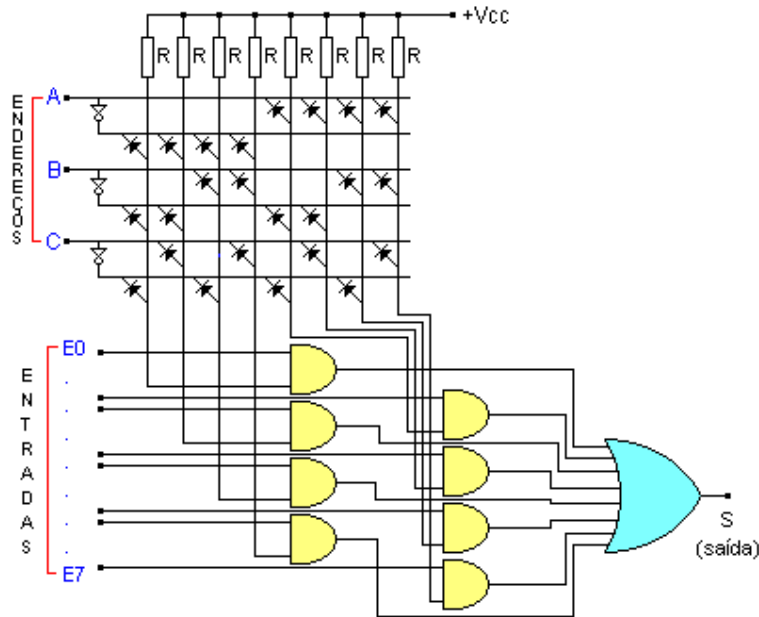
Analisando 3 linhas para efeito de exemplo, temos:

a) para $S = E_0$, devemos ter como endereço: $\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$

b) para $S = E8$, devemos ter como endereço: $A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$

c) para $S = E14$, devemos ter como endereço: $AB\bar{C}\bar{D}$

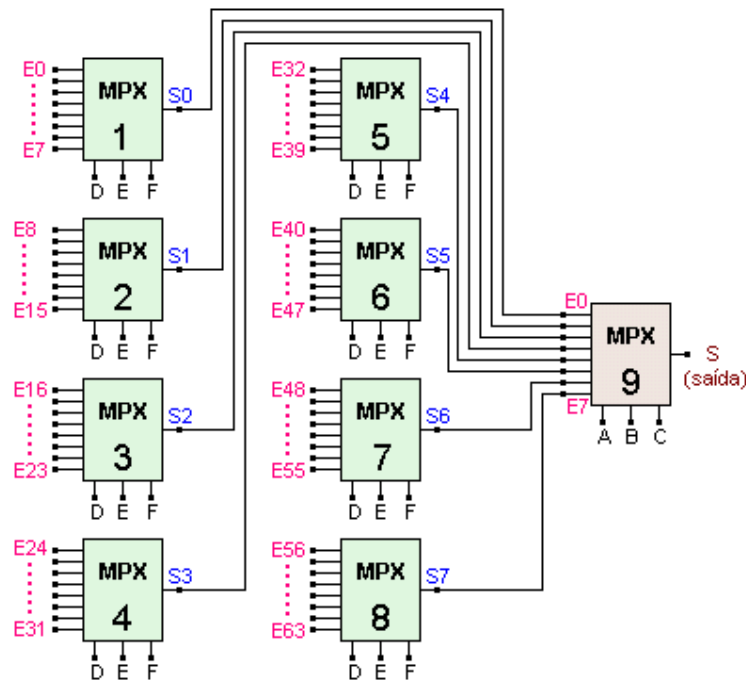
A figura a seguir mostra um multiplex com matriz de diodos:



O circuito acima mostra um multiplex de 8 canais, e portanto, deve possuir 3 variáveis de endereçamento.

A capacidade de um multiplex pode ser ampliada, associando-se vários multiplex, com isso aumenta-se o número de canais disponíveis para informação de dados.

A figura a seguir mostra um multiplex de 64 canais, construído a partir de 9 multiplex de 8 canais:



O endereçamento divide-se em duas partes:

A primeira parte do endereço (DEF) comanda os multiplex 1 a 8 e a segunda parte (ABC) comanda o multiplex 9.

Vejamos alguns exemplos:

EXEMPLO I: supondo que a informação E56 deva ser enviada a saída, teremos como endereçamento:

$$\begin{aligned} \text{DEF} &= 000 \\ \text{ABC} &= 111 \end{aligned}$$

Desta forma, quando $\text{DEF} = 000$ a informação E56 estará presente em S7 (que é a saída do multiplex 8). Lembrar que E56 equivale à entrada E0 em um multiplex de 8 canais.

Assim, a informação presente em S7 é conectada na entrada E7 do multiplex 9 pois seu endereço $\text{ABC} = 111$.

EXEMPLO II: supondo que a informação E27 deva ser enviada a saída, teremos como endereçamento:

$$\begin{aligned} \text{DEF} &= 011 \\ \text{ABC} &= 011 \end{aligned}$$

A informação E27 está na saída S3, que corresponde ao multiplex 4.

Portanto seu endereço deve ser 011. Desta forma, essa informação presente em S3 deverá estar presente também em E3 do multiplex 9, o que significa que seu endereçamento deve ser 011.

EXEMPLO III: supondo que a informação E63 deva ser enviada a saída, teremos como endereçamento:

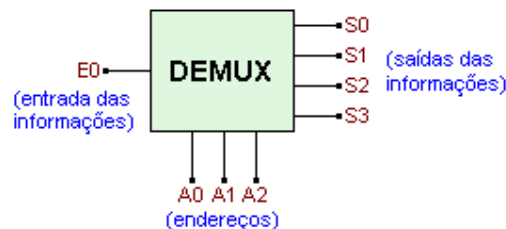
$$DEF = 111$$

$$ABC = 111$$

E63 estando presente em S7 (multiplex 8), deve ser enviada a entrada S7 do multiplex 9.

NOÇÕES SOBRE DEMULTIPLEX

O demultiplex efetua a função inversa do multiplex, ou seja, transmite informações contidas em uma linha para uma das varias linhas ou canais disponíveis, conforme mostra a figura a seguir:

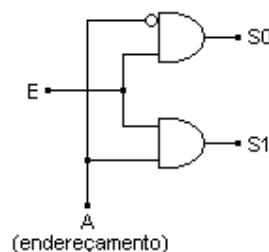


Para melhor entendermos o conceito de multiplex e demultiplex, podemos fazer uma comparação com uma chave seletora (tipo chave de ondas), conforme ilustra a figura a seguir:



A informação de dados E0 estará presente na saída S0, através de um processo apenas mecânico, mas que deverá estar sincronizado.

A figura a seguir mostra um demultiplex básico:

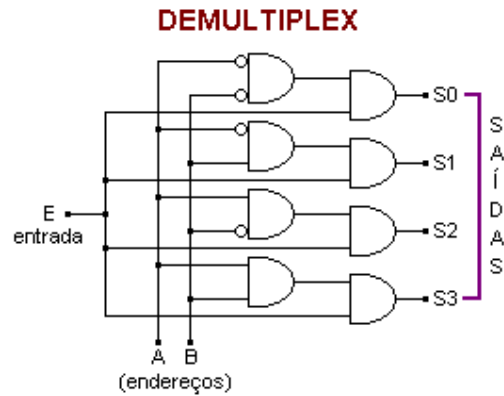


Quando $A = 0$, $S0 = E$ e $S1 = 0$

Quando $A = 1$, $S0 = 0$ e $S1 = E$

Portanto, quando o endereço for 0 a informação estará presente em S0 e quando o endereço for 1, a mesma estará presente em S1.

A figura a seguir mostra um demultiplex de 4 canais:



Quando $A = 0$ e $B = 0 \rightarrow S0 = E$ ($S1, S2$ e $S3 = 0$)

Quando $A = 0$ e $B = 1 \rightarrow S1 = E$ ($S0, S2$ e $S3 = 0$)

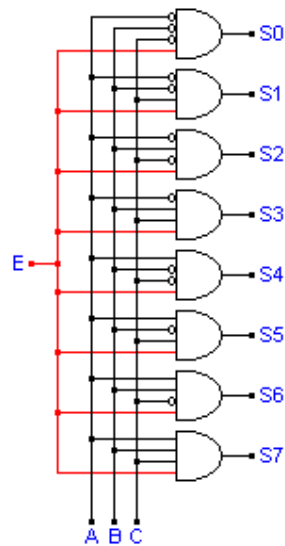
Quando $A = 1$ e $B = 0 \rightarrow S2 = E$ ($S0, S1$ e $S3 = 0$)

Quando $A = 1$ e $B = 1 \rightarrow S3 = E$ ($S0, S1$ e $S2 = 0$)

A tabela da verdade abaixo, ilustra essa condição. Observa-se que a entrada E está presente somente na condição adequada de endereçamento.

Endereço	Saídas			
	S0	S1	S2	S3
$\bar{A}\bar{B}$	E	0	0	0
$\bar{A}B$	0	E	0	0
$A\bar{B}$	0	0	E	0
AB	0	0	0	E

A figura a seguir mostra um demultiplex de 8 canais:



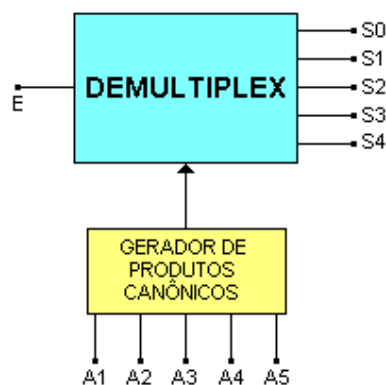
Da mesma forma anteriormente vista, pode-se elaborar a tabela da verdade:

ENDEREÇOS		CANAIS DE SAÍDA							
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	000	E	0	0	0	0	0	0	0
$\bar{A}\bar{B}C$	001	0	E	0	0	0	0	0	0
$\bar{A}B\bar{C}$	010	0	0	E	0	0	0	0	0
$\bar{A}BC$	011	0	0	0	E	0	0	0	0
$A\bar{B}\bar{C}$	100	0	0	0	0	E	0	0	0
$A\bar{B}C$	101	0	0	0	0	0	E	0	0
$A\bar{B}\bar{C}$	110	0	0	0	0	0	0	E	0
ABC	111	0	0	0	0	0	0	0	E

Para o endereço 011 ($\bar{A}BC$), por exemplo, a saída E estará presente em S3 e assim por diante.

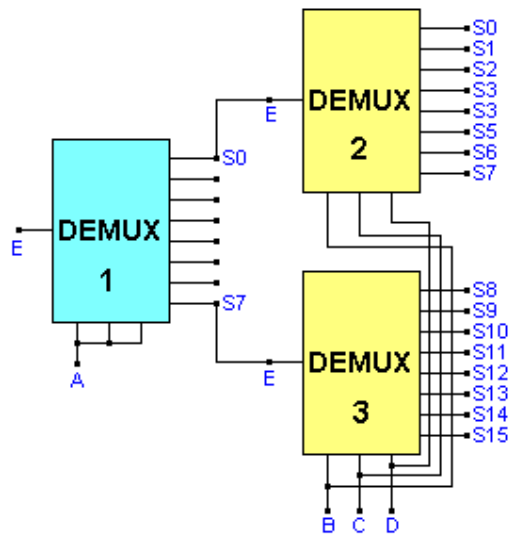
O endereçamento de um demultiplex pode ser obtido através de um gerador de produtos canônicos, tais como, matrizes de encadeamento simples ou duplo, matrizes de diodos, etc.

A figura a seguir mostra um bloco de demultiplex endereçado com gerador de produtos canônicos.



Da mesma forma que ocorre com os multiplex, os demultiplex podem ter sua capacidade aumentada, com a utilização de vários demultiplex.

A figura a seguir mostra um demultiplex de 16 canais obtido a partir de 3 blocos de demultiplex de 8 canais.



A primeira parte do endereço é A enquanto que BCD compõem a segunda parte do endereço.

Quando $A = 0$ será selecionado o demultiplex 2
 Quando $A = 1$ será selecionado o demultiplex 3

EXEMPLO I: supondo endereço $\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$, para qual saída se dirige a informação E?
 \bar{A} seleciona o demux 2
 $\bar{B}\bar{C}\bar{D}$ seleciona S0

EXEMPLO II: supondo o endereço $\bar{A}B\bar{C}D$, para qual saída se dirige a informação E?
 \bar{A} seleciona o demux 2
 $B\bar{C}D$ seleciona S5

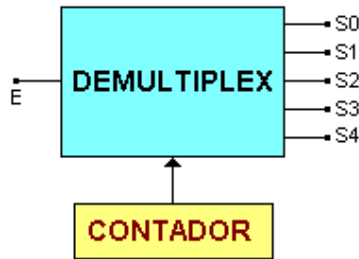
EXEMPLO III: supondo o endereço $A\bar{B}\bar{C}D$, para qual saída se dirige a informação E?
 A seleciona o demux 3
 $\bar{B}\bar{C}D$ seleciona S9

ENDEREÇAMENTO SEQUENCIAL:

Os multiplexadores e os demultiplexadores podem ter endereçamento sequencial.

Utiliza-se geralmente um contador para o endereçamento adicionando um circuito de sincronismo.

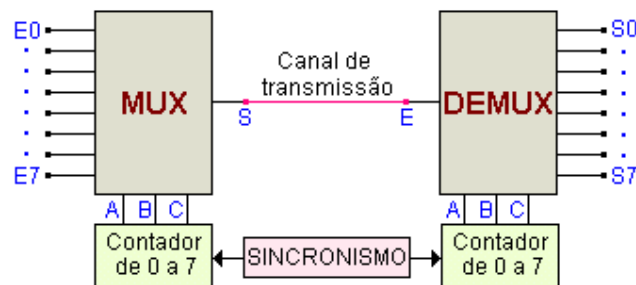
A figura a seguir ilustra um demultiplexador com endereçamento sequencial.



A informação na saída dependerá exclusivamente do estado (contagem) do contador.

Se estiver no estado 1 a informação estará em S1, se estiver no estado 2 a informação estará em S2 e assim por diante.

A figura a seguir mostra um sistema de transmissão de dados com endereçamento seqüencial e sincronização.



O sistema possui 8 canais, utilizando como endereçamento contadores de 0 a 7 sincronizados, para que haja exata coincidência no estado de contagem dos dois contadores.

Assim, por exemplo, se o contador do multiplex estiver no estado 5 e contador do demultiplex deverá estar também no estado 5.

A transmissão dos dados neste caso é feita em série.

No entanto, a transmissão dos bits de informação podem ser lidos após a transmissão estar completa.

Para isso é necessário que esses bits sejam armazenados durante a transmissão (geralmente são usados FFs nas saídas).

A grande vantagem da transmissão em série é que quando existe uma grande distância entre o transmissor e o receptor, a linha de transmissão poderá ser um fio, uma linha telefônica ou um canal de VHF ou UHF.

A tabela completa pode ser vista a seguir:

ESTADO DOS CONTADORES	S = E	CANAIS DE SAÍDA							
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	E0	E0	0	0	0	0	0	0	0
1	E1	0	E1	0	0	0	0	0	0
2	E2	0	0	E2	0	0	0	0	0
3	E3	0	0	0	E3	0	0	0	0
4	E4	0	0	0	0	E4	0	0	0
5	E5	0	0	0	0	0	E5	0	0
6	E6	0	0	0	0	0	0	E6	0
7	E7	0	0	0	0	0	0	0	E7
MULTIPLEX		DEMULTIPLEX							

TESTES, QUESTIONÁRIOS E EXERCÍCIOS

1) Para sintetizar várias informações na entrada em um único canal de saída, utilizamos:

- a) gerador de produtos canônicos
- b) multiplex
- c) demultiplex

2) A matriz de encadeamento simples é conhecida também como matriz piramidal.

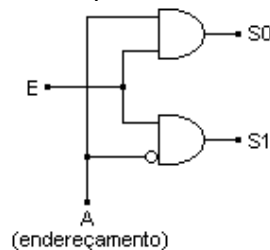
- a) certo
- b) errado

3) Qual é a finalidade do endereço em um multiplex?

4) Qual é a função do demultiplex?

5) Quantas portas AND de 2 entradas serão necessárias para gerar produtos canônicos de 16 variáveis?

6) Analise o circuito a seguir e responda:

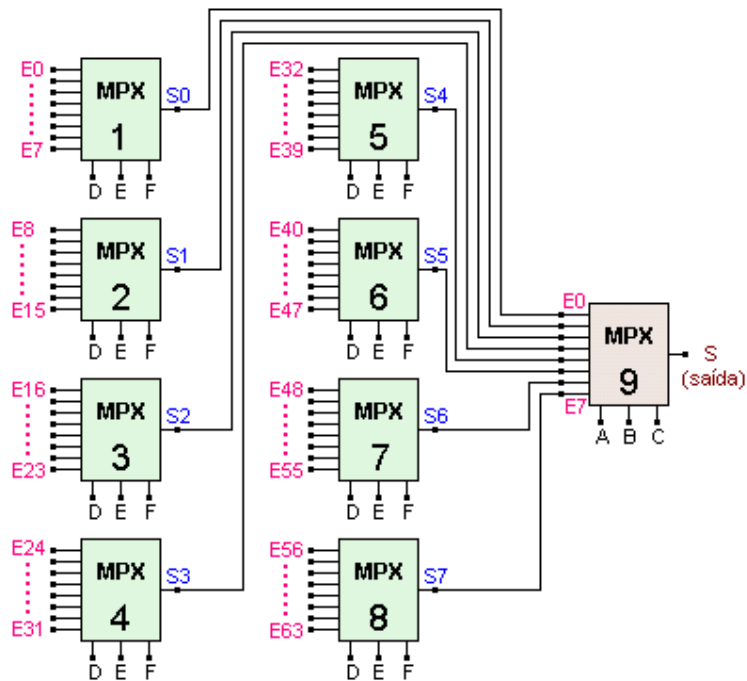


Quando $A = 0$, em qual das saídas estará a informação E ?

7) Em um sistema de transmissão de dados, usando multiplex e demultiplex, qual é a importância de utilizar-se um sistema de endereçamento sequencial?

Deve haver sincronismo entre o sistema de endereçamento? Justifique.

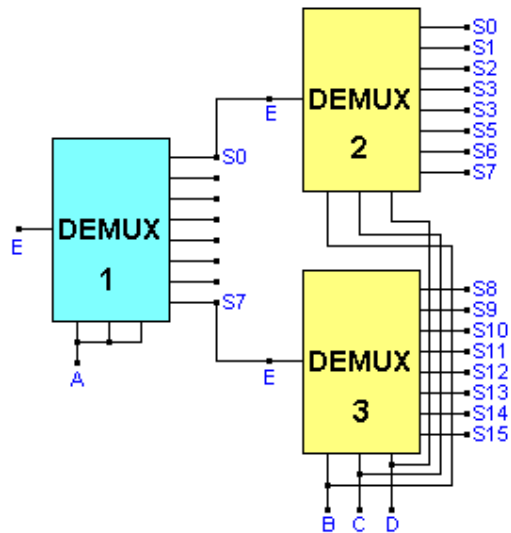
8) Analise o circuito a seguir e responda:



Especifique o endereçamento para que as seguintes informações estejam presentes na saída:

- E42 _____
- E12 _____
- E62 _____
- E8 _____

9) Analise o circuito a seguir:



Especifique para qual saída se dirige a informação na entrada para os endereços abaixo relacionados:

$A\bar{B}\bar{C}D$ _____
 $\bar{A}BC\bar{D}$ _____
 $\bar{A}BCD$ _____
 $A\bar{B}C\bar{D}$ _____