

## Prática 1: Circuito Multiplexador e Demultiplexador

Nesta prática tem como o objetivo de estudar os tipos de codificação de Verilog na construção de módulos codificadores e decodificadores

### 1) Estilos de Codificação

Existem três tipos de estilos de codificação, que se diferem em relação ao nível de abstração:

- 1.) **Comportamental:** Com maior nível de abstração, descreve o circuito em forma de algoritmos, onde os procedimentos são realizados passo-a-passo
- 2.) **Fluxo de Dados:** Nível intermediário de abstração, efetua a descrição do circuito por meio da transferência de dados.
- 3.) **Estrutural:** Menor nível de abstração, descreve o circuito por à nível de componentes (por exemplo, portas lógicas), ou dispositivos, e realiza a interconexão entre eles.

| Comportamental  | Fluxo de dados   | Estrutural  |
|---|--|---|
| <pre>//(...) input  s, a0, a1; output reg y; always @ (s or a0 or a1) begin     if(s == 'b0)         y = a0;     else         y = a1; end //(...)</pre> | <pre>//(...) input  s, a0, a1; output y; assign y = s &amp; a0   ~s &amp; a1 //(...)</pre> | <pre>//(...) input  s, a0, a1; output y; wire  sn, a0_sn, a1_s;  not i0 (sn, s); and i1 (a0_sn, a0, sn); and i2 (a1_s, a1, s); or  i3 (y, a0_sn, a1_s); //(...)</pre> |

Figura 1: Estilos de Codificação

De acordo com o seu problema, cada estilo é mais adequado.

- 2) **Multiplexador:** O circuito multiplexador (também chamado de MUX) é um dos mais comuns em toda a circuitaria digital, sendo um dos blocos bases para sistemas mais complexos. Um multiplexador possui **um número de dados de entrada, uma ou mais entradas de seleção e uma saída**. Desta forma, **a saída do MUX corresponde a qual dado de entrada foi selecionado**.

Uma das principais aplicações do MUX está em controlar o fluxo de dados em sistemas, diminuindo o número de conexões necessárias para realizar esse controle. Por exemplo, a tabela-verdade de MUX com 4 dados de entrada e o bloco usual de um MUX é ilustrado na figura 2:

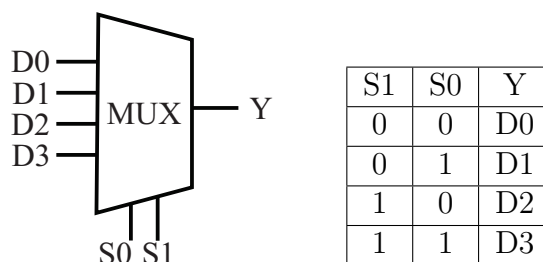


Figura 2: Tabela-Verdade e bloco de um circuito MUX 4:1

Sendo assim, temos a seguinte função lógica associada ao MUX:

$$Y = D_0 \overline{S_0} \overline{S_1} + D_1 \overline{S_1} S_0 + D_2 S_1 \overline{S_0} + D_3 S_0 S_1$$

A partir da expressão lógica, é possível obter o seguinte circuito equivalente da figura 3:

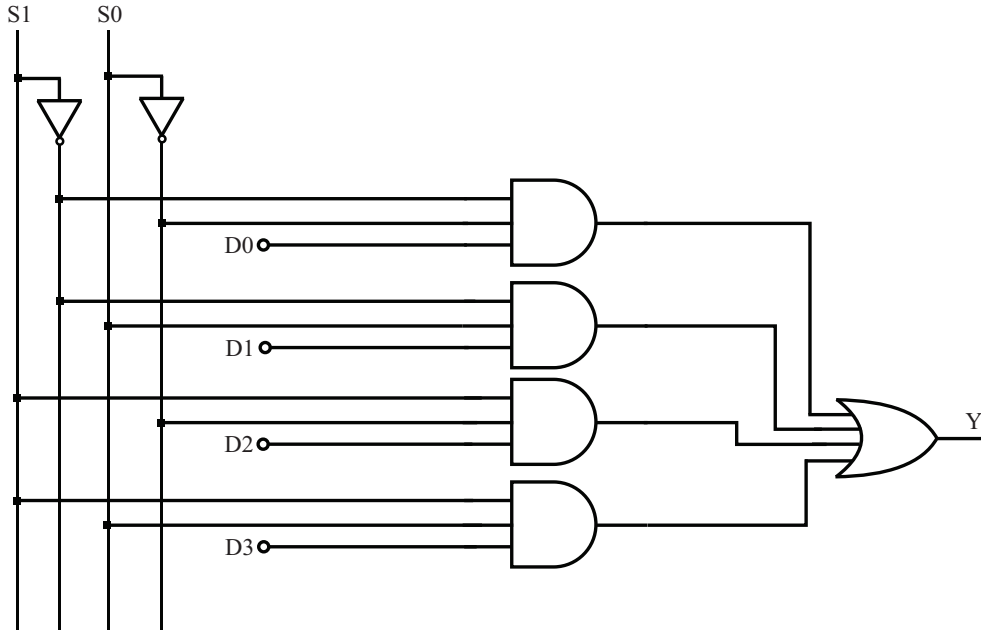


Figura 3: Circuito equivalente a um MUX de 4 entradas

- ③ **Demultiplexador:** O circuito demultiplexador (ou DEMUX) realiza a função inversa do MUX. Ou seja, a partir de **uma entrada, uma ou mais entradas de seleção e diversas saídas**. Desta forma, a **saída do DEMUX corresponde em 0, para as saídas não selecionadas, e D, na saída selecionada**. Por exemplo, a tabela-verdade de DEMUX com 4 saídas e o bloco usual de um DEMUX é ilustrado na figura 4:

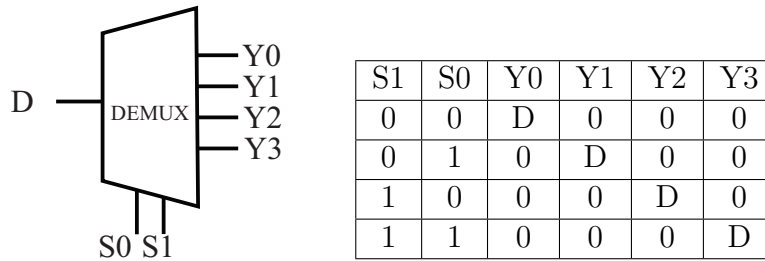


Figura 4: Tabela-Verdade e bloco de um circuito DEMUX 1:4

Sendo assim, temos a seguinte função lógica associada ao DEMUX para cada saída:

$$Y0 = D \overline{S_0} \overline{S_1}$$

$$Y1 = D \overline{S_1} S_0$$

$$Y2 = D S_1 \overline{S_0}$$

$$Y3 = D S_0 S_1$$

A partir da expressão lógica, é possível obter o seguinte circuito equivalente da figura 5:

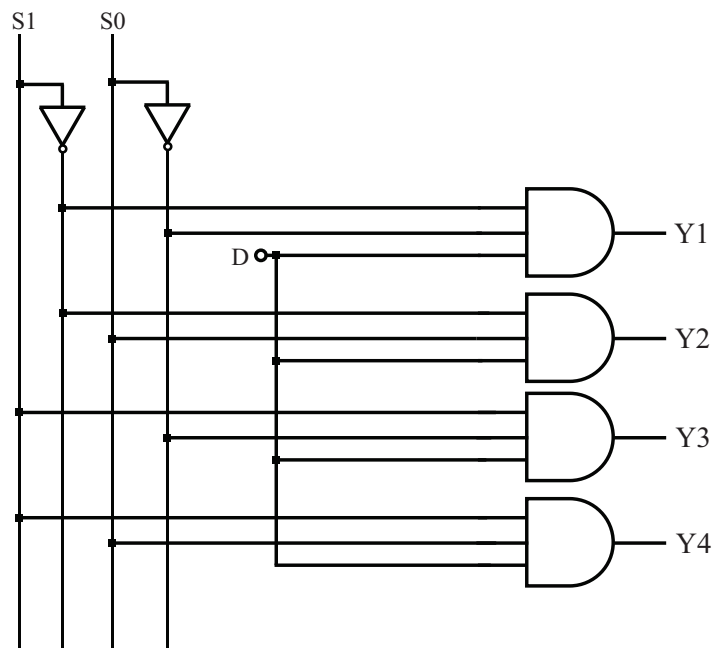


Figura 5: Circuito equivalente a um DEMUX de 4 saídas

#### ④ Tarefas:

- 1.) Em Verilog, realize a implementação de um MUX de 4 entradas utilizando os três estilos de codificação.
- 2.) Verifique o funcionamento dos módulos a partir um testbench e as formas de onda no GTKWave. Elas correspondem a função lógica descrita?
- 3.) Verifique o funcionamento dos módulos a partir um testbench e as formas de onda no GTKWave. Elas correspondem a função lógica descrita?
- 4.) Importe os módulos gerados nessa prática em <http://digitaljs.tilk.eu/> e veja o esquemáticos gerados para cada um dos módulos. Eles são iguais? Porquê?
- 5.) Realize a implementação de um DEMUX de 4 entradas (escolha o estilo que achar conveniente) e verifique seu funcionamento no GTKWave.
- 6.) **Opcional:** Crie um módulo que conecte a saída de um MUX a entrada de um DEMUX, e interligue as entradas de seleção. O que acontece?