

## 2ª Prática: Multiplexador de 4 canais usando estrutura hierárquica

**Objetivo:** Implementar, usando Verilog HDL, um circuito digital que funcione como uma chave seletora digital (Multiplexador - MUX).

Crie uma nova PASTA para cada projeto:

**1ª Parte)** Implementação do módulo MUX de 2 canais (**MUX 2:1**):

- Faça um **novo projeto** para o (MUX2:1) chamado mux\_21.
- Faça um novo arquivo em Verilog HDL para descrever o módulo para o **MUX 2:1**.
- Avalie o funcionamento do circuito simulando no ModelSim

**2ª Parte)** Implementação do módulo MUX de 4 canais (**MUX 4:1**) usando o módulo anterior MUX 2:1 com estrutura hierárquica:

- Faça um novo projeto para o MUX de 4 canais (MUX 4:1) chamando de mux\_41.
- Faça um novo arquivo em Verilog HDL para descrever o módulo para o MUX 4:1 usando módulo de MUX 2:1 com **ESTRUTURA HIERÁRQUICA**.
- Avalie o funcionamento do circuito simulando no ModelSim.

### Parte Teórica:

- Veja o material sobre o Tópico MUX e DEMUX na página do curso de teoria de Sistemas Digitais.
- No capítulo 9 do livro do Tocci.
- Leia o arquivo sobre sintaxe de Verilog HDL – ESTRUTURA HIERÁRQUICA

#### MUX 2:1

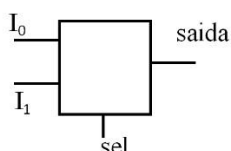
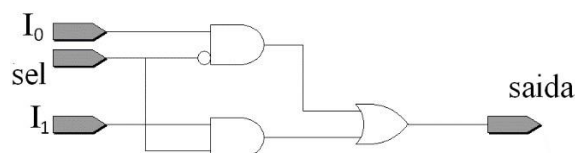


Tabela-verdade do MUX2:1

Se1	saída
0	I0
1	I1

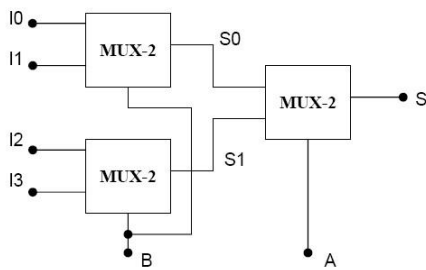


**I0 e I1:** são entradas de dados digitais

**saída:** é a saída do circuito

**sel:** é a variável de controle do MUX2:1

## MUX 4:1 usando módulos de MUX 2:1



A	B	S
0	0	I0
0	1	I1
1	0	I2
1	1	I3

### Parte Prática (Quartus e ModelSim):

1º) Monte a tabela verdade que descreve o comportamento do circuito MUX 2:1:

2º) Extraia a expressão booleana;

3º) Implemente o circuito MUX 2: 1 usando a **descrição por fluxo de dados** em Verilog HDL:

3.1) Compile o projeto;

3.2) Mostre a Figura do circuito (esquemático) obtida na aba: Tools🔍Netlist Viewer 🔍 RTL

3.3) Simule o Circuito no ModelSim.

- Gere os sinais de entradas (sinais de estímulo) definindo o período de cada entrada de dados ( $I_0$  e  $I_1$ ) e a entrada de controle.
- Defina o tempo máximo de simulação;
- Simule no ModelSim e observe o comportamento da saída;
- Mostre o gráfico com a simulação – insira comentários e descrição das variáveis.

4º) Implemente o circuito MUX 4:1 usando o módulo de MUX2:1 com estrutura hierárquica.

4.1) Compile o projeto;

4.2) Mostre a Figura do circuito (esquemático) obtida na aba: Tools🔍Netlist Viewer 🔍 RTL

4.3) Simule o Circuito no ModelSim.

- Gere os sinais de entradas (sinais de estímulo) definindo o período de cada entrada de dados ( $I_0$  e  $I_1$ ) e a entrada de controle.
- Defina o tempo máximo de simulação;
- Simule no ModelSim e observe o comportamento da saída;
- Mostre o gráfico com a simulação – insira comentários e descrição das variáveis.

5º) Elabore o relatório.

# Relatório – MUX 4:1

Aluno: Alexandre Roque Silva de Paula

Disciplina: Sistemas Digitais. Professora: Mara Coelho.

## 1)Tabela verdade MUX 2:1

I0	I1	sel	s
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

-I0 e I1: São entradas de dados digitais.

-s: é a saída.

-sel: variável de controle do MUX 2:1.

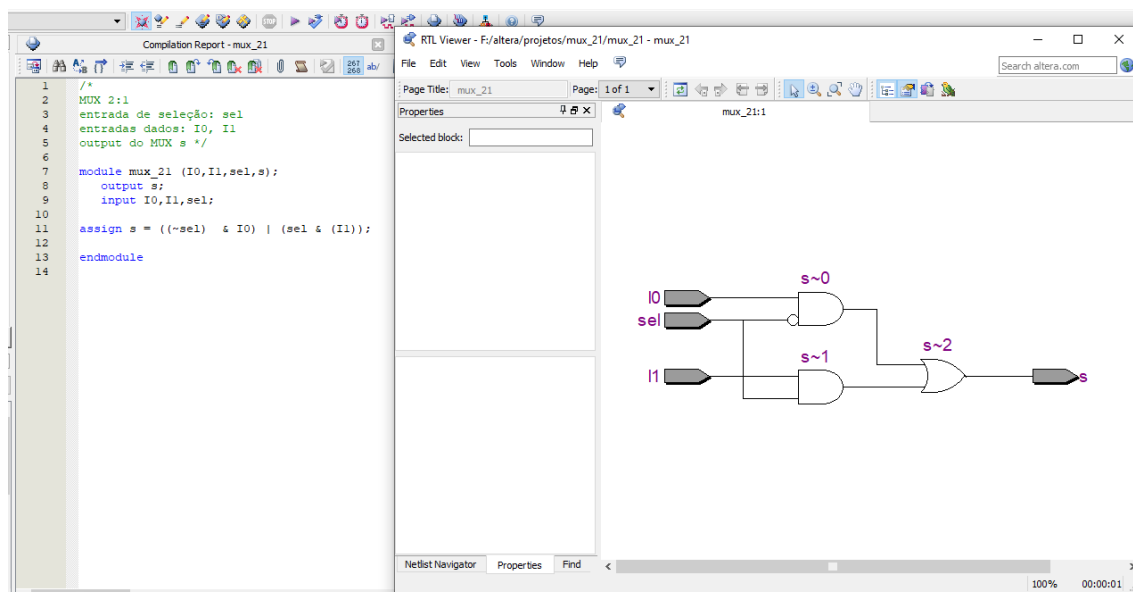
2)

		I1, sel			
		00	01	11	10
I0	0	0	0	1	0
	1	1	0	1	1

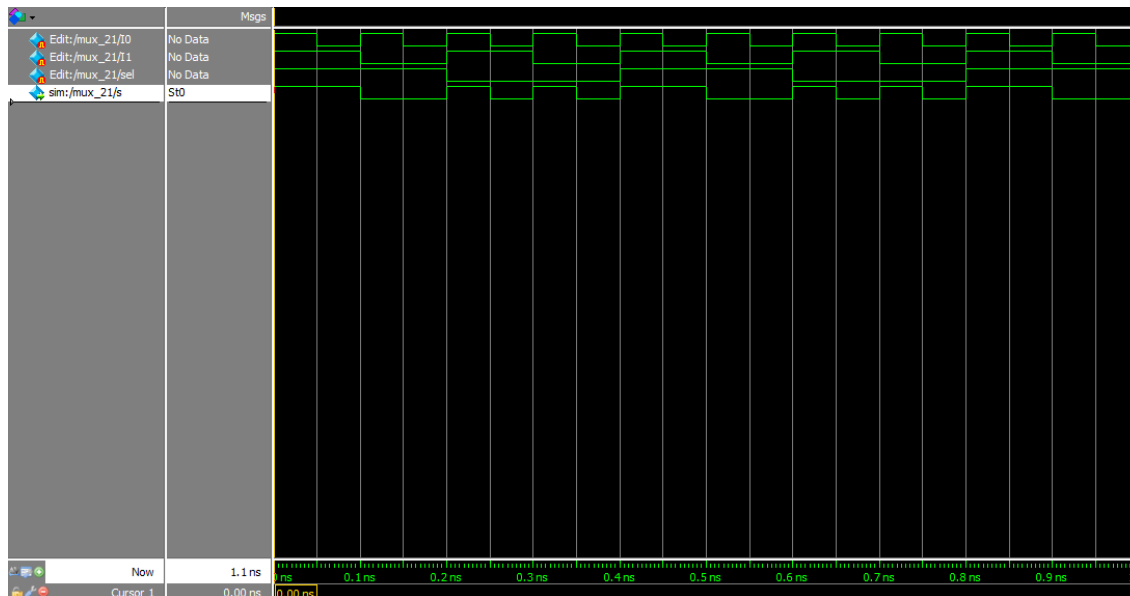
$I1 \text{ sel} + I0 \overline{\text{sel}}$

$$s = I1 \& \text{sel} + I0 \& \sim \text{sel}$$

## 3) - RTL Viewer: MUX 2:1



## - Wave.bmp da simulação MUX 2:1



A simulação do ModelSim foi feita com as seguintes especificações:

I0: Frequência de 100 ps ; Duty cycle de 50%.

I1: Frequência de 200 ps ; Duty cycle de 50%.

sel: Frequência de 400 ps ; Duty cycle de 50%.

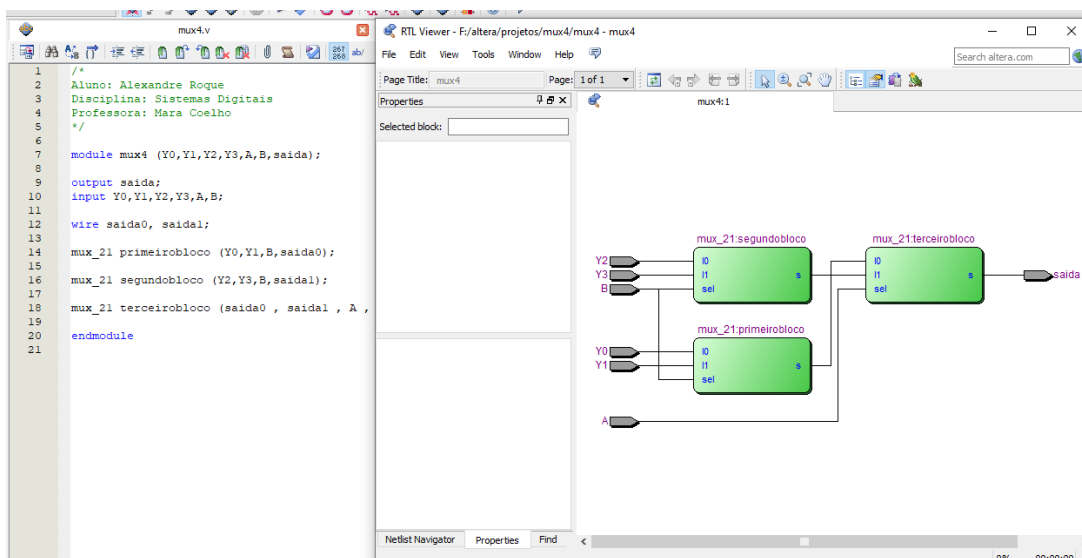
Tempo máximo de execução: 1000 ps.

Pode-se observar que a saída “s” se torna “HIGH” quando I1 e sel estão em “HIGH”, ademais quando somente I0 está em “HIGH”, segue o mesmo comportamento quando I0 e I1 estão em “1” e também quando todas as entradas estão em “1”, da mesma forma descrita na tabela verdade.

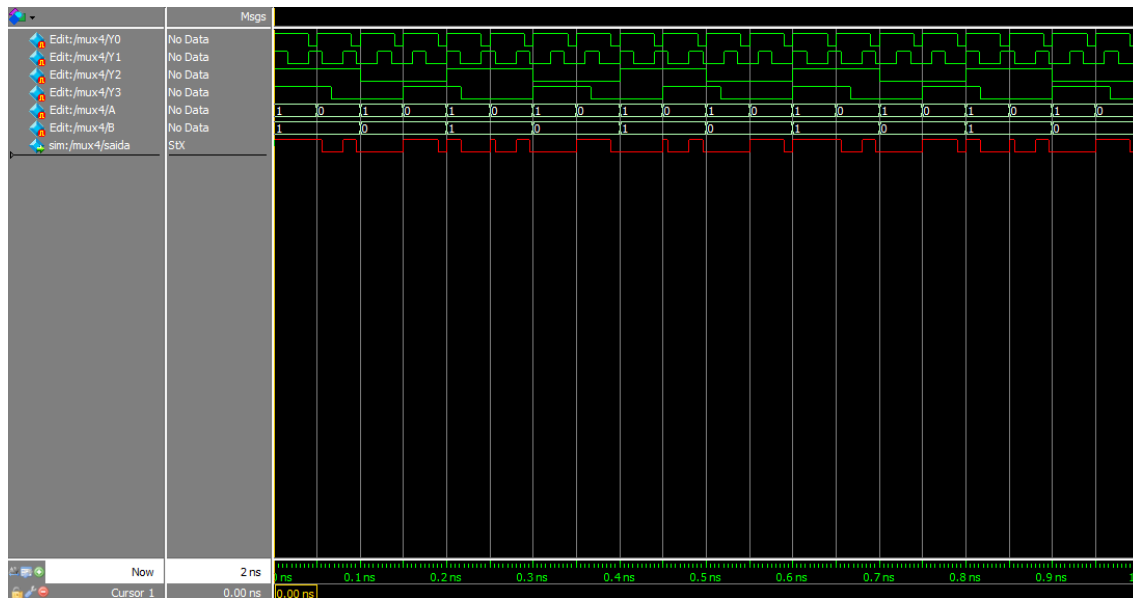
## 4) Parte:

### - MUX 4:1

#### 4.2) RTL Viewer: MUX 4:1



## Wave.bmp da simulação MUX 4:1



A simulação do ModelSim foi feita com as seguintes especificações:

Y0: Frequência de 100 ps ; Duty cycle de 80%.

Y1: Frequência de 100 ps ; Duty cycle de 30%.

Y2 Frequência de 200 ps ; Duty cycle de 50%.

Y3: Frequência de 150 ps ; Duty cycle de 50%.

A: Frequência de 100 ps ; Duty cycle de 50%.

B: Frequência de 200 ps ; Duty cycle de 50%.

Tempo máximo de execução: 1000 ps.

O simulador funcionou conforme os valores da tabela verdade do MUX 2:1, utilizado a partir da estrutura hierárquica. Os projetos estão em anexo juntamente com o relatório.