

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas e Informática – ICEI  
Arquitetura de Computadores I

ARQ1 \_ Aula\_11

Tema: Introdução à linguagem Verilog e simulação em Logisim (reconhecedores de Mealy e Moore)

Orientação geral:

Atividades previstas como parte da avaliação

Apresentar todas as soluções em apenas um arquivo com formato texto (.txt).  
Sugere-se usar como nome Guia\_xx.txt, onde xx indicará o guia, exemplo Guia\_01.txt.

Todos os arquivos deverão conter identificações iniciais com o nome e matrícula,  
no caso de programas, usar comentários.

As implementações e testes dos exemplos em Verilog (.v) fornecidos como pontos de partida,  
também fazem parte da atividade e deverão ter os códigos fontes entregues **separadamente**,  
a fim de que possam ser compilados e testados.

Sugere-se usar como nomes Guia\_01yy.v, onde yy indicará a questão, exemplo Guia\_0101.v

As saídas de resultados, opcionalmente, poderão ser copiadas ao final do código,  
como comentários.

Atividades extras e opcionais

Outras formas de solução serão **opcionais**; não servirão para substituir as atividades  
a serem avaliadas. Caso entregues, poderão contar apenas como atividades extras.

Os *layouts* de circuitos deverão ser entregues no formato (.circ), identificados internamente.  
Figuras exportadas pela ferramenta serão aceitas apenas como arquivos para visualização,  
mas não terão validade para fins de avaliação. Separar versões completas (a) e simplificadas (b).

Arquivos em formato (.pdf), fotos, cópias de tela ou soluções manuscritas também serão aceitos  
como recursos suplementares para visualização, e **não** terão validade para fins de avaliação.

## Atividade: Circuitos sequenciais – Máquinas de estados finitos (FSM)

- 01.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a descrição em Verilog de um módulo para implementar uma máquina de estados finitos segundo a abordagem de Mealy.  
O nome do arquivo deverá ser Mealy\_1101.v, e poderá seguir o modelo descrito abaixo.

```
// -----
// --- Mealy FSM
// -----

/*
                                Mealy FSM Diagram
                                /-----\
                                v         |
                                1         | 1 0 1 | // found
                                /-----\ /-----\
                                [start] ---> [id1] ---> [id11] ---> [id110]
                                ^ \0      0 |      1 / ^      0 | // not found
                                \-----/ \-----/
                                /-----\
                                /-----\

*/

// constant definitions
`define found 1
`define notfound 0

// FSM by Mealy
module mealy_1101 ( y, x, clk, reset );
output y;
input x;
input clk;
input reset;

reg y;

parameter // state identifiers
start = 2'b00,
id1 = 2'b01,
id11 = 2'b11,
id110 = 2'b10;

reg [1:0] E1;// current state variables
reg [1:0] E2;// next state logic output
```

```

// next state logic
always @( x or E1 )
begin
y = `notfound;
case ( E1 )
start:
if ( x )
E2 = id1;
else
E2 = start;
id1:
if ( x )
E2 = id11;
else
E2 = start;
id11:
if ( x )
E2 = id11;
else
E2 = id110;
id110:
if ( x )
begin
E2 = id1;
y = `found;
end
else
begin
E2 = start;
y = `notfound;
end
default: // undefined state
E2 = 2'bxx;
endcase
end // always at signal or state changing

// state variables
always @( posedge clk or negedge reset )
begin
if ( reset )
E1 = E2; // updates current state
else
E1 = 0; // reset
end // always at signal changing

endmodule // mealy_1101

```

02.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a descrição em Verilog de um módulo para implementar uma máquina de estados finitos segundo a abordagem de Moore. O nome do arquivo deverá ser Moore\_1101.v, e poderá seguir o modelo descrito abaixo.

[illegible]

```

// next state logic
always @( x or E1 )
begin
case( E1 )
start:
if ( x )
E2 = id1;
else
E2 = start;
id1:
if ( x )
E2 = id11;
else
E2 = start;
id11:
if ( x )
E2 = id11;
else
E2 = id110;
id110:
if ( x )
E2 = id1101;
else
E2 = start;
id1101:
if ( x )
E2 = id11;
else
E2 = start;
default: // undefined state
E2 = 3'bxxx;
endcase
end // always at signal or state changing

// state variables
always @( posedge clk or negedge reset )
begin
if ( reset )
E1 = E2; // updates current state
else
E1 = 0; // reset
end // always at signal changing

// output logic
always @( E1 )
begin
y = E1[2]; // first bit of state value (MOORE indicator)
end // always at state changing

endmodule // moore_1101

```

- 03.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a descrição em Verilog de um módulo para testar as máquinas de estados finitos segundo as abordagens de Mealy e de Moore. O nome do arquivo deverá ser Guia\_1100.v, e poderá seguir o modelo descrito abaixo.

```
// -----  
// --- Mealy-Moore FSM  
// -----  
//  
  
`include "mealy_1101.v"  
`include "moore_1101.v"  
  
module Guia_1101;  
    reg  clk, reset, x;  
    wire m1, m2;  
  
    mealy_1101 mealy1 ( m1, x, clk, reset );  
    moore_1101 moore1 ( m2, x, clk, reset );  
  
    initial  
    begin  
        $display ( "Time   X   Mealy Moore" );  
  
        // initial values  
        clk  = 1;  
        reset = 0;  
        x    = 0;  
  
        // input signal changing  
        #5  reset = 1;  
        #10 x = 1;  
        #10 x = 0;  
        #10 x = 1;  
        #20 x = 0;  
        #10 x = 1;  
        #10 x = 1;  
        #10 x = 0;  
        #10 x = 1;  
  
        #30 $finish;  
    end // initial  
  
    always  
        #5 clk = ~clk;  
  
    always @( posedge clk )  
    begin  
        $display ( "%4d %4b %4b %5b", $time, x, m1, m2 );  
    end // always at positive edge clocking changing  
  
endmodule // Guia_1100
```

- 04.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a  
a descrição em Verilog de um módulo  
para implementar uma máquina de estados finitos (FSM),  
capaz de reconhecer apenas a primeira sequência  
(1010) que aparecer e parar  
(101010 não deverá ser reconhecida duas vezes).  
O nome do arquivo deverá ser Guia\_1101.v.  
Incluir previsão de testes e verificação do circuito pelo Logisim.
- 05.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a  
a descrição em Verilog de um módulo  
para implementar uma máquina de estados finitos,  
segundo a abordagem de Mealy, para reconhecer  
uma sequência (1010) sem interseção  
(101010 deverá ser reconhecida apenas uma vez).  
O nome do arquivo deverá ser Guia\_1102.v.  
Incluir previsão de testes e verificação do circuito pelo Logisim.
- 06.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a  
a descrição em Verilog de um módulo  
segundo a abordagem de Moore, para reconhecer  
uma sequência (1010) com interseção  
(10101010 deverá ser reconhecida três vezes).  
O nome do arquivo deverá ser Guia\_1103.v.  
Incluir previsão de testes e verificação do circuito pelo Logisim.

#### Extra

- 07.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a  
a descrição em Verilog de um módulo  
para implementar uma máquina de estados finitos,  
capaz de reconhecer uma sequência de  
quatro dígitos binários que termine com  
três valores iguais a 000 (x000, por exemplo).  
O nome do arquivo deverá ser Guia\_1104.v.  
Incluir previsão de testes e verificação do circuito pelo Logisim.
- 08.) Projetar um circuito em Logisim para realizar a  
a descrição em Verilog de um módulo  
para implementar uma máquina de estados finitos,  
capaz de reconhecer uma sequência de  
três dígitos binários alternados (010 ou 101).  
O nome do arquivo deverá ser Guia\_1105.v.  
Incluir previsão de testes e verificação do circuito pelo Logisim.

Instruções para ver as cartas de tempo no GTKWave:

01.) Abrir o módulo de visualização (GTKWave)

02.) Selecionar a pasta de trabalho:

File

Open

Guia\_1100 (.vcd) (por exemplo)

03.) Selecionar os sinais desejados:

clk (sinal a ser visto)

clock (outro sinal a ser visto)

(selecionar, arrastar e soltar na coluna à direita)



# Modelo em Logisim para um detector de sequência 1101

Sequence detector

