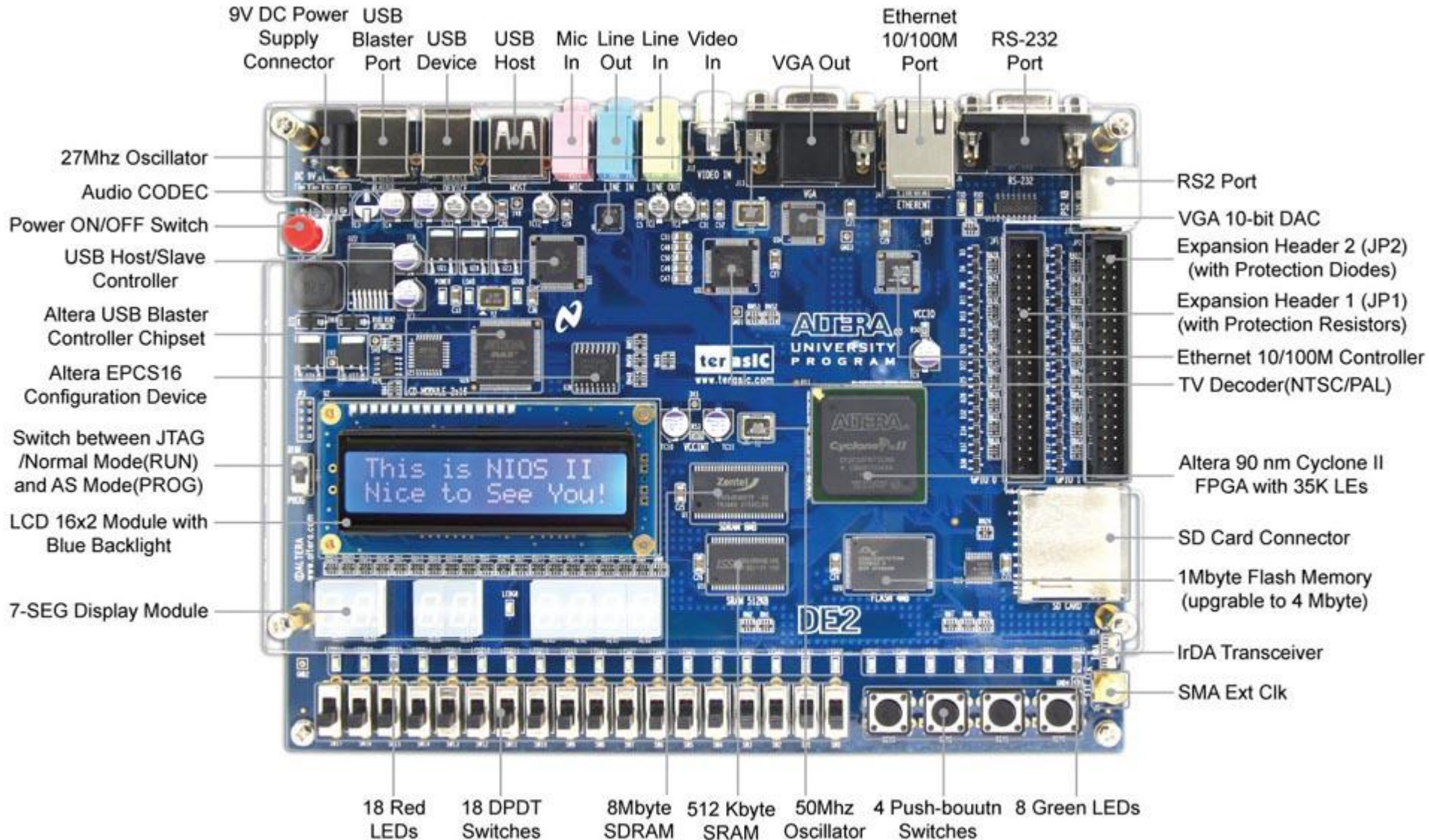


# Introdução ao Altera DE2

Edson Midorikawa

# Altera DE2

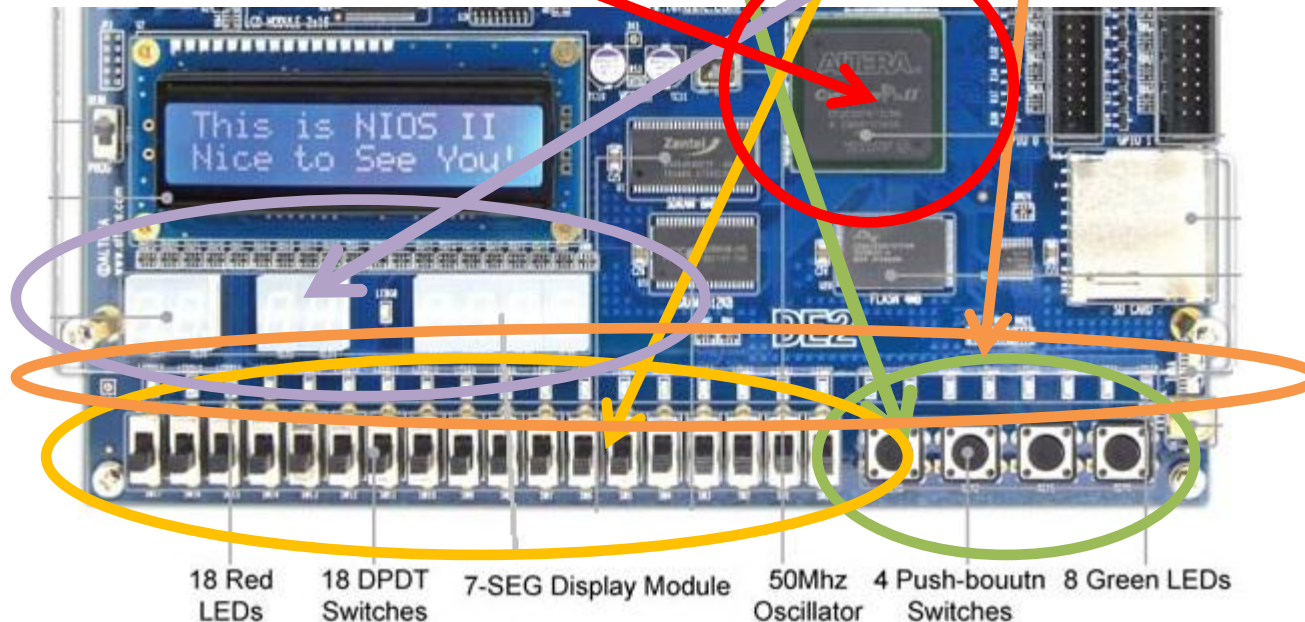


# Altera DE2

- Altera Cyclone II 2C35 FPGA with 35.000 LEs
- Altera Serial Configuration devices (EPCS16) for Cyclone II 2C35
- USB Blaster built in on board for programming and user API controlling
- JTAG Mode and AS Mode are supported
- 8Mbyte (1M x 4 x 16) SDRAM
- 512K byte(256K X16) SRAM
- 4Mbyte Flash Memory (upgradeable to 4Mbyte)
- SD Card Socket
- 4 Push-button switches
- 18 DPDT switches
- 9 Green User LEDs
- 18 Red User LEDs
- 16 x 2 LCD Module
- 50MHz Oscillator and 27MHz Oscillator for external clock sources
- 24-bit CD-Quality Audio CODEC with line-in, line-out, and microphone-in jacks
- VGA DAC (10-bit high-speed triple DACs) with VGA out connector
- TV Decoder (NTSC/PAL) and TV in connector
- 10/100 Ethernet Controller with socket.
- USB Host/Slave Controller with USB type A and type B connectors.
- RS-232 Transceiver and 9-pin connector
- PS/2 mouse/keyboard connector
- IrDA transceiver
- Two 40-pin Expansion Headers with diode protection

# Altera DE2

- FPGA:
  - Família: **Cyclone II**
  - Dispositivo: **EP2C35F672C6**
- Recursos disponíveis:
  - Botões (4)
  - Chaves (18)
  - LEDs (27)
  - Displays de 7 segmentos (8)
  - Clocks internos (2)



# Botões

- Total de 4 botões (com circuito de *debounce*).

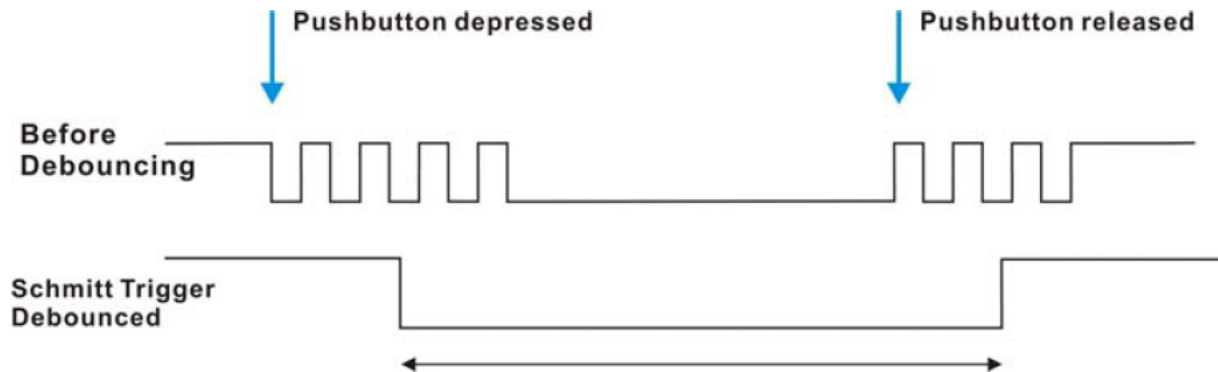
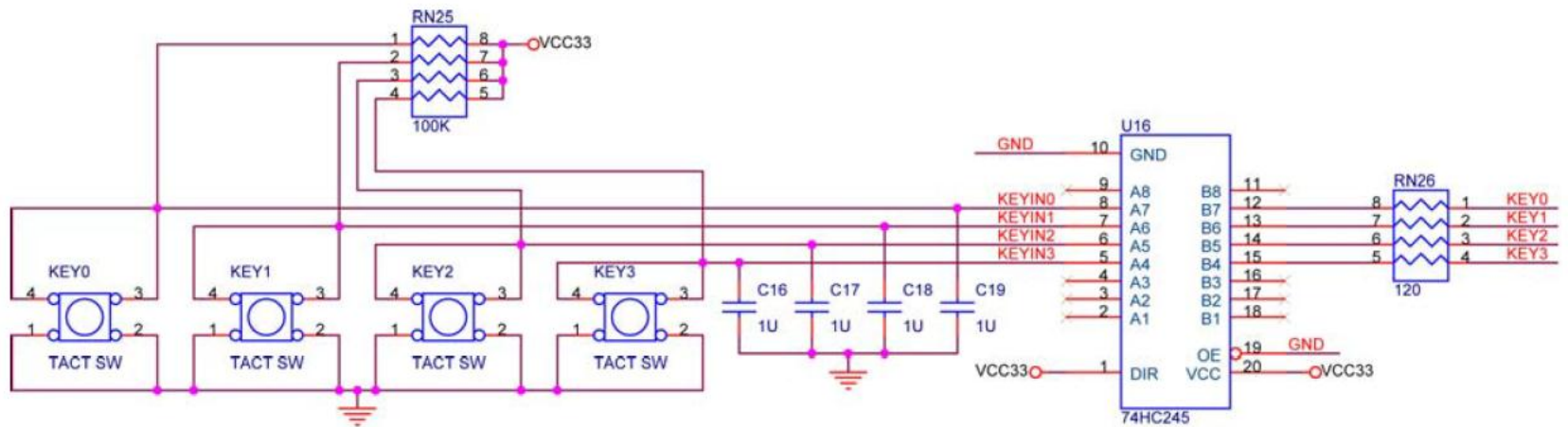


Figure 4.3. Switch debouncing.

- Identificação **KEY0** até **KEY3**.
- Botão ativo em BAIXO (ao apertar, sinal em nível ZERO).

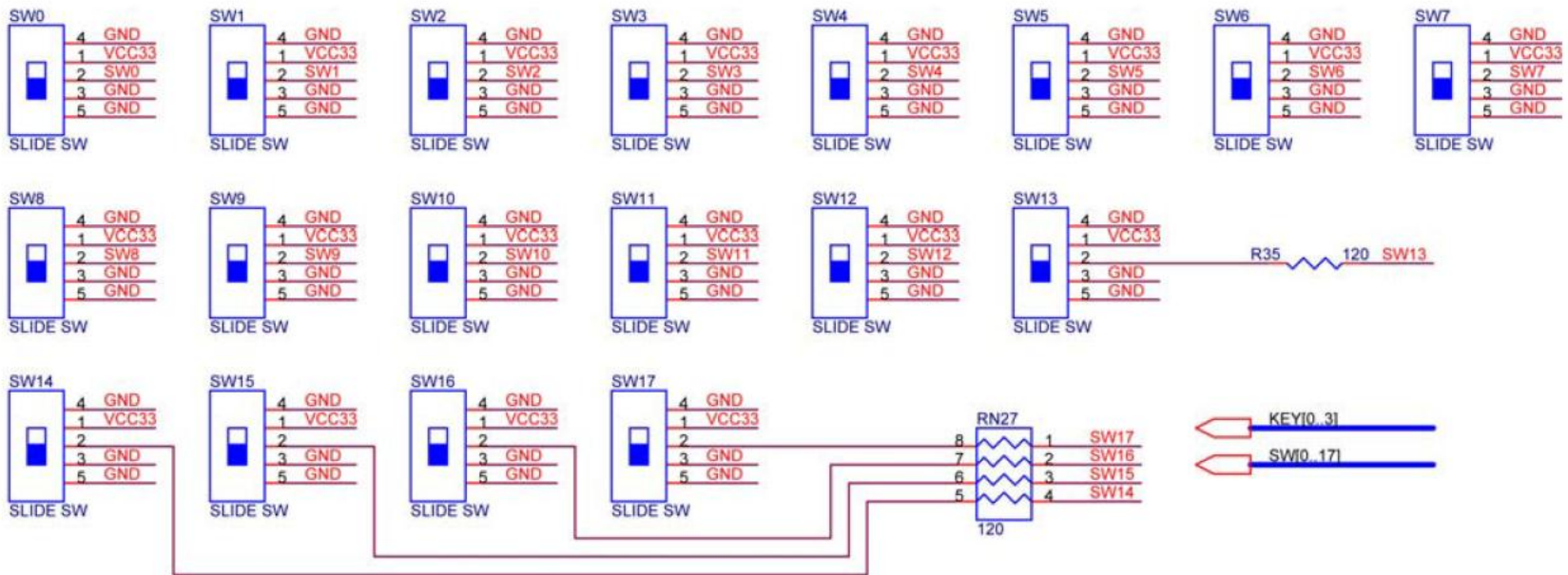
# Botões





# Chaves

- 18 chaves (sem *debounce*)
  - Posição para baixo, sinal ZERO.
  - Posição em alto, sinal UM.
- Identificação **SW0** até **SW17**



# LEDs

- Total de 27 leds:
- 18 leds vermelhos (**LEDR0** até **LEDR17**)
- 9 leds verdes (**LEDG0** até **LEDG8**)
- 9ª *led* verde fica entre os *displays* de 7 segmentos HEX3 e HEX4
- Sinais de *leds* ativos em ALTO.

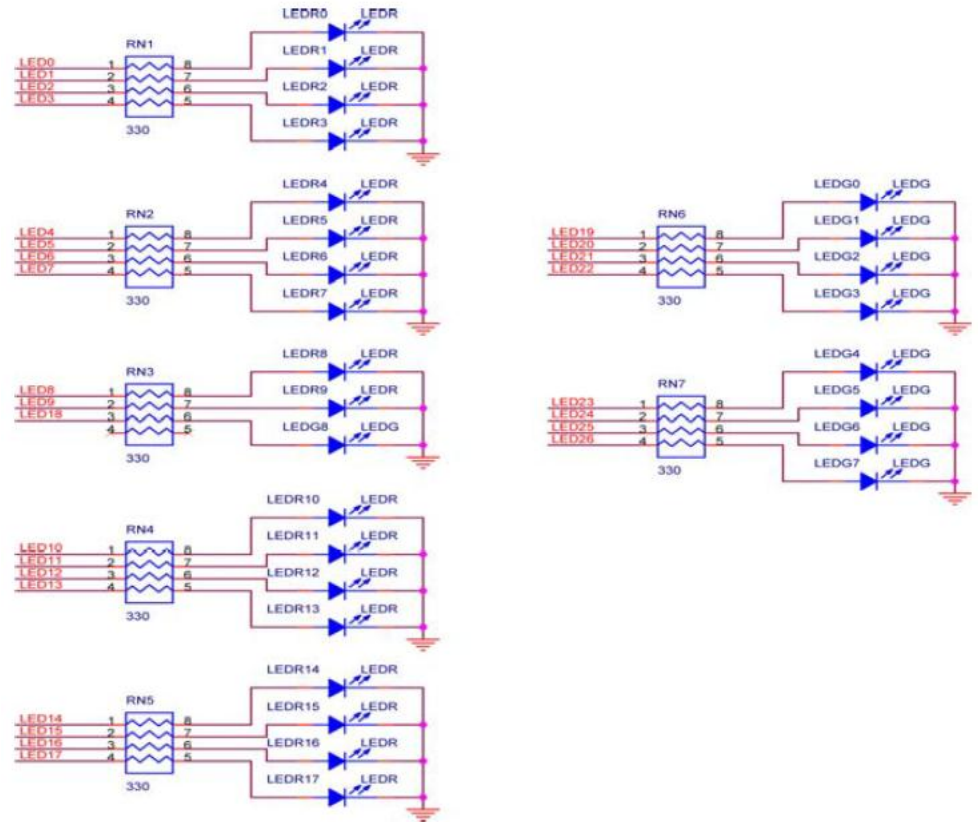
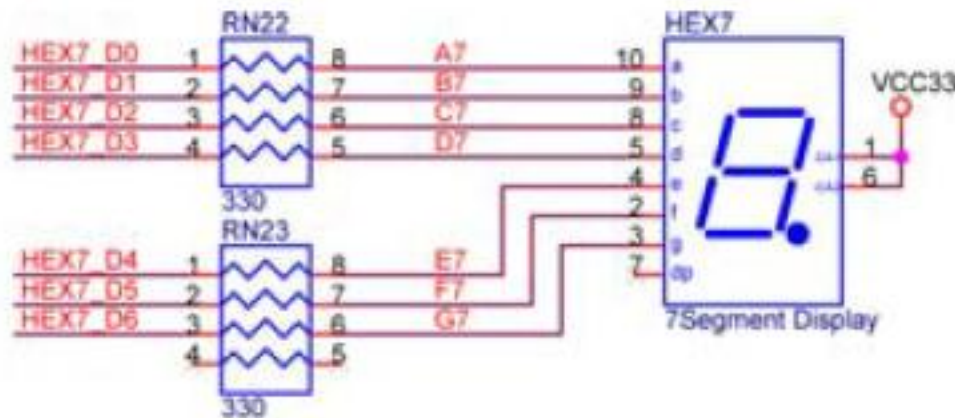
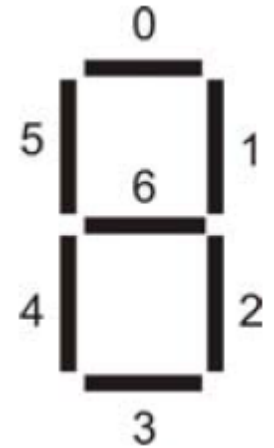


Figure 4.5. Schematic diagram of the LEDs.



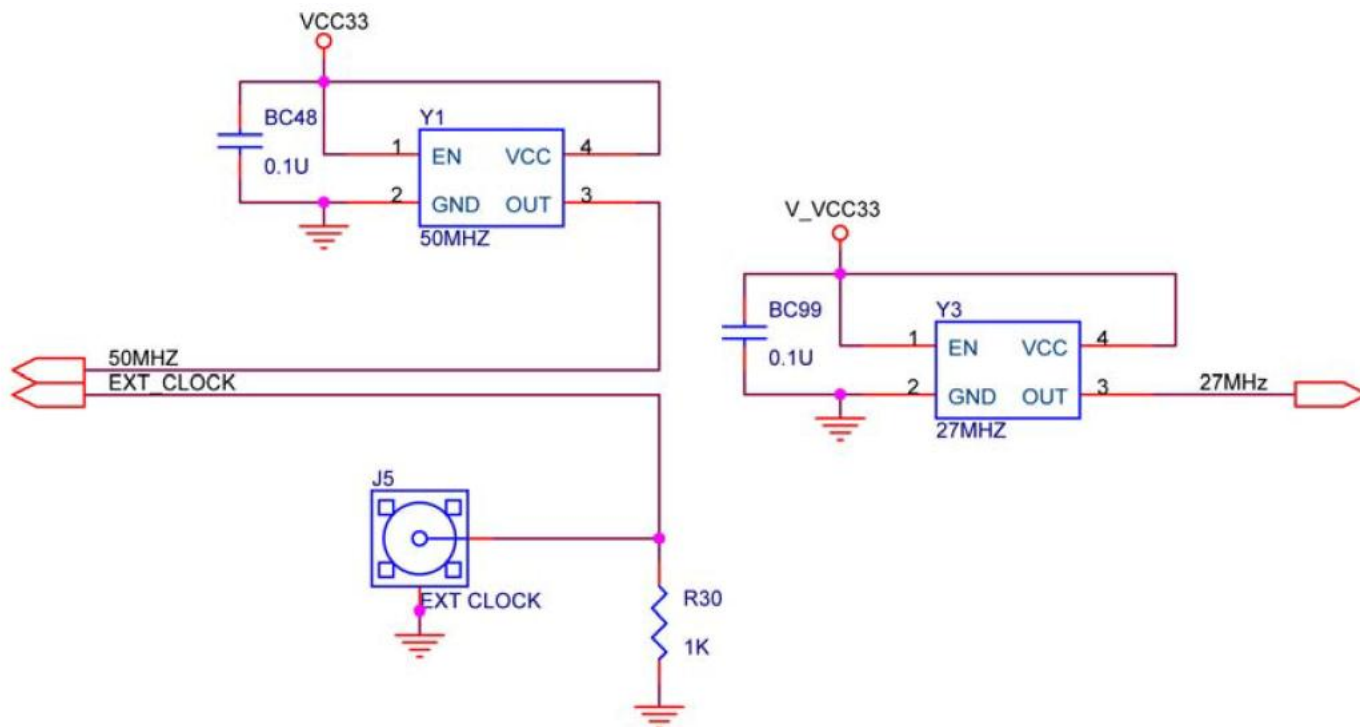
# Displays de 7 segmentos

- 8 displays de 7 segmentos.
  - **HEX0** até **HEX7**.
- Sinais do *display* ativos em ZERO.
- Sinais de cada *led* no display:
  - Ex. **HEX0[0]** até **HEX0[6]**



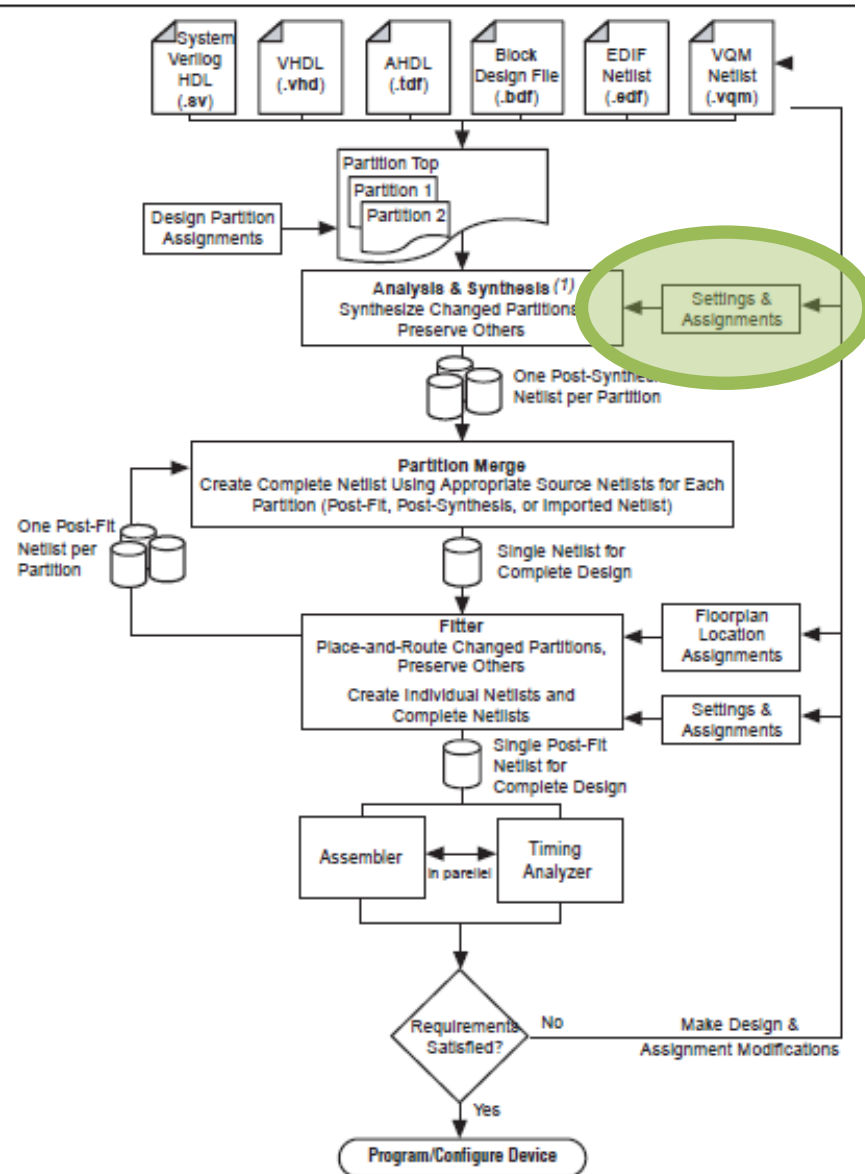
# Clocks

- Clocks internos:
  - 50 MHz (**CLOCK\_50**) e
  - 27 MHz (**CLOCK\_27**)
- Entrada para clock externo com conector SMA.



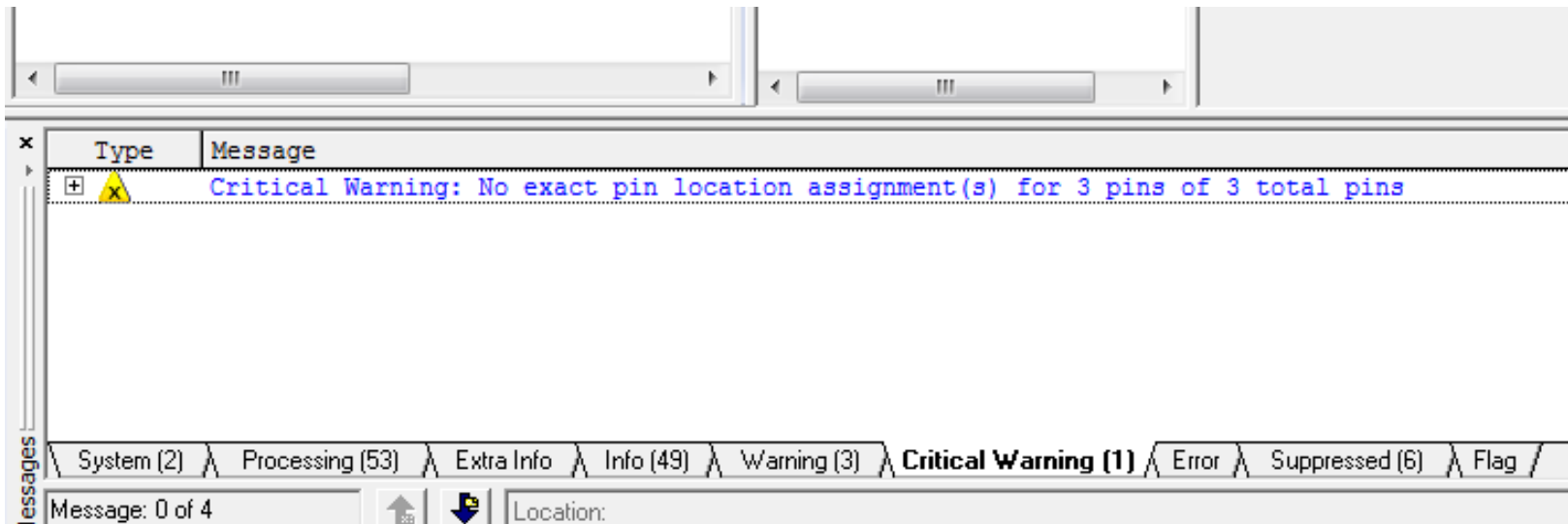
# Fluxo de Projeto com Quartus II

Figure 2-1. Quartus II Design Flow Using Incremental Compilation



# Fluxo de Projeto com Quartus II

- Para um projeto que será usado com a placa DE2, deve-se designar os sinais de entrada e saída do circuito antes da execução da Compilação.
- Caso a designação não for realizada, aparecerá uma mensagem do tipo “*Critical Warning*” avisando esta falta.



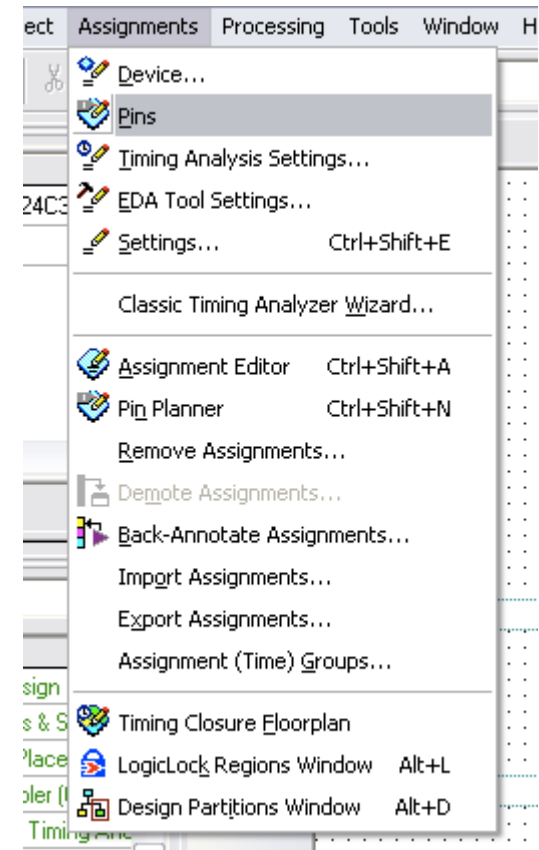
# Fluxo de Projeto com Quartus II

- Esta designação é importante para que o Quartus II tenha informação necessária para análises adicionais do projeto, como, por exemplo, de tempos de atraso de sinais internos.
- Exemplo: Classic Timing Analyzer

Timing Analyzer Summary									
	Type	Slack	Required Time	Actual Time	From	To	From Clock	To Clock	Failed Paths
1	Worst-case tpd	N/A	None	6.332 ns	A	AeqB	--	--	0
2	Total number of failed paths								0

# Designação de Pinos

- No processo de desenvolvimento do projeto no software Quartus II, deve-se associar os sinais de entrada e saída do circuito nos dispositivos da placa DE2 (por exemplo, *clock*, chaves e *leds*).
- No Quartus II v.9.1sp2, acesse o menu **Assignments > Pins**





# Designação de Pinos

- Na coluna **Location**, pode-se especificar a identificação do pino correspondente ao sinal.

The screenshot shows a software interface for pin configuration. At the top, there is a pin header diagram. Below it, a dropdown menu is open, showing a list of options: EDGE\_BOTTOM, EDGE\_LEFT, EDGE\_RIGHT, EDGE\_TOP, IOBANK\_1, IOBANK\_2, and IOBANK\_3. A red circle highlights the dropdown menu. A red arrow points from the dropdown menu to the 'Location' column in a table below.

Node Name	Direction	Location	I/O Bank	VREF Group	Rese
Button1	Input	PIN_U15	4		
Button4	Input	PIN_V14	4		
Led1	Output	PIN_U13	4		
Led2	Output	PIN_V13	4		
Led3	Output	PIN_U12	4		
<<new node>>					

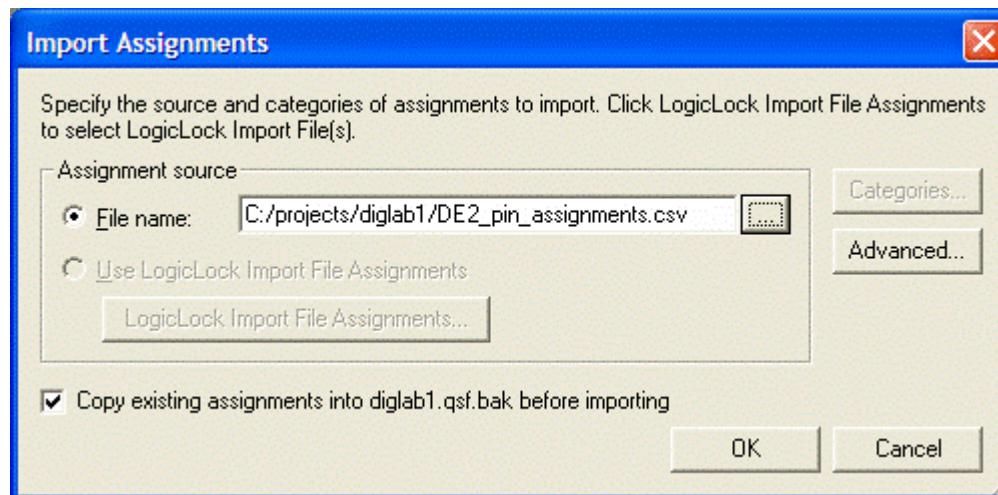
# Designação de Pinos

- Para projetos com muitos sinais de entrada e saída, uma forma alternativa é o uso de um arquivo texto csv (*Comma-Separated Value File*).
- Editar um arquivo texto com extensão csv com os sinais do circuito associado aos componentes da placa.
- **Exemplo:** `meuprojeto.csv`  

```
To,Location  
A,PIN_N25 #SW[0]  
B,PIN_N26 #SW[1]  
C,PIN_AE23 #LEDR[0]
```
- O arquivo `DE2_pin_assignments.csv` contém um *template* geral com todos os pinos disponíveis. Ver também arquivo `DE2_Pin_Table.pdf`.

# Designação de Pinos

- Execute a importação dos dados de designação de pinos com o acionamento do comando de menu **Assignments > Import Assignments**.



- Pode-se verificar a designação acionando o comando de menu **Assignments > Pins**.

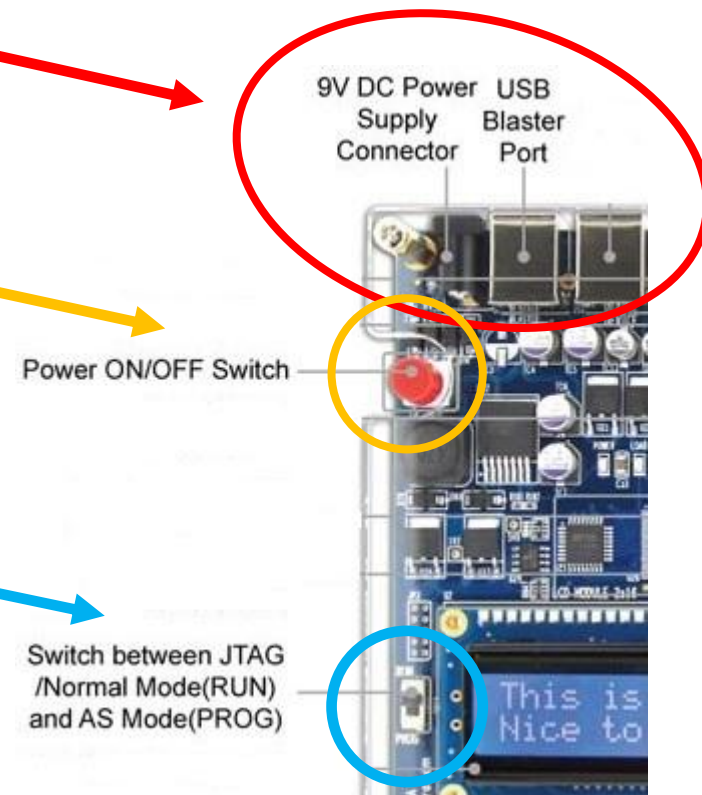
# Procedimento de Uso da Placa DE2

- Conteúdo da caixa



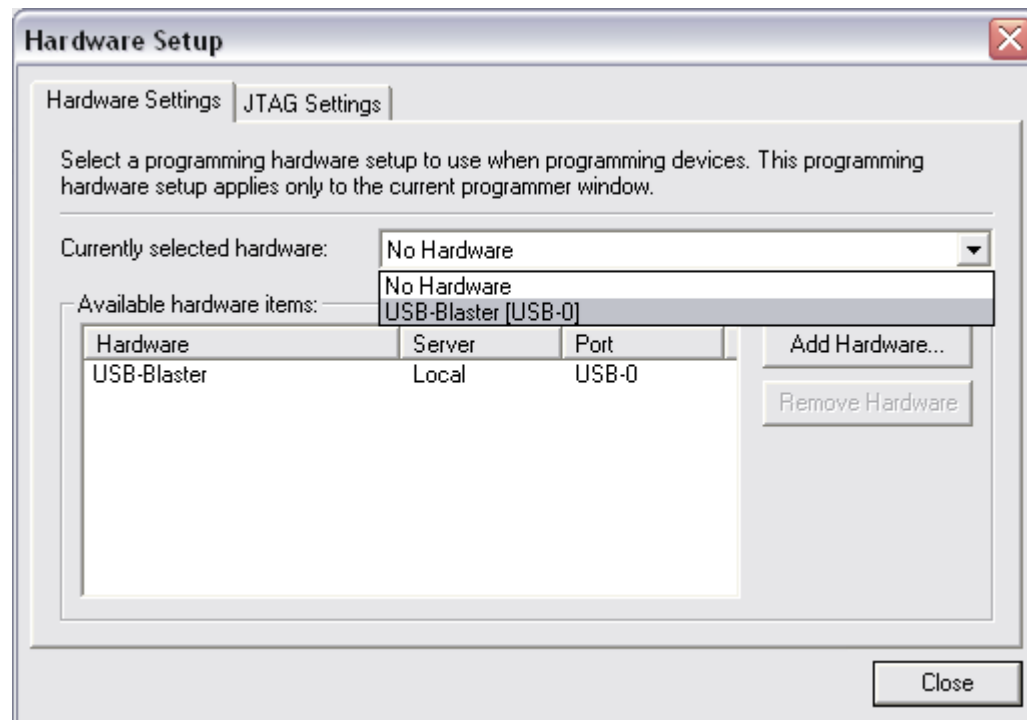
# Procedimento de Uso da Placa DE2

1. Retirar a placa, fonte de alimentação e cabo USB da caixa.
2. Conectar fonte e cabo USB.  
(conectores no canto superior esquerdo da placa)
3. Ligar o botão de liga/desliga.
4. Chave RUN/PROG deve ficar na posição RUN.



# Procedimento de Uso da Placa DE2

5. Programar o circuito com o *Altera Quartus II Programmer* (selecionar interface USB Blaster).





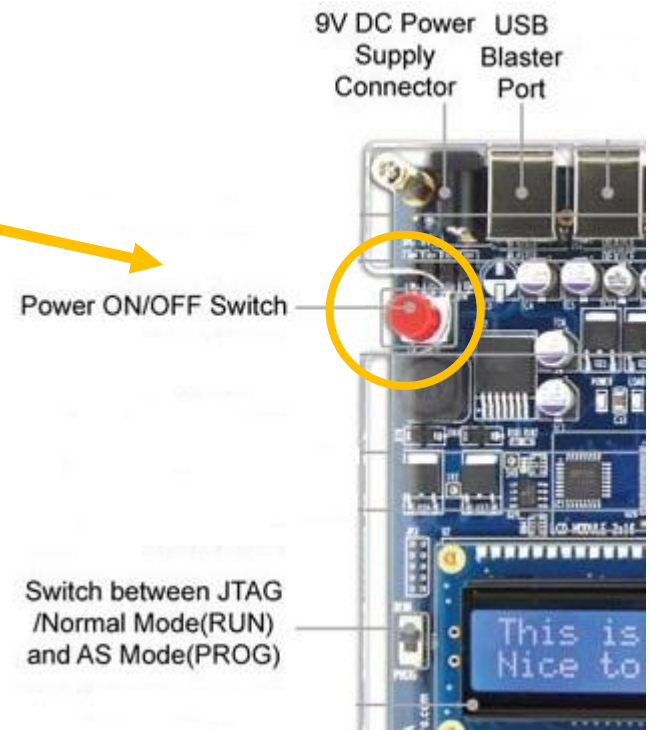
# Procedimento de Uso da Placa DE2

6. Iniciar uso do circuito programado.

7. Após o término de uso, desligar a placa acionando o botão de liga e desliga.

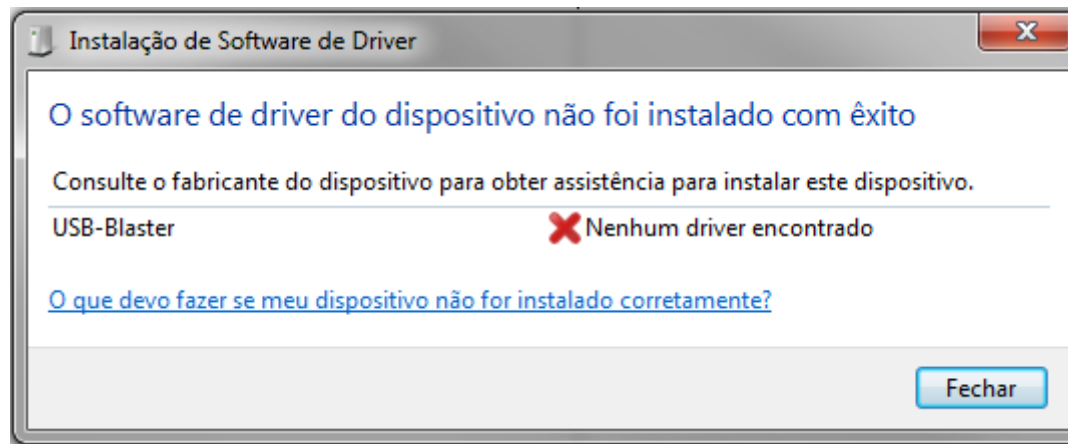
8. Desconectar fonte de alimentação e cabo USB.

9. Guardar componentes na caixa.



# Procedimento de Uso da Placa DE2

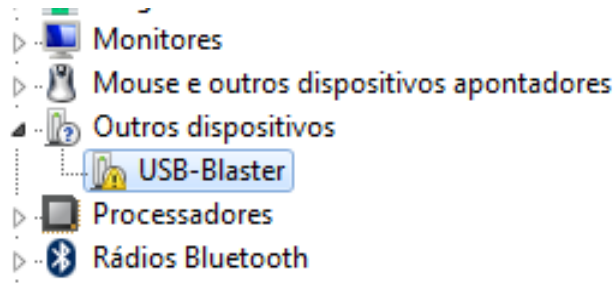
- Configuração do *driver* do cabo USB Blaster:
  1. Conectar a placa ao computador via cabo USB;
  2. Ligar a placa;
  3. No Windows 7, aparece a tela seguinte:



# Procedimento de Uso da Placa DE2

- Configuração do *driver* do cabo USB Blaster (cont.):

4. Abrir o **Gerenciador de Dispositivos** e selecione **USB Blaster**:

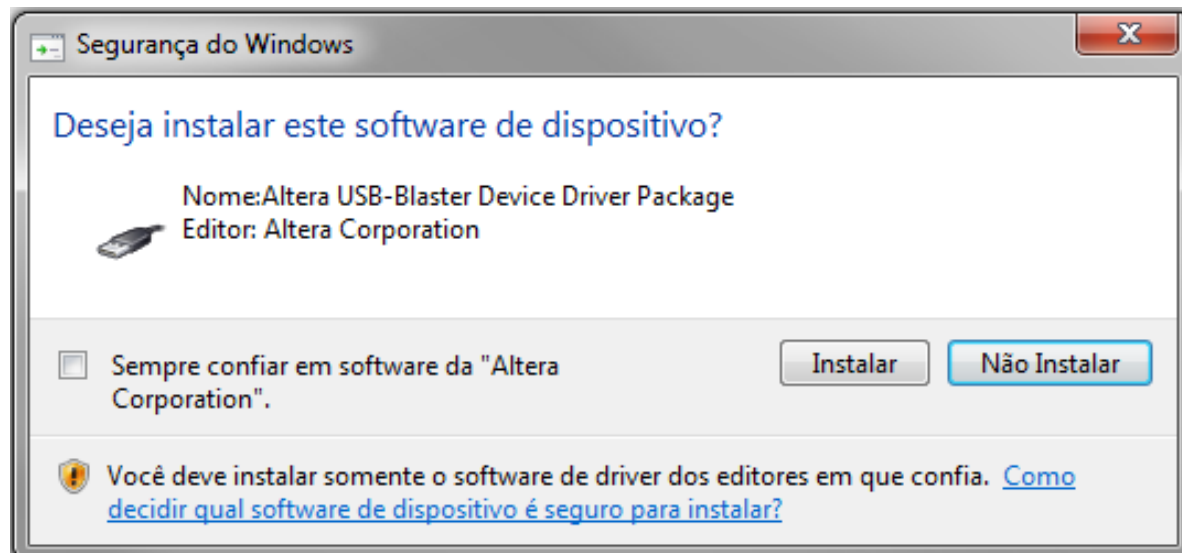


5. Clique em **Atualizar Driver** e depois em **Procurar software de driver no computador**.
6. Indique o diretório para a localização do driver:  
`C:\altera\91sp2\quartus\drivers\usb-blaster`

# Procedimento de Uso da Placa DE2

- Configuração do *driver* do cabo USB Blaster (cont.):

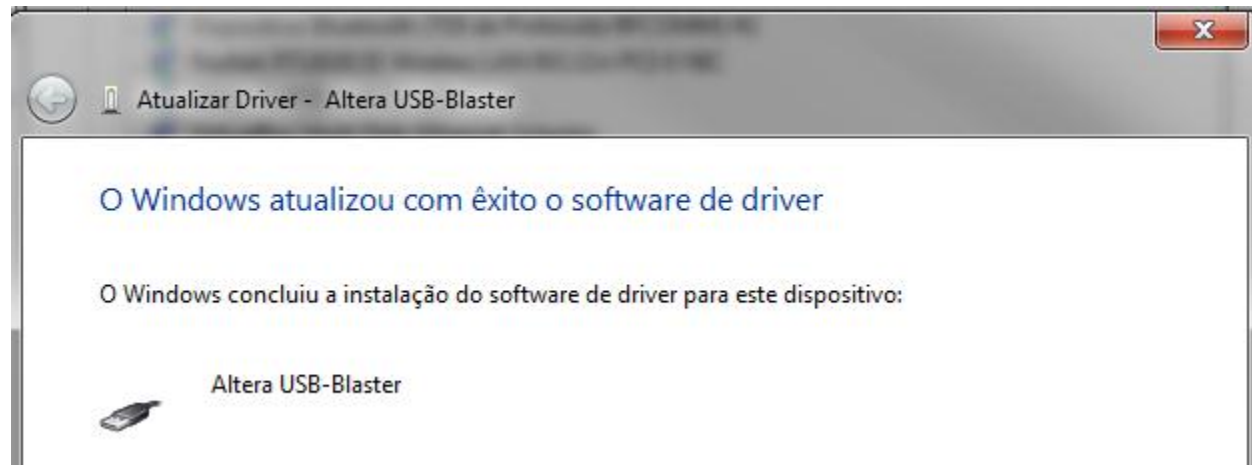
7. Finalmente, clique em Instalar.



# Procedimento de Uso da Placa DE2

- Configuração do *driver* do cabo USB Blaster (cont.):

8. OK. Pronto para uso.



# CUIDADOS

- Cada grupo deve se responsabilizar pela placa DE2.
- Use somente a fonte de alimentação que vem junto com a placa DE2. **Não** use outra fonte do laboratório.
- **Não** conectar nenhum cabo ou fio com a placa ligada.
- **Não** consumir bebidas na bancada.
- **Não** colocar a placa sobre uma superfície metálica.
- Segurar as placas pelas bordas.
  - Não colocar a mão nos componentes (problemas com a eletricidade estática podem queimar os componentes).
- **Não** retirar a placa do Laboratório Digital.
- Terminada a experiência, guardar a placa e demais acessórios na caixa.



# Bibliografia

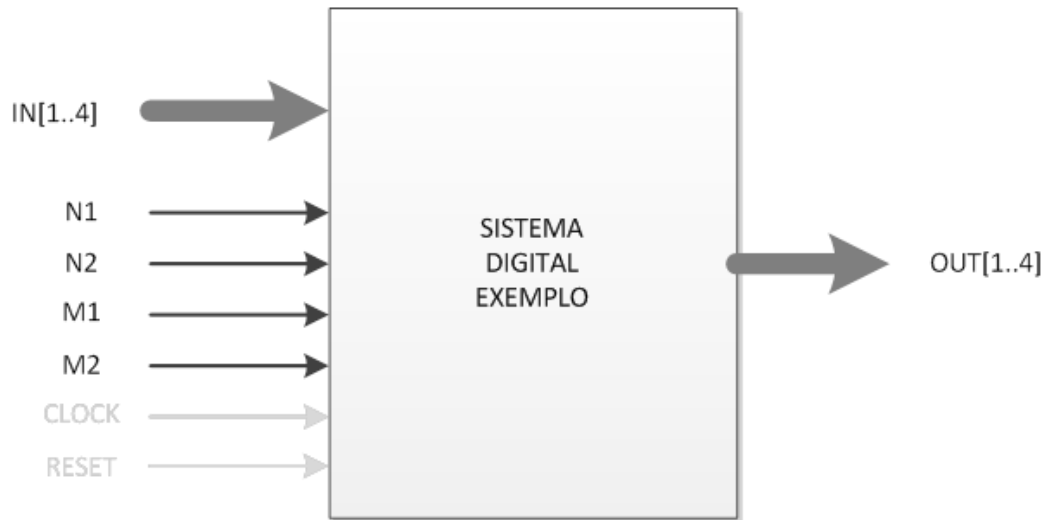
- Altera. **DE2 Development and Education Board - User Manual**. Version 1.42. 2008.
- Altera. **Quartus II Handbook Version 9.1. Volume 1: Design and Synthesis**. 2009.

# HANDS-ON

Projeto Exemplo

# Projeto Exemplo

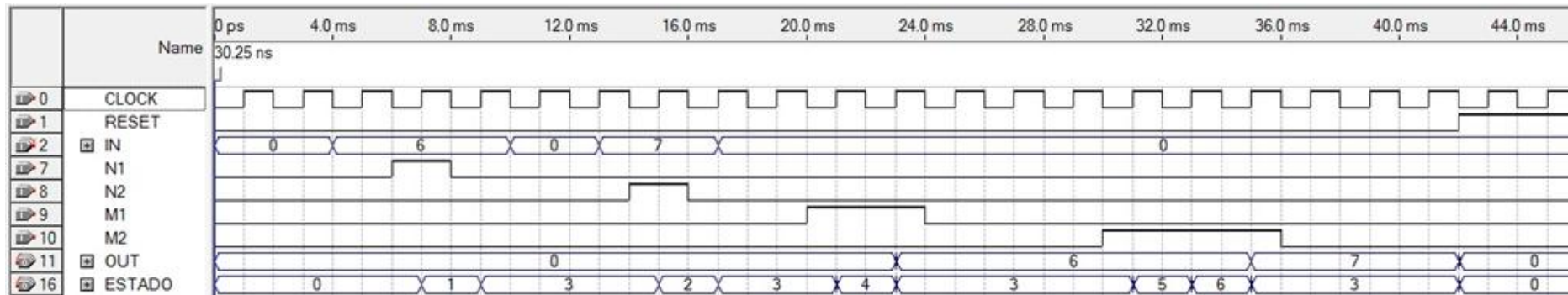
- Sistema digital para armazenamento de dois valores.



- IN[1..4] – entrada de dados de quatro bits;
- N1 – armazena primeiro valor de quatro bits presente na entrada IN;
- N2 – armazena segundo valor de quatro bits presente na entrada IN;
- M1 – apresenta na saída de dados OUT o primeiro valor armazenado;
- M2 – apresenta na saída de dados OUT o segundo valor armazenado;
- OUT[1..4] – saída de dados de quatro bits.

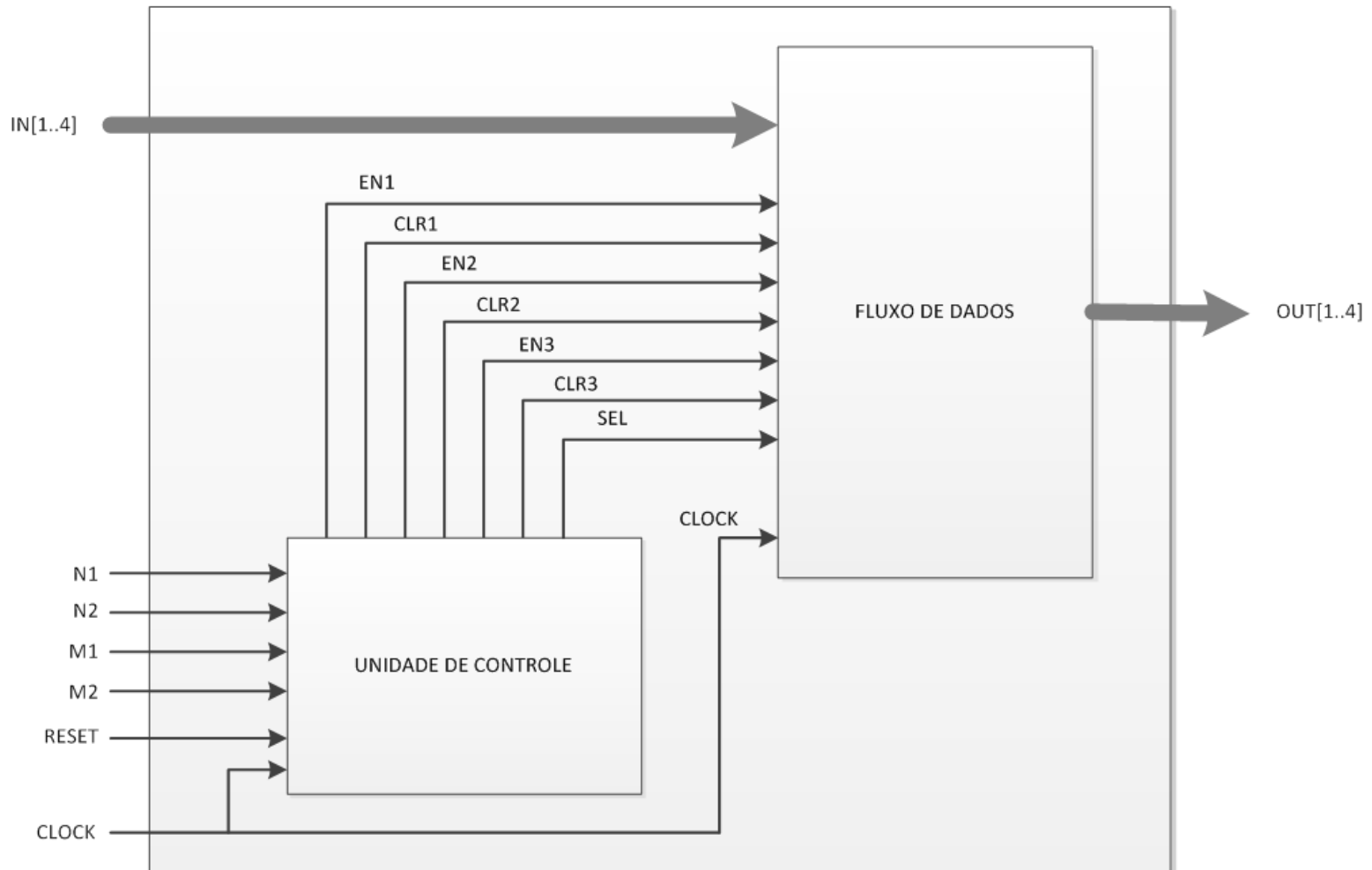
# Projeto Exemplo

- Carta de tempos



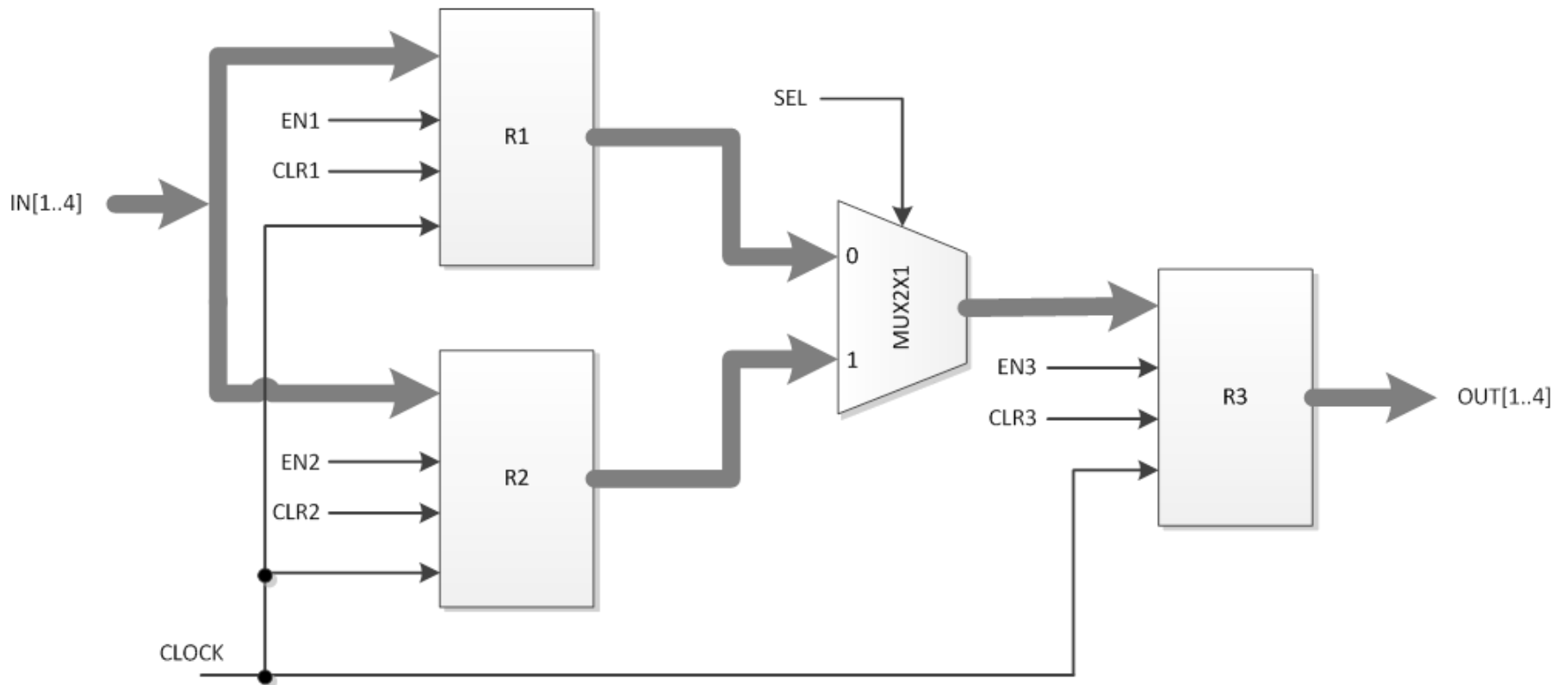
# Projeto Exemplo

- Particionamento do projeto em FD+UC



# Projeto Exemplo

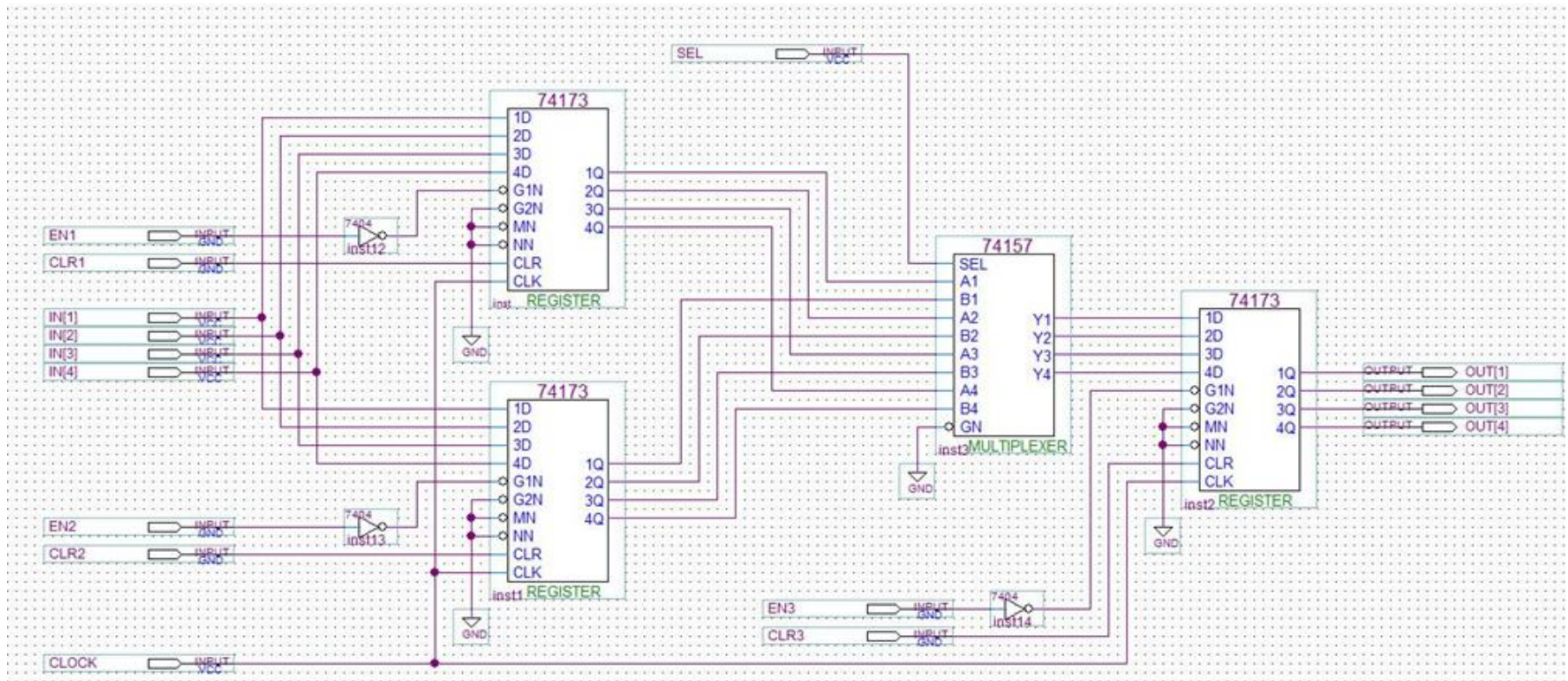
- Fluxo de dados





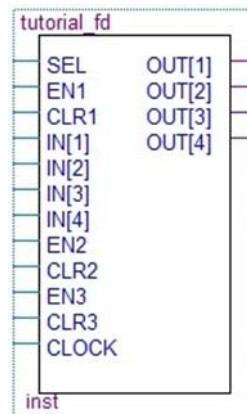
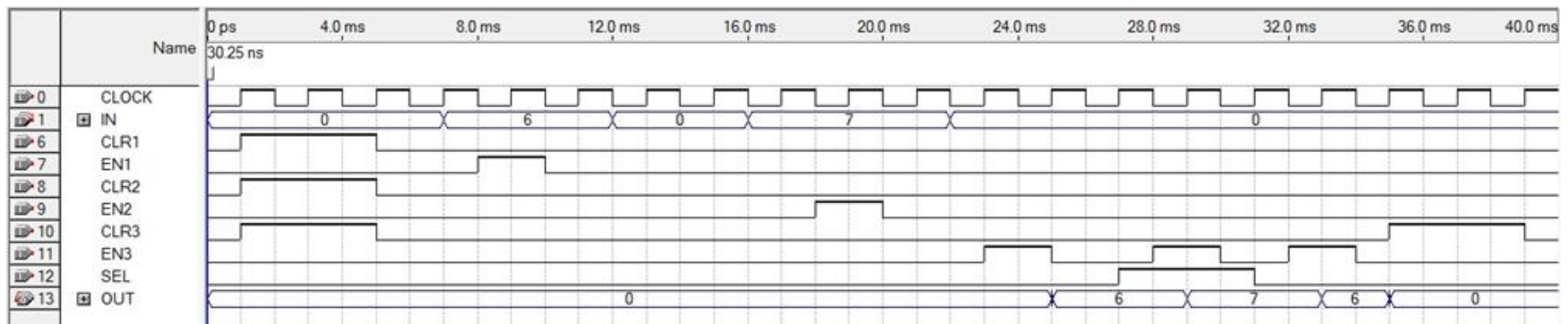
# Projeto Exemplo

- Implementação do Fluxo de dados



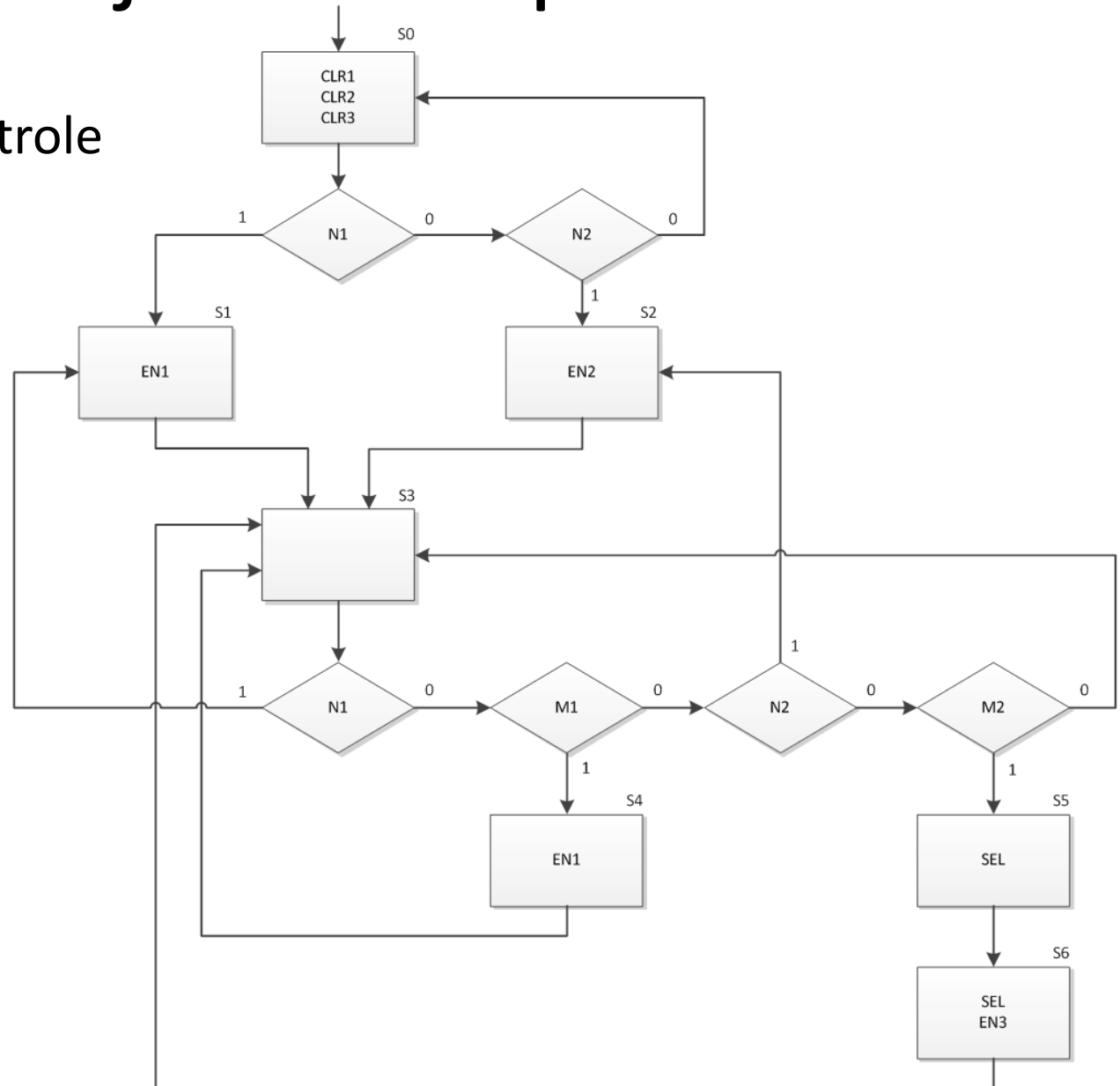
# Projeto Exemplo

- Simulação do Fluxo de dados



# Projeto Exemplo

- Unidade de controle  
(diagrama ASM)



# Projeto Exemplo

- Implementação da UC em AHDL
  - Máquina de Moore.
  - Estados incluem sinais de saída e identificação do estado atual.
  - Transição de estados segue diagrama ASM.

```
SUBDESIGN tutorial_uc
(
  CLKUC: INPUT;
  RES: INPUT;
  N1,N2,M1,M2: INPUT;
  CLR1,CLR2,CLR3,EN1,EN2,EN3,SEL: OUTPUT;
  E1,E2,E3: OUTPUT;
)

VARIABLE
UC: MACHINE OF BITS (CLR1,CLR2,CLR3,EN1,EN2,EN3,SEL,E3,E2,E1)
WITH STATES
% Estado      Saldas      %
% atual        %
(
  s0=          B"1110000000"
  s1=          B"0001000001"
  s2=          B"0000100010"
  s3=          B"0000000011"
  s4=          B"0000010100"
  s5=          B"0000000101"
  s6=          B"0000010110"
);

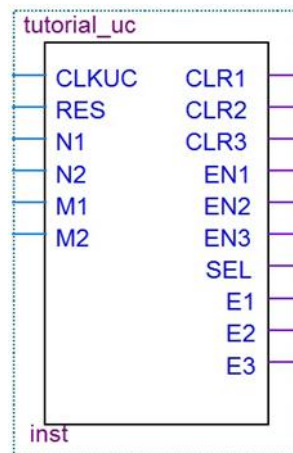
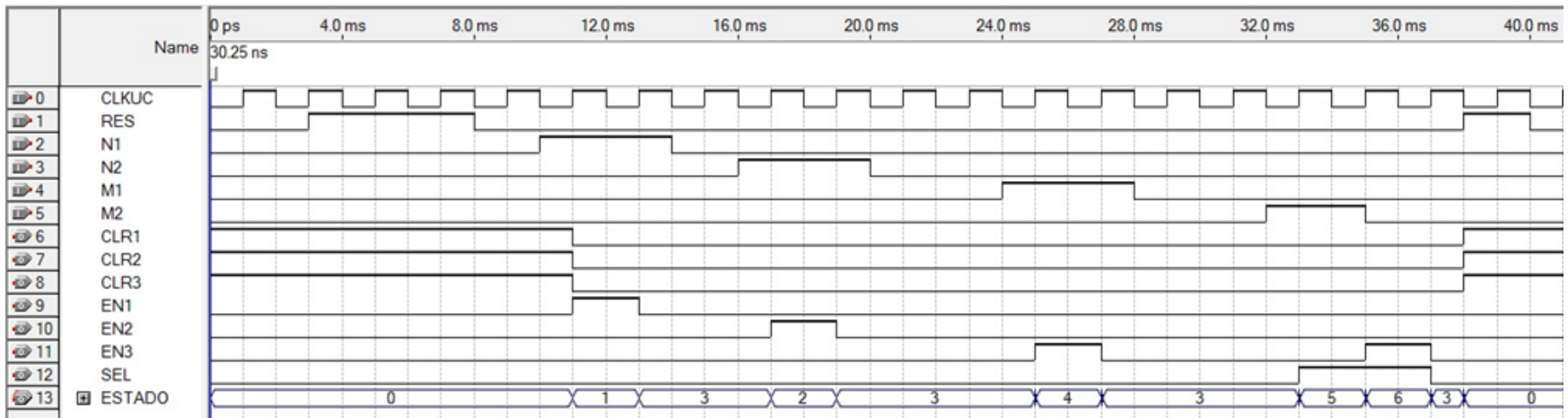
BEGIN
  UC.CLK = CLKUC;
  UC.RESET = RES;

  TABLE
  %      Estado      Entradas      =>      Proximo %
  %      atual        N1,N2,M1,M2      estado %
  UC,    N1,N2,M1,M2      UC;
  s0,    0, 0, X, X      s0;
  s0,    1, X, X, X      s1;
  s0,    0, 1, X, X      s2;
  s1,    X, X, X, X      s3;
  s2,    X, X, X, X      s3;
  s3,    0, 0, 0, 0      s3;
  s3,    1, X, X, X      s1;
  s3,    0, 1, X, X      s2;
  s3,    0, 0, 1, X      s4;
  s3,    0, 0, 0, 1      s5;
  s4,    X, X, X, X      s3;
  s5,    X, X, X, X      s6;
  s6,    X, X, X, X      s3;

  END TABLE;
END;
```

# Projeto Exemplo

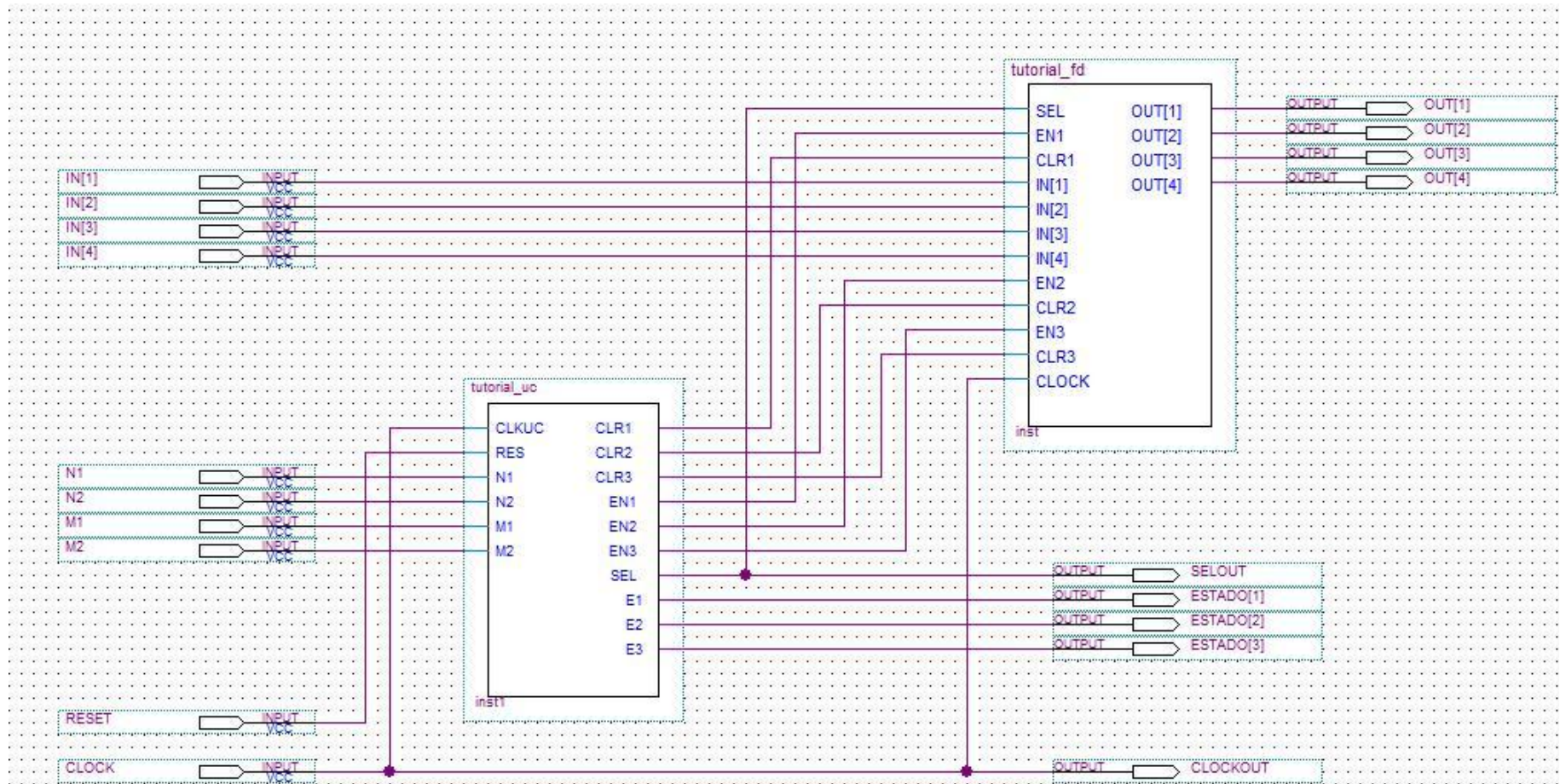
- Simulação da Unidade de Controle





# Projeto Exemplo

- Sistema digital completo



# Projeto Exemplo

- Implementação na placa DE2 (sugestão)
  - Designação de sinais
    - IN[0..3] → chaves SW0 a SW3
    - N1, N2, M1, M2 → botões KEY0 a KEY3
    - CLOCK → clock interno de 50 MHz
    - RESET → chave SW17
    - OUT[0..3] → leds verdes LEDG0 a LEDG3
    - ESTADO[1..3] → leds vermelhos LEDR0 a LEDR2

Os sinais do projeto são ativos em ALTO.  
Os botões do DE2 são ativos em BAIXO. O que fazer???