

# Experiência 4

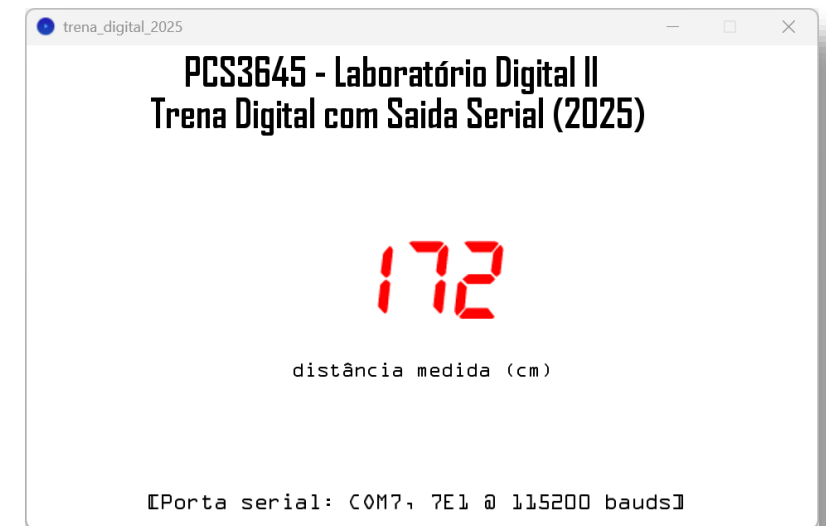
## Trena Digital com Saída Serial

Dicas e Recomendações para o Projeto

PCS3645

# Trena Digital com Saída Serial

- OBJETIVOS:
  - Desenvolvimento de um circuito digital em Verilog que realiza a medida de distância com envio do valor pela porta serial.
  - Composição de diversos componentes:
    - sensor ultrassônico HC-SR04;
    - comunicação serial (UART).



Interface Processing da Trena Digital com Saida Serial

# Trena Digital com Saída Serial

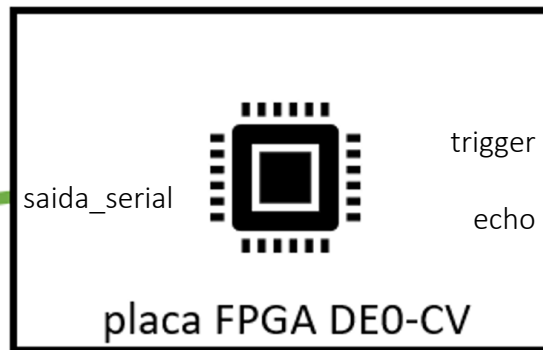
- Montagem na bancada

computador+processing



RX  
MAX3232

RD



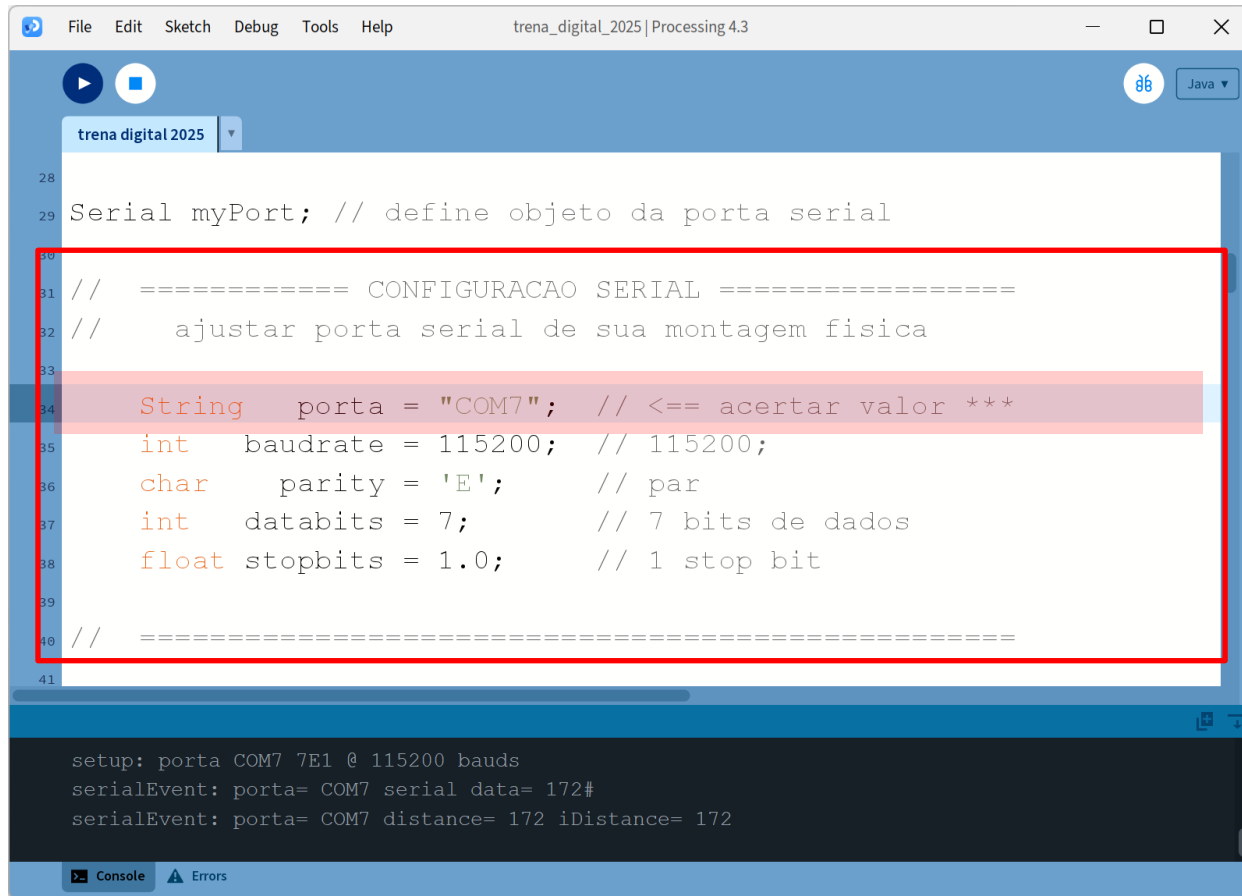
Sensor HC-SR04



74HC4050

# Trena Digital com Saída Serial

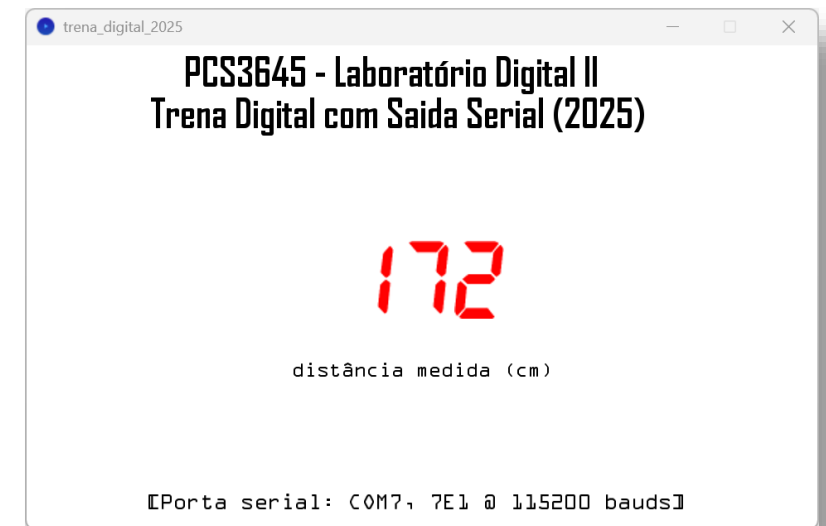
- Configuração da Porta Serial e Apresentação a Saída serial



```
28
29 Serial myPort; // define objeto da porta serial
30
31 // ===== CONFIGURACAO SERIAL =====
32 //   ajustar porta serial de sua montagem fisica
33
34 String porta = "COM7"; // <== acertar valor ***
35 int baudrate = 115200; // 115200;
36 char parity = 'E'; // par
37 int databits = 7; // 7 bits de dados
38 float stopbits = 1.0; // 1 stop bit
39
40 // =====
41
```

Console:

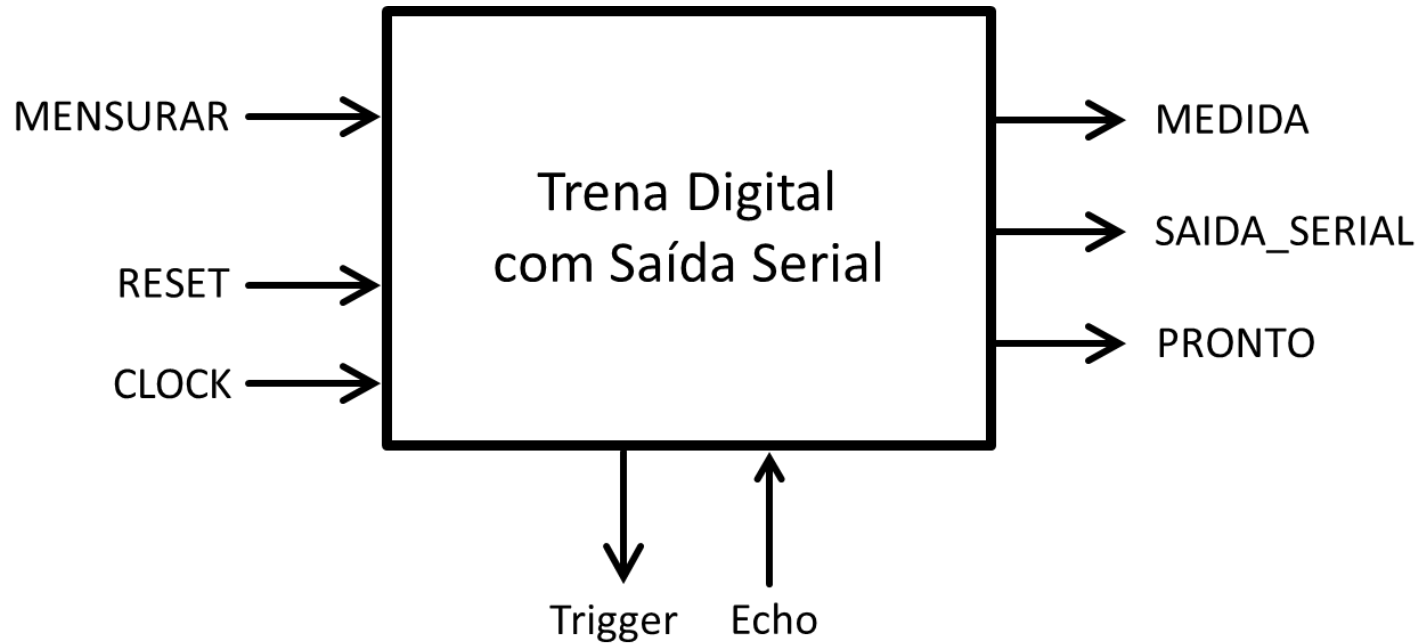
```
setup: porta COM7 7E1 @ 115200 bauds
serialEvent: porta= COM7 serial data= 172#
serialEvent: porta= COM7 distance= 172 iDistance= 172
```



Interface Processing da Trena Digital com Saida Serial

# Trena Digital com Saída Serial

- Especificação



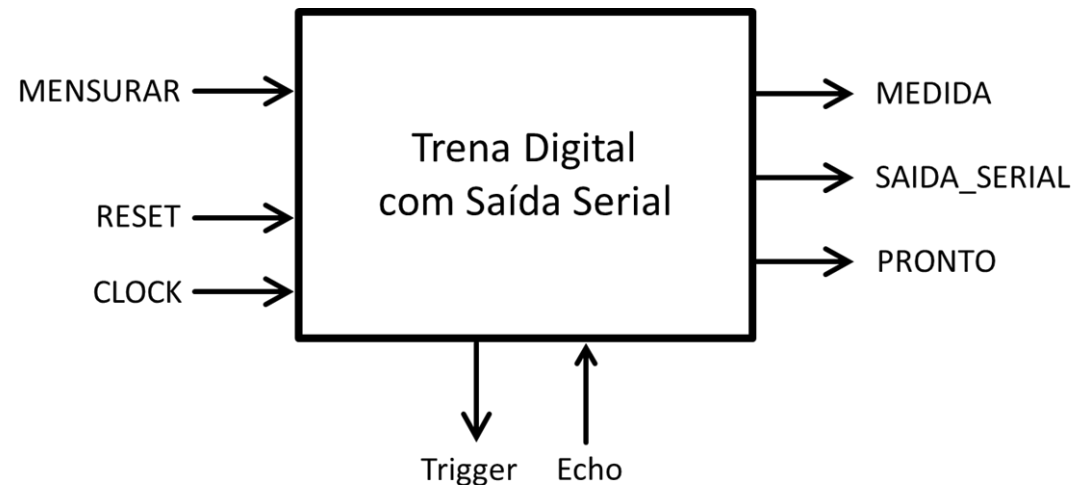
módulo Verilog do circuito de teste

```
module exp4_trena (  
    input        clock,  
    input        reset,  
    input        mensurar,  
    input        echo,  
    output       trigger,  
    output       saida_serial,  
    output [6:0] medida0,  
    output [6:0] medida1,  
    output [6:0] medida2,  
    output       pronto,  
    output [6:0] db_estado  
);
```

# Trena Digital com Saída Serial

- Especificação

O projeto desta experiência visa desenvolver um circuito digital que permite realizar a medida de distâncias com apresentação em *displays* de 7 segmentos e transmissão via interface serial. A interface básica do circuito deve seguir os sinais apresentados na figura 1. Além dos sinais de RESET e CLOCK, o circuito tem o sinal de entrada MENSURAR, e os sinais de saída MEDIDA, SAIDA\_SERIAL e PRONTO. O processo de medida de distância é executado com auxílio de um sensor específico, o sensor ultrassônico de distância HC-SR04. A interface do circuito e o sensor HC-SR04 é composta pelos sinais TRIGGER e ECHO.



# Trena Digital com Saída Serial

- Especificação

O acionamento do sinal RESET coloca o circuito na condição inicial, com a saída MEDIDA iniciada com 000. O sistema deve realizar a medição de distância quando o sinal MENSURAR for acionado.

A saída da medida de distância em centímetros deve ser apresentada em formato BCD em três *displays* de 7 segmentos. O valor da medida realizada deve permanecer na saída até a execução da próxima medida ou até que o circuito seja reiniciado. Além da apresentação em *displays*, o circuito deve também enviar a medida via comunicação serial a um dispositivo de apresentação. Os dígitos da medida de distância devem ser convertidos em caracteres ASCII e enviados um a um, e terminados pelo caractere # (código hexadecimal 23H). Por exemplo, uma distância de 1,72 m (ou 172 cm) deve ser apresentado pelo envio serial da sequência de quatro caracteres ASCII: **1**, **7**, **2** e **#** (códigos ASCII: 31H, 37H, 32H e 23H).

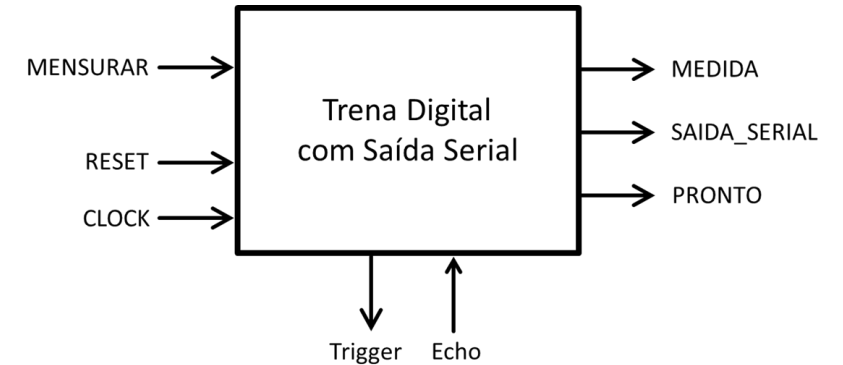
A comunicação serial deve ser projetada conforme configuração **115200/7E1** (*baud rate* de 115200 *bauds*, 7 *bits* de dados, paridade par e 1 *stop bit*).

# Trena Digital com Saída Serial

## Metodologia de Projeto

### I. Algoritmo do projeto (pseudocódigo)

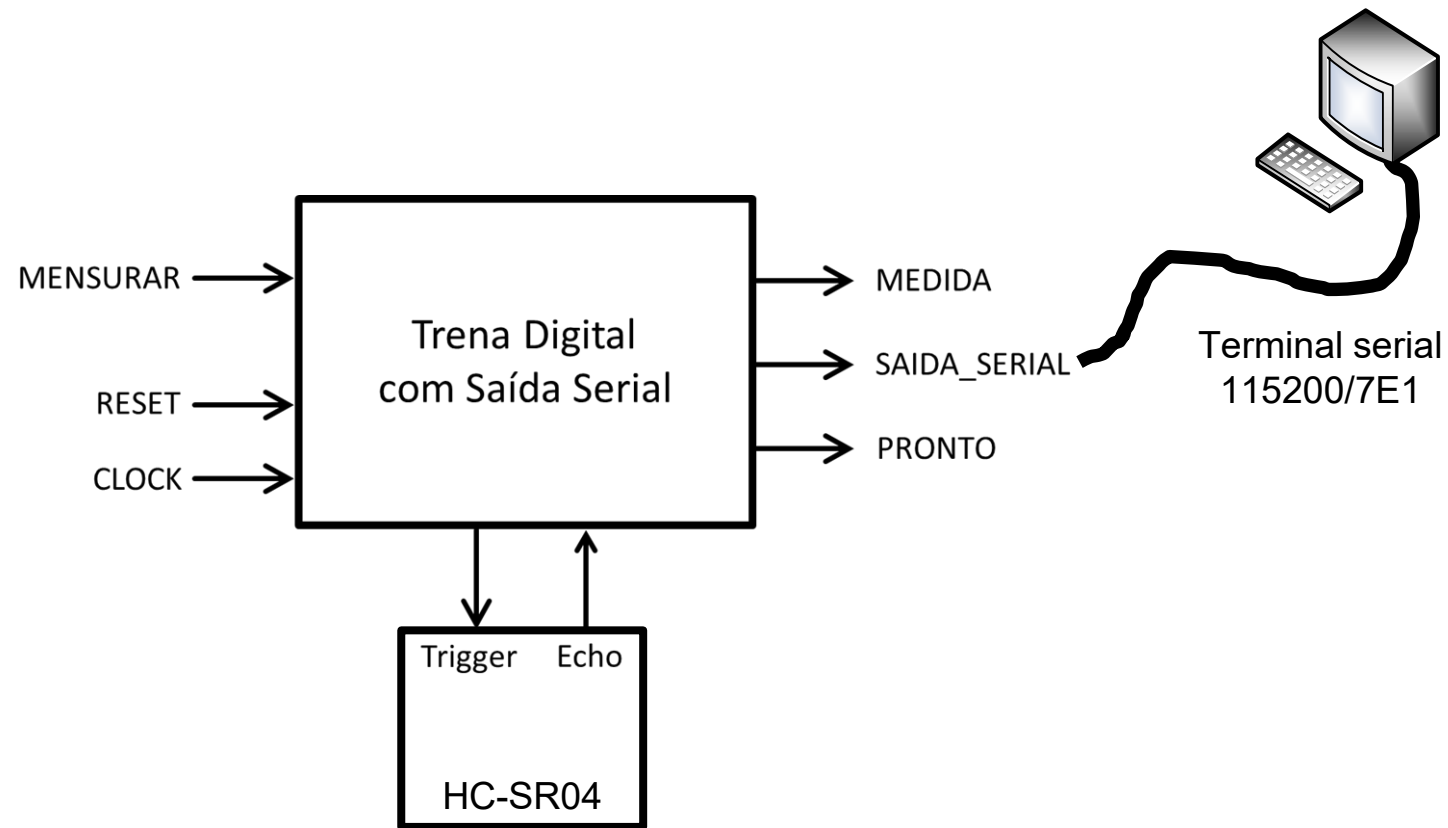
- 1) enquanto MENSURAR=0 aguarda início de operação;
- 2) inicia processo de medida, acionando sensor HC-SR04;
- 3) aguardar final da medida;
- 4) envia dígito da **centena** da medida;
- 5) aguarda final da transmissão serial;
- 6) envia dígito da **dezena** da medida;
- 7) aguarda final da transmissão serial;
- 8) envia dígito da **unidade** da medida;
- 9) aguarda final da transmissão serial;
- 10) envia caractere '#';
- 11) aguarda final da transmissão serial;
- 12) ativa sinal PRONTO.





# Trena Digital com Saída Serial

- Especificação




# Trena Digital com Saída Serial

- Saída Serial

Enviar medida via interface serial.

- Exemplo: medida **1,72 m**

- transmitir a sequência de caracteres:

1, 7, 2, #  
  
31H, 37H, 32H, 23H (código ASCII)

# Trena Digital com Saída Serial

- Saída Serial

**DICA:** como converter um dígito BCD em um caractere ASCII

- Exemplo: dígito **2** (BCD) para caractere '**2**' (ASCII 32H)

2 (BCD)



32H (ASCII)

$\{011\ 0010\}_2$

# Trena Digital com Saída Serial

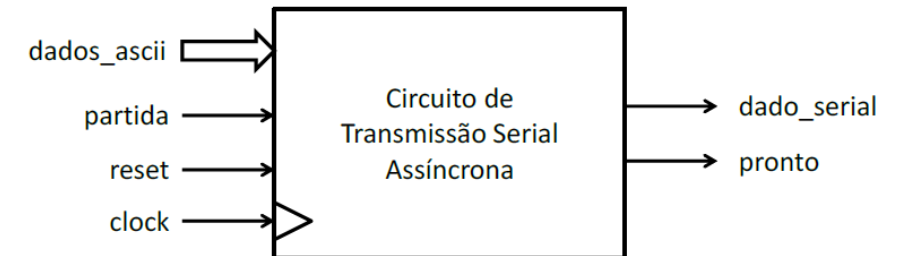
- DICAS DE PROJETO

## Módulos do projeto

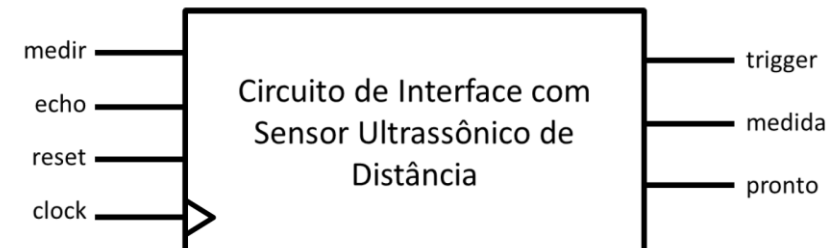
(usar componentes desenvolvidos nas experiências #2 e #3)

1. Transmissão de dados seriais  
(envio de bloco de 4 caracteres)

[ Refatorar componente ]

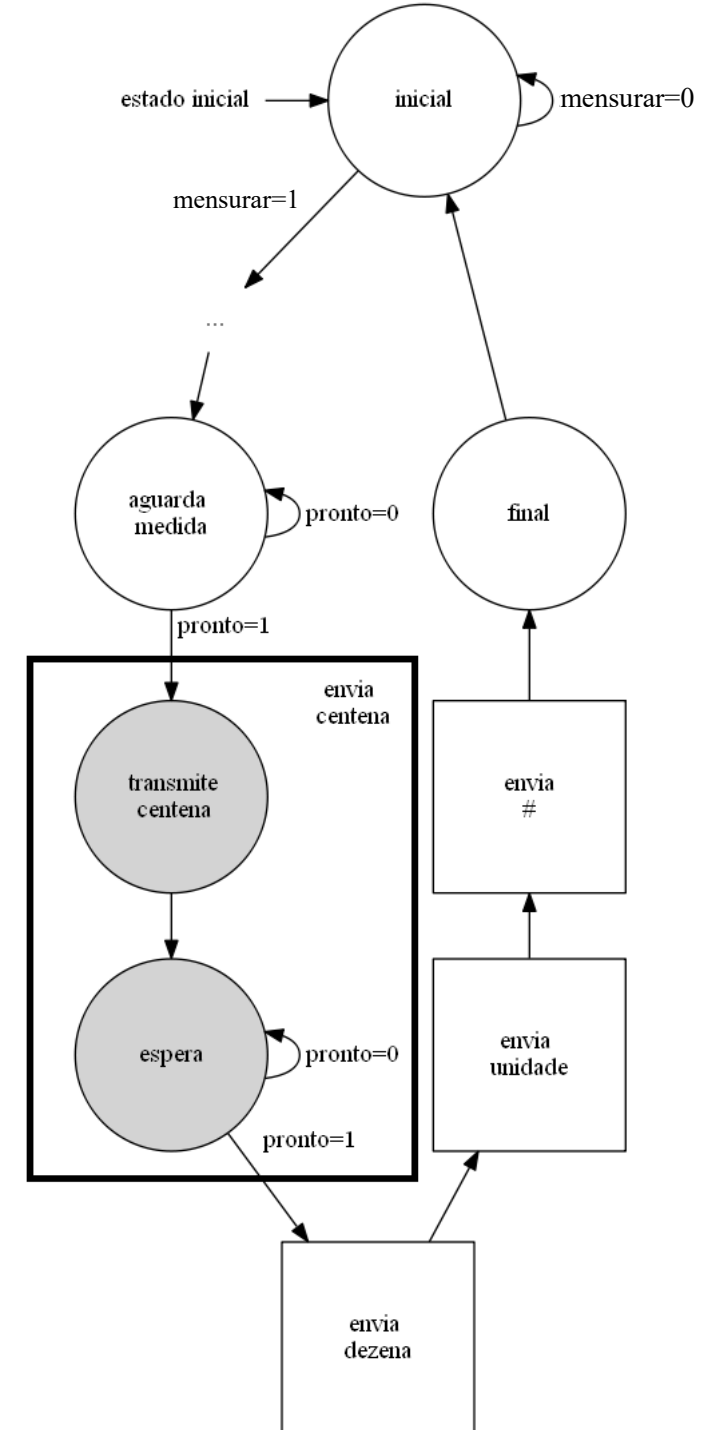
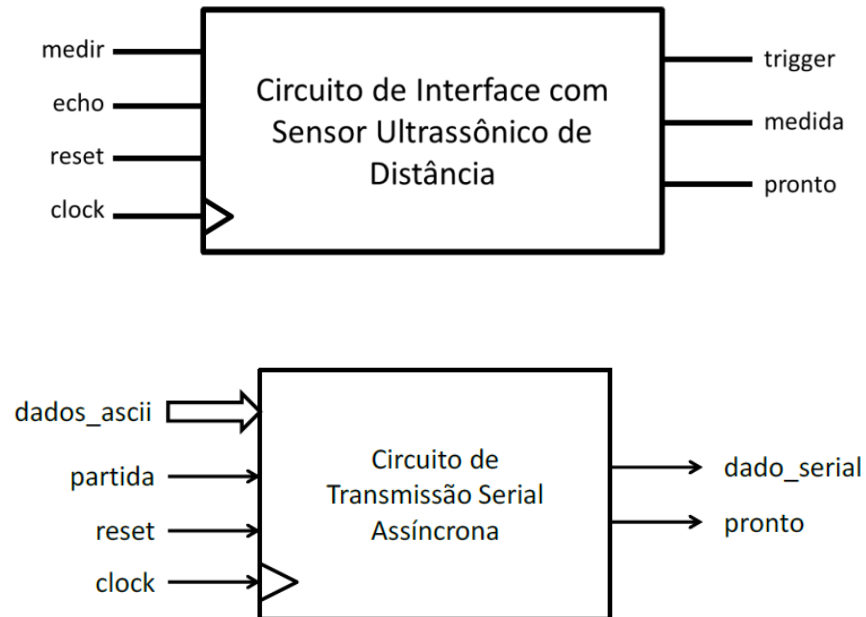


2. Interface com sensor de distância  
(distância em centímetros)



# Trena Digital com Saída Serial

- DICAS DE PROJETO
  - Unidade de controle do projeto

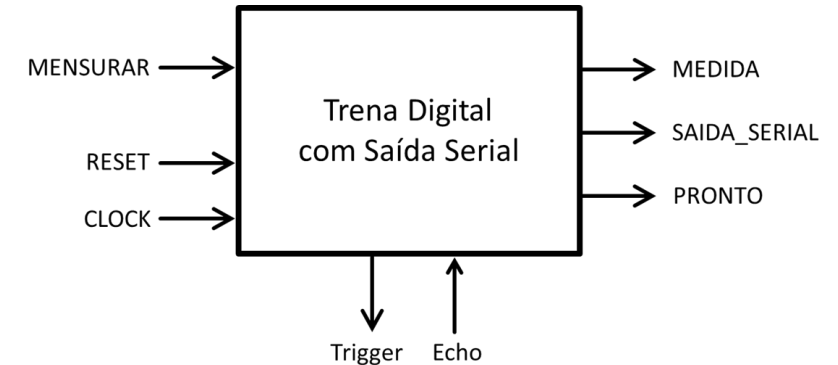


# Trena Digital com Saída Serial

## Metodologia de Projeto

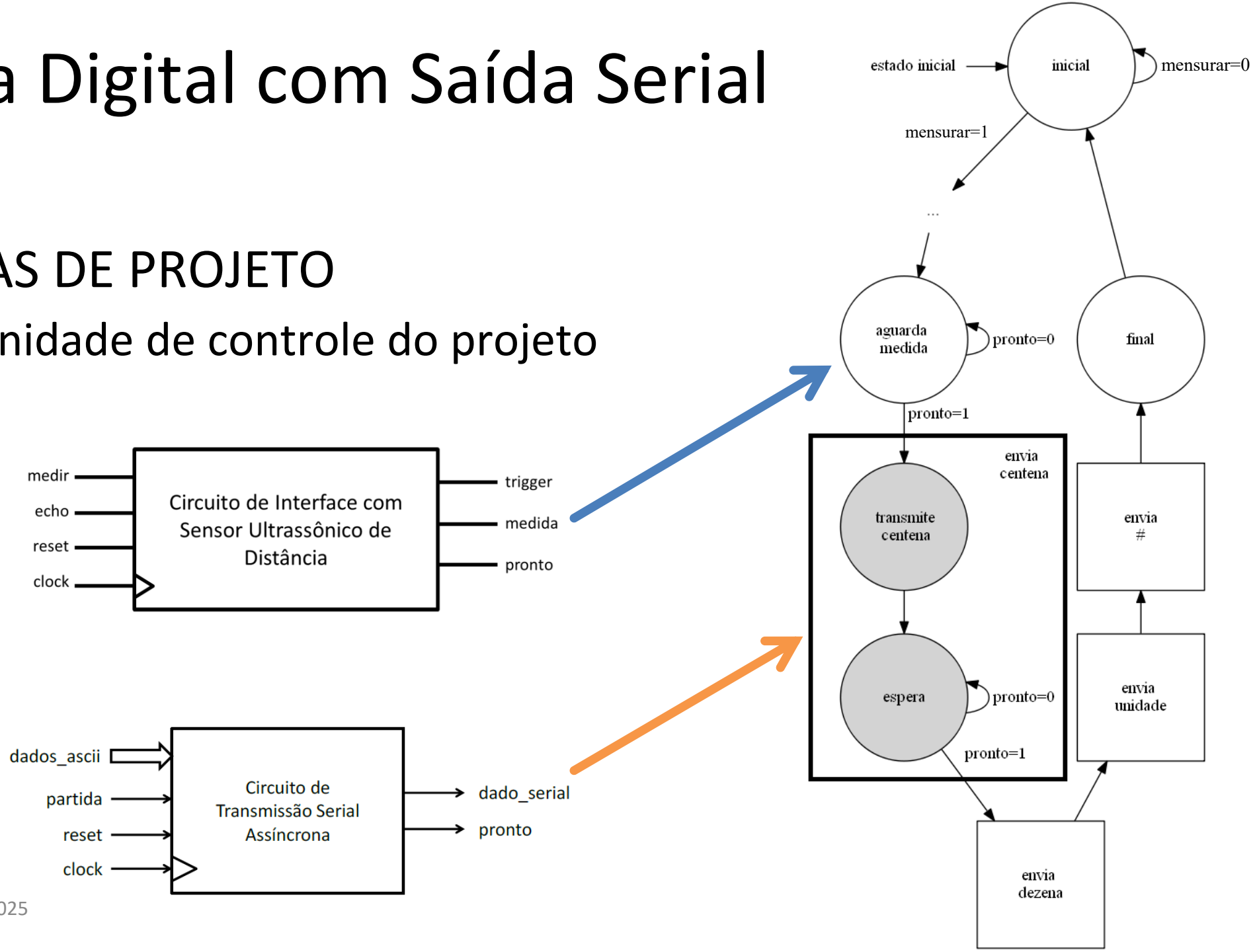
### I. Algoritmo do projeto (pseudocódigo)

- 1) enquanto MENSURAR=0 aguarda início de operação;
- 2) inicia processo de medida, acionando sensor HC-SR04;
- 3) aguardar final da medida;
- 4) envia dígito da centena da medida;
- 5) aguarda final da transmissão serial;
- 6) envia dígito da dezena da medida;
- 7) aguarda final da transmissão serial;
- 8) envia dígito da unidade da medida;
- 9) aguarda final da transmissão serial;
- 10) envia caractere '#';
- 11) aguarda final da transmissão serial;
- 12) ativa sinal PRONTO.



# Trena Digital com Saída Serial

- DICAS DE PROJETO
  - Unidade de controle do projeto



# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

- Atividades a realizar:

Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

Planejamento

Atividade 2 – Preparação do Projeto para Síntese na Placa FPGA

Atividade 3 – Síntese e Teste do Projeto na Placa FPGA



# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- desenvolver o **projeto** usando componentes das exp.2 e exp.3:

`tx_serial_7E1` e `interface_hcsr04`

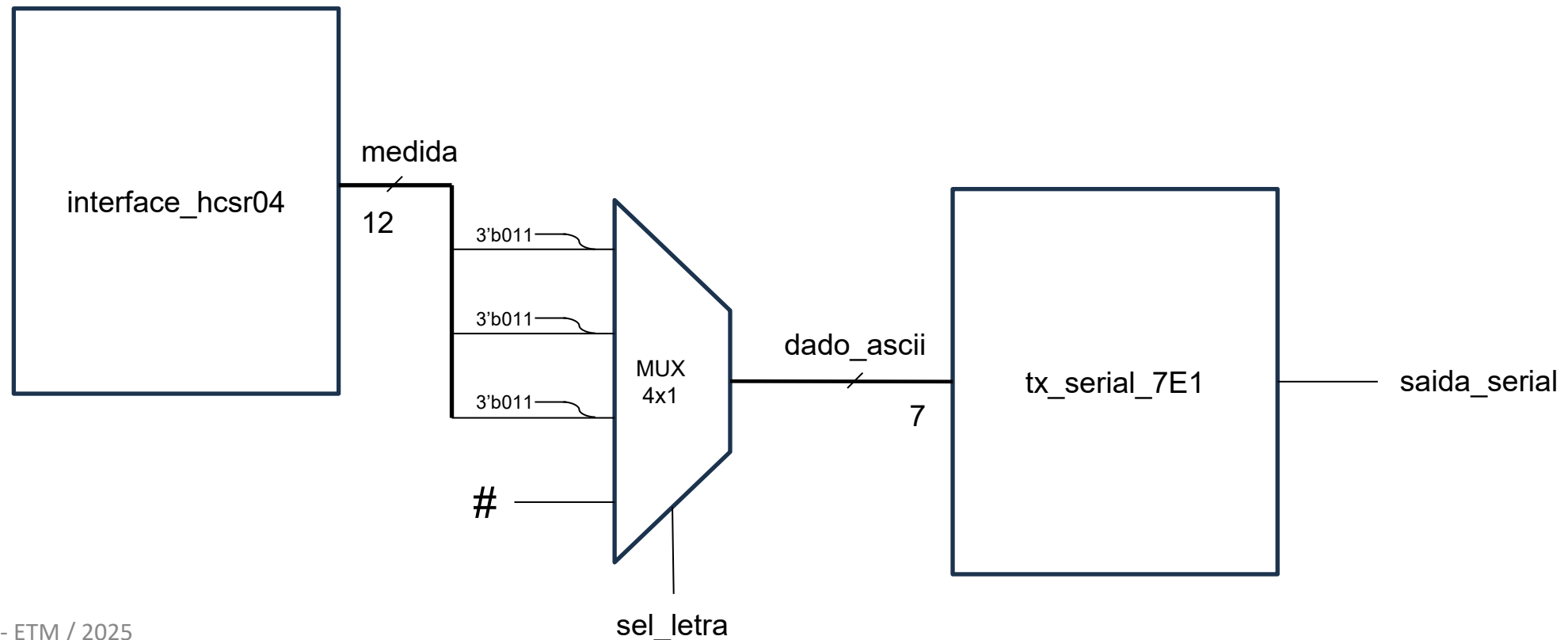
– componente adicional fornecido: `mux_4x1_n.v`

- documentar projeto
- definir sinais de depuração

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito



# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- Como é o projeto da Unidade de Controle?
- Etapas do funcionamento:
  - Medida de distância;
  - Envio dos caracteres (dígitos e #)

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- elaborar **Plano de Teste**
  - desenvolver arquivo de *testbench*
  - executar simulações com ModelSim
- Qual é a forma de onda esperada da saída serial para cada medida?
- elaborar **Plano de Execução Experimental**

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- Estrutura geral do *testbench*:

Configuração inicial

Loop dos casos de teste

enviar pulso mensurar

espera 400us entre trigger e medir

gerar pulso echo com largura do caso de teste

espera pelo final da transmissão serial da medida

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- executar simulações com ModelSim
  - Documentar as principais formas de onda do circuito;
  - Mostrar os sinais e respectivas formas de onda a serem monitoradas na bancada.

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 1 – Projeto e Simulação do Circuito

- elaborar **Plano de Execução Experimental**
  1. Plano de montagem experimental (etapas e testes)
  2. Plano de testes para verificação de funcionamento de etapas intermediárias da montagem
  3. Escolha de ferramentas para monitorar/verificar sinais de depuração

# Trena Digital com Saída Serial

## DICAS DE PROJETO

### Atividade 2 – Preparação do Projeto para Síntese na Placa FPGA

- designação padrão dos sinais
- designação de sinais de depuração adicionais
  - quais?

sinal	pino da DE0-CV	pino da FPGA	Analog Discovery
clock	<i>clock</i> CLK_50	M9	-
reset	chave SW0		-
mensurar	botão KEY0		-
medida	<i>displays</i> HEX0 a HEX2		-
saida_serial	pino GPIO_0_D1		-
trigger	pino GPIO_1_D1		-
echo	pino GPIO_1_D3		-
pronto	<i>led</i> LEDR0		-
db_mensurar	<i>led</i> LEDR1		-
db_saida_serial	pino GPIO_0_D35		<i>Protocol</i> – DIO7
db_trigger	pino GPIO_1_D33		<i>Scope</i> – CH1+
db_echo	pino GPIO_1_D35		<i>Scope</i> – CH2+
db_estado	<i>display</i> HEX5		-



Bom planejamento e até a aula!