



# ESTEIRA CLASSIFICADORA DE PRODUTOS I

## Experimento #7

PCS3335 - Laboratório Digital A

09/06/2022

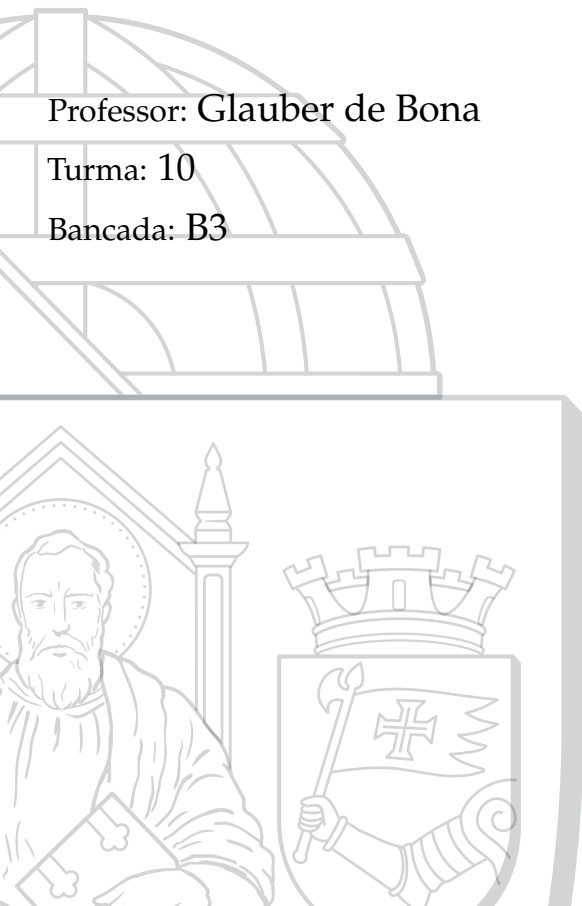
Natanael Magalhães Cardoso, 8914122

Renato Naves Fleury, 11805269

Professor: Glauber de Bona

Turma: 10

Bancada: B3



**Universidade de São Paulo**

Escola Politécnica

Departamento de Eng. de  
Computação e Sistemas Digitais



# UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## ESCOLA POLITÉCNICA

Departamento de Eng. de Computação e Sistemas Digitais



# Esteira Classificadora de Produtos I

Natanael Magalhães Cardoso, Renato Naves Fleury

## 1. INTRODUÇÃO

No ambiente industrial, uma máquina muito comum em linhas de produção são as esteiras classificadoras de produtos. Essas máquinas transportam produtos em fileira e de acordo com a dinâmica da produção transportam diferentes produtos para diferentes setores. Nesse projeto, será desenvolvido um circuito digital que controla um exemplo de esteira classificadora de produtos.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo deste experimento é projetar e construir um fluxo de dados para uma esteira classificadora de produtos que compara o tipo do produto e o setor de destino com a configuração interna de produto para cada setor, e se as informações lidas forem iguais à configuração interna armazenada, uma esteira de desvio do produto para o seu respectivo setor é ativada.

## 3. PLANEJAMENTO

### 3.1. FLUXO DE DADOS DA ESTEIRA CLASSIFICADORA

#### 3.1.1 Síntese do Circuito Combinatório

Das especificações do projeto, sabe-se que, o sistema tem 4 entradas, sendo o Produto e o Setor a serem Configurados (2 bits cada) e o Produto e o Setor Lidos (2 bits cada) durante o funcionamento da esteira, 2 saídas indicando o Setor Determinado (2 bits) e o comando de Acionamento do setor de destino do produto. Os sinais Reset inicia o sistema, Próximo armazena o produto e o setor configurados e o Clock é o relógio do sistema. Além disso, o fluxo de dados do sistema deve armazenar os tipos de produtos e os setores de trabalho.

Com isso, podemos iniciar escolhendo dois registradores para armazenar os produto e os setores que serão inicialmente configurados no acionamento da máquina, nesse projeto, escolheu-se o registrador 74195. Logo em seguida, pensando no funcionamento da esteira é preciso que ela

compare as informações dos produtos que passam por ela com os produtos e respectivos setores configurados. Para isso, será utilizado o comparador 7485.

3.1.2 Diagrama lógico

A Fig. 1 mostra o diagrama lógico do fluxo de dados da esteira classificadora de produtos. Ele é constituído de 5 componentes, dois registradores 74195, dois comparadores 7485 e uma porta OR (CI TTL 7432).

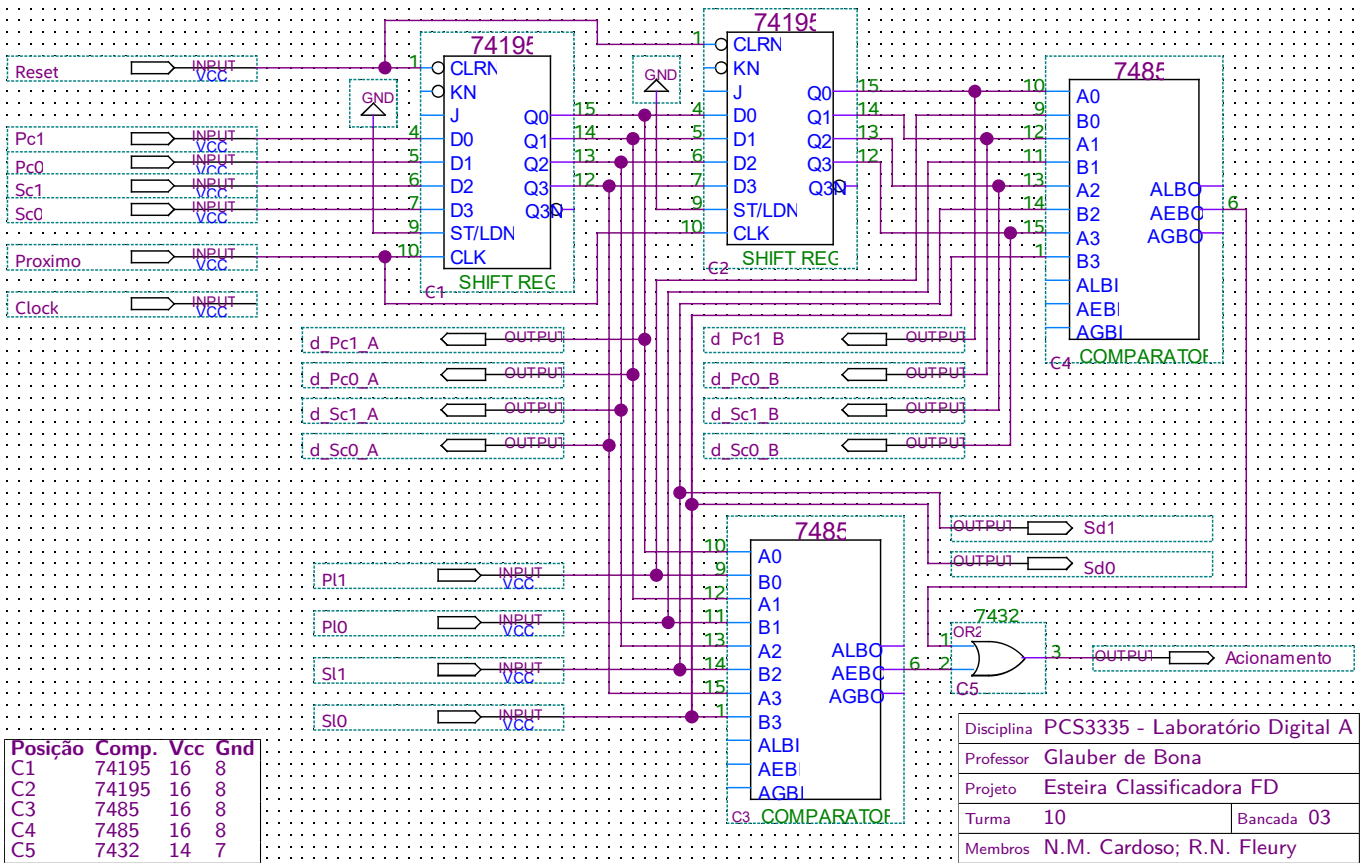


Figura 1: Diagrama lógico do fluxo de dados da esteira classificadora.

3.1.3 Levantamento dos materiais necessários

Tabela 1: Unidades requeridas para cada CI

Slot	Operação	CI	Un. Requeridas	Un. Disponíveis
1	Registrador	74195	1	1
2	Registrador	74195	1	1
3	Comparador	7485	1	1
4	Comparador	7485	1	1
5	OR2	7432	1	4

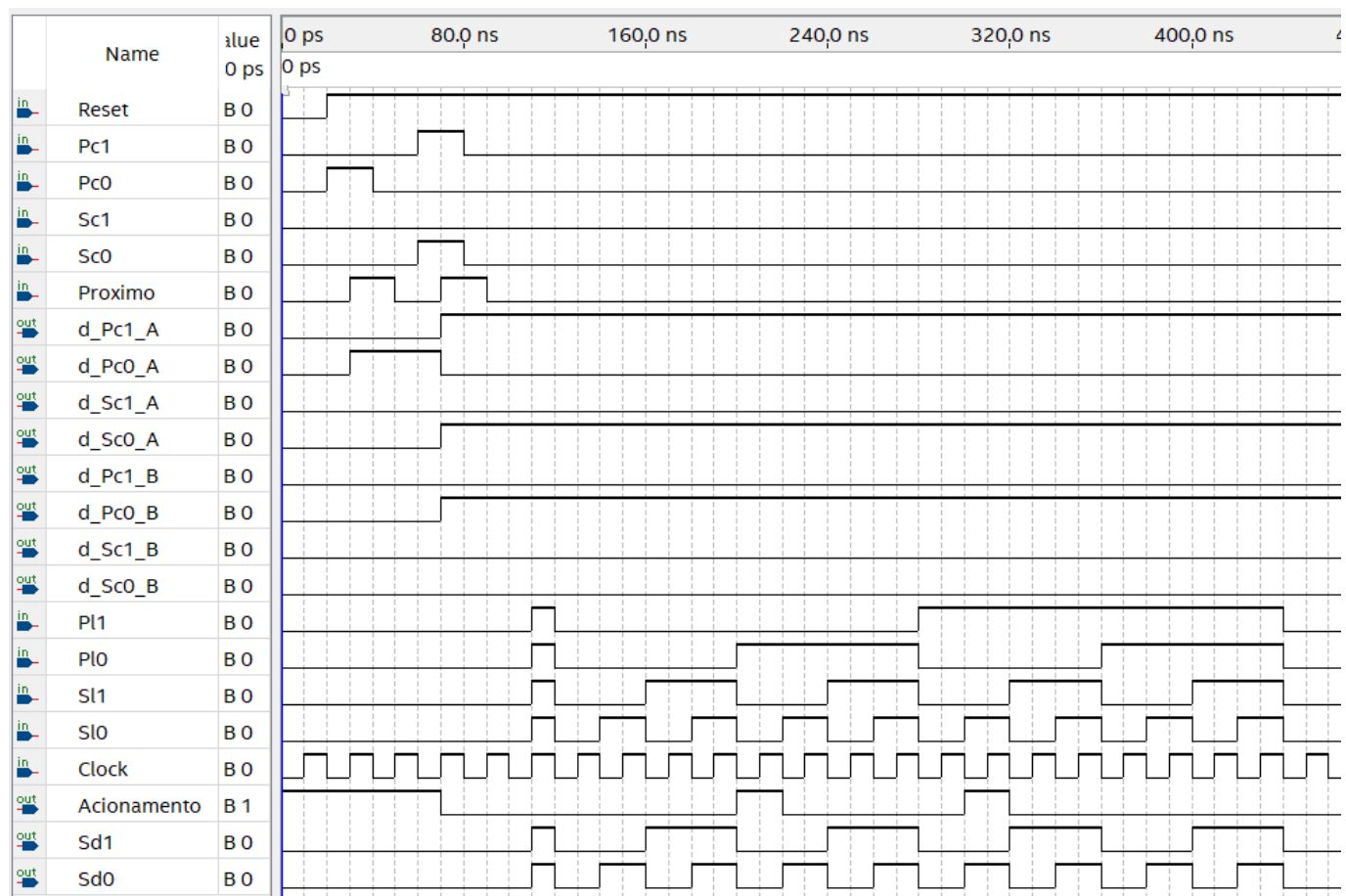
Para garantir que o circuito projetado respeite as restrições de montagem, fizemos um levantamento dos recursos necessários para este circuito mostrado na Tabela 1. Ela mostra a quantidade

de unidades lógicas requeridas para cada CI utilizado. As especificações de cada CI foi obtido pelos respectivos *datasheets*.

### 3.1.4 Simulação

A Fig. 2 mostra a carta dos tempos obtida com a simulação do Fluxo de Dados. Essa simulação visa imitar uma situação na qual o operador da máquina inicialmente configura os produtos e seus respectivos setores e logo em seguida passam todas as combinações de produtos e setores para verificar se apenas os produtos e setores configurados forneceriam saída alta do circuito.

Como é possível ver na simulação, esses sinais mostram que o resultado esperado foi alcançado na simulação.



**Figura 2:** Carta dos tempos para o circuito do fluxo de dados da Esteira Classificadora com sinias de entrada Clock, Reset, Pc1, Pc0, Sc1, Sc0, Proximo, Pl1, Pl0, Sl1 e Sl0, sinais de depuração d\_Pc1\_A, d\_Pc0\_A, d\_Sc1\_A, d\_Sc0\_A, d\_Pc1\_B, d\_Pc0\_B, d\_Sc1\_B, d\_Sc0\_B, e sinais de saída Acionamento, Sd1 e Sd0

### 3.1.5 Metodologia de montagem e testes

O circuito será montado no painel de montagem e testado à medida que for montado. Inicialmente, monta-se um registrador e um comparador, testa-se então o seu comportamento, logo em seguida monta-se os demais componentes. Após estar todo montado será avaliado com a tabela de testes (Tab. 2).

### 3.1.6 Tabela de Testes

As Tabelas 2 e 3 são as tabelas de testes para os sinais de saída e depuração, respectivamente.

■ **Tabela 2:** Tabela de testes para o sinal de saída

Entrada											Saída		
Clk	Rst	$Pc_1$	$Pc_0$	$Sc_1$	$Sc_0$	Prox	$Pl_1$	$Pl_0$	$Sl_1$	$Sl_0$	Ac	$Sd_1$	$Sd_0$
↑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
↑	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
↑	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
↑	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
↑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
↑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
↑	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
↑	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
↑	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
↑	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
↑	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
↑	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
↑	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
↑	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
↑	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
↑	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
↑	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
↑	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
↑	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1

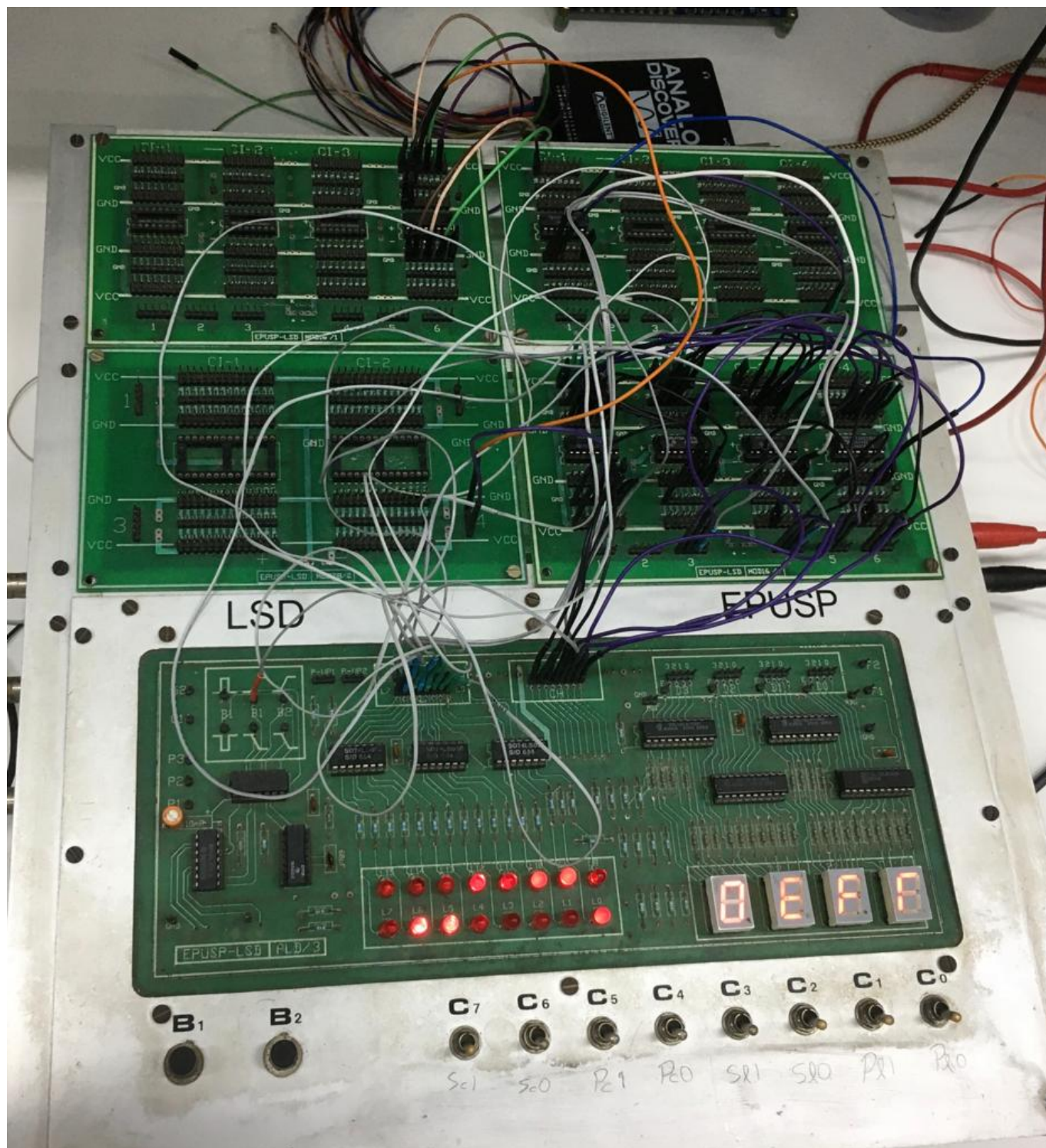
■ **Tabela 3:** Tabela de testes para os sinais de depuração

Entrada									Depuração							
$Pc_1$	$Pc_0$	$Sc_1$	$Sc_0$	Prox	$Pl_1$	$Pl_0$	$Sl_1$	$Sl_0$	$Pc_1^A$	$Pc_0^A$	$Sc_1^A$	$Sc_0^A$	$Pc_1^B$	$Pc_0^B$	$Sc_1^B$	$Sc_0^B$
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0



## 4. RESULTADOS

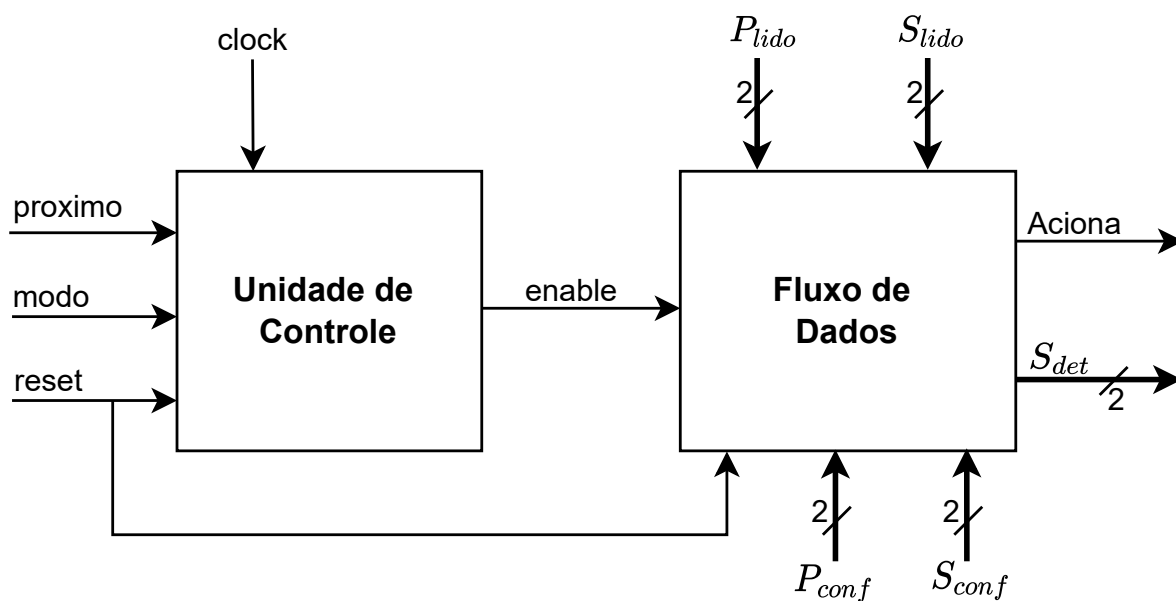
O circuito digital foi implementado com sucesso na placa de montagem. Ele apresentou os mesmos resultados que os obtidos nas simulações. A montagem do circuito pode ser visto na Fig. 3.



**Figura 3:** Montagem do Fluxo de Dados do projeto da esteira classificadora de produtos.

## 5. DESAFIO

O próximo passo é introduzir uma unidade de controle ao circuito juntamente com o fluxo de dados projetado. Consideramos, agora, que o circuito possui dois modos de funcionamento: configuração e operação, que são controlados pelo sinal externo *modo*. Adotamos a convenção de que o circuito entra em estado de configuração quando o sinal *modo* está em nível lógico alto e em estado de operação quando o sinal *modo* está em nível lógico baixo. Com esta escolha, o sinal *enable* possui a expressão lógica  $enable = modo \cdot proximo$ . É o sinal *enable* que controla a entrada *proximo* do fluxo de dados, permitindo a configuração de um novo produto apenas se o circuito estiver em estado de configuração. O diagrama de blocos do circuito descrito é mostrado na Fig. 4.



■ **Figura 4:** Diagrama de blocos da esteira classificadora incluindo a unidade de controle

## 6. CONCLUSÃO

Com este experimento, pudemos projetar um Fluxo de dados de uma projeto de uma esteira classificadora de produtos. O desenvolvimento do fluxo de dados foi feito a partir do diagrama de blocos fornecido e da descrição de funcionamento da máquina. Durante a implantação não houve nenhuma alteração do planejamento e o circuito operou como planejado.





**Universidade de São Paulo**

Escola Politécnica

Departamento de Eng. de Computação e Sistemas Digitais