

# Projeto em RTL com B0+BC

Prof. Ilan Sousa Correa

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Instituto de Tecnologia (ITEC)

Faculdade de Eng. da Computação e Telecomunicações (FCT)

# Introdução

O que estudamos até agora

- Projeto de circuitos combinacionais
  - Aulas 1.2, 1.3, 1.5, 1.8
  - Captura do comportamento a partir de equações lógicas ou tabelas-verdade
- Projeto de circuitos sequenciais
  - Aula 1.6 e 1.7
  - Captura do comportamento e modelagem/implementação como máquinas de estados
- Na aula de hoje
  - Criação e implementação de processadores para aplicações específicas

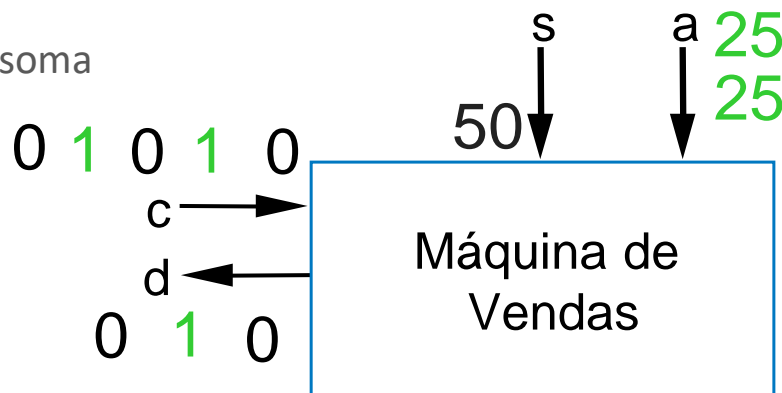
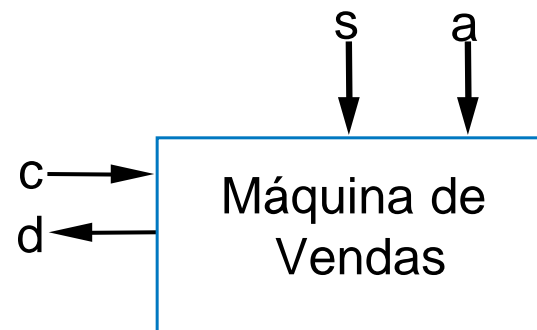
# Resumo dos passos para projeto em RTL com BO+BC

	Passo	Descrição
Passo 1	Obtenha uma máquina de estados de alto nível	Descreva o comportamento desejado do sistema na forma de uma máquina de estados de alto nível. Essa máquina consiste em estados e transições. A máquina de estados é de "alto nível" porque as condições para as transições e as ações dos estados são mais do que simplesmente operações booleanas envolvendo os bits de entrada e de saída.
Passo 2	Crie um bloco operacional	Partindo da máquina de estados de alto nível do passo anterior, crie um bloco operacional capaz de realizar as operações que envolvem dados.
Passo 3	Conecte o bloco operacional a um bloco de controle	Conecte o bloco operacional a um bloco de controle. Conecte também as entradas e saídas booleanas que são externas ao bloco de controle.
Passo 4	Obtenha a FSM do bloco de controle	Converta a máquina de estados de alto nível na máquina de estados finitos do bloco de controle (FSM). Para isso, substitua as operações que envolvem dados por sinais de controle, que são ativados ou lidos pelo bloco de controle.

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Máquina de vendas de refrigerante

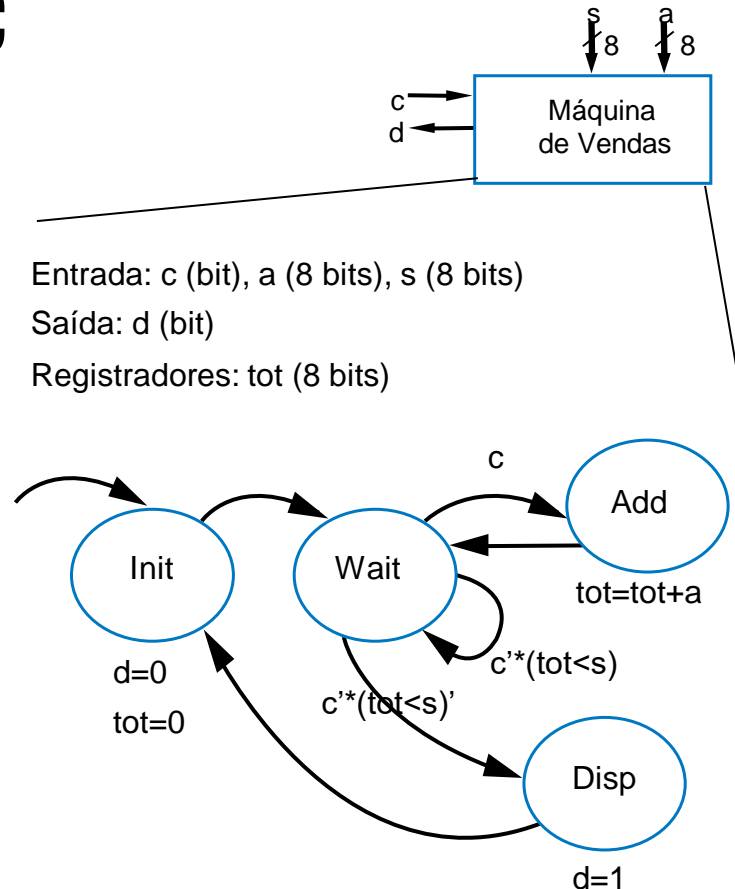
- c: entrada de um bit que indica inserção da moeda
- a: entrada de 8 bits que indica o valor detectado da moeda
- s: entrada de 8 bits que indica o valor do refrigerante
- d: saída de um bit que libera uma garrafa quando a soma das moedas inseridas é maior que s



# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

## Passo 1: Captura do comportamento

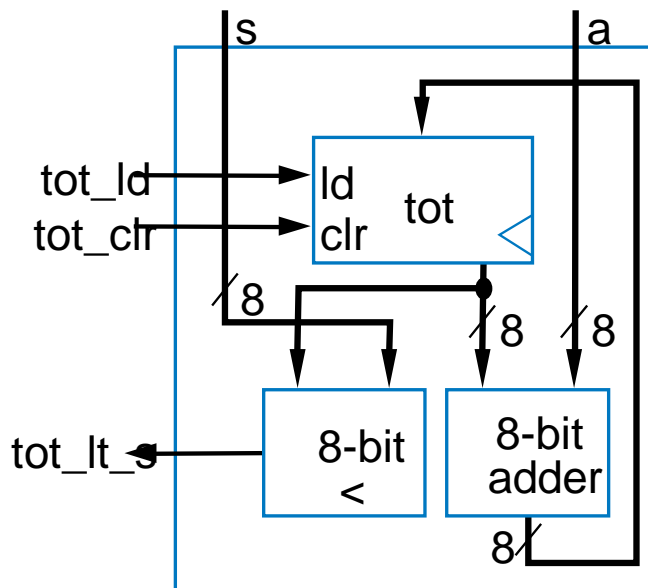
- Registrar “tot” para guardar a soma
- Estado **Init**:  $d=0$ ,  $tot=0$
- Estado **Wait**: aguarda moeda
  - Quando uma moeda é inserida vai para o estado **Add**
  - Se  $tot \geq s$ , vai para **Disp**
- Estado **Add**:  $tot = tot + a$ 
  - Atualiza a soma e volta ao **Wait**
- Estado **Disp**:  $d=1$ 
  - Retorna para Wait



# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

## Passo 2: Criação do Bloco Operativo (Caminho de dados)

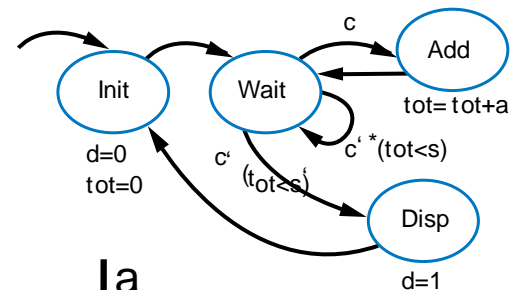
- Registrador tot
- Comparador de 8 bits ( $s < tot$ )
- Somador de 8 bits ( $tot = tot + a$ )
- Interconexão dos componentes
- Sinais de controle



Entradas:  $c$  (bit),  $a$  (8 bits),  $s$  (8 bits)

Saídas:  $d$  (bit)

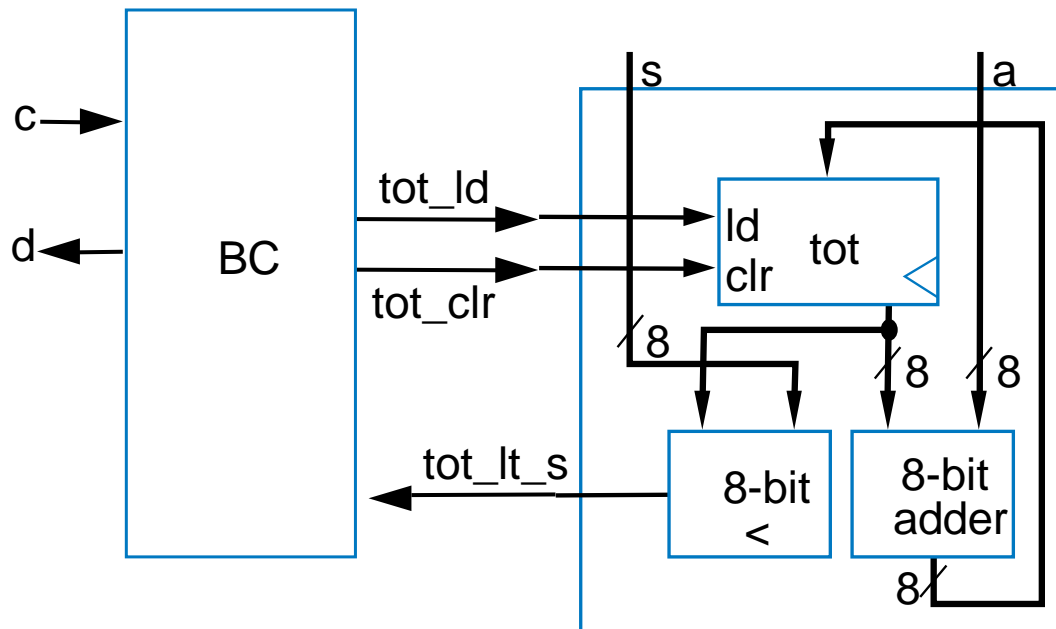
Registradores:  $tot$  (8 bits)



## Exemplo de projeto em RTL com B0+BC

### Passo 3: Conexão do BO ao Bloco de Controle

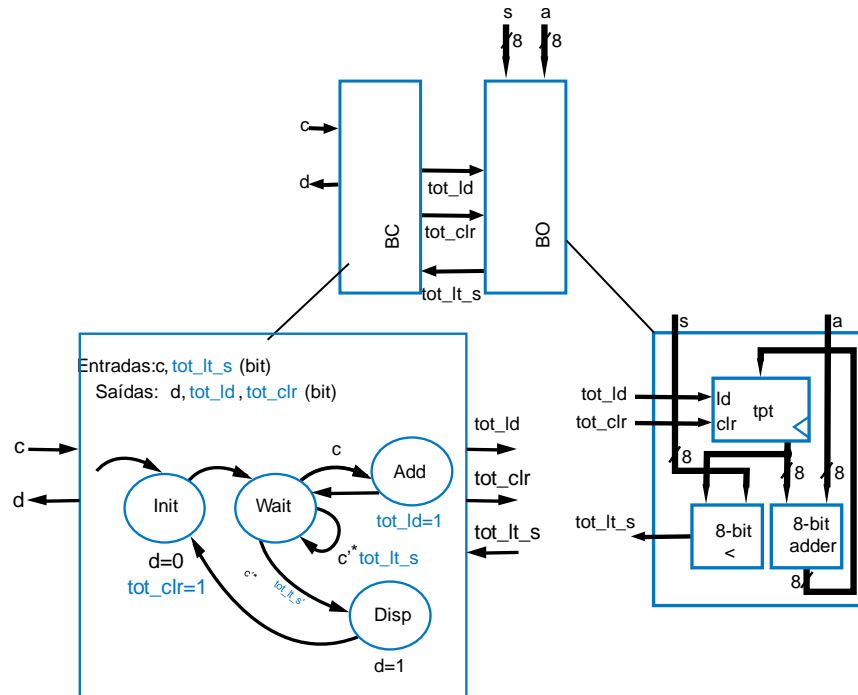
- Entrada c
- Entrada do BO: tot\_lt\_s
- Saída d
- Saída carga e reset do registrador tot



# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

## Passo 4: Projeto da máquina de estados

- Até então estávamos usando operações de alto nível no BC
- Este passo consiste na atualização para indicar os sinais

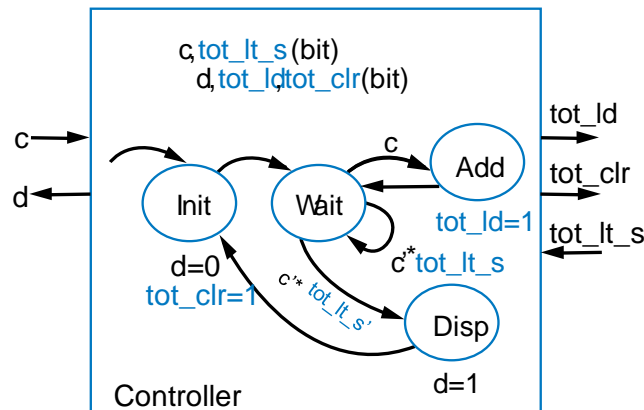




# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Tabela de estados, transição e saídas

- Até então estávamos usando operações de alto nível no BC
- Este passo consiste na atualização para indicar os sinais



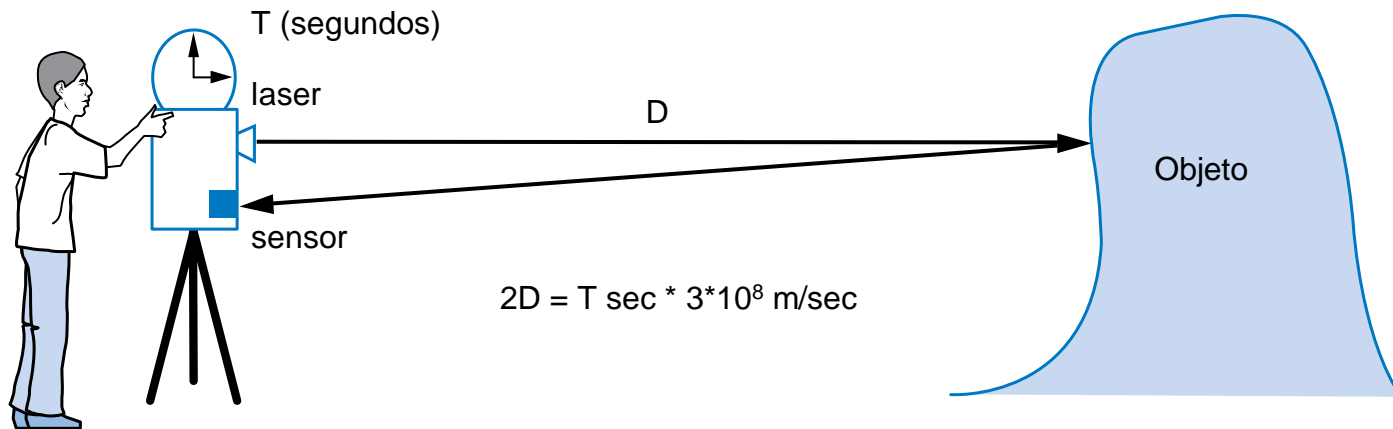
	s1	s0	c	tot_lt_s		n1	n0	d	tot_ld	tot_clr
Init	0	0	0	0		0	1	0	0	1
	0	0	0	1		0	1	0	0	1
	0	0	1	0		0	1	0	0	1
	0	0	1	1		0	1	0	0	1
Wait	0	1	0	0		1	1	0	0	0
	0	1	0	1		0	1	0	0	0
	0	1	1	0		1	0	0	0	0
	0	1	1	1		1	0	0	0	0
Add	1	0	0	0		0	1	0	1	0
			...					...		
Disp	1	1	0	0		0	0	1	0	0
			...					...		

# Segundo Exemplo de BO+BC

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Medidor de distâncias a laser

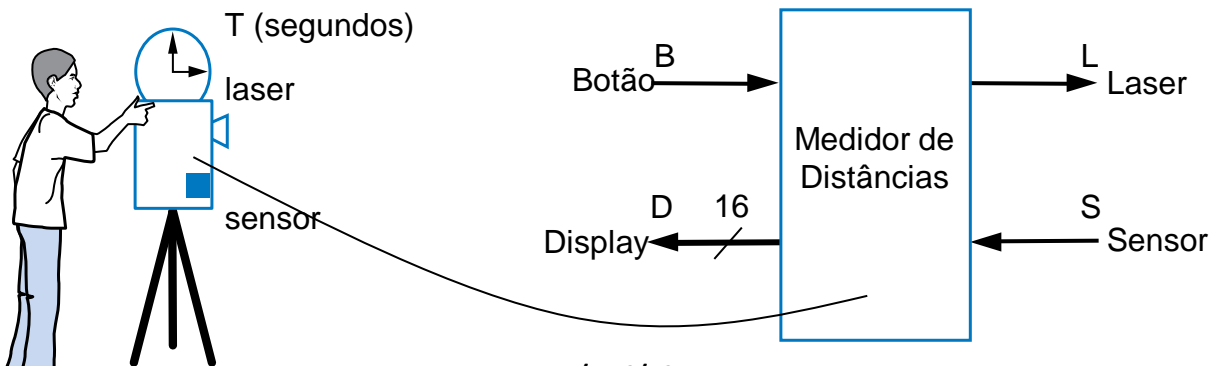
- A luz do laser viaja na velocidade de  $3 \cdot 10^8$  m/s
- A distância pode ser calculada como  $D = T \text{ (s)} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ (m/s)} / 2$



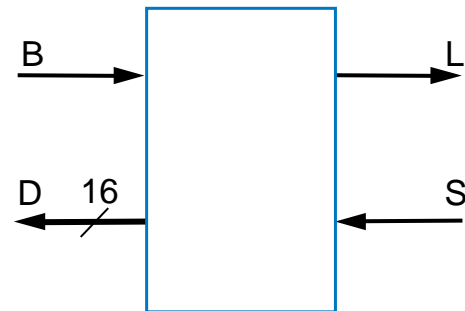
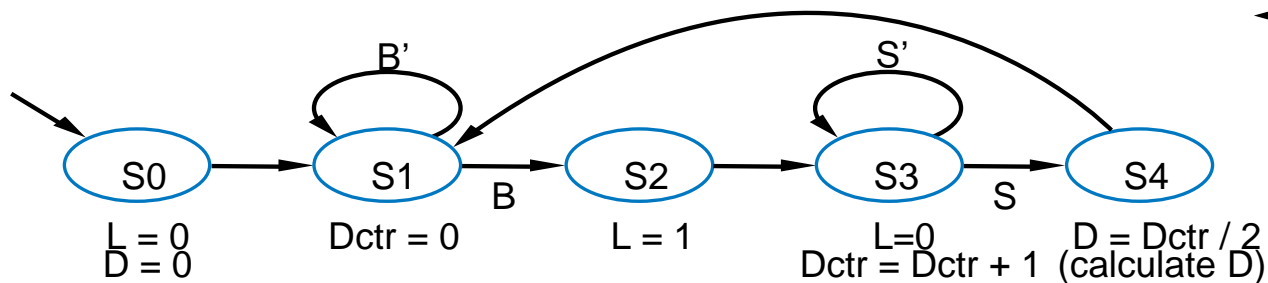
# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Medidor de distâncias a laser

- B: entrada para indicar o comando de início da medição
- L: saída para ativar o laser
- S: entrada indicando detecção do sinal refletido
- D: saída para o display



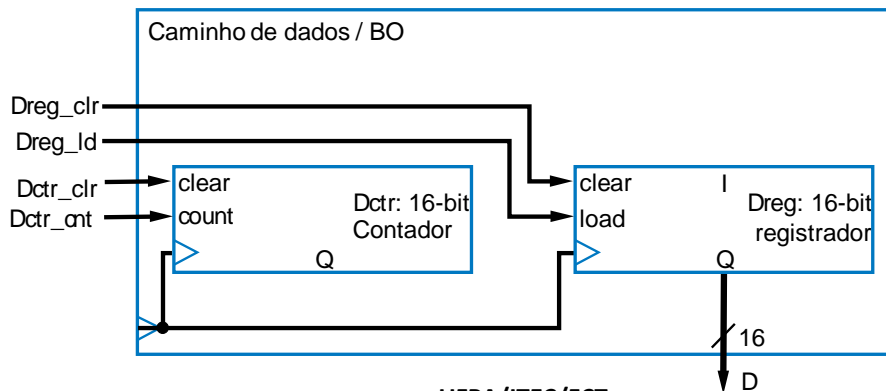
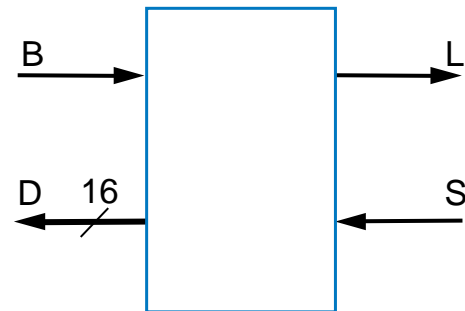
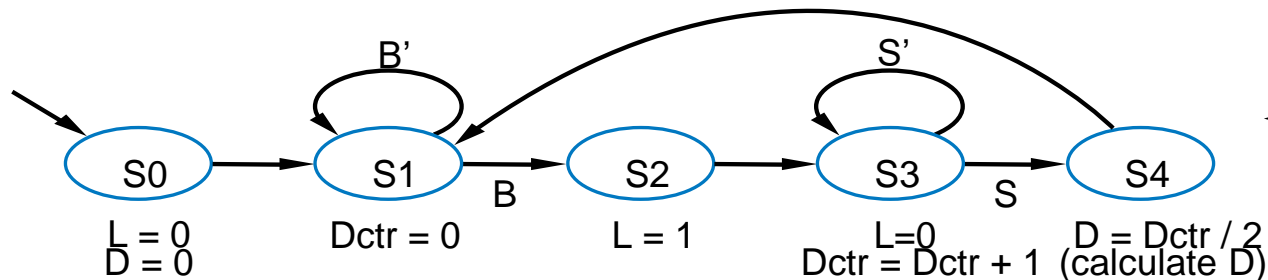
# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC



Estado Inicial	Aguarda botão	Aciona laser	Aguarda reflexão
Laser desligado	Laser desligado	Laser ligado	Laser desligado
Display zerado	Display zerado	Display zerado	Display zerado

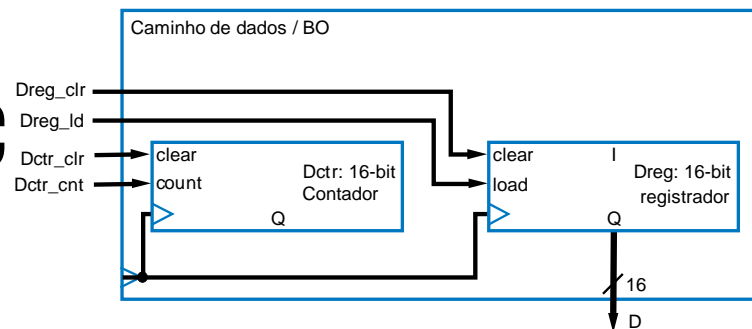
Dctr utilizado para contar o número de ciclos de clock  
 Assumindo que a frequência do clock é de  $3 \cdot 10^8$  Hz, o número de ciclos de clock indica a distância em metros

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC



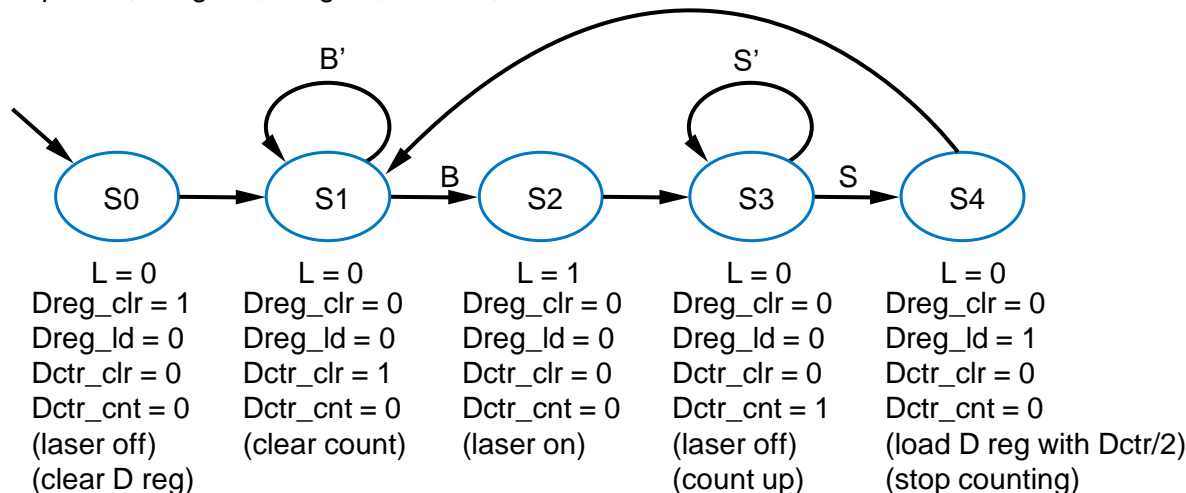
Contador crescente +  
um registrador

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC



Inputs: B, S

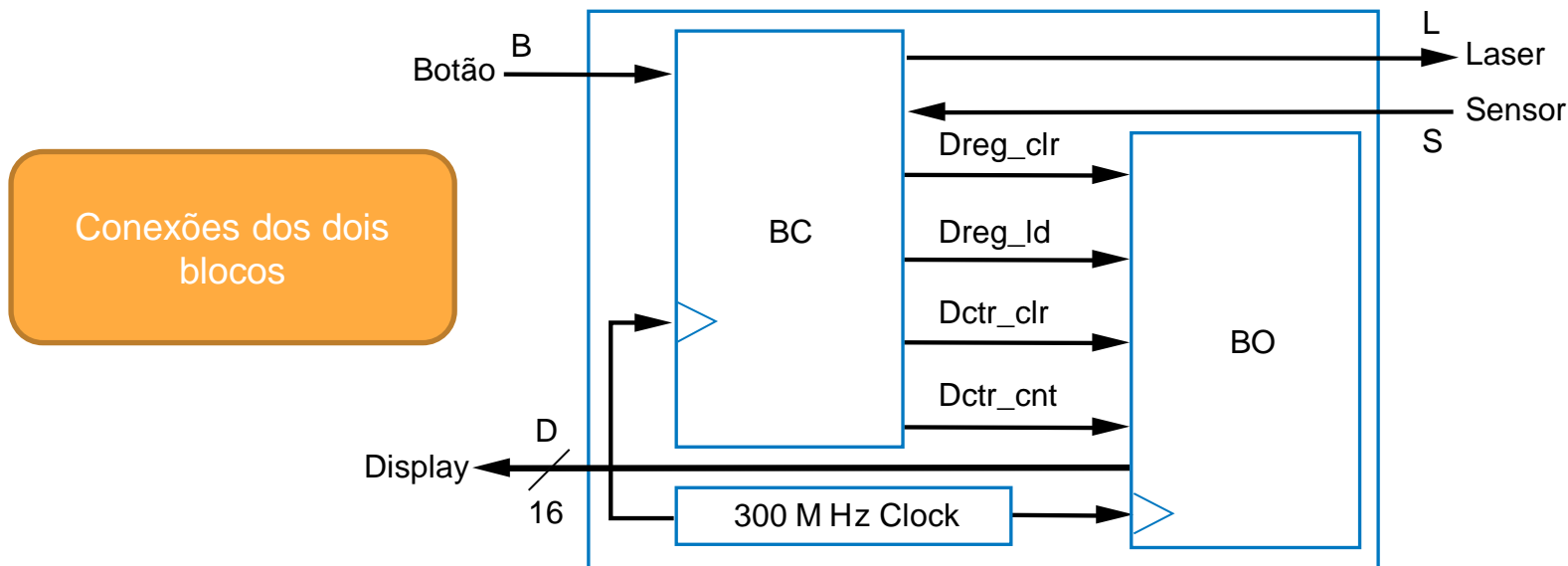
Outputs: L, Dreg\_clr, Dreg\_ld, Dctr\_clr, Dctr\_cnt



Todos os sinais de controle necessários

Pode-se adotar a simplificação de mostrar somente os sinais que mudam de um estado para outro ou os que sejam importantes naquele estado.

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC





# Terceiro Exemplo de BO+BC

Um pouco mais de complexidade – compressão de vídeo

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

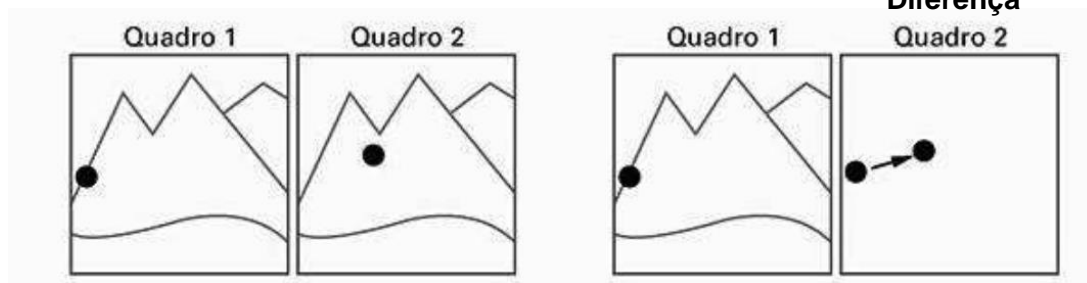
Soma de diferenças absolutas

- Um vídeo digitalizado consiste de uma sequência de imagens, chamadas quadros
- Por sua vez, a imagem é composta por pixels, e os pixels por componentes R, G e B
- Suponhamos que um vídeo tenha resolução de 300 x 400 pixels
- Sem compressão, cada quadro resulta em aproximadamente 360 MB (300x400x3)
  - Um vídeo 10 minutos com 24 quadros por segundo resulta em ~5GB
- Desta forma, é mandatório o emprego de compressão para viabilizar aplicações de vídeo digital

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Soma de diferenças absolutas

- Uma possível solução: quadro sucessivos têm muita similaridade
  - Envia-se, então, um quadro base, seguido apenas da diferença que os próximos quadros terão daquele
  - Resulta em perda de qualidade, mas pode-se tornar a perda praticamente imperceptível pelo envio frequente de quadros base
  - Havendo um mudança significativa de um quadro para outro, não é possível enviar somente a diferença



# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

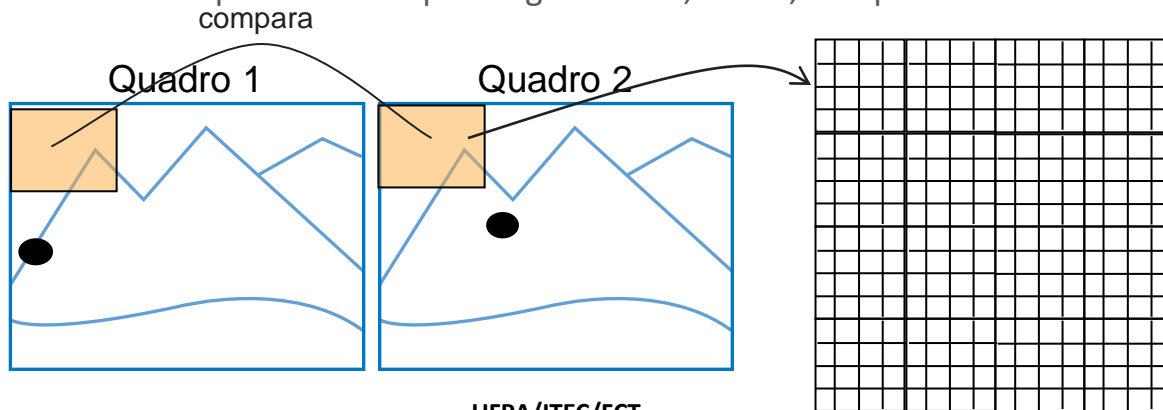
Soma de diferenças absolutas

- Estimação rápida viabilidade do envio somente da diferença
- Algoritmo soma das diferenças absolutas
  - Para cada pixel do quadro 1, computa-se a diferença entre esse pixel e o pixel correspondente no quadro 2
  - Soma-se, então, os módulos dessas diferenças
  - $soma = soma + abs(A[i]-B[i])$
- Na prática, os quadros serão divididos em segmentos menores

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Soma de diferenças absolutas

- Na prática, os quadros serão divididos em segmentos menores
  - Compara-se blocos correspondentes de 16x16
  - Calcula-se a SDA para o bloco
  - Se a SDA for maior do que um limiar para algum bloco, então, não pode-se utilizar a diferença entre os quadros



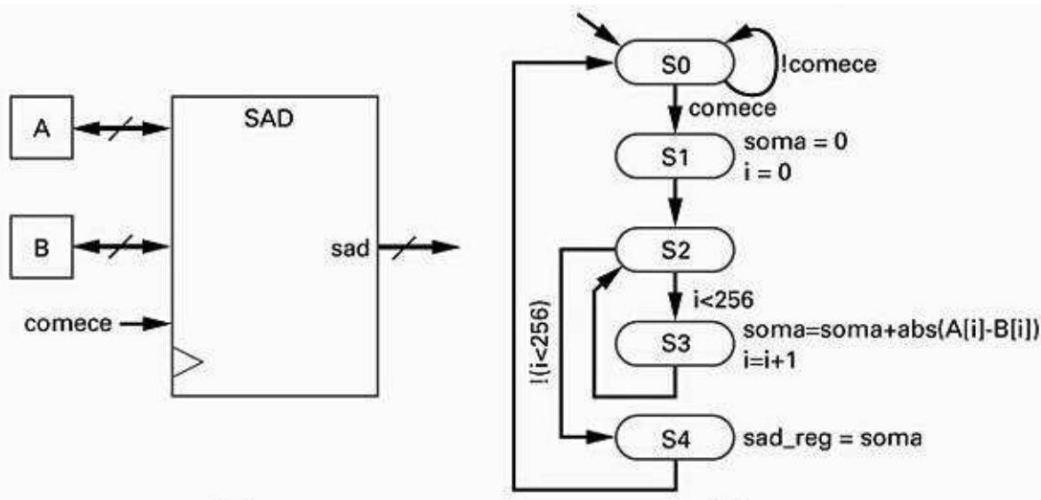
# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Soma de diferenças absolutas

- Exemplo de BO + BC para cálculo da SDA de um bloco de 16x16

A e B são 3x256 bytes  
correspondentes aos  
16x16 pixels (R,G e B)

São lidos 3 bytes (R, G  
e B) por ciclo de A e B



Soma iterativa das  
256 amostras

# Exemplo de projeto em RTL com BO+BC

Soma de diferenças absolutas

- Exemplo de BO + BC para cálculo da SDA de um bloco de 16x16

