

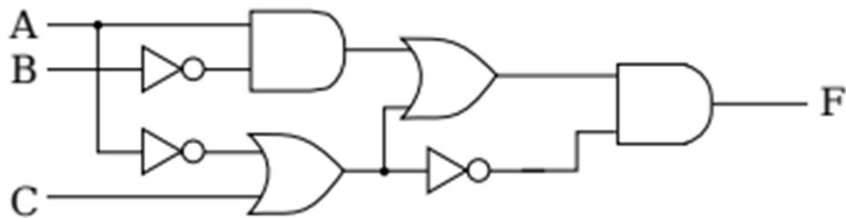
IC – Introdução a Computação

Circuitos Sequenciais

O que vimos até agora?

Já sabemos que existem os circuitos combinacionais, que são os que vimos até agora;

Como o exemplo abaixo:



Como já vimos aqui em aula, nos circuitos combinacionais, para descobrirmos sua saída, apenas precisamos de suas entradas, ou seja, sua saída depende apenas das entradas.

Veja esse vídeo!

Circuitos Digitais - Circuitos Combinacionais

<https://www.youtube.com/watch?v=HFXUJsAwwI>

Circuitos Sequenciais

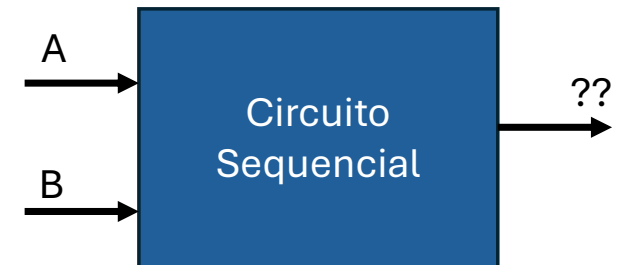
Mas e nos circuitos sequenciais?

Nos circuitos sequenciais, a sua saída não pode ser determinada apenas com sua entrada, em outras palavras, precisamos também do estado armazenado.

Estado armazenado – nada mais é que uma variável armazenada no circuito.

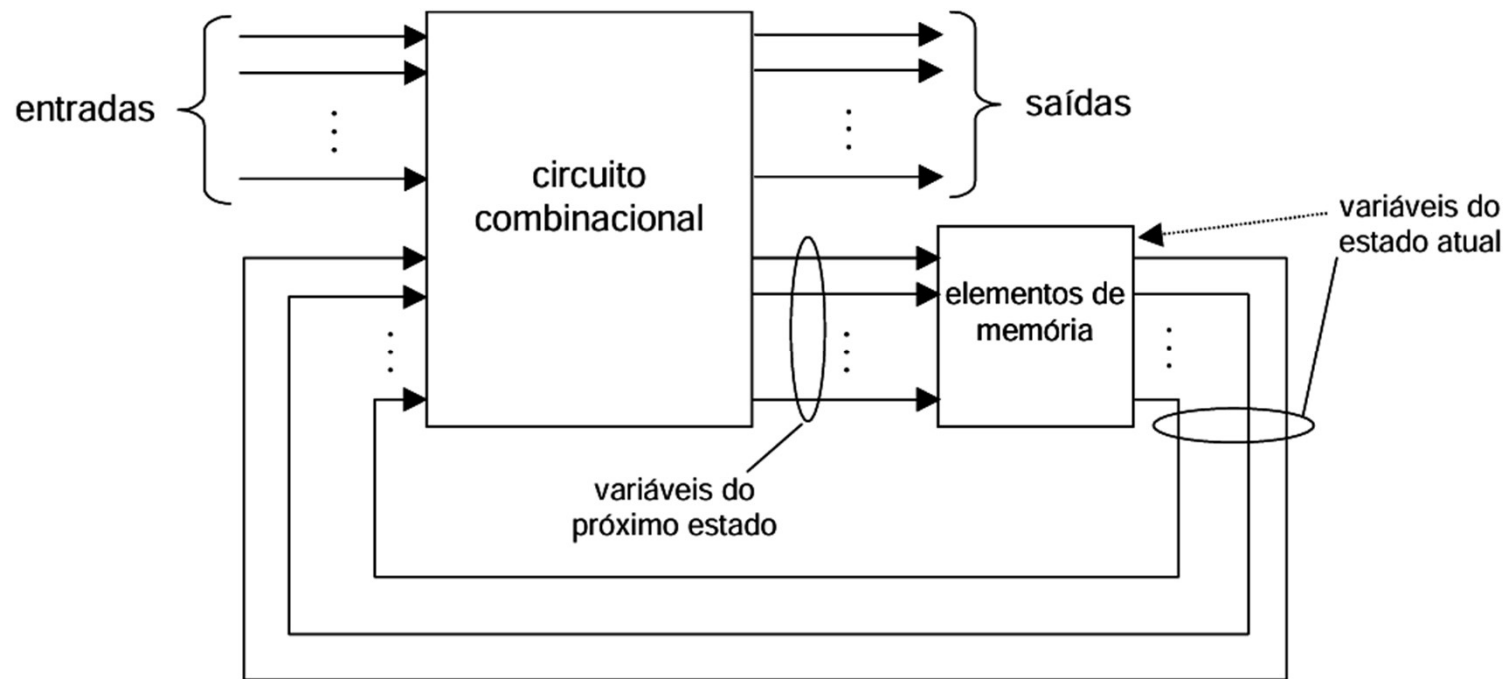
Este valor armazenado pode representar algo mais real, uma definição ou até mesmo uma determinada situação.

Um circuito sequencial é composto por um circuito combinacional e **elementos de memória**. As **entradas** e as **saídas** do circuito sequencial estão conectadas somente ao circuito combinacional.



Circuitos Sequenciais

Mas e nos circuitos sequenciais?



Os circuitos sequenciais podem ser divididos em dois tipos, conforme o comportamento temporal dos seus sinais: **síncronos** e **assíncronos**.

Circuitos Sequenciais

Vamos entender esse conceito.

Vamos recorrer a um exemplo prático;

Pensaremos em uma maquina de lavar roupas.

Deixar a roupa de molho	M
Bater a roupa (lavar)	L
Enxaguar	E
Centrifugar.	C



Cada uma dessas operações (M, L, E, C) da máquina de lavar é um estado.

Circuitos Sequenciais

Vamos entender esse conceito.

O funcionamento da máquina segue esses estados:

- A lavagem só começa após o molho;
- Só haverá o enxague após a lavagem;
 - Existe uma sequencia no desenvolvimento dos estados

Imagine que a máquina tem um botão de avançar.

- Se for pressionado no estado do **molho** ela passa para **lavagem**
- Se ele for pressionado no estado de **enxaguar** ele passa para **centrifugação**
- O fato de apertar o botão passa para próxima ação da máquina.

Com esse cenário apresentado, concluímos que a máquina de lavar é um dispositivo que tem um circuito sequencial.



Circuitos Sequenciais

Vamos entender esse conceito.

Estamos falando de circuitos digitais. Então precisamos codificar esses estados de maneira a representar números binários.

A isso chamaremos de variáveis binárias de estado ou apenas Variáveis de Estado.

Voltando a máquina de lavar:

Temos 4 estados, então precisamos de 2 variáveis de estado.

Vamos denominar em nosso curso de E_1E_0

- ❖ **Molho** - Seleção (E_1E_0) = 00
- ❖ **Lavar** - Seleção (E_1E_0) = 01
- ❖ **Enxaguar** - Seleção (E_1E_0) = 10
- ❖ **Centrifugar** - Seleção (E_1E_0) = 11

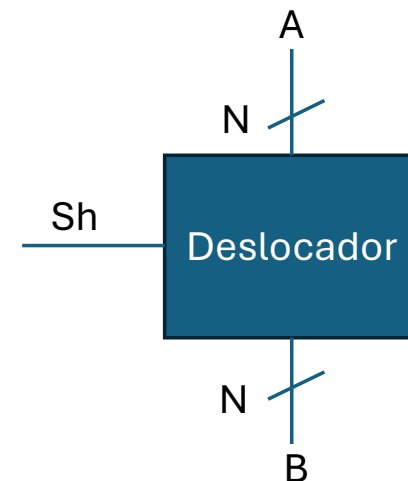
Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

São componentes que realizam o deslocamento do bit (a direita ou esquerda), sobre um número de N bits gerando uma saída de N bits.

Parecido com outros circuitos que já vimos existe um sinal de controle que define o deslocamento do bit.

Em nossas aulas chamaremos esse bit de sh (shifter).



Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Podemos fazer o deslocamento a Direita e a Esquerda.

➤ Para a Direita:

- ❖ Move cada bit uma posição a direita.
- ❖ Introduz um novo bit 0 a esquerda (MSB)
- ❖ O bit mais a direita (LSB) é perdido.

➤ Para a Esquerda:

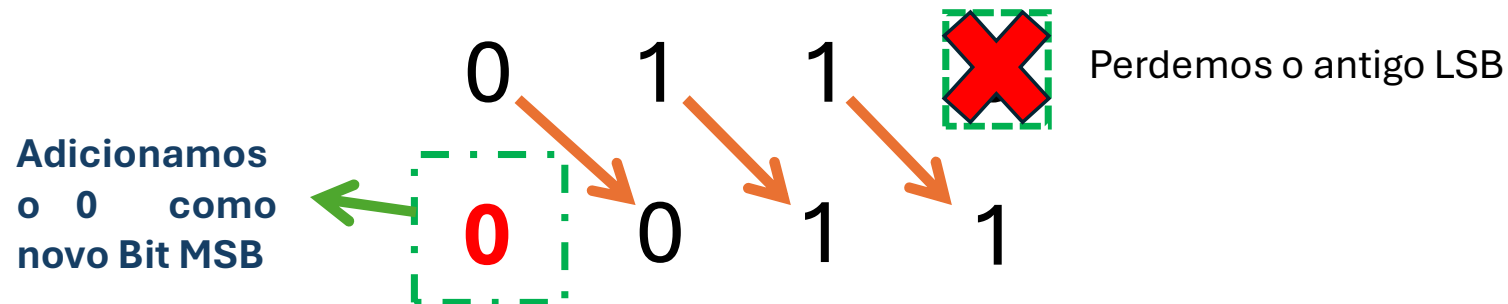
- ❖ Move cada bit uma posição a esquerda.
- ❖ Introduz um novo bit 0 a direita (LSB)
- ❖ O bit mais a esquerda (MSB) é perdido.

Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Exemplo: Vamos realizar a operação de deslocamento a direita e a esquerda do numero **0110**

A direita:

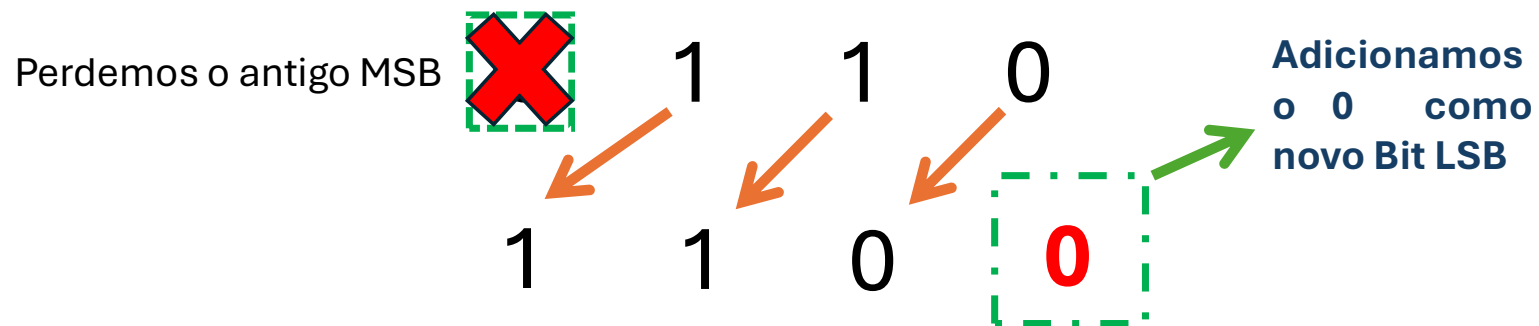


O novo bit deslocado a direita é 0011

Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

A Esquerda:



O novo bit deslocado a esquerda é 1100

Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

A direita: 0 1 1 0 (6)

0 0 1 1 (3)

Divisão por 2

A Esquerda: 0 1 1 0 (6)

1 1 0 0 (12)

Multiplicação por 2

Aplicações:

- Deslocar um bit para esquerda é o mesmo que multiplicar por 2 (forma rápida)
- Deslocar um bit a direita é o mesmo que Dividir por 2 (forma rápida)
- Conversão entre serial / paralelo ou paralelo/ serial

Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Vamos projetar um deslocador a esquerda de 4 bits. (1 unidade)

Entrada	a_3	a_2	a_1	a_0
Deslocamento à esquerda (sh =1)	a_2	a_1	a_0	0
Deslocamento à esquerda (sh =0)	a_3	a_2	a_1	a_0
Saída	b_3	b_2	b_1	b_0

Vamos utilizar multiplexadores para fazer nosso deslocador:

Quando :

☐ $Sh = 0 = b_n = a_n$

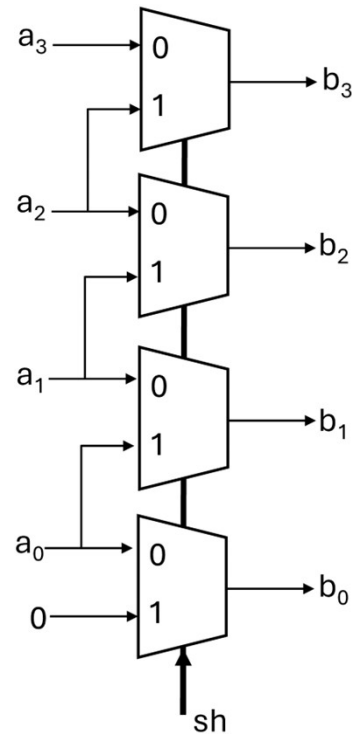
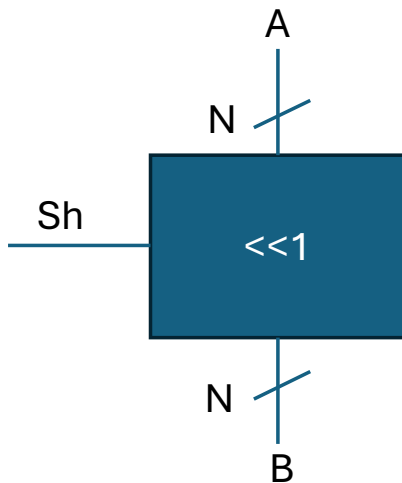
☐ $Sh = 1 = b_n = a_{n-1}$

Circuitos Sequenciais

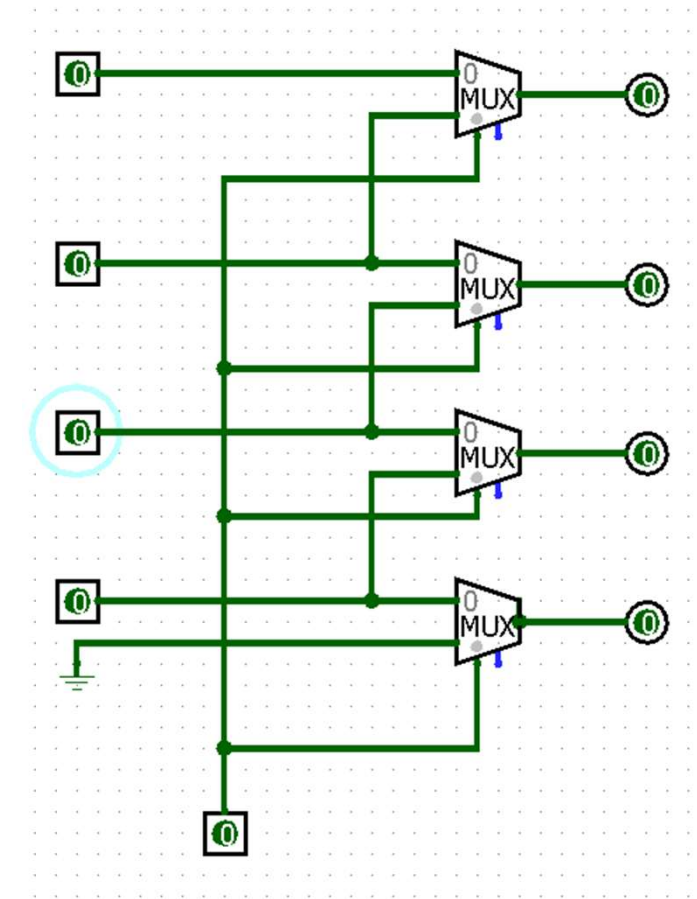
Deslocadores (Shifter)

Exemplo do circuito deslocador

Diagrama de blocos



Nosso Circuito



Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Vamos projetar um deslocador a direita de 4 bits. (1 unidade)

Entrada	a_3	a_2	a_1	a_0
Deslocamento à direita (sh =1)	0	a_3	a_2	a_1
Deslocamento à direita (sh =0)	a_3	a_2	a_1	a_0
Saída	b_3	b_2	b_1	b_0

Vamos utilizar multiplexadores para fazer nosso deslocador:

Quando :

☐ $Sh = 0 \Rightarrow b_n = a_n$

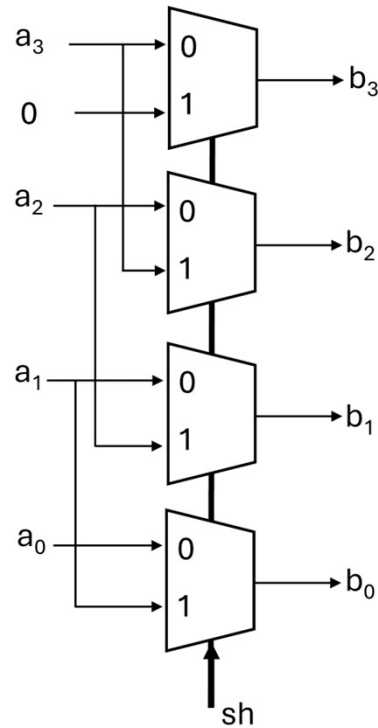
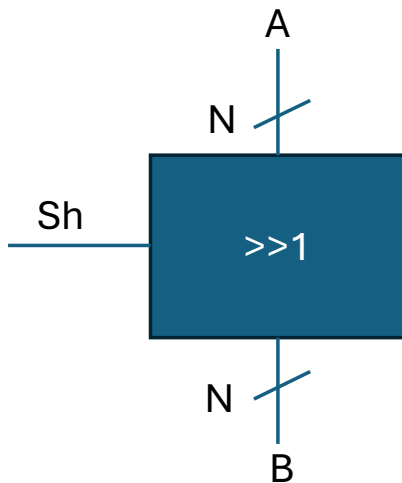
☐ $Sh = 1 \Rightarrow b_n = a_{n+1}$

Circuitos Sequenciais

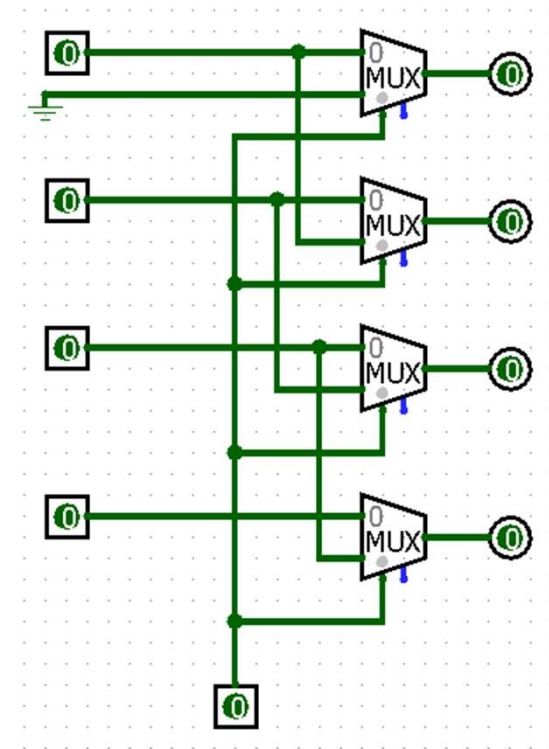
Deslocadores (Shifter)

Exemplo do circuito deslocador

Diagrama de blocos



Nosso Circuito



Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Vamos projetar um deslocador à direita/esquerda de 4 bits. (1 unidade)

Entrada	a_3	a_2	a_1	a_0
Deslocamento à direita ($shr = 1$)	0	a_3	a_2	a_1
Deslocamento à esquerda ($shl = 1$)	a_2	a_1	a_0	0
Sem deslocamento	a_3	a_2	a_1	a_0
Saída	b_3	b_2	b_1	b_0

shl	shr	b_n	Comentário
0	0	a_n	Sem deslocamento
0	1	a_{n+1}	Deslocamento a direita
1	0	a_{n-1}	Deslocamento à esquerda
1	1	a_{n-1}	Deslocamento à esquerda (Prioridade)

Quando :

☐ $shr = 1$ → Deslocamento à direita

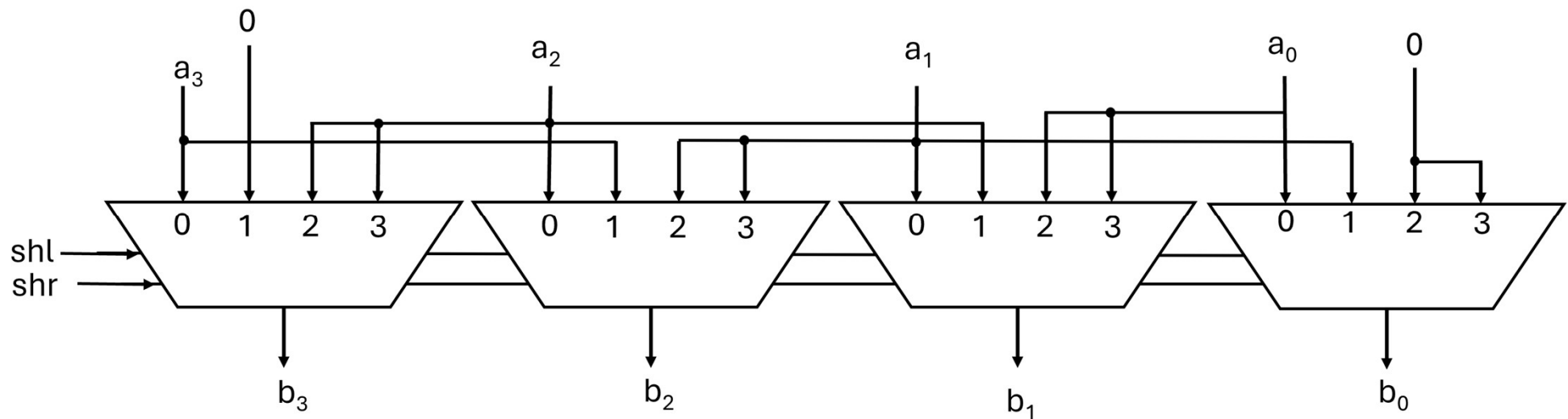
☐ $shl = 1$ → Deslocamento à esquerda

Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

shl	shr	b_n	Comentário
0	0	a_n	Sem deslocamento
0	1	a_{n+1}	Deslocamento a direita
1	0	a_{n-1}	Deslocamento à esquerda
1	1	a_{n-1}	Deslocamento à esquerda (Prioridade)

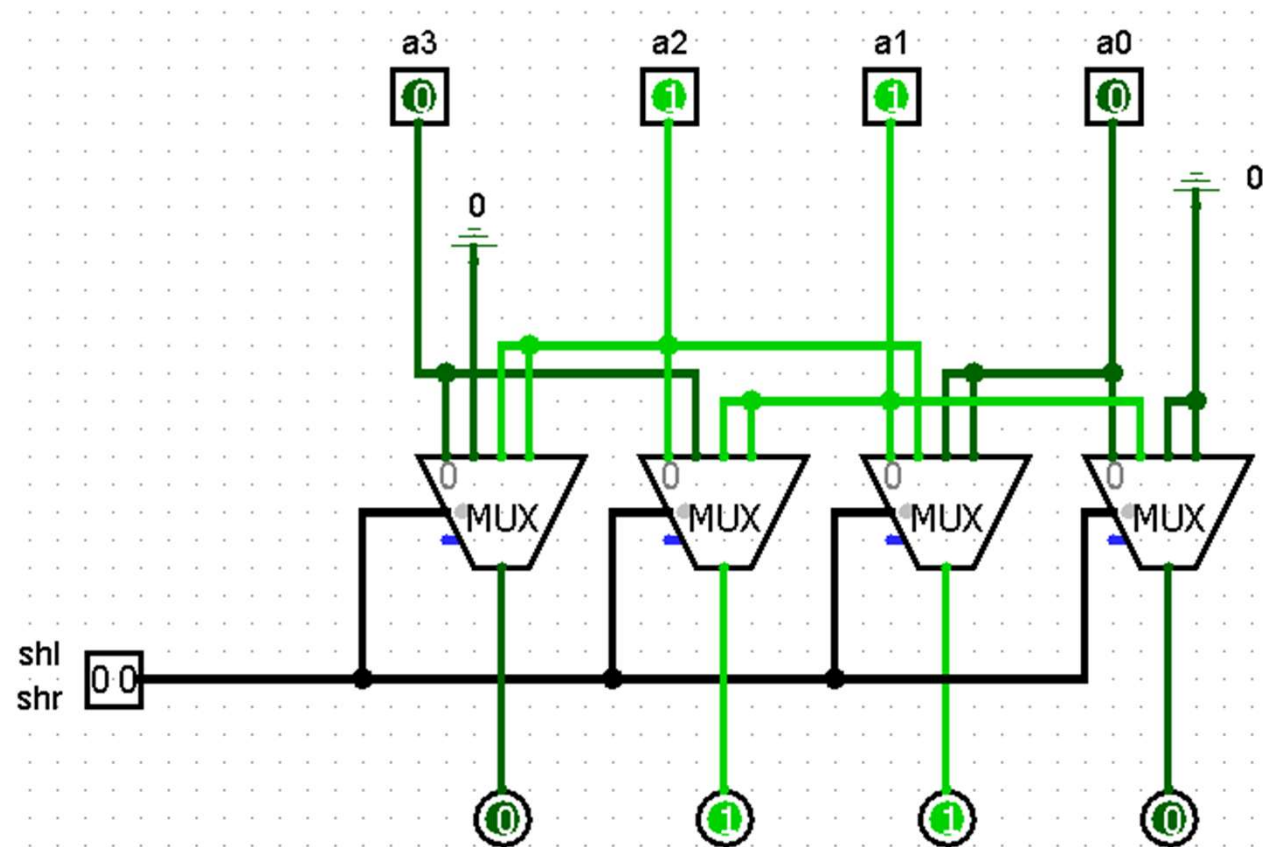
Diagrama de blocos



Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Nosso Circuito

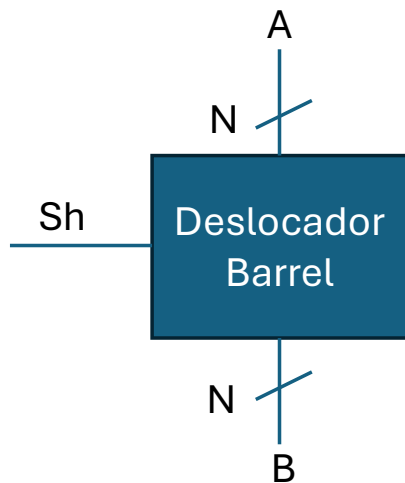


Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)

Vamos projetar um deslocador Barrel de 4 bits. (1 unidade)

Diagrama de blocos



- ❖ Deslocador no qual pode realizar um número qualquer de deslocamentos em um dado de N bits
- ❖ A nossa entrada de controle sh indica quantos bits serão deslocados.

Exemplo:

Sh = 101 (3 deslocamentos)

Para que serve esse tipo de deslocador?

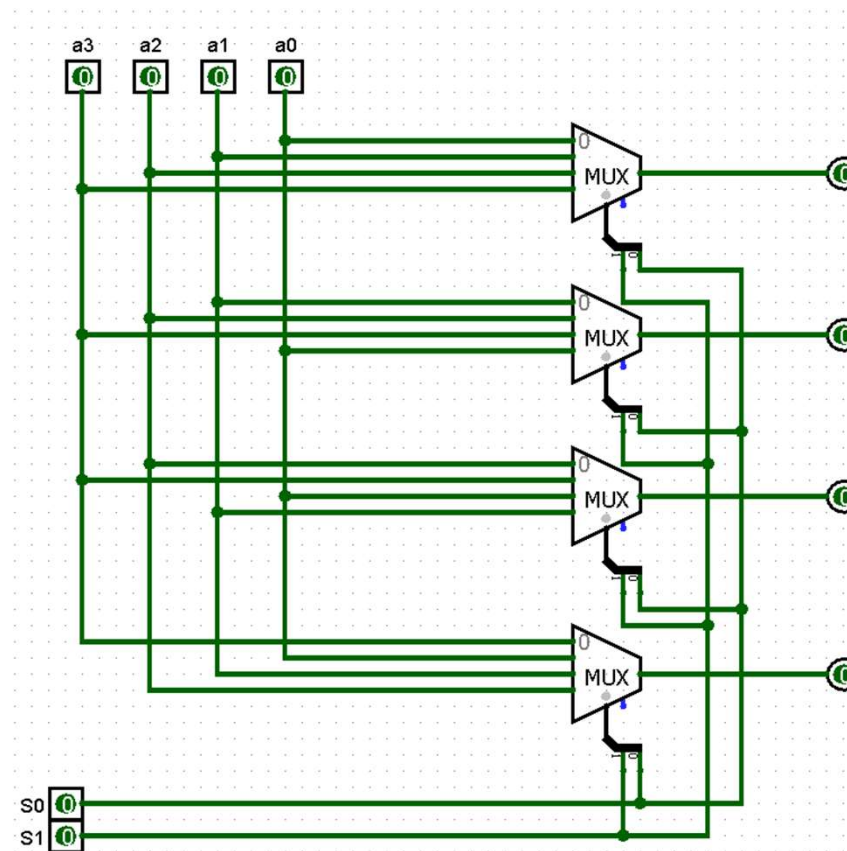
Para fazer operações de multiplicação de maneira rápida.

Imagina que você ira fazer 2^n para saber por quanto está multiplicando.

Circuitos Sequenciais

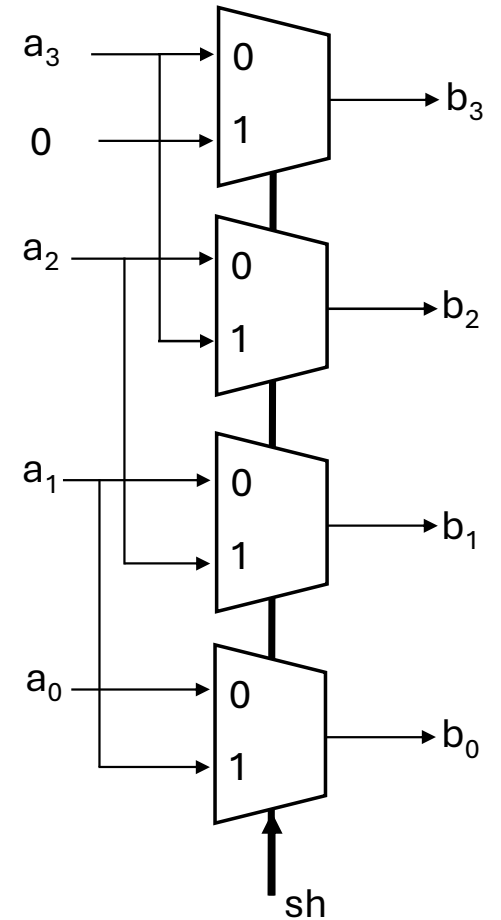
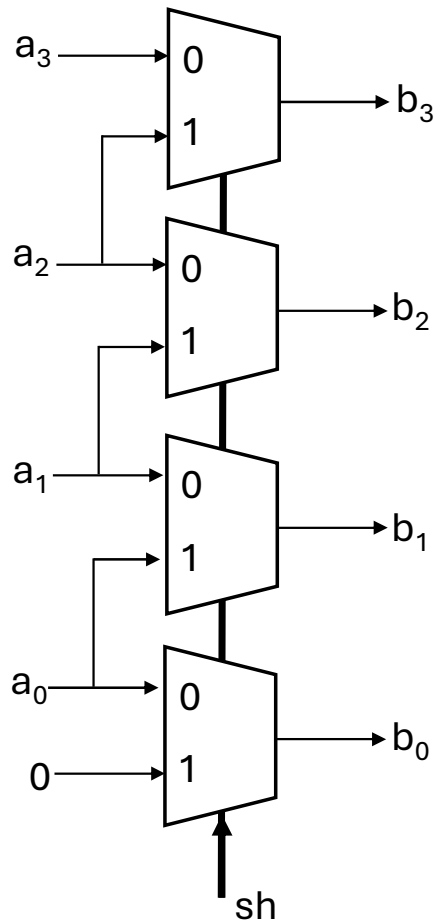
Deslocadores (Shifter)

Nosso Circuito



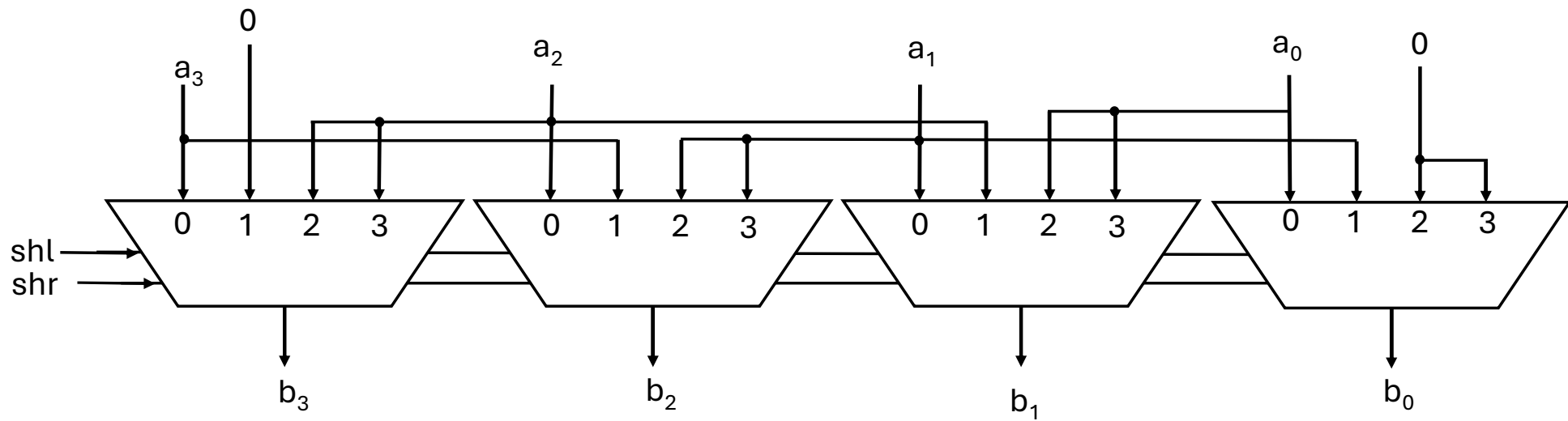
Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)



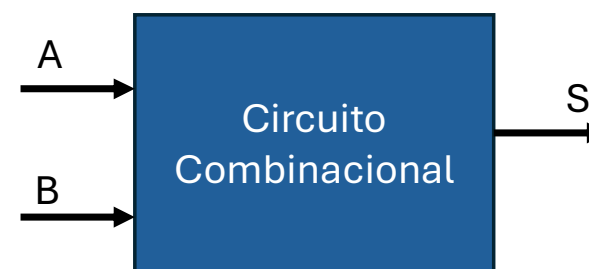
Circuitos Sequenciais

Deslocadores (Shifter)



Circuitos Sequenciais

O que vimos até agora?



**ATÉ A
PRÓXIMA
AULA!**



Bibliografia



TOCCI, R.; WIDMER, N.; MOSS, G. Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações. [S.l.]: Pearson Education Limited, 2011.

FEDELI, Ricardo Daniel. Introdução à ciência da computação / Ricardo Daniel Fedeli, Erico Giulio Franco Polloni, Fernando Eduardo Peres. – 2. ed. – São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TANENBAUM, Andrew S.. Organização Estruturada de Computadores. 6º Edição. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2013.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).