

Circuitos Digitais

Prof. Ricardo Pedroni

ricardopedroni@utfpr.edu.br

www.rpedroni.com.br

Circuitos Combinacionais Lógicos

Prof. Ricardo Pedroni

ricardopedroni@utfpr.edu.br

www.rpedroni.com.br

Ementa

- Lembre!
 - Sistemas Numéricos
 - Códigos binários
 - Análise e projeto de circuitos digitais (até agora → circuitos combinacionais)
 - Circuitos combinacionais x sequenciais

Ementa

- Decodificador
- Codificador
- Multiplexador (MUX)
- Demultiplexador (DEMUX)
-

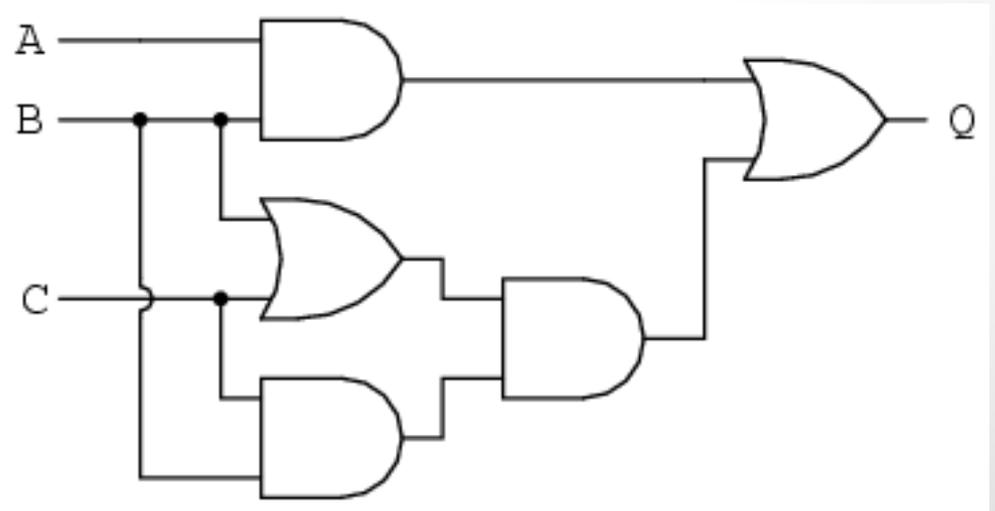
Tipos de Circuitos: Combinacional vs Sequencial

Tipos de Circuitos

- Circuito Combinacional
 1. Possui uma ou mais entradas digitais
 2. Possui uma ou mais saídas digitais
 3. Possui uma especificação funcional
 4. Possui uma especificação temporal (t_{PD})
 - Basicamente: Possui uma tabela verdade!

Tipos de Circuitos

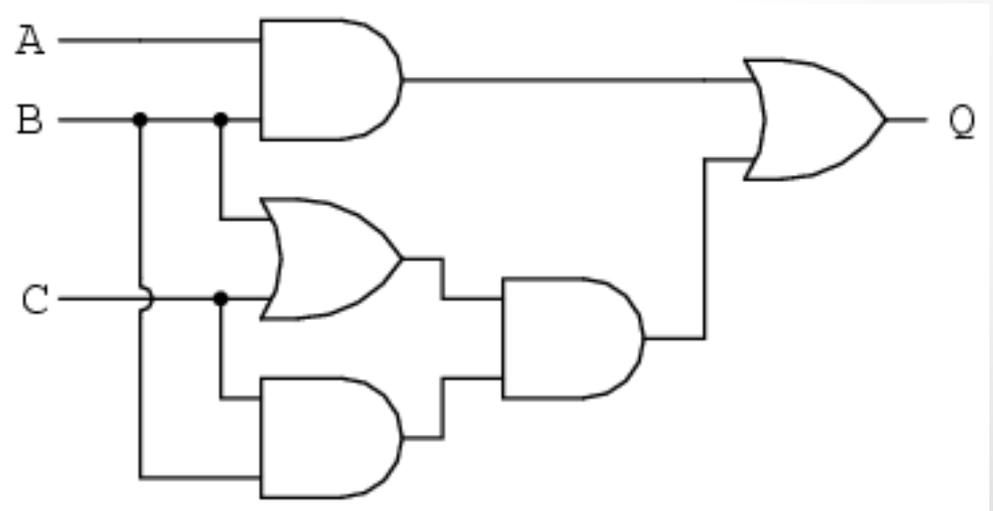
- Análise de Circuito
 - Valor da saída quando a entrada é:
 - 000
 - 011
 - 100
 - ...
 - 000



Tipos de Circuitos

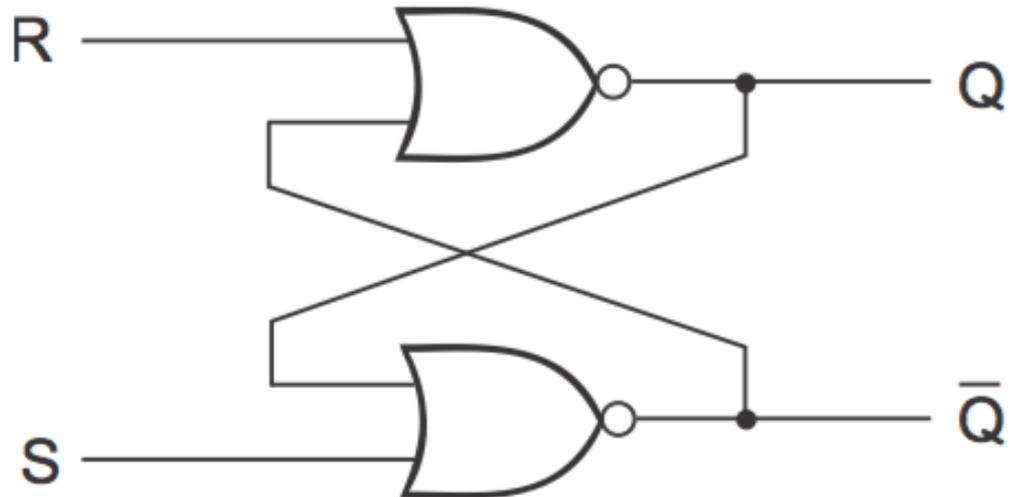
- Análise de Circuito
 - Mesmas entradas geram mesmas saídas (só importa a **combinação** da entrada)

→ A saída depende apenas das entradas naquele instante



Tipos de Circuitos

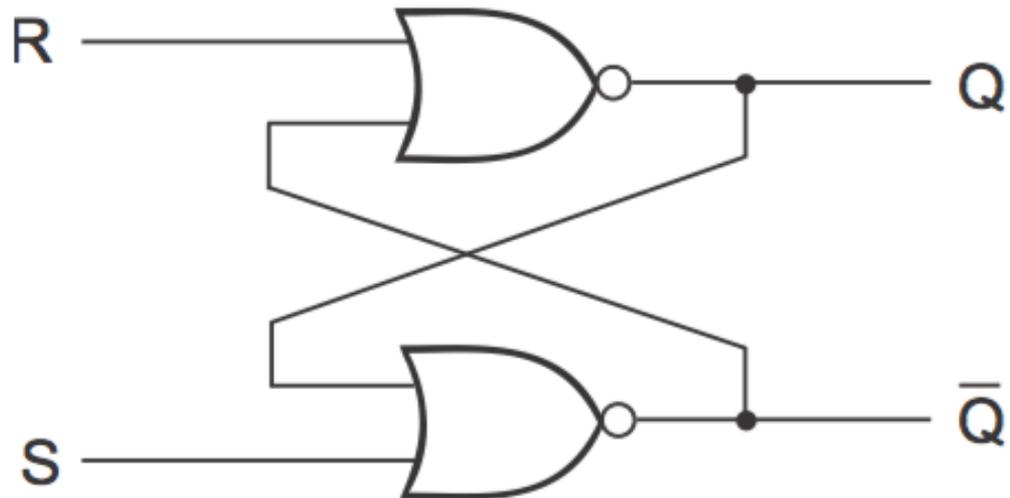
- Análise de Circuito
 - Valor da saída quando a entrada é:
 - 00
 - 01
 - 00
 - 10
 - ...
 - 00



Tipos de Circuitos

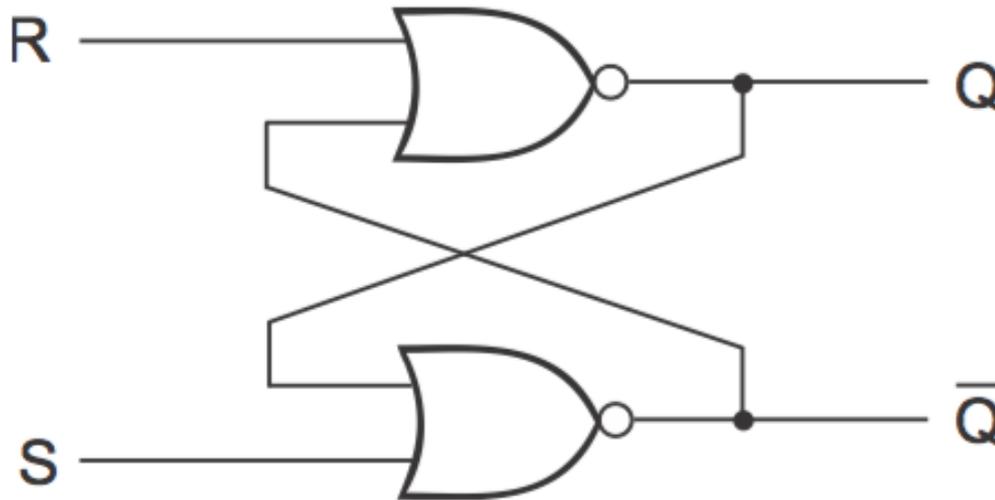
- Análise de Circuito
 - Mesmas entradas podem gerar saídas diferentes (a **sequência** importa)

→ A saída depende das entradas naquele instante e valores prévios



Tipos de Circuitos

- Análise de Circuito
 - Pede-se:
 - Defina a equação desse circuito
 - Construa sua tabela verdade



Tipos de Circuitos

- Análise de Circuito
 - Repare os conceitos de:
 - Recursividade
 - Feedback / Re(tro)alimentação
 - Impossibilidade de montar tabela verdade e equação baseadas apenas nas entradas

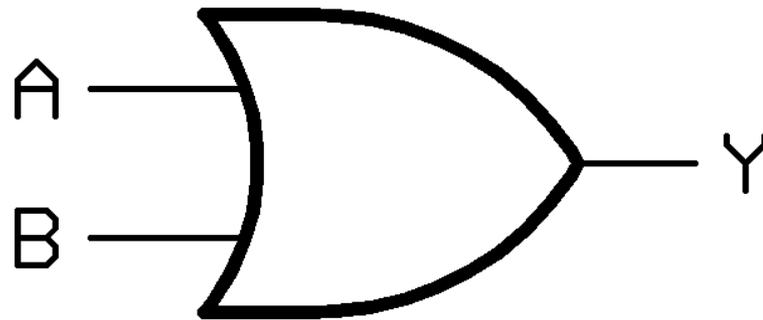
Tipos de Circuitos

- Combinacional vs Sequencial
 - Diferença fundamental?
 - Conceito fundamental?
 - Memória!

Tipos de Circuitos: Lógico vs Aritmético

Tipos de Circuitos

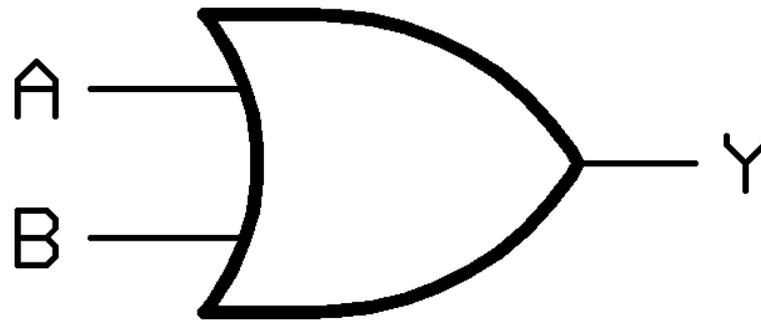
- Você se depara com essa complexidade



- Equação
 - $y = a + b$

Tipos de Circuitos

- Circuito lógico ou aritmético?



- Aritmética importa?
 - → SINAL importa?

Tipos de Circuitos

- Lógico
 - Qualquer circuito onde o conceito de aritmética (e sinal) não são relevantes
- Aritmético
 - ... importa?
 - SINAL importa?

Circuitos Combinacionais Lógicos

Circuitos Combinacionais

- Combinacional x Sequencial
- Sem memória x Com memória
- Exemplo combinacional: *gates*

Decodificador - Decoder

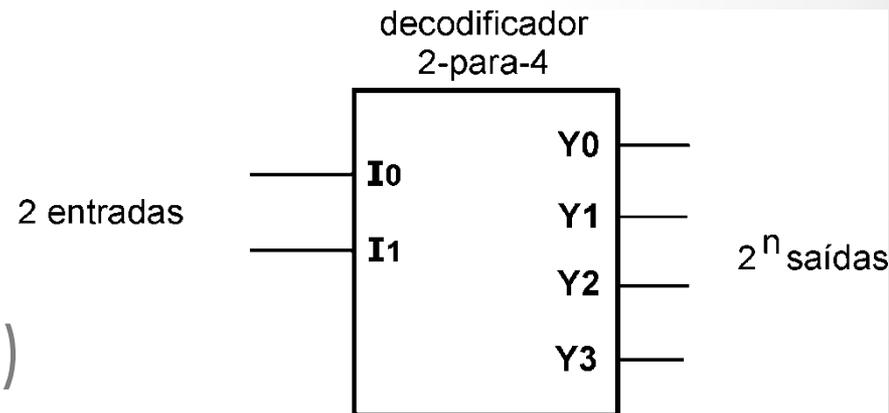
Decoder

- Converte entradas codificadas em saídas codificadas, sendo que os códigos de entrada e saída são diferentes.
- Decoder binário
 - Nome dado a um conjunto de circuitos que converte um inteiro em binário sequencial para uma dada saída
 - Pode ou não ter 2^N saídas únicas
 - Exemplos: decoder 1-de-n, circuitos tradutores

Decoder

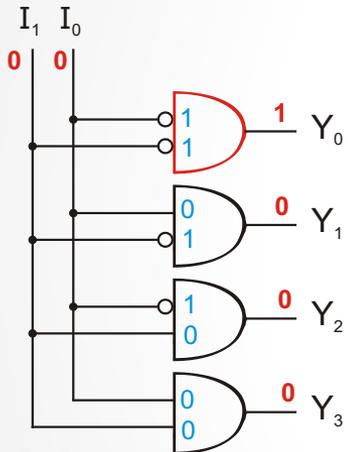
- Decoder 1-de-n
 - Também conhecido como decodificador de endereço
 - Entrada: inteiro de N bits
 - Saída: 1-de-n ($n=2^N$)

- Exemplo:
 - Decoder 2-para-4 (2x4)
 - Como construir um?

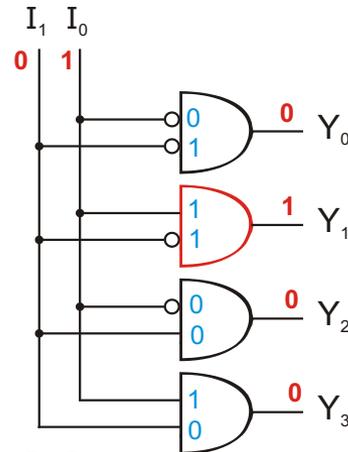


Decoder

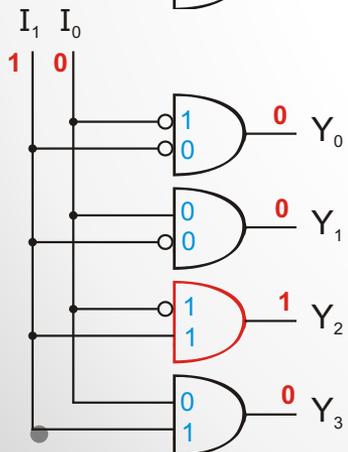
- Decoder 1-de-n



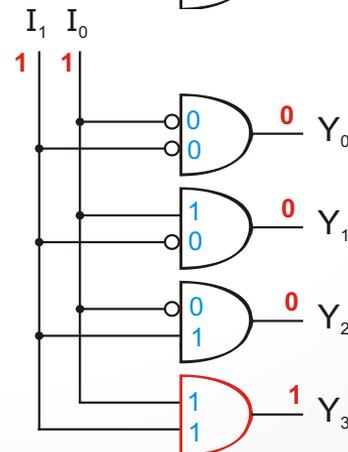
Inputs		Outputs			
I_1	I_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



Inputs		Outputs			
I_1	I_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



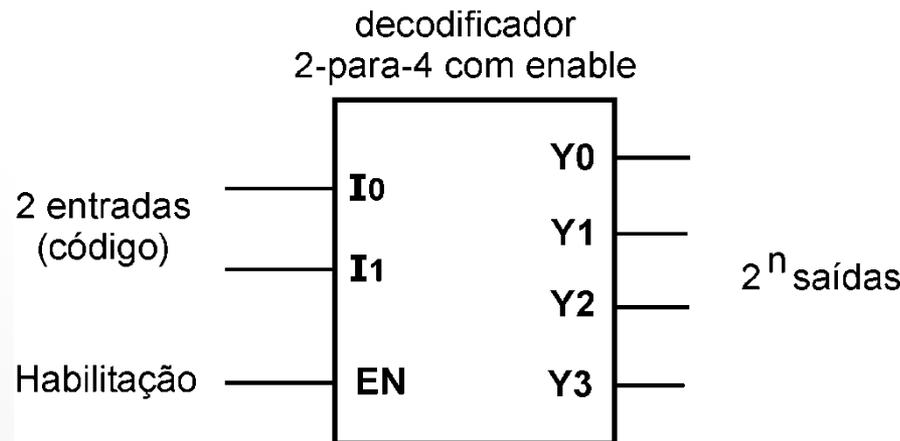
Inputs		Outputs			
I_1	I_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



Inputs		Outputs			
I_1	I_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

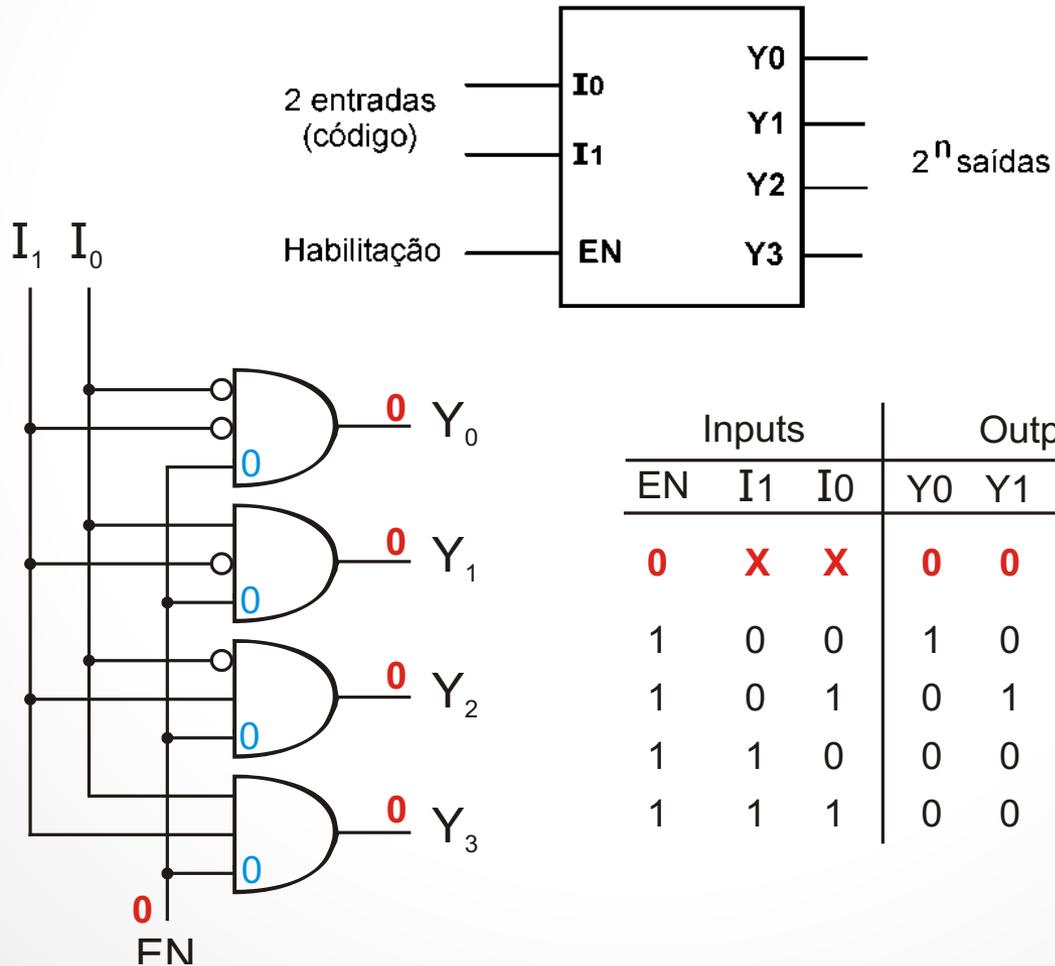
Decoder

- Decoder 1-de-n
 - Exemplo: Decoder 2x4 com Enable
 - Enable → entrada de “habilitação”
 - ... como construir um?



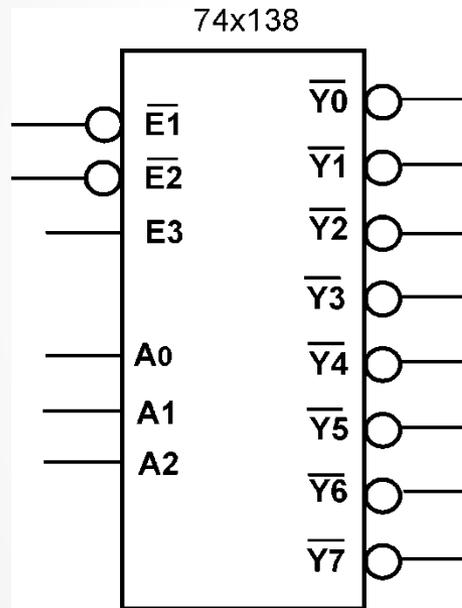
Decoder

decodificador
2-para-4 com enable



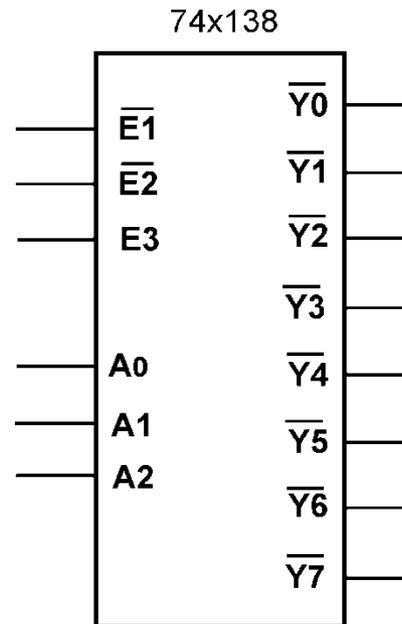
Decoder

- Atenção! Cuidado com o símbolo

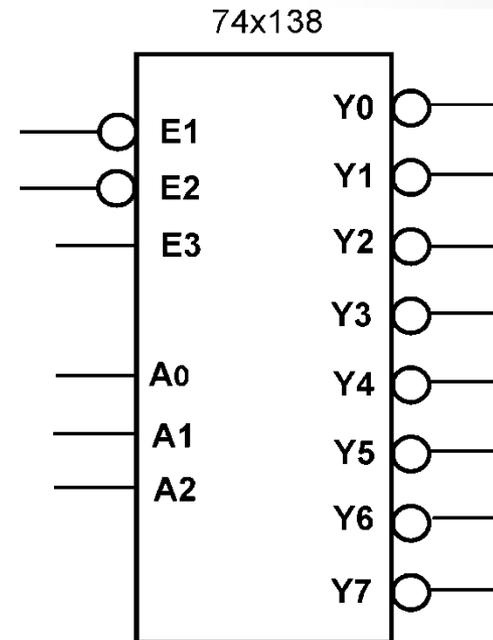


Qual é o “erro” ?

**INVERSÃO DUPLA:
POUCO RECOMENDÁVEL**



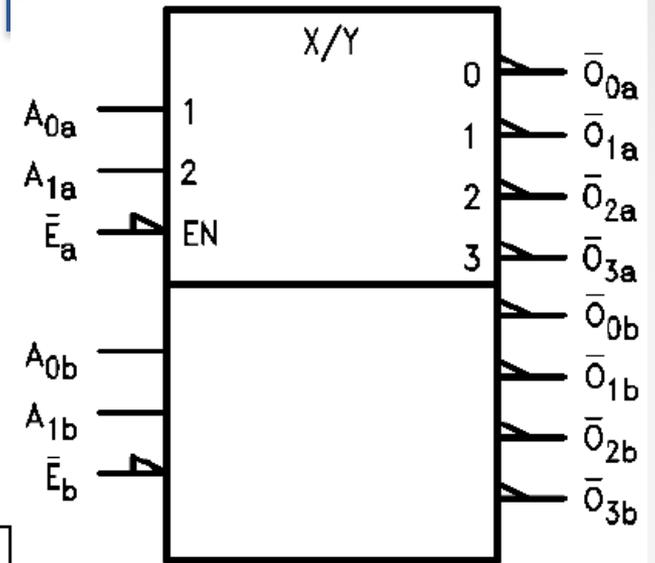
OK



OK

Decoder

- Decoder 1-de-n
- Exemplo:
 - Decoder 2x4 comercial
 - 74x139



Inputs			Outputs			
\bar{E}	A_0	A_1	\bar{O}_0	\bar{O}_1	\bar{O}_2	\bar{O}_3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	H	L	H	L	H	H
L	L	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

Decoder

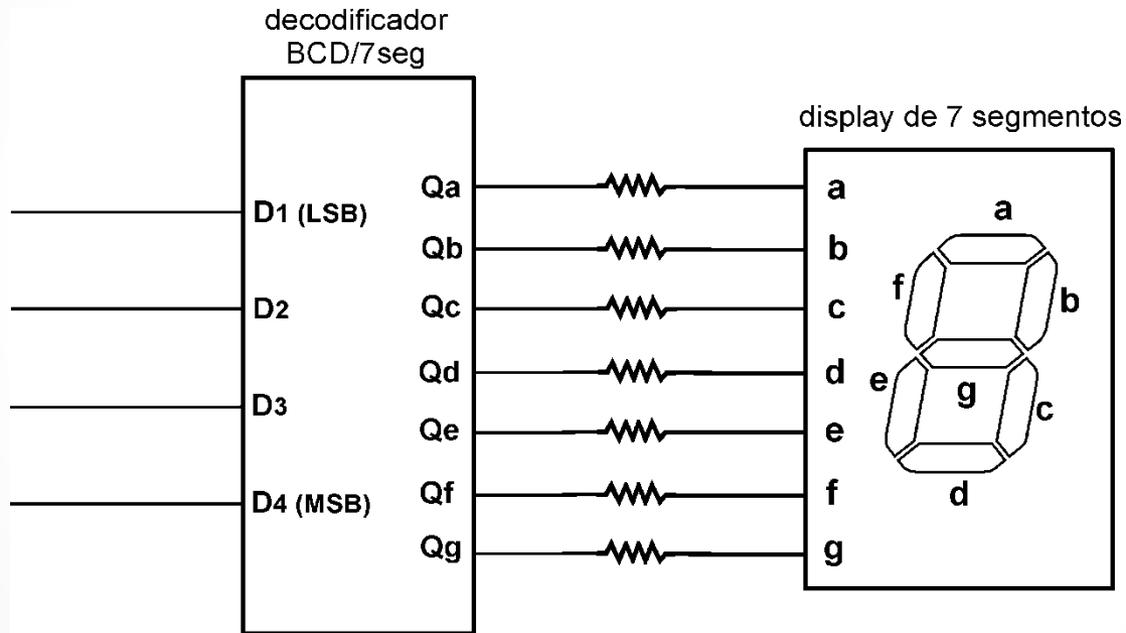
- Lembre: Não é necessário que todos os valores de entrada possuam uma saída definida ou única
- Exemplo
 - Decoder/tradutor BCD para SSD

Decoder

- Decoder BCD para 7 segmentos (SSD)
 - Também chamado de “conversor de código”
- Entradas: BCD
- Saídas: 7 bits (uma linha para cada segmento do display)
- ... como construir um?

Decoder

Entradas



Codificador - Encoder

Encoder

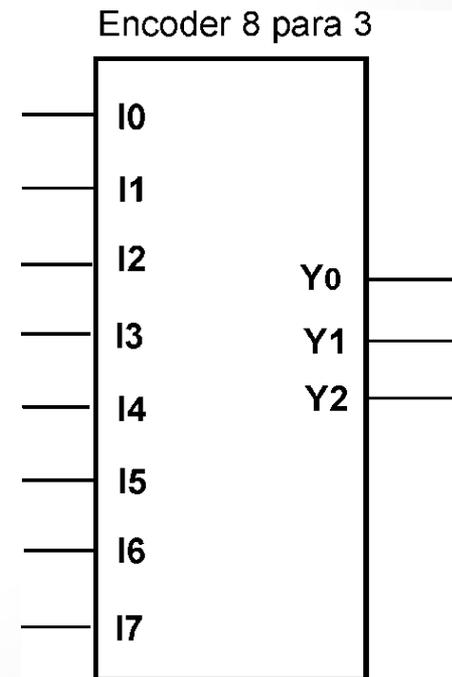
- Se um decodificador decodifica, um codificador ... ?
- Qual que é a diferença?
- O código de saída tem menos bits que o código de entrada
- Função oposta àquela do decoder

Encoder

- Encoder n-para-1 (encoder “simples”):
 - 2^N entradas, N saídas.
 - Utilizado quando se quer codificar/identificar a entrada ativa (apenas 1 entrada ativa)
 - Também conhecido como codificador one-hot para binário sequencial

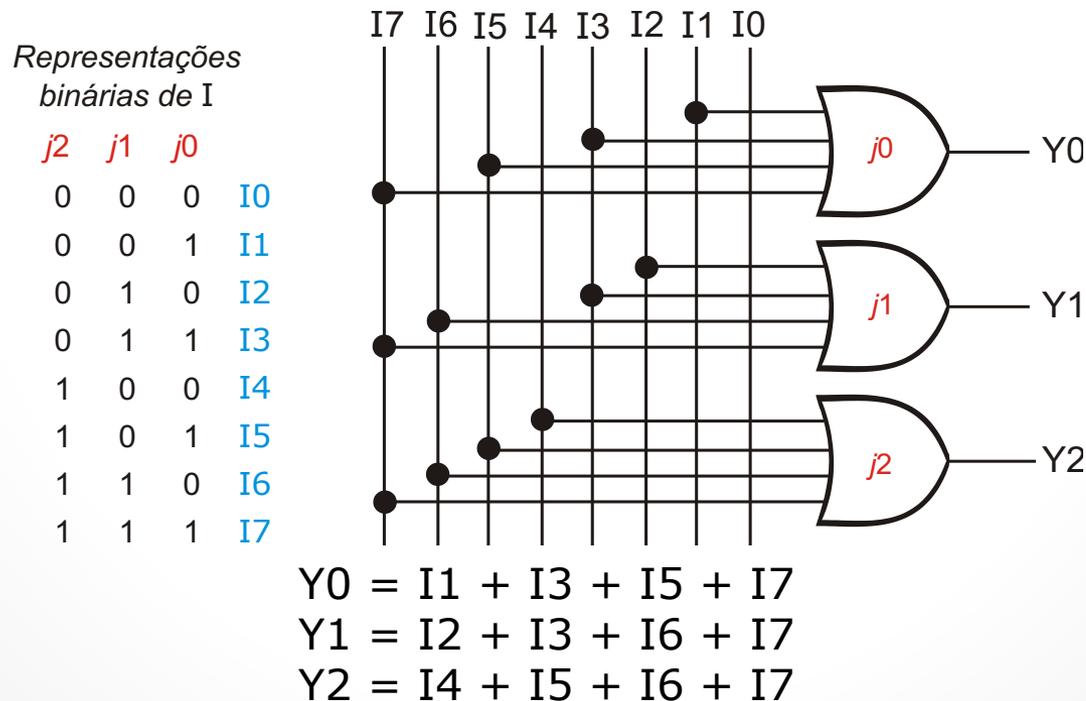
Encoder

- Encoder simples
 - Entrada: 2^N linhas
 - Saída: N linhas
- Exemplo
 - Encoder 8x3
 - ... como construir um?



Encoder

- Um encoder de n-para-1 pode ser construído a partir de gates OR

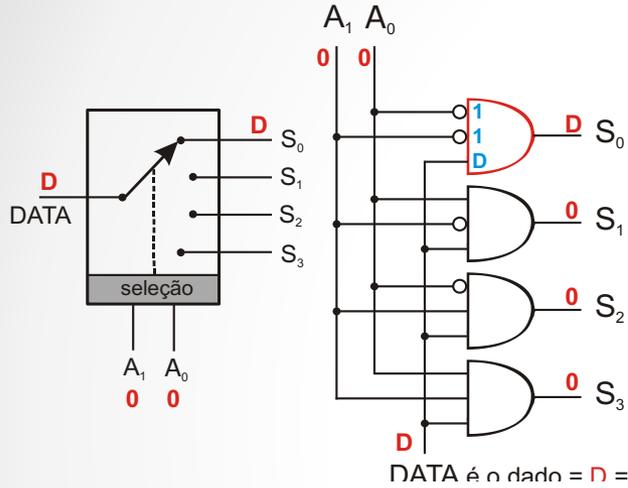


Demultiplexador (Demux)

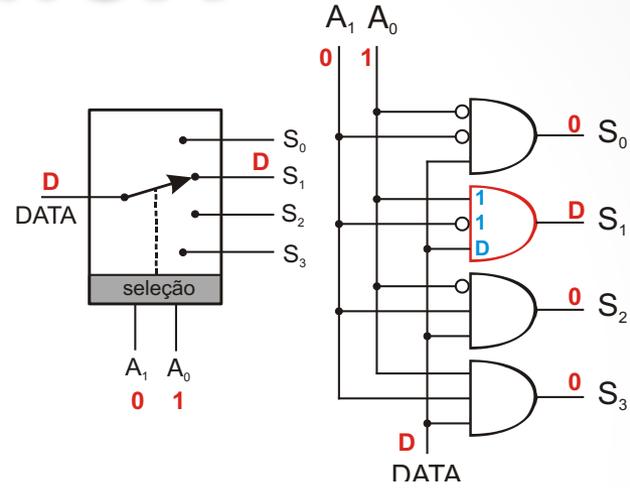
Demux

- “Chaveia” uma única entrada para várias saídas. Também chamado de distribuidor de dados.
 - Exemplo: demux 1-para-4 (demux de 4 saídas)
- ~ Chaves
- Alguém sabe construir um?
-

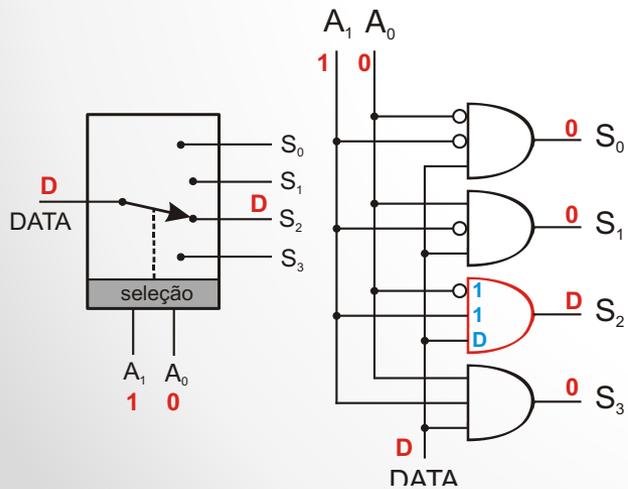
Demux



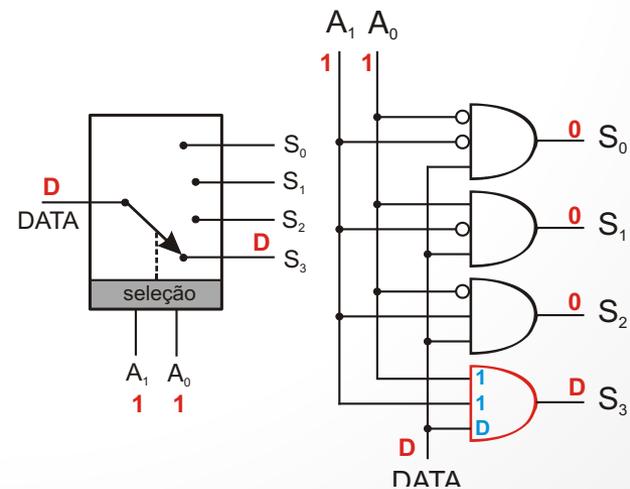
Inputs		Outputs			
A1	A0	S0	S1	S2	S3
0	0	D	0	0	0
0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0



Inputs		Outputs			
A1	A0	S0	S1	S2	S3
0	0	0	D	0	0
0	1	0	D	0	0
1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0



Inputs		Outputs			
A1	A0	S0	S1	S2	S3
0	0	D	0	0	0
0	1	0	0	D	0
1	0	0	0	D	0
1	1	0	0	0	0



Inputs		Outputs			
A1	A0	S0	S1	S2	S3
0	0	D	0	0	0
0	1	0	0	D	0
1	0	0	0	0	D
1	1	0	0	0	D

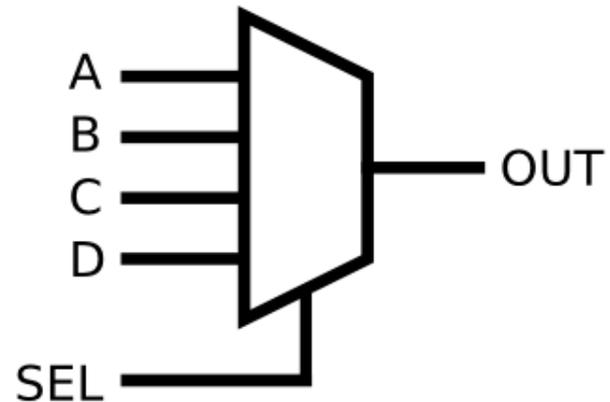
Multiplexador (Mux)

MUX

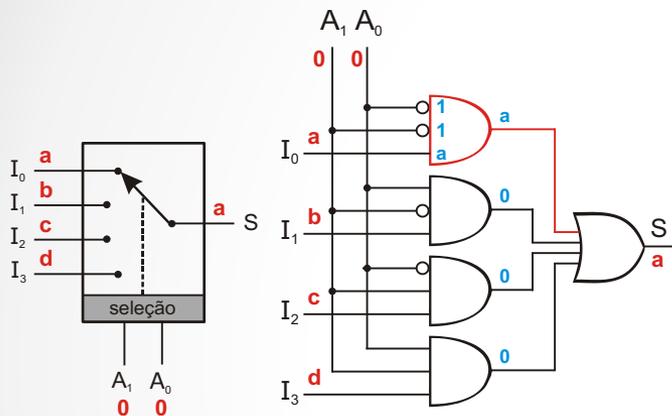
- “Chaveia” várias entradas para uma única saída. Também chamado de seletor de dados.
- Exemplo: mux 4-para-1 (mux de 4 entradas)

- ~ Chaves

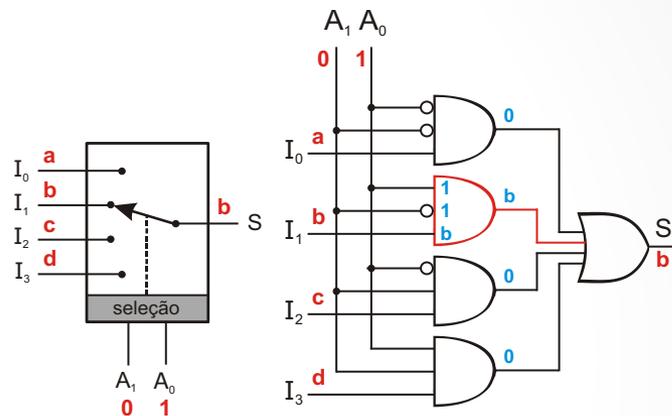
- E que tal construirmos um?



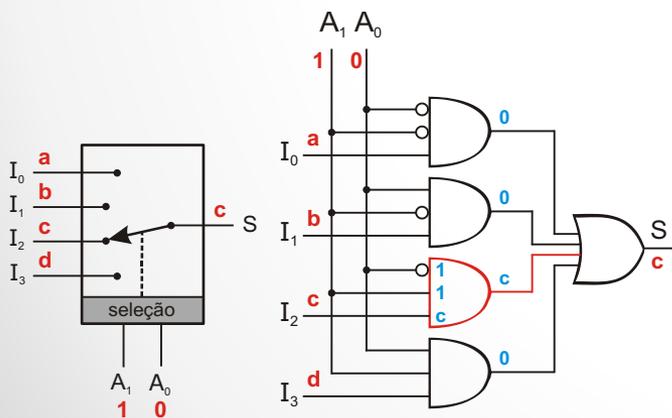
MUX



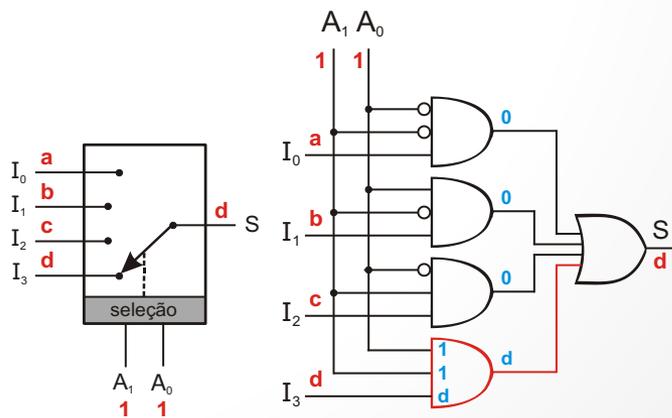
Inputs	Out
A_1 A_0	S
0 0	a (é I_0)
0 1	
1 0	
1 1	



Inputs	Out
A_1 A_0	S
0 0	a (é I_0)
0 1	b (é I_1)
1 0	
1 1	



Inputs	Out
A_1 A_0	S
0 0	a (é I_0)
0 1	b (é I_1)
1 0	c (é I_2)
1 1	



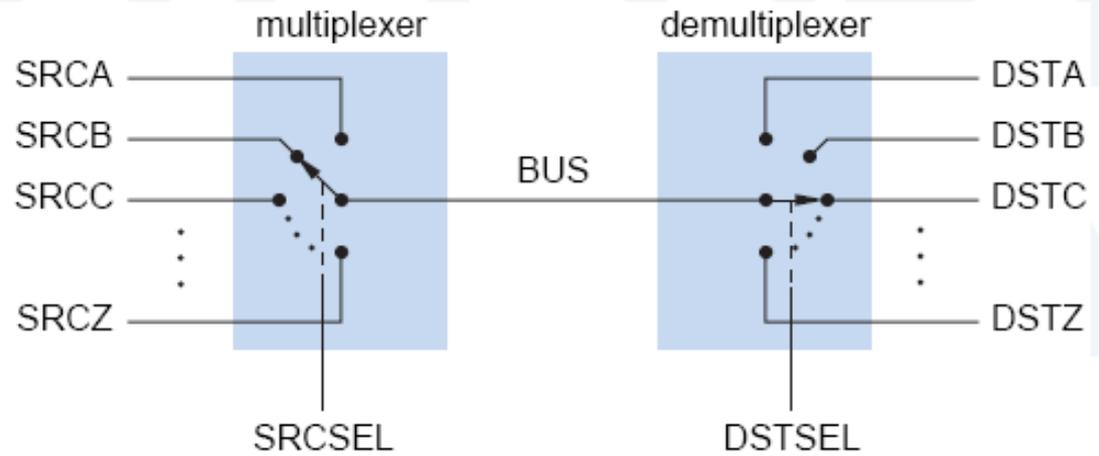
Inputs	Out
A_1 A_0	S
0 0	a (é I_0)
0 1	b (é I_1)
1 0	c (é I_2)
1 1	d (é I_3)

MUX

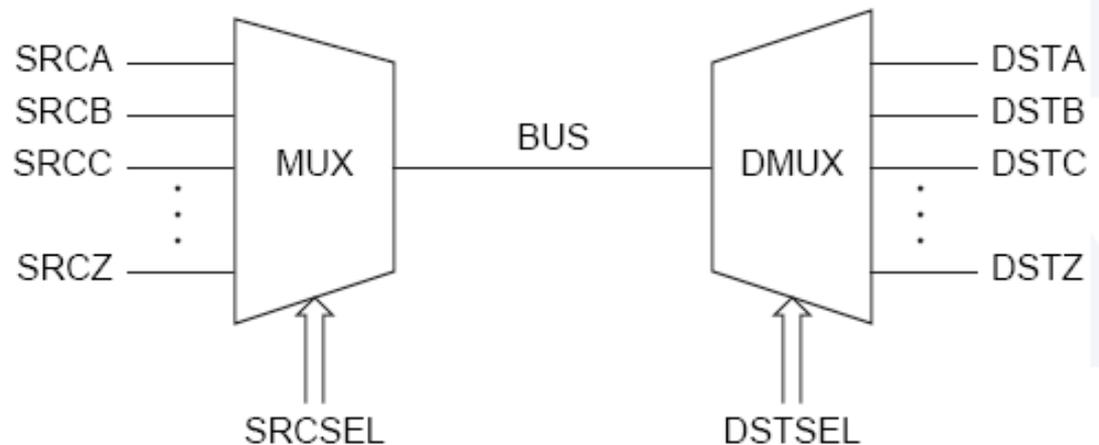
Figure 5-66

A multiplexer driving a bus and a demultiplexer receiving the bus:
(a) switch equivalent;
(b) block diagram symbols.

(a)



(b)



Conclusão

Mux

- Circuitos combinacionais x sequenciais
- Diversos “dispositivos” diferentes com utilidade variadas
- (De)codificador
- (De)multiplexador
-

O Fim.

Perguntas? Não?

Então palmas para o professor.

Desafio do Dia:

O Mergulhador