

INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Venâncio Aires

Arquitetura e Organização de Computadores

Professor: Fernando Luís Herrmann

E-mail: fernandoherrmann@ifsul.edu.br



Material de aula:

<https://github.com/herrmannfl/tads-aoc-2022>

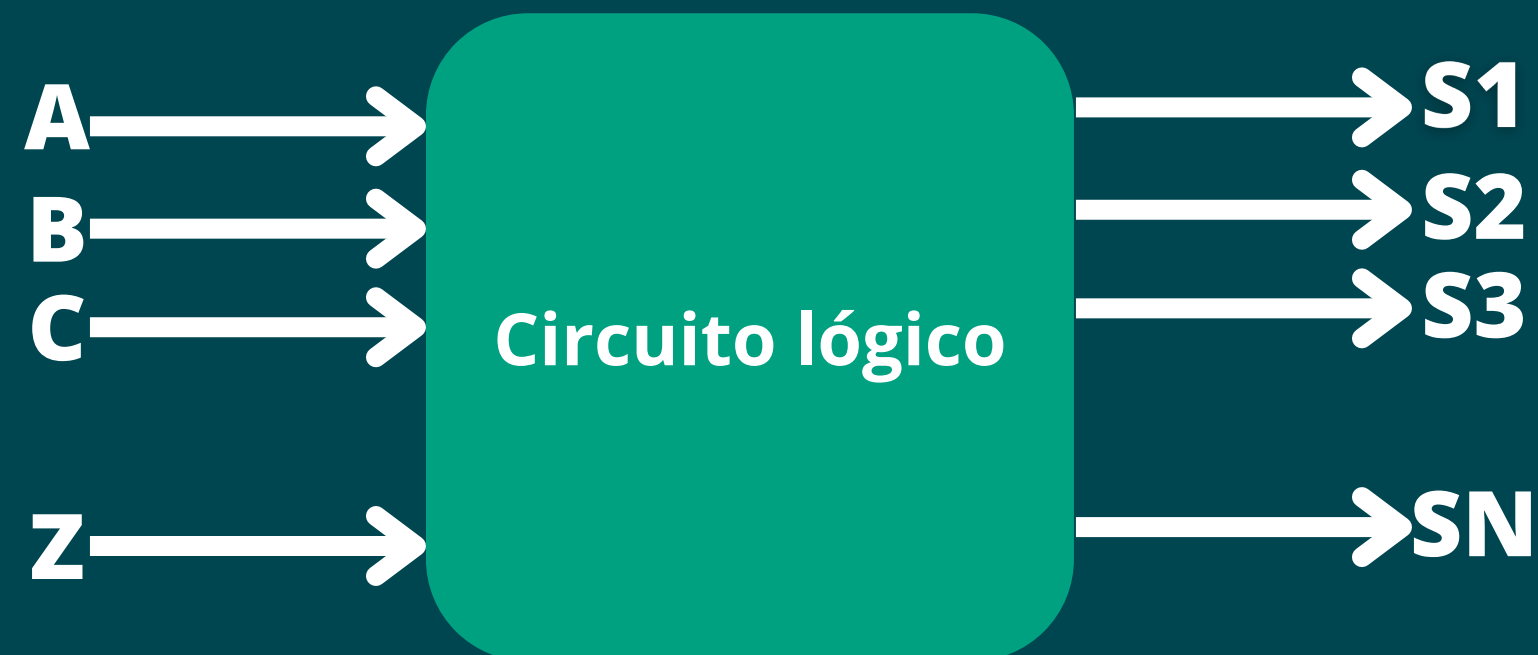


Circuitos Combinacionais



Circuitos combinacionais

- Circuitos cuja saída depende única e exclusivamente das combinações entre as variáveis de entrada
- Para construir esses circuitos, necessitamos de suas expressões obtidas a partir de tabelas verdade



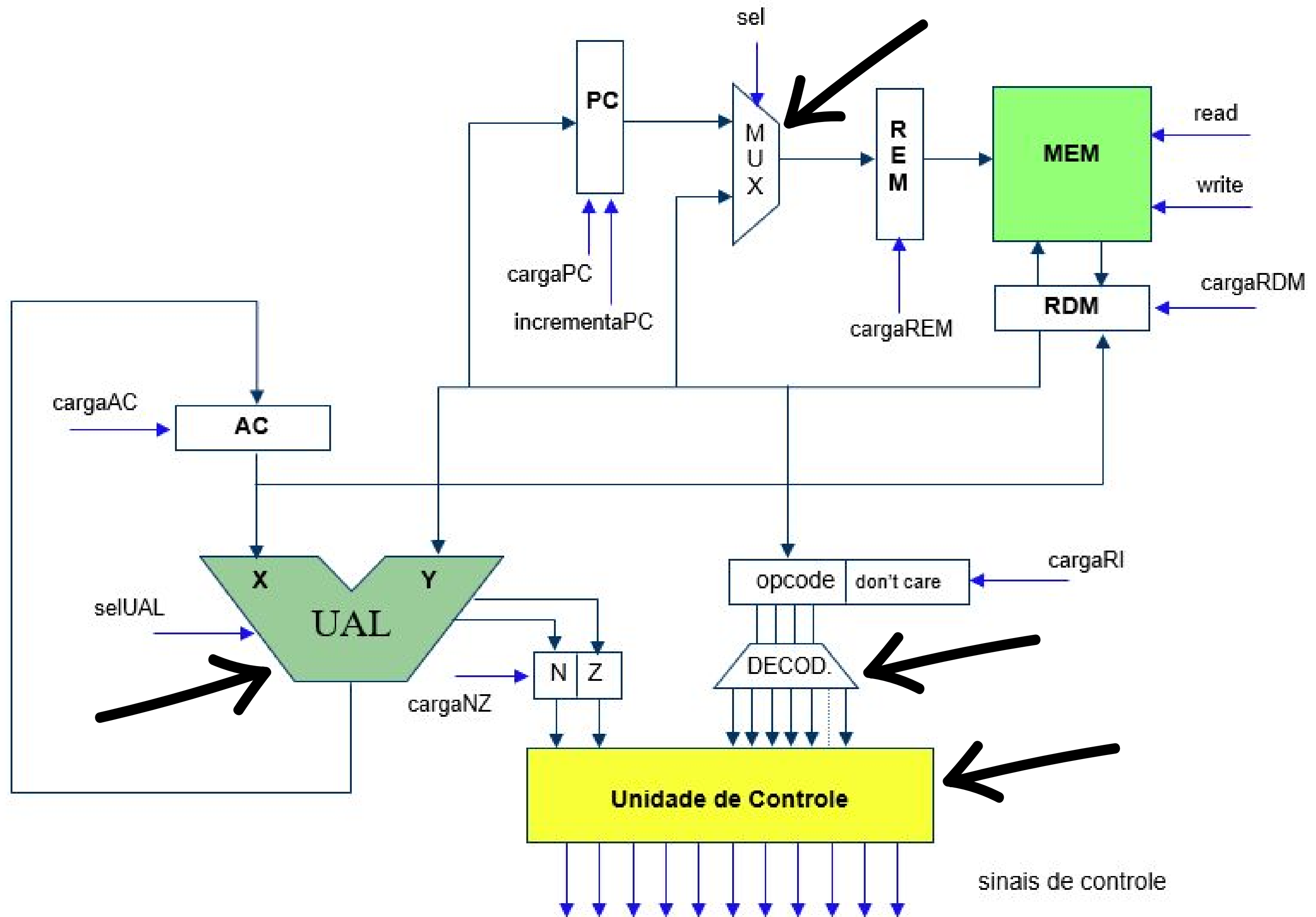
Onde utilizamos esses circuitos



- **Dentro dos circuitos integrados como microprocessadores:**
 - **Na forma de circuitos aritméticos**
 - **somadores, subtratores, ...**
 - **Codificadores, decodificadores,...**
 - **Multiplexadores e Demultiplexadores**

Mas, onde se encontram





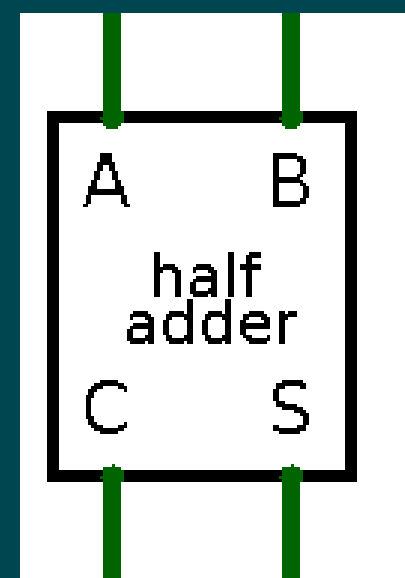
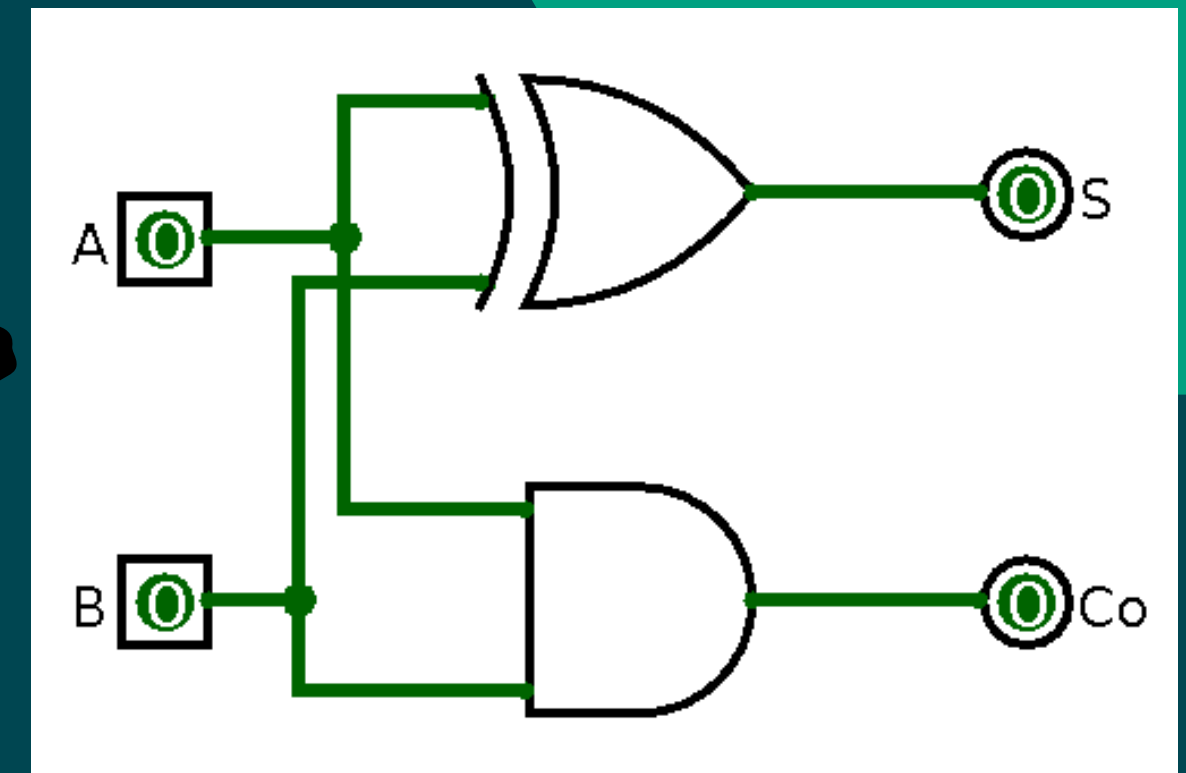
Circuitos aritméticos

- **Conjunto de circuitos combinacionais aplicados para finalidade específica nos sistemas digitais**
- **Utilizamos, principalmente, para construir a ULA (Unidade Lógica Aritmética) dos microprocessadores**
- **Também são encontrados em forma de circuitos integrados**

Meio somador (half adder)

A	B	S	Co
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

$$S = A \oplus B$$
$$Co = A \cdot B$$



Somador completo (full adder)

A	B	Ci	S	Co
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$S = \bar{A} \bar{B} C_i + \bar{A} B \bar{C}_i + A \bar{B} \bar{C}_i + A B C_i$$
$$C_o = \bar{A} B C_i + A \bar{B} C_i + A B \bar{C}_i + A B C_i$$

Não é possível simplificar o S. No entanto, a tabela verdade do S é equivalente se utilizarmos a seguinte expressão:

$$S = A \oplus B \oplus C_i$$

Somador completo (full adder)

A	B	Ci	S	Co
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$S = \bar{A} \bar{B} C_i + \bar{A} B \bar{C}_i + A \bar{B} \bar{C}_i + A B C_i$$
$$C_o = \bar{A} B C_i + A \bar{B} C_i + A B \bar{C}_i + A B C_i$$

Usando Mapa de Karnaugh para Co, temos:

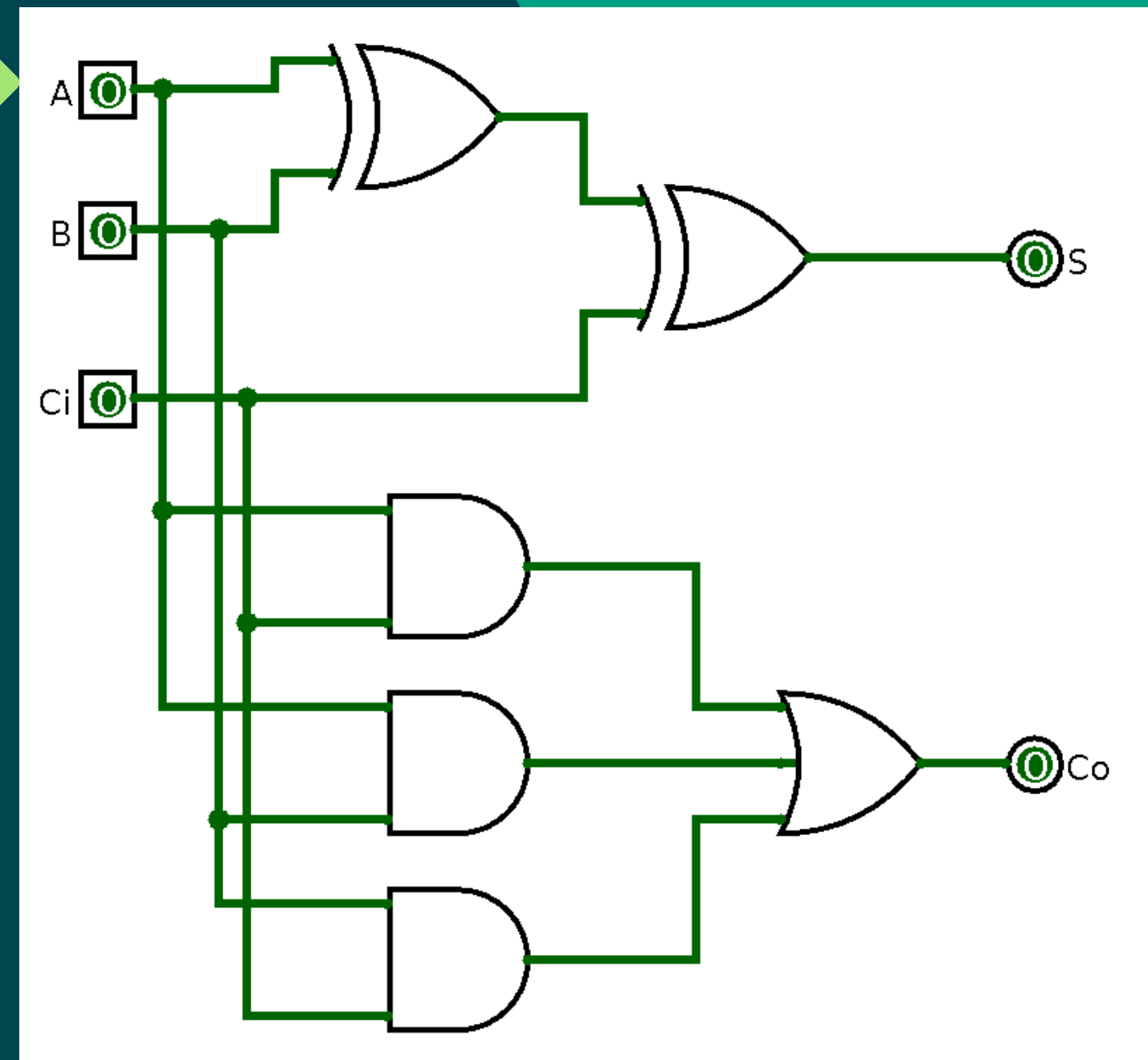
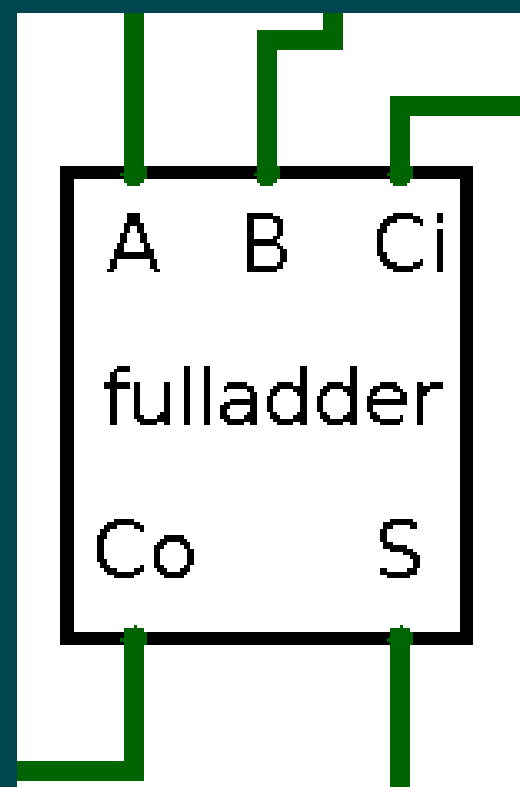


$$C_o = B C_i + A C_i + A B$$

Somador completo (full adder)

$$S = A \oplus B \oplus Ci$$
$$Co = BCi + ACi + AB$$

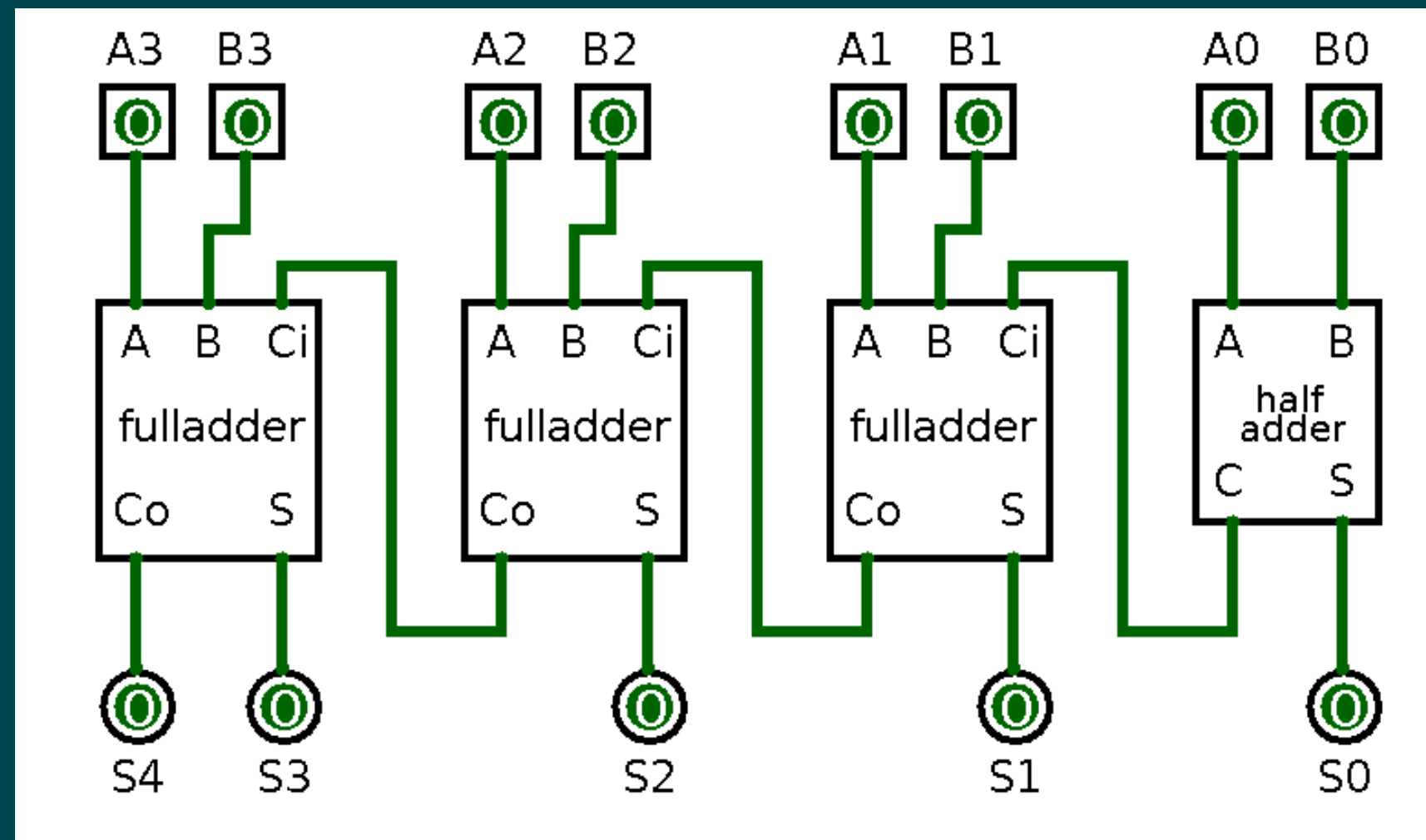
A	B	Ci	S	Co
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1



Somador de 4 bits

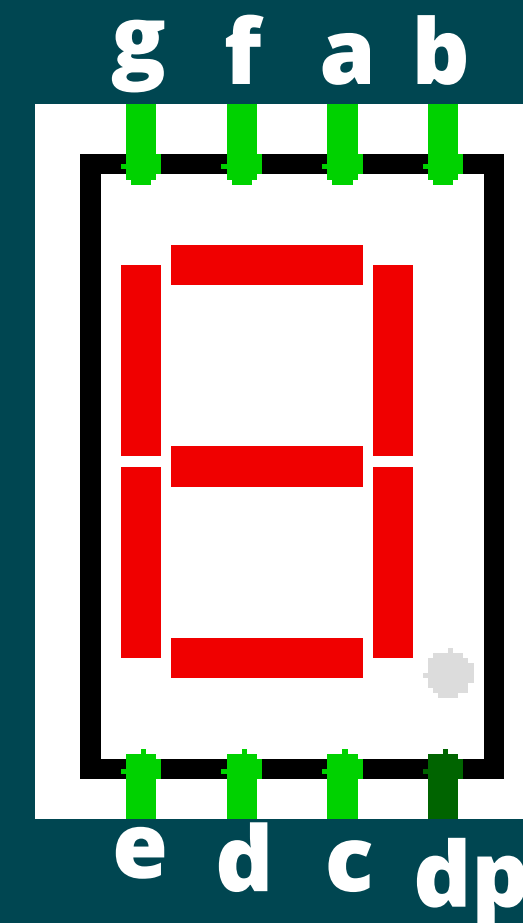
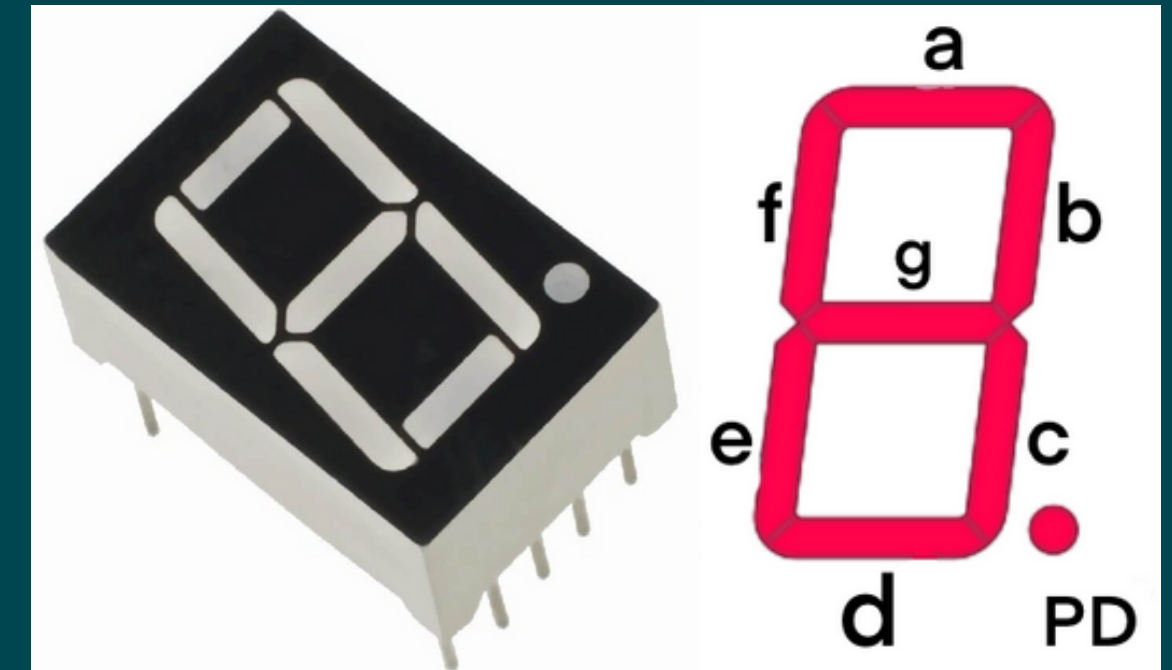
Montar um sistema em blocos que efetue a soma de 2 números de 4 bits, conforme o esquema a seguir:

$$\begin{array}{r} A_3 \quad A_2 \quad A_1 \quad A_0 \\ + B_3 \quad B_2 \quad B_1 \quad B_0 \\ \hline S_4 \quad S_3 \quad S_2 \quad S_1 \quad S_0 \end{array}$$



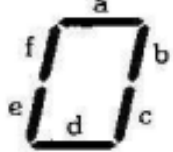
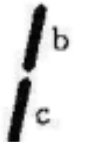
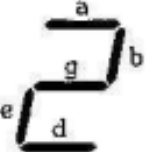
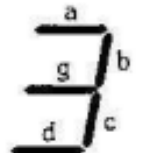
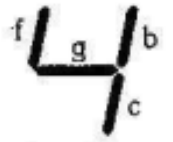
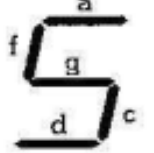
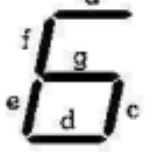
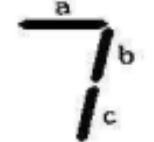
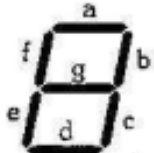
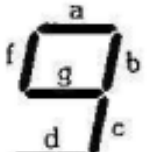
Decodificador para Display de 7 segmentos

- O display de 7 segmentos possibilita escrever números decimais 0 a 9 e alguns outros símbolos, que podem ser letras ou sinais.
- Os fabricantes variam a forma como eles mapeiam as entradas para os segmentos, o correspondência usada pelo Logisim é baseada no componente Texas Instruments TIL321 .

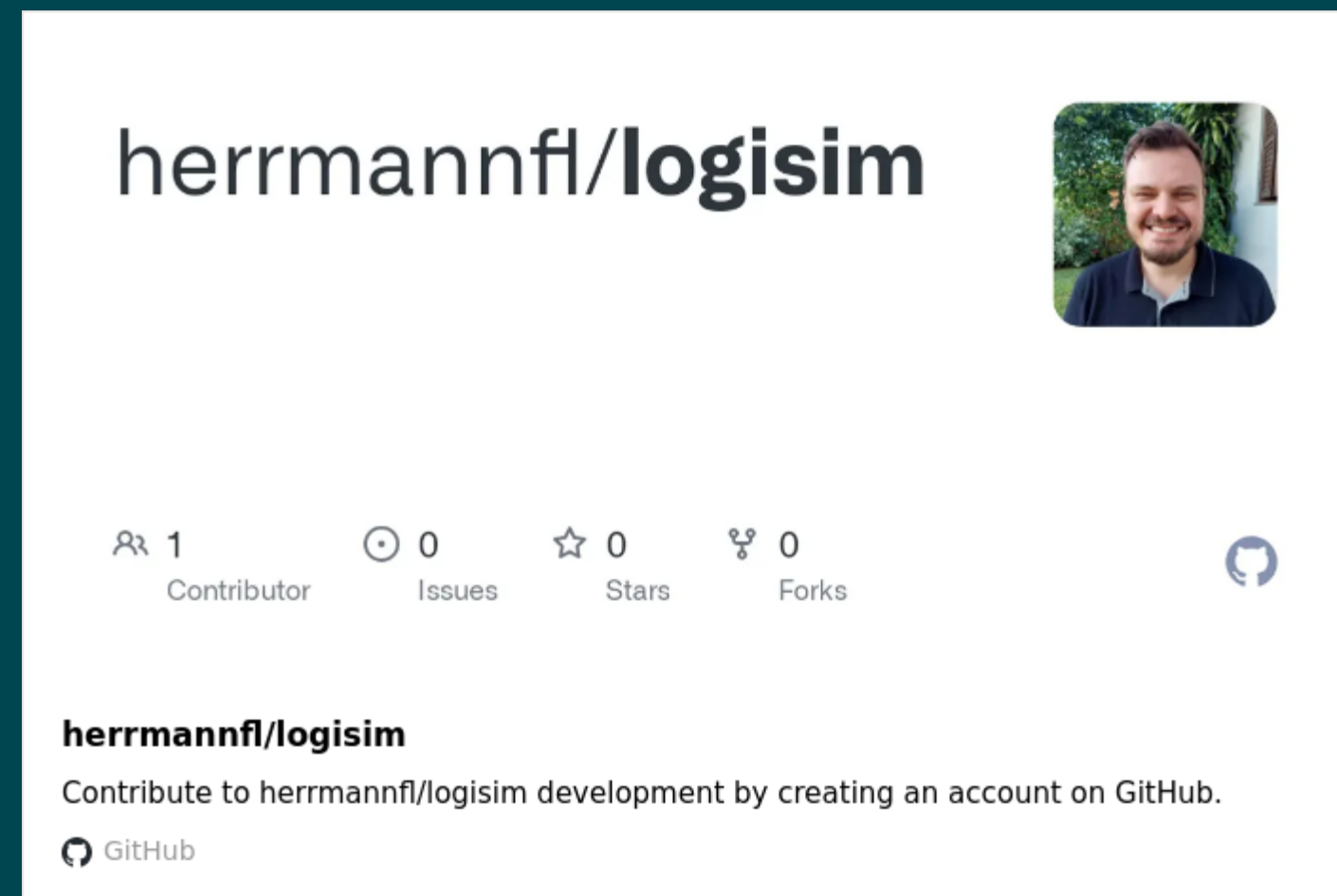


Decodificador para Display de 7 segmentos

- Fazer expressões para cada um dos 7 segmentos (a, b, c, d, e, f, g)
- Simplificar as expressões utilizando Mapa de Karnaugh

Characteres	Display	BCD 8421	Código para 7 Segmentos
		A B C D	a b c d e f g
0		0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0
1		0 0 0 1	0 1 1 0 0 0 0
2		0 0 1 0	1 1 0 1 1 0 1
3		0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1
4		0 1 0 0	0 1 1 0 0 1 1
5		0 1 0 1	1 0 1 1 0 1 1
6		0 1 1 0	1 0 1 1 1 1 1
7		0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0
8		1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1
9		1 0 0 1	1 1 1 1 0 1 1

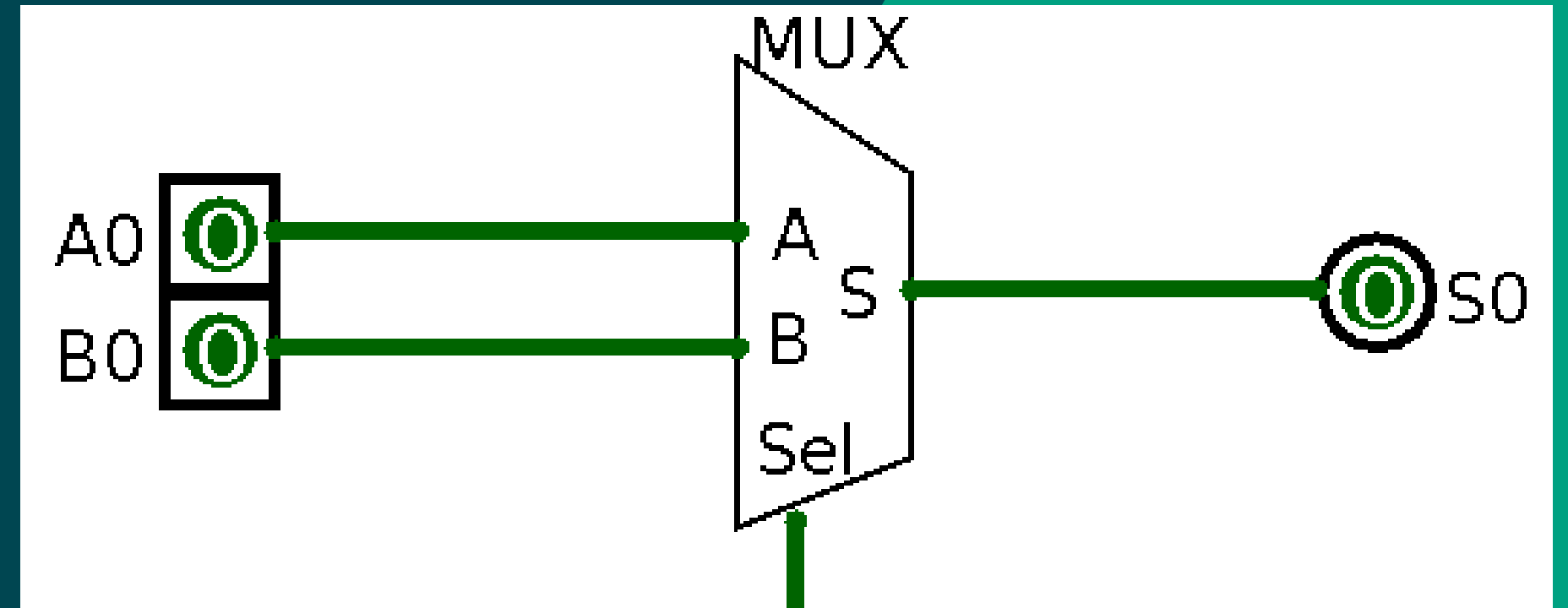
Driver Hexadecimal para display de 7 segmentos:



<https://github.com/herrmannfl/logisim>

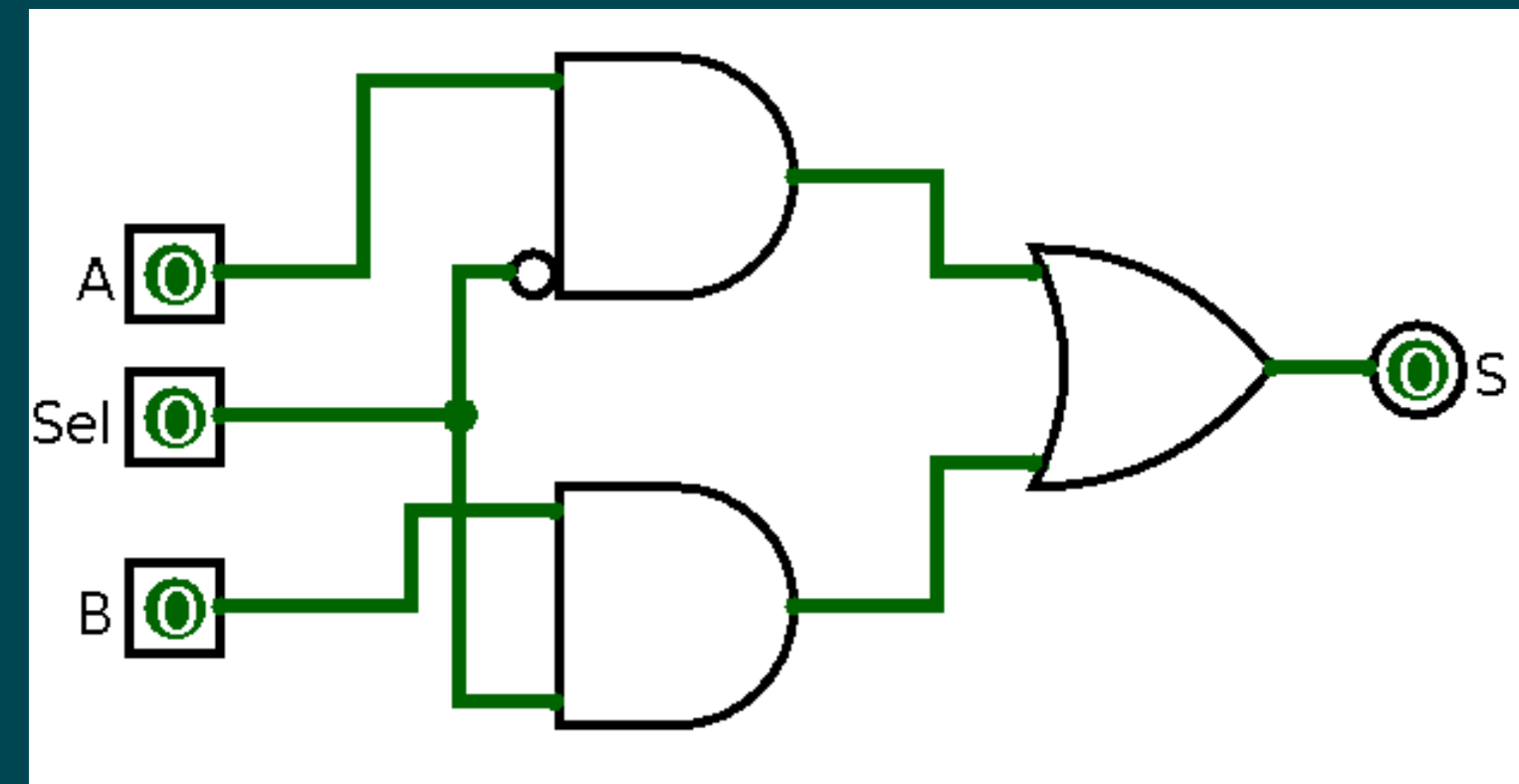
Multiplexadores

- o multiplexador conecta diversas entradas a uma única saída.
- Em um dado momento, uma das entradas é selecionada para ser passada para a saída.

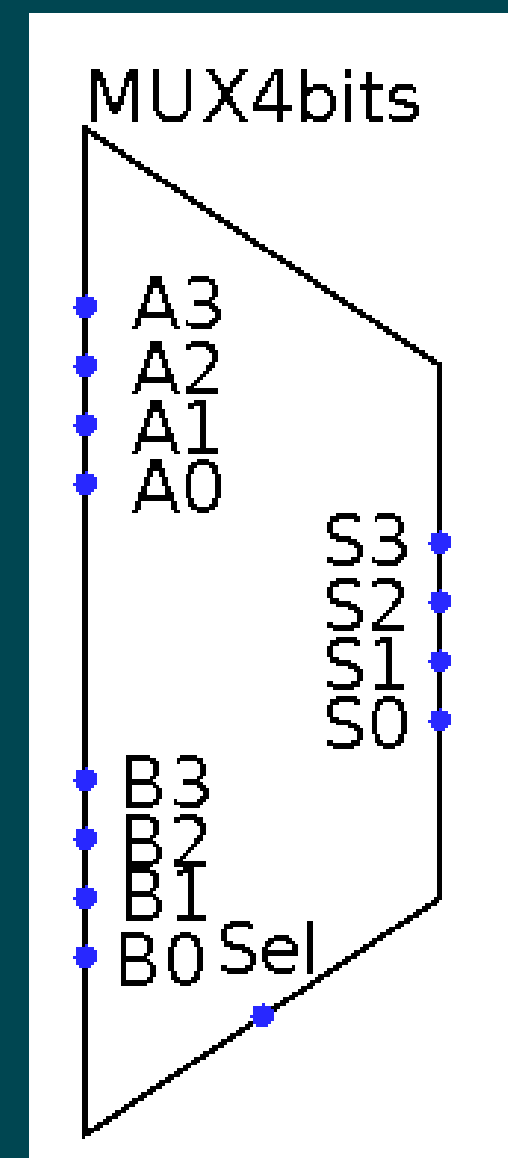
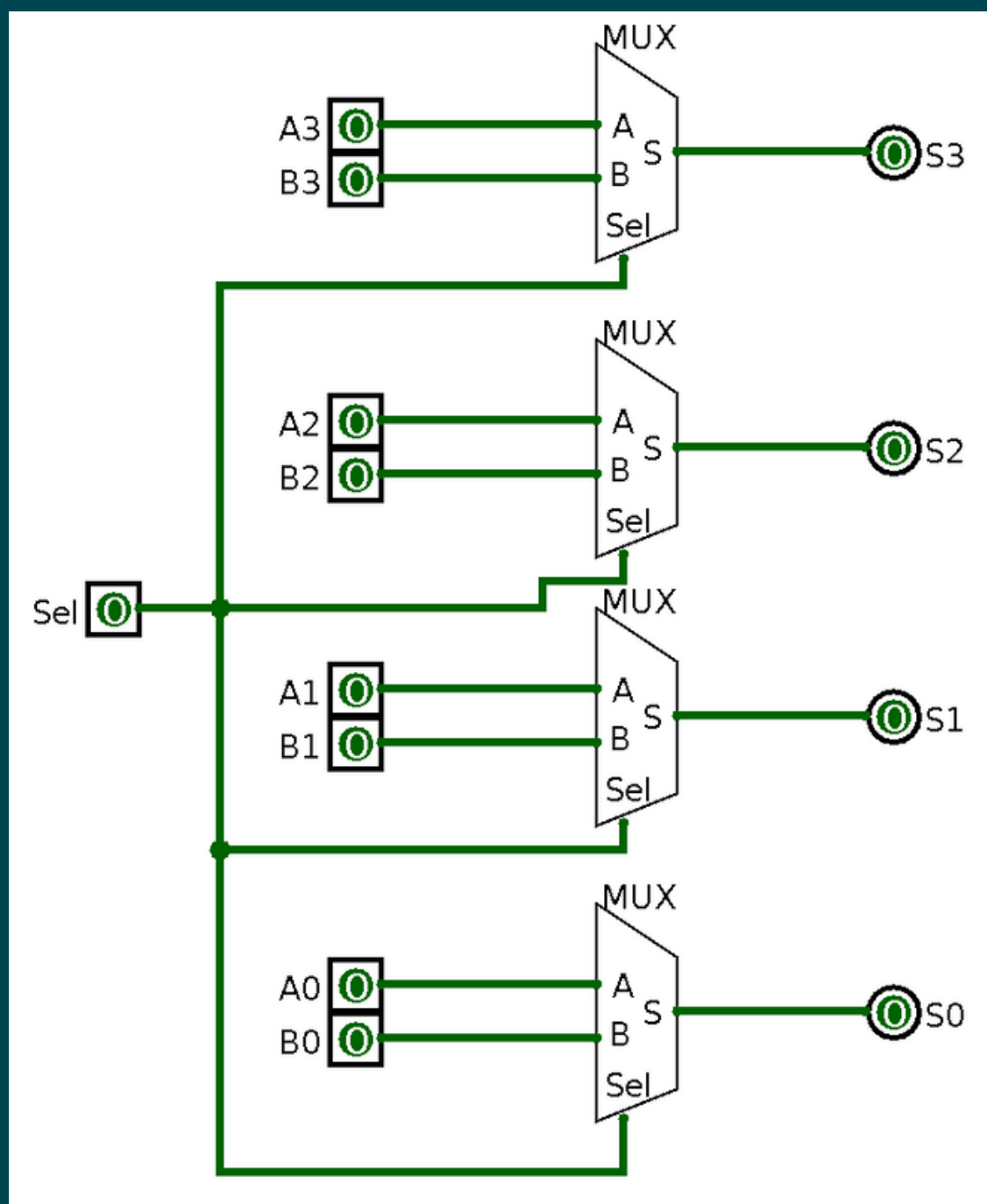


Sel	S
0	A
1	B

$$S = A \overline{Sel} + B Sel$$



Multiplexador para 4 bits com uma seleção





Meio subtrator (half sub)

A	B	S	Co
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

O que devo fazer



- Gerar expressões para S e Co
- Implementar o circuito no Logisim

Subtrator completo (full sub)

Para calcular o S e Co primeiramente deve-se fazer $A - B$, guardar o resultado em S0 e Co0. E, depois, fazer $S0 - Ci$ e guardar o resultado em S e Co.

O que devo fazer



- Gerar expressões simplificadas para S e Co
- Implementar o circuito no Logisim

A	B	Ci	S	Co
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

A	B	S0	Ci0	Ci	S	Co
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1

Subtrator de 4 bits

Montar um sistema em blocos que efetue a soma de 2 números de 4 bits, conforme o esquema a seguir:

$$\begin{array}{r} A_3 \quad A_2 \quad A_1 \quad A_0 \\ -B_3 \quad B_2 \quad B_1 \quad B_0 \\ \hline S_4 \quad S_3 \quad S_2 \quad S_1 \quad S_0 \end{array}$$

