UNISINOS

DESAFIE
O AMANHÃ.

Prototipação Digital

Prof. Ms. Bruna Fernandes Flesch

Agenda

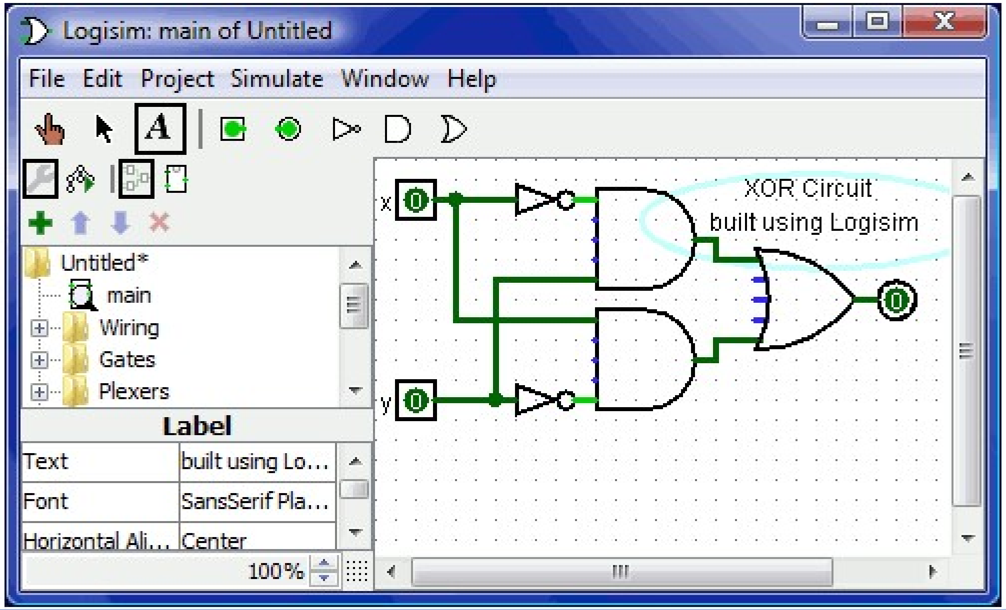
- Assessoria projeto de Grau A.

Objetivos

- Desenvolver o Projeto de Grau A;
- - Esclarecer dúvidas.

Logisim

Disponível a partir do link:
https://sourceforge.net/projects/circuit/



UNISINOS
DESAFIE O AMANHÃ.

Números sinalizados

Representação sinal-magnitude

- Utilizado para representarmos números com sinal;
- Geralmente, o bit mais significativo (MSB) é utilizado para representar o sinal (positivo ou negativo);
- Os demais bits representam a magnitude do número.

Inteiro	Sinal-magnitude	Complemento de 1 (Complemento de cada um dos bits do número positivo)	Complemento de 2 (Some 1 ao complemento de 1)
7	0111	**0111**	**0111**
6	0110	**0110**	**0110**
5	0101	**0101**	**0101**
4	0100	**0100**	**0100**
3	0011	**0011**	**0011**
2	0010	**0010**	**0010**
1	0001	**0001**	**0001**
0	0000	**0000**	**0000**
-1	1001	1110	1111
-2	1010	1101	1110
-3	1011	1100	1101
-4	1010	1011	1100
-5	1101	1010	1011
-6	1110	1001	1010
-7	1111	1000	1001
-8	-		1000
-0	1010	-	-

$0 + 0 = 0$

$0 + 1 = 1$

$1 + 0 = 1$

$1 + 1 = \boxed{1}0$

$1 + 1 + 1 = \boxed{1}1$

carry = bit de transporte

Representação do complemento de 1

- Na representação em complemento de 1 invertem-se todos os bits de um número para representar o seu complementar: assim, se converte um valor positivo para um negativo, e vice-versa. **Quando o bit mais à esquerda é 0, esse valor é positivo; se for 1, então é negativo.**

- O problema desta representação é que existem 2 padrões de bits para o 0, havendo assim desperdício de representação.

$100_{10} = 01100100_2$ (com 8 bits)

$10011011_2 = -100_{10}$

$0_{10} = 00000000_2 = 11111111_2$

Representação do complemento de 2

- A solução encontrada consiste em representar os números em **complemento de 2**. Para determinar o negativo de um número, inverte-se todos os seus bits e soma-se uma unidade;
- O bit da esquerda indica o sinal;
- Possui processo para converter um número de positivo para negativo e de negativo para positivo;
- 0 tem uma representação única: todos os bits a 0;
- A gama de valores que é possível representar com n bits é $-2^{n-1} \ldots 2^{n-1}-1$.

$$101_{10} = 01100101_2 \text{ (com 8 bits)}$$

$$10011010_2$$

$$10011010_2 + 1 = 10011011_2 = -101_{10}$$

Representação do complemento de 2

Ex.:

$+25_{10} = 00011001_2$ (número original)

$-25_{10} = 11100111_2$ (complemento de 2)

- Note que:

00011001_2

11100110_2

$+1_2$

$11100111_2 = -128 + 64 + 32 + 4 + 2 + 1 = -64 + 39 = -25_{10}$

25 | 2
24 12 | 2
1 12 6 | 2
0 6 3 | 2
0 2 1 MSB
1

00011001_2

Comp.1. 11100110

Comp.2. + 00000001

11100111

Representação do complemento de 2

bit de transporte

Ex.: Qual o número representado por 11100100_2 (com 8 bits)?

$$\boxed{00011011_2}$$

C1.

negativo

$$\boxed{00011011_2 + 1 = 00011100_2 = 28_{10}}$$

+

$$
\begin{array}{r}
{\scriptstyle 1\,1\,} \\
00011011 \\
+\ 00000001 \\
\hline
00011100
\end{array}
$$

$$\boxed{11100100_2 = -28_{10}}$$

−

Representação do complemento de 2

Exercício 1:

+

Seja o número 01010110_2 na representação em complemento de 2 (com 8 bits). Obtenha seu valor em decimal bem como o seu complemento de 2

Representação do complemento de 2

Exercício 1:

Seja o número 01010110_2 na representação em complemento de 2 (com 8 bits). Obtenha seu valor em decimal bem como o seu complemento de 2

$01010110_2 = +86_{10}$

$2^6 + 2^4 + 2^2 + 2^1 = 64 + 16 + 4 + 2 = +86_{10}$

$10101010_2 = -86_{10}$

$-2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^1 = -128 + 32 + 8 + 2 = -86_{10}$

$01010110_2 = +86_{10}$

10101001_2 (VALOR INVERTIDO) C1

1_2 (SOMA 1)

$10101010_2 = -86_{10}$ C2

Aritmética em complemento de 2

I) Dois números positivos: A adição de dois números positivos e direta.

+9	0	1001
+4	0	0100
+13	0	1101

Aritmética em complemento de 2

II) Um número positivo e um outro menor e negativo: o número negativo deve estar na forma de complemento a 2. A soma é feita sobre todos os bits, inclusive os bits de sinal. O carry (vai um) gerado na última posição (MSB) é sempre descartado.

$9 + (-4) = 5$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +\;\; 1100 \\ \hline \cancel{1}0101 \\ \boxed{101} \end{array}$$

Aritmética em complemento de 2

III) Um número positivo e um outro maior e negativo:

$9 = 1001_2$

0110
+ 1

$\boxed{1}$ 0111
$\boxed{0}$ 0100

-9	1	0111
+4	0	0100
-5	1	1011

Aritmética em complemento de 2

IV) Dois números negativos:

$4_{10} = 100_2$

011

1100

-9		1	0111
-4		1	1100
-13	1	1	0011

negativo

11100 (-4)

00011

00100 $|x| = 4$

* Para garantir que os operandos têm o mesmo tamanho

Aritmética em complemento de 2

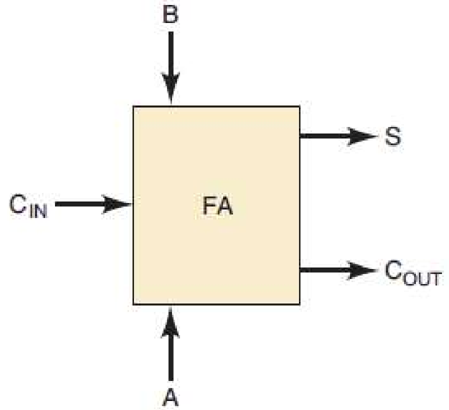
V) Dois números iguais em magnitude mas de sinais contrários:

+9		0	1001
-9		1	0111
0	1	0	0000

Projeto de um somador completo (full-adder)

a) Defina a tabela verdade;
b) Identifique os termos que atuarão cada bit de saída e represente sua expressão lógica (uma para cada bit);
c) Simplifique a expressão;
d) Represente o circuito.

Augend bit input	Addend bit input	Carry bit input	Sum bit output	Carry bit output
A	B	C_{IN}	S	C_{OUT}
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



UNISINOS DESAFIE O AMANHÃ.

Projeto de um somador completo (full-adder)

a) Defina a tabela verdade;
b) Identifique os termos que atuarão cada bit de saída e represente sua expressão lógica (uma para cada bit);
c) Simplifique a expressão;
d) Represente o circuito.

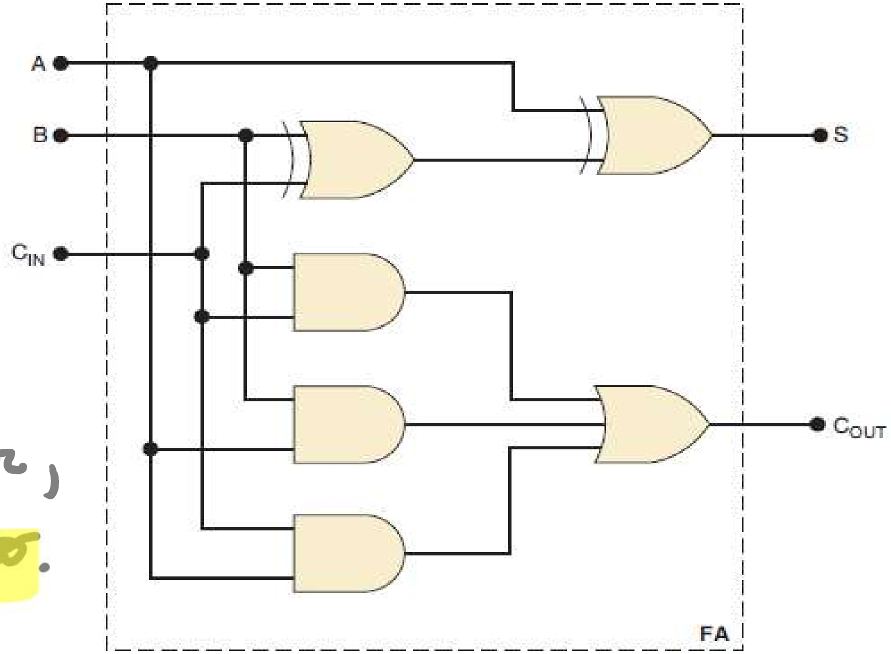
$$S = \overline{A}\,\overline{B}C_{IN} + \overline{A}B\overline{C}_{IN} + A\overline{B}\,\overline{C}_{IN} + ABC_{IN}$$
$$S = \overline{A}(\overline{B}C_{IN} + B\overline{C}_{IN}) + A(\overline{B}\,\overline{C}_{IN} + BC_{IN})$$
$$S = \overline{A}(B \oplus C_{IN}) + A(\overline{B \oplus C_{IN}})$$
$$S = \overline{A} \cdot X + A \cdot \overline{X} = A \oplus X$$

$$C_{OUT} = \overline{A}BC_{IN} + A\overline{B}C_{IN} + AB\overline{C}_{IN} + ABC_{IN}$$
$$C_{OUT} = BC_{IN}(\overline{A} + A) + AC_{IN}(\overline{B} + B) + AB(\overline{C}_{IN} + C_{IN})$$
$$= BC_{IN} + AC_{IN} + AB$$

$C_{in}(\overline{A}\,\overline{B} + AB)$

Projeto de um somador completo (full-adder)

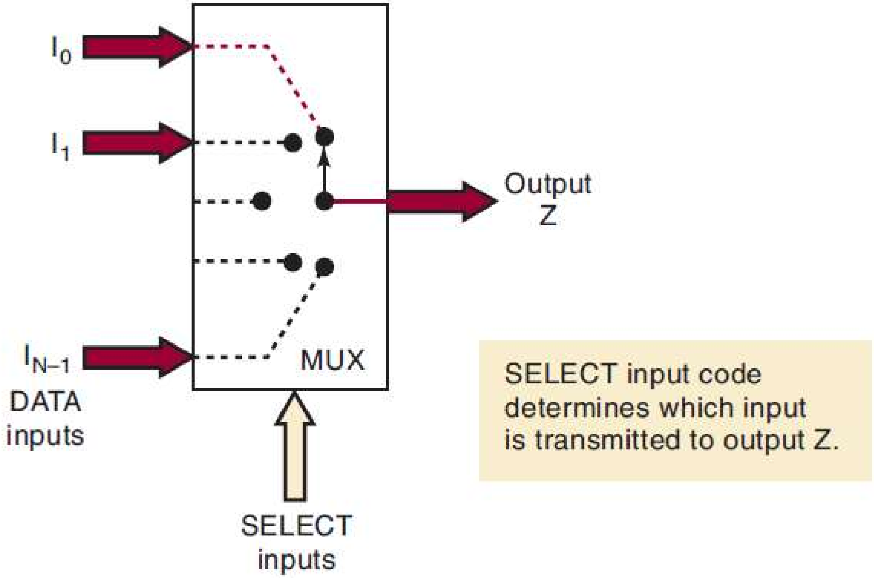
a) Defina a tabela verdade;
b) Identifique os termos que atuarão cada bit de saída e represente sua expressão lógica (uma para cada bit);
c) Simplifique a expressão;
d) Represente o circuito.



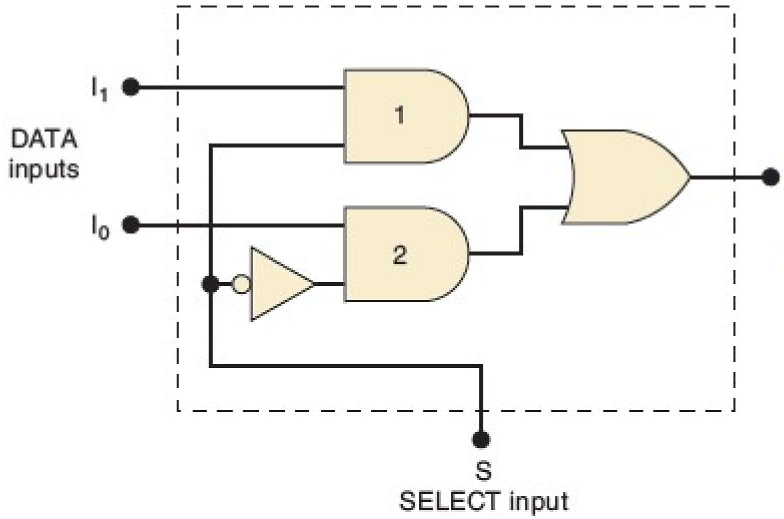
Em determinadas situações, pode-se utilizar um half-adder, no qual o carry é desprezado.

Multiplexadores

- São circuitos combinacionais utilizados para fazermos a seleção de dados;
- Também conhecidos como "**data selectors**";
- Possui diversas entradas e, a partir de uma entrada de controle (geralmente chamada seletor), **realiza o roteamento da entrada selecionada para a saída.**



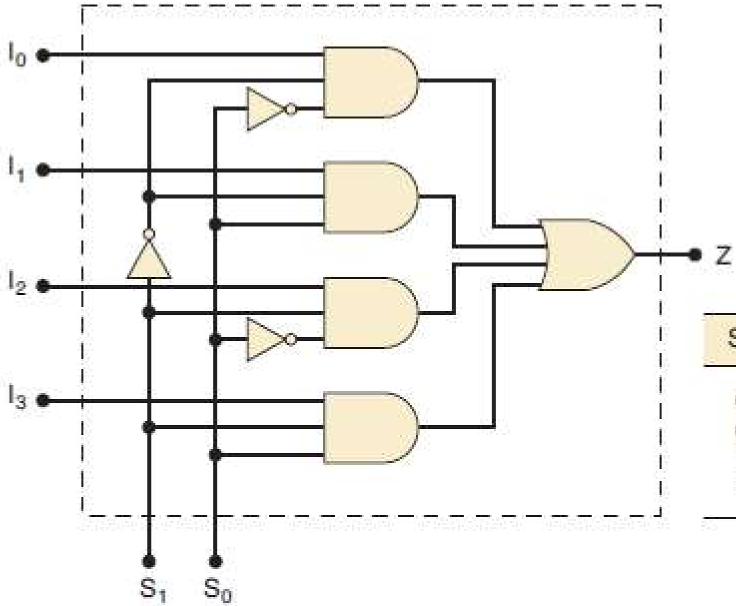
Multiplexador de duas entradas



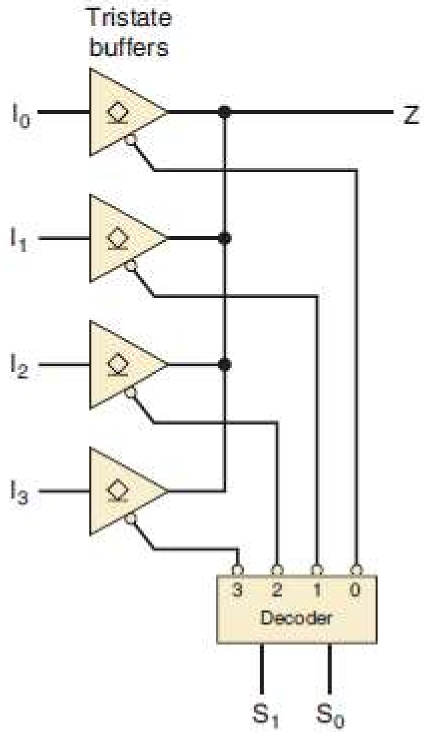
$Z = I_0 \cdot \bar{S} + I_1 \cdot S$

S	Output
0	$Z = I_0$
1	$Z = I_1$

Multiplexador de quatro entradas



S_1	S_0	Output
0	0	$Z = I_0$
0	1	$Z = I_1$
1	0	$Z = I_2$
1	1	$Z = I_3$



Discussão

Podemos desenvolver um circuito subtrator com uso do circuito de full adder. Isto significa que, com o mesmo circuito, pode-se tanto a operação soma, quanto a de subtração.

O circuito para subtrair A - B consiste em um somador com inversores colocados entre cada entrada de dados B e a entrada correspondente do somador completo.

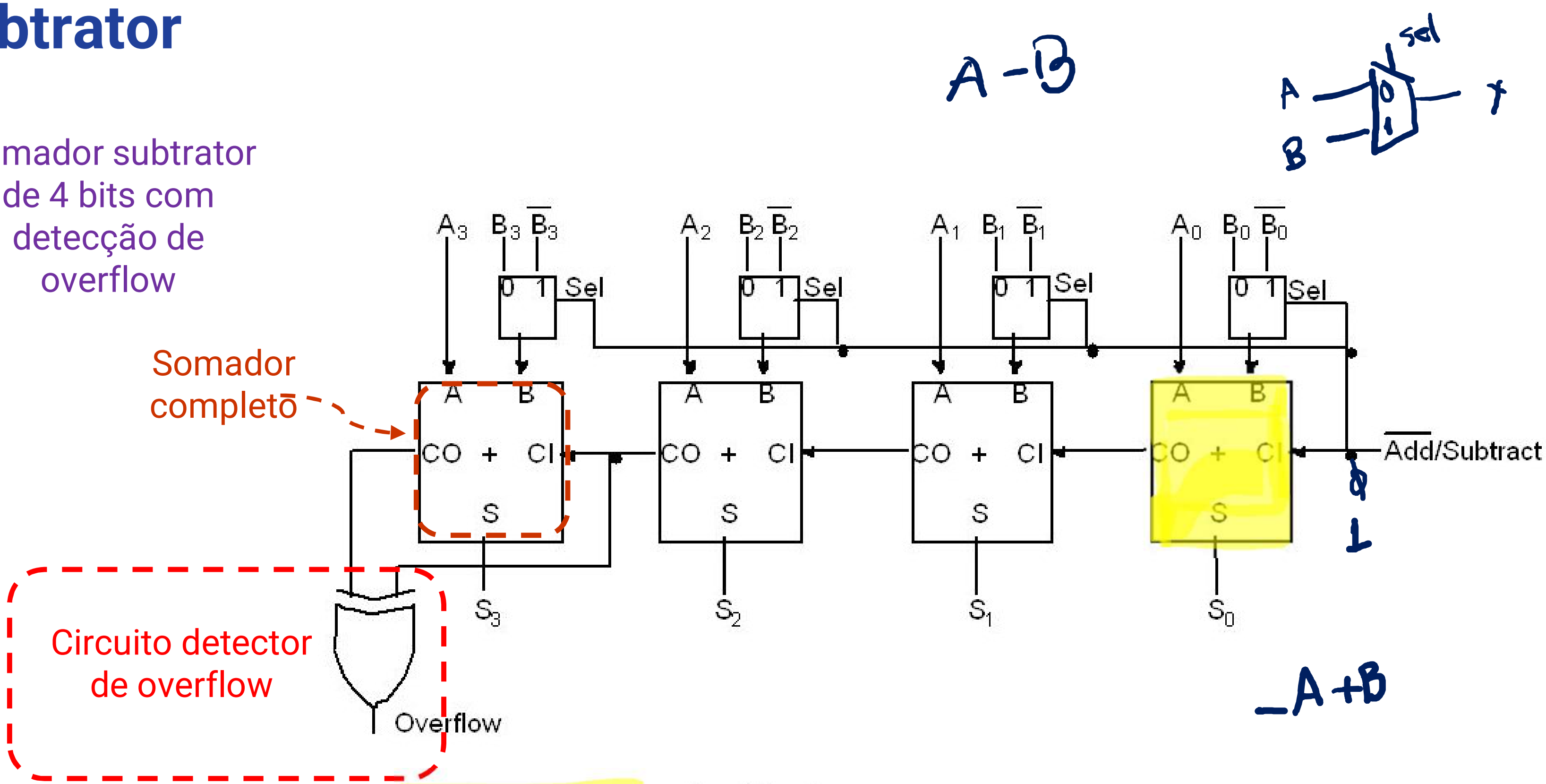
O carry in (transporte de entrada) C0 deve ser igual a 1 quando a subtração é realizada.

A operação assim realizada torna-se A mais o complemento de 1 de B mais 1.

Isso é igual a A mais o complemento de 2 de B.

Subtrator

Somador subtrator
de 4 bits com
detecção de
overflow



$A - B = A + (-B) = A + \overline{B} + 1$

Projeto de GA

Referências Bibliográficas

- Notas de aula – Prototipação Digital – Rodrigo Marques de Figueiredo – Unisinos.
- Notas de aula – Prototipação Digital – Eduardo Rhod– Unisinos.
- Notas de aula – Prototipação Digital – Sandro Binsfeld Ferreira – Unisinos.
- VHDL – Descrição e Síntese de Circuitos Digitais, 2ª Edição, Roberto D´Amore, Editora LTC, 2015.

OBRIGADO.

UNISINOS

DESAFIE
O AMANHÃ.