



Circuitos Digitais I - 6878

Nardênio Almeida Martins

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Informática

Bacharelado em Ciência da Computação

Aula de Hoje

Roteiro

- **Revisão**
 - Subtrator
 - Detector de Validade de BCD
 - Detector de igualdade
- **Aritmética Computacional**
 - Representação de Dados
 - Somador e Subtrator em Complemento de Dois

Revisão

Circuitos Aritméticos

Aritmética Computacional

Aritmética Computacional

Subtração

Exemplo de subtração em decimal (dígitos de 0 a 9):

Empresta 1 da coluna da esquerda para formar a dezena

$$\begin{array}{r} 76 \\ - 58 \\ \hline \end{array}$$
$$\begin{array}{r} \overset{6}{\cancel{7}} \overset{1}{6} \\ - 58 \\ \hline 8 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} \overset{6}{\cancel{7}} 6 \\ - 58 \\ \hline 18 \end{array}$$

Aritmética Computacional

Aritmética Computacional

Subtração em Binário

Gera um "empréstimo-1" (carry out) da coluna seguinte: a 1ª coluna passa a valer $2_{10}=10_2$

O carry out será subtraído da coluna seguinte na continuação da operação

Exemplo

a)	0	b)	¹ 0	c)	1	d)	1
	- 0		- 1		- 0		- 1
	<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>
	0		1		1		0

Exercícios

1. Obtenha a Tabela Verdade para o circuito meio subtrator de 1 bit (considere como entradas: A e B ; e como saídas: S e C_{out}).
2. Obtenha as expressões para a subtração S e para o C_{out} a partir da Tabela Verdade.
3. Simplifique as expressões S e C_{out} .
4. Desenhe o diagrama de portas lógicas do circuito meio subtrator.

Aritmética Computacional

Aritmética Computacional

Subtração em Binário :

Exemplo

Gera um "empresta-1" (carry out) da coluna seguinte: a 1ª coluna passa a valer $10_2 = 2_{10}$

1 0 1 0	1 0 1 0	1 0 1 0	1 0 1 0	1 0 1 0	1 0 1 0
- 0 0 1 1	- 0 0 1 1	- 0 0 1 1	- 0 0 1 1	- 0 0 1 1	- 0 0 1 1
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1	1	1 1	1 1	1 1 1

c_{in} → 1

1 0 1 0
- 0 0 1 1
<hr/>
10 10
1 1 1
<hr/>
0 1 1 1

← Subtração

Exercícios

1. Obtenha a Tabela Verdade para o circuito subtrator completo de 1 bit (considere como entradas: A , B e C_{in} ; e como saídas: S e C_{out}).
2. Obtenha as expressões para a subtração S e para o C_{out} a partir da Tabela Verdade.
3. Simplifique as expressões S e C_{out} .
4. Desenhe o diagrama de portas lógicas do circuito subtrator completo.

Soluções

1)

Entradas

Saídas

Tabela Verdade para o Subtrator Completo

A	B	C_{in}	S	C_{out}
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

Soluções

2)

Entradas			Saídas	
A	B	C_{in}	S	C_{out}
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

$$S = \overline{A} \overline{B} C_{in} + \overline{A} B \overline{C_{in}} + A \overline{B} \overline{C_{in}} + A B C_{in}$$

Soluções

2)

Entradas			Saídas	
A	B	C_{in}	S	C_{out}
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

$$S = \bar{A} \bar{B} C_{in} + \bar{A} B \bar{C}_{in} + A \bar{B} \bar{C}_{in} + A B C_{in}$$

$$C_{out} = \bar{A} \bar{B} C_{in} + \bar{A} B \bar{C}_{in} + \bar{A} B C_{in} + A B C_{in}$$

Soluções

3)

Simplificando as expressões

$$S = \overline{A} \overline{B} C_{in} + \overline{A} B \overline{C}_{in} + A \overline{B} \overline{C}_{in} + A B C_{in}$$

$$S = \overline{A} (\overline{B} C_{in} + B \overline{C}_{in}) + A (\overline{B} \overline{C}_{in} + B C_{in}) \quad \leftarrow A \text{ e } \overline{A} \text{ em evidência}$$

$$\text{Como } B \oplus C_{in} = \overline{B} C_{in} + B \overline{C}_{in} \quad \text{e} \quad B \odot C_{in} = \overline{B} \overline{C}_{in} + B C_{in}$$

$$S = \overline{A} (B \oplus C_{in}) + A (B \odot C_{in})$$

$$\text{Fazendo } X = B \oplus C_{in} \text{ e } \overline{X} = B \odot C_{in}$$

$$S = \overline{A} X + A \overline{X}$$

$$S = A \oplus X$$

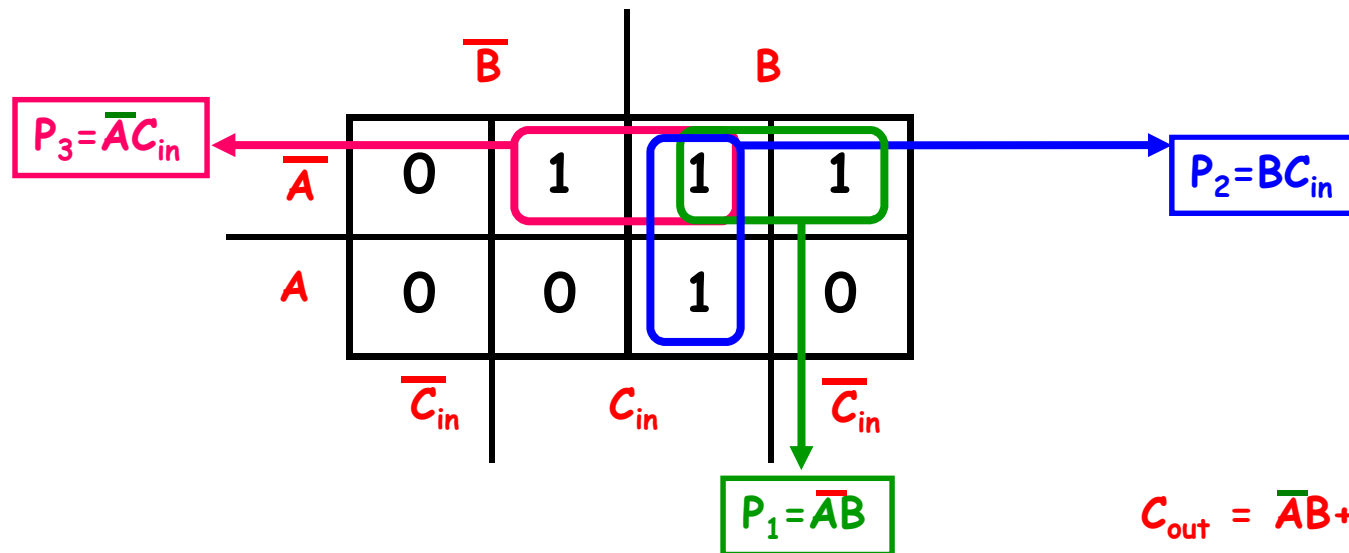
$$S = A \oplus B \oplus C_{in}$$

Soluções

3)

Simplificando as expressões

$$C_{out} = \bar{A} \bar{B} C_{in} + \bar{A} B \bar{C}_{in} + \bar{A} B C_{in} + A B C_{in}$$



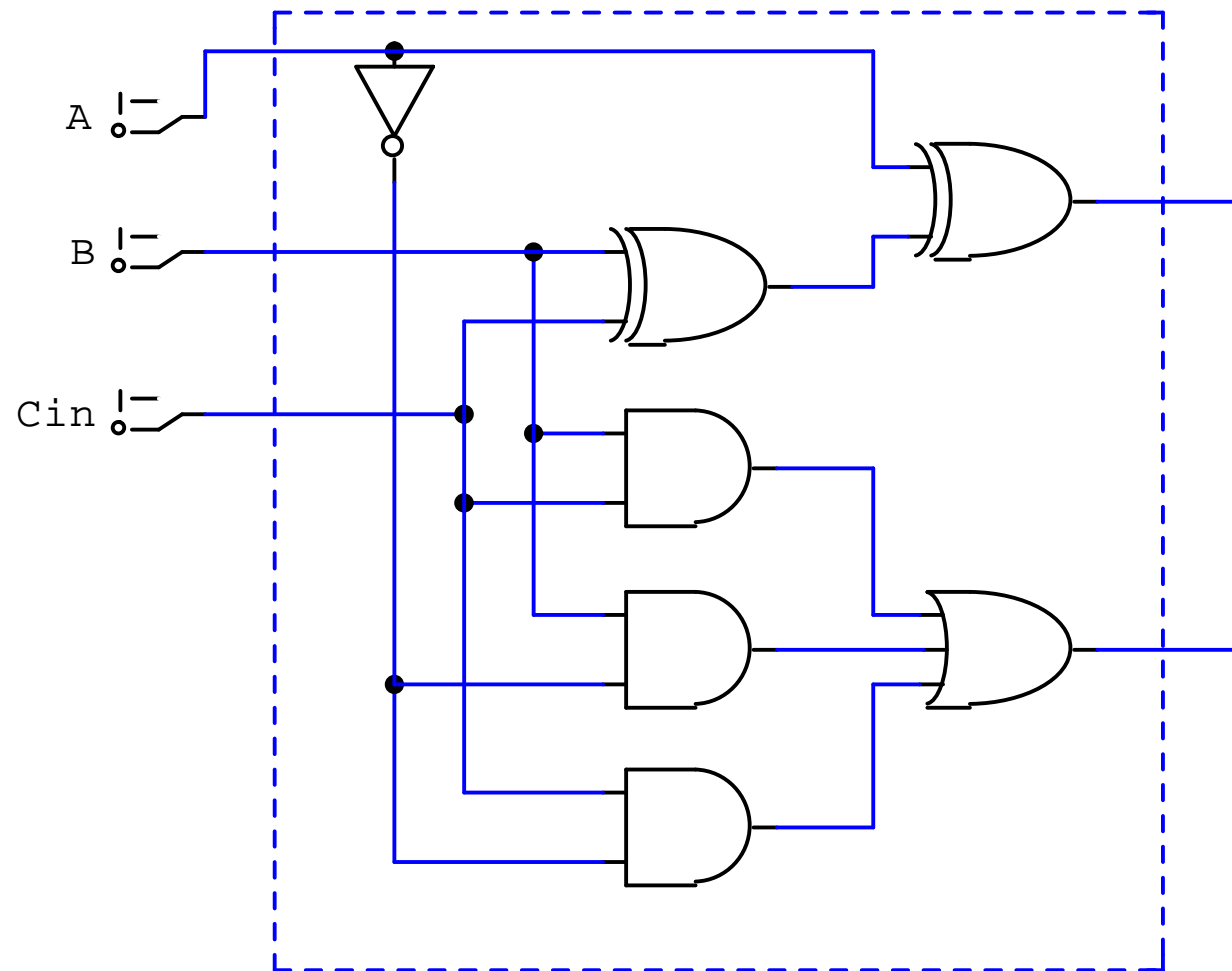
$$C_{out} = \bar{A} B + B C_{in} + \bar{A} C_{in}$$

Soluções

4)

$$S = A \oplus B \oplus C_{in}$$
$$C_{out} = \overline{A}B + BC_{in} + \overline{A}C_{in}$$

Circuito Subtrator Completo



Aula de Hoje

Aritmética Computacional:

- Representação de Dados
- Somador e Subtrator em Complemento de Dois

Representação de Dados

Representação prática e
fácil para ser processada??

$$\begin{array}{r}
 \text{XVII} \\
 \text{vezes LIX} \\
 \hline
 \text{CLXX} \\
 -\text{XVII} \\
 \hline
 \text{D(CCL)LL} \\
 \hline
 \text{DCCC LLLL X-X X-VII} \\
 = \text{DCCC CC III} \\
 = \text{MIII}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{X-VII} = \\
 \text{VIIIIII-VII} \\
 = \text{III}
 \end{array}$$

Representação de Dados

Como a informação é representada num processador?

- A representação de um dado corresponde aos dígitos que escrevemos para simbolizá-lo.
- Exemplos:

Valor (quantidade) 12

Representações: { Hexadecimal \Rightarrow C
Romano \Rightarrow XII
Binário \Rightarrow 1100

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Números de Ponto Fixo Sem Sinal: usam representação binária convencional

Exemplo:

Binário	Decimal
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

O valor do número é inteiro.
Nenhum bit é usado para
representar sinal.

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Números de Ponto Fixo Com Sinal

Existem 4 Métodos de Representação:

1. Sinal Magnitude
2. Complemento de 1
3. Complemento de 2
4. Notação em Excesso

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Representação Sinal Magnitude:

- Em decimal para representarmos as quantias +12 e -12 \Rightarrow usamos os sinais + e - para indicar se o número é positivo ou negativo
- Em Sinal Magnitude: Bit mais significativo (mais à esquerda) indica o sinal do número representado

0 indica número positivo

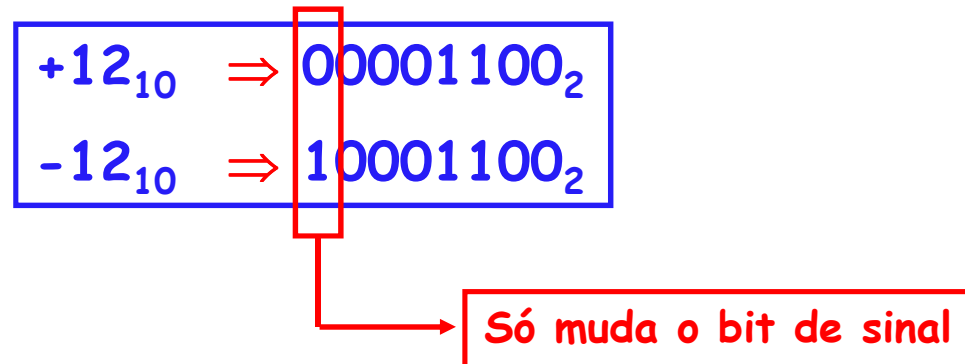
1 indica número negativo

Os bits restantes representam a Magnitude (valor do dado)

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Exemplo na Representação Sinal Magnitude:



Os bits restantes representam a Magnitude (valor do dado)

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Sinal Magnitude:

1. Há 2 representações para o número 0

$+0_{10} \Rightarrow 00000000_2$

$-0_{10} \Rightarrow 10000000_2$

-Pode gerar erros de programação

-Requer hardware mais complexo para comparar com os dois 0s.

Dificulta testes

$A! = 00000000$

e

$A! = 10000000$

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Sinal Magnitude:

2. Intervalo de representação é menor, isto é, a quantidade de números representáveis é menor

Exemplo: $2^3=8$

Isso significa que com 3 bits poderíamos representar até 8 valores diferentes, mas devido às duas representações do valor 0 (+0 e -0) podemos representar até 7 valores diferentes

011	+3
010	+2
001	+1
000	+0
100	-0
101	-1
110	-2
111	-3

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Representação em Complemento de 1:

- Na representação em Complemento de 1 nós complementamos (invertamos) todos os bits 1 por 0 e os bits 0 por 1
- Exemplo:

$+12_{10} \Rightarrow$	00001100_2
$-12_{10} \Rightarrow$	11110011_2

Os números positivos também têm o bit mais significativo em 0 e os números negativos em 1

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Complemento de 1:

1. Há também 2 representações para o número 0

$+0_{10} \Rightarrow 00000000_2$

$-0_{10} \Rightarrow 11111111_2$

-Pode gerar erros de programação

-Requer hardware mais complexo para comparar com os dois 0s.

Dificulta testes

$A! = 00000000$

e

$A! = 11111111$

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Complemento de 1:

2. Intervalo de representação é menor, isto é, a quantidade de números representáveis é menor

Exemplo: $2^3=8$

Isso significa que com 3 bits poderíamos representar até 8 valores diferentes, mas devido às duas representações do valor 0 (+0 e -0) podemos representar até 7 valores diferentes

011	+3
010	+2
001	+1
000	+0
111	-0
110	-1
101	-2
100	-3

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Representação em Complemento de 2:

- Na representação em Complemento de 2 nós complementamos (invertamos) todos os bits 1 por 0 e os bits 0 por 1 e somamos 1 ao resultado do Complemento de 1
- Exemplo:

$$+12_{10} \Rightarrow 00001100_2$$

Em Complemento de 2 os números positivos também têm o bit mais significativo em 0 e os números negativos em 1

$$-12_{10} \Rightarrow C1 = 11110011_2$$

$$\begin{array}{r} 11110011_2 \\ +1 \\ \hline 11110100_2 \end{array}$$

-12_{10} em Complemento de 2

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Complemento de 2:

1. Há somente 1 representação para o número 0

$$+0_{10} \Rightarrow 00000000_2$$

$$\begin{array}{r} -0_{10} \Rightarrow C1 = 11111111_2 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad +1 \\ \hline -0_{10} = 1 \quad 00000000_2 \end{array}$$

Carry é ignorado na conversão do número

-0_{10} em Complemento de 2

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Complemento de 2:

2. Intervalo de representação é maior que dos outros métodos de representação anteriores porque só há uma representação para o Zero

011	+3
010	+2
001	+1
000	+0
000	-0
111	-1
110	-2
101	-3
100	-4

Intervalo maior: 8 representações diferentes

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Representação em Excesso (Bias ou Deslocamento):

- A representação em Excesso tem o efeito de deslocar o número a ser representado, de forma que, o menor valor (negativo) corresponda à representação com todos os bits em zero e os valores sejam representados em ordem crescente, a partir do menor
- Exemplo em Excesso de 128:

$$+12_{10} \Rightarrow +12+128 = 140 = 10001100_2$$

$$-12_{10} \Rightarrow -12+128 = 116 = 01110100_2$$

Representação de Dados

Números de Ponto Fixo (Inteiros)

Observações para a Representação Excesso:

1. Há somente 1 representação para o número 0
2. Intervalo de representação maior

$$+127_{10} \Rightarrow +127+128 = 255 = 11111111_2$$

...

$$0_{10} \Rightarrow +0+128 = 128 = 10000000_2$$

...

$$-127_{10} \Rightarrow -127+128 = 1 = 00000001_2$$

$$-128_{10} \Rightarrow -128+128 = 0 = 00000000_2$$

Com 8 bits pode-se
representar $2^8=256$
números (de 0 a 255)

Ordem crescente facilita comparações entre os números

Representação de Dados

Resumo das Representações de Dados

Decimal	Sem Sinal	Sinal Magnitude	Complemento de 1	Complemento de 2	Excesso de 4
+7	111				
+6	110				
+5	101				
+4	100				
+3	011	011	011	011	111
+2	010	010	010	010	110
+1	001	001	001	001	101
+0	000	000	000	000	100
-0	-	100	111	000	100
-1	-	101	110	111	011
-2	-	110	101	110	010
-3	-	111	100	101	001
-4	-			100	000

Adição e Subtração em Complemento de 2

Aritmética Computacional em Complemento de 2

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

a)

$$\begin{array}{r} -7 \\ + (+5) \\ \hline -2 \end{array}$$

$7_{10}=0111_2$
 $5_{10}=0101_2$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 1 \\ \hline 1001 \end{array}$$

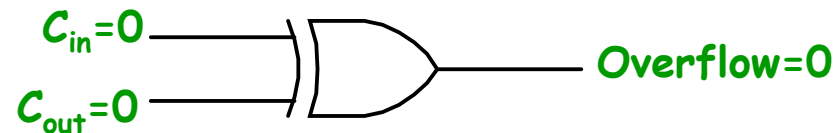
Complemento de 2 do valor -7_{10}

$C_{in}=0$

$$\begin{array}{r} 0 \quad 1 \\ 1001 \\ + 0101 \\ \hline 0 \quad 1110 \end{array} = -2_{10}$$

$C_{out}=0$

em Complemento de 2



$$\begin{array}{r} 0001 \\ + 1 \\ \hline 0010 \end{array}$$

Complemento de 2 de -2_{10}

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

b)
$$\begin{array}{r} -4 \\ + (+4) \\ \hline 0 \end{array}$$

$4_{10} = 0100_2$

$$\begin{array}{r} 1011 \\ + 1 \\ \hline 1100 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor -4_{10}

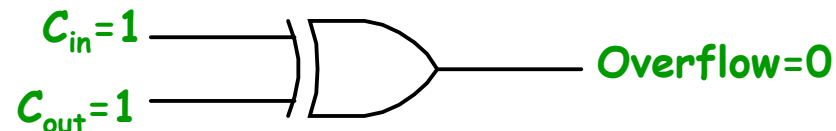
$C_{in}=1$

$$\begin{array}{r} 1100 \\ + 0100 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$C_{out}=1$

$= 0_{10}$

em Complemento de 2



Despreza o carry

$$\begin{array}{r} 1111 \\ + 1 \\ \hline 0000 \end{array}$$

Complemento de 2 de 0_{10}

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

c)

$$\begin{array}{r} +3 \\ + (+4) \\ \hline +7 \end{array}$$

$3_{10}=0011_2$
 $4_{10}=0100_2$

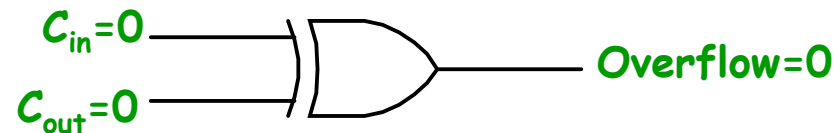
$C_{in}=0$

$$\begin{array}{r} 0011 \\ + 0100 \\ \hline 0111 \end{array}$$

$C_{out}=0$

$=7_{10}$

em Complemento de 2



Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

d)

$$\begin{array}{r} -4 \\ + (-1) \\ \hline -5 \end{array}$$

$$4_{10} = 0100_2$$

$$1_{10} = 0001_2$$

$$\begin{array}{r} 1011 \\ + 1 \\ \hline 1100 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor -4_{10}

Complemento de 2 do valor -1_{10}

$C_{in}=1$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1100 \\ + 1111 \\ \hline 1\ 1011 \end{array}$$

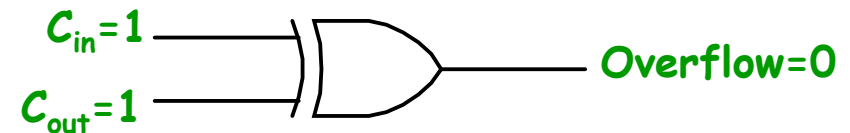
$C_{out}=1$

$= -5_{10}$

em Complemento de 2

Despreza o carry

$$\begin{array}{r} 1110 \\ + 1 \\ \hline 1111 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 0100 \\ + 1 \\ \hline 0101 \end{array}$$

Complemento de 2 de -5_{10}

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

e)

$$\begin{array}{r} +5 \\ + (+4) \\ \hline +9 \end{array}$$

$5_{10}=0101_2$
 $4_{10}=0100_2$

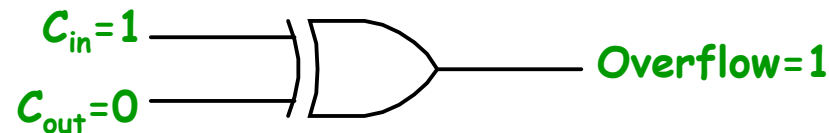
$C_{in}=1$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0101 \\ + 0100 \\ \hline 0 \ 1001 \end{array}$$

$C_{out}=0$

$= -7_{10}$

em Complemento de 2



2 números positivos
somados não podem
resultar num
número negativo

Erro de Overflow

$01001_2=9_{10}$

Não dá para representar 9 com
registrador de 4 bits, com 1 bit de sinal

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Adição:

f)
$$\begin{array}{r} -7 \\ + (-6) \\ \hline -13 \end{array}$$

$$7_{10} = 0111_2$$

$$6_{10} = 0110_2$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 1 \\ \hline 1001 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor -7_{10}

Complemento de 2 do valor -6_{10}

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1 \\ \hline 1010 \end{array}$$

$C_{in}=0$ → 0

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1010 \\ \hline \end{array}$$

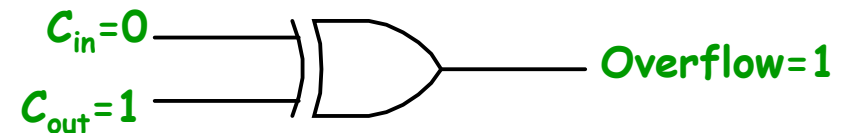
+ 1010

$$1\ 0011 = 3_{10}$$

$C_{out}=1$

em Complemento de 2

Despreza o carry



2 números negativos somados não podem resultar num número positivo

Adição e Subtração em Complemento de 2

Subtração

A Subtração pode ser efetuada usando um circuito Somador

Minuendo
- Subtraendo

Subtração

Usa o Complemento de 2 do Subtraendo e soma-o ao Minuendo

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

a)

$$\begin{array}{r} 2 \\ - (+7) \\ \hline -5 \end{array}$$

$$2_{10} = 0010_2$$

$$7_{10} = 0111_2$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 1 \\ \hline 1001 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor 7_{10}

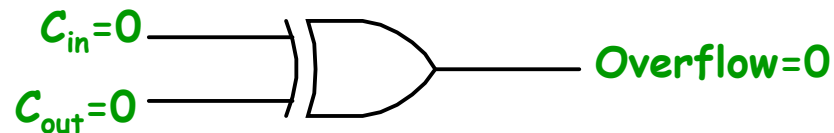
$C_{in}=0$

$$\begin{array}{r} 0010 \\ + 1001 \\ \hline 01011 \end{array}$$

$C_{out}=0$

$= -5_{10}$

em Complemento de 2



$$\begin{array}{r} 0100 \\ + 1 \\ \hline 0101 \end{array}$$

Complemento de 2 de -5_{10}

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

b)

$$\begin{array}{r} 5 \\ - (+2) \\ \hline 3 \end{array}$$

$$5_{10} = 0101_2$$

$$2_{10} = 0010_2$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1 \\ \hline 1110 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor 2_{10}

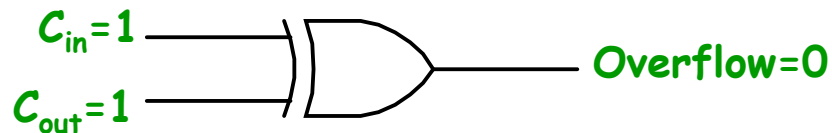
$C_{in}=1$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0101 \\ + 1110 \\ \hline \end{array}$$

$C_{out}=1$

$$1\ 0011 = 3_{10}$$

em Complemento de 2



Despreza o carry

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

c)

$$\begin{array}{r} -5 \\ - (+2) \\ \hline -7 \end{array}$$

$$5_{10} = 0101_2$$

$$2_{10} = 0010_2$$

$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 1 \\ \hline 1011 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor -5_{10}

Complemento de 2 do valor 2_{10}

$C_{in}=1$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 1011 \end{array}$$

$$+ 1110$$

$$\begin{array}{r} 11001 \end{array} = -7_{10}$$

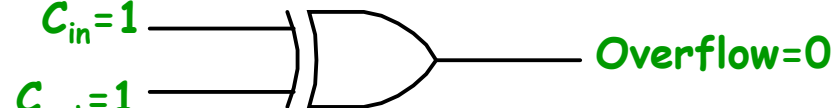
$C_{out}=1$

em Complemento de 2

Despreza o carry

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1 \\ \hline 1110 \end{array}$$

$C_{in}=1$
 $C_{out}=1$



$$\begin{array}{r} 0110 \\ + 1 \\ \hline 0111 \end{array}$$

Complemento de 2 de -7_{10}

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

d)

$$\begin{array}{r} 5 \\ - (-2) \\ \hline 7 \end{array}$$

$$5_{10} = 0101_2$$

$$2_{10} = 0010_2$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1 \\ \hline 1110 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor 2_{10}

Complemento de 2 do valor -2_{10}

$$\begin{array}{r} 0001 \\ + 1 \\ \hline 0010 \end{array}$$

Complemento de 2 de $-2=2$

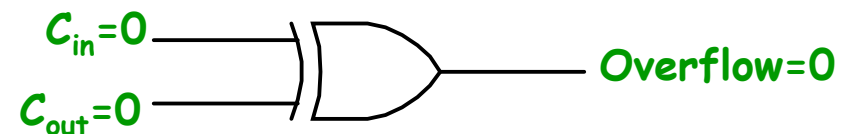
$C_{in}=0$

$$\begin{array}{r} 0101 \\ + 0010 \\ \hline 0111 \end{array}$$

$C_{out}=0$

$= 7_{10}$

em Complemento de 2



Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

e)

$$\begin{array}{r} 7 \\ - (-7) \\ \hline 14 \end{array}$$

$$7_{10} = 0111_2$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 1 \\ \hline 1001 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor 7_{10}

Complemento de 2 do valor -7_{10}

$C_{in}=1$

1 1 1
0 1 1 1

+ 0 1 1 1

0 1 1 1 0 = -2_{10}

$C_{out}=0$

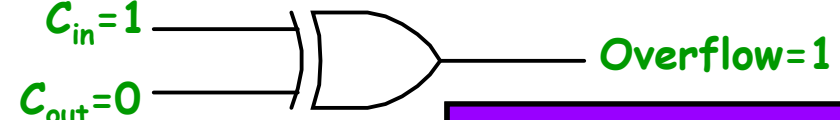
em Complemento de 2

$$\begin{array}{r} 0110 \\ + 1 \\ \hline 0111 \end{array}$$

Complemento de 2 de $-7=7$

$C_{in}=1$

$C_{out}=0$



Erro de Overflow

$01110_2 = 14_{10}$

Não dá para representar 14 com registrador de 4 bits, com 1 bit de sinal

Adição e Subtração em Complemento de 2

Exemplos de Subtração:

f)
$$\begin{array}{r} (-6) \\ - (+4) \\ \hline -10 \end{array}$$

$6_{10} = 0110_2$

$4_{10} = 0100_2$

$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1 \\ \hline 1010 \end{array}$$

Complemento de 2 do valor 6_{10}

Complemento de 2 do valor 4_{10}

$$\begin{array}{r} 1011 \\ + 1 \\ \hline 1100 \end{array}$$

$C_{in}=0$

0
1010

+ 1100

1 0110 = 6_{10}

$C_{out}=1$

em Complemento de 2

$C_{in}=0$

$C_{out}=1$

Overflow=1

Erro de Overflow

2 números negativos somados não podem resultar num número positivo

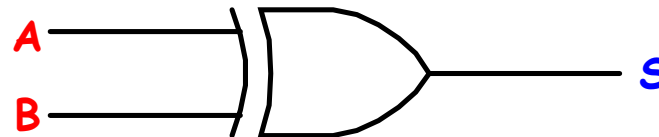
Circuito Somador/Subtrator em Complemento de 2

Obs: Para obter o circuito somador/subtrator em complemento de 2 vamos usar a porta XOR

TV da Porta XOR

Entradas		Saída
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Símbolo da Porta XOR



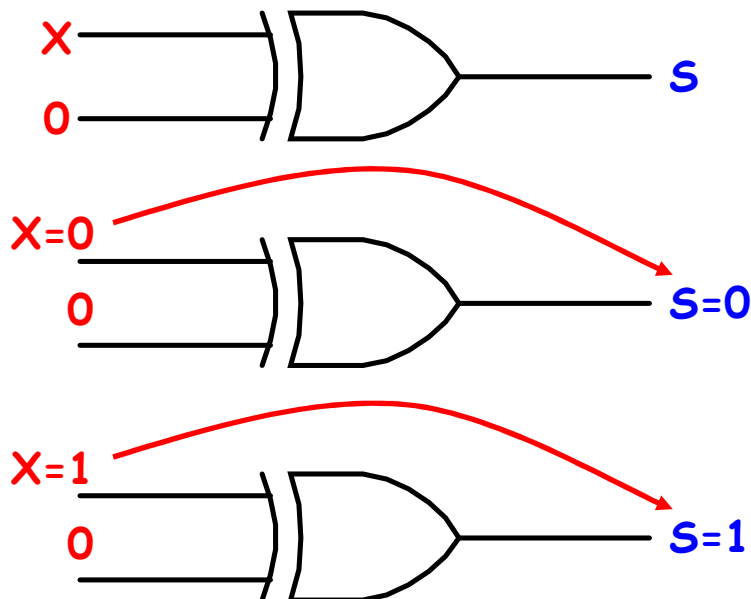
Circuito Somador/Subtrator em Complemento de 2

TV da Porta XOR

Entradas Saída

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

Se fixar uma entrada em 0



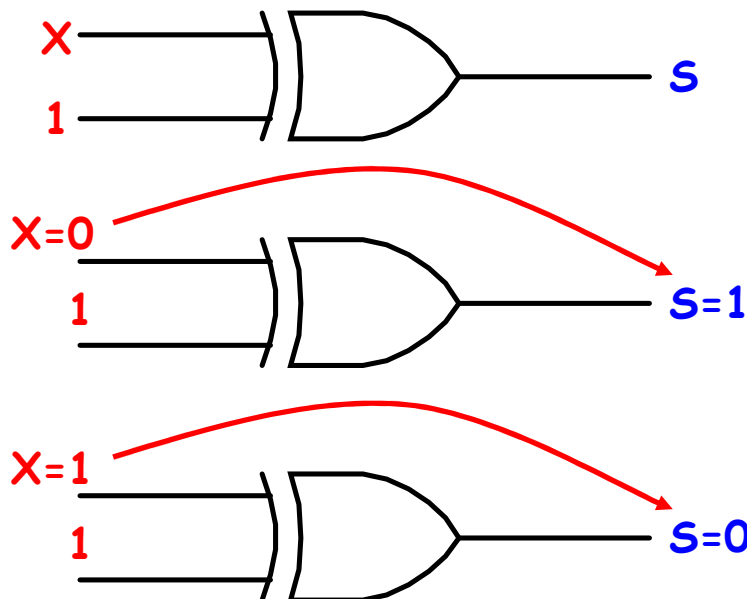
Deixando uma entrada de controle em 0, o dado "X" é copiado para a saída

Circuito Somador/Subtrator em Complemento de 2

TV da Porta XOR

Entradas		Saída
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

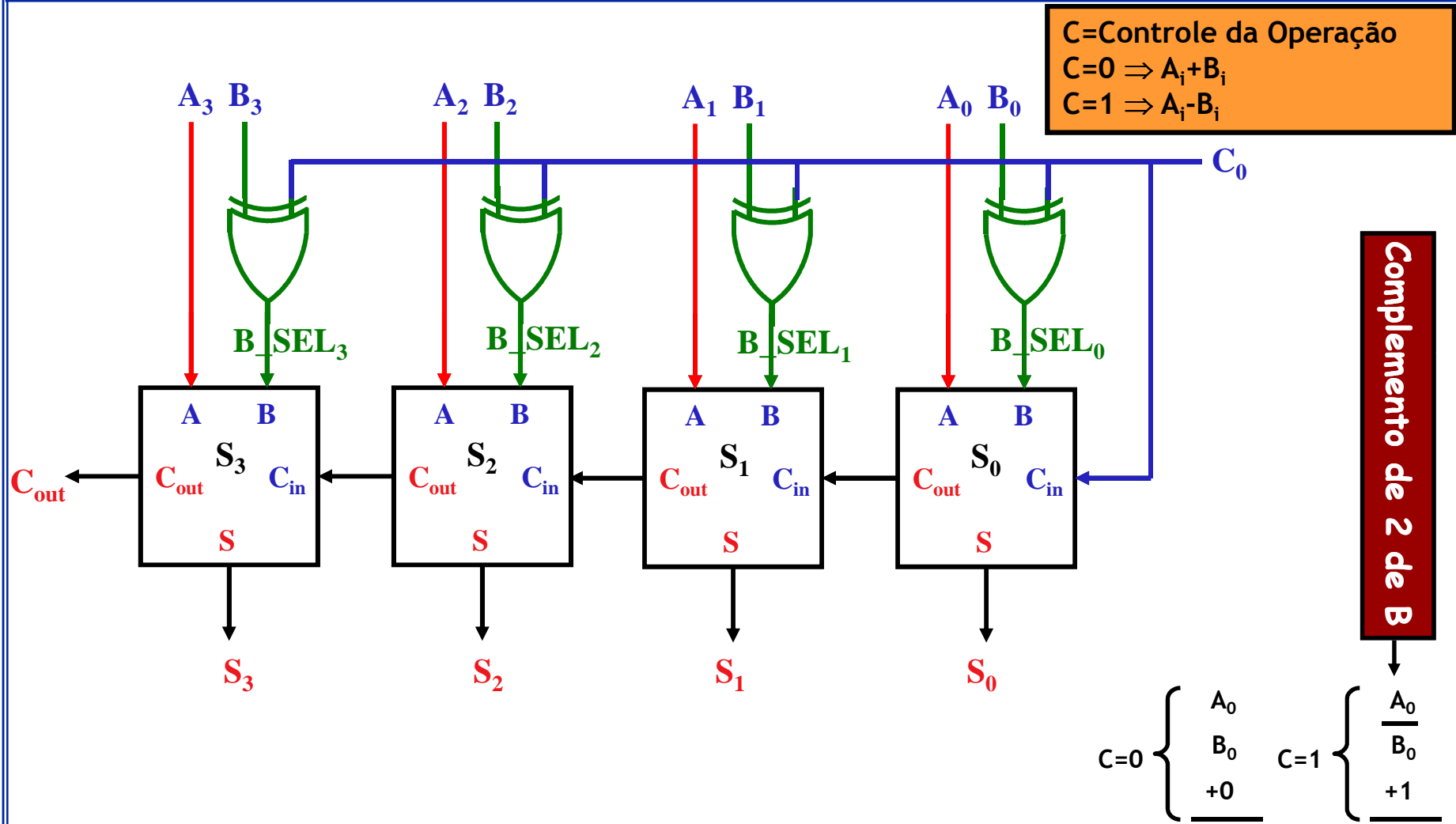
Se fixar uma entrada em 1



Deixando uma entrada de controle em 1, o dado "X" é complementado na saída: $S=\overline{X}$

Para obter o complemento de 2 precisa somar 1 ao bit menos significativo do dado

Circuito Somador/Subtrator em Complemento de 2

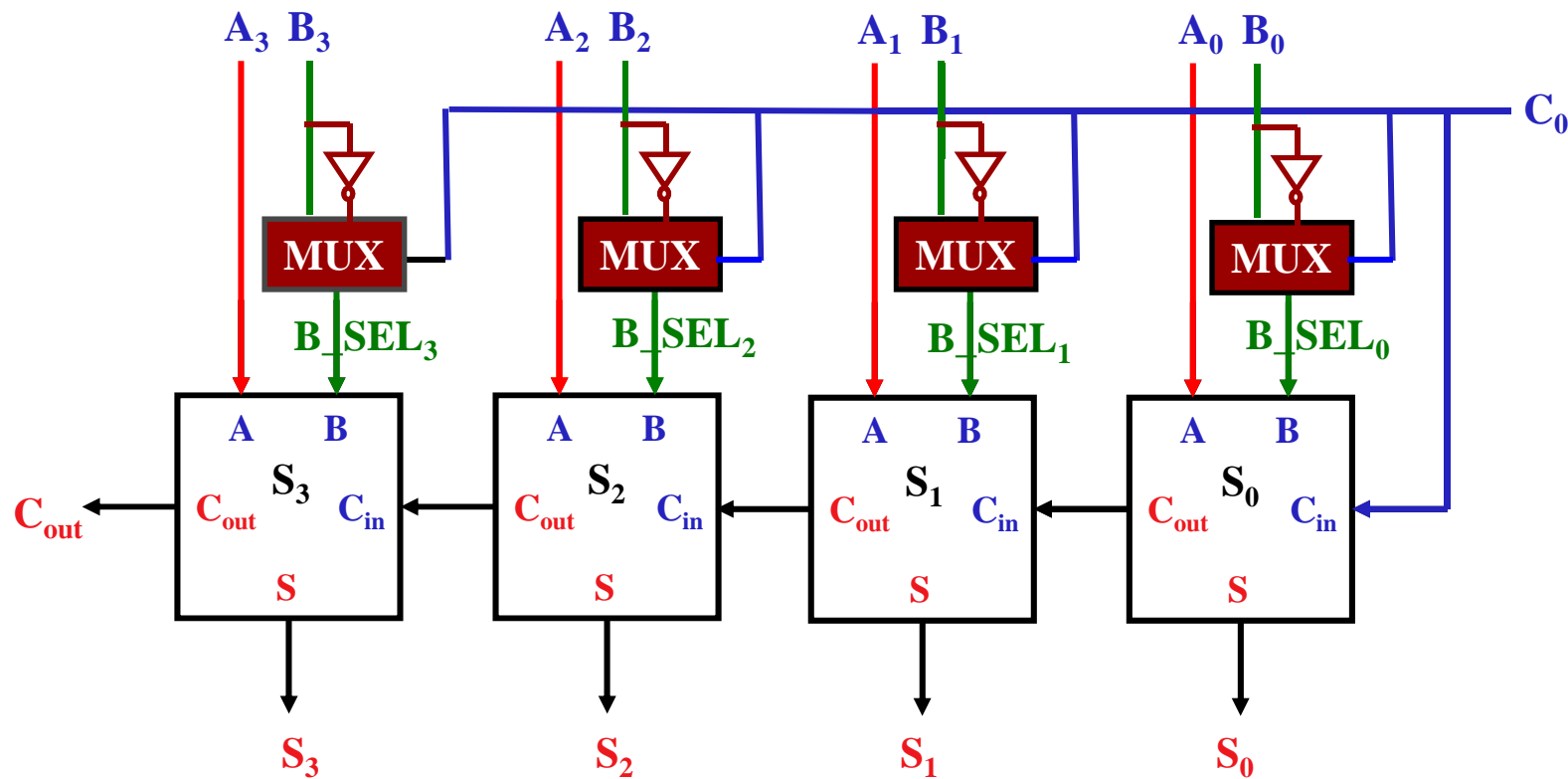


Exercícios

1. Projete um circuito somador/subtrator em complemento de 2 usando um MUX para fazer o controle da geração do complemento de 2 do dado (subtraendo).
2. O custo do “novo” circuito somador/subtrator é maior ou menor que o do circuito anterior?

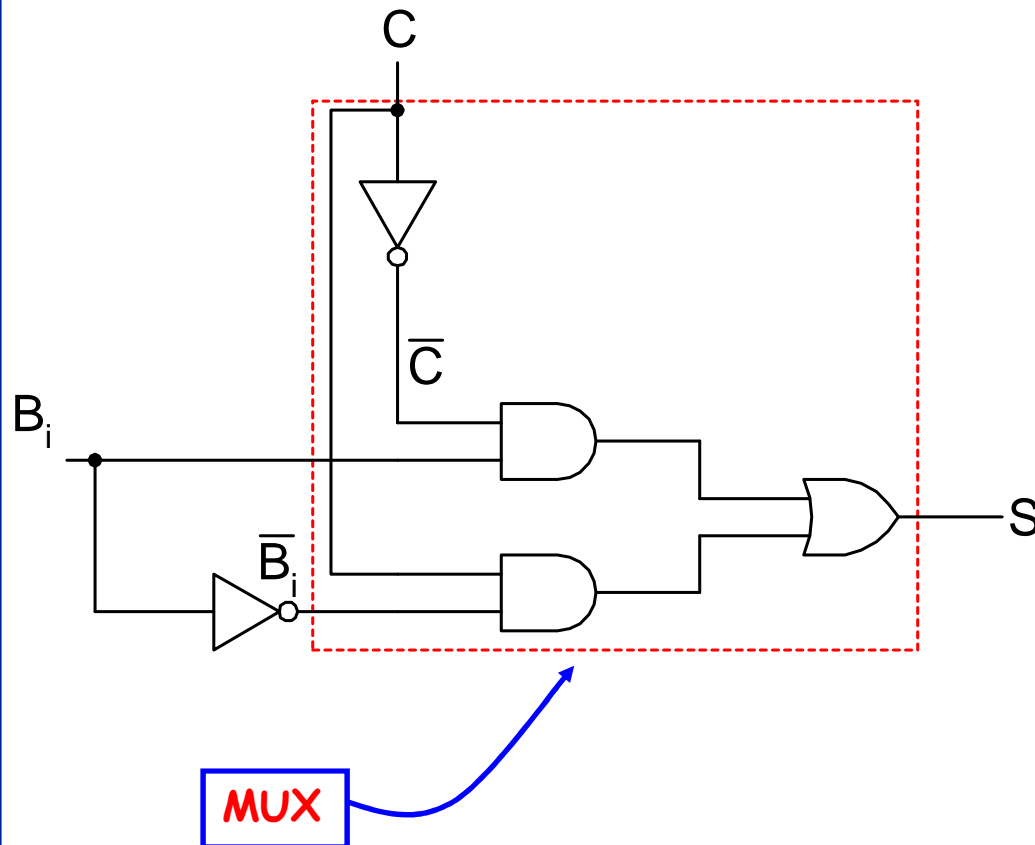
Soluções

1. Projete um circuito somador/subtrator em complemento de 2 usando um MUX para fazer o controle da geração do complemento de 2 do dado (subtraendo).



Soluções

2. O custo do "novo" circuito somador/subtrator é maior ou menor que o do circuito anterior?



Para circuitos de 4 bits:

Circuito 1: 4 Portas XOR

Circuito 2: $4 \times 5 = 20$ Portas

Decisão de Projeto:

-Arquitetura: decide se vai oferecer adição em Complemento de 2

-Organização: decide como implementar (escolhe entre o circuito 1 e o circuito 2)

Resumo da Aula de Hoje

Tópicos mais importantes:

- **Aritmética computacional:**
 - Representação de Dados
 - Somador e Subtrator em Complemento de Dois