

Circuitos Aritméticos Somadores/Substratores

Circuitos Digitais - BCC 1º Período

Amanda Moreira - BV3024679
28/06/2022

Unidade Lógica e Aritmética (ULA)

Unidade presente na central de processamento (CPU) de um computador e que executa operações lógicas (AND, OR, etc.) e aritméticas (soma, subtração, etc.) sobre os dados disponibilizados pela unidade de controle, pela memória, pela entrada e saída (E/S) ou pelos registradores.

Uma ULA recebe dois operandos como entrada, e uma auxiliar de controle permite especificar qual operação deverá ser realizada (Figura 1). Por esse motivo, a construção de uma ULA se baseia em dois fundamentos principais: o controle de fluxo de dados, feito através de multiplexadores e demultiplexadores, e a construção de circuitos que implementam operações. Neste trabalho, o foco estará no segundo fundamento.

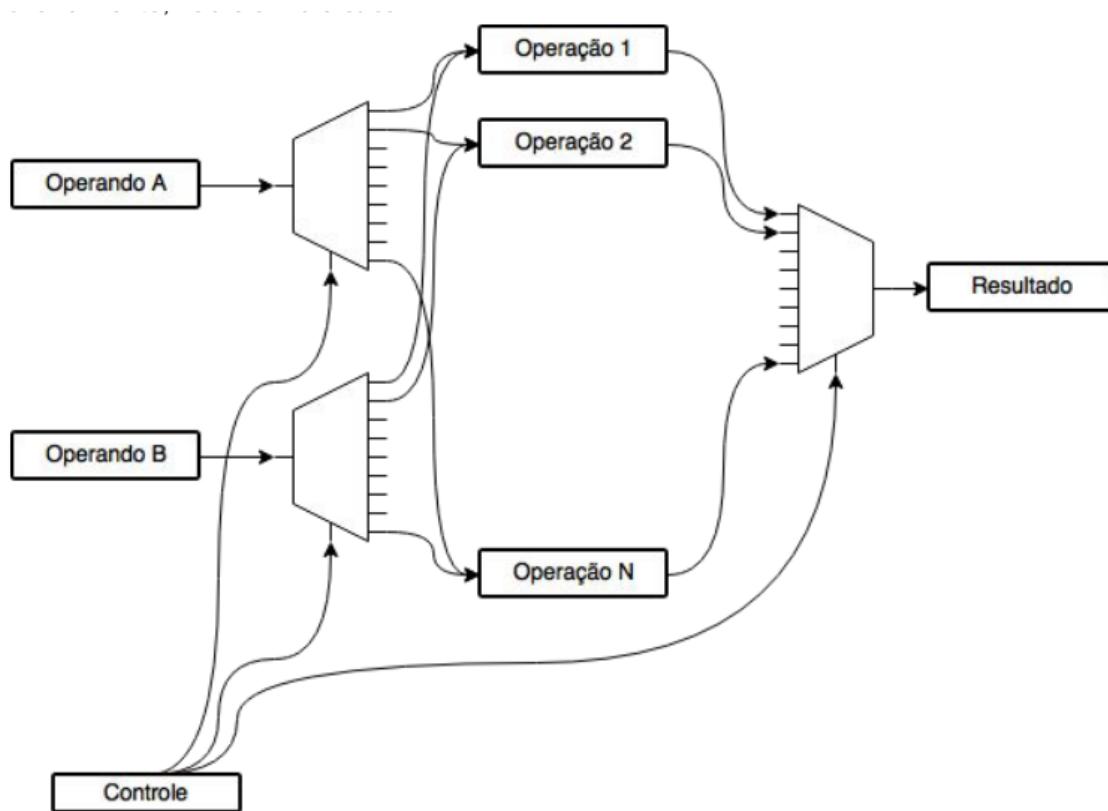


Figura 1 - Diagrama de blocos de uma ULA

Circuitos Aritméticos Somadores

Utiliza a porta EX-OR que com 2 operadores (Tabela 1) parece que a saída só é ativada quando uma das entradas for verdadeira, mas não é bem isso, porque com 3 entradas (Tabela 2) verdadeiras a saída também é ativada. Sendo assim, a saída de uma porta EX-OR só é ativada quando o número de entradas verdadeiras for ímpar.

Porta EX-OR		
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela 1 - Tabela verdade porta EX-OR com 2 operadores

Porta EX-OR - $(A \oplus B) \oplus C$			
A	B	C	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Tabela 2 - Tabela verdade porta EX-OR com 3 operadores

Relembrando da soma binária, ilustrada na Figura 2, quando é esgotada a capacidade de contagem, um carry deve ser acrescentado à soma dos bits imediatamente mais significativos à esquerda daqueles que deram origem ao carry.

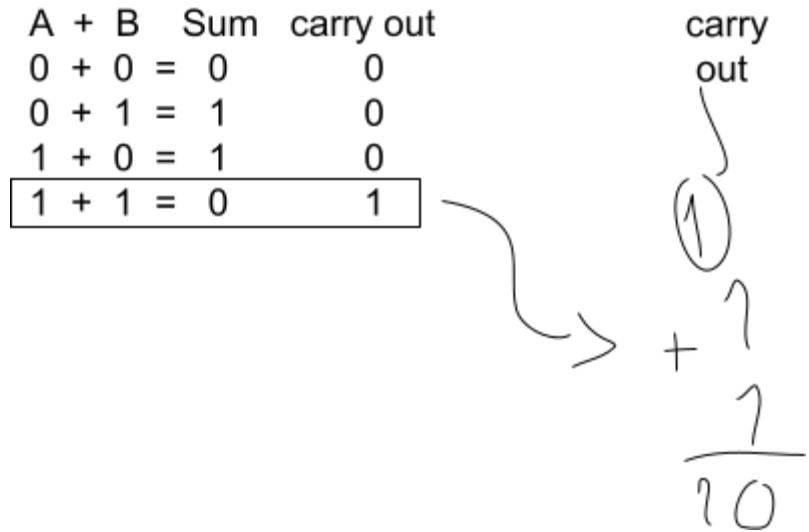


Figura 2 - Soma Binária

Um **círcuito meio-somador** faz exatamente o processo demonstrado na figura acima, ele recebe dois bits de entrada A e B e produz dois bits de saída: o bit de soma e o bit de carry. Analisando a coluna “Sum” da Figura 2, é possível perceber que aqueles resultados provêm de uma porta EX-OR (olhe a Tabela 1 novamente), o que justifica a representação do circuito meio-somador a seguir.

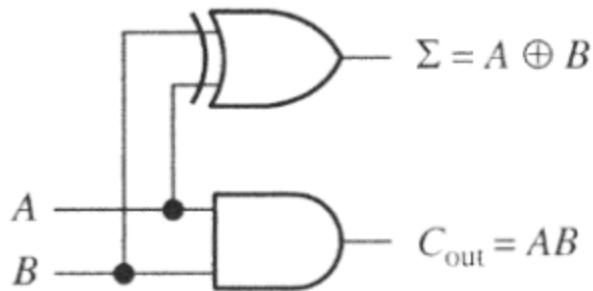


Figura 3 - Diagrama lógico de um circuito meio-somador

O circuito comentado anteriormente não considera os carry in (carry que é somado para se obter a soma) de uma soma, mas o **círcuito somador inteiro considera**. Este circuito recebe 3 bits de entrada A , B e o carry in e produz dois bits de saída: o bit de soma e o bit de carry out, como demonstra a Figura 4.

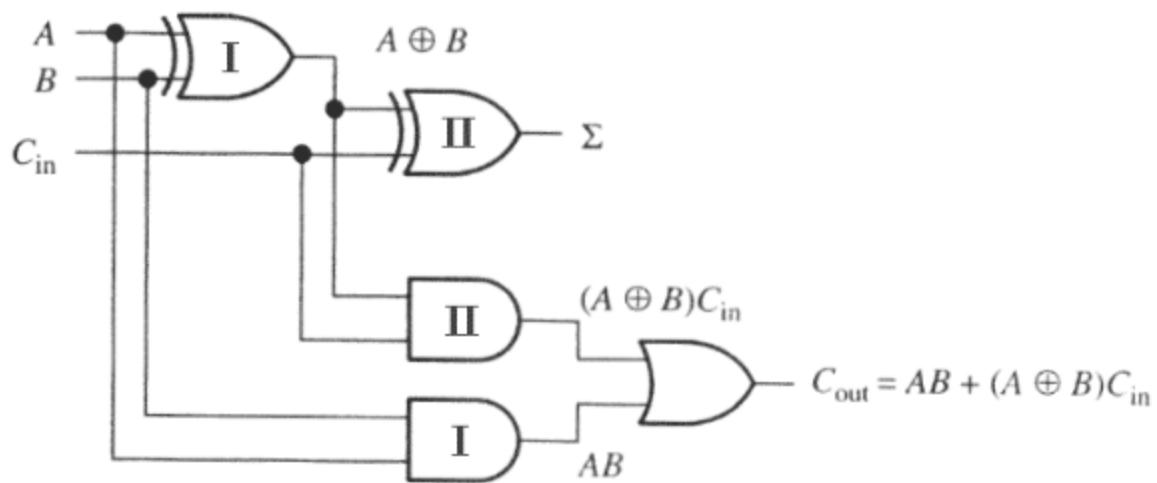


Figura 4 - Diagrama lógico de um circuito somador inteiro

Circuitos Aritméticos Substratores

A subtração binária é bem similar à subtração decimal, afinal, em ambas quando o subtraendo é maior que o minuendo é necessário “emprestar” da casa à esquerda. A Figura 5 demonstra uma subtração binária e a Tabela 3 sumariza o funcionamento da subtração do bit menos significativo.

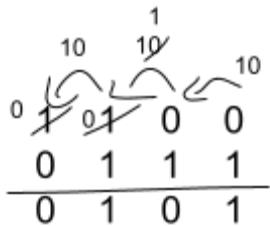


Figura 5 - Exemplo de subtração binária

A	B	S	Borrow Out
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

Tabela 3 - Tabela verdade para a subtração

Note que a função para o resultado tanto da soma como da subtração são o mesmo, ou seja, simplesmente um OU-EXCLUSIVO entre as entradas. E assim como o meio-somador não considera o carry in, o meio-subtrator não considera o borrow in. A Figura 6 representa um circuito meio-subtrator.

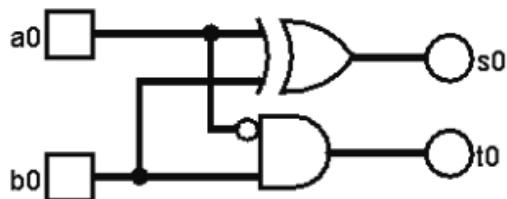


Figura 6 - Diagrama lógico de um circuito meio-subtrator

Diferentemente do circuito meio-subtrator, o circuito subtrator completo assume a possibilidade de que a casa em consideração tenha emprestado ou não um “1” para a casa à direita, resultando na tabela verdade a seguir.

A	B	Borrow In	Diff.	Borrow 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

Tabela 4 - Tabela verdade de um circuito subtrator completo

A figura abaixo demonstra um diagrama lógico de um circuito subtrator completo.

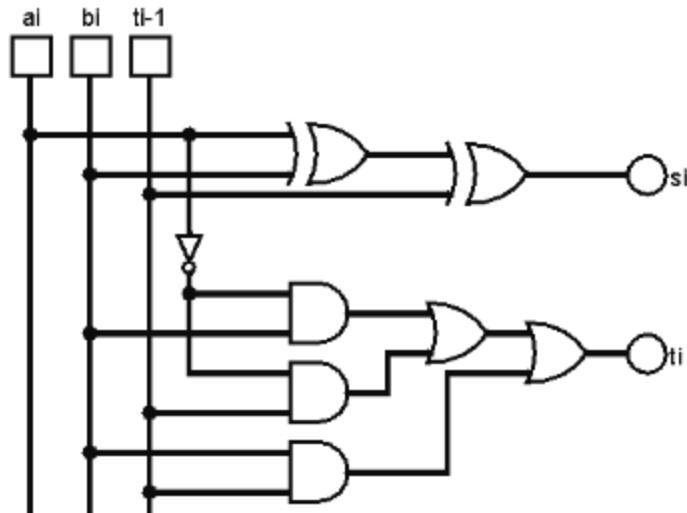


Figura 7 - Diagrama lógico de um circuito subtrator completo

Fontes

- <https://www.facom.ufu.br/~abdala/sd/mat/circuitosAritmeticos.pdf>
- https://ufsji.edu.br/portal2-repositorio/File/nepomuceno/ca-msc/2018pdf/06b-ED_C6.pdf
- <https://www.youtube.com/watch?v=cG7wemiantQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=YYuTJexKqCw>