

Departamento Acadêmico de Eletrônica - DAELN
IFSC – Câmpus Florianópolis

Eletrônica Digital 1

Aritmética digital e circuitos aritméticos

Prof. Matheus Leitzke Pinto
matheus.pinto@ifsc.edu.br

Sumário de aula

- Adição binária
- Circuitos somadores
- Subtração binária
- Circuitos subtratores



Adição binária

Aritmética digital e circuitos aritméticos

Adição binária

- A **adição binária** é realizada exatamente da mesma forma que a adição de números decimais.
- Exemplo:

The diagram illustrates a binary addition problem. On the left, three numbers are listed vertically: (3), (6), and (9). To their right is a plus sign followed by a horizontal line. Above the line are the binary digits 1 1 0, and below the line are the binary digits 1 0 0 1. Three arrows point from the digits to boxes on the right: the top '1' points to a box labeled 'carrys', the middle '1' points to a box labeled 'LSB', and the bottom '1' also points to the 'LSB' box.

$$\begin{array}{r} (3) \quad 1\ 1\ 0 \\ (6) \quad 0\ 1\ 1 \\ (9) \quad + \quad \hline 1\ 0\ 0\ 1 \end{array}$$

carrys

LSB

Adição binária

- A **adição binária** é realizada exatamente da mesma forma que a adição de números decimais.
- Exemplo:

The diagram illustrates the binary addition of two 6-bit numbers. The first number is 11000 (decimal 24) and the second is 11011 (decimal 27). The sum is 100011 (decimal 35). The carry sequence is 11000. Arrows indicate that the carry sequence is labeled 'carrys' and the least significant bit of the sum is labeled 'LSB'.

$$\begin{array}{r} \text{(27)} \quad 11000 \\ \text{(8)} \quad + 11011 \\ \hline \text{(35)} \quad 100011 \end{array}$$

carrys

LSB

Circuitos somadores

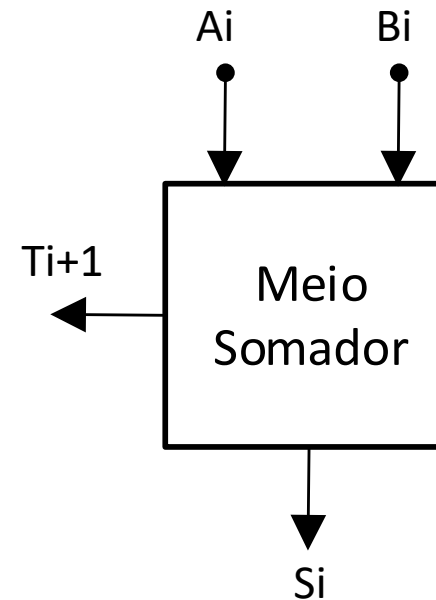
Aritmética digital e circuitos aritméticos

Circuitos somadores

Meio somador

- A adição binária de dois bits A_i e B_i pode ser realizada pelo circuito **meio somador**:

A_i	B_i	S_i	T_{i+1}
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

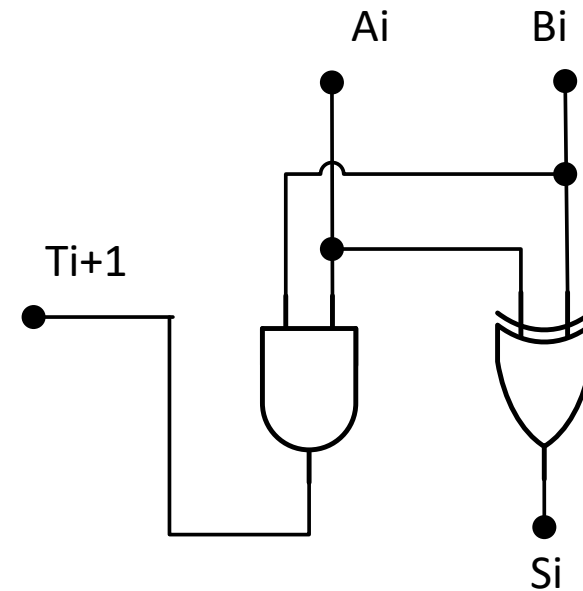


Circuitos somadores

Meio somador

- A adição binária de dois bits A_i e B_i pode ser realizada pelo circuito **meio somador**:

A_i	B_i	S_i	T_{i+1}
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

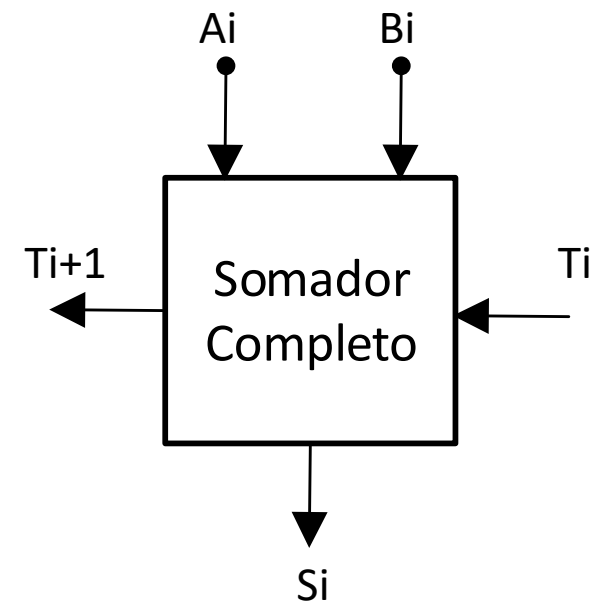


Circuitos somadores

Somador completo

- A adição binária de dois bit A_i e B_i , mais o bit de transporte T_i da soma anterior pode ser realizada pelo circuito **somador completo**:

A_i	B_i	T_i	S_i	T_{i+1}
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

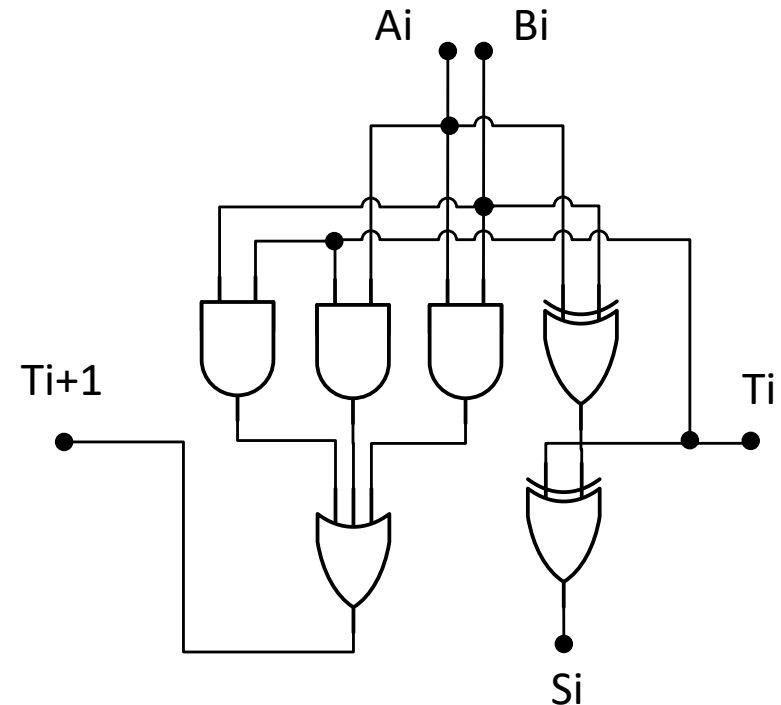


Circuitos somadores

Somador completo

- A adição binária de dois bit A_i e B_i , mais o bit de transporte T_i da soma anterior pode ser realizada pelo circuito **somador completo**:

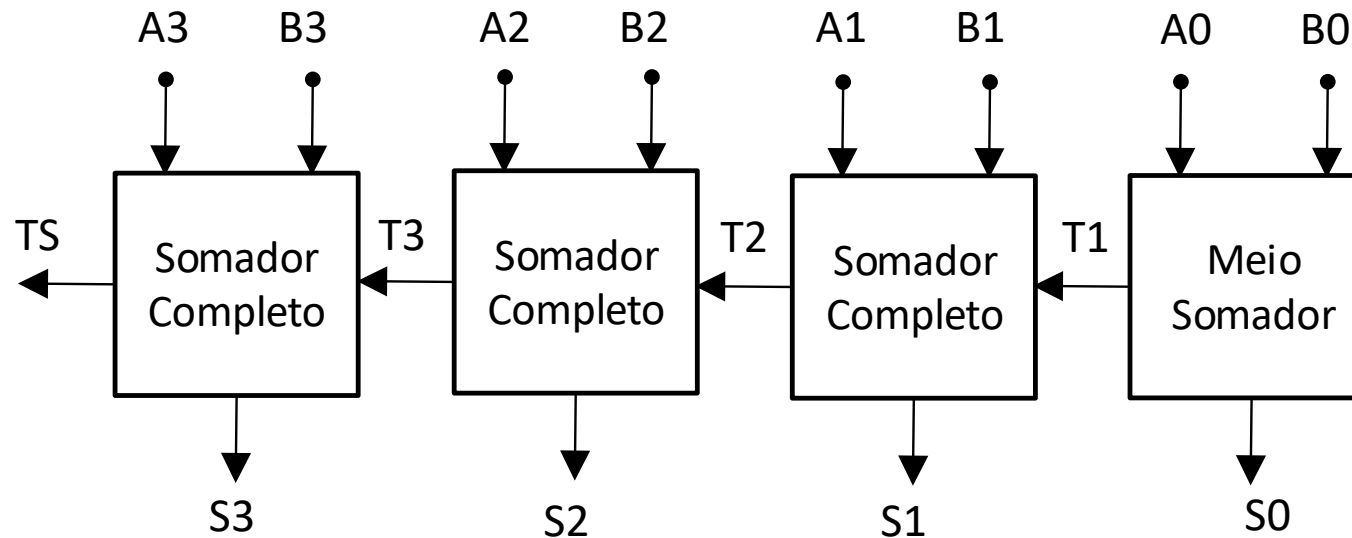
A_i	B_i	T_i	S_i	T_{i+1}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1



Circuitos somadores

Somador de N bits

- A partir desses elementos básicos, podemos formar circuitos que somam números de diversos bits.
 - Exemplo: somador de 4 bits

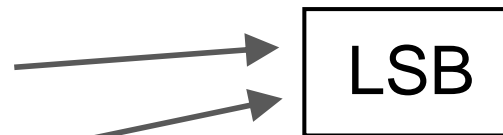


Subtração binária

Aritmética digital e circuitos aritméticos

Subtração binária

- A **subtração binária** também é realizada exatamente da mesma forma que a subtração de números decimais:
- Exemplo:

$$\begin{array}{r} (7) \quad 111 \\ (4) \quad - 100 \\ \hline (3) \quad 011 \end{array}$$


LSB

Subtração binária

- A **subtração binária** também é realizada exatamente da mesma forma que a subtração de números decimais:
- Exemplo:

$$\begin{array}{r} (8) \quad 1\ 0\ 0\ 0 \\ (7) \quad -\ 1\ 1\ 1 \\ (1) \quad \hline 0\ 0\ 0\ 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{array} \quad \boxed{\text{LSB}}$$

Circuitos subratores

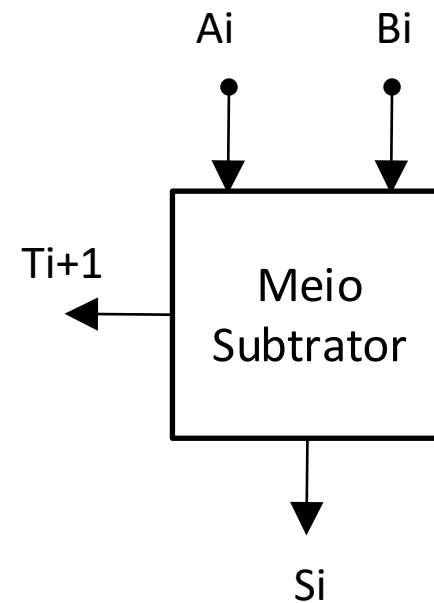
Aritmética digital e circuitos aritméticos

Circuitos subtratores

Meio subtrator

- A subtração binária de dois bits A_i e B_i pode ser realizada pelo circuito **meio subtrator**:

A_i	B_i	S_i	T_{i+1}
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

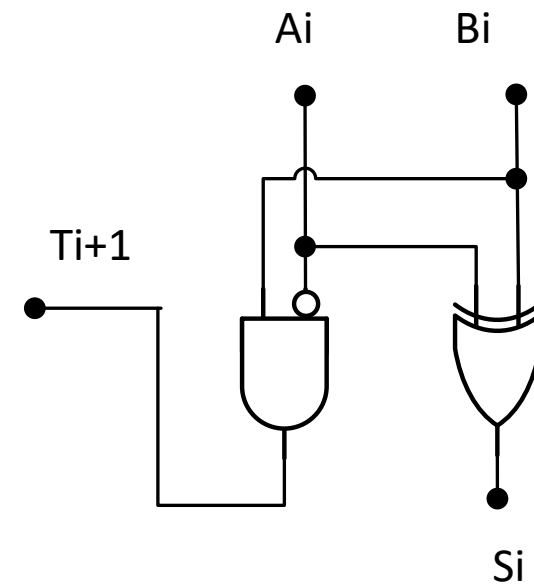


Circuitos subtratores

Meio subtrator

- A subtração binária de dois bits A_i e B_i pode ser realizada pelo circuito **meio subtrator**:

A_i	B_i	S_i	T_{i+1}
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

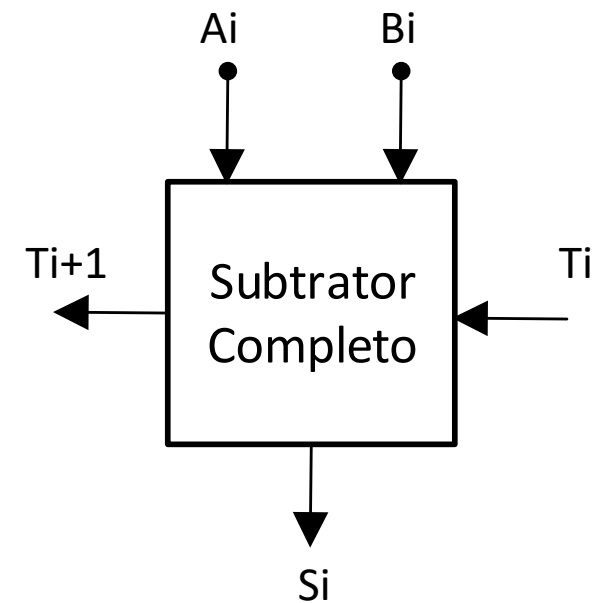


Circuitos subtratores

Subtrator completo

- A subtração binária de dois bit A_i e B_i , mais o bit de “empresta 1” T_i da subtração anterior, pode ser realizada pelo circuito **subtrator completo**:

A_i	B_i	T_i	S_i	T_{i+1}
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

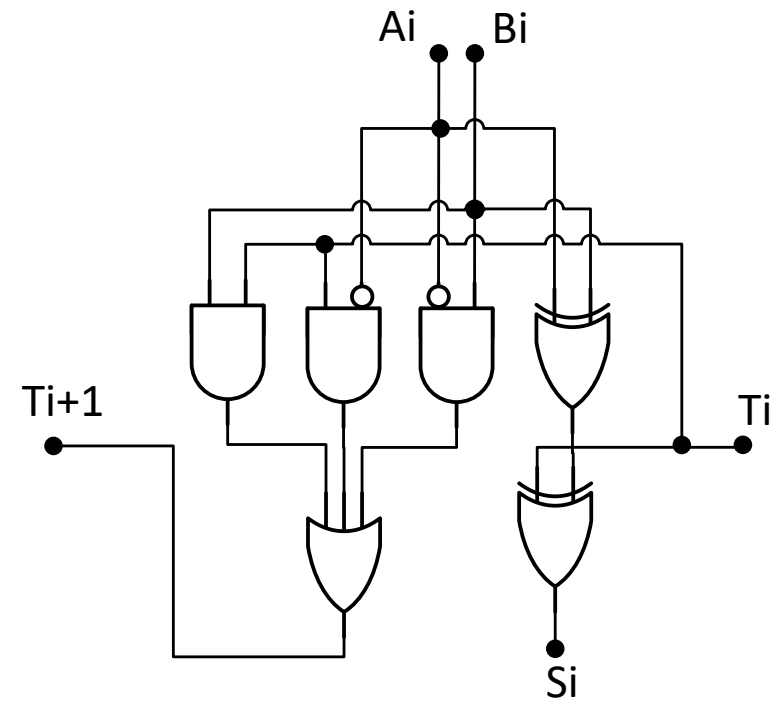


Circuitos subtratores

Subtrator completo

- A subtração binária de dois bit A_i e B_i , mais o bit de “empresta 1” T_i da subtração anterior, pode ser realizada pelo circuito **subtrator completo**:

A_i	B_i	T_i	S_i	T_{i+1}
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



- Podemos criar circuitos que mesclem soma/subtração.
- Também podemos ter circuitos dedicados à multiplicação, ou realizar multiplicação através de diversas somas.
- O mesmo vale para divisão.

- Um circuito que realiza diversas operações lógicas e aritméticas é denominado **Unidade Lógica e Aritmética (ULA)**.