

**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Sistemas e Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação**

Organização e Arquitetura de Computadores

Circuitos Lógicos Combinacionais (Parte III)

Profa. Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br

Carga Horária: 60 horas



Tópicos

Circuitos Lógicos Combinacionais (Circuitos Aritméticos)

- Deslocadores
- Somadores
- Unidade Lógica e Aritmética

Projeto de Circuitos Combinacionais

Deslocador de 1 bit para a esquerda/direita

- **Entradas:**
D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7.
- **Saída** (entrada deslocada de um bit):
S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7.
- **Linha de controle:**
C (determina a direção do deslocamento)
(0 – para a esquerda, 1 – para a direita)

Projeto de Circuitos Combinacionais

Somadores Binários

Somadores genéricos:

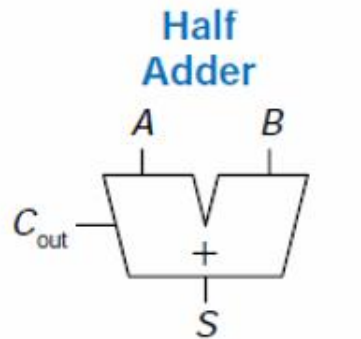
- meio somador (*half adder*)
- somador completo (*full adder*)

Soma de dois números
(A e B) de n bits

$$\begin{array}{r}
 A_{n-1} \ A_{n-2} \ \dots \ A_1 \ A_0 \\
 + \ B_{n-1} \ B_{n-2} \ \dots \ B_1 \ B_0 \\
 \hline
 S_{n-1} \ S_{n-2} \ \dots \ S_1 \ S_0
 \end{array}$$

Projeto de Circuitos Combinacionais

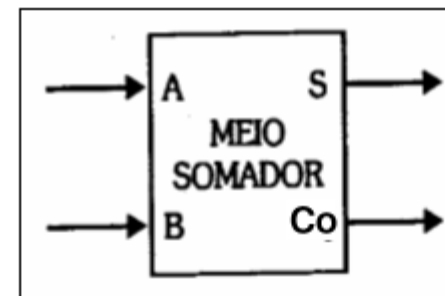
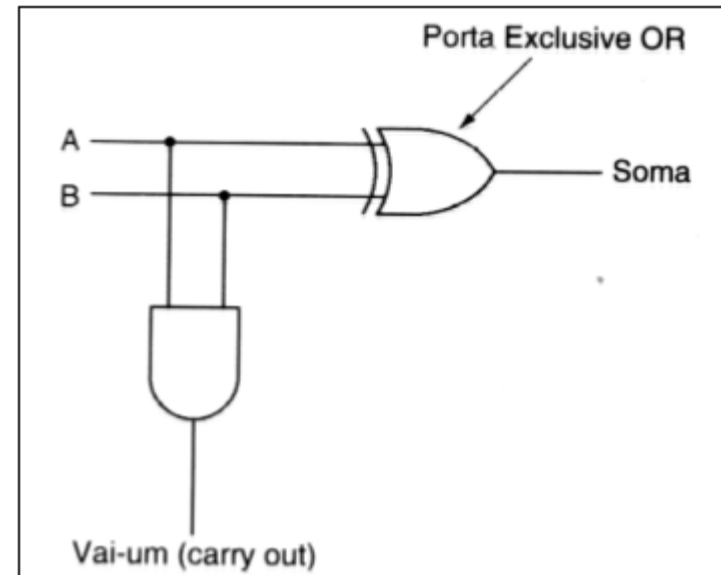
Meio Somador



A	B	C_{out}	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

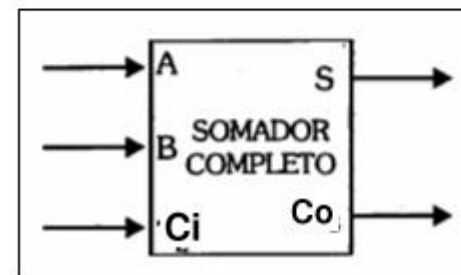
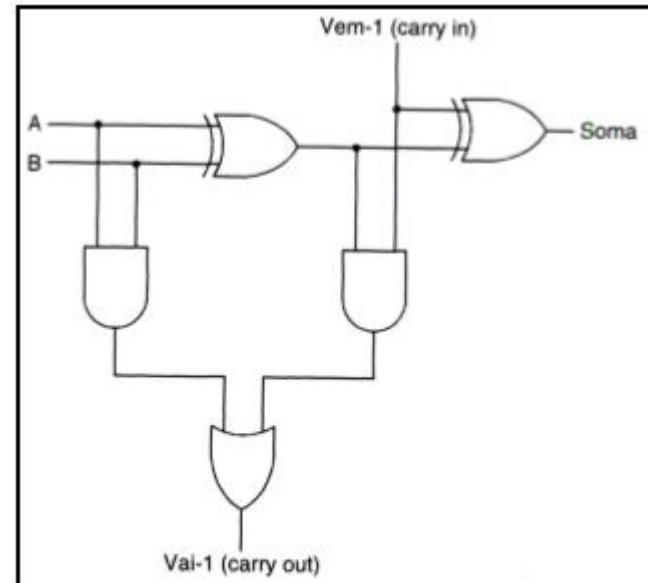
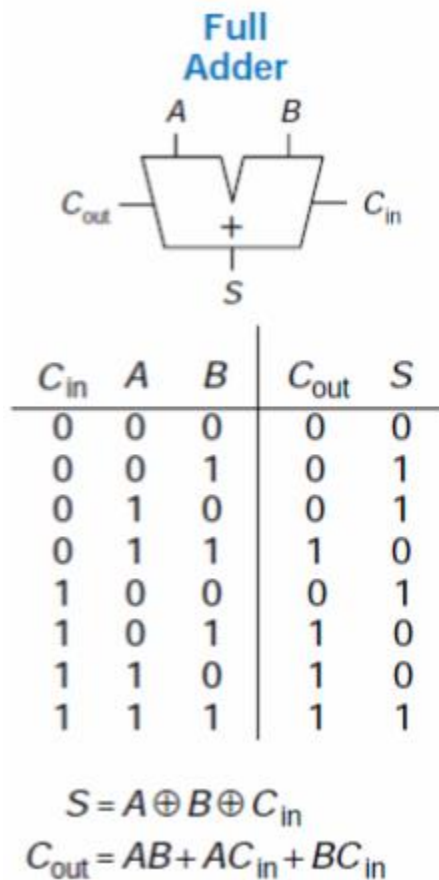
$$S = A \oplus B$$

$$C_{out} = AB$$



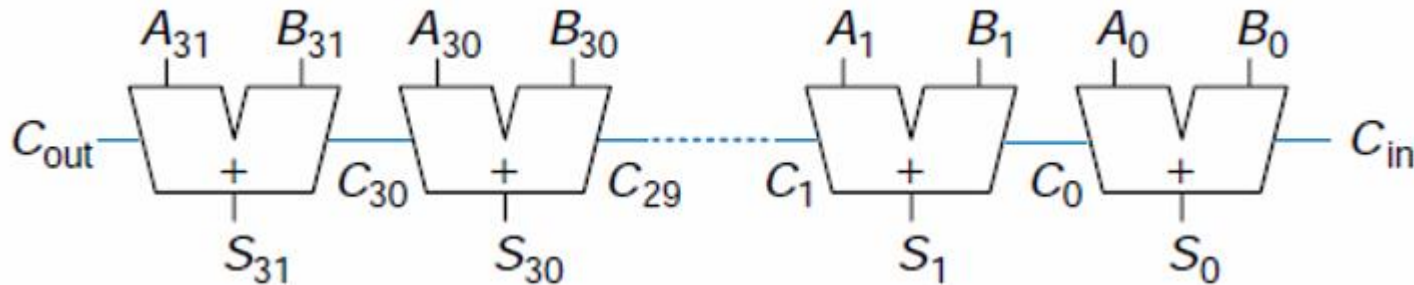
Projeto de Circuitos Combinacionais

Somador Completo



Projeto de Circuitos Combinacionais

- Associando-se os blocos do somador completo em série, pode-se obter somadores de vários bits.
- **Somador de 2 números de 32 bits**



Obs.: O primeiro Somador Completo pode ser substituído por um Meio Somador.

Projeto de Circuitos Combinacionais

Circuitos Aritméticos

- **Soma** - para somar dois números, soma-se os algarismos dos números, coluna a coluna, transportando o "vai um" para a próxima coluna, quando for o caso.
- **Subtração** - soma em complemento ($A - B = A + (-B)$) -No computador, a subtração é feita a partir de uma soma em complemento.
- **Multiplicação** - pode ser obtida de duas formas: por somas sucessivas (por exemplo, $A + A = 2A$) e pela movimentação de bits (para a esquerda).
- **Divisão** - mesmas propriedades da multiplicação, aplicadas no sentido contrário.

O computador pode realizar todas as operações aritméticas usando apenas somas!

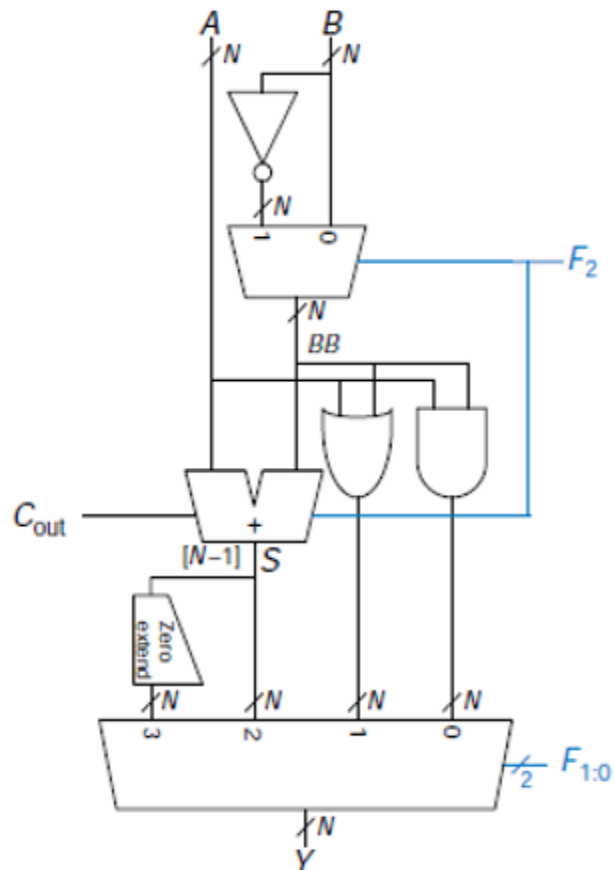
Projeto de Circuitos Combinacionais

Unidade Lógica e Aritmética

- A maioria dos computadores tem um único circuito para realizar as operações AND, OR e soma, operações essas que são realizadas sobre duas palavras da máquina.
- Em geral, esse circuito que trabalha com palavra de N bits e é construído a partir de N circuitos idênticos, cada um responsável por uma posição individual de bits:
 - Unidade Lógica e Aritmética (ULA) ou
 - Unidade Aritmética Lógica (UAL).

Projeto de Circuitos Combinacionais

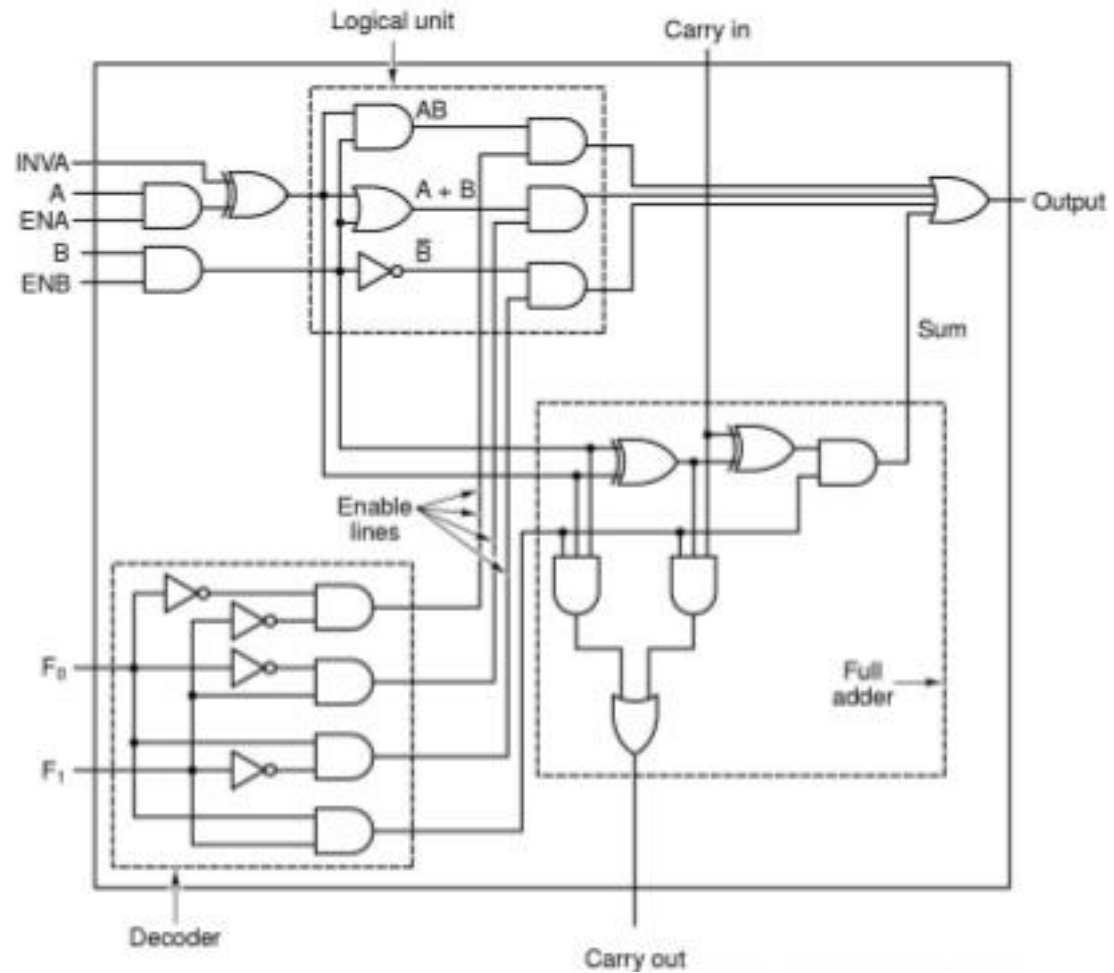
Exemplo: ULA de N bits



$F_{2:0}$	Function
000	A AND B
001	A OR B
010	A + B
011	not used
100	A AND \bar{B}
101	A OR \bar{B}
110	A - B
111	SLT

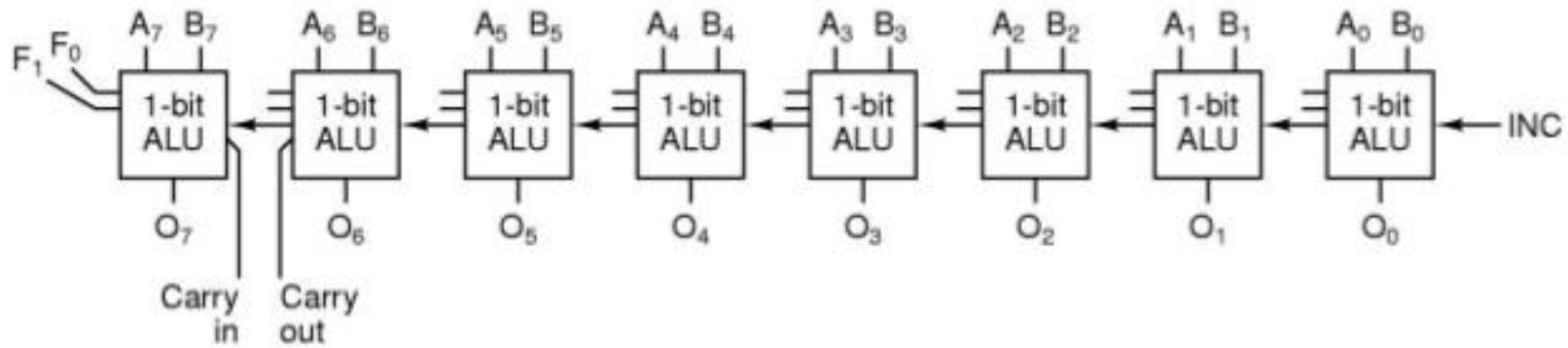
Projeto de Circuitos Combinacionais

Exemplo: ULA de 1 bit



Projeto de Circuitos Combinacionais

Exemplo: ULA de 8 bits



- Oito UAL de 1 bit, conectadas para formar uma UAL de 8 bits. Não estão apresentados os sinais de inversão e de habilitação.
- O sinal INC tem utilidade nas operações de soma. Quando presente, incrementa o resultado de 1 unidade, tornando possível o cálculo de somas como $A+1$ e $A+B+1$.

Projeto de Circuitos Combinacionais

Outras Funções Aritméticas

- Incremento e Decremento
- Multiplicação e Divisão por 2^n
- Multiplicação por uma constante
- Preenchimento com Zero
- Extensão