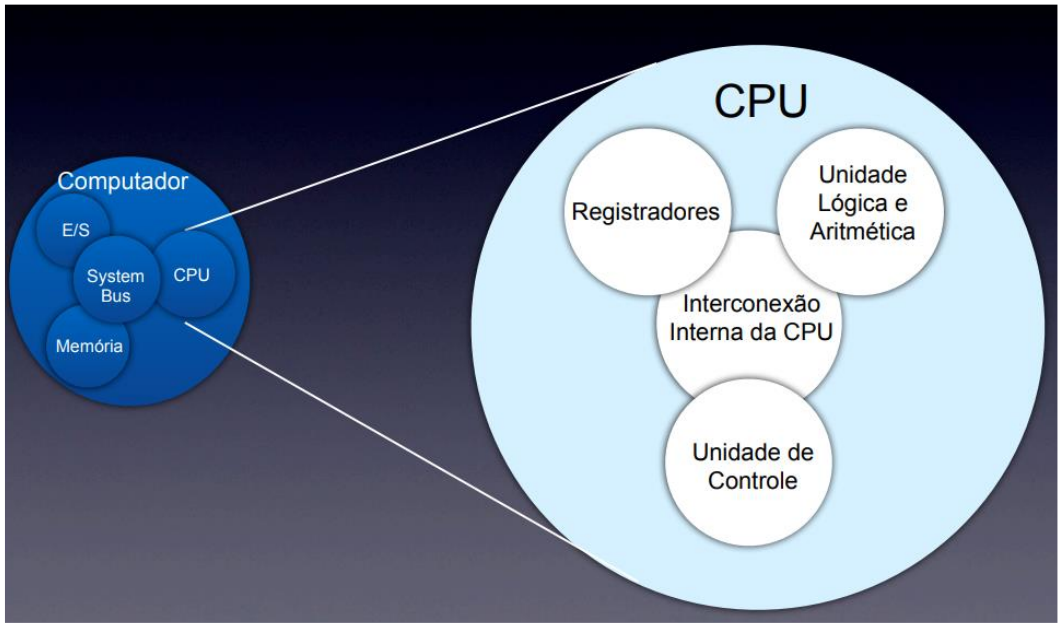
Arquitetura e organização de computadores
Uma visão geral

SIAC 202 - Arquitetura de Computadores
Prof.: Félix do Rêgo Barros
felixregobarros@gmail.com

Baseado em W. Stallings – Arquitetura e Organização de Computadores

- Sistemas Hierárquico
  - Um computador pode ser visto como um sistema formado por um conjunto estruturado de componentes, e sua função pode ser compreendida em termos das funções desses componentes.
  - Cada componentes, por sua vez, pode ser descrito em termos de sua estrutura e função internas.



Objetivo da disciplina

- Estudo de um sistema de computação sob dois pontos de vista:
  - arquitetura - se refere aos atributos do sistema visíveis a um programador de linguagem de máquina;
  - organização - as unidades operacionais e sua interconexão que realizam a arquitetura.
- Vamos estudar a estrutura e a função de um computador
  - estrutura - a forma em que os componentes estão interconectados e
  - função - a operação de cada componente individualmente. Cada componente pode, por sua vez, de forma hierárquica, ser decomposto em subcomponentes, descrevendo a sua estrutura e função.

Arquitetura e organização

- Definição

  - Arquitetura de computador: refere-se aos atributos de um sistema visíveis a um programador, com um impacto direto na execução de um programa. Exemplos de atributos arquiteturais: conjunto de instruções (instruction set), número de bits usados para representar vários tipos de dados, mecanismos de entrada e saída, e técnicas de endereçamento de memória.
  - Organização de computador: refere-se às unidades operacionais e sua interconexão que realizam as especificações arquiteturais. Exemplos de atributos organizacionais: detalhes de hardware transparentes ao programador, tais como sinais de controle, interface entre o computador e os periféricos, tecnologia de memória usada, etc.

Estrutura e função

- Um computador possui milhões de componentes eletrônicos.
- Um sistema hierárquico é um conjunto de subsistemas inter-relacionados, cada um destes, por sua vez, hierárquico em estrutura até alcançarmos algum nível mais baixo de subsistemas elementar.
- Como vamos descrever um computador?
- Usamos o enfoque hierárquico. O projetista se preocupa com a descrição um nível por vez, descrevendo os componentes e sua interconexão. Os níveis são descritos de forma (top-down) (Weinberg, 1975), descrevendo-se os componentes de um nível, depois os de seus subníveis, e assim por diante.

Estrutura e função

Em cada nível o projetista se preocupa com a estrutura e a função.

- Estrutura: a maneira em que os componentes são inter-relacionados.
- Função: a operação de cada componente individual como parte da estrutura.
  - Exemplos de funções básica de computador pode desempenhar:
  - armazenado de dados
  - transferências de dados
  - processamento de dados
  - controle. .

Estrutura e função

Processamento de dados: Os dados podem assumir muitas formas e o intervalo de requisitos de processamento é amplo. Porém, veremos que existem apenas alguns métodos fundamentais ou tipos de processamento de dados.

Armazenamento: o computador precisa armazenar temporariamente pelo menos as partes dos dados que estão sendo trabalhadas em determinado momento. Assim, existe pelo menos uma função de armazenamento de dados a curto prazo. Igualmente importante, o computador realiza uma função de armazenamento de dados a longo prazo. Os arquivos de dados são armazenados no computador para subsequente recuperação e atualização.

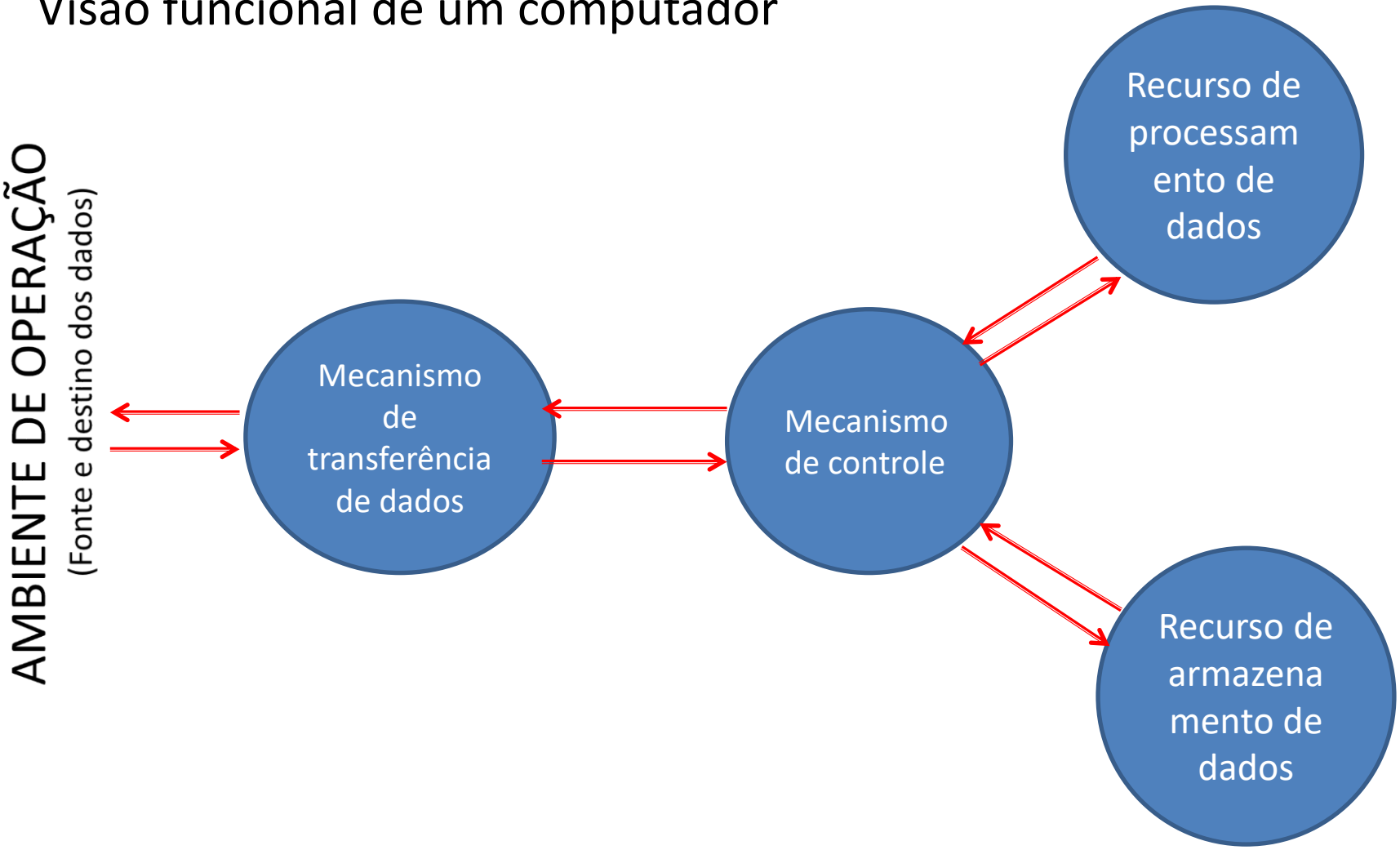
Movimentação de dados: fundamental a movimentação de dados entre ele e o mundo exterior. O ambiente operacional do computador consiste em dispositivos que servem como suas origens ou destinos de dados. Quando os dados são recebidos ou entregues a um dispositivo conectado diretamente ao computador, o **processo é conhecido como entrada/saída (E/S)**, e o dispositivo é referenciado como um **periférico**. Quando os dados são movimentados por distâncias maiores, de ou para um dispositivo remoto, o processo é conhecido como **comunicações de dados**.

Estrutura e função

Controle: Finalmente, é preciso haver controle dessas três funções, e esse controle é exercido por quem fornece instruções ao computador. Dentro do computador, uma unidade de controle gerencia os recursos do computador e coordena o desempenho de suas partes funcionais em resposta a essas instruções. Nesse nível geral de discussão, o número de operações que podem ser realizadas abaixo.

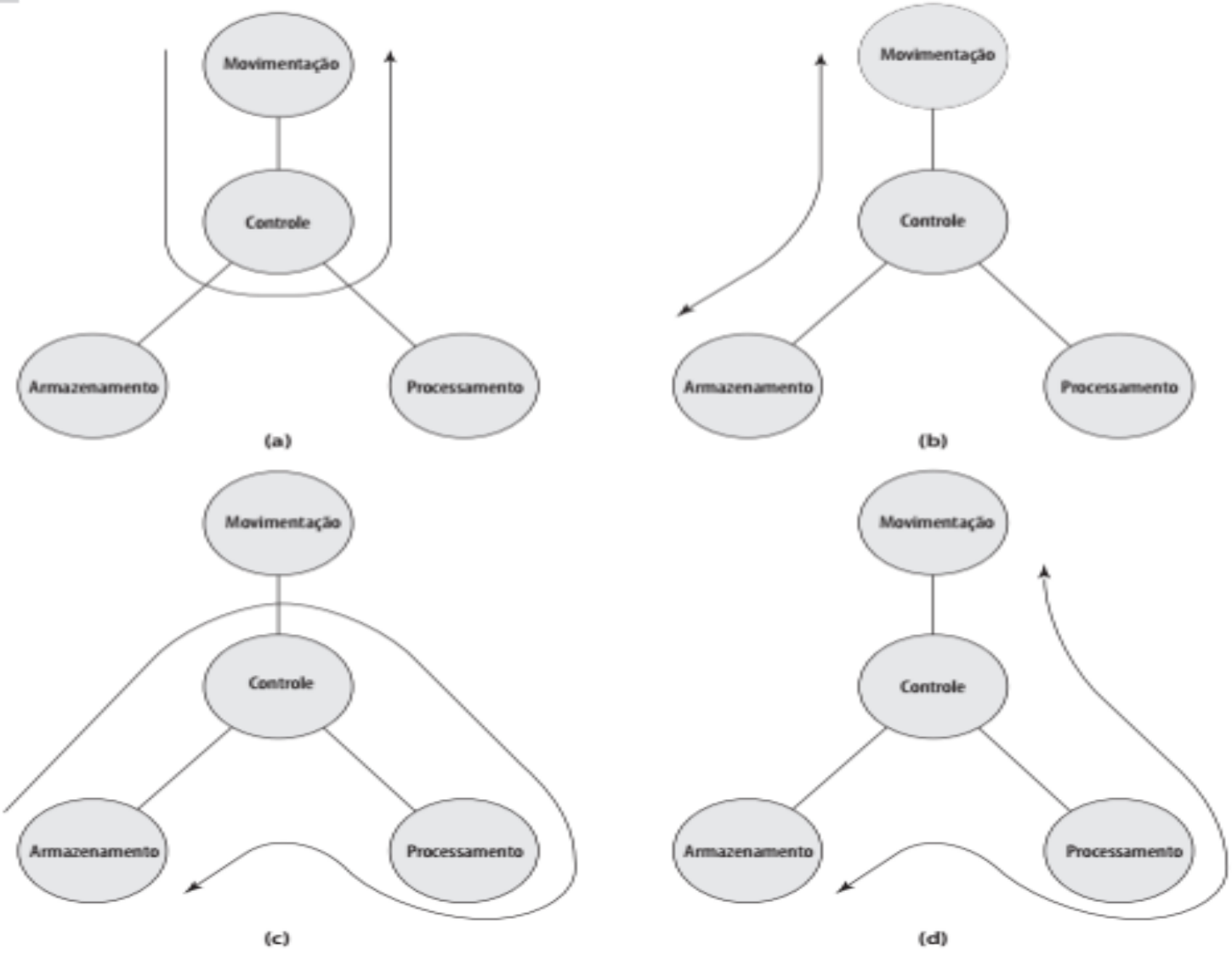
Estrutura e função

- Visão funcional de um computador



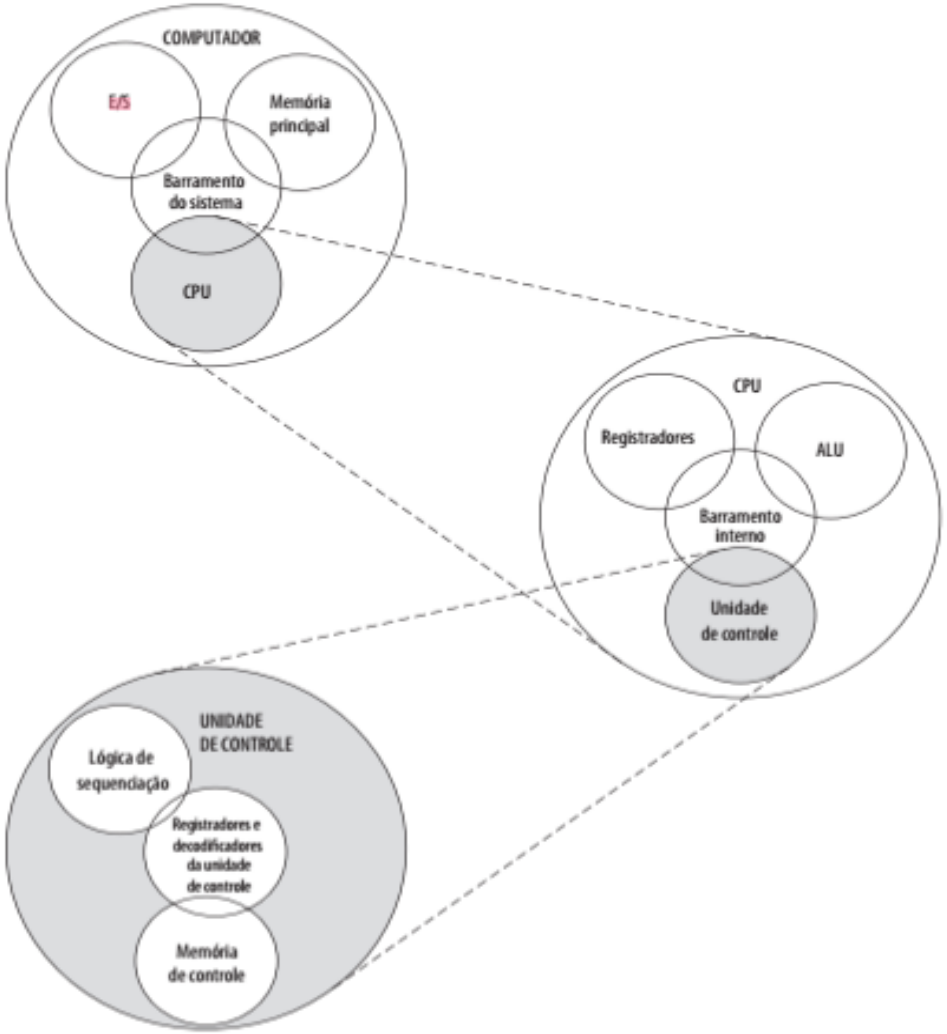
Estrutura e função

- Operações possíveis do computador



Estrutura e função

- Estrutura de alto nível



Estrutura e função

Unidade de controle: controla a operação da CPU e, portanto, do computador.

Unidade aritmética e lógica (ALU, do inglês arithmetic and logic unit): realiza as funções de processamento de dados do computador.

Registradores: oferece armazenamento interno à CPU.

Interconexão da cpu: algum mecanismo que oferece comunicação entre unidade de controle, ALU e registradores.

Evolução e desempenho do Computador

- A evolução dos computadores tem sido caracterizada:
  - Aumento na velocidade do processador;
  - Diminuição no tamanho do componente;
  - Aumento no tamanho da memória;
  - Aumento na capacidade e velocidade da E/S.

Evolução e desempenho do Computador

- A evolução dos computadores tem sido caracterizada:
  - Aumento na velocidade do processador;
  - Diminuição no tamanho do componente;
  - Aumento no tamanho da memória;
  - Aumento na capacidade e velocidade da E/S.

Evolução e desempenho do Computador

Um fator responsável pelo grande aumento na velocidade do processador é o encolhimento no tamanho dos componentes do microprocessador; isso reduz a distância entre os componentes e, portanto, aumenta a velocidade. Contudo, os verdadeiros ganhos na velocidade nos anos recentes têm vindo da organização do processador, incluindo o uso intenso das técnicas de pipeline e execução paralela e do uso de técnicas de execução especulativas (tentativa de execução de instruções futuras que poderiam ser necessárias). Todas essas técnicas são projetadas para manter o processador ocupado pelo máximo de tempo possível.

Uma questão crítica no projeto de sistema de computador é equilibrar o desempenho dos diversos elementos de modo que os ganhos no desempenho em uma área não sejam prejudicados por um atraso em outras áreas. Em particular, a velocidade do processador aumentou mais rapidamente do que o tempo de acesso da memória. Diversas técnicas são usadas para compensar essa divergência, incluindo caches, caminhos de dados mais largos da memória ao processador, e chips de memória mais inteligentes.

Um breve histórico dos computadores

- Pré História: ***Ábaco***
- Primeira Geração: ***Válvula***
- Segunda Geração: ***Transístores***
- Terceira Geração: ***Circuitos Integrados***
- Quarta Geração: ***Microprocessador***
- Quinta Geração: ***Inteligência Artificial***

http://producao.virtual.ufpb.br/books/camyle/introducao-a-computacao-livro/livro/livro.chunked/ch01s02.html

- https://prezi.com/t7wjeku-9r2a/a-6-geracao-de-computadores/

Aula 2 – Sistemas de Numeração

- **Objetivo**

  Compreender o sistema de numeração utilizado pelos sistemas computacionais

Arquitetura e organização de computadores
Uma visão geral

Sistemas de Numeração

Aula 2

2.1 Bases e sistemas de numeração

Desde o início de sua existência, o homem sentiu a necessidade de contar objetos, fazer divisões, diminuir, somar, entre outras operações aritméticas de que hoje se tem conhecimento. Diversas formas de contagem e representação de valores foram propostas. Podemos dizer que a forma mais utilizada para a representação numérica é a notação posicional.

Segundo Monteiro (2007), na notação posicional, os algarismos componentes de um número assumem valores diferentes, dependendo de sua posição relativa nele. O valor total do número é a soma dos valores relativos de cada algarismo. Dessa forma, dependendo do sistema de numeração adotado, é dito que a quantidade de algarismos que o compõem é denominada base. Assim, a partir do conceito de notação posicional, tornou-se possível a conversão entre diferentes bases.

2.1.1 Notação posicional

A notação posicional é uma consequência da utilização dos numerais hindu-arábicos. Os números romanos, por exemplo, não utilizam a notação posicional. Desejando efetuar uma operação de soma ou subtração, basta colocar um número acima do outro e efetuar a operação desejada entre os numerais, obedecendo a sua ordem. A civilização ocidental adotou um sistema de numeração que possui dez algarismos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9), denominado de sistema decimal.

A quantidade de algarismos de um dado sistema é chamada de *base*; portanto, no sistema decimal a base é 10. O sistema binário possui apenas dois algarismos (0 e 1), sendo que sua base é 2.

2.1.1 Notação posicional

Exemplos:

$4325_{10} = 5 \times 10^0 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^3$

$1011_2 = 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 = 1 + 2 + 0 + 8 = 11_{10}$

$3621_8 = 1 \times 8^0 + 2 \times 8^1 + 6 \times 8^2 + 3 \times 8^3 = 1937_{10}$

$1A7B_{16} = 11 \times 16^0 + 7 \times 16^1 + 10 \times 16^2 + 1 \times 16^3 = 6779_{10}$

Generalizando, num sistema de numeração posicional qualquer, um número
N é expresso da seguinte forma:

$$N = dn\text{-}1 \times b^{n-1} + dn\text{-}2 \times b^{n-2} + \ldots + d1 \times b1 + d0 \times b0$$

Observações importantes:

–O número de algarismos diferentes em uma base é igual à própria base.

–Em uma base **“b”** e utilizando **“n”** ordens temos **bn** números diferentes

2.1.2 Conversão de bases

Equivalência entre as bases decimal, binária, octal hexadecimal.

Binário	Octal	Decimal	Hexadecimal
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F
10000	20	16	10
10001	21	17	11
10010	22	18	12
10011	23	19	13
10100	24	20	14
10101	25	21	15

Fonte: Adaptado de Monteiro (2007)

2.1.2.1 Base binária para base octal ou hexadecimal

Observe que os dígitos octais e hexadecimais correspondem à combinações de 3 (para octais) e 4 (para hexadecimais) bits (ou seja, da representação binária – disponível na tabela de equivalências apresentada anteriormente), permitindo a fácil conversão entre estes sistemas.

$$\underbrace{111}_{7}\ \underbrace{010}_{2}\ \underbrace{100}_{4}\ \underbrace{101}_{5} = 7245_8$$

$$\underbrace{1111}_{F}\ \underbrace{1010}_{A}\ \underbrace{1101}_{D} = FAD_{16}$$

2.1.2.2 Base octal ou hexadecimal para base binária

conversão inversa de octal ou hexadecimal para binário deve ser feita a partir da representação binária de cada algarismo do número, seja octal ou hexadecimal.

7245_8 = 111 010 100 101

7 2 4 5

FAD_{16} = 1111 1010 1101

F A D

2.1.2.3 Base octal para base hexadecimal (e vice-versa)

A representação binária de um número octal é idêntica à representação binária de um número hexadecimal, a conversão de um número octal para hexadecimal consiste simplesmente em agrupar os *bits* não mais de três em três (octal), mas sim de quatro em quatro *bits* (hexadecimal), e vice-versa.

$(3174)_8$ = 011 001 111 100

3 1 7 4

$(011001111100)_2$ = 0110 0111 1100

6 7 c

$(67C)_{16}$

2.1.2.4 Base B (qualquer) para base decimal

Atenção, nos exemplos de casos citados a seguir, sempre utilizamos a definição de Notação Posicional:

$101101_2 = ?_{10}$

b = 2, n = 6

Portanto: $1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32 + 8 + 4 + 1 = 45_{10}$

Logo: **$101101_2 = 45_{10}$**

$27_8 = ?_{10}$

b = 8, n = 2

Portanto: $2 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = 23_{10}$

Logo: **$27_8 = 23_{10}$**

$2A5_{16} = ?_{10}$

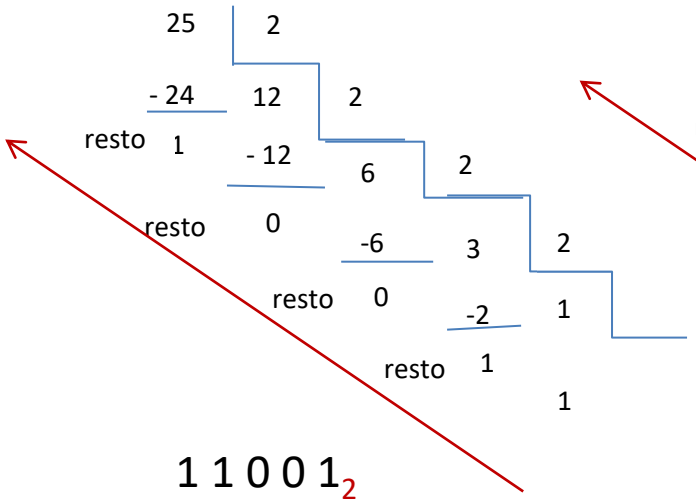
b = 16, n = 3

Portanto: $2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 5 \times 16^0 = 512 + 160 + 5 = 677_{10}$

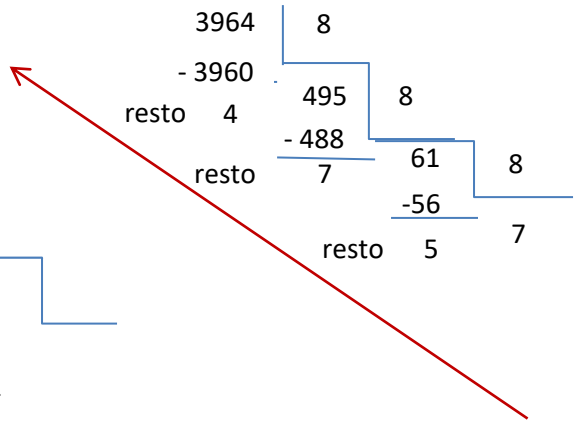
Logo: **$2A5_{16} = 677_{10}$**

2.1.2.5 Base decimal para base B (qualquer)

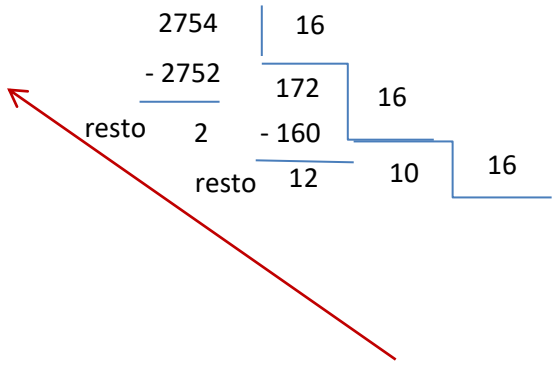
Consiste no processo inverso, ou seja, efetuamos divisões sucessivas do número decimal pela base desejada, até que o quociente seja menor que a referida base. Utilizamos os restos e o último quociente (a começar dele) para formação do número desejado, conforme abaixo



$1\,1\,0\,0\,1_2$



7574_8



$AC2_{16}$

2.2 Aritmética não-decimal

Procedimentos para realização das quatro operações aritméticas:

- Adição
- Subtração
- Multiplicação
- divisão

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.1 Soma Binária

A operação de soma de dois números em base 2 é efetuada de modo semelhante à soma decimal, levando-se em conta, apenas, que só há dois algarismos disponíveis (0 e 1). Assim, podemos criar uma tabela com todas as possibilidades:

0	+	0	=	0
0	+	1	=	1
1	+	0	=	1
1	+	1	=	0

"VAI 1"

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.1 Soma Binária

0	+	0	=	0
0	+	1	=	1
1	+	0	=	1
1	+	1	=	0

"VAI 1"

Efetua a soma 45_{10} e 47_{10}:

Decimal	Binário
45	1 1 1 1 1
+ 47	1 0 1 1 0 1
92	+ 1 0 1 1 1 1
	1 0 1 1 1 0 0

Efetua a soma 37_{10} e 87_{10}:

Decimal	Binário
1 1	1 1 1
37	0 1 0 0 1 1 1
+ 87	+ 1 0 1 0 1 1 1
124	1 1 1 1 1 0 0

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.2 Subtração Binária

A subtração em base 2, na forma convencional, usada também no sistema decimal (minuendo – subtraendo = diferença), é relativamente mais complicada por dispomos apenas dos algarismos 0 e 1 e, dessa forma, 0 menos 1 necessita de "empréstimo" de um valor igual à base (no caso é 2), obtido do primeiro algarismo diferente de zero, existente à esquerda. Se estivéssemos operando na base decimal, o "empréstimo" seria de valor igual a 10.

a) Efetuar a subtração 101101 – 100111:

```
     2
   0 0 2
 1 0 1 1 0 1
-1 0 0 1 1 1
-------------
   0 0 0 1 1 0
```

A partir da direita para a esquerda, vamos executar a operação algarismo por algarismo (6 algarismo)

1) 1 – 1 = 0
2) 0 – 1 não é possível. Então, retira-se 1 da ordem à esquerda (3ª ordem a partir da direita), que fica com 1 – 1 = 0, e passa-se para a ordem à direita, o valor equivalente, que é 2, visto que 1 unidade de ordem à esquerda vale uma base de unidades (no caso: base= 2) da ordem à direita. 2 – 1 = 1
3) Agora tem-se 0 – 1 e, portanto, repete-se o procedimento do item anterior. 2 - 1 = 1
4) 0 – 0 = 0
5) 0 – 0 = 0
6) 1 – 1 = 0

Resultado: $(000110)_2$ ou simplesmente $(110)_2$.

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.3 Multiplicação Binária

0	x	0	=	0
0	x	1	=	0
1	x	0	=	0
1	x	1	=	1

a) Efetuar a multiplicação 110 x 101:

```
  1 1 0
  1 0 1
  -----
  1 1 0
0 0 0
1 1 0
-------
1 1 1 1 0
```

Resultado: (11110) 2

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.4 Divisão Binária

a) Efetuar a divisão $(101010)_2$ por $(101)_2$

```
1 0 1 0 1 0 | 1 1 0
- 1 1 0       1 1 1
-------
  1 0  0 1
  - 1 1 0
  -------
    0 1 1 0
    - 1 1 0
    -------
      0 0 0
```

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1.4 Divisão Binária

a) Efetuar a divisão $(37)_{10}$ por $(4)_{10}$

Decimal

```
 37 | 4
-36   9
  1
```

Binário

```
 100101 | 100
-100      1001
 000101
   -100
    001
```

2.2.1 Aritmética Octal

2.2.1.5 Soma Octal

a) Efetuar a soma $(3657)_8$ por $(1741)_8$

```
  1 1 1
  3 6 5 7
+1 7 4 1
---------
+5 6 2 0
```

2.2.1 Aritmética Octal

2.2.1.6 Soma Octal

a) Efetuar a soma $(443)_8$ por $(653)_8$

$$\begin{array}{r} 1\ 1 \\ 4\ 4\ 3 \\ +\ 6\ 5\ 3 \\ \hline 1\ 3\ 1\ 6 \end{array}$$

$(1\ 3\ 1\ 6)_8$

2.2.1 Aritmética Octal

2.2.1.7 Subtração Octal

a) Efetuar a subtração $(7312)_8$ - $(3465)_8$

```
   8 8
  6 2 0 8
  7 3 1 2
- 3 4 6 5
---------
  3 6 2 5
```

$(3\ 6\ 2\ 5)_8$

Da direita para a esquerda, temos para cada um dos 4 algarismos:

1) 2 – 5 não é possível. Então , retira-se 1 1 unidade da ordem à esquerda, a qual vale uma base de unidades (no caso base = 8) da direita, somando-se ao valor 2.

   8 + 2 = 10 – 5 = 5

2) 1 – 1= 0 -8 não é possível. Então, retira-se 1 unidade da esquerda (que fica com 3 – 1 = 2 unidaddes), passando 8 para a direita, o que fica 8 + 0 = 8.

   8 – 6 =2

3) 3 – 1 = 2 – 4 não é possível. Então, retira-se 1 da esquerda (7 – 1 = 6), passando 8 unidades para direita

   8 + 2 = 10 – 4 = 6

4) 7 – 1 = 6 – 3 = 3

2.2.1 Aritmética Hexadecimal

2.2.1.7 Soma Hexadecimal

a) Efetuar a soma $(3A943B)_{16}$ + $(23B7D5)_{16}$

```
   1     1 1
  3 A 9 4 3 B
+ 2 3 B 7 D 5
-------------
  5 E 4 C 1 0
```

2.2.1 Aritmética Hexadecimal

2.2.1.7 Soma Hexadecimal

a) Efetuar a soma $(3A943B)_{16}$ + $(23B7D5)_{16}$

```
   1     1 1
  3 A 9 4 3 B
+ 2 3 B 7 D 5
-------------
  5 E 4 C 1 0
```

2.2.1 Aritmética Hexadecimal

2.2.1.7 Subtração Hexadecimal

a) Efetuar a soma $(4C7BE8)_{16}$ - $(1E927A)_{16}$

```
  4 C 7 B E 8
- 1 E 9 2 7 A
-------------
  2 D E 9 6 E
```

1. 8 – A não é possível. Retira-se, então, 1 unidade da ordem à esquerda (E – 1 = D), passando 16 unidades (valor igual ao da base) para a direita, as quais são somadas ao valor existente, 8
   16 + 8 = 24 – A = 24 – 10 = 14_{16} equivale ao algarismo E_{16}
2. D – 7 = 13 -7 = 6
3. B – 2 = 11 – 2 = 9
4. 7 – 9 não é possível. Retira-se 1 unidade da ordem à esquerda (C – 1 = B), passando 16 unidades para a direita, as quais são somadas ao valor existente, 7.
   16 + 7 = 23 – 9 = 14_{10}, equivalente ao algarismo E_{16}
5. C – E não é possível. Retira-se 1 unidade da ordem à esquerda (4 – 1 = 3), passando 16 unidades para a direita, as quais são somadas ao valor existente, $B_{16} = 11_{10}$. $16_{10} + 11_{10} = 27 – 14 = 13_{10}$ equivalente ao algarismo D_{16}

6 – 1 = 2

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1 Sistema de numeração com virgula

16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,0625
2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}

Transformação de binário para decimal

$(101,1001)_2$

parte inteira

101= (2x1)+ (2x0=0) + (4x1) = 5

parte decimal

1001= (0,5 x1) + (0x0,25) + (0x0,125) + (1x0,0625)= 0,5 + 0,0625= 0,5625

$(5,5625)_{10}$

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1 Notação dos Números Binários Positivos e Negativos

A representação de números binários positivos e negativos pode ser feita utilizando-se os sinais "+" ou "-" respectivamente. Na prática, porém, em hardware dos sistemas digitais que processam operações aritméticas, microcomputadores por exemplo, estes sinais não podem ser utilizados, pois tudo deve ser codificado em **0** e **1**. Uma forma de representar em alguns casos utilizada, é a de acrescentar ao número um ***bit de sinal*** colocando à esquerda, na posição de algarismo mais significativo. Se o número for positivo, o bit de sinal será **0**, se o número for negativo este será **1**. este processo de representação é denominado ***SINAL-MÓDULO*.**

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1 Notação dos Números Binários Positivos e Negativos

Para exemplificar o exposto, vamos representar os números decimais $+(35)_{10}$ e -73_{10} em binário utilizando a notação sinal-módulo:

$(35)_{10} = (10011)_2$

$+ (10011)_2 = (0100011)_2$

bit de sinal (0 ➔ indica número positivo

$(73)_{10} = (11001001)_2$

bit de sinal (1 ➔ indica número negativo

2.2.1 Aritmética Binária

2.2.1 Notação dos Números Binários Positivos e Negativos

Uma outra forma para representar número binários negativos bastante utilizada nos sistemas já citados é a notação do complemento de 2. mas para obtê-la, devemos primeiramente converter o número na notação do complemento de 1.
A obtenção do complemento de 1 de um número binário se dá pela troca de cada bit do número pelo seu inverso ou complemento. Para demonstrar esse procedimento, vamos obter o complemento de 1 do número $(10011011)_2$. Assim sendo, temos:

Número binário:	1 0 0 1 0 1 1
Complemento de 1:	0 1 1 0 1 0 0
	+ 1
Complemento de 2:	0 0 1 1 0 0 1 1

Arquitetura e organização de computadores
Uma visão geral

Conceitos da Lógica Digital

Aula 3

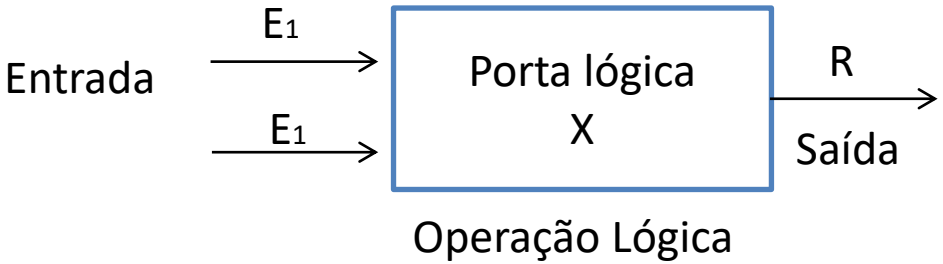
3. 1 Operações lógicas

- As operações lógicas são estudadas pela álgebra de boole (George Boole)
- A álgebra de Boole trabalha com apenas duas grandezas: **falso** ou **verdadeiro**.
- As duas grandezas são representadas por **0** (falso) e **1** (verdadeiro).
- Nos circuitos lógicos do computador, os sinais binários são representados por níveis de tensão.

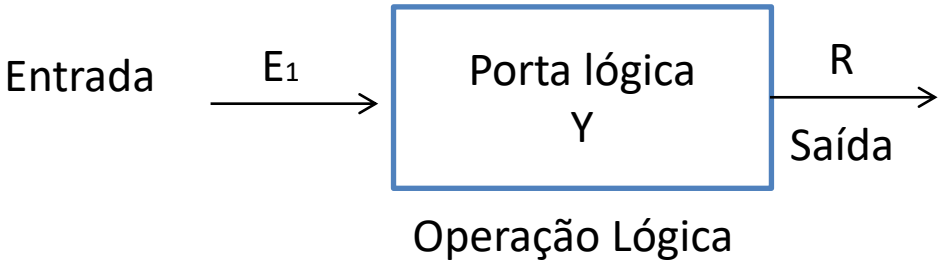
3. 2 Portas lógicas

- As portas lógicas são os elementos mais básicos e elementares de um sistema de computação.
- Elas são responsáveis por realizar as operações lógicas sobre os bits.
- Os valores de entrada e saída são números binários.
- Cada porta lógica realiza uma tarefa trivial.

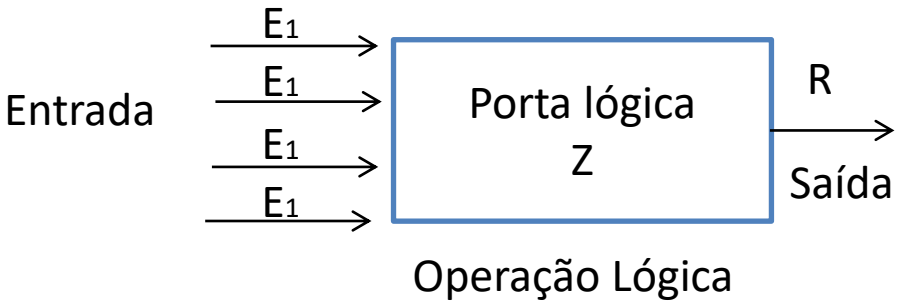
3. 3 Portas e operações lógicas



E_1 operação lógica X E_2 = R



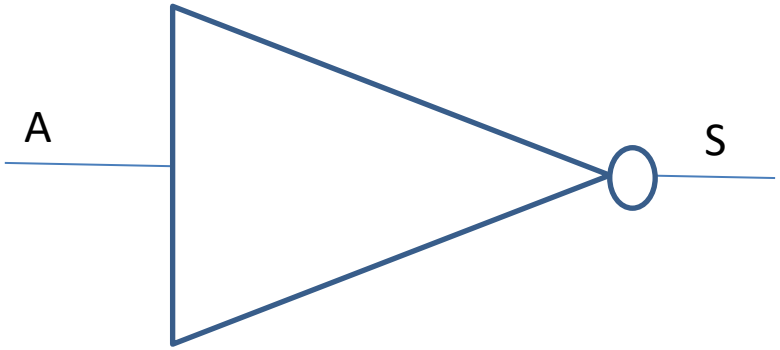
E operação lógica Y E = R



E_1 operação lógica Z E_2 operação lógica Z E_3 operação lógica Z.... E_2 operação lógica Z Em = R

3. 3. 1 Portas e operações lógicas NOT (inversor)

- **NOT**: inverte a entrada.

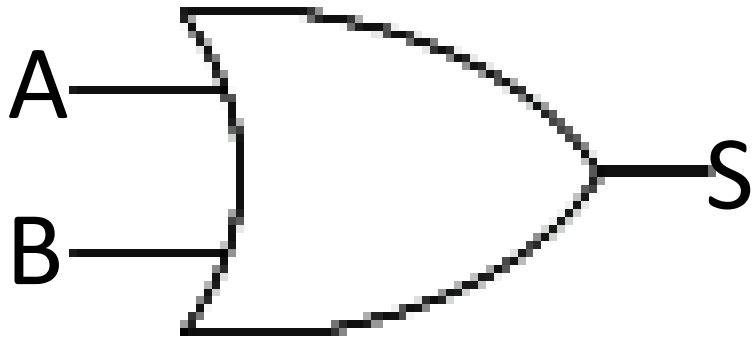


Entrada	Saída
A	S = $\bar{A}$
0	1
1	0

Expressão: S = $\bar{A}$

3. 3. 1 Operação lógica ou Porta OR (OU)

- **OR**: retorna 1 se uma das entradas é 1.

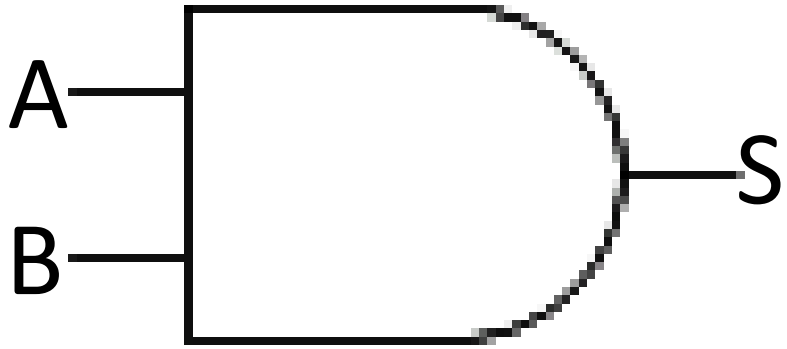


Entrada		Saída
A	B	S = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Expressão: S = A + B

3. 3. 2 Operação lógica ou Porta AND (E)

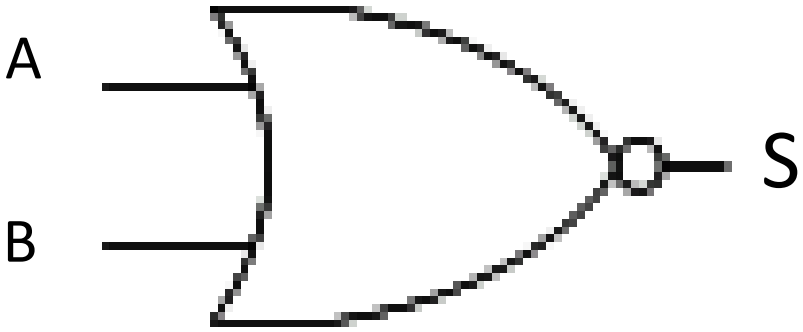
- **AND**: retorna 1 se ambas as entradas são 1.



Entrada		Saída
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Expressão: S = AB

- **NOR**: é uma porta OR e uma porta NOT combinadas. O resultado é exatamente o inverso da porta OR.

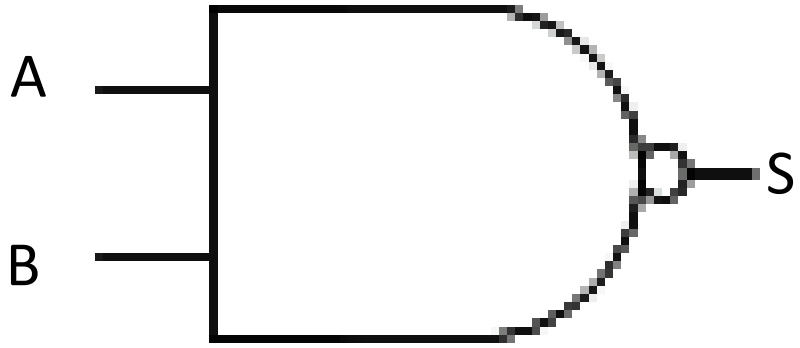


Entrada		Saída
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Expressão: $x = \overline{(A + B)}$

Portas lógicas

- **NAND**: é uma porta AND e uma porta NOT combinadas. O resultado é exatamente o inverso da porta AND.

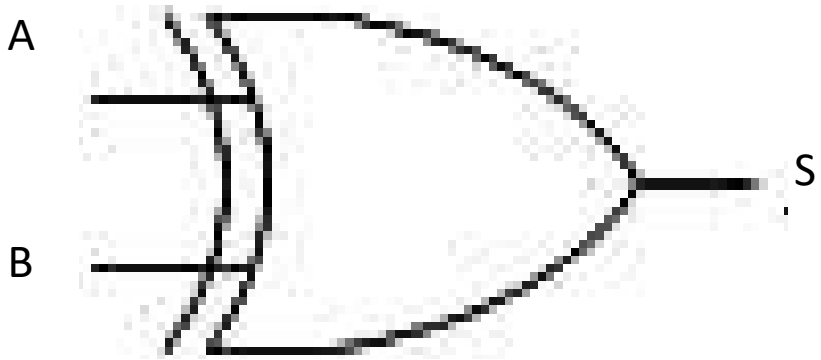


ENTRADA		SAÍDA
A	B	S
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Expressão: $x = \overline{(AB)}$

Portas lógicas

- **XOR**: retorna 1 somente se uma das entradas é 1.

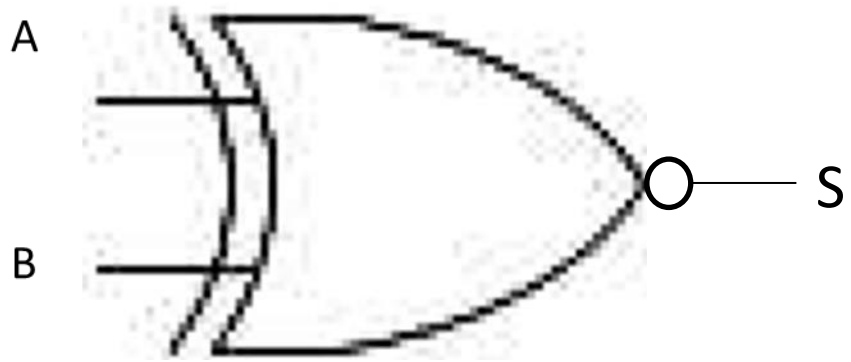


ENTRADA		SAÍDA
A	B	S
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Expressão: $x = A \oplus B$

Portas lógicas

- **NXOR**: é uma porta XOR e uma porta NOT combinadas. O resultado é exatamente o inverso da porta XOR.



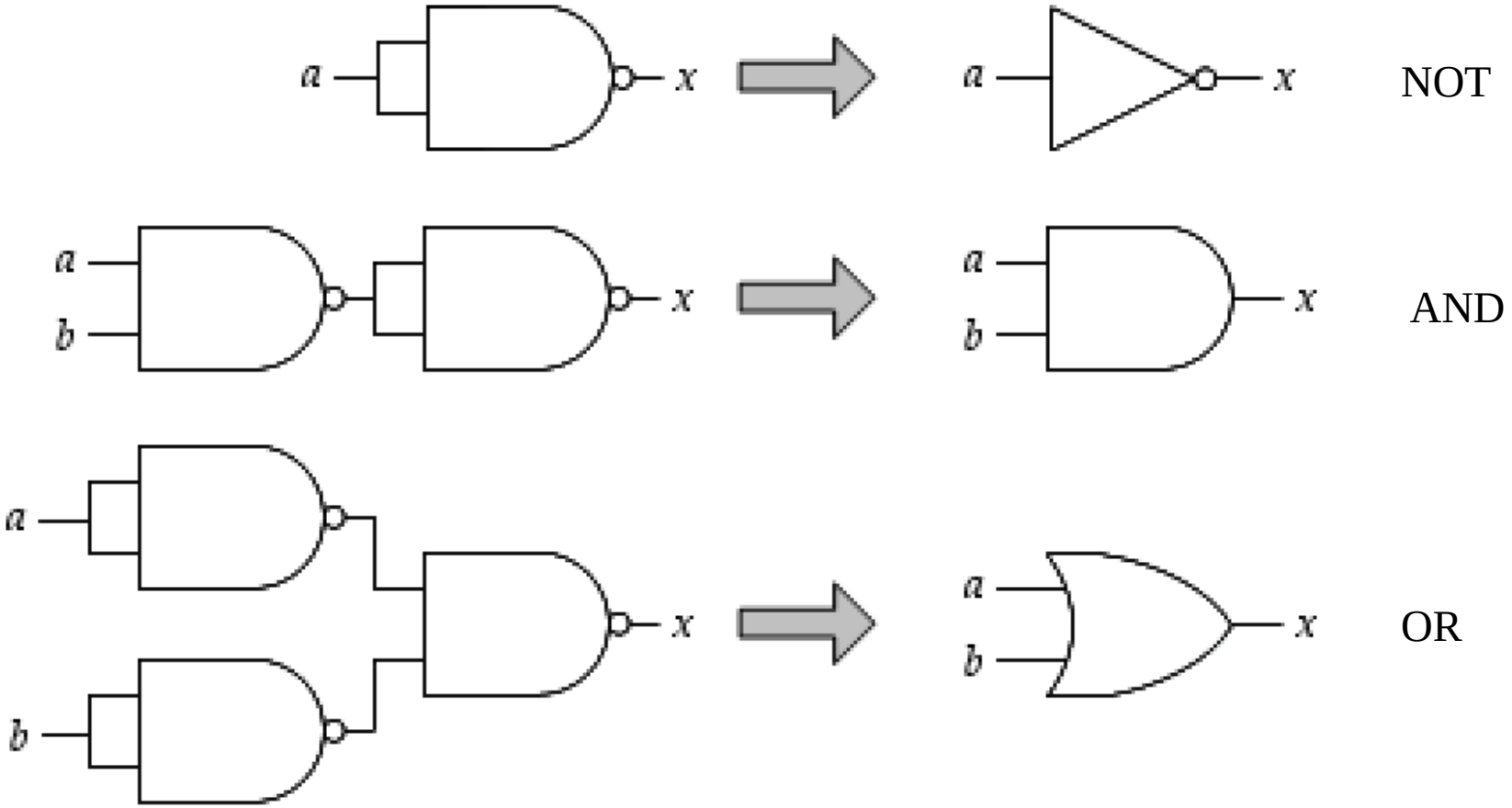
ENTRADA		SAÍDA
A	B	S
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Expressão: $S = A \otimes B$

Portas lógicas

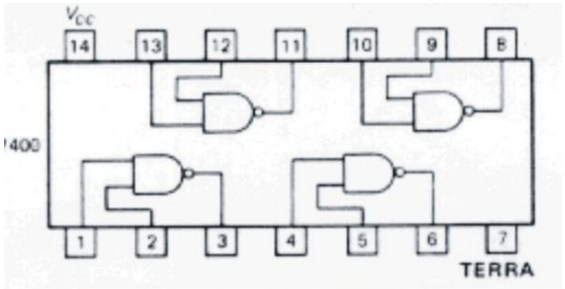
- Combinações de portas NAND podem ser usadas para simular todas as outras.
- Por este motivo, a porta NAND é considerada uma **porta universal**.
- Isso significa que qualquer circuito pode ser expresso pela combinação de portas NAND.

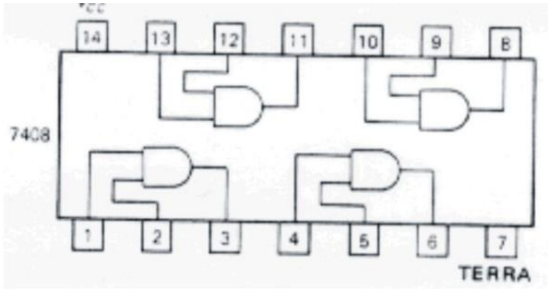
Portas lógicas

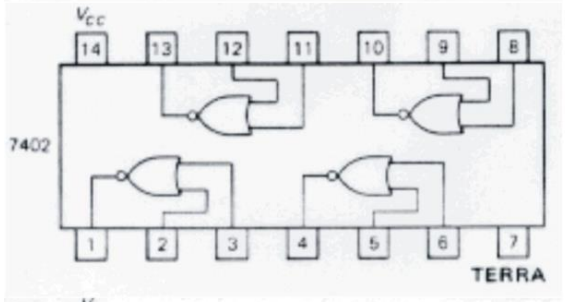


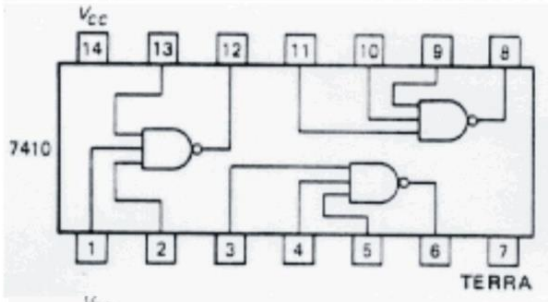
Circuitos

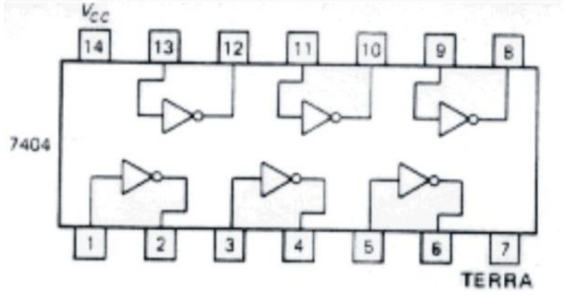
- As portas lógicas são encontradas no mercado encapsuladas em chips de silício.

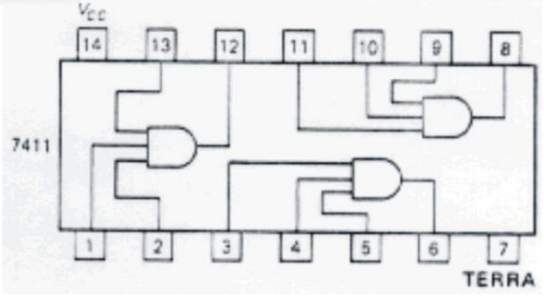












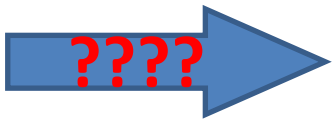
Circuitos

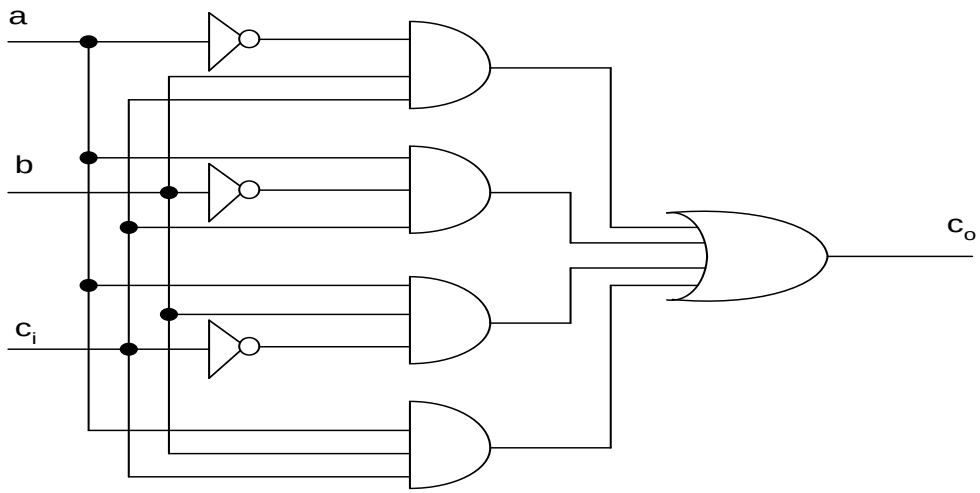
- É um conjunto de portas lógicas interligadas para resolver um problema maior.
- Para facilitar o desenvolvimento, em primeiro lugar, deve-se montar uma expressão booleana e, em seguida, partir para a implementação do circuito propriamente dito.

Circuitos

Como converter uma tabela verdade em um circuito lógico?

a b c_i	c_o
0 0 0	0
0 0 1	0
0 1 0	0
0 1 1	1
1 0 0	0
1 0 1	1
1 1 0	1
1 1 1	1





Soma de MinTermos

- Para cada saída, fazer uma soma de produtos, ou seja, a função de chaveamento é uma soma (OR) de produtos (AND) de variáveis e variáveis complementadas.
- Deve-se considerar apenas as saídas “1” e ignorar as saídas “0”.
- Após encontrar a função de chaveamento, desenhar o circuito.

a	b	s
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

$s = a' b + a b$

Soma de MinTermos

- Vocês fazem:
  - Dado a seguinte tabela verdade, encontrar a **função de chaveamento** e em seguida construir o **circuito lógico.**

x_2	x_1	x_0	z
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

z = x2’ x1’ x0 + x2’ x1 x0’ + x2 x1’ x0’ + x2 x1 x0

Circuito meio-somador

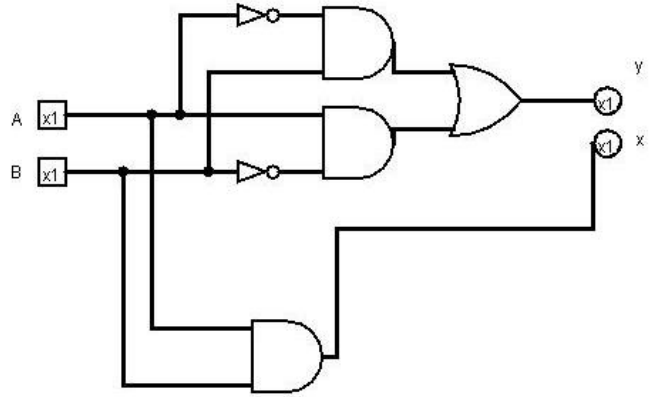
- Tabela Verdade:

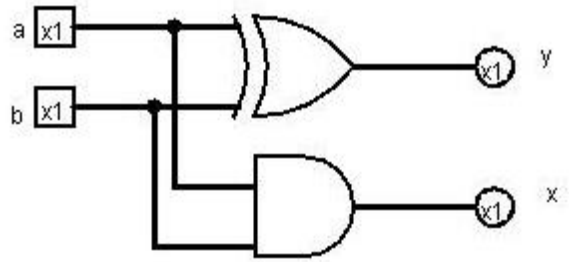
A	B	X	Y
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

$X = A \cdot B$

$Y = A' \cdot B + A' \cdot B$

- Circuito:





Versão simplificada