

Arquitetura e Organização de Computadores

Introdução

- A arquitetura de um computador é a teoria por detrás do desenho de um computador.
- É a estrutura e a organização do hardware, ou seja, refere-se ao funcionamento interno do computador.
- Arquitetura x Organização

Arquitetura x Organização

- **Arquitetura** refere-se aos atributos que são visíveis para o programador, ou seja, os atributos que tem impacto direto na execução do programa.
- Atributos:
 - Conjunto de instruções
 - Número de bits
 - Mecanismos de E/S

Arquitetura x Organização

- **Organização** diz respeito às unidades operacionais e suas interconexões que implementam as especificações de sua arquitetura, ou seja, como as características da arquitetura será implementada.
- Atributos:
 - Sinais de controle
 - Tecnologia de memória, tecnologia de transistores etc.

Arquitetura x Organização

- Especificar se um computador deve ou não ter uma instrução de multiplicação constitui uma decisão de projeto de . **Arquitetura**
- Definir se essa instrução será implementada por uma unidade específica de multiplicação ou por um mecanismo que utiliza repetidamente sua unidade de soma é uma decisão de . **Organização**

Arquitetura x Organização

- Exemplo
 - Todo processador Intel da família x86 compartilham a mesma arquitetura básica.
 - No entanto, a organização difere de uma versão para outra.
- Conclusão
 - uma organização deve ser projetada para implementar uma especificação particular de arquitetura.

SISTEMAS NUMÉRICOS

Sistemas numéricos

- O sistema numérico mais conhecido é o decimal (base 10).
- Porém, existem outros sistemas numéricos:
 - Binário (base 2)
 - Octal (base 8)
 - Hexadecimal (base 16)

Sistemas numéricos

- Qual sistema numérico é utilizado nos computadores?

Sistema binário

- Por quê é utilizado o sistema binário e não o decimal, o qual lidamos no dia-a-dia?

Porque o sistema decimal seria muito difícil de implementar com circuitos digitais

Sistema numérico base 10

- Utiliza 10 algarismos (símbolos) para representar qualquer quantidade.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- Como a base é 10, para cada posição à esquerda, o peso vai ser 10 vezes maior do que a posição à direita.

$$(5248)_{10} = 5 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

Sistema numérico binário (base 2)

- É aquele que utiliza somente dois algarismos para representar qualquer quantidade.

0 1

- O termo bit vem das palavras *binary digit*.

(01001)₂

Sistema numérico hexadecimal (base 16)

- É utilizado nos projetos computacionais (hardware e software).
- É utilizado por ser mais próximo da base 10.
- Fácil conversão para sistema binário.
- É composto por 16 símbolos:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
										↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
										10	11	12	13	14	15	

2FA1H

(2FA1)₁₆

Conversão de qualquer base para Decimal

□ A forma de decompor um número, chamada lei de formação:

$$N = A_{n-1} \times B^{n-1} + A_{n-2} \times B^{n-2} + \dots + A_0 \times B^0$$

onde:

N = número em base decimal

A_n = algarismo

B_n = base

n = posição do algarismo que vale zero para a posição mais a direita (menos significativa).

PORTAS LÓGICAS E CIRCUITOS

Operações lógicas

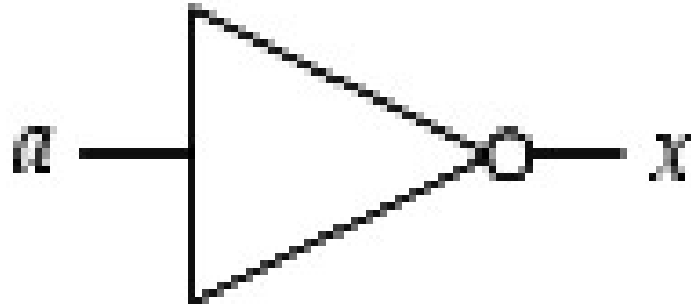
- As operações lógicas são estudadas pela álgebra de boole (George Boole)
- A álgebra de Boole trabalha com apenas duas grandezas: **falso** ou **verdadeiro**.
- As duas grandezas são representadas por **0** (falso) e **1** (verdadeiro).
- Nos circuitos lógicos do computador, os sinais binários são representados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

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.

Portas lógicas

- **NOT:** inverte a entrada.

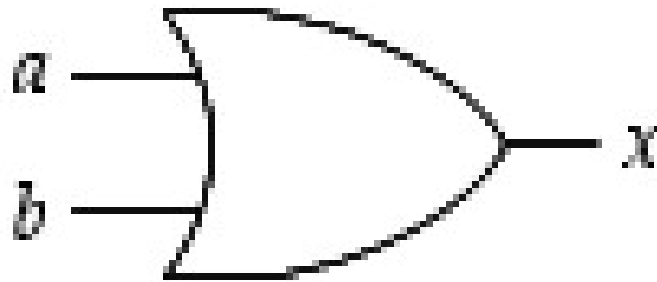


NOT	
a	x
0	1
1	0

Expressão: $x = a'$ ou $x = \neg a$

Portas lógicas

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

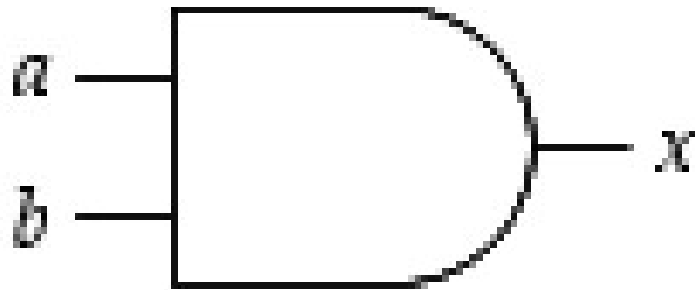


OR		
a	b	x
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Expressão: $x = a + b$

Portas lógicas

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

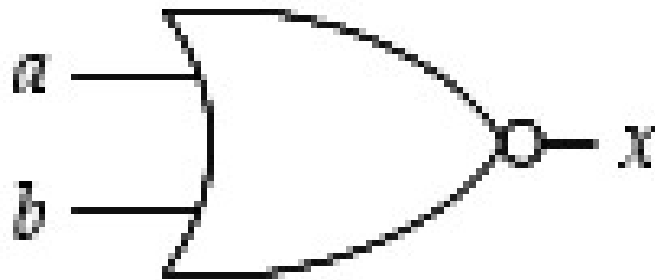


AND		
a	b	x
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Expressão: $x = a \times b$

Portas lógicas

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

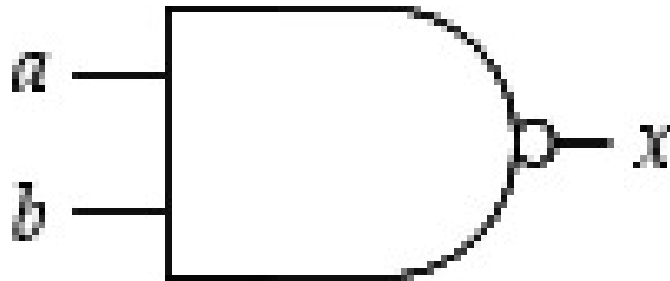


NOR		
a	b	x
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Expressão: $x = (a + b)'$

Portas lógicas

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

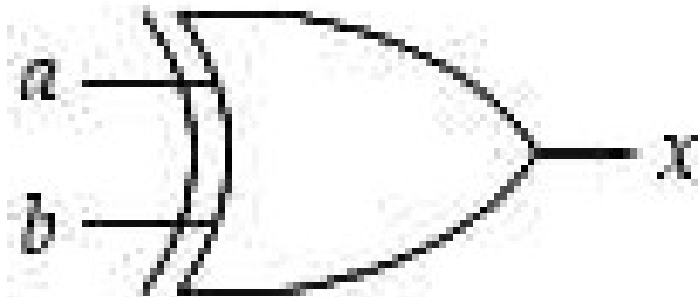


NAND		
a	b	x
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Expressão: $x = (a \times b)'$

Portas lógicas

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

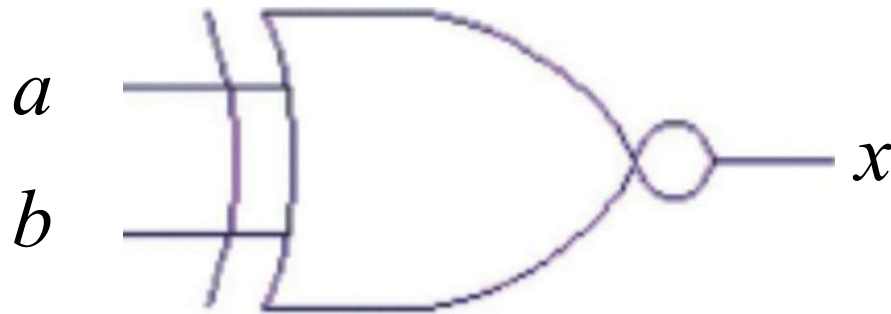


XOR		
a	b	x
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

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.



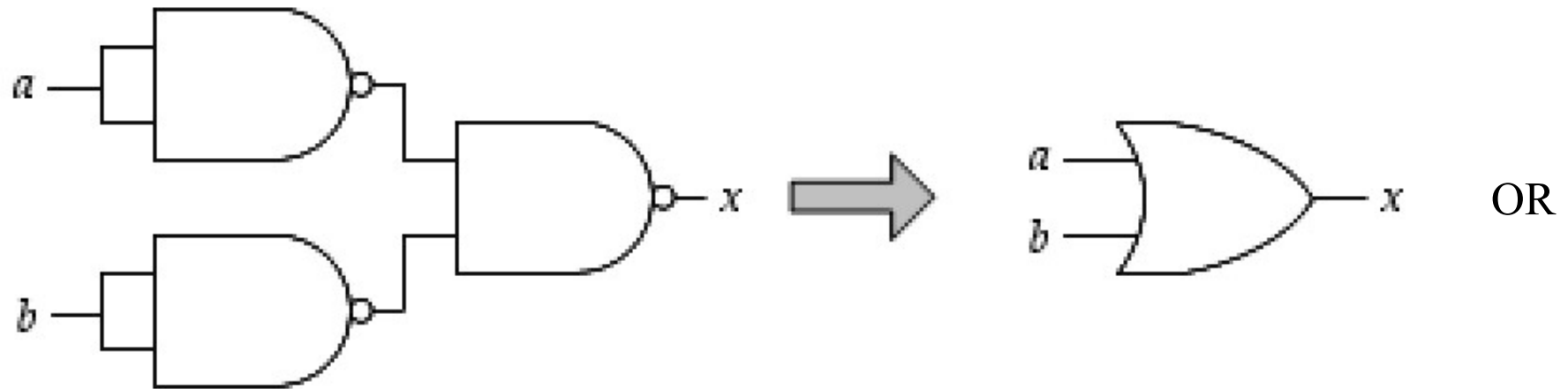
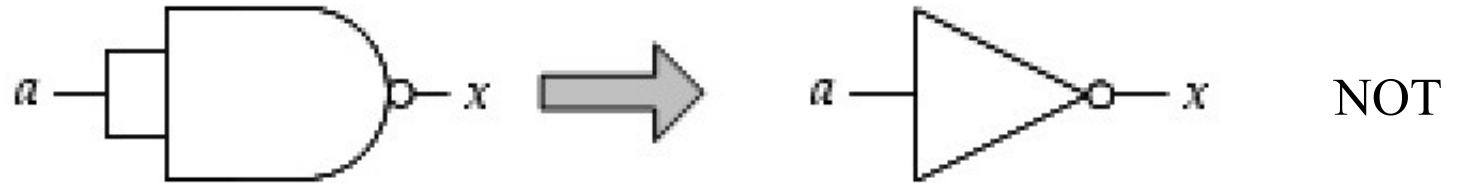
Expressão: $x = a \otimes b$

NXOR		
a	b	x
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Portas lógicas

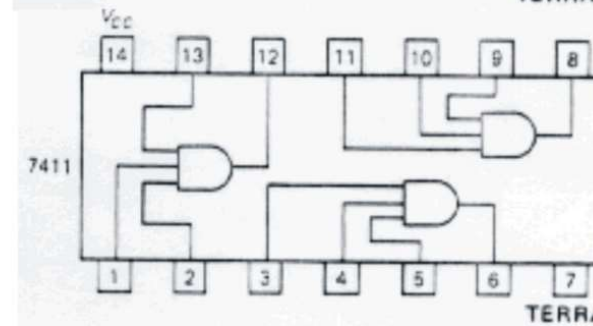
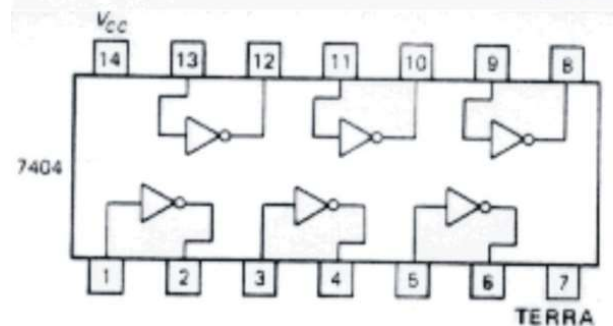
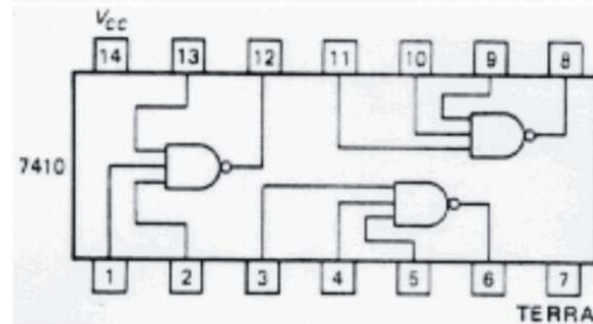
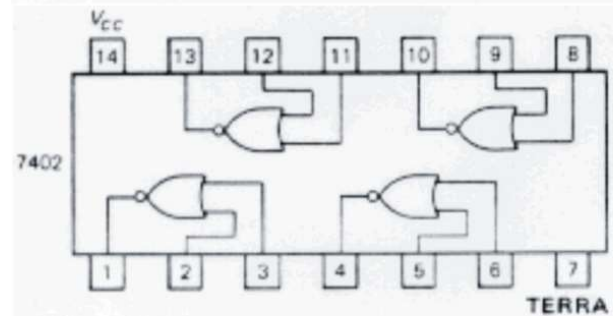
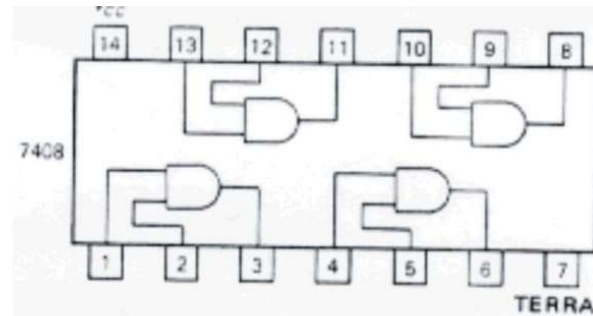
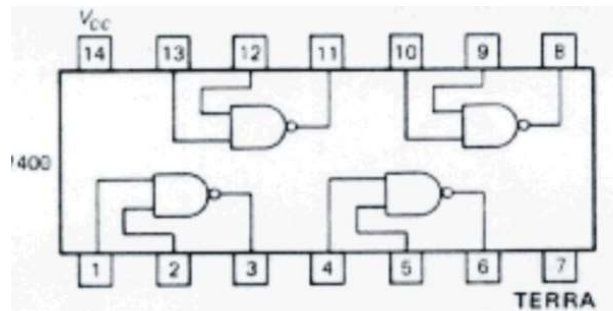
- Combinações de portas NAND podem ser usadas para simular todas as outras.
- Por este motivo, a porta NAND é considerada uma **porta universal**.
- Isso significa que qualquer circuito pode ser expresso pela combinação de portas NAND.

Portas lógicas



Circuitos

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



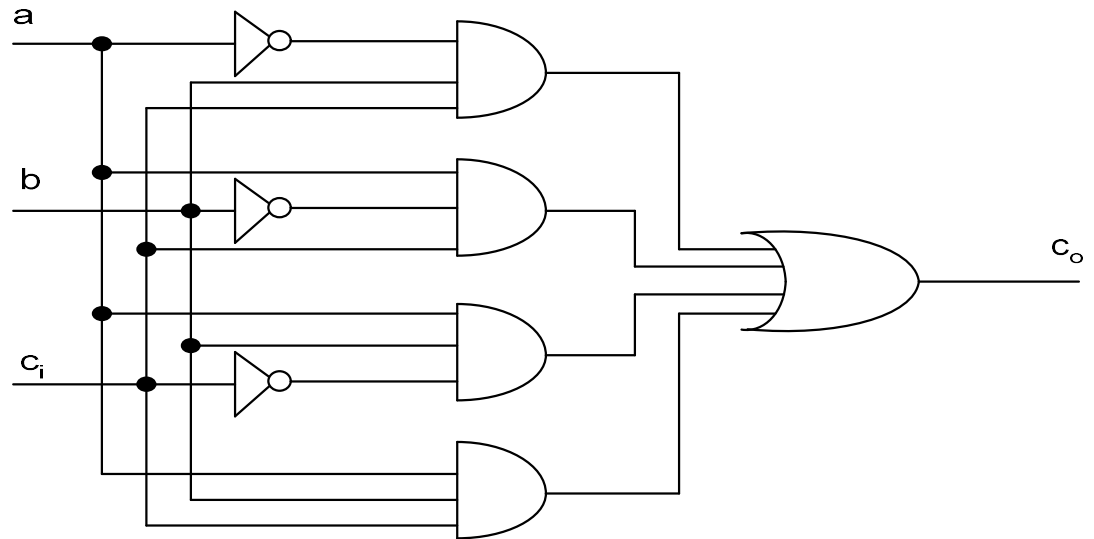
Circuitos

- 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

$$z = x_2' x_1' x_0 + x_2' x_1 x_0' + x_2 x_1' x_0' + x_2 x_1 x_0$$

Circuito meio-somador

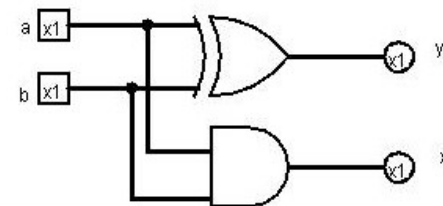
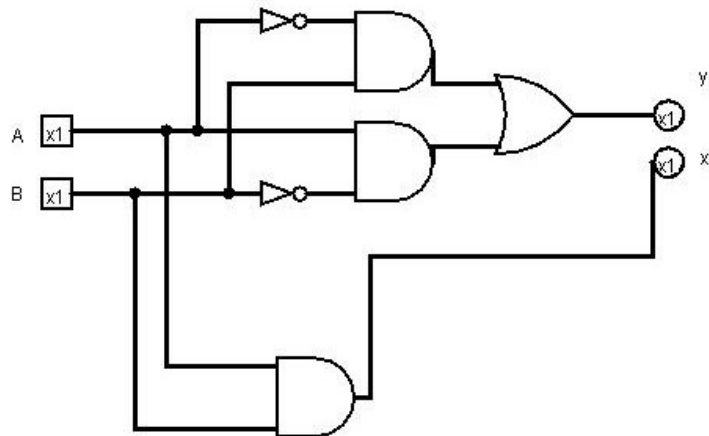
- Tabela Verdade:

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

$$X = A \cdot B$$

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

Circuitos:



Versão simplificada

PROCESSADORES

Processador

- A função de um computador é executar tarefas com a finalidade de resolver problemas.
- Uma tarefa pode ser executada por meio de uma seqüência ordenada de instruções de máquina.
- O processador é o componente responsável pelo processamento de instruções e de dados.

Processador

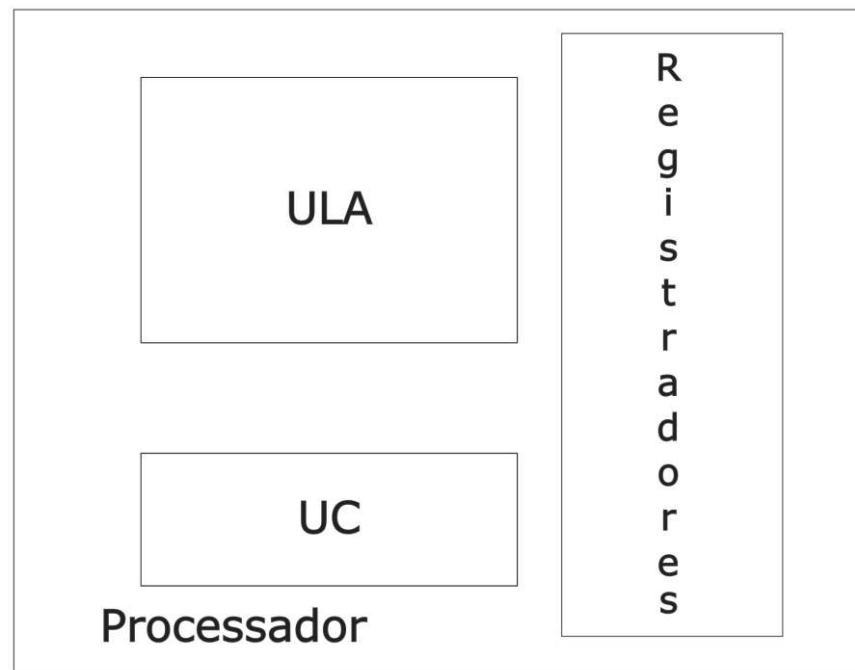
- O processador é constituído por centenas de transistores.
- As portas lógicas são implementadas fisicamente por meio de transistores.



Diferentes encapsulamento de transistores.

Processador

- O processador é dividido em três partes:



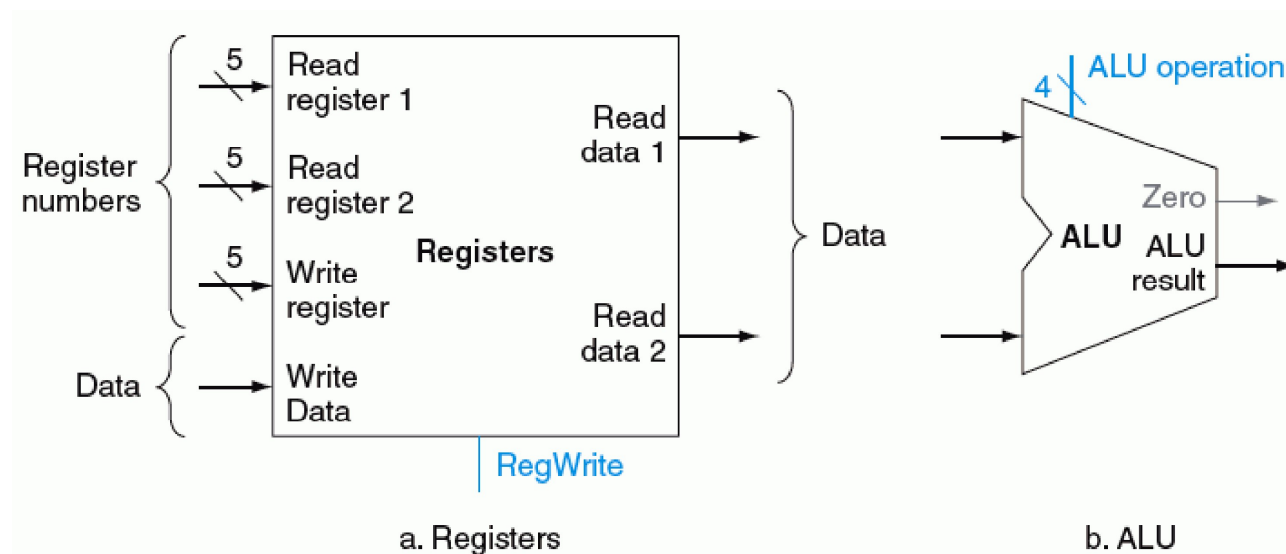
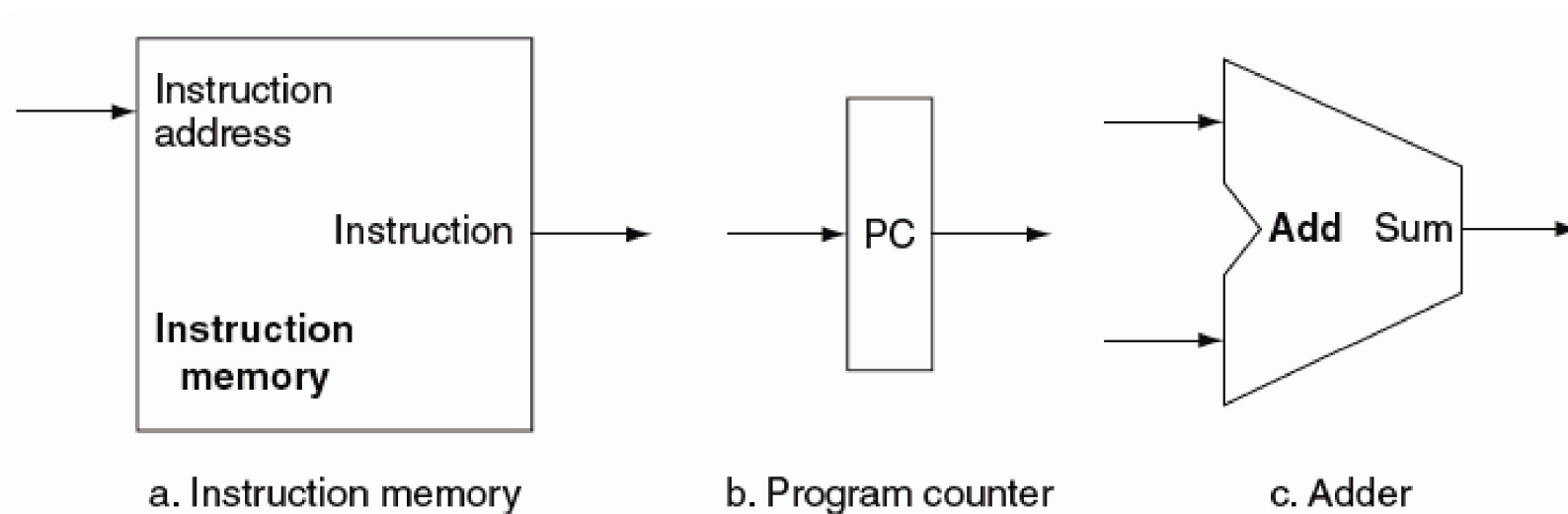
Componentes do Processador

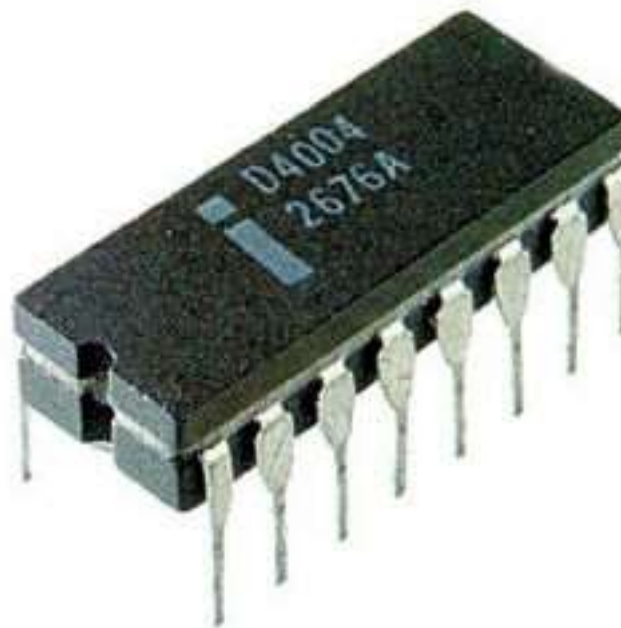
- ULA (Unidade Lógica e Aritmética)
 - É onde as operações lógicas e aritméticas são realizadas.
- Unidade de controle
 - Controla a execução de qualquer instrução dentro do processador.
 - Define o que tem que ser feito a cada momento.
 - Decodifica a instrução e gera os sinais de controle para as unidades funcionais.

Componentes do Processador

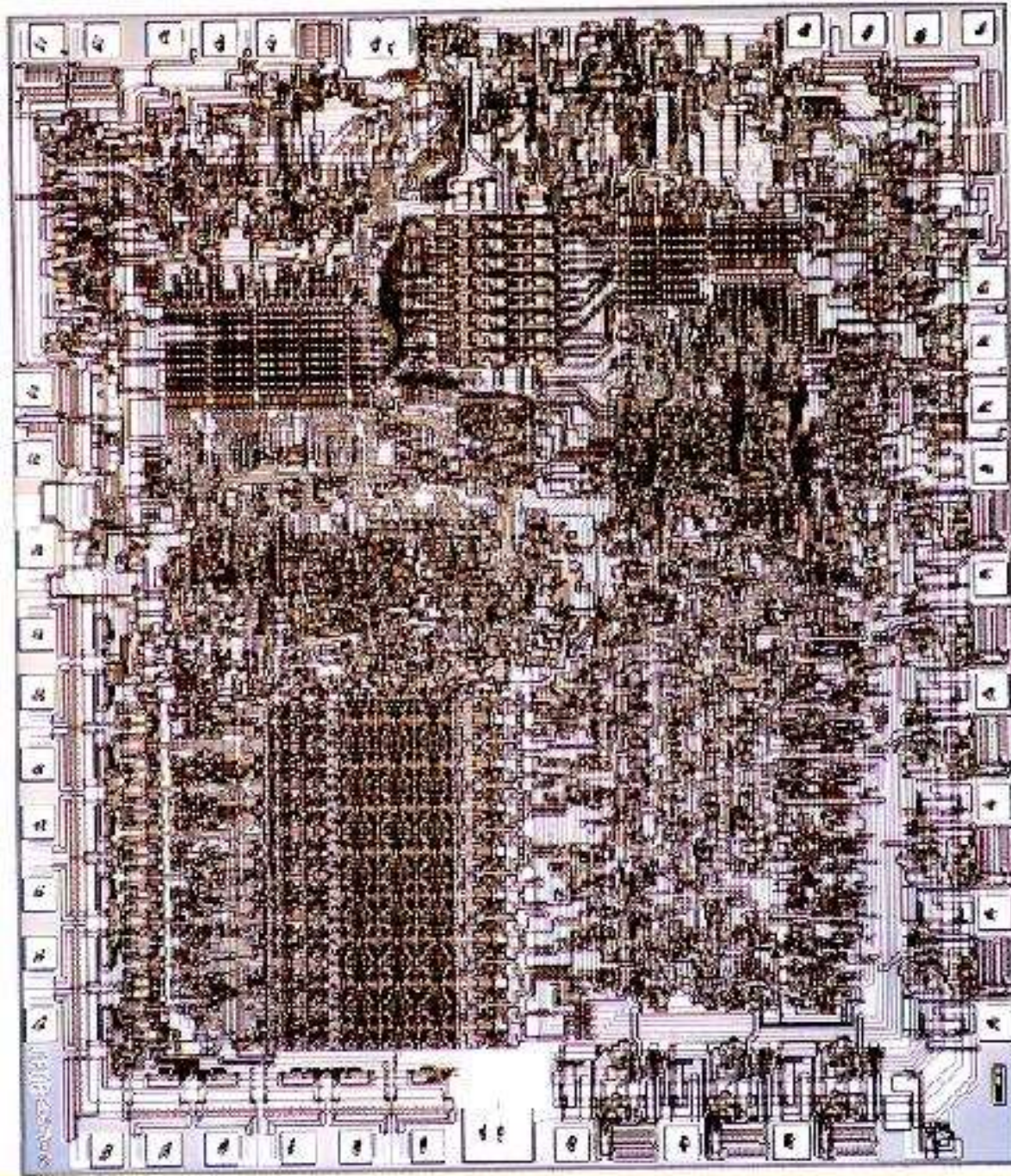
- Registradores
 - Pequenas memórias dentro do processador.
 - Armazenam dados que estão sendo executados no momento.
 - Dois tipos:
 - Registradores de propósito geral
 - Registradores específicos

Exemplos de Unidades Funcionais

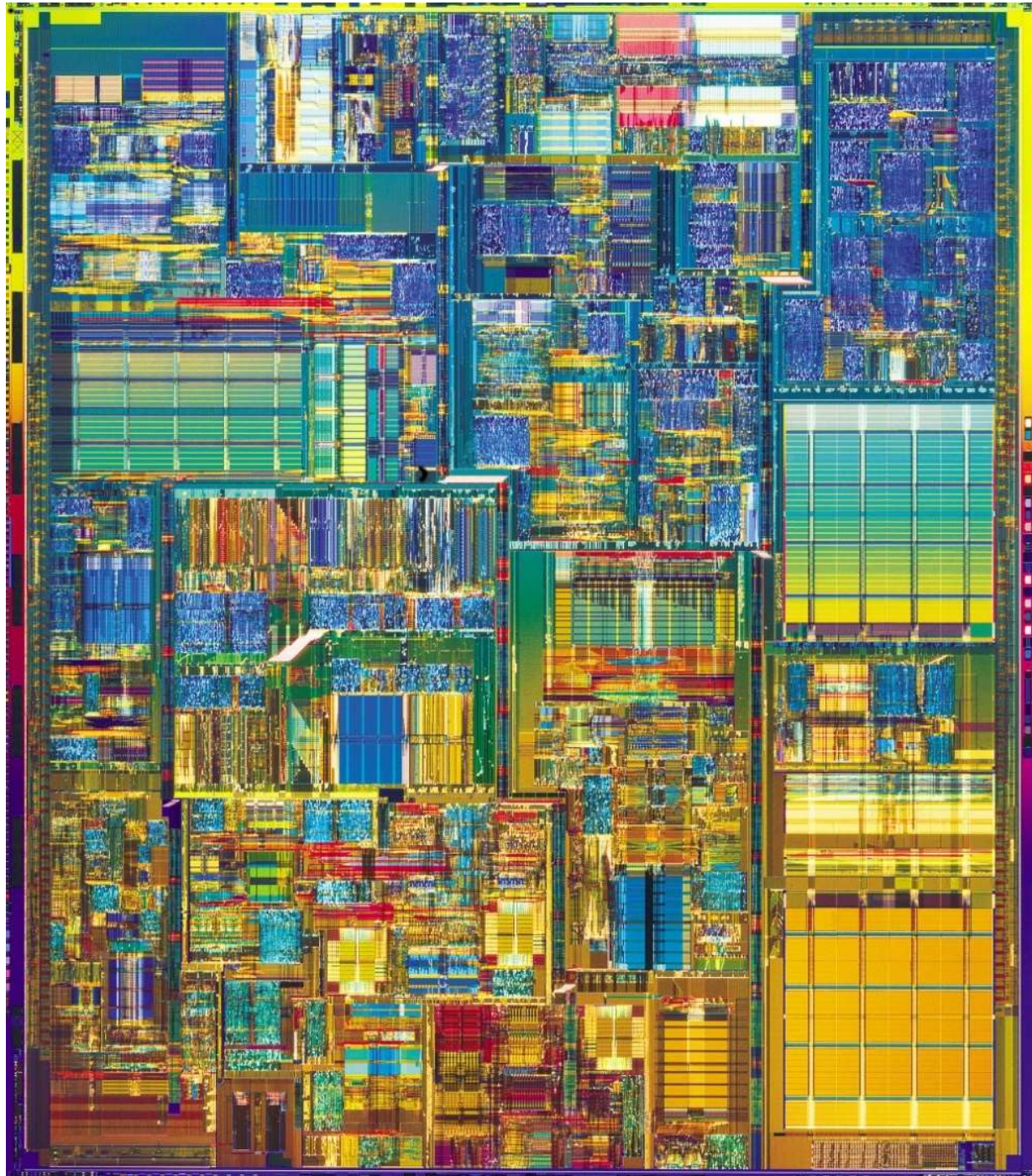




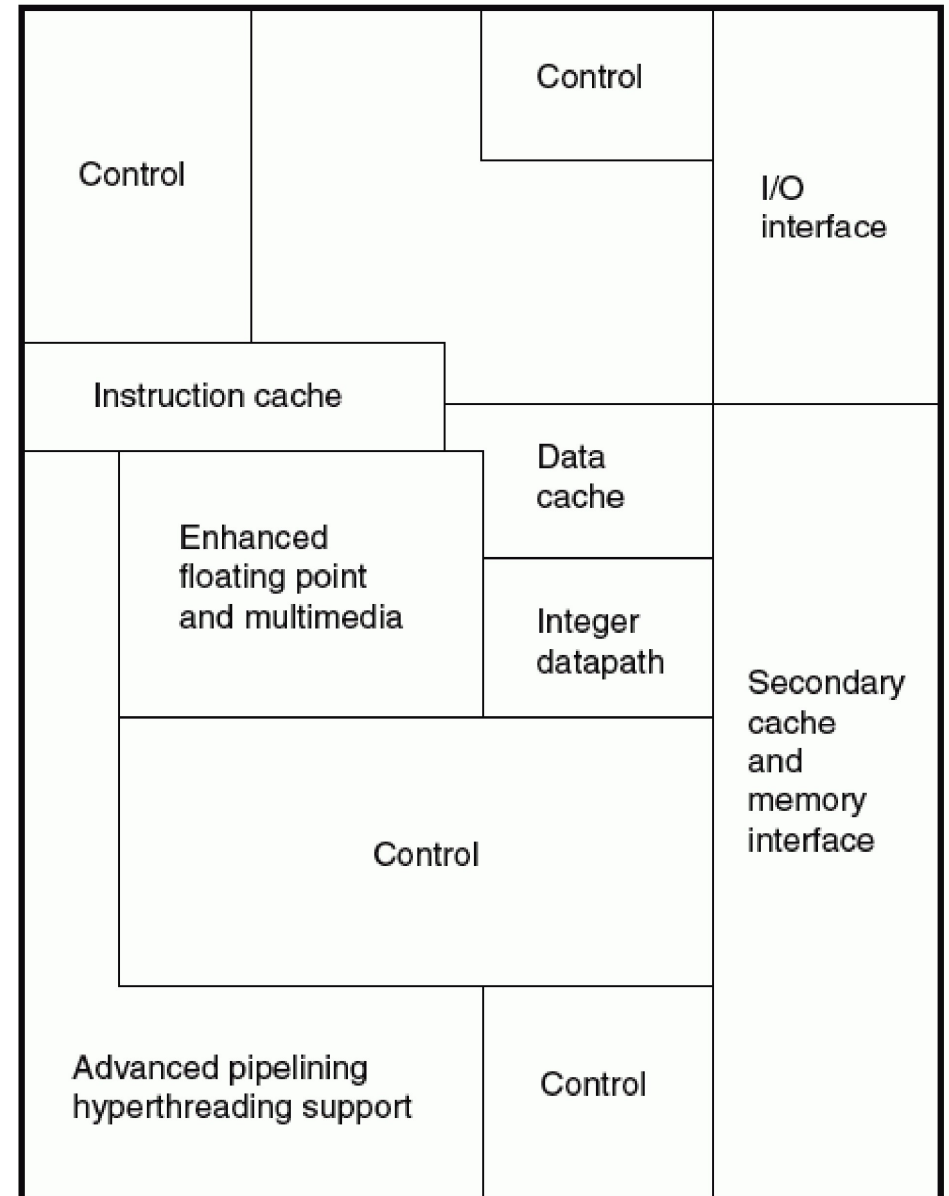
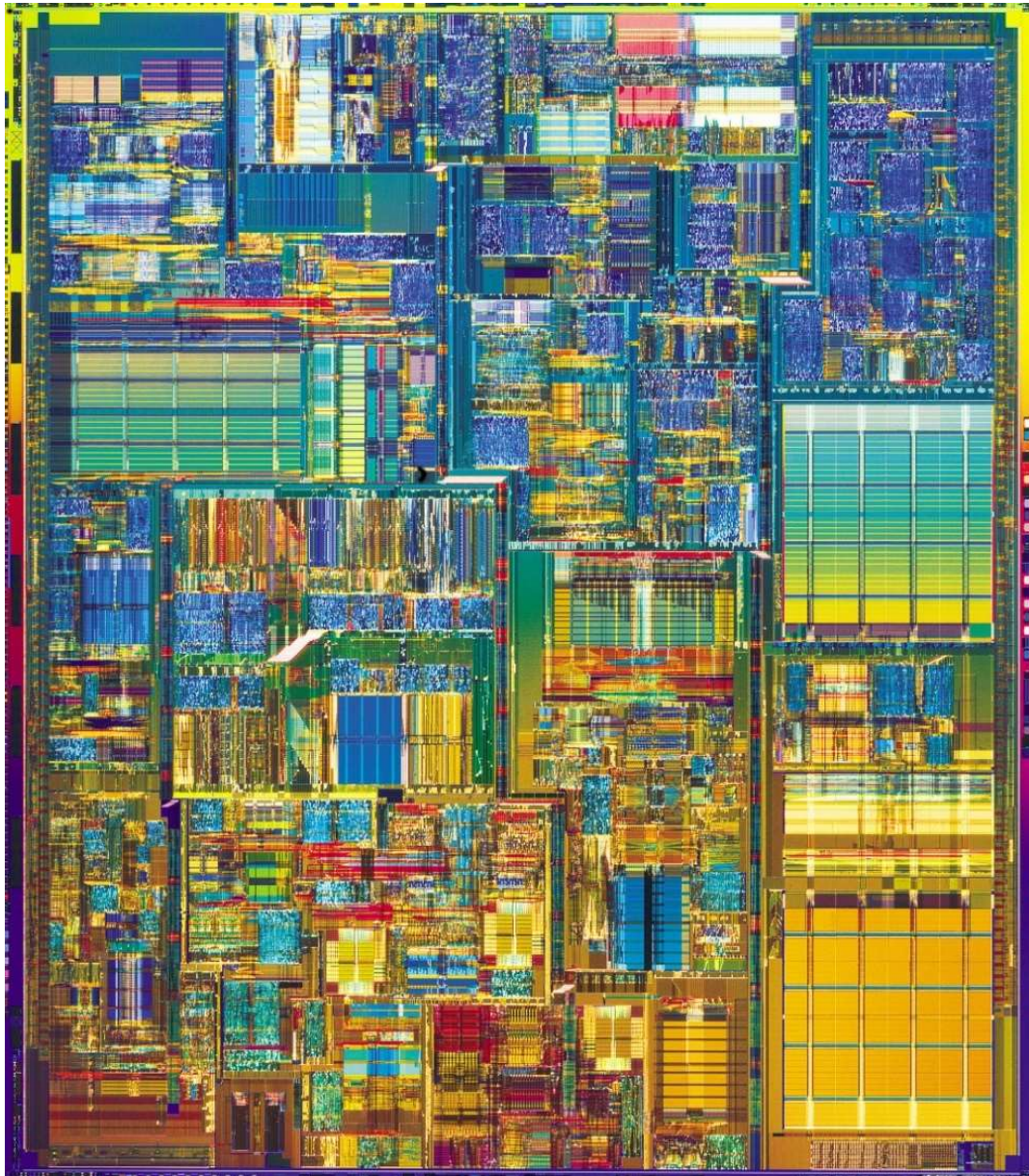
Microprocessador Intel 4004 com 2300 transistores (1971)

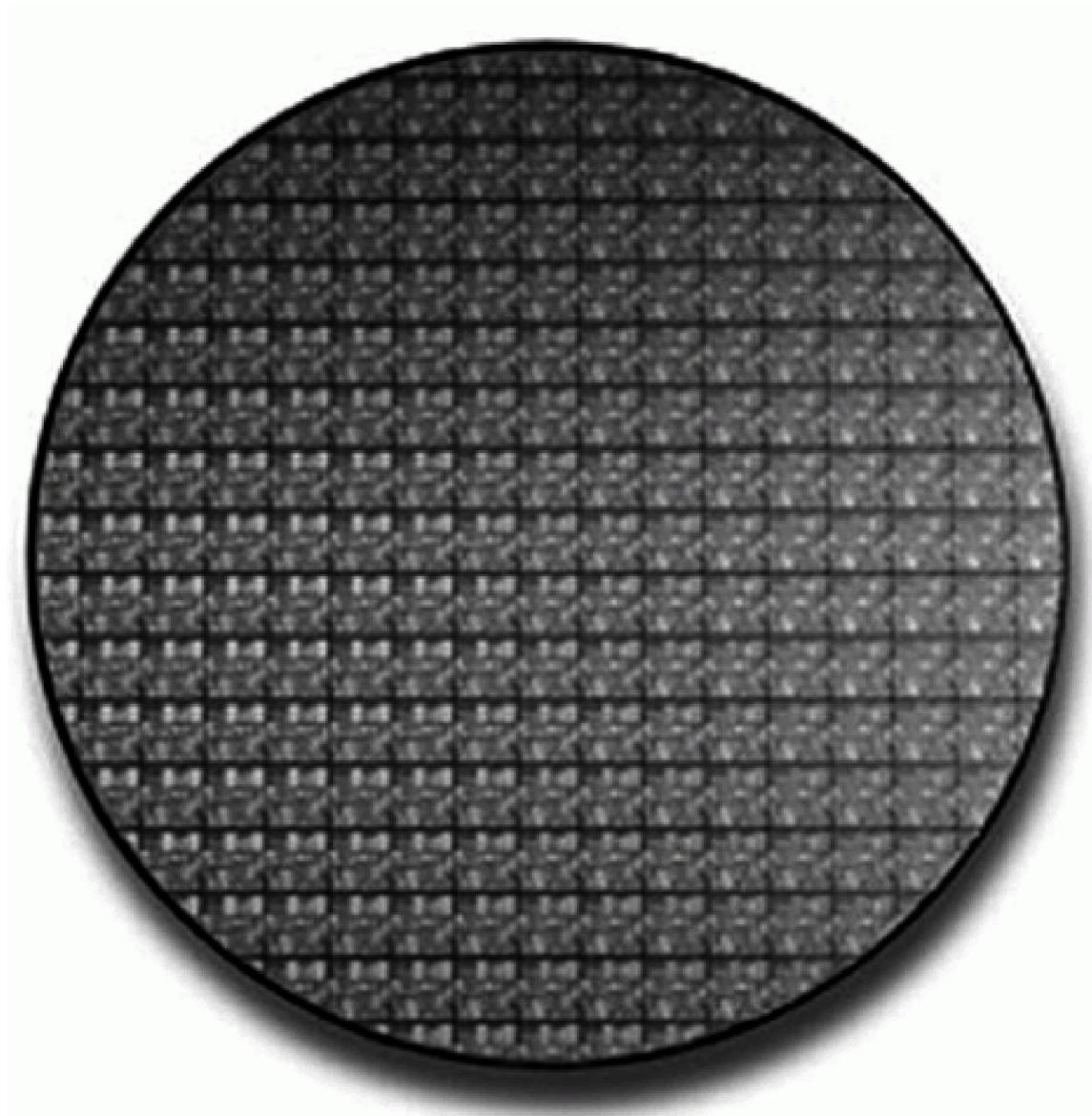


Microprocessador Intel 8080 com 6000 transistores (1974)

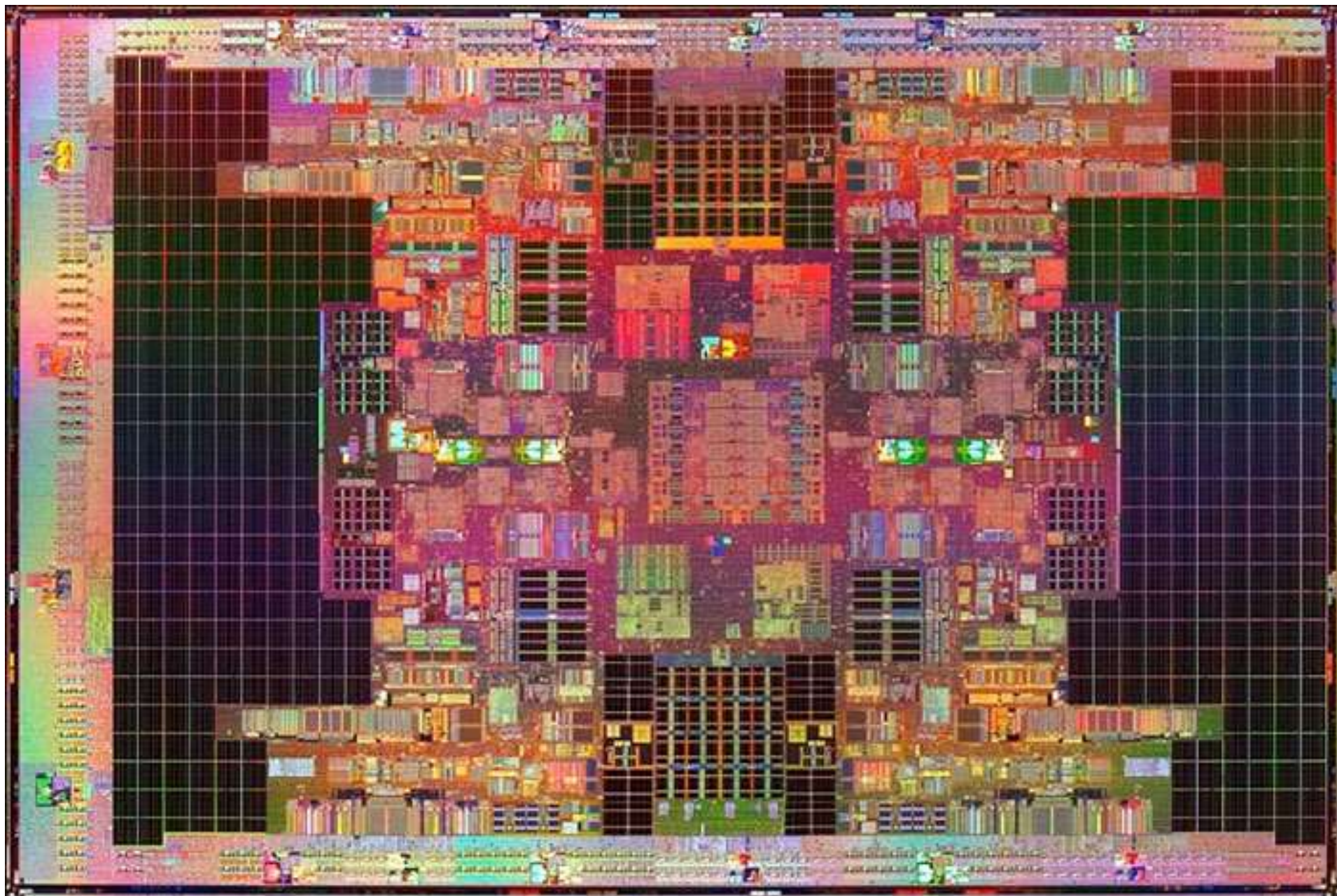


Pentium IV com 55.000.000 transistores (2001).





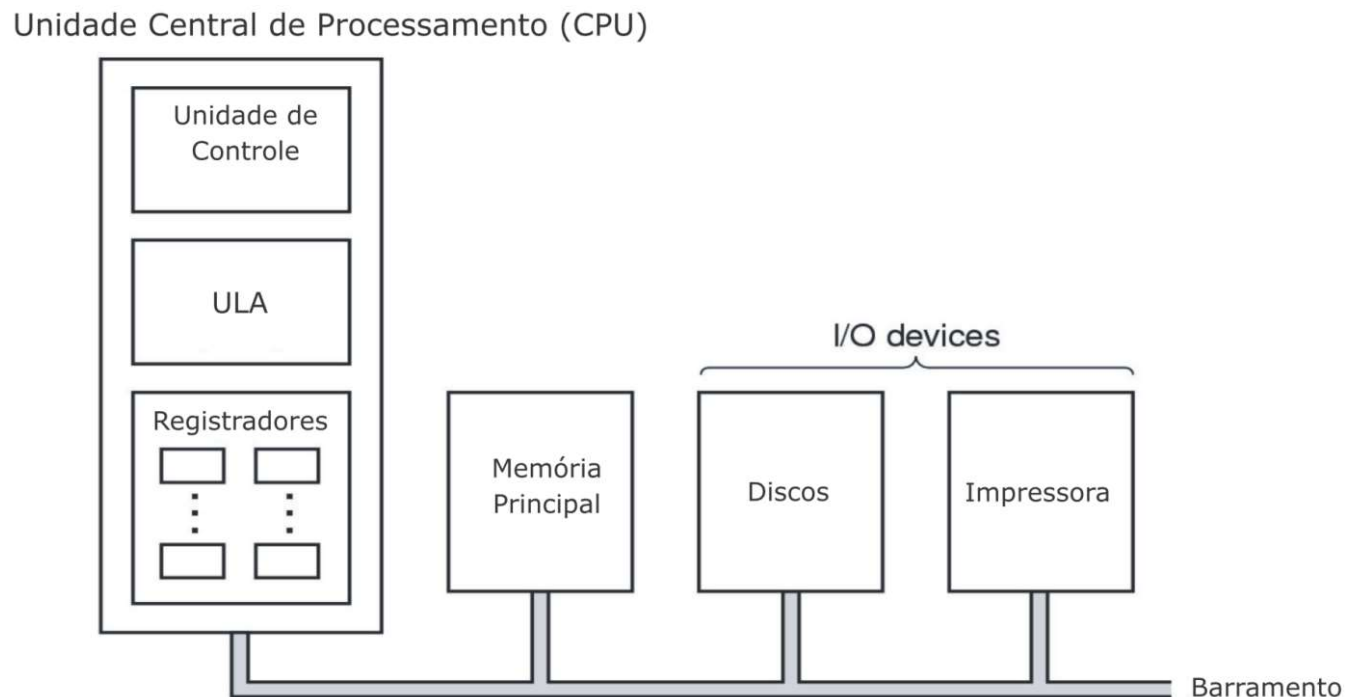
Pastilha de silício com 20 cm de diâmetro contendo 165 processadores P4.



Itanium com 2 bilhões de transistores (2008)

Barramento

- Conjunto de condutores por meio dos quais as informações trafegam de uma parte do computador para outra



Instruções

- Representação elementar que gera uma ação em um computador.
- Determina o que o computador deve fazer naquele instante. Um programa é composto por muitas instruções, que são executadas de forma ordenada pelo processador.
- Estrutura de uma instrução

OPCODE	OPERANDO1	OPERANDO2	OPERANDO3	OPERANDOn
--------	-----------	-----------	-----------	-----------

00000010001100100100000000100000

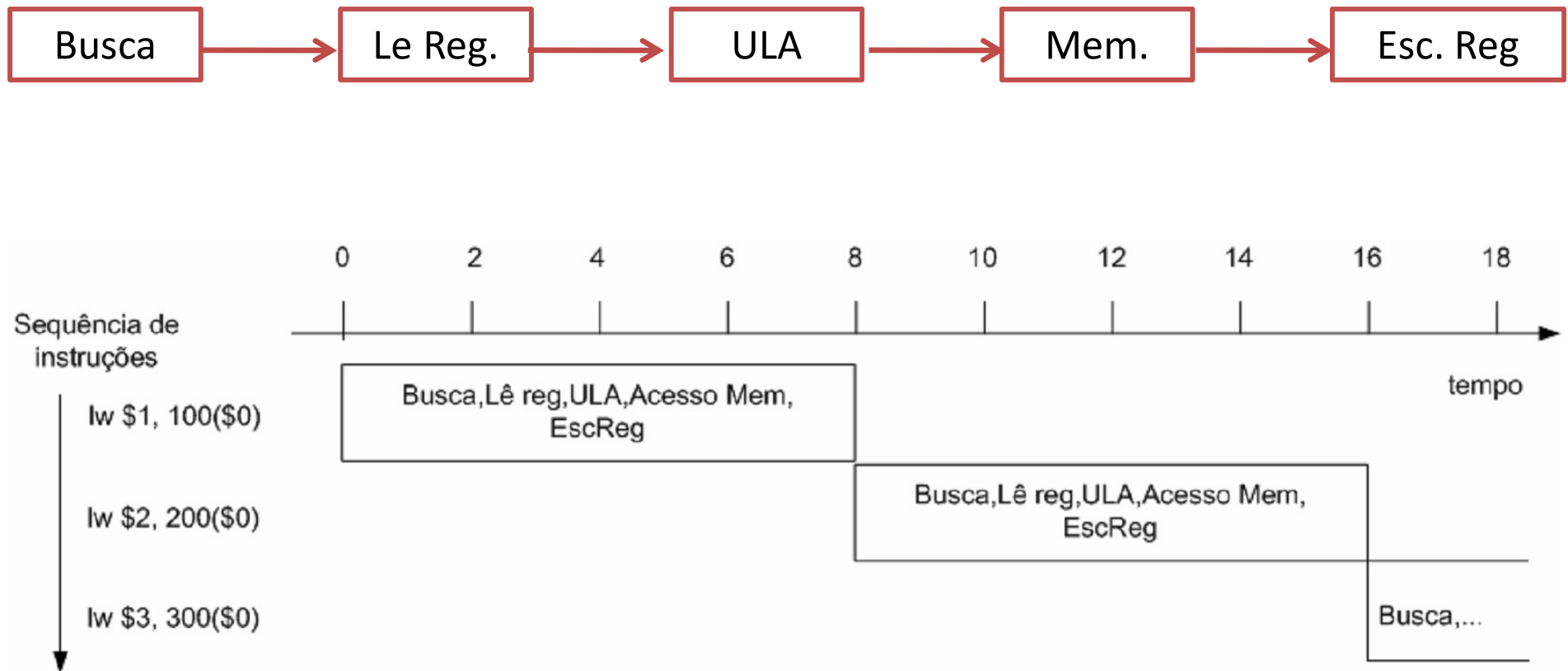
add \$t0, \$s1, \$s2

Tipos de instruções

- Matemáticas e lógicas
 - Soma, subtração, and, or...
- Movimentação de dados
 - registrador – registrador; registrador – memória; memória – registrador.
- Entrada/Saída
- Controle
 - Instruções de salto

Execução das instruções

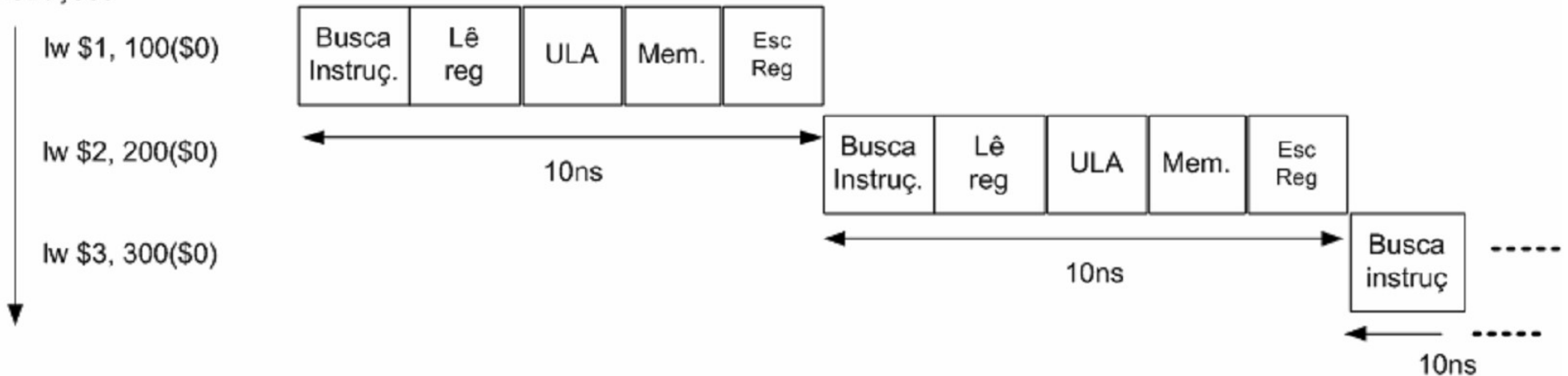
Monociclo



Execução das instruções Multiciclo



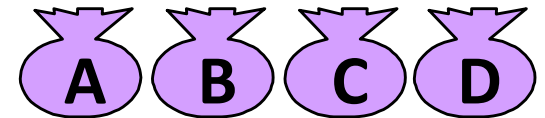
Sequência de instruções



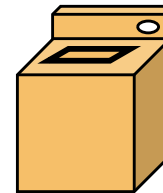
Pipeline é natural

- Exemplo de Lavanderia

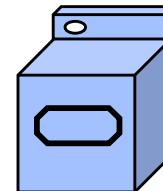
- Tem-se os volumes A, B, C e D de roupas para lavar, secar e passar



- A lavadora leva 30 minutos



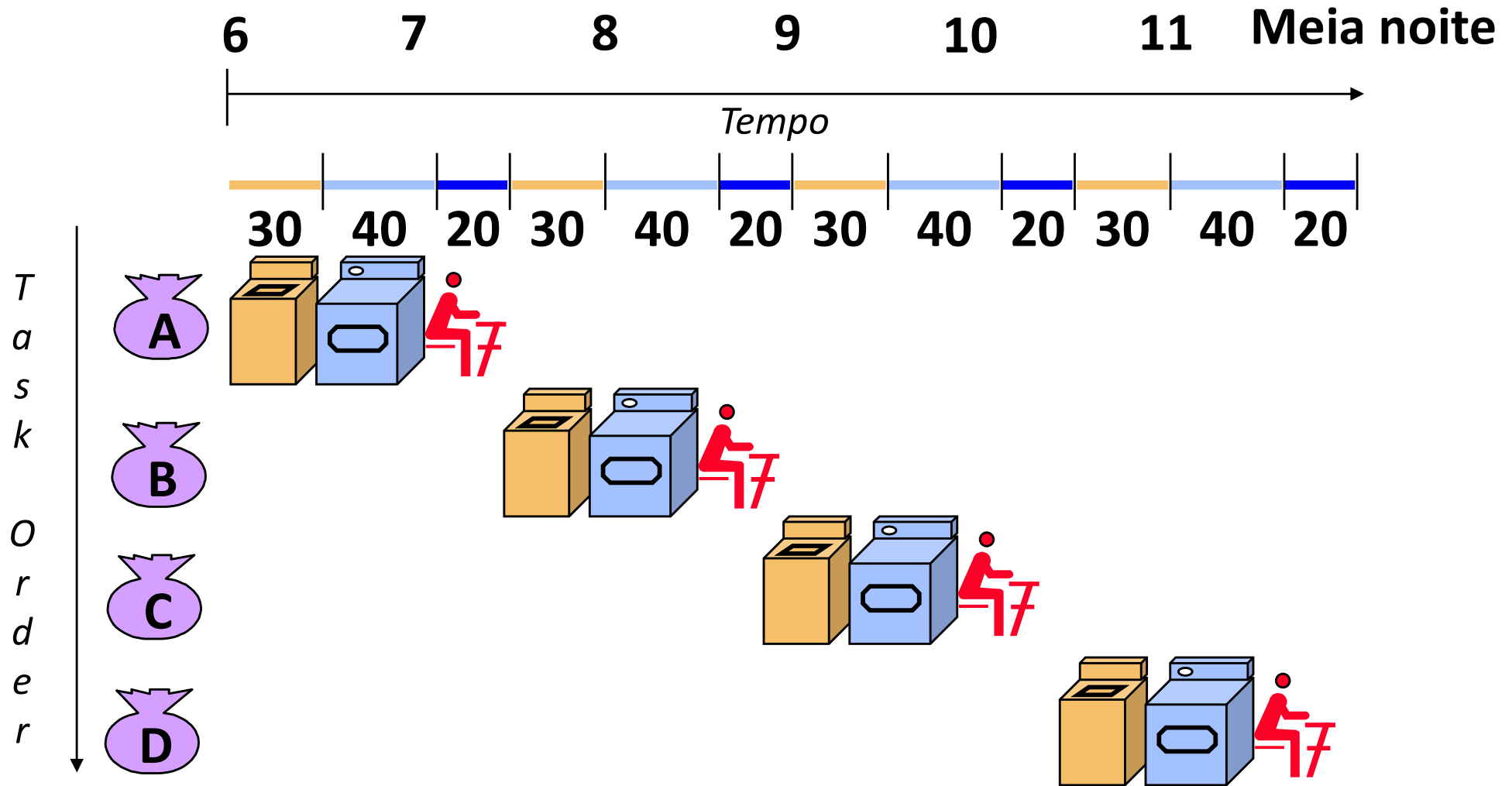
- A secadora leva 40 minutos



- A passadeira leva 20 minutos

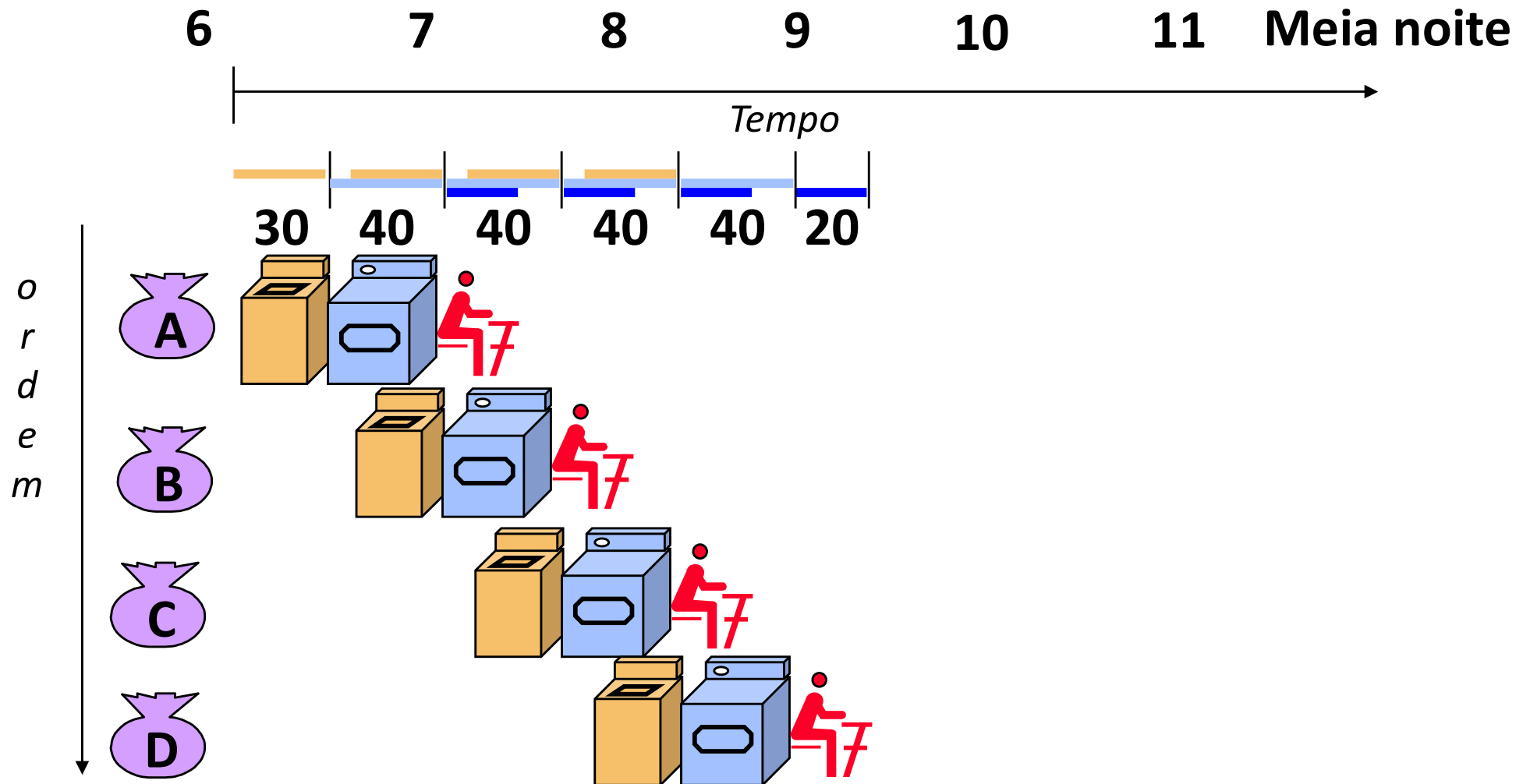


Lavanderia Sequencial



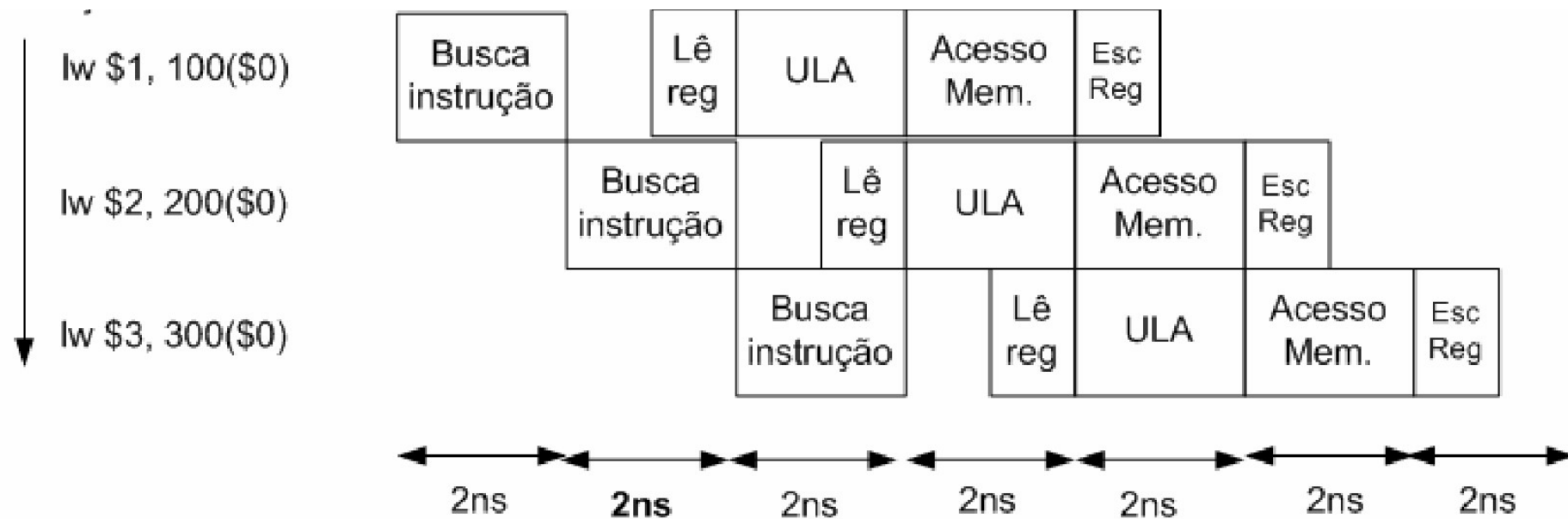
- A lavanderia sequencial leva 6 horas para 4 volumes

Lavanderia em Pipeline



- Lavanderia em Pipeline leva 3.5 horas

Execução das instruções - Pipeline



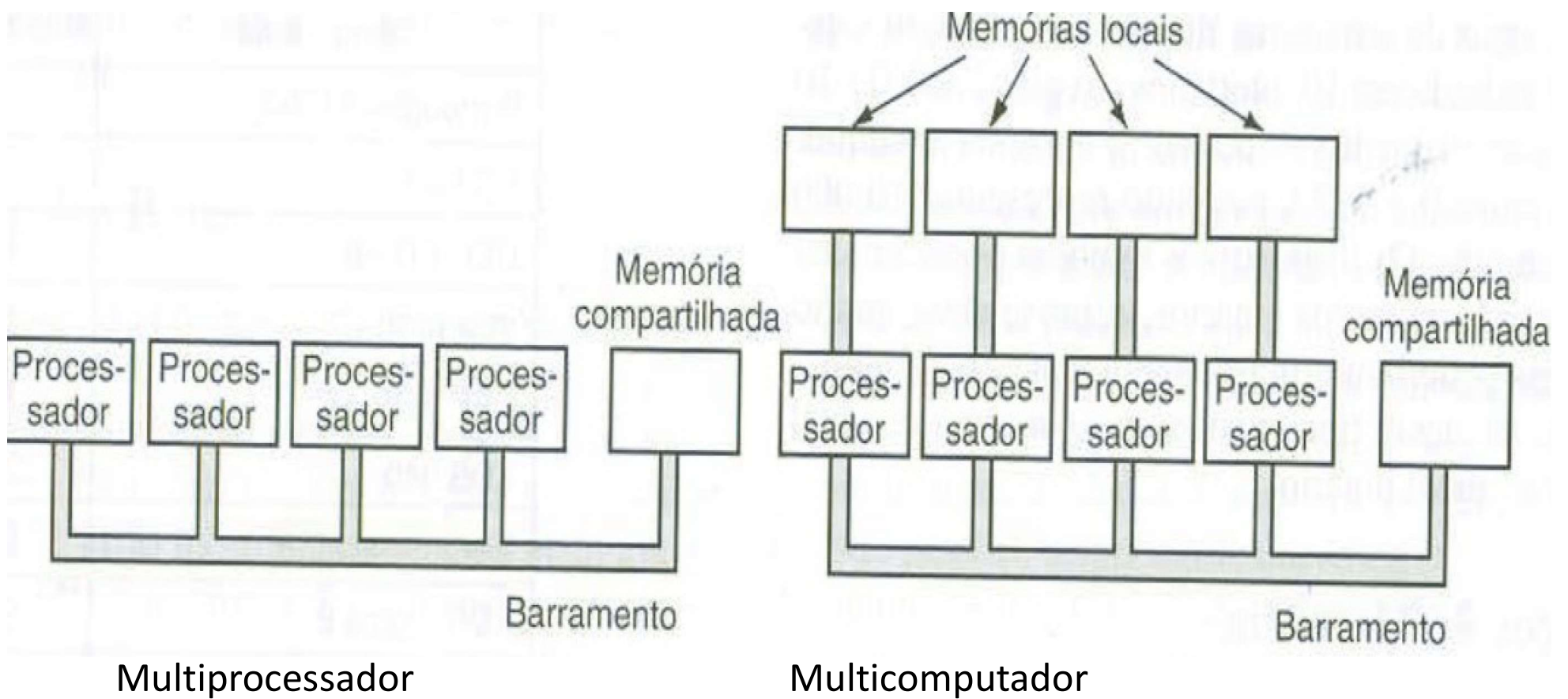
Paralelismo

- O processador perde muito tempo aguardando os dados da memória.
- Para melhorar o desempenho do sistema, utiliza-se o paralelismo.
- Pode ocorrer em dois níveis
 - Nível de instrução – pipeline
 - Nível de hardware – mais de um processador

Paralelismo

- Multiprocessador
 - Processadores interligados que executam instruções do mesmo programa e que compartilham a mesma memória.
- Multicomputador
 - O mesmo que o anterior, porém, além da memória compartilhada, possui também uma memória própria.
 - Trabalha como se fosse um outro computador, portanto, melhorando o desempenho.

Paralelismo



Conjunto de instruções

- CISC (Complex Instruction Set Computer)
 - Possui como característica um grande número de instruções.
 - Idéia: quanto mais instruções fossem implementadas no computador, melhor seria o desempenho.
 - Porém, a maior parte das instruções utilizadas são simples e quase sempre as mesmas

Conjunto de instruções

- RISC (Reduced Instruction Set Computer)
 - Possui número reduzido de instruções
 - São mais simples do que as CISC
 - Instruções mais complexas são implementadas pelo software.
 - Tempo de execução menor que a CISC, ou seja, as instruções RISC são executadas mais rápidas.
 - Entretanto, um programa em RISC utiliza mais instruções para fazer a mesma coisa.
 - Mesmo assim, o RISC é mais rápido.

MEMÓRIA

Tipos de memória

- **RAM (Random Access Memory)**
 - É uma memória volátil de escrita e leitura.
 - É aleatória porque permite o acesso direto ao dado que será lido ou escrito, sem a necessidade de passar por todas as outras posições de memória.
 - Estática (SRAM): armazenada em FLIP-FLOP.
 - Dinâmica (DRAM): armazenada em capacitor, necessitando de refresh.

Tipos de memória

- **ROM (Read Only Memory)**
 - É uma memória apenas de leitura, e não-volátil.
 - Os dados são previamente gravados pelos fabricantes.
 - as instruções de um processador
 - um programa de controle de temperatura em um microcontrolador.

Tipos de memória

- **PROM (Programmable Read Only Memory)**
 - É uma memória somente leitura programável e não-volátil.
 - Sua programação pode ser feita pelo próprio usuário por meio de um dispositivo apropriado denominado gravador.
 - Uma vez gravado, não pode ser mais alterado nem apagado.

Tipos de memória

- **EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)**
 - É uma memória somente leitura programável e apagável e não-volátil.
 - Pode ser programada pelo usuário e, com determinado tempo de exposição à luz ultravioleta em certo ponto do chip, todo seu conteúdo é apagado, podendo, portanto ser reprogramado novamente

Tipos de memória

- **EEPROM (Electric Erasable Programmable Read Only Memory)**
 - É uma memória somente leitura programável e apagável e não-volátil.
 - Pode ser programada pelo usuário e pode ser apagada utilizando sinais elétricos ao invés de luz ultravioleta.

Tipos de memória

- **Flash**

- É uma evolução da memória EEPROM.
- Enquanto a EEPROM precisa ser totalmente apagada para ser reprogramada, a memória Flash pode ser apagada parcialmente, proporcionando, assim, maior facilidade na hora de fazer alterações em sua programação.
- Muito utilizada em celulares, palms, câmeras digitais, videogames etc.

Hierarquia de memórias

