

Sistemas Digitais



Aula 2

Projeto de um circuito digital

■ Tarefas:

- Identificação das tarefas de processamento
- Especificação das partes componentes do sistema

■ Processo computacional

$F(x) = y$

Computação realizada

dado apresentado ao computador

resultado da computação



Computador Digital

■ Processador

- Deve haver um conjunto de instruções que indica como fazer a computação. Este conjunto de regras é chamado de algoritmo.

■ Algoritmo

- Existe um algoritmo para a computação de $F(x) = y$ se houver uma seqüência ordenada de passos discretos que possam ser feitos mecanicamente, tal que:
 - Calcula $y = f(x)$ executando esses passos na ordem prescrita ou
 - Indica que não existe y que satisfaça a computação
- **O número de passos deve ser finito**

Exemplo de implementação de um algoritmo

■ Exemplo:

- Somar três números de 2 dígitos

$$A = a_2 a_1 \quad B = b_2 b_1 \quad D = d_2 d_1$$

Passo 1 $R_1 = A+B$

Passo 2 $Y = R_1+D$

- Operações

Operação complementar u_i

$$\text{carry} \longrightarrow c_i \quad \overset{v_i}{\overline{s_i}} \longleftarrow \text{soma}$$

- Soma $F_1(u_i, v_i)$

- Carry $F_2(u_i, v_i)$

- $R = A+B = r_3 r_2 r_1$

- $Y = R+D = r_3 r_2 r_1 + d_2 d_1 = y_3 y_2 y_1$

Exemplo de implementação de um algoritmo

■ Exemplo

$$- Y = 25 + 34 + 98$$

- Passo 1

$$r_1 = F_1(a_1, b_1) = F_1(5, 4) = 9$$

$$c_1 = F_2(a_1, b_1) = F_2(5, 4) = 0$$

$$p_2 = F_1(a_2, b_2) = F_1(2, 3) = 5$$

$$r_2 = F_1(p_2, c_1) = F_1(5, 0) = 5$$

$$m_2 = F_2(a_2, b_2) = F_2(2, 3) = 0$$

$$n_2 = F_2(p_2, c_1) = F_2(5, 0) = 0$$

$$r_3 = F_1(m_2, n_2) = F_1(0, 0) = 0$$

- Passo 2

$$y_1 = F_1(r_1, d_1) = F_1(9, 8) = 7$$

$$c'_1 = F_2(r_1, d_1) = F_2(9, 8) = 1$$

$$p'_2 = F_1(r_2, d_2) = F_1(5, 9) = 4$$

$$y_2 = F_1(p'_2, c'_1) = F_1(4, 1) = 5$$

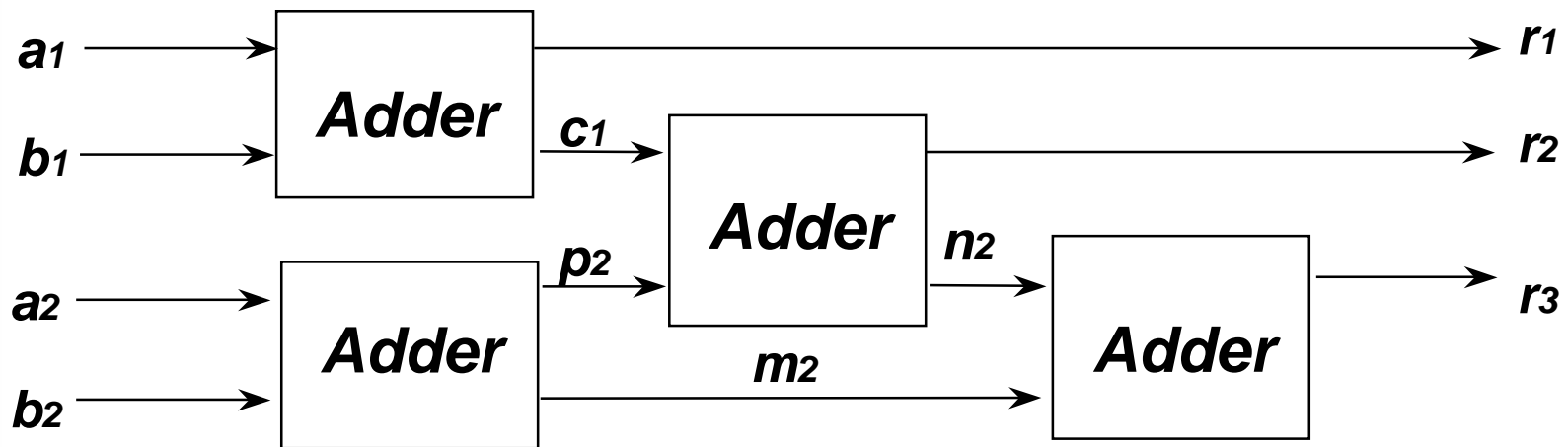
$$m'_2 = F_2(r_2, d_2) = F_2(5, 9) = 1$$

$$n'_2 = F_2(p'_2, c'_1) = F_2(4, 1) = 0$$

$$c'_2 = F_2(m'_2, n'_2) = F_2(1, 0) = 1$$

$$y_3 = F_1(c'_2, r_3) = F_1(1, 0) = 1$$

Exemplo de implementação de um algoritmo



Exemplo de implementação de um algoritmo

- Quando estamos trabalhando com um sistema e existe uma seqüência de operações muito usada, justifica-se que lhe seja associado um nome $F(u,v) = u+v$
 - Passo 1 - $R = F(A+B)$
 - Passo 2 - $Y = F(R+D)$

Esta metodologia reduz complexidade do algoritmo
- **Idéia Básica**
 - Tomar uma seqüência de operações simples e definir uma nova operação que lhe represente. Ou seja, adotar hierarquia na confecção de operações mais complexas.
 - **Para toda operação chamada como parte de um algoritmo deve haver um circuito digital que a realize.**
- **Classificação de circuitos digitais**
 - Circuitos Combinacionais
 - Circuitos Seqüenciais

Circuitos Combinacionais

- Circuitos combinacionais são circuitos que não armazenam informações sendo processadas. Ou seja, não possuem memória. Os dados são introduzidos no sistema e uma resposta é obtida automaticamente, após um tempo de propagação na saída, independente de sincronização.
- Exemplos: somadores, comparadores, etc.



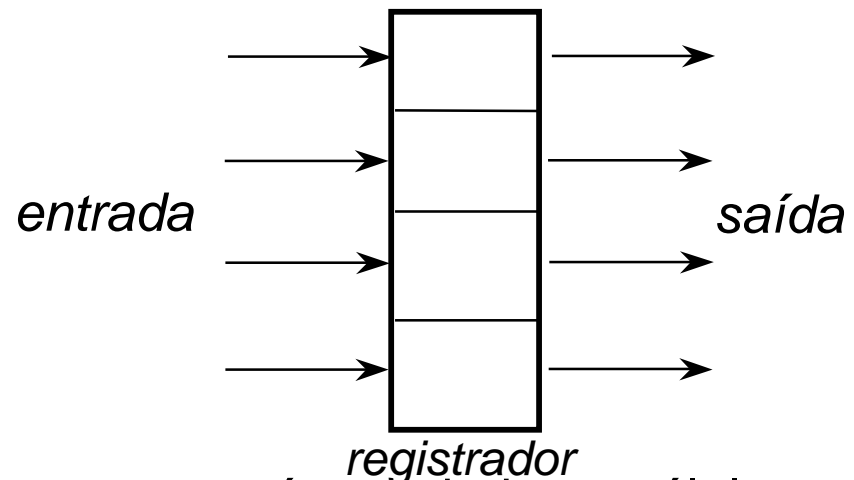
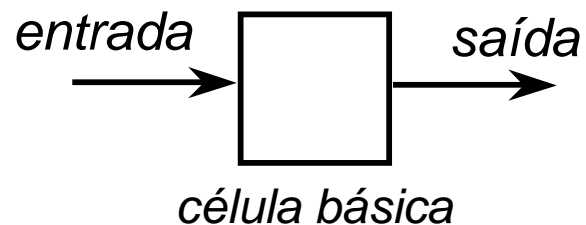
x_i (bit) é uma variável de entrada, onde $x_i \in \{0, 1\}$

y é a variável de saída do sistema

$y = F(x_i, \dots, x_n)$, $y \in \{0, 1\}$

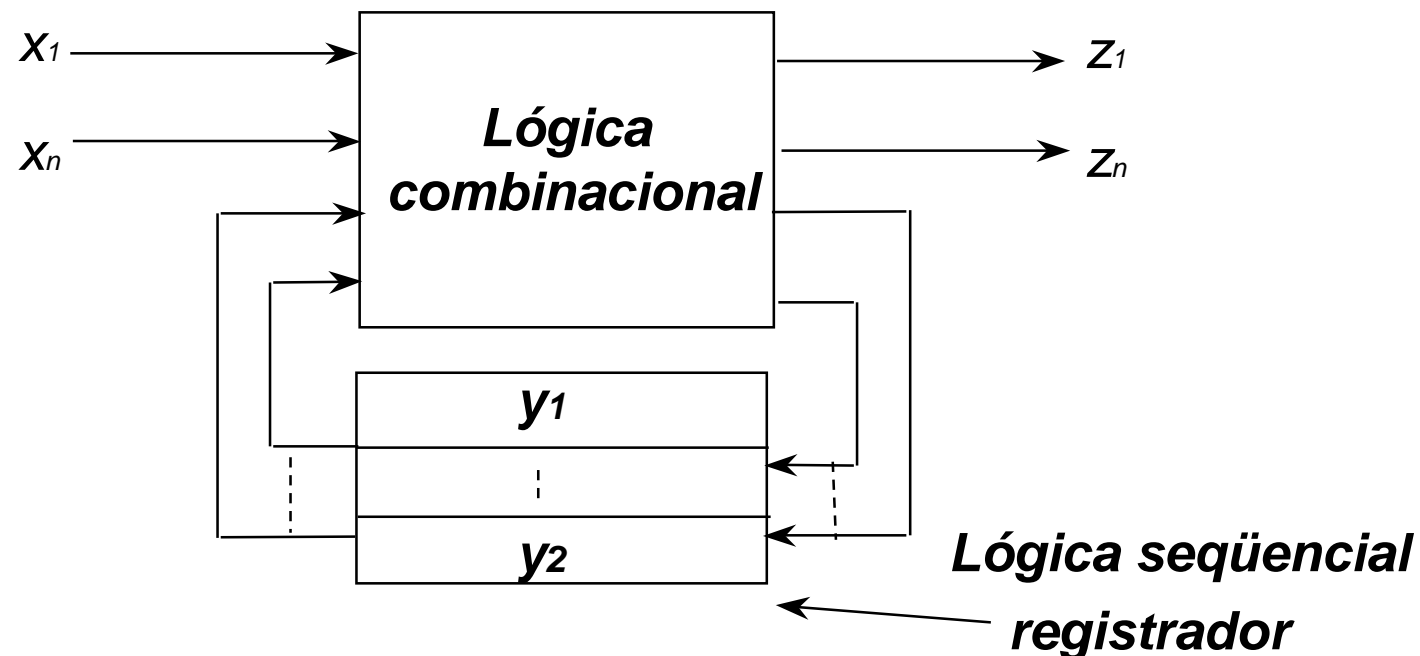
Circuitos Seqüenciais

- Circuitos seqüenciais digitais são circuitos capazes de armazenar informações sobre o comportamento passado das entradas. Existem diferentes tipos de dispositivos que podem ser usados para o armazenamento a partir de uma célula básica de memória.
- Exemplo: contadores, registradores, etc.



- O valor de saída corresponde ao que está guardado na célula.
- O conteúdo permanece inalterado até que a célula receba instrução para alterar o seu conteúdo.

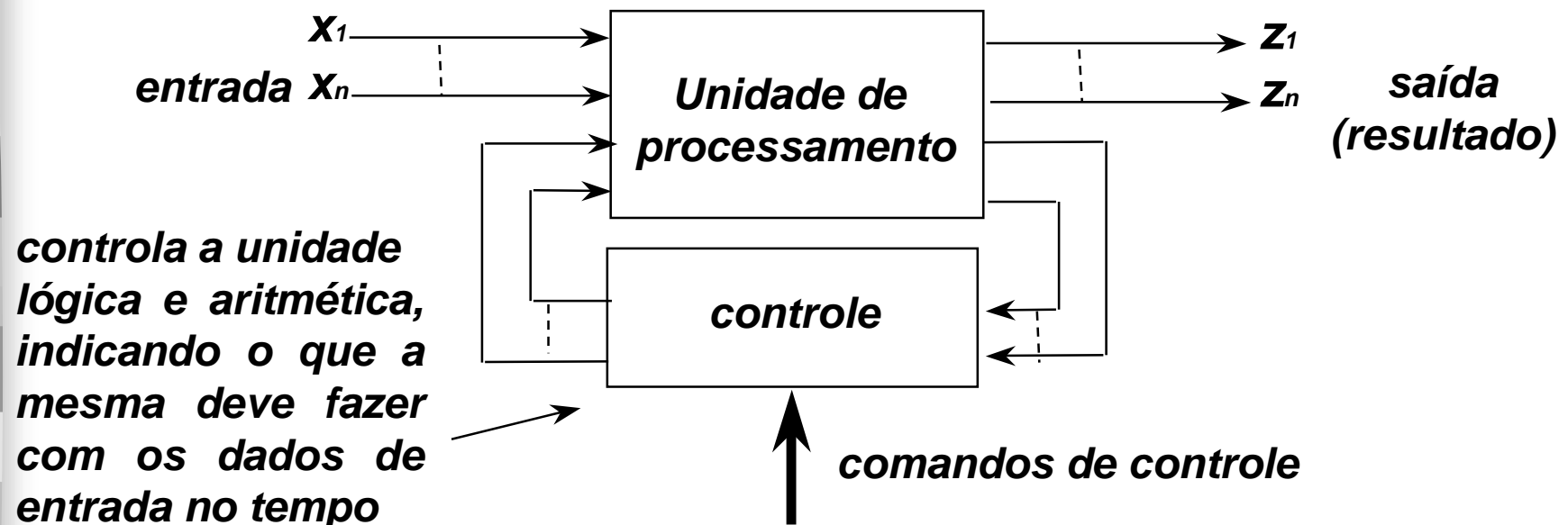
Modelo genérico de um circuito digital



- O tamanho do registrador depende da quantidade de informação que deve ser armazenada.
- A operação do circuito depende da lógica combinacional.
- Um computador digital é feito a partir de centenas desses circuitos.

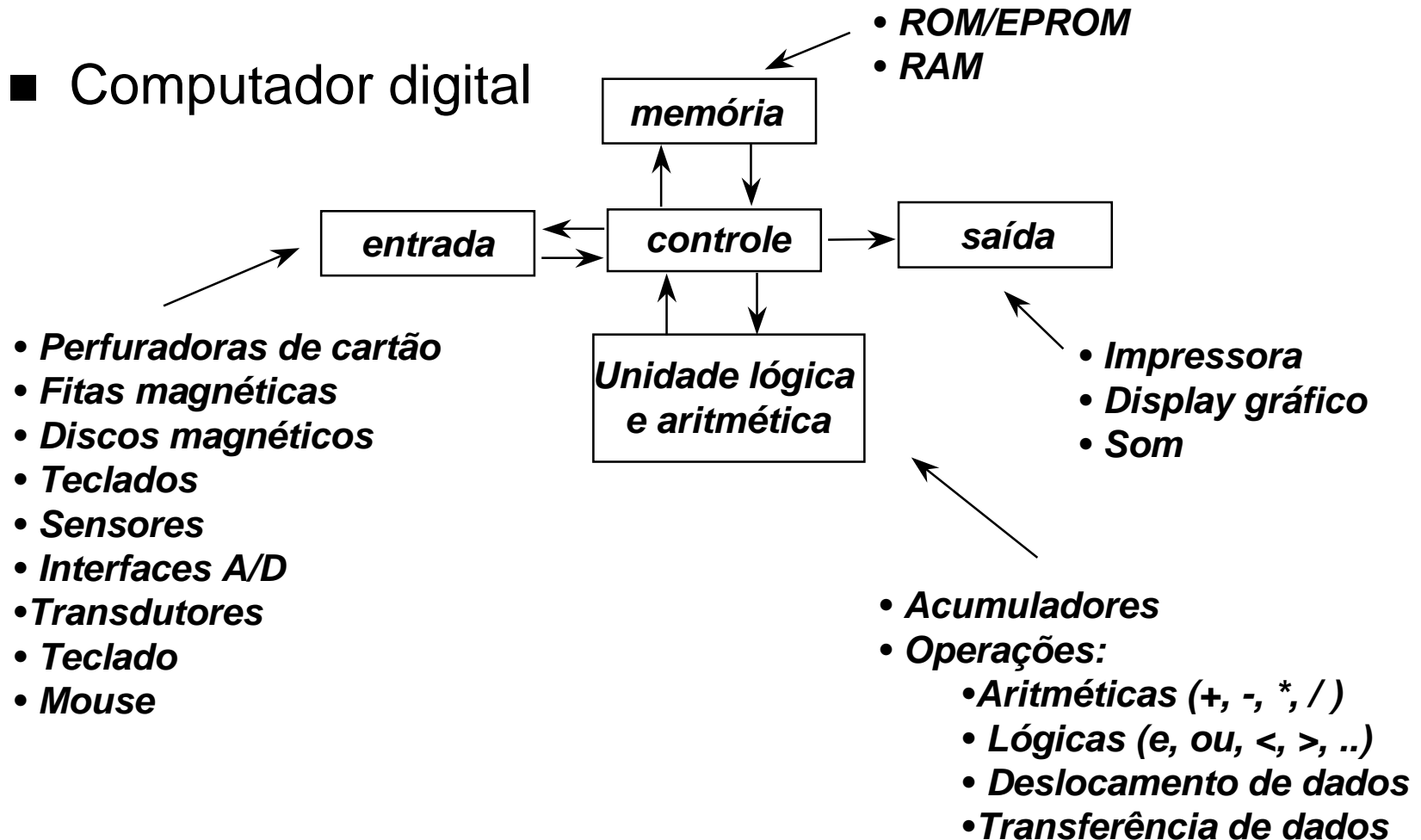
Modelo de circuito digital

- Circuitos de média complexidade



Modelo de circuito Digital

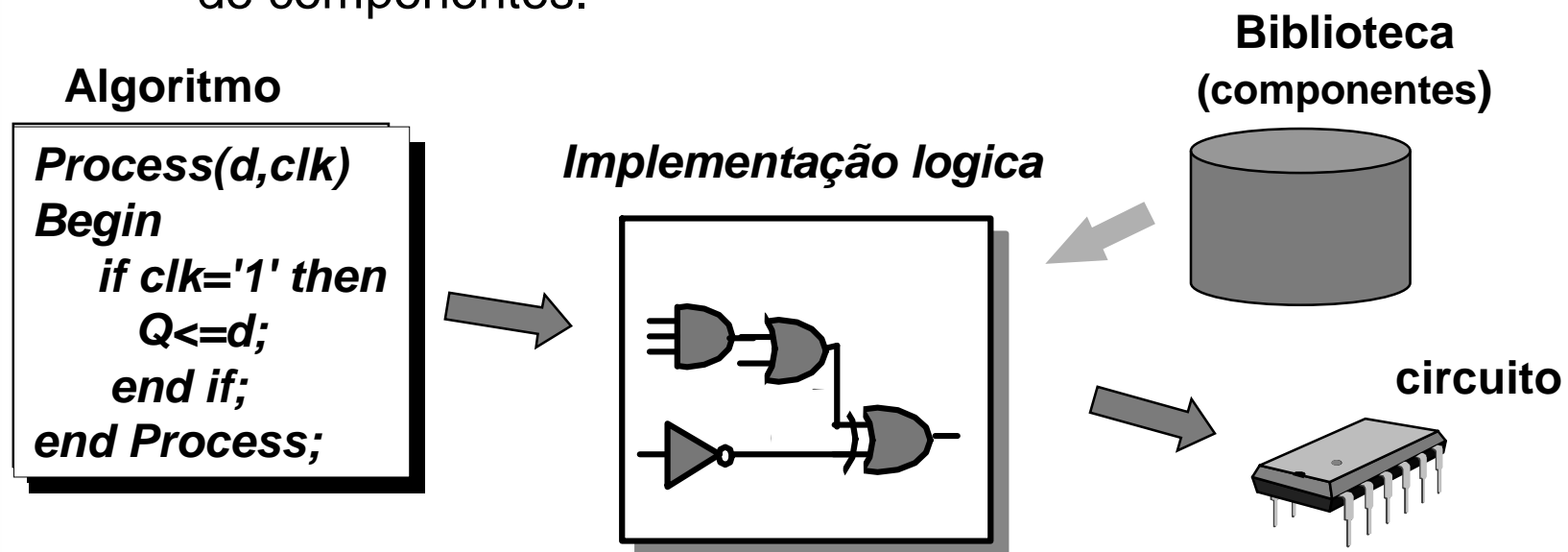
■ Computador digital



Projeto de circuitos digitais

■ Metodologia

- Descrição da operação que o circuito realiza.
- Desenvolvimento da representação matemática das operações lógicas a serem realizadas pela lógica combinacional.
- Implementação do circuito a partir de um conjunto particular de componentes.



Computador Digital

- Um computador digital computa informações digitais baseado numa seqüência lógica de instruções pré-definidas durante seu projeto.
- Seleção das instruções
 - **O conjunto de instruções** do computador deve permitir que as tarefas de processamento das informações possam ser expressas em termos de algoritmos usando essas instruções.
 - Este conjunto de instruções é chamado de **Linguagem de máquina**.
 - **Programa** - Seqüência de instruções que realizam o algoritmo. O programa escrito em linguagem de máquina é armazenado na memória juntamente com os dados necessários.
 - A execução do programa é feito sob supervisão da **Unidade de Controle** que gerencia passo-a-passo a execução no tempo de cada instrução.

Computador Digital

■ Unidade de Controle

- A unidade de controle lê a instrução corrente na memória;
- Interpreta a instrução;
- Coordena as atividades dos diferentes módulos de modo a executar a instrução;
- Terminada a execução da instrução corrente passa-se para a próxima instrução.

■ Microprocessador

- Circuito integrado que realiza as funções da Unidade de Processamento (Aritmética+Registradores) e da Unidade de controle.

Computador Digital - Programação

■ Suposição básica

- Existe um dispositivo mecânico que executa automaticamente os passos de um algoritmo.
- Passos
 - Desenvolver um algoritmo usando instruções compatíveis
 - Codificar o programa em linguagem de máquina. (Compilar)

■ Programação em Linguagem de Máquina

- Exemplo: $Y = A+B-(C+D)$

Inst.	Código	Significado
1	001011010	S ← C+D
2	001111010	R ← B-S
3	010111010	Y ← A+R
4	100000000	HALT

■ Dificuldades

- Operações básicas são muito elementares. A inclusão de novas instruções depende de um compromisso custo/freqüência que desfavorece a inclusão de instruções complexas.
- Inconveniente para o programador.

Computador Digital - Programação

■ Linguagem Assembler

- São linguagens que usam nomes chamados “mneumônicos”, para identificar cada instrução básica de um computador e também seus dados.

- Exemplo: 001011010100 --> ADD C, D

Instrução	mneumônico	significado
1	S, Add C, D	$S = C+D$
2	R, SUB B, S	$R = B-S$
3	Y, Add A, R	$Y = A+R$
4	HLT	HALT

■ Linguagens de programação de alto-nível

- Usa declarações simbólicas para expressar operações lógicas, aritméticas, ..., etc.
- O programa escrito numa linguagem de alto-nível é chamado programa fonte.
- O programa fonte é então convertido para um programa em linguagem de máquina através de um tradutor (compilador, interpretador).
Exemplos:

- FORTRAN, PL/1, PASCAL, C