

Sistemas Digitais

Apresentação

Grupo de Engenharia da Computação (GRECO)
Centro de Informática
Universidade Federal de Pernambuco

Abel Guilhermino da Silva Filho



Por que estudar sistemas digitais?

- Conhecer dispositivos que integram processadores de informação em nosso cotidiano.
- Entender o que é e porque a informação digital é mais eficiente na manipulação de técnicas para processar e utilizar informação.
- Conhecer e utilizar técnicas modernas que permitam desenvolver sistemas de tratamento de informação em problemas reais.
 - Metodologias de projetos
 - Ferramentas de CAD para desenvolver projetos
 - Linguagem para descrição de hardware (Verilog)*
- Começar a entender o funcionamento de computadores digitais a partir de seus fundamentos.
- Desenvolver projetos de "circuitos integrados" voltados para "Sistemas embarcados" (*Embedded systems*)

Sistemas embarcados

- Um sistema é dito embarcado quando este é dedicado a uma única tarefa e interage continuamente com o ambiente a sua volta por meio de sensores e atuadores.
- Características
 - Possui componente programável
 - Funcionalidade única e fixa
 - Modo reativo - responde a entradas externas
 - E/S Intensivo
 - Restrições de projeto mais rígidas:
 - custo, tamanho, desempenho, potência dissipada, etc.
 - Sistemas de tempo real:
 - fornecer resultados em tempo real
 - Eficiência (estruturação, tamanho e velocidade) do código produzido (software).
- Podemos dizer que sistemas embarcados estão em quase em todos os lugares, mas são quase sempre imperceptíveis.

Onde estão os Sistemas embarcados?



*Produtos de consumo
Eletrodoméstico
Telecomunicações
Jogos eletrônicos
Indústria automobilística
Indústria aeronáutica*

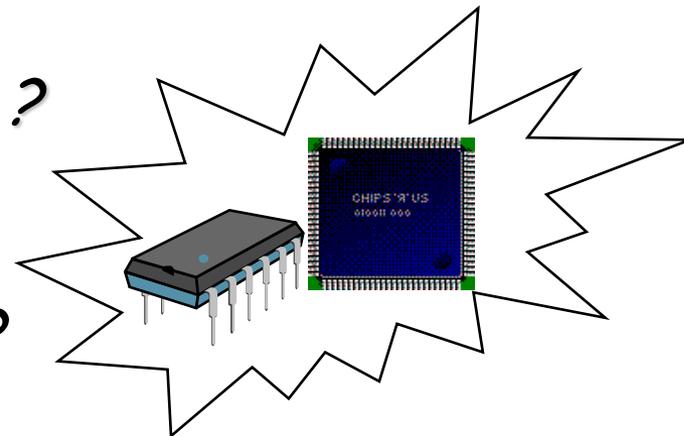
.....

?

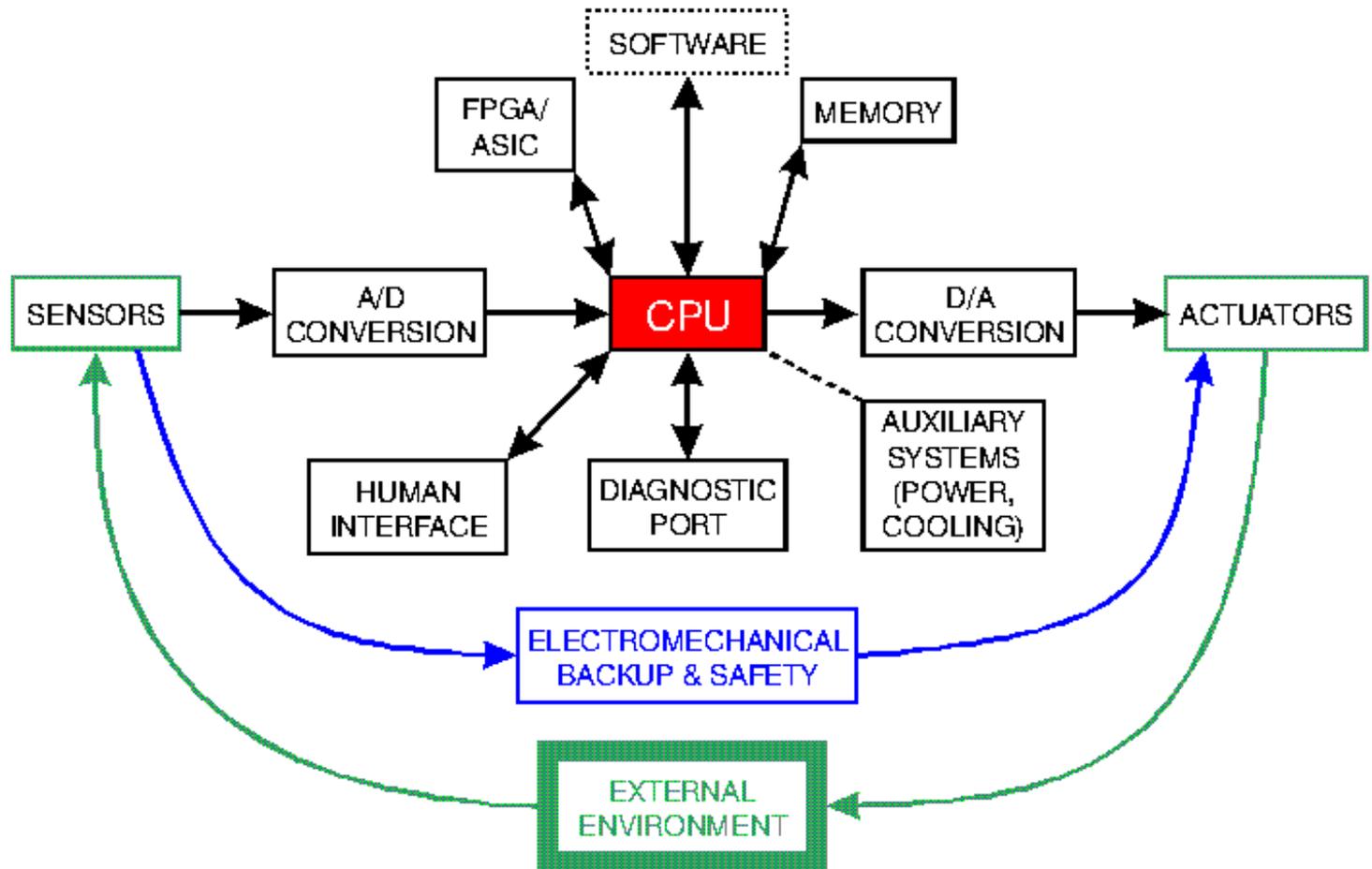


Como implementá-los?

*CIs?
VLSI?*



Organização típica de um sistema embarcado



Sistemas embarcados

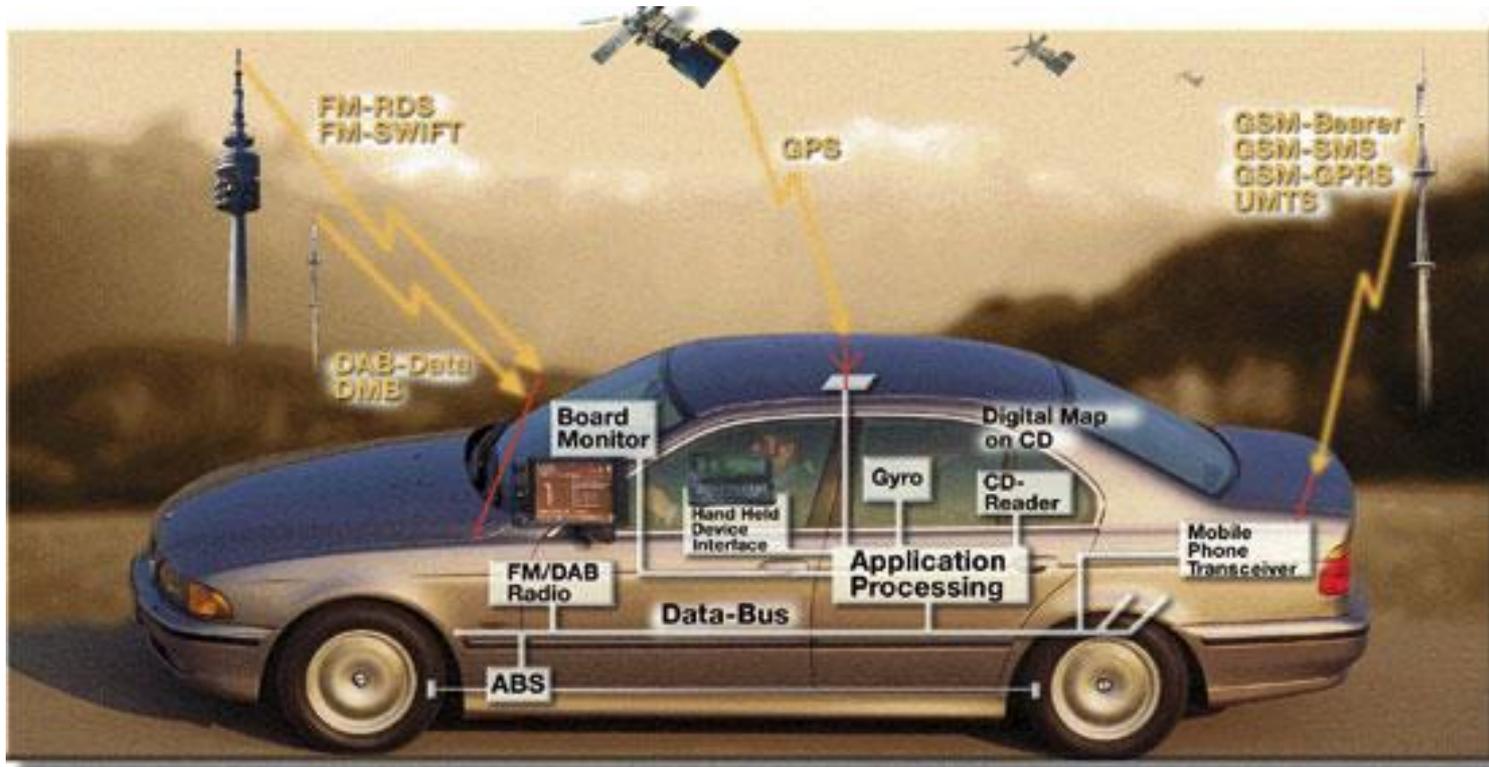


Frigidaire online refrigerator

(picture from ARTEMIS European Technology Platform)

Sistemas Embarcados

Exemplo - Indústria automotiva



Example:

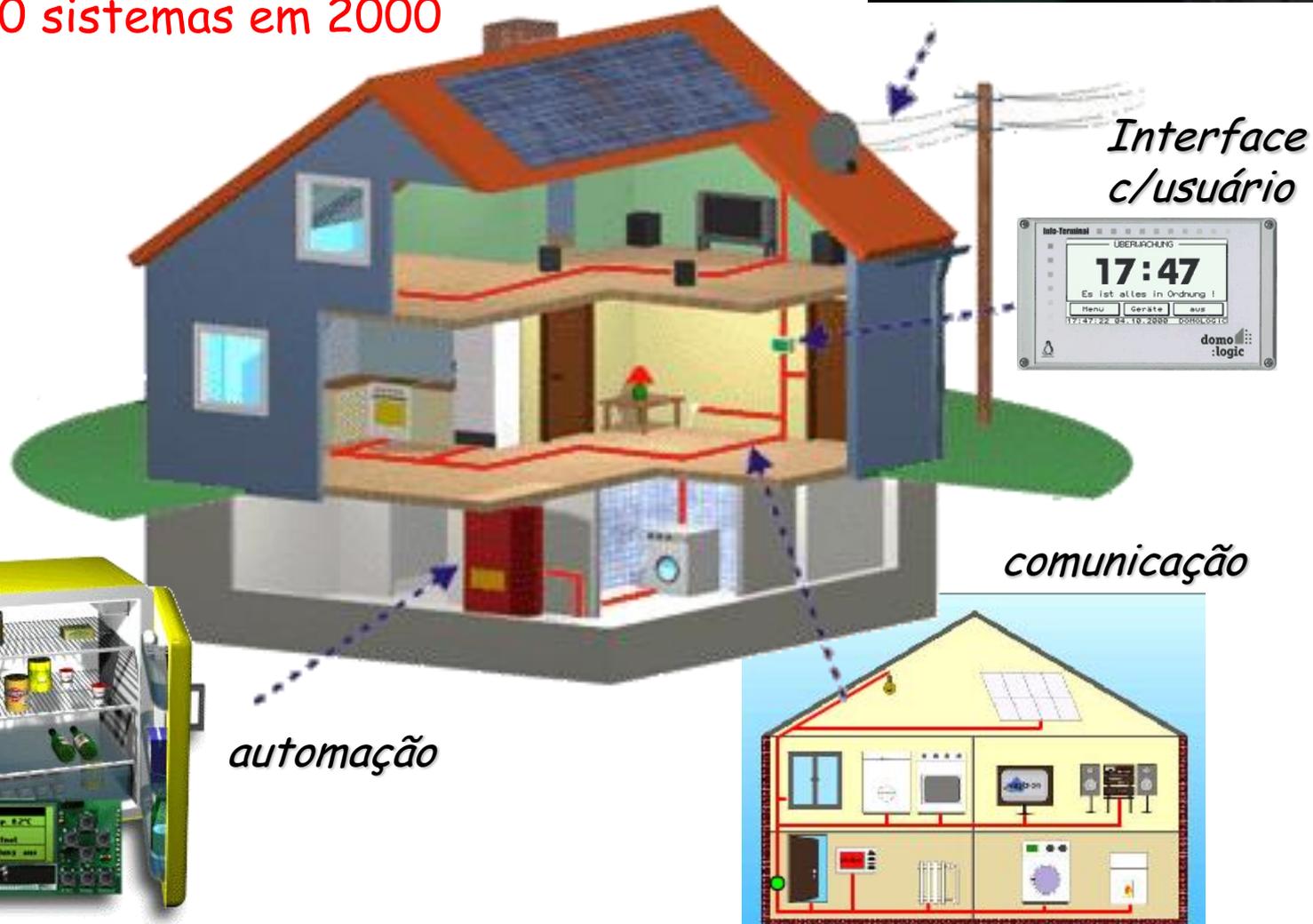
By 2010, electronics & software in cars will account for up to 40% of their value

ARTEMIS European Technology Platform

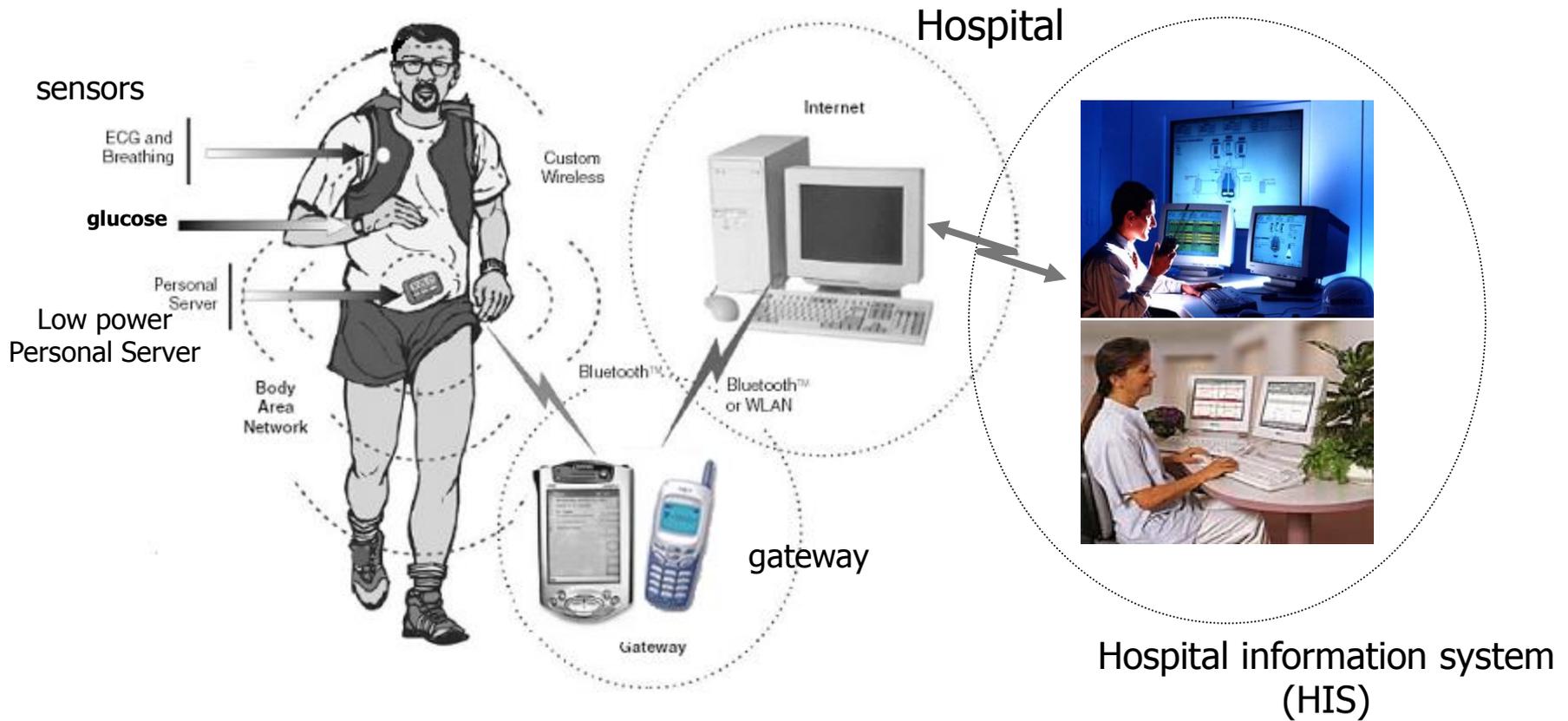
Automação residencial

Domiciliar: (USA)

- 35 sistemas por residência em 1994
- 240 sistemas em 2000



Mobile sensor network architecture



Mobile intelligent network

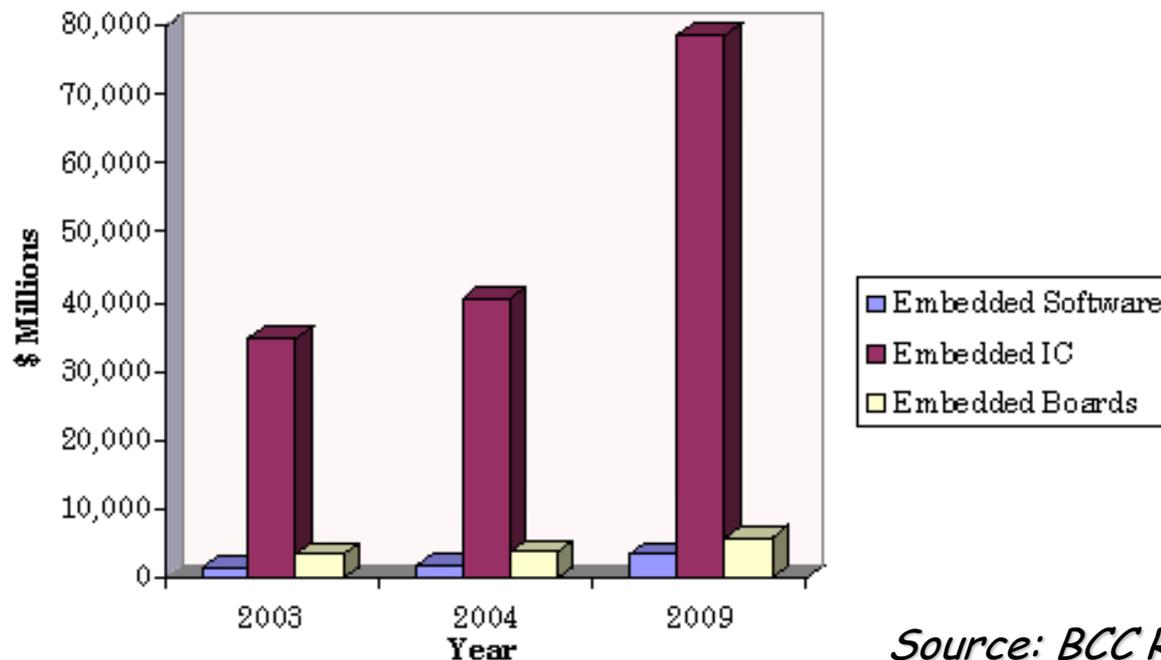
Wireless communication

Mercado Mundial de Sistemas Embarcados (2003, 2004 and 2009)

	2003 (\$ Millions)	2004 (\$ Millions)	2009 (\$ Millions)	AAGR% 2004-2009
Embedded Software	1,401	1,641	3,448	16.0
Embedded IC	34,681	40,539	78,746	14.2
Embedded Boards	3,401	3,693	5,950	10.0
Total	39,483	45,873	88,144	14.0

Source: BCC Research Group.

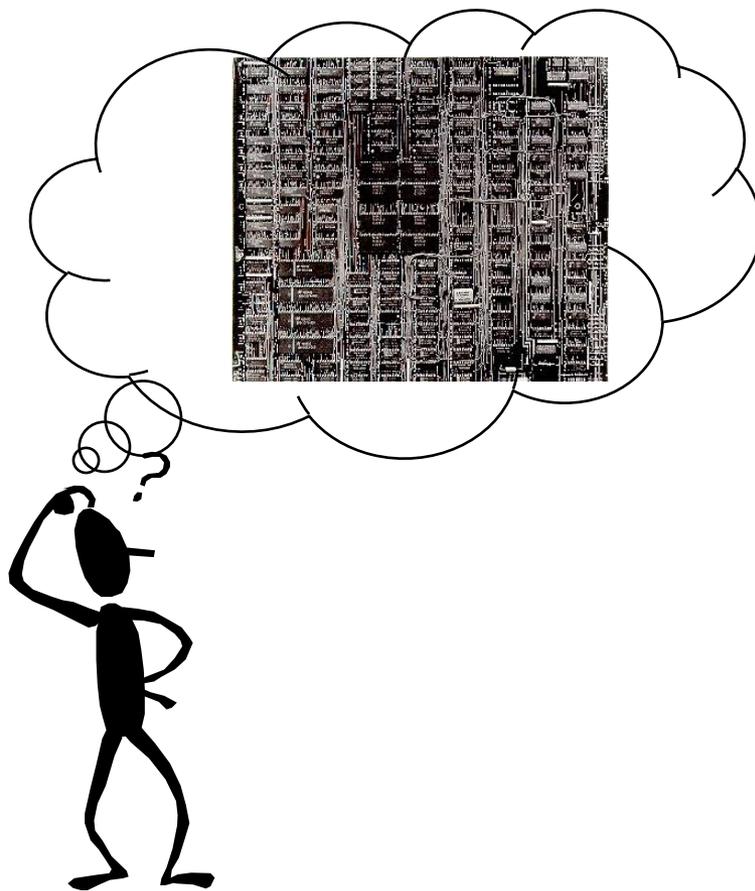
AAGR - Average Annual Growth Rate

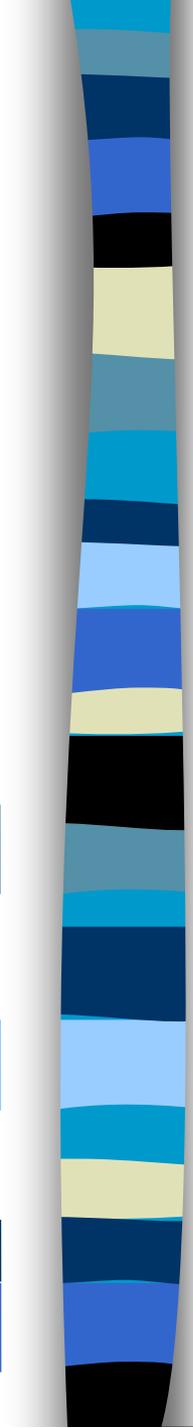


Source: BCC Research Group

Sistemas embarcados

- Como projetá-los?





Metodologia do curso

Como será lecionada a disciplina?

- A partir de um estudo de caso
 - Desenvolver o projeto de um sistema digital para um sistema embarcado
 - Aprender técnicas que nos auxiliem a desenvolver o projeto através de:
 - Aulas teóricas
 - Aulas práticas (laboratórios)
 - Desenvolver projetos em grupo
 - Demonstrações

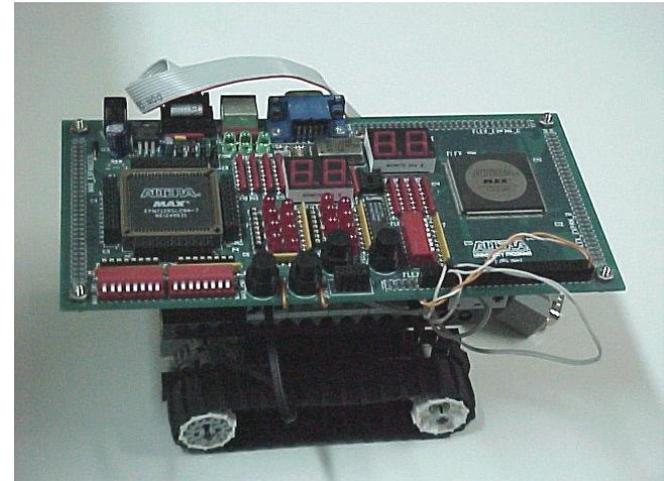
Metodologia

- Disciplina baseada em problema
 - Discussão do problema
 - Possíveis soluções
 - Ferramentas de CAD
 - Projeto
 - **Especificação**
 - **Desenvolvimento**
 - **Implementação**

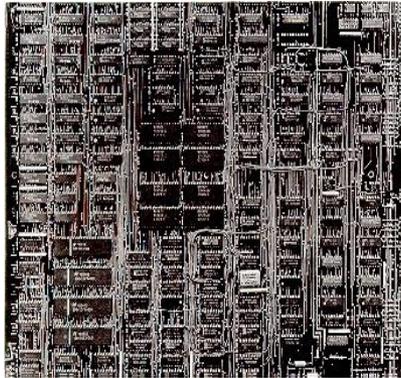
Tipo de problema

- Desenvolver o controle de um pequeno Robô em uma plataforma de prototipação rápida.

- Desenvolver o controle de uma máquina de vender refrigerantes em uma plataforma de prototipação rápida.

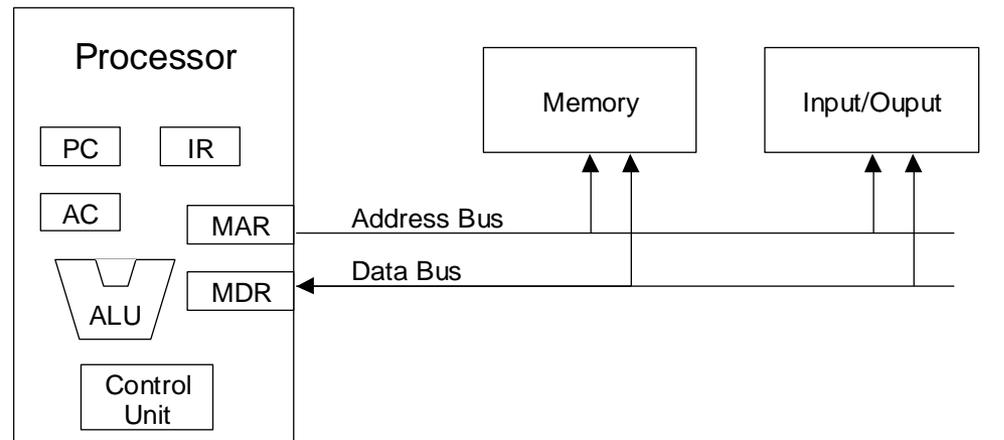
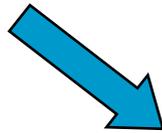


μ Computador

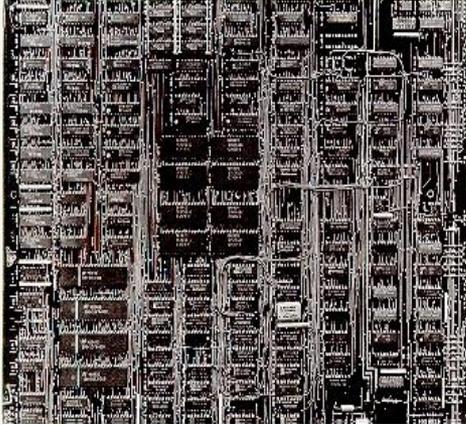


CPU
Memória
I/O

.....



μComputador



Como implementar um μComputador?
(Central Processing Unit + Memória + I/O)



- O que é uma CPU e como implementá-la?
- O que é memória e como implementá-la ?
- O que são os dispos. I/O e como implementá-los?

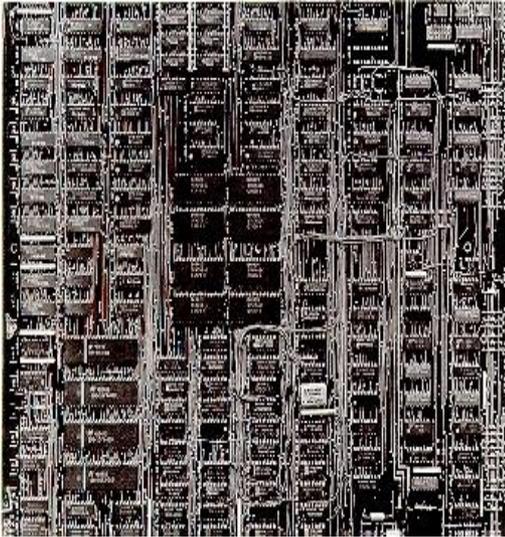
Via de dados

Via de endereços

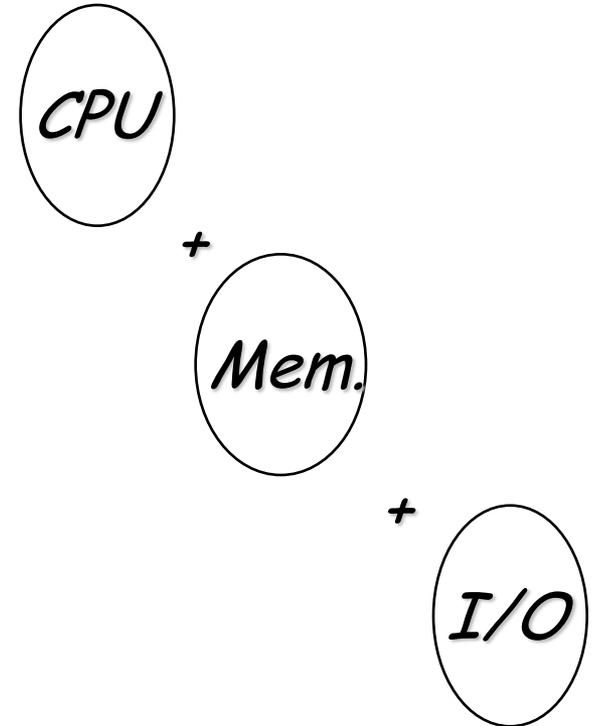
Conjunto de instruções

Como testá-lo?

μ Computador

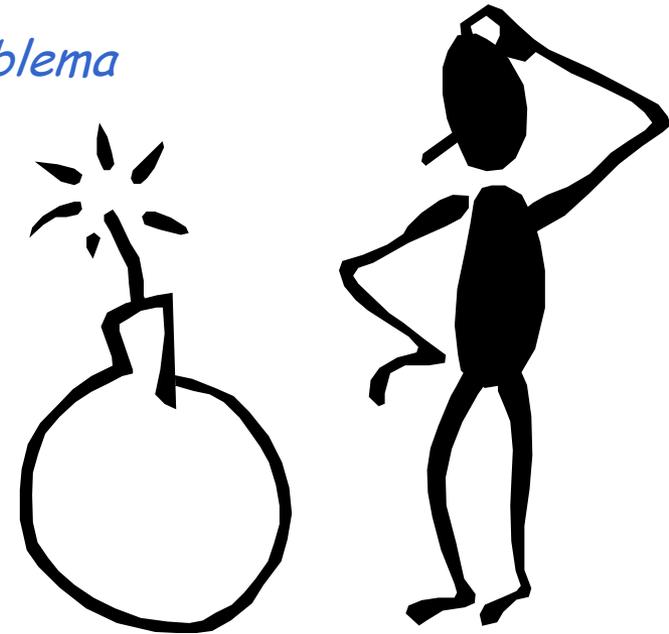


Particionar o problema



μComputador

- *Como desenvolver o problema?*
 - *Estudar metodologias de projetos*
 - *Estudar linguagens para descrição do problema*
 - *Estudar tecnologia de implementação*
 - *Estudar técnicas de validação do problema*
 -



Projetar o controle de um pequeno Robô

■ Background

- Circuitos combinacionais
 - » Somador, ULA, Multiplicadores, decodificadores,
- Circuitos seqüenciais
 - » Contador, unidade de controle, registrador, memória
- Uso de ferramentas de CAD p/ desenvolver projetos
- Linguagens de especificação de hardware

μComputador

■ Idéias

- Implementação em hardware
- Em que linguagem a máquina será especificada?
 - Esquemático
 - Linguagem de Programação
 - C
 - Pascal
 - C++
 -
 - Linguagem para descrição de hardware
 - verilog
 - VHDL
 - Handel-C
 - SystemC
 -

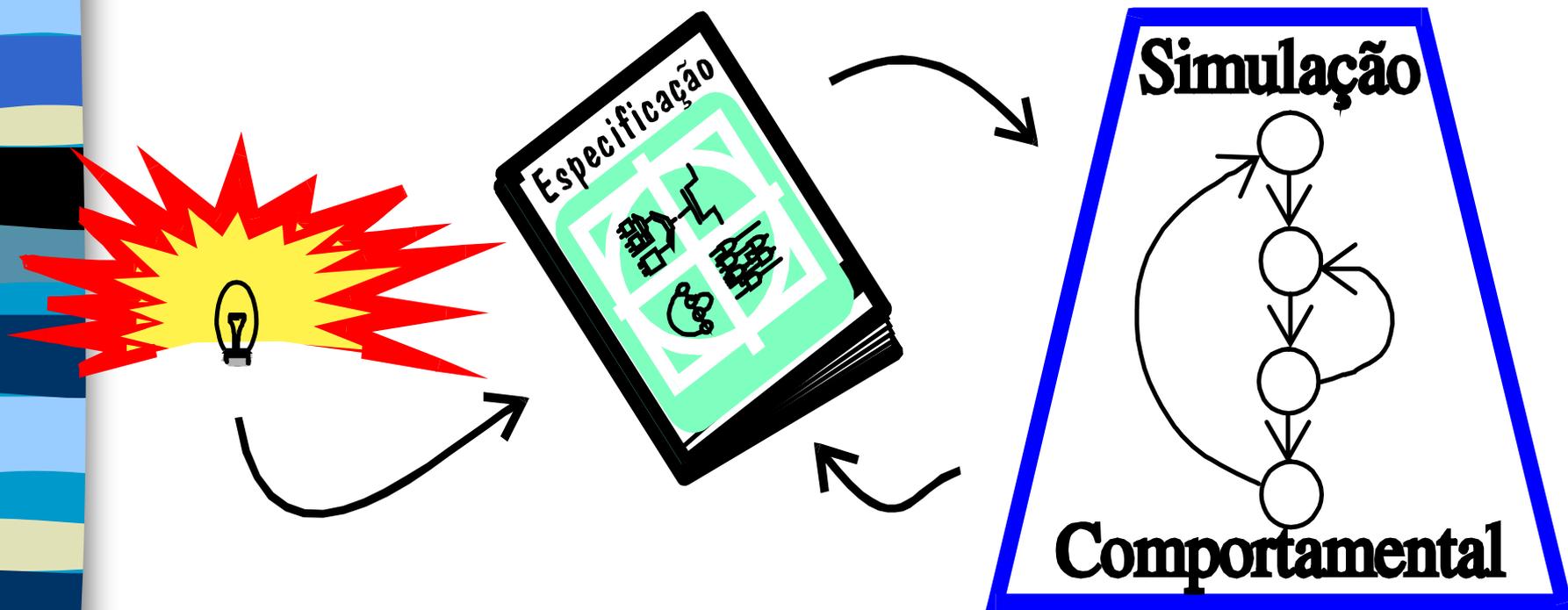
μComputador

- Como abordar o problema?
- Abstrair a tecnologia
 - Uma metodologia
 - Particionamento
 - descrição
 - gerência
 - documentação
 - Escolher ambiente de projeto
 - Ferramentas de síntese
 - Ferramentas para validação (validar o projeto)

Sistemas Embarcados

Metodologia de Projeto

- Ciclo Inicial de Projeto



Sistemas Embarcados

Implementação do μ Computador em uma plataforma de hardware

Especificação

Requisitos

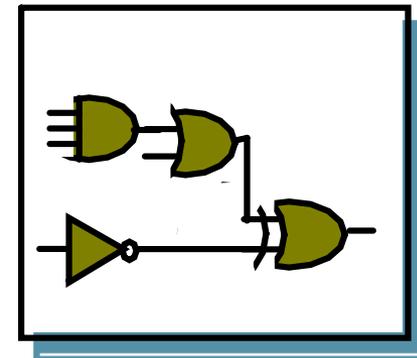
- via de dados
- Memória
- I/O
- Power
- Frequência
-

Comportamental

```

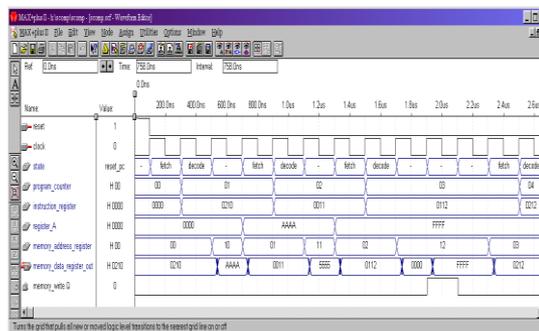
Process(d,clk)
Begin
  if clk='1' then
    Q<=d;
  end if;
end Process;
  
```

Estrutural

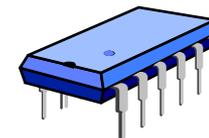


Validação

Simulação

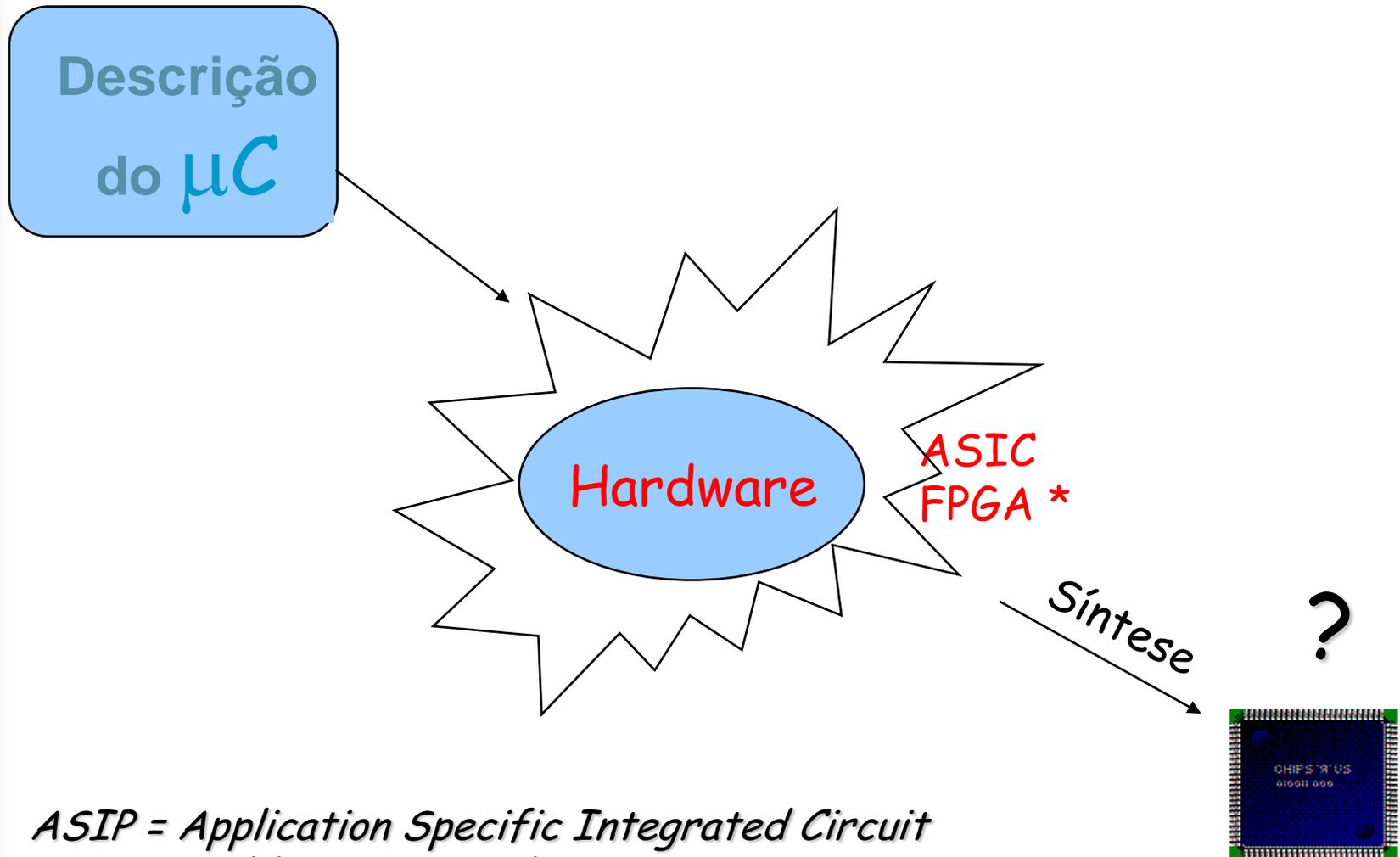


Implementação Hardware



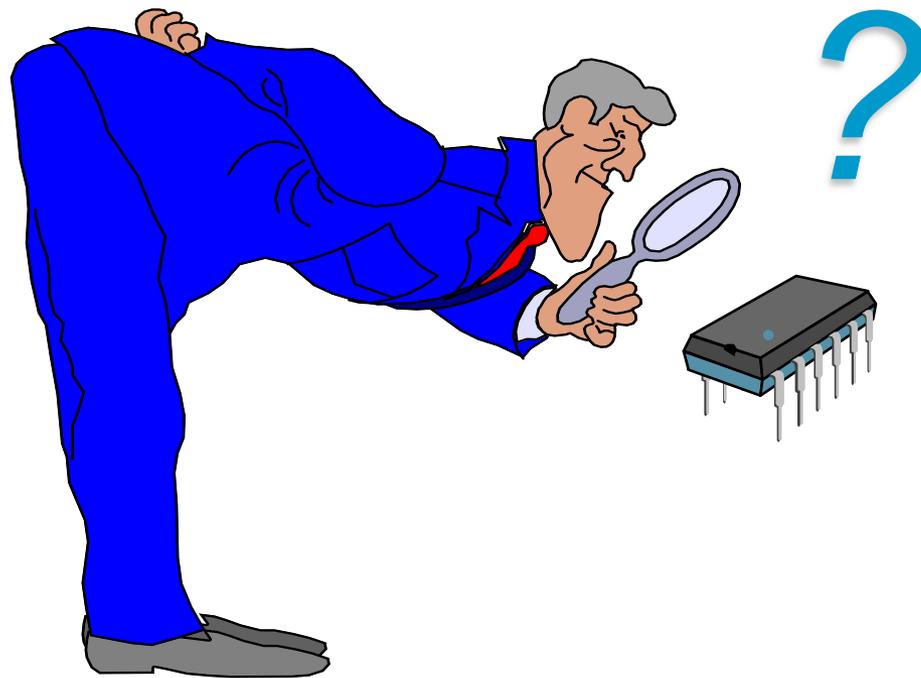
Layout

μComputador



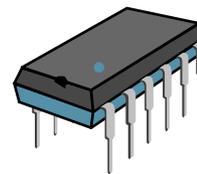
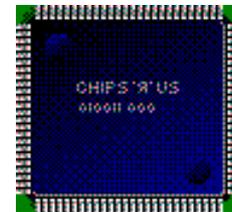
ASIC = Application Specific Integrated Circuit
FPGA = Field Programmable Gate Array

O que é Circuito Integrado?



O que é Circuito Integrado?

- É um conjunto de elementos básicos: resistores, capacitâncias, díodos e transistores, etc. fabricados sobre único pedaço de material semicondutor (Silício, Germânio, Arsianeto de Galium, etc), que pode implementar várias funções lógicas digitais e/ou funções analógicas integradas.
- Funções como:
 - Operações aritméticas
 - Controle
 - Memória
 -

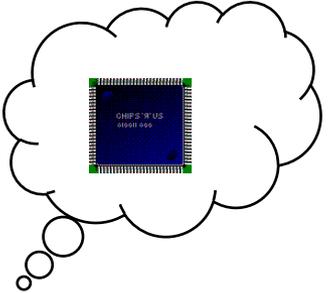
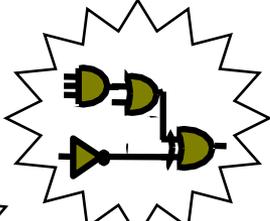


Recursos

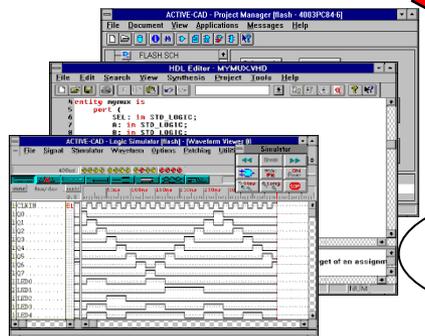
**Altera
Quartus+II**

Entradas:
-Esquemática
-VHDL

```
Process(d,clk)  
Begin  
if clk='1' then  
Q<=d;  
end if;  
end Process;
```



Entrada

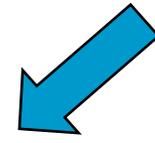
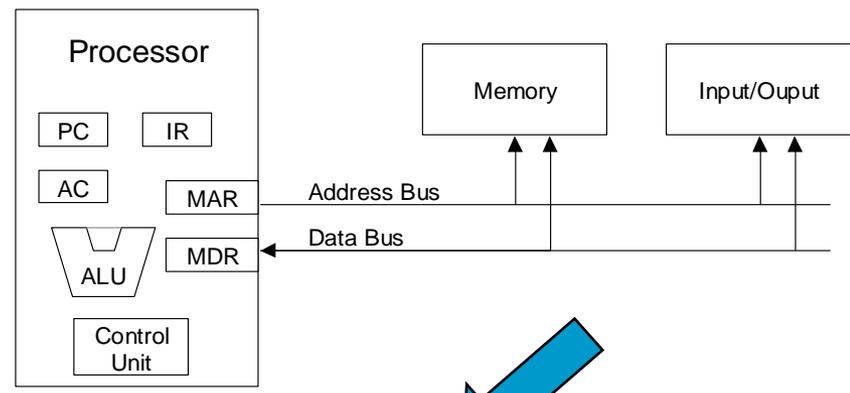


simulação

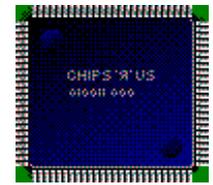
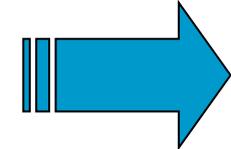
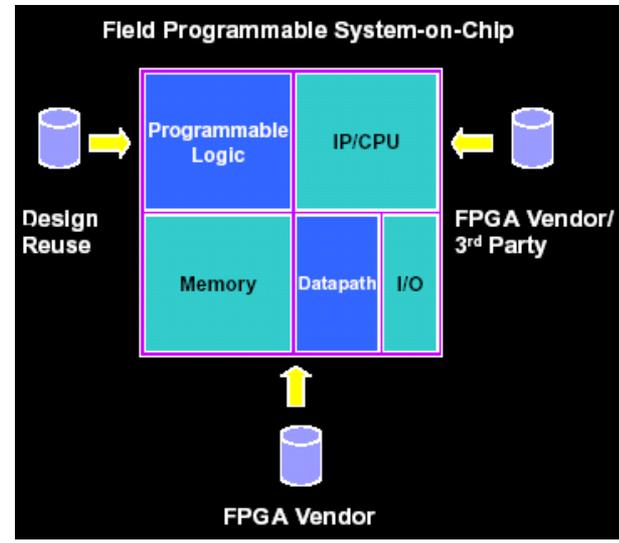
Implementação

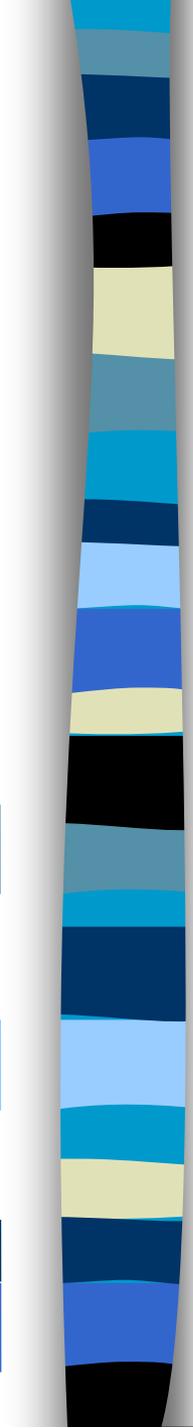


Plataforma de desenvolvimento Máquina de vender BomBom - Exemplo



SoC – System on Chip

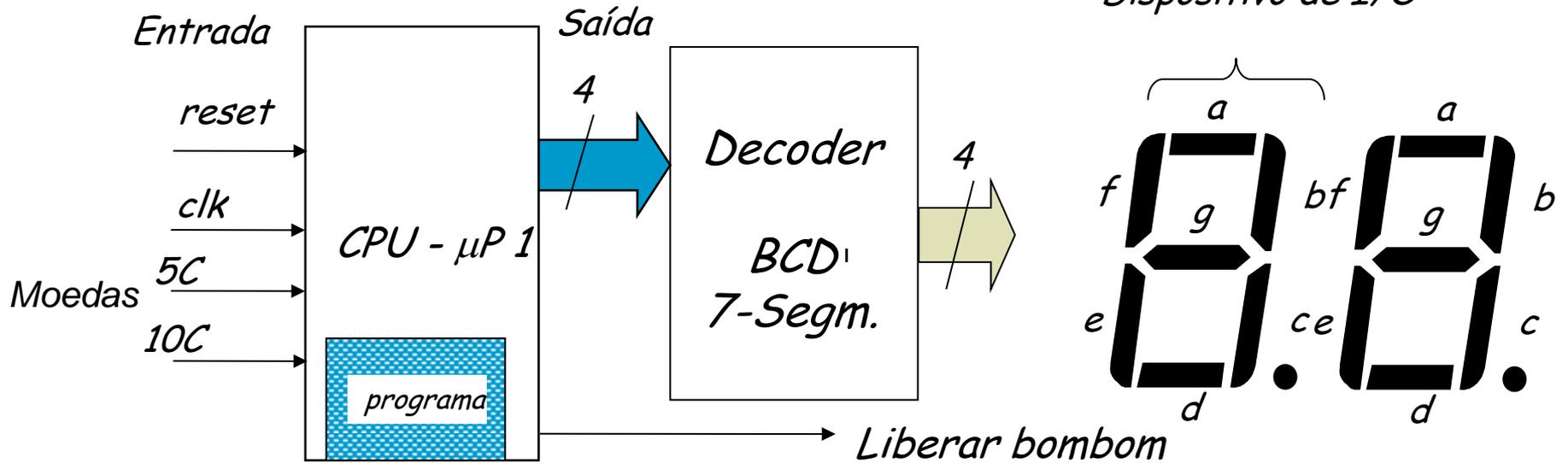




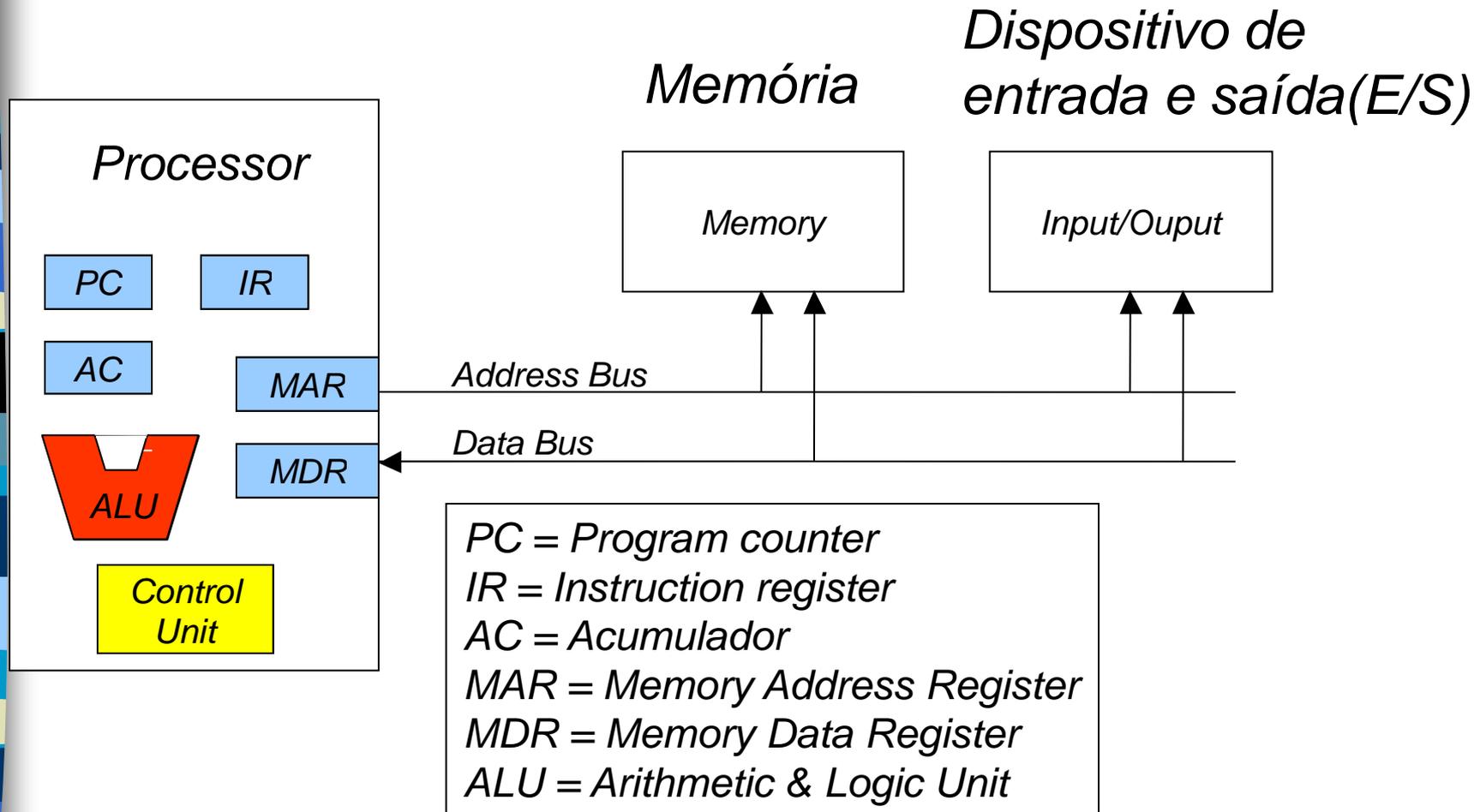
Máquina de vender bombons

- Implementar uma máquina que vende bombons, com as seguintes funcionalidades:
 - A máquina aceita moedas de 5 e 10 centavos
 - O valor de cada bombom é de 15 centavos
 - A máquina não dá troco, mas guarda os 5 centavos caso o cliente deposite duas moedas de 10 Centavos
 - O bombom é liberado automaticamente assim que o valor atinge um valor igual ou maior que 15C.

Projeto



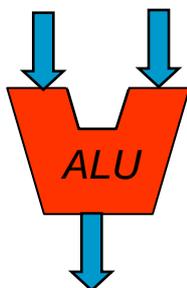
Arquitetura do computador



Arquitetura do computador

- PC - program counter (contador de programa) – indica a próxima instrução a ser executada.
- IR - Instruction register (registrador de instrução) – recebe a instrução a ser decodificada pela CPU.
- AC – Acumulador (registrador auxiliar). Guarda temporariamente valores sendo calculados.
- MAR – Registrador que indica a próxima posição de memória a ser referenciada. Conectado ao barramento de endereços.
- MDR – Registrador usado para receber ou transmitir dados. Conectado ao barramento de dados.
- ALU (ULA) – Unidade Lógica e Aritmética (+, -, >, <, AND, OR, ...)

Componentes de uma CPU



- *Algumas funções da ULA*

- Somar números
- Subtrair números
- Comparar números
- Processar informações
-

1a unidade



- *Registrador (PC, AC, MBR, MAR,..)*

- Armazena informações
- Memória?

2a unidade



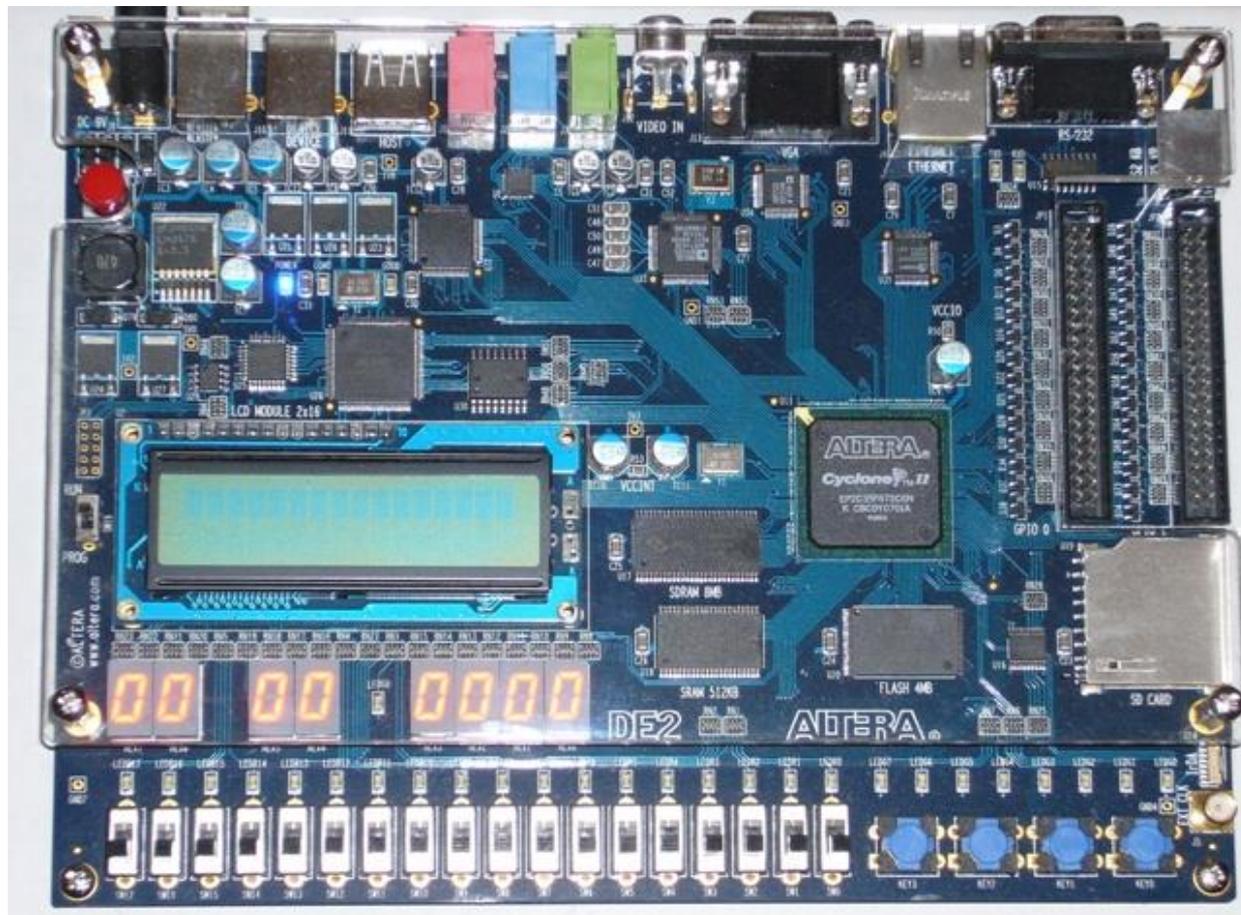
- *Unidade de controle*

- Máquina de estados

Como projetar e integrar estes circuitos visando uma aplicação específica?

Placa de prototipação da Altera (DE2)

- Placa para teste



Recursos de laboratórios

■ Laboratório Hardware

- Cerca de 20 Máquinas
- 10 Kits de desenvolvimento de sistemas digitais
 - Quartus II Development Software
 - DE2 Education Board
 - ByteBlaster download cable

■ Laboratórios:

- Mais de 80 Máquinas
 - Quartus II Development Sof



Recursos disponíveis para o curso

- Sala de aula (30-40s)
- Laboratório (20-30hs)
 - Digilab para aulas práticas em bancadas
 - Microcomputador (PC)
 - Ferramentas de CAD para projetos de Sistemas digitais Quartus II nos laboratórios de graduação
 - Placa de prototipação da Altera (DEII)
- Página WEB da disciplina
www.cin.ufpe.br/~agsf
- 4 monitores da disciplina

Programa do curso

■ 1ª Unidade

- **Introdução à circuitos digitais**
 - Evolução do circuito integrado
 - Ferramentas de trabalho
- **Codificação numérica e simbólica**
 - Representação de informação digital
 - Códigos ASCII, EBCDII, Gray, etc.
 - Conversão AD, D/A(conceitos básicos)
- **Operações lógicas e funções básicas**
 - Simbologia de Portas lógicas
 - Forma canônica de funções
 - Comportamento dinâmico e características básicas de circuitos digitais

Programa do curso

- Álgebra de Boole
 - Postulados e teoremas, Lógica multi-nível
 - Hierarquia em projetos
- Mintermos e Maxtermos
- Arranjos AND-OR OR-AND
- Mapa de Karnaugh
- Circuitos Combinacionais
 - Comparadores, MUX, DEMUX, Decodificadores
- Circuitos Aritméticos (Somadores, Subtratores, etc)
- Ferramenta de CAD para projetos de Circuitos Integrados Digitais - ALTERA (Quartus II)
- Projeto da 1a. Unidade
- Laboratório
- Prova Escrita

Programa do curso

■ 2ª Unidade

- Circuitos Seqüenciais
 - Flip-flops, registradores, contadores
 - Máquinas de Estados
- Linguagem para descrição de hardware
 - Verilog
- Introdução
 - CPU
 - Unidade de controle
- Projeto da 2a. Unidade
- Laboratório
- Prova Escrita

Referências

- Sistemas Digitais - Princípios e Aplicações. Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer, Gregory L. Moss. 10ª Edição; Pearson Prentice Hall, 2008.
- VHDL - Descrição e Síntese de Circuitos Digitais. Roberto D'Amore; LTC 2005.
- Introdução aos Sistemas Digitais , Milos Ercegovac, Tomas Lang, Jaime H. Moreno, Editora Bookman.
- Contemporary Logic Design, Randy H. Katz, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Principles of Digital Design, Daniel D. Gajski, Prentice Hall.
- Introduction to Computer Engineering - Hardware and Software Design, Taylor L. Booth, John Wiley & Sons.
- Circuitos Digitais e Microprocessadores, Herbert Taub, MacGraw-Hill.
- Manuais Técnicos da Altera
 - Design kit
 - VHDL

Sistema de avaliação

- 2 Provas escritas (60%)
- 2 Projetos (40%)
- A média de cada unidade é dada por:

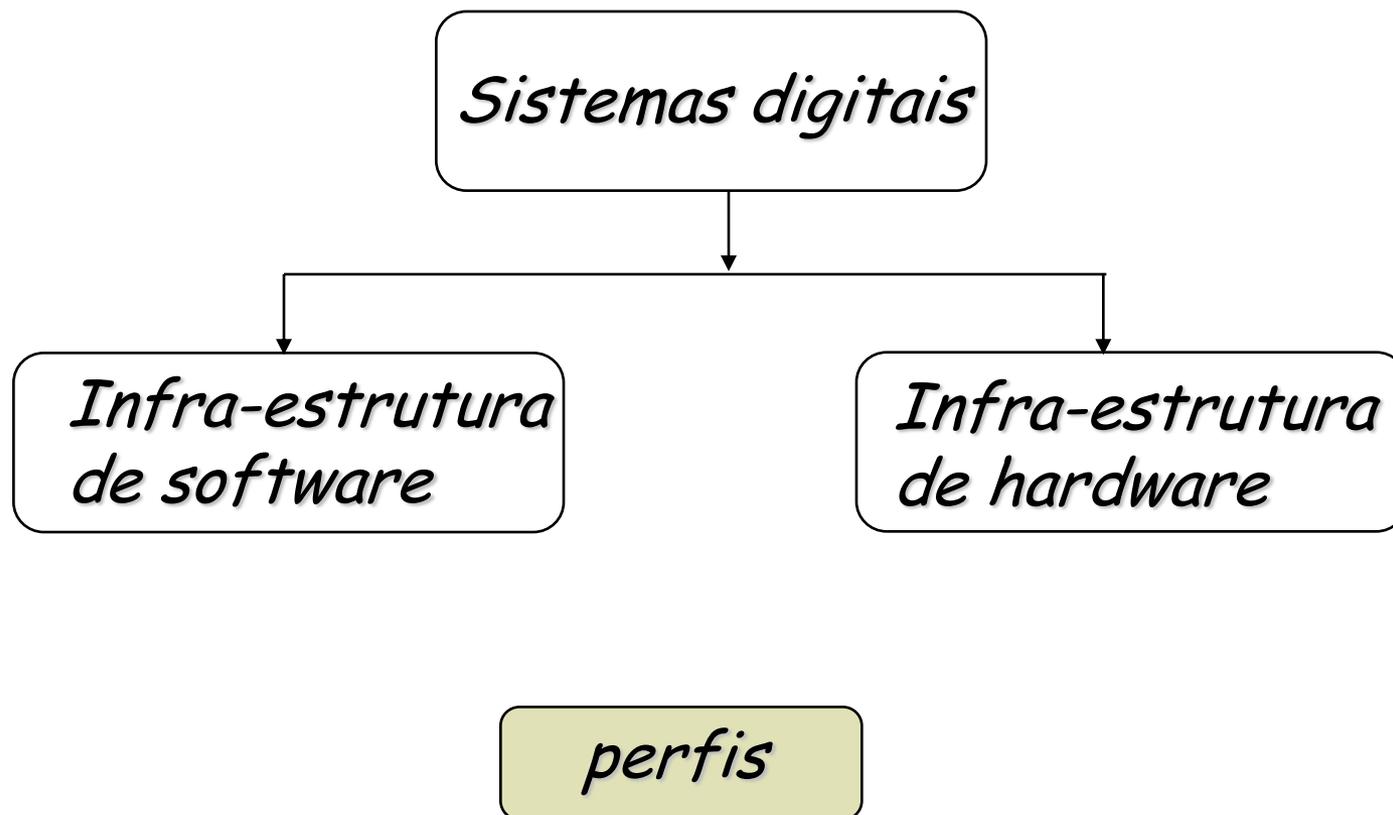
$0,6 * \text{nota do exercício} + 0,4 * (\text{nota do projeto da unidade})$

www.cin.upfe.br/~agsf

Datas dos exercícios escolares:

- 1o. Exercício escolar: 11/12 (Projeto 19/12 tarde)
- 2o. Exercício escolar: 29/01 (Projeto 31/01)
- Segunda Chamada: 05/02 (Assunto Todo)
- Exercício Final: 14/02 (Assunto Todo)
- Monitoria: Segunda (13-15hs) Quarta (10-12hs)

Disciplinas básicas na área de sistemas embarcados



Áreas de atuação profissional

- Telecomunicações
 - Wireless application
 - **Embedded mobile computing**
 -
- Redes de computadores
 - Internet, Middleware
 -
- Jogos
- E-commerce
- Robótica
- Equipamentos médicos
- Biotecnologia (sensores, biosegurança)
- Controle industrial
- Indústria automobilística
- Processamento de sinais em geral
 - Imagem, som
-