

Introdução a Organização de Computadores

1 - Introdução

Ney Calazans
Fabiano Hessel
Fernando Moraes

Última alteração: 02/08/2005

Acesso ao material e contatos



★ Material da disciplina

- ▲ http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html
- ▲ <http://www.inf.pucrs.br/~moraes/org/>
- ▲ http://www.inf.pucrs.br/~calazans/orgcomp_mat.html

★ Contato com o professores:

- ◆ <mailto:calazans@inf.pucrs.br>
- ◆ <mailto:moraes@inf.pucrs.br>

Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

1. Álgebra Booleana

$$F = (A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}) \cdot (C \cdot \bar{D} + \bar{C} \cdot D)$$

Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

1. Álgebra Booleana

$$F = (A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}) \cdot (C \cdot \bar{D} + \bar{C} \cdot D)$$

2. Circuitos Digitais

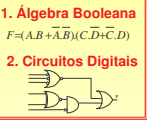


Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

3. Comb / Seqüenciais

1. Álgebra Booleana
 $F=(A.B+\bar{A}.B)(C.\bar{D}+\bar{C}.D)$

2. Circuitos Digitais



http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html {calazans,moraes}@inf.pucre.br

Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

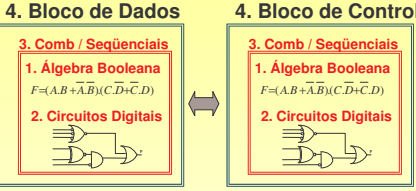
Modelo Von Neumann

4. Bloco de Dados **4. Bloco de Controle**

3. Comb / Seqüenciais **3. Comb / Seqüenciais**

1. Álgebra Booleana
 $F=(A.B+\bar{A}.B)(C.\bar{D}+\bar{C}.D)$

2. Circuitos Digitais



ORGANIZAÇÃO DE COMPUTADORES

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html {calazans,moraes}@inf.pucre.br

Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

5. Arquitetura

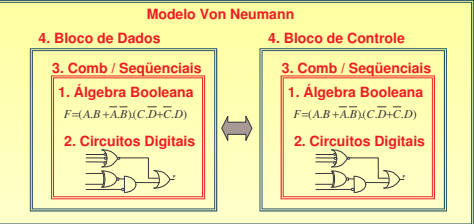
Modelo Von Neumann

4. Bloco de Dados **4. Bloco de Controle**

3. Comb / Seqüenciais **3. Comb / Seqüenciais**

1. Álgebra Booleana
 $F=(A.B+\bar{A}.B)(C.\bar{D}+\bar{C}.D)$

2. Circuitos Digitais



Arquitetura = visão do programador

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html {calazans,moraes}@inf.pucre.br

Uma visão das disciplinas de Arq/Org Computadores

5. Arquitetura

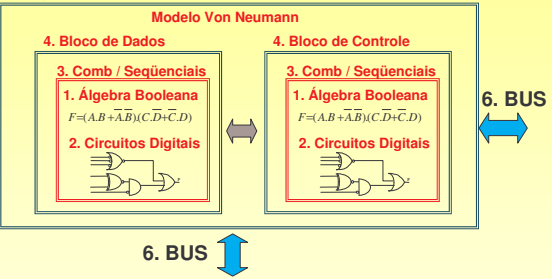
Modelo Von Neumann

4. Bloco de Dados **4. Bloco de Controle**

3. Comb / Seqüenciais **3. Comb / Seqüenciais**

1. Álgebra Booleana
 $F=(A.B+\bar{A}.B)(C.\bar{D}+\bar{C}.D)$

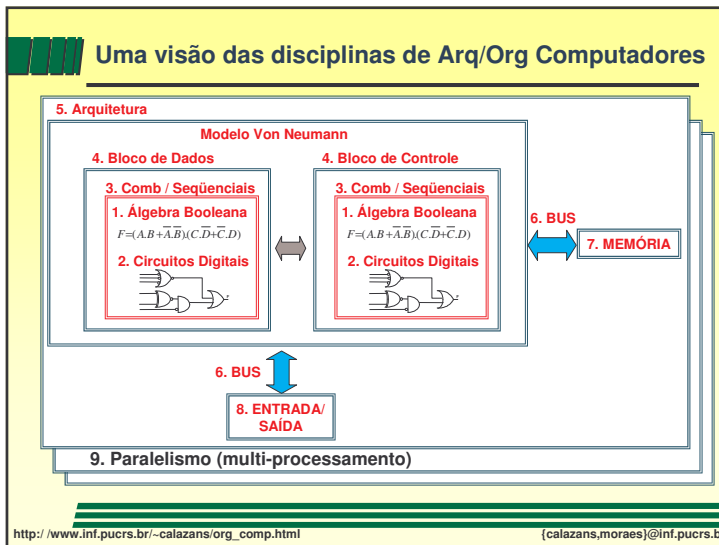
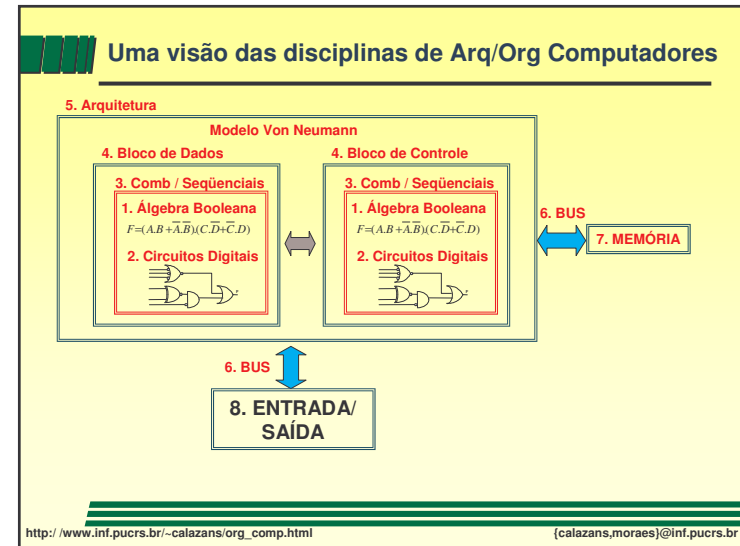
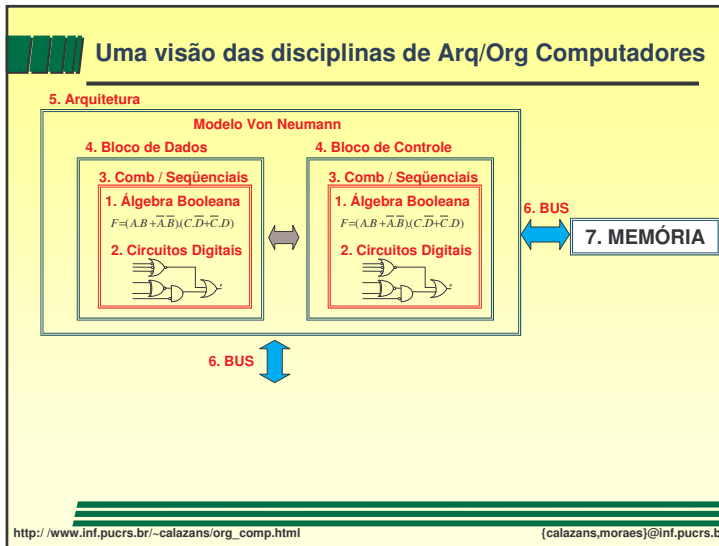
2. Circuitos Digitais



6. BUS

6. BUS

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html {calazans,moraes}@inf.pucre.br

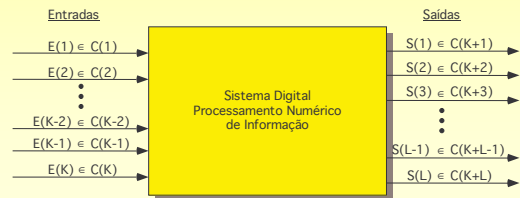


- ### Sumário
-
- 1 - Sistemas Digitais
 - 2 - Projeto e Fabricação de SDs
 - 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
 - 4 - Taxonomia de SDs
 - 5 - O Processo de Projeto de SDs
 - 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
 - 7 - Organização x Arquitetura
- http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html {calazans,moraes}@inf.pucrs.br

1 - Sistemas Digitais - definição estrutural

Sistema Digital - **Aparato** dotado de conjuntos finitos de **entradas** e **saídas** e capaz de processar informação representada sob forma **numérica**.

Em francês, *systemes numériques!*



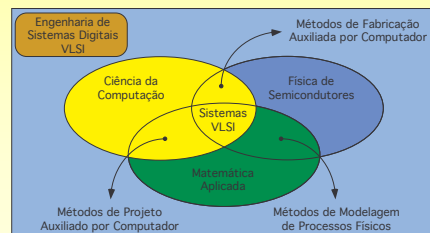
Sumário

- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura



2 - Projeto e Fabricação de Sistemas Digitais

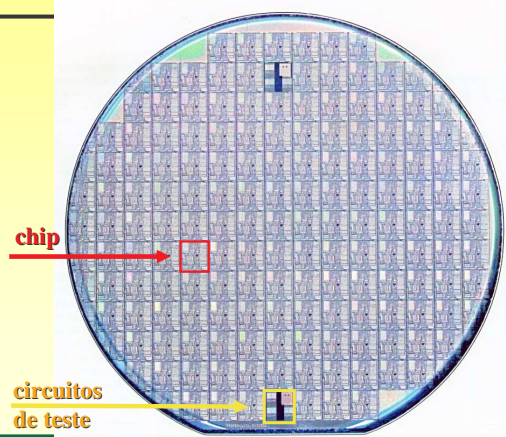
- ★ Três ramos do conhecimento científico envolvidos:
 - ▲ Ciência da Computação, Física de Semicondutores e Matemática Aplicada



2 - Projeto e Fabricação de SDs VLSI

- ★ Projeto de SDs - *método p/ desenvolver plano* de um SD → manufatura *automática*
- ★ Estilo de Projeto - conjunto de métodos
- ★ Base da tecnologia atual - processos planares de fabricação
- ★ CI VLSI moderno - pastilha de 1cm² de lado, espessura < 1mm, >10⁸ dispositivos
- ★ Parâmetro de base - "*min-feature-size*": em 96 - 0,25µm/ em 98 - 0,18µm e 0,12µm; hoje 0,09µm ou 90nm!!

Processos planares de fabricação

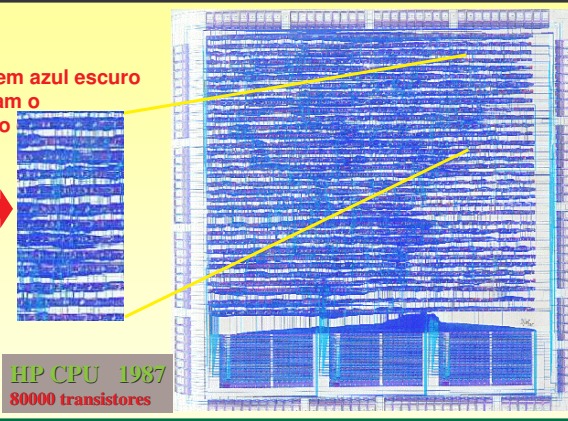


http://www.inf.pucls.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucls.br

Um exemplo de circuito integrado

As zonas em azul escuro representam o roteamento

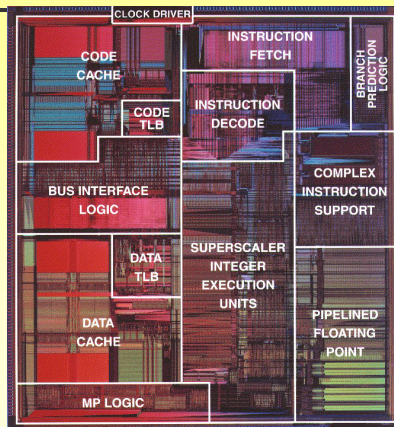


HP CPU 1987
80000 transistores

http://www.inf.pucls.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucls.br

Um microprocessador - antigo Pentium



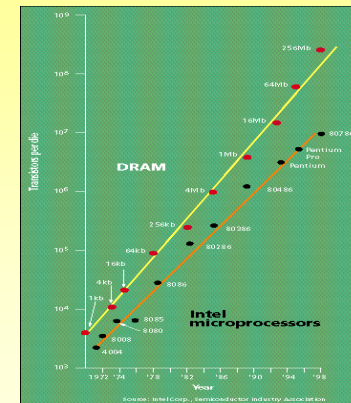
http://www.inf.pucls.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucls.br

Projeto e Fabricação de SDs - Lei de Moore

★ “A densidade de Circuitos Integrados dobra a intervalos regulares de 18 meses”.

▲ Gordon E. Moore, (1965)



http://www.inf.pucls.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucls.br

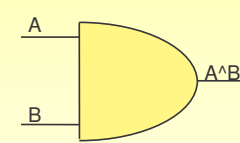
Sumário

- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura



3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais

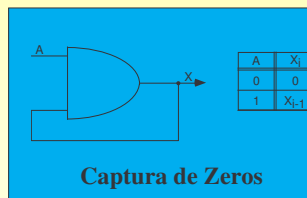
- ★ SD Combinacional - comportamento de cada saída descrito como função exclusivamente dos valores instantâneos das entradas.



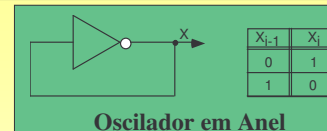
A	B	A^B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais

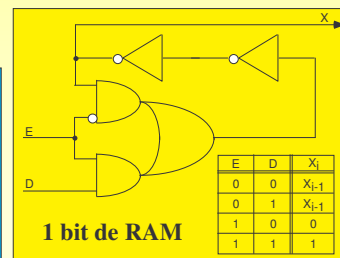
→ SD Seqüencial - qualquer SD que não possa, em geral atender à definição de SD combinacional.



Captura de Zeros



Oscilador em Anel



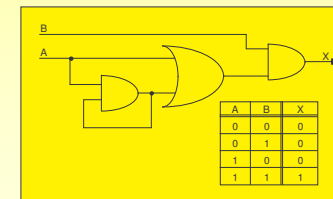
1 bit de RAM

3 - Armazenamento de Informação e Estado

- ★ Em geral, laço de realimentação implica armazenar informação, e conceito de estado;

Contra-exemplo: circuito com realimentação, contudo combinacional

Estado - excluindo realimentações redundantes, cada configuração distinta de valores destas.



3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais

★ Definição de tipos de SDs baseada em estados:

- ▲ Todo SD é um SD seqüencial;
- ▲ SD combinacional - possui apenas 1 estado;
- ▲ SD estritamente seqüencial - sob mesmas condições, possui mais de um estado.

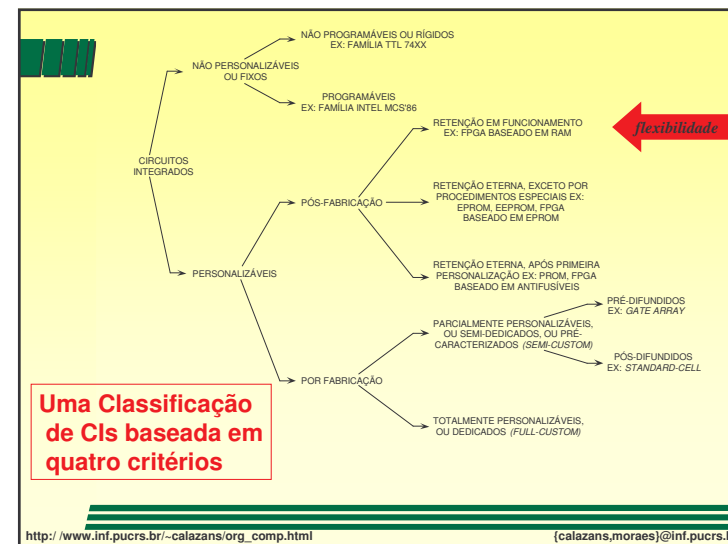
Sumário

- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura

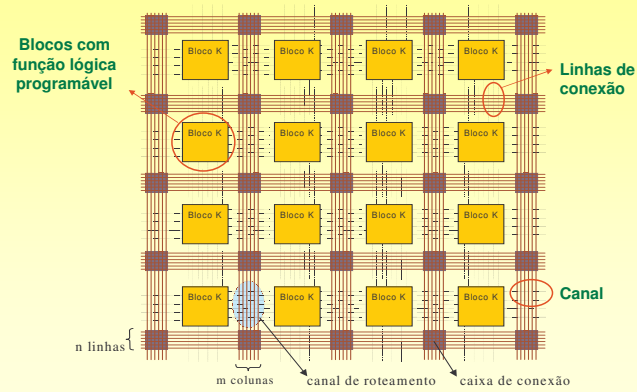


4 - Taxonomia de SDs

- ★ Fundamental - escolha de critérios de classificação adequados
- ★ Ortogonalidade - meta da escolha de critérios
- ★ Critérios - podem depender de diversas características físicas, de uso, de construção, de custo, etc.
- ★ Critérios: personalizabilidade, programabilidade, retenção da personalização, complexidade, forma de produção, relação entradas/saídas, pressupostos de sincronismo, etc.



Circuitos FPGA



http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucrs.br

Sumário



- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura

http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucrs.br

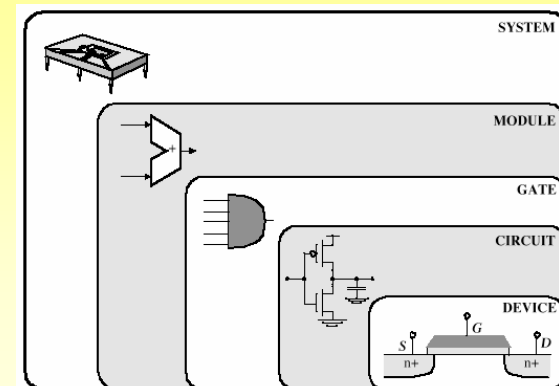
5 - O Processo de Projeto de SDs

- ★ Processo de Projeto - descrição inicial (especificação) → descrição final (projeto final ou detalhado);
- ★ Diferença entre especificação e projeto final - quantidade de informação;
- ★ Informação no projeto final permite fabricar automaticamente (ou quase) o SD;
- ★ Problema - controlar a complexidade de projeto VLSI!

http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucrs.br

Níveis de Abstração de Projetos



http://www.inf.pucrs.br/~calazans/org_comp.html

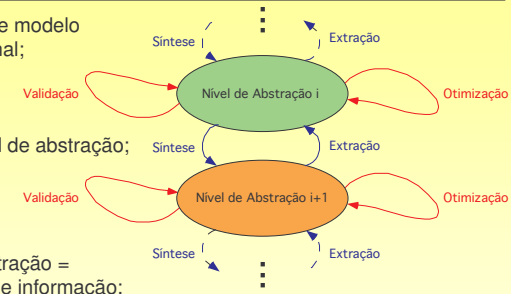
{calazans,moraes}@inf.pucrs.br

5 - O Processo de Projeto de SDs

- ★ Problema derivado - complexidade impede passagem direta especificação → projeto final;
- ★ Solução - decomposição hierárquica do processo de projeto, *continuum* de descrições;
- ★ Complexidade requer organização da hierarquia de descrições - *modelos para representar o processo de projeto*.

5 - Modelo de Suzim

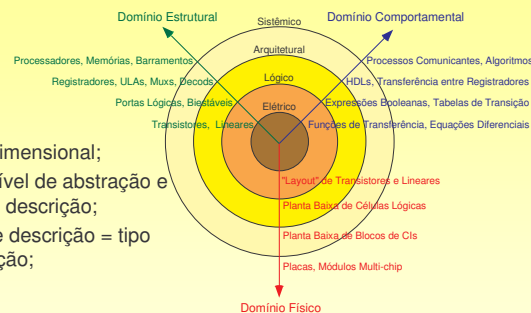
- ★ Suzim propõe modelo unidimensional;
- ★ Critério: nível de abstração;
- ★ Nível de abstração = quantidade de informação;



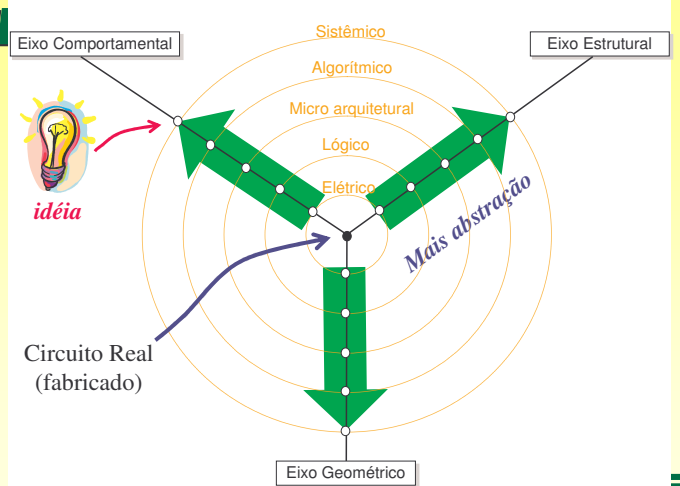
Transformação entre níveis (aresta) = ferramenta de projeto;
Nível de abstração (vértices) = conjunto de descrições.

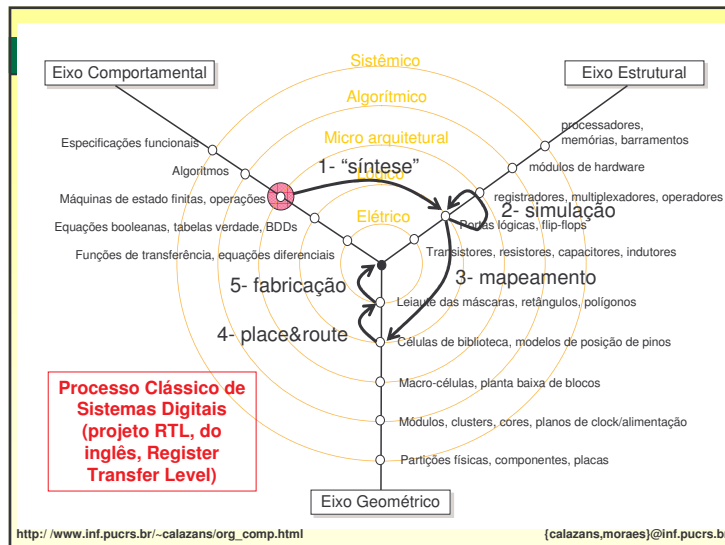
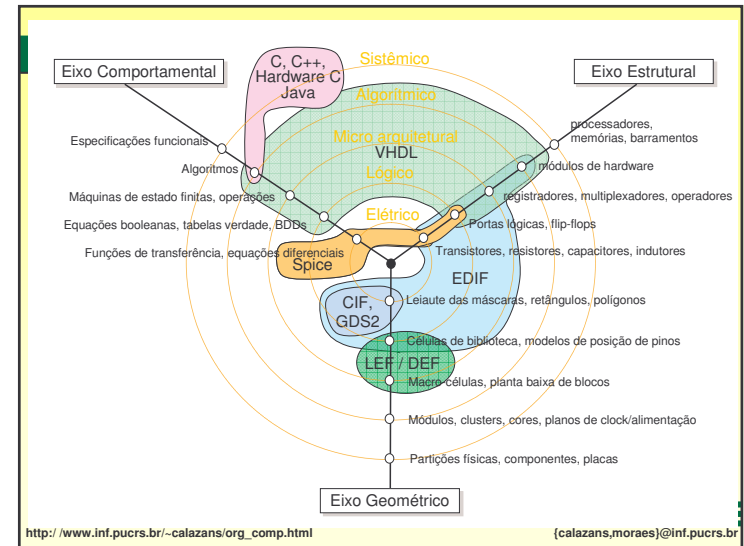
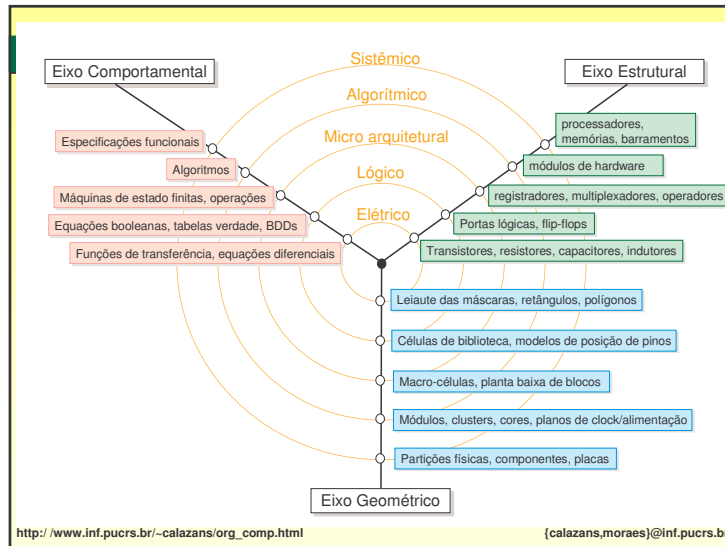
5 - Modelo de Gajski-Kuhn ou Diagrama Y

- ★ Modelo bidimensional;
- ★ Critérios: nível de abstração e domínio de descrição;
- ★ Domínio de descrição = tipo de informação;



Círculo = nível de abstração, eixo = domínio de descrição;
Intersecção círculo-eixo (vértices) = descrição;
Transformação entre níveis (aresta no grafo) = ferramenta.



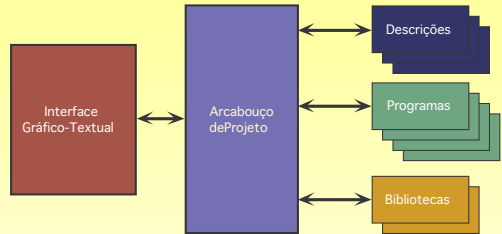


Sumário

- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura

URL: http://www.inf.puhrs.br/~calazans/org_comp.html | Email: {calazans,moraes}@inf.puhrs.br

6 - Projeto de SDs auxiliado por Computador



★ Estrutura Geral de CAD:

- ▲ Interface Gráfico-textual;
- ▲ Arcabouço de Projeto (framework);
- ▲ Descrições de projeto;
- ▲ Ferramentas de projeto;
- ▲ Bibliotecas.

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucre.br

6 - Exemplo de Sistema de Projeto

Xilinx ISE

Componentes do projeto: arquivos, dispositivos, bibliotecas

Ferramentas de projeto, relatórios

Janela de mensagens

Janela de edição

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucre.br

6 - Exemplo de Sistema de Projeto - cont.

Simulador Active-HDL, da ALDEC

Janela de Simulação: sinais, formas de onda, medidas, etc.

Janela de Recursos: módulos, arquivos de teste, bibliotecas, scripts

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucre.br

6 - Exemplo de Sistema de Projeto - cont.

Representação Física

Pinos do chip

Blocos lógicos: portas, flip-flops, etc

Fios e outros recursos de comunicação (muxes, switch boxes)

http://www.inf.pucre.br/~calazans/org_comp.html

{calazans,moraes}@inf.pucre.br

Sumário

- 1 - Sistemas Digitais
- 2 - Projeto e Fabricação de SDs
- 3 - SDs Combinacionais e Seqüenciais
- 4 - Taxonomia de SDs
- 5 - O Processo de Projeto de SDs
- 6 - Projeto de SDs Auxiliado por Computador
- 7 - Organização x Arquitetura



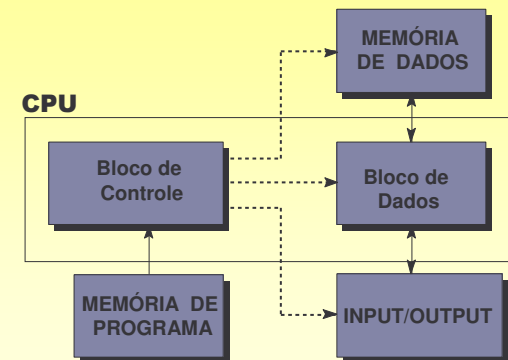
7 - Organização x Arquitetura

- ★ Organização de Computadores – A visão abstrata do engenheiro (elétrico, de computação) de um computador:
 - ▲ Transistores, portas lógicas, registradores, unidades lógico-aritméticas, fios, multiplexadores, etc.
- ★ Arquitetura de Computadores – A visão abstrata do programador de baixo nível (linguagem de montagem, em inglês, *assembly language*):
 - ▲ Instruções, registradores para armazenar dados, a linguagem de programação de montagem, modos de endereçamento, formato das instruções, etc.

7 - Organização x Arquitetura

- ★ Afinal, o que é um computador? Uma definição:
 - ▲ Máquina com capacidade de acesso a meios de armazenamento onde estão estocadas informações a serem processadas e as informações que dizem como processar as primeiras. CPU (Central Processing Unit)
 - ◆ Informações a serem processadas – dados
 - ◆ Informações de como processar – programas
 - Programas – seqüência de instruções retiradas de um conjunto fixo de instruções reconhecidas como tal pela máquina
 - ▲ Funcionamento: repetir, infinitamente, seqüência de 3 ações: buscar instrução, identificar instrução buscada, executar instrução buscada.
 - ▲ Execução de instruções pode incorrer em acesso a dispositivos de entrada e saída.

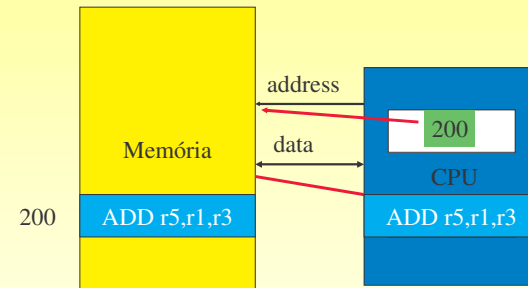
Modelo Geral de um computador



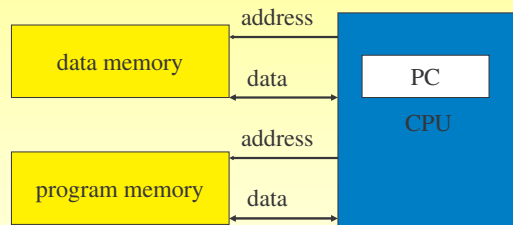
7 - Organização x Arquitetura

- ★ Existem modelos gerais que estabelecem as formas de implementação da máquina computador
- ★ Classificação de organizações de computadores:
 - ▲ **Modelo von Neumann** – dados e programas compartilham um meio de armazenamento único
 - ◆ Mais simples, menos restritivo, menos eficiente – dados e programas misturados permitem ao programador intercambiar a semântica de dados e programas ao longo do tempo
 - ▲ **Modelo Harvard** – dados e programas estocados em meios de armazenamento distintos
 - ◆ Mais propenso a fomentar paralelismo, mais caro, mais complexo – dados e programas separados permitem que ambos sejam facilmente tratados em paralelo

Interface CPU-memória no modelo von Neuman



Interface CPU-memória no modelo Harvard

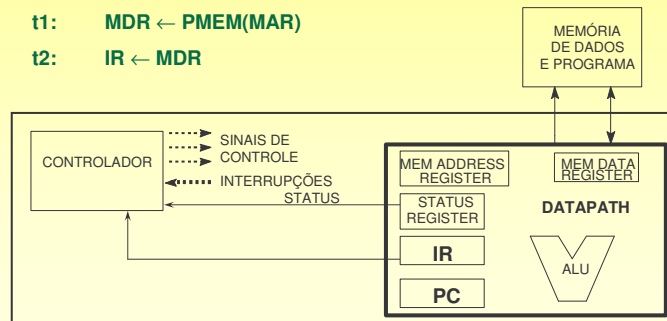


von Neumann vs. Harvard

- Harvard permite duas leituras de memória simultâneas (dados e instrução).
- A maioria dos processadores DSP (celulares, telecom, câmeras digitais,...) usam organização Harvard:
 - Maior largura de banda de memória;
 - Tempo de acesso a dados mais previsível.

Ciclo de Busca - Von Neumann

- t0: $MAR \leftarrow PC$ /* 3 ciclos para busca */
 $PC \leftarrow PC + 1$
 t1: $MDR \leftarrow PMEM(MAR)$
 t2: $IR \leftarrow MDR$



Ciclo de Busca - Harvard

- t0: $IR \leftarrow PMEM(PC)$ /* 1 ciclo para busca */
 $PC \leftarrow PC + 1$

