

QXD0146 - Sistemas Digitais para Computadores

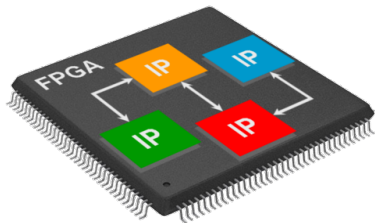
Apresentação da disciplina

Thiago Werlley Badeira da Silva¹

¹Universidade Federal do Ceará, Brazil

13 de março de 2023

Introdução



- Sobre a disciplina



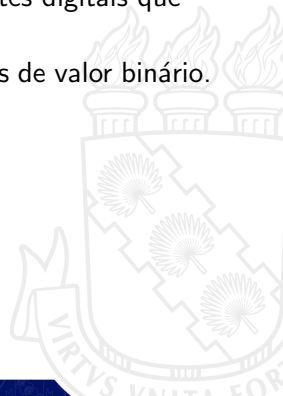
O que são sistemas digitais?

- Um sistema digital é aquele que pode assumir um conjunto finito de valores possíveis, a qualquer instante, sendo conhecido também como sistema discreto.
- Um sistema digital é aquele que recebe entradas digitais e gera saídas digitais.



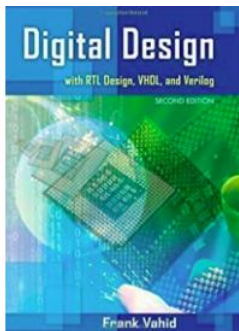
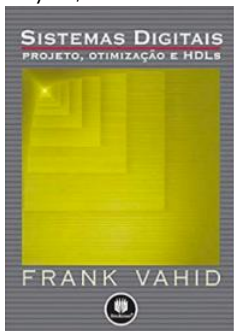
O que são sistemas digitais?

- Um circuito digital é uma conexão de componentes digitais que juntos constituem um sistema digital.
- O termo digital irá se referir a sistemas com sinais de valor binário.
 - **0** **1**



Bibliografia

- Sistemas Digitais: Projeto, Otimização e HDLs, Frank Vahid, 1a edição, 2008
- Digital Design: with RTL Design, VHDL, and Verilog, Frank Vahid, 2a edição, 2011
- Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações, Ronald J. Tocci , 11a edição, 2011



Ferramentas de Apoio:

1. **Vivado**
2. Quartus
3. ModelSim
4. <https://www.edaplayground.com/>



Sobre a Disciplina

- Horário: SEG 15:30-17:30 e TER 13:30-17:30
- **Cuidado!!!! Faço Chamada e REPROVO por falta**
- Direito a faltar 25%
- Carga horária:
 - 64h – 25% prática
 - 48h teórico – 16h prática
- Vejam no SIPPA



Sobre a Disciplina

- Avaliações:
 - **Serão de 3 a 4 Provas** ◦ A **2ª Chamada** é acumulativa com **TODO** o assunto visto até aquele momento na disciplina ◦ A **Final** conterá **TODO** o assunto da disciplina



Chamada para Programa de treinamento em projetos de Circuitos integrados e Packaging avançados PNM – SOFTEX – Eldorado

- Faça a sua inscrição até dia 06/03/2023 através do link:
<https://institutoeldorado.gupy.io/jobs/4092702>
- Em uma iniciativa do MCTI, **Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação**, com a parceria da **SOFTEX** no âmbito do programa MCTI Futuro, estamos abrindo uma chamada para 20 bolsistas de residência tecnológica, visando capacitar profissionais em duas áreas de atuação em **microeletrônica (advanced nodes e packaging avançado)**.

Chamada para Programa de treinamento em projetos de Circuitos integrados e Packaging avançados PNM – SOFTEX – Eldorado

- Bolsas para residência tecnológica na área de design de circuitos integrados, focado em design para “advanced nodes” (14/6nm and below) considerando:
 - **Front end digital – codificação HDL / verificação**
 - Back end digital – síntese / floorplan / routing / GDSII
 - Circuitos analógicos / mixed signal
- Bolsas para residência tecnológica na área de packaging avançado, considerando:
 - Modelamento multifísico
 - Design de substrato
 - Processos avançados (flip chip, die bonding, die stacking, sputtering)
 - Fotônica integrada
 - MEMS

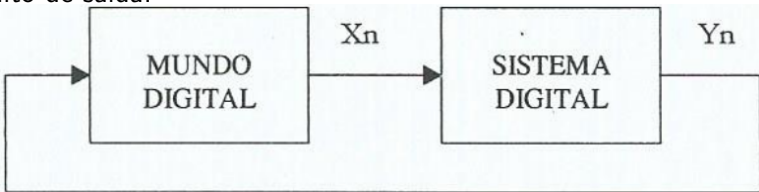
Conhecimento necessário

- QXD0117 – **Circuitos Digitais**



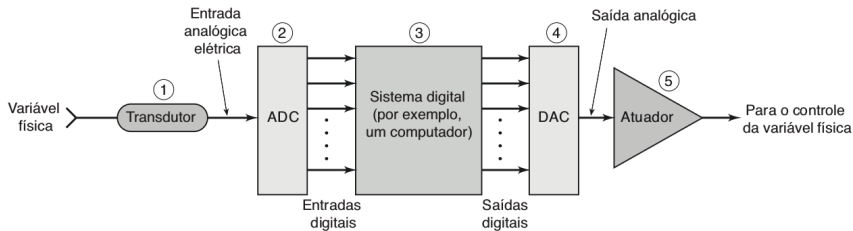
Conceito

- Um sistema digital pode ser visto como uma função de transformação de um alfabeto finito de entrada em outro alfabeto finito de saída.



- Desde que a interface entre o sistema digital e o mundo externo seja digital, do ponto de vista do sistema é também digital.
- Da ideia do comportamento do sistema até sua completa realização física uma série de passos podem ser tomados:
 - escolha do algoritmo
 - fluxograma de descrição de operações do hardware
 - simulações e otimizações

Conceito



Definição da Arquitetura Reconfigurável

- Pesquisas recentes na área de **arquiteturas reconfiguráveis** mostram que elas oferecem um desempenho melhor que os **processadores de propósito geral** (GPPs – *General Purpose Processors*), aliado a uma maior flexibilidade que os ASICs (*Application Specific Integrated Circuits*).
- Uma mesma arquitetura reconfigurável pode ser adaptada para implementar aplicações diferentes, permitindo a especialização do hardware de acordo com a demanda computacional da aplicação.

Arquiteturas Reconfiguráveis

- **Arquiteturas reconfiguráveis** são uma classe de arquiteturas onde basicamente sua organização pode ser redefinida.
- A ideia da reconfiguração vem da reutilização de circuitos que sejam pouco utilizados.
- A reconfigurabilidade tem um parâmetro significativo: o tempo de reconfiguração.
- Caso este tempo seja muito longo, muitas aplicações podem se tornar inviáveis.
- Existem aplicações em que o tempo de reconfiguração não é relevante, isto é, eles têm ordem de grandezas compatíveis com tempos humanos.

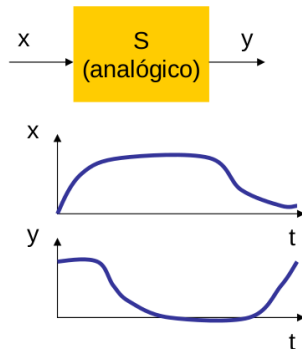
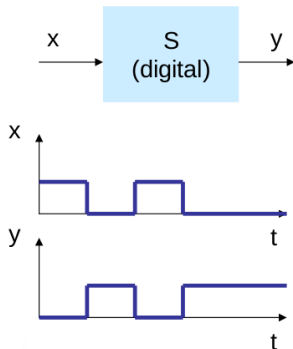
Tempo de reconfiguração

- O **tempo de reconfiguração** é relevante quando um algoritmo que realiza várias etapas de processamento, deve ser reconfigurado a cada etapa.
- Esta reconfiguração pode ocorrer até algumas centenas de vezes por segundo. O tempo de reconfiguração está ligado à tecnologia empregada. No caso de FPGAs este tempo pode ser grande, resultando numa baixa frequência de reconfiguração.
- No caso de máquinas com lógica rápida, **o tempo pode ser bem pequeno.**
- Nos dois casos deve-se levar em conta ainda o tempo de “enchimento” e “esvaziamento” dos dados nos diversos processadores elementares (PEs) e módulos de memória (se existirem).
- O que pode reduzir estes tempos é o reaproveitamento dos dados entre etapas sucessivas.

Sistemas Digitais

- Definição

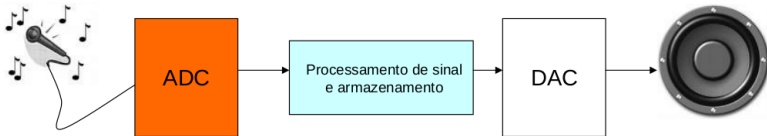
- Um sistema digital é um sistema no qual os sinais têm um número finito de valores discretos, se contrapondo a sistemas analógicos nos quais os sinais têm valores pertencentes a um conjunto contínuo (infinito).



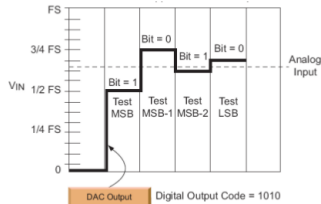
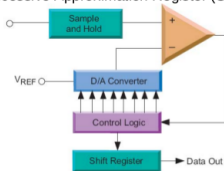
Sistemas Digitais

• Definição

- Uma vez que **os sinais do mundo físico** são **analógicos**, é necessários convertê-los para sinais digitais e vice-versa sempre que os sinais digitais tenham que interagir com os sinais do meio físico.

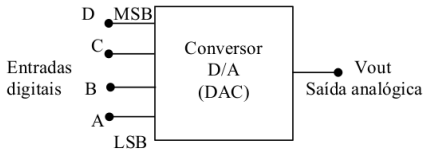


Successive Approximation Register (SAR)



Sistemas Digitais

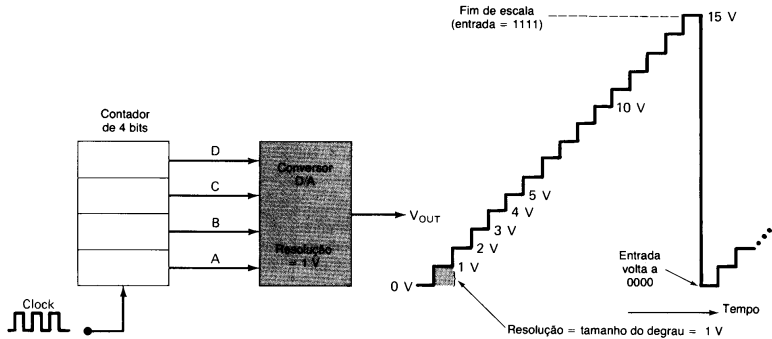
- Conversão Digital/Analógica (D/A)



D	C	B	A	Vout (V)
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

Sistemas Digitais

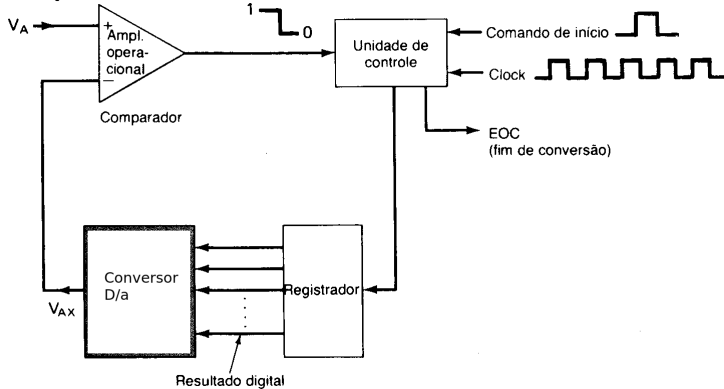
- Resolução



Sistemas Digitais

- Conversão Analógica/Digital (A/D)

Entrada analógica



Sistemas Digitais

- Em um projeto de sistemas digitais um engenheiro pode tomar a decisão se vai iniciar uma abordagem:
 - descendente (top-down)
 - ascendente (bottom-up)
- A escolha de abordagem enfatiza o planejamento e a compreensão completa do sistema e da outra a codificação e testes iniciais do sistema.
- A abordagem **descendente (top-down)** o projeto é dividido em níveis cada vez menores até chegar a um nível de detalhamento que não permita mais a divisão.
- A abordagem **ascendente (bottom-up)** parte de blocos mais simples até o chegar no projeto final.

Sistemas Digitais

Projeto: Arbodagem Descendente

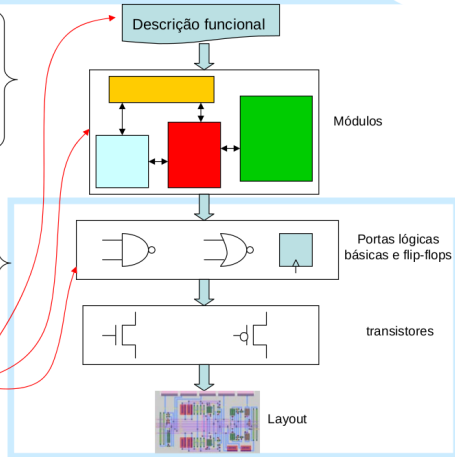
Projeto de Sistemas Digitais usando fluxogramas, grafos, máquinas de estados e diagrama de blocos

Descrever o projeto em **linguagens de descrição de hardware** como por exemplo VHDL

Usar ferramentas de síntese lógica para bibliotecas de células

Usar ferramentas de síntese lógica para plataformas programáveis como FPGAs (Xilinx – ISE, Altera – Quartus, Actel – Libero).

Verificar funcionalmente através de simulação lógica com e sem atraso.



Sistemas Digitais

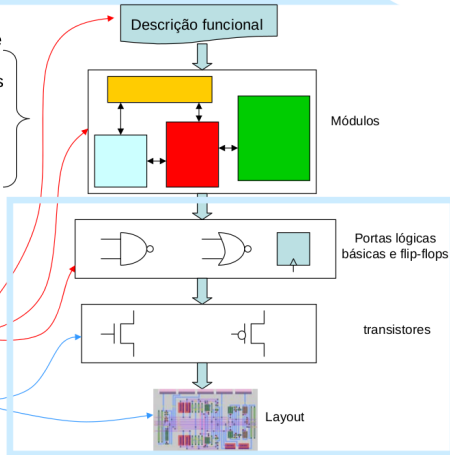
Projeto: Arbodagem Ascendente

Projeto de somadores, multiplicadores e outros subsistemas combinacionais e sequenciais de alta eficiência em termos de área, desempenho e potência para uso em sistemas digitais complexos.

Descrever o projeto em **linguagens de descrição de hardware** como por exemplo VHDL ou em esquemático

Verificar funcionalmente através de simulação lógica com e sem atraso.

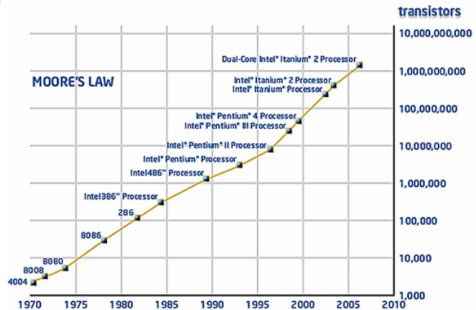
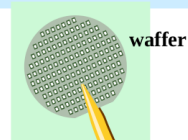
Verificar eletricamente através de simulação elétrica (SPICE)



O que esperamos de um Sistema Digital?

Fatores de evolução

- densidade de integração ↑ , área ocupada
- consumo de potência ↓
- frequência de operação ↑
- custo de fabricação

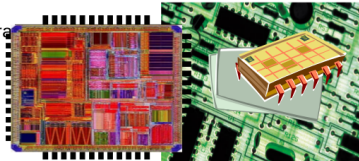


Tipos de componentes

Circuito de aplicação específica (ASIC):

circuito integrado projetado especialmente para uma determinada função e sistema digital.

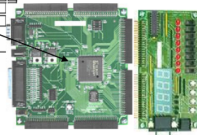
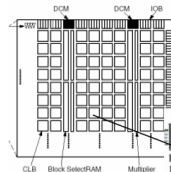
- Full-custom
- semi-custom
- Standard cell



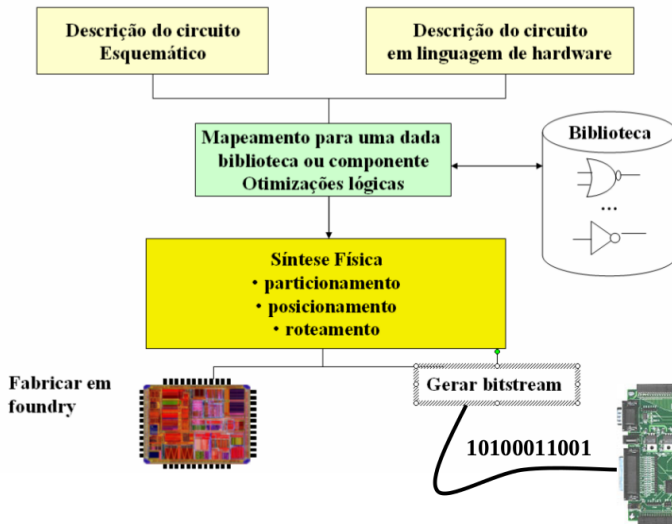
Lógica programável (FPGAs): circuito que pode ser customizado e re-programado para realizar diversas funções.

Compromisso:

Custo X tempo de projeto X desempenho



Fluxo de Projeto (simplificado)



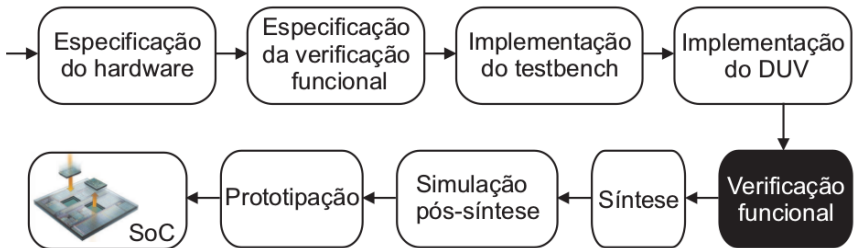
Sistemas Digitais

- Fluxo de Desenvolvimento



Sistemas Digitais

- Etapas para o desenvolvimento de hardware



A Seguir...

- VHDL – Lógica combinacional e lógica sequencial

