

# INF01058 - Circuitos Digitais

## Aula 01 - Organização

Marcelo Johann

Semestre 2022/2 - Retorno Presencial

# Organização da Disciplina

- Aulas teóricas todas\* quintas 10:30h
- Laboratórios todas\* terças 10:30h
- Total de 12 atividades de laboratório
- Laboratórios avaliados por relatório individual\*
- Provas: duas provas teóricas individuais
- Projeto Final: implementação de um circuito digital sequencial síncrono proposto em grupos de 2 alunos
- Nota = média harmônica de P1, P2, Labs, Projeto
- Recuperação: Se média < 6,0, prova de substituição; projeto pode ser reapresentado;

# Alguns detalhes

- <http://www.inf.ufrgs.br/~johann/circuitos/>
- e-mail: [johann@inf.ufrgs.br](mailto:johann@inf.ufrgs.br)
- Preparem um caderno, anotem o que puderem
- Familiarizem-se com as próximas tarefas de lab
- Exercícios para pesquisa e estudo serão indicados
- Procurem definir um Projeto Final cedo
- Projeto final deve ser demonstrado funcionando, e ter um relatório simples de documentação
- Pesquisem sobre a parte tecnológica/elétrica da disciplina para complementar a compreensão

# INF01058 - Circuitos Digitais

## Aula 01 - Introdução

Marcelo Johann  
Semestre 2022/2

# Conteúdo

- Objetivos da Disciplina
- Evolução do Mundo Digital
- Sistemas Digitais vs Analógicos
- Portas Lógicas
- Placas de Circuito Impresso
- Circuitos Integrados
- Circuitos Combinacionais vs Sequenciais
- Projeto de Circuitos Digitais

# Objetivos da Disciplina

Projetar circuitos digitais:

- Circuitos Combinacionais
- Circuitos Sequenciais Síncronos

Analisar e testar circuitos digitais:

- funcionamento
- área
- velocidade
- consumo de energia

# Evolução do Mundo Digital

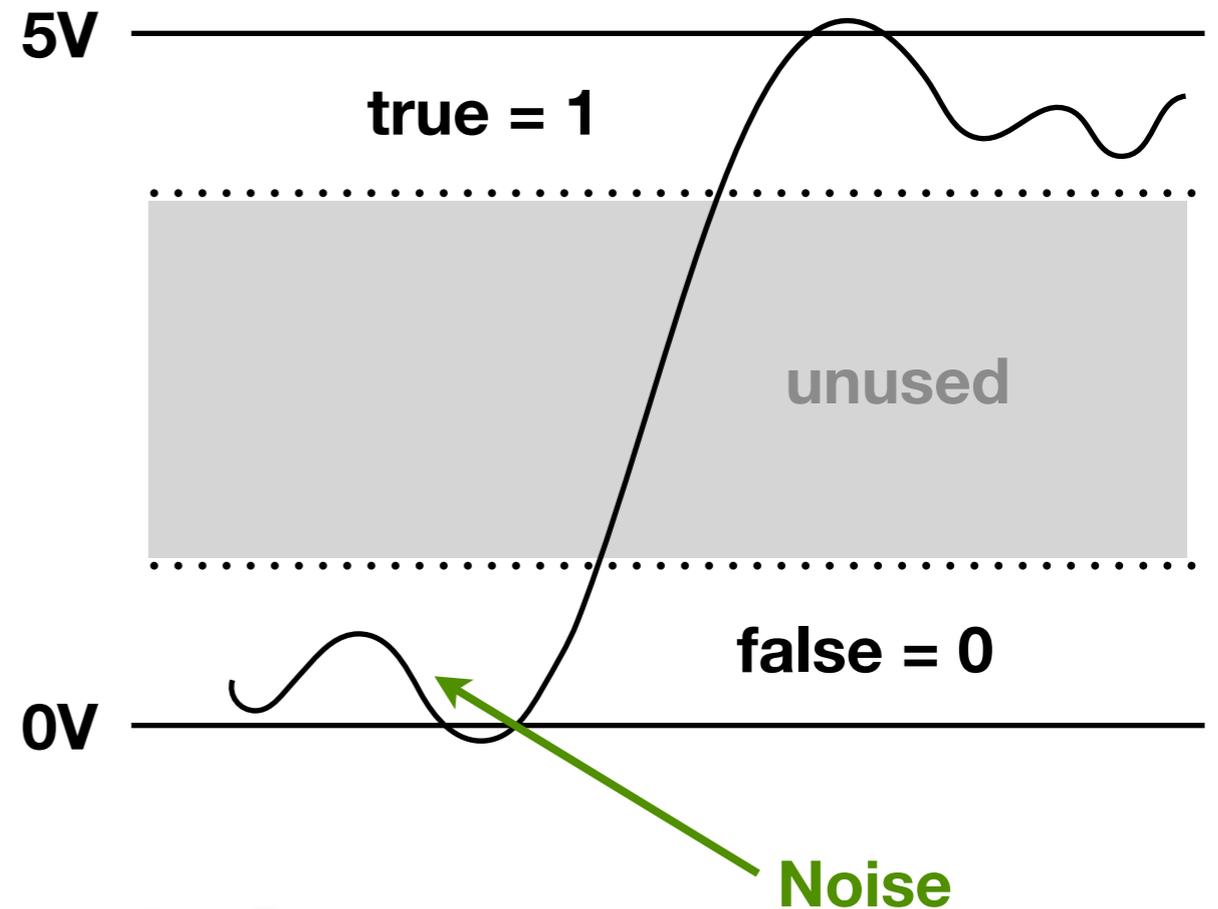
- Circuitos Digitais são a maioria
- Fazem a maioria das funções de computação
- Tendência implementar cada vez mais no digital
- Crescimento da geração e processamento de dados
- Circuitos Digitais são a base da modernização da nossa sociedade
- Existem mais de 100 bilhões de transistores para cada pessoa no planeta

# Sistemas Digitais vs Analógicos

- Sistemas Analógicos
  - amplificadores
  - tensões/correntes contínuas
  - valores "reais"
- Sistemas Digitais
  - chaves ligado/desligado
  - valores discretos e booleanos: 0/1
- Vantagens e desvantagens

# Sistemas Digitais

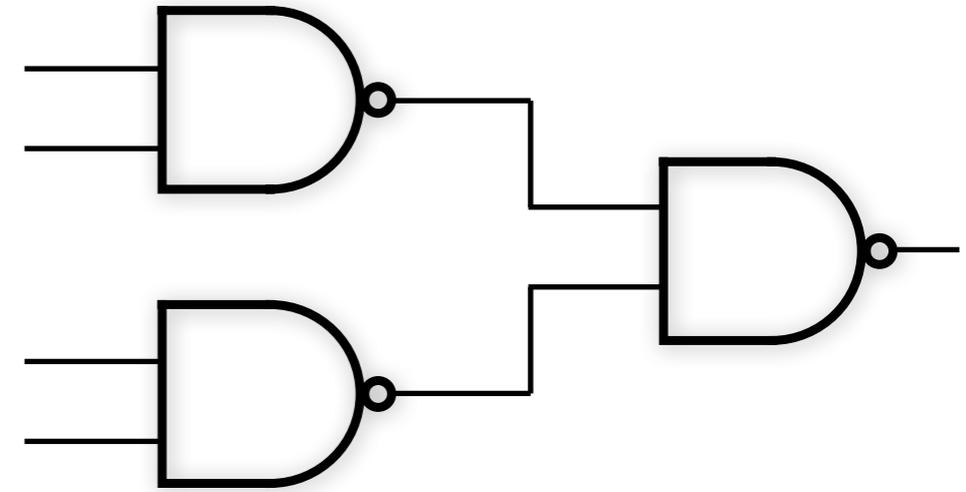
- Valores discretos
- Amplificador saturado



- Símbolos que podem ser copiados
- Cada cópia regenera o símbolo
- Depois: tempo discreto também

# Portas Lógicas

- Funções da Álgebra Booleana
- Funções lógicas
- Funções algébricas em representação binária

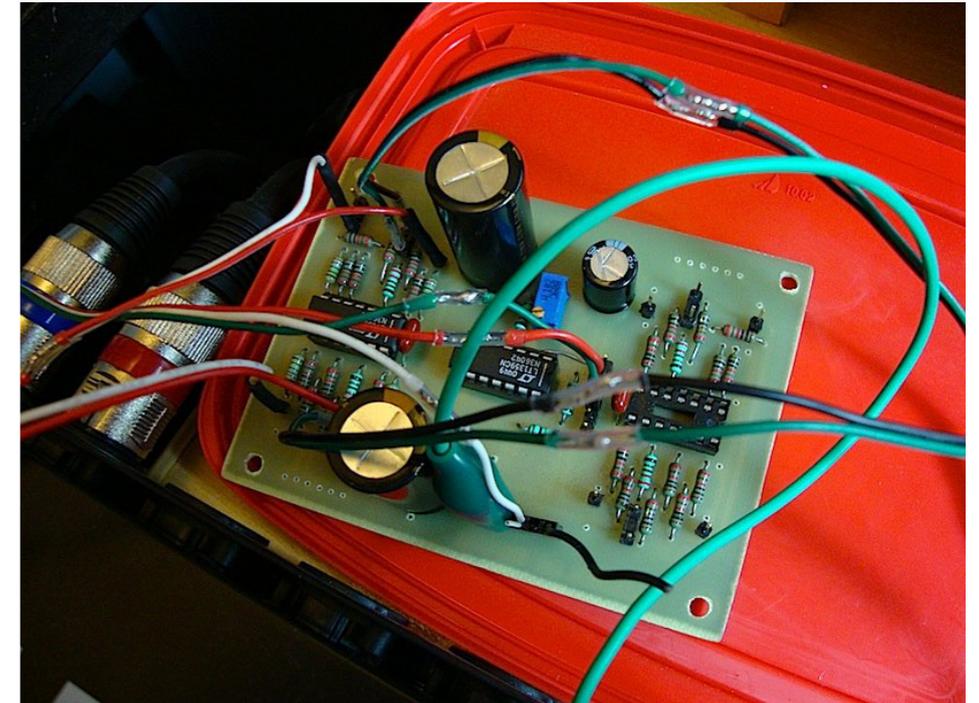
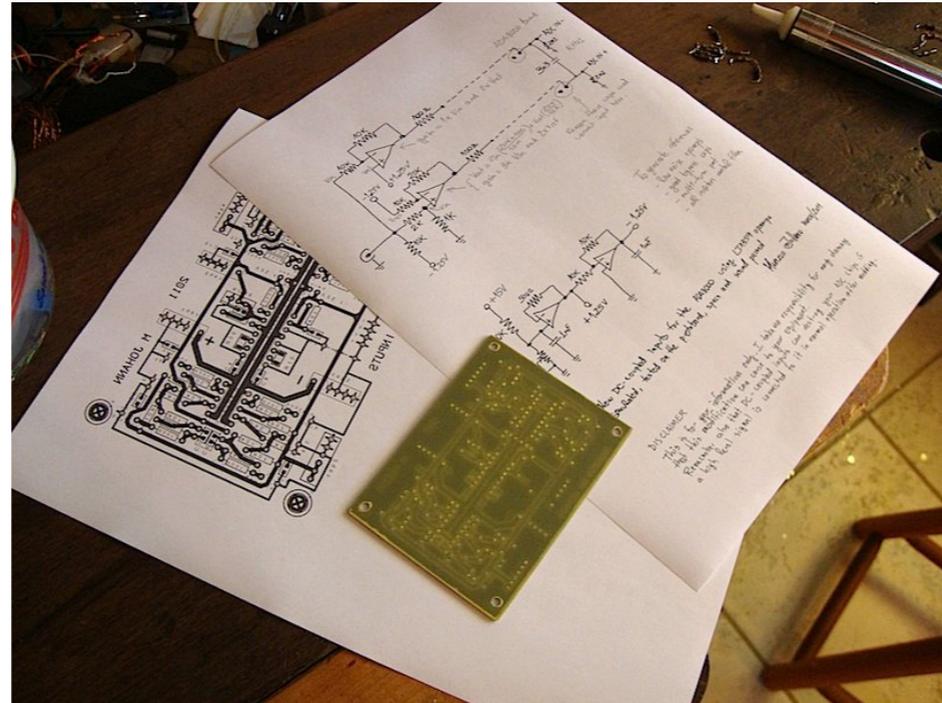


Construídas com componentes eletrônicos:

- relés e válvulas (passado)
- transistores (bipolares ou FET/MOS)
- diodos (passado e casos especiais)
- resistores e capacitores (parasitas)

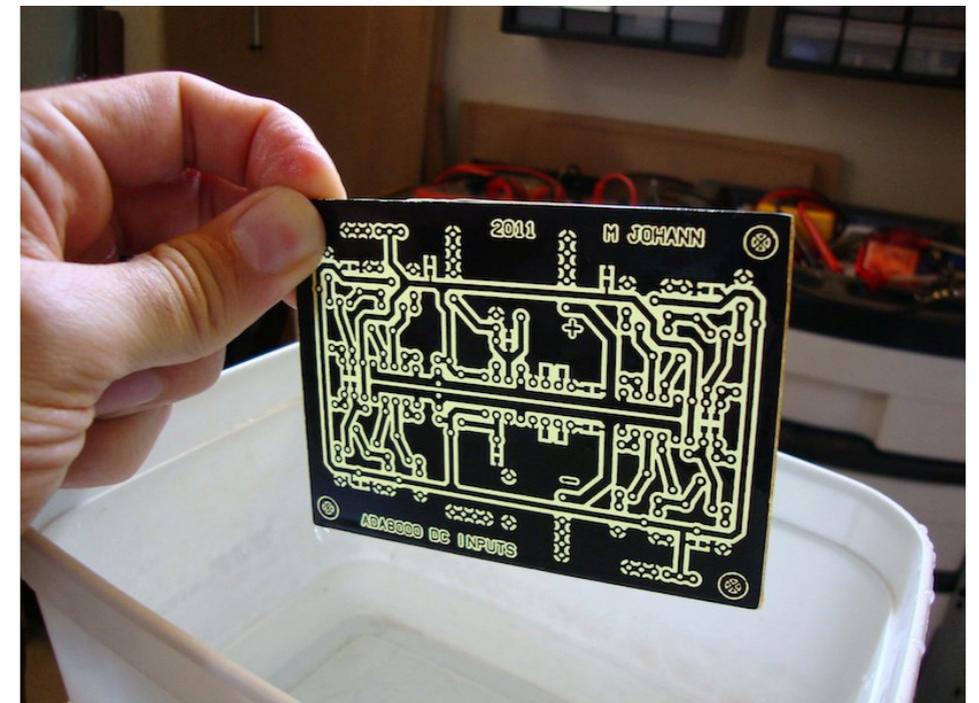
# Placas de Circuito Impresso

- Printed
- Circuit
- Board



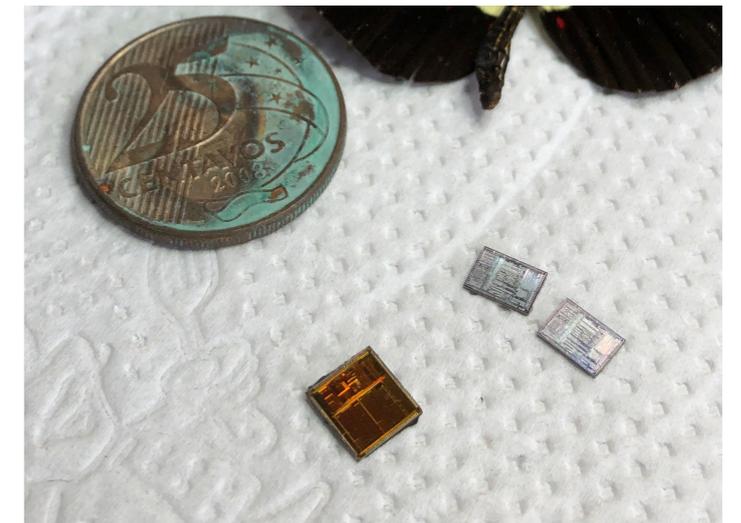
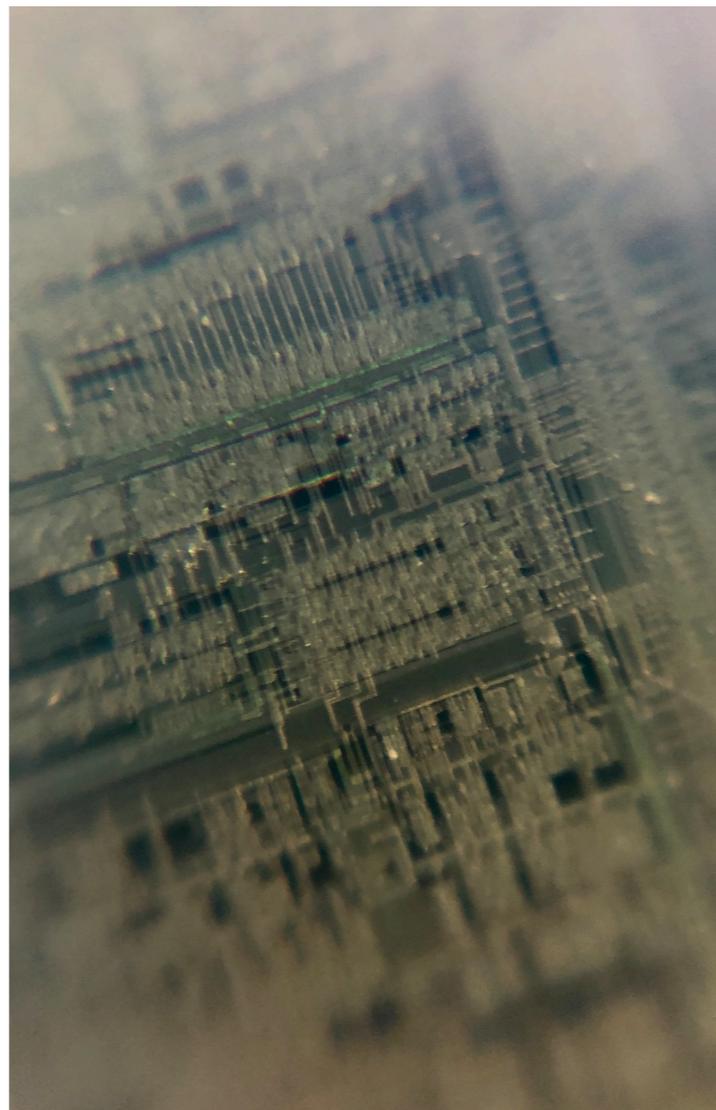
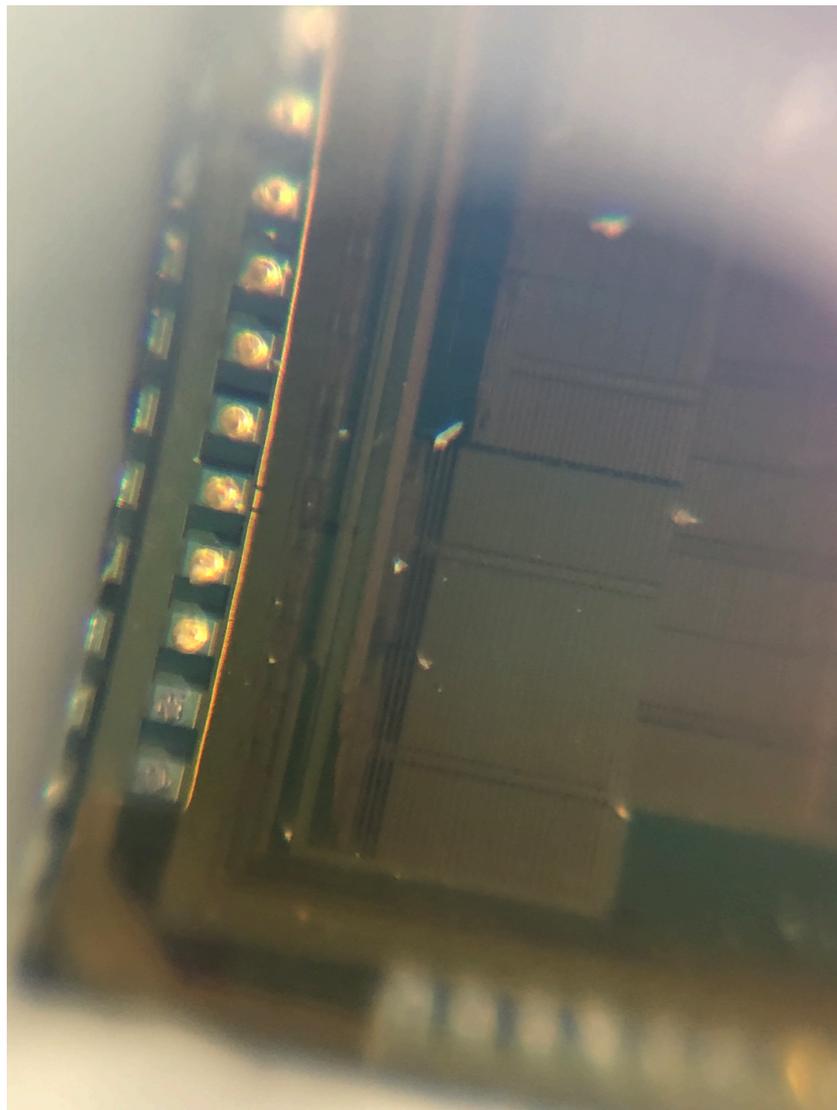
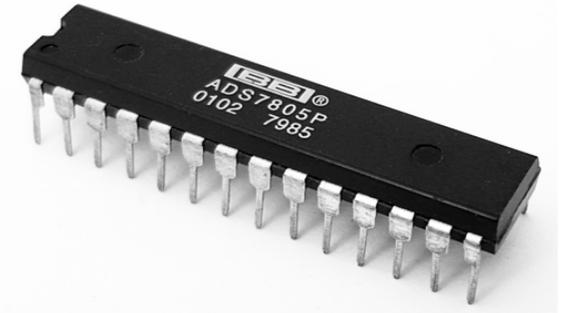
## Funções:

- Fixar os componentes
- Interconectá-los
- Fotolitografia “imprime” os fios, e portanto, o circuito



# Circuitos Integrados

- O que é um circuito integrado?
- Qual a diferença entre uma placa de circuito impresso e um circuito integrado?



# Evolução dos CIs

- Tamanho de um transistor atual:  $\approx 10\text{nm}$
- Espessura de um fio de cabelo:  $\approx 100\mu\text{m}$
- Recorde de xtores em proc, gpu, fpga: 39G 54G 92G  
([https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count))
- Número de xtores já fabricados: 13 sextilhões
- Custo de uma foundry:  $\approx 1$  a 10 bilhões USD
- Custo de máscaras de um CI:  $\approx 50\text{K}$  to 10M USD

# Evolução dos CIs

Custo de um projeto:

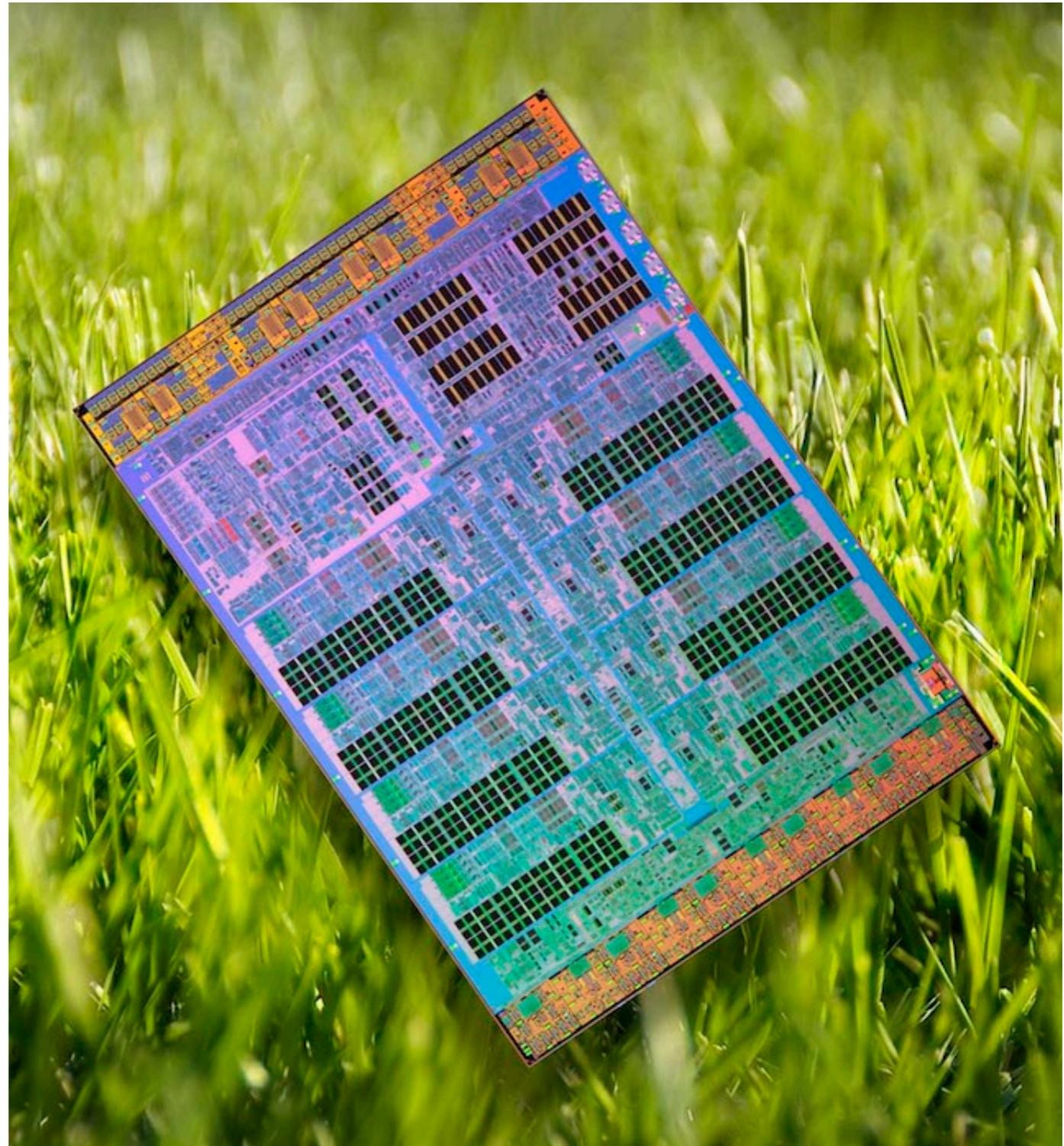
IBM Cell (2004)

4 years,

\$400M design

400 engineers

234M transistors



# Evolução dos CIs

Três requisitos:

- **Tecnologia** - ciência e *know-how*
- **Economia** - quem paga quer benefício
- **Automação** - impossível projetar a mão

# Tipos de circuitos

## Combinacionais:

- saídas são função do valor atual das entradas
- não têm memória

## Sequenciais:

- Saídas dependem da sequência de entradas
- Usam memória
- Para guardar sinais/estados

# Circuitos Complexos

- São compostos como uma hierarquia de máquinas sequenciais

Modelo genérico de uma máquina:

- Parte operativa - armazena e processa valores que em geral não influenciam na sequência de operações
- Parte de controle - determina as sequências de operações que a parte operativa deve fazer

# Projeto de Circuitos Digitais

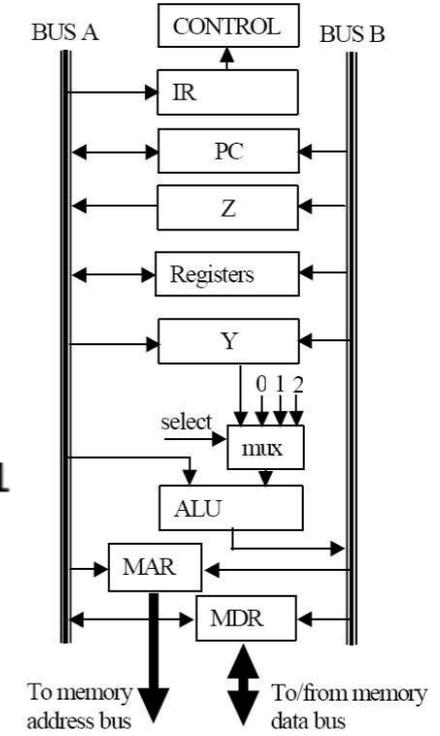
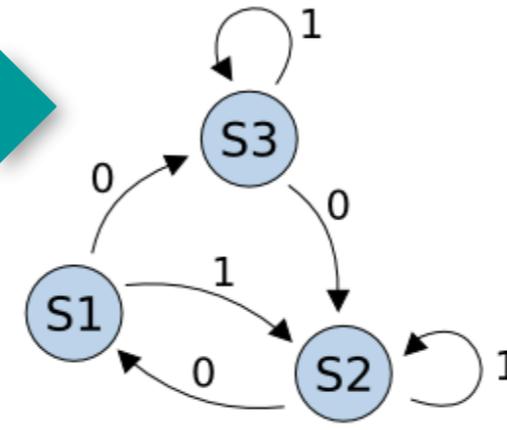
- Descrição do “esquemático” ou
- Descrição do comportamento em HDL
- Síntese Lógica: Mapeamento p/ componentes
- Síntese Física: posicionamento, roteamento
- Fabricação ou Configuração  
(máscaras p/ *foundry* ou *bitstream* p/ FPGA)

● Simulação e Otimização

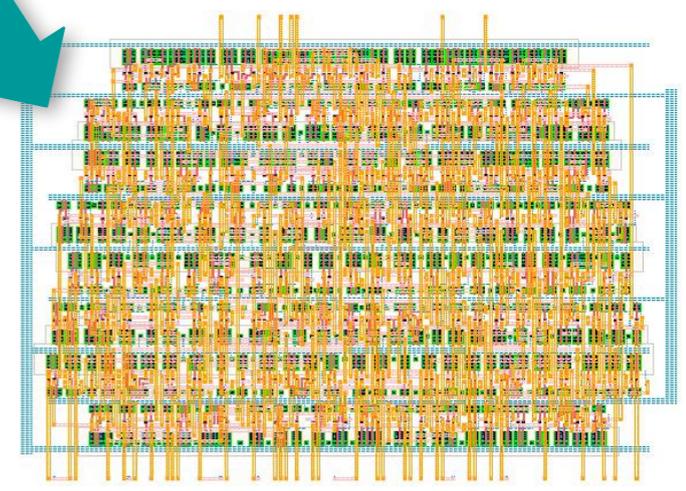
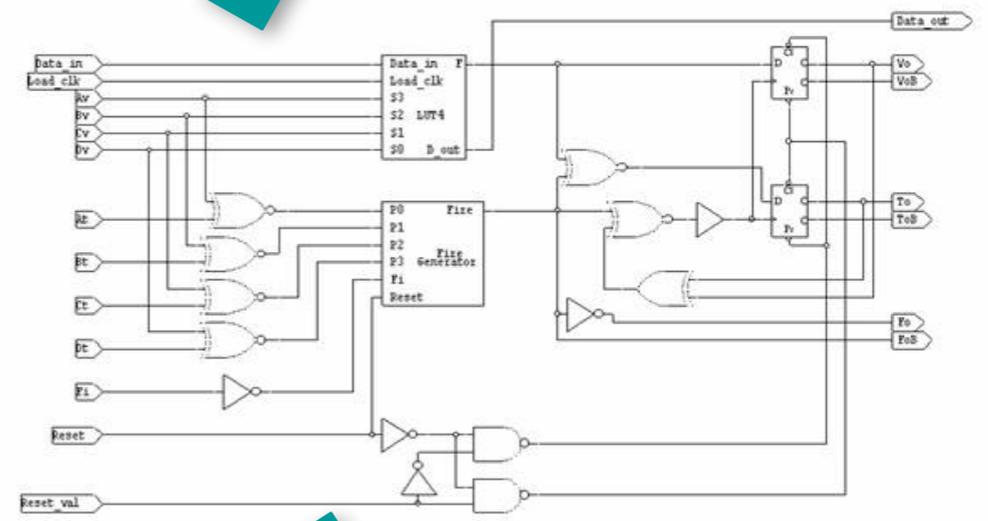
```

process(clk,rst)
begin
if (rst='1') then
  r_reg<= (0=>'1', others =>'0');
elsif (clk'event and clk='1') then
  r_reg<= r_next;
end if;
end process;
r_next<= r_reg(0) & r_reg(3 downto 1);
q<= r_reg;

```



- High-Level Synthesis;  
Algorithm to RTL
- Logic Synthesis:  
RTL to mapped netlist
- Physical Synthesis:  
Placement & Routing



# Videos indicados

Inside The Worlds Largest Semiconductor Factory -  
BBC Click

<https://www.youtube.com/watch?v=Hb1WDxSoSec>

How Microchips are made

<https://www.youtube.com/watch?v=F2KcZGwntgg>

How CPUs are Made: From Sand to Wafers to Chips

<https://youtu.be/Gi2wkQAWzQM>

\*assistam antes da próxima aula