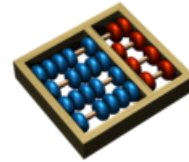




Universidade Estadual de Campinas  
Instituto de Computação  
MO601 – Arquitetura de Computadores II  
Prof. Rodolfo Jardim de Azevedo



## Projeto 2

# Um simulador simples do processador RISC-V

Rubens de Castro Pereira  
RA: 217146

Campinas - SP  
12 de abril de 2023

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Descrição geral</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ambiente de Desenvolvimento</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Algoritmo de Simulação</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Testes</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Considerações sobre o aprendizado nesse projeto</b>	<b>3</b>

# 1 Introdução

Este relatório tem o propósito de apresentar o resultado do projeto 1 da disciplina Arquitetura de Computadores II (MO601) ministrada pelo Prof. Rodolfo Jardim de Azevedo, cujo objetivo é a implementação e testes de um simulador super básico de circuitos lógicos. A seção 2 apresenta a descrição geral do projeto, a seção 3 relaciona as tecnologias utilizadas no ambiente de desenvolvimento, a seção 4 apresenta o algoritmo de simulação de circuitos lógicos, a seção 5 detalha a forma como os testes foram realizados e a seção 6 apresenta as considerações sobre o aprendizado nesse projeto.

## 2 Descrição geral

O objetivo deste projeto é implementar um simulador básico de circuitos lógicos considerando portas lógicas, estímulos de entrada e tipo de atraso em cada simulação.

As portas lógicas possíveis nesse simulador são AND, OR, NOT, NAND, NOR e XOR. Os estímulos podem ser variáveis ou indicadores de tempo. As variáveis indicam os valores dos sinais de entrada (0 ou 1) durante a simulação do circuito lógico, sendo permitida até 24 variáveis distintas identificadas pelas letras do alfabeto do idioma português. Os indicadores de tempo são identificados com o caractere '+' seguido de um número inteiro qualquer  $n$ , significando que deve-se avançar  $n$  tempos de simulação.

O comportamento do simulador considera dois tipos de atraso: a) atraso 0 (*delay 0*) indicando que as portas lógicas operam no mesmo tempo da simulação em curso; ou b) atraso 1 (*delay 1*) onde as portas lógicas operarão com atraso de **um** tempo de simulação e, portanto, os sinais de entrada nas portas lógicas serão aqueles sinais do tempo imediatamente anterior ao tempo atual da simulação.

Para cada unidade de tempo da simulação, deve-se emitir uma saída com uma lista contendo o valor do tempo da simulação e os valores de cada variável.

Para o encerramento de uma simulação específica, será considerada como condição de parada a produção de duas linhas de saída exatamente iguais, indicando que o circuito não possui estímulos a processar e que todas as portas lógicas também processaram seus sinais levando em conta o tipo de atraso do circuito. O encerramento da simulação significa que o circuito estabilizou e que não haverá nenhuma nova saída diferente das anteriores.

Para testar o simulador, vários cenários de teste são fornecidos contendo diferentes circuitos lógicos e estímulos. Para cada cenário de teste são executadas as principais etapas abaixo:

1. Criação do circuito com suas respectivas portas lógicas.
2. Processamento de todos os estímulos com atraso 0 (sem atraso).
3. Geração da saída da simulação com atraso 0.
4. Processamento de todos os estímulos com atraso 1.
5. Geração da saída da simulação com atraso 1.

### 3 Ambiente de Desenvolvimento

O ambiente de desenvolvimento do simulador está organizado com as seguintes tecnologias:

- Sistema operacional: Windows 10
- Ambiente integrado de Desenvolvimento (IDE): Visual Studio Code (VS Code) version 1.76.2
- Linguagem de programação: Python versão 3.9.5
- Pacotes Python: OS e Pandas

### 4 Algoritmo de Simulação

O algoritmo do simulador básico de circuitos lógicos é apresentado em *algorithm 1*.

### 5 Testes

Os testes do projeto foram organizados em pastas de testes específicos localizados em */test* no projeto *RCP-MO601-Project-01*. Cada pasta de teste contém a especificação do circuito lógico desejado (*circuito.hdl*), os estímulos (*estimulos.txt*) a serem processados ao longo do tempo (valores de variáveis e/ou indicadores de tempo), os arquivos com as saídas esperadas (*esperado0.csv* e *esperado1.csv*) e os arquivos resultantes da simulação (*saida0.csv* e *saida1.csv*).

Novos testes podem ser adicionados à pasta principal de testes (*/test*), contudo o simulador exige a existência dos arquivos *circuito.hdl* e *estimulos.txt*. Além disso, não existe limite para a quantidade de testes incluídos, sendo que o simulador processará todos aqueles que existirem na pasta principal de testes.

Durante a simulação dos testes, conforme pode-se observar no *algorithm 1*, todas as pastas de testes específicos são consideradas, seus arquivos de entrada são processados e os resultados (saídas) são armazenados nas mesmas.

### 6 Considerações sobre o aprendizado nesse projeto

O assunto tratado nesse projeto é muito diferente dos temas que venho trabalhando nas últimas três décadas de desenvolvimento de sistemas de informação. Contudo, desafios são excelentes oportunidades de aprendizado, fixação de novos conceitos e exploração de tecnologias e ferramentas.

Neste projeto foi possível apreender conhecimentos principalmente relacionados à área de arquitetura de computadores com destaque ao conceito de atraso em circuitos lógicos e funcionamento das portas lógicas, elementos muitos simples, mas combinadas entre si podem produzir resultados interessantes e importantes. A compreensão do conceito de atraso no circuito lógico aplicado às portas lógicas ao mesmo tempo que os sinais de entrada das variáveis são inseridos, representou o ponto mais relevante deste trabalho. Embora houveram dificuldades no início, mas após estudos e diálogos

com o professor, foi possível compreender a ideia do atraso e, sabe-se que quando entendemos a definição de um problema, boa parte de sua resolução está encaminhada.

Outro ponto de destaque é o uso de novas ferramentas no desenvolvimento e entrega do trabalho combinando os produtos de GitHub e Docker, atualmente ferramentas de ampla utilização não somente no meio acadêmico mas no âmbito organizacional e empresarial.

Ressalto dois pontos importantes para o sucesso do trabalho: 1) a especificação do projeto está muito bem detalhada permitindo o pleno entendimento do trabalho a ser desenvolvido e das entregas esperadas; e 2) elevada disponibilidade do professor no atendimento aos alunos.

Por fim, destaco que os resultados alcançados nesse projeto são fruto da combinação de uma completa especificação do projeto, boa disponibilidade do professor em esclarecer e colaborar com o estudante, elevada dedicação no desenvolvimento do projeto conforme especificado e foco na entrega do produto dentro do prazo esperado.

---

**Algorithm 1:** Algoritmo do simulador básico de circuitos lógicos

---

**Entrada:** *testes específicos, circuito.hdl, estímulos.txt*

**Saída:** *saida0.csv, saida1.csv*

```
1 ExecutarSimulação(circuito, estímulos, atraso) begin
2   inicializar circuito atribuindo valor 0 a todas as variáveis
3   inicializar indicador de tempo da simulação
4   while circuito não estabilizar do
5       foreach estímulo do
6           if variavel then
7               atribuir valor lido à respectiva variável
8               retornar para ler novo estímulo
9           else
10              Processar conforme a quantidade de indicador de tempo
11              while circuito não estabilizar do
12                  calcular portas lógicas do circuito conforme o atraso (quando atraso
13                     0, utilizar os valores do tempo atual nas entradas das portas lógicas
14                     e quando atraso 1, utilizar os valores do tempo de simulação
15                     anterior nas entradas das portas lógicas).
16              end
17              gerar saída utilizando o tempo atual da simulação e os valores de todas
18              as variáveis do circuito
19          end
20          incrementar indicador de tempo da simulação
21      end
22      /* Executa novamente o circuito lógico visando sua estabilização
23         devido ao término dos estímulos de entrada. */
24      if circuito não estabilizar then
25          calcular portas lógicas do circuito conforme o atraso
26          incrementar indicador de tempo da simulação
27      end
28  end
29 end

25 /* Programa principal que gerencia a execução da simulação dos testes.*/
26 foreach teste específico do
27     ler dados de entrada
28     criar circuito
29     ExecutarSimulação(circuito, estímulos, 0)
30     gerar arquivo de saída da simulação do circuito com atraso 0 (saida0)
31     ExecutarSimulação(circuito, estímulos, 1)
32     gerar arquivo de saída da simulação do circuito com atraso 1 (saida1)
33 end
```

---