

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
**116394 ORGANIZAÇÃO E ARQUITETURA DE COMPUTADORES**

Projeto da Disciplina: RISC-C Uniciclo em VHDL

### **OBJETIVO**

O projeto da disciplina consiste no desenvolvimento de uma versão do processador RV Uniciclo em VHDL. A plataforma de desenvolvimento é Altera. As ferramentas utilizadas para o desenvolvimento serão o Quartus II e ModelSim-Altera.

### **DESCRIÇÃO**

O diagrama esquemático da arquitetura básica do RISC-V Uniciclo é apresentado na figura 1.

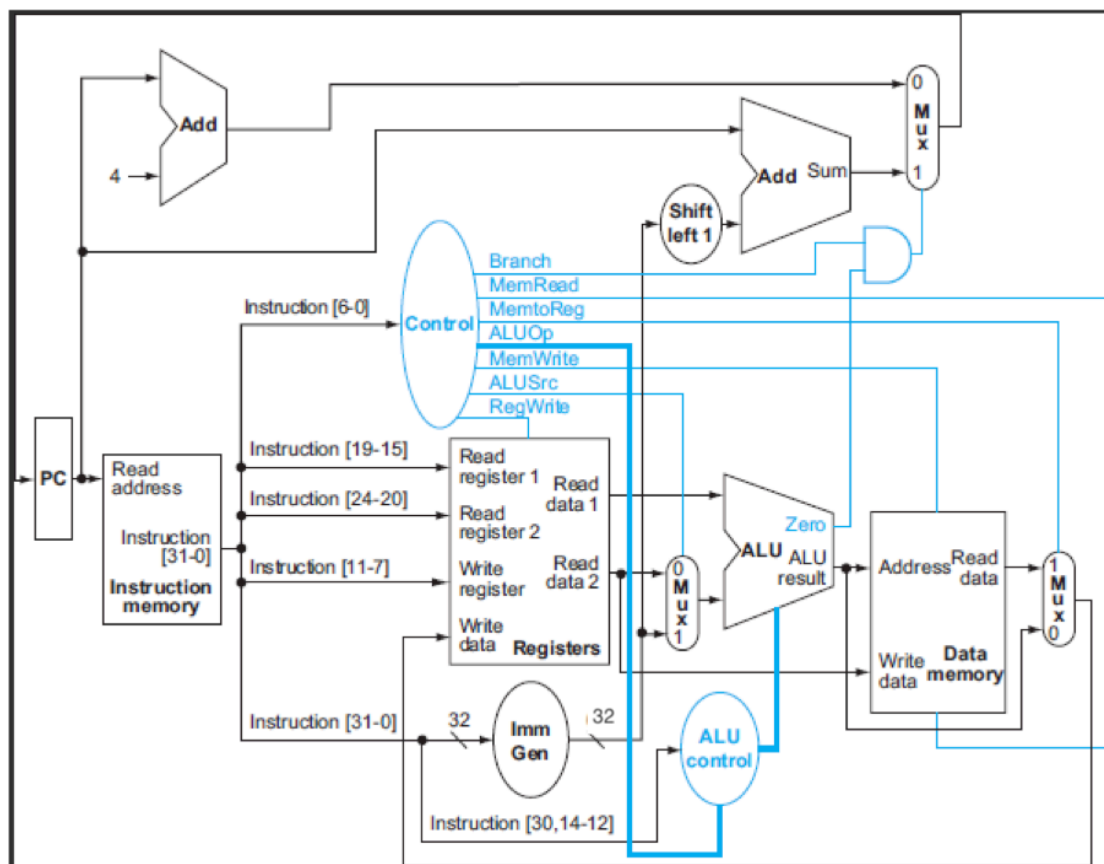


Figura 1. RISC-V Uniciclo.

A implementação VHDL consiste na descrição de cada módulo e sua interligação através de sinais.

A parte operativa do RISC-V é 32 bits, ou seja, os dados armazenados em memória, os registradores, as instruções e as conexões utilizam 32 bits.

Devido às restrições de memória das placas FPGA, as memórias de instruções e dados devem ser dimensionadas para suportar pequenos programas de teste. Sugere-se utilizar apenas 8 bits de endereço, de forma a prover um espaço de endereçamento de 256 palavras tanto para o programa quanto para os dados.

### Módulos principais:

- **PC:** contador de programa. É um registrador de 32 bits. Entretanto, pelas restrições de memória adotadas, apenas o número de bits necessário deve ser enviado à memória de instruções, sendo o restante ignorado;
- **Memória de Instruções (MI):** armazena o código a ser executado. As instruções são de 32 bits. O espaço de endereçamento é reduzido (ex: 8 bits). Cada endereço da MI armazena uma instrução de 32 bits. Idealmente, a MI deve funcionar como um bloco combinacional neste projeto, ou seja, necessita-se apenas do endereço para ler a instrução, sem sinais adicionais de controle. Essa memória não permite o endereçamento a byte. Desta forma, se forem utilizados 8 bits de endereço, deve-se utilizar os bits 2 a 9 do PC como endereço de instrução;
- **Banco de Registradores (XREG):** é constituído por 32 registradores de 32 bits. O registrador índice zero, XREG[0], é uma constante. Sua leitura retorna sempre zero, e não pode ser escrito. O XREG tem duas entradas de endereços, permitindo a leitura de 2 registradores de forma simultânea. Uma terceira entrada de endereço é utilizada para selecionar um registrador para escrita de dados. A escrita de um dado em registrador ocorre na transição de subida do relógio.
- **Unidade Lógico-Aritmética (ULA):** opera sobre dados de 32 bits. Provê o resultado em 32 bits, juntamente com o sinal **ZERO**, que indica que o resultado da operação realizada é zero.
  - \* Operações implementadas na ULA são aquelas definidas no respectivo trabalho de aula.
    - Obs: para as instruções de deslocamento, sugere-se utilizar as funções disponíveis no pacote *numeric\_std* : *shift\_left* e *shift\_right*, com o tipo apropriado de dados para o deslocamento lógico/aritmético.
- **Memória de Dados (MD):** armazena os dados do programa. Pode ser lida ou escrita. Neste projeto, a MD fornece apenas palavras de 32 bits quando lida. Considerando que a MD é reduzida, deve-se selecionar apenas o número necessário de bits de endereço (8 bits, se a memória comportar 256 palavras). Os bits de endereço selecionados para acessar a MD devem permitir a leitura do segmento de dados conforme o modelo de memória compacto do RARS, onde o endereço base é 0x00002000. A memória é escrita na subida do relógio, quando o sinal de controle *EscreveMem* estiver acionado. O sinal de leitura *LerMem* faz com que o conteúdo da posição de memória endereçada seja colocado na saída de dados;
- **Multiplexadores 2 para 1:** são utilizados 4 multiplexadores com 2 entradas de 32 bits e uma saída de 32 bits;

- **Somadores:** são utilizados 2 somadores de 32 bits para operar com endereços;

**Tabela 1: Operações da ULA**

Operação	Significado	OpCode
ADD A, B	Z recebe a soma das entradas A, B incluindo o vem-um	0000
SUB A, B	Z recebe A - B	0001
AND A, B	Z recebe a operação lógica A and B, bit a bit	0010
OR A, B	Z recebe a operação lógica A or B, bit a bit	0011
XOR A, B	Z recebe a operação lógica A xor B, bit a bit	0100
SLL A, B	Z recebe a entrada A deslocada B bits à esquerda	0101
SRL A, B	Z recebe a entrada A deslocada B bits à direita sem sinal	0110
SRA A, B	Z recebe a entrada A deslocada B bits à direita com sinal	0111
SLT A, B	Z = 1 se A < B, com sinal	1000
SLTU A, B	Z = 1 se A < B, sem sinal	1001
SGE A, B	Z = 1 se A ≥ B, com sinal	1010
SGEU A, B	Z = 1 se A ≥ B, sem sinal	1011
SEQ A, B	Z = 1 se A == B	1100
SNE A, B	Z = 1 se A != B	1101

## **INSTRUÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS**

- Lógico-Aritméticas: ADD, ADDi, SUB, AND, ANDi, LUI, SLT, OR, ORI, XOR, XORi, SLLi, SRLi, SRAi, SLTi, SLTu, SLTUi
- Subrotinas: JAL, JALR
- Saltos: BEQ, BNE, BLT, BGE
- Memória: LW, SW

## **VERIFICAÇÃO DO RISC-V UNICICLO**

O processador implementado deve ser capaz de executar um código gerado pelo RARS, utilizando o modelo de memória compacto.

## **ENTREGA**

- Código VHDL do projeto
  - Telas de simulação do ModelSim, demonstrando a execução correta das instruções
  - Relatório descrevendo a implementação e testes realizados
- Entregar no Moodle em um arquivo compactado.