



Laboratório 5 **- CPU *femto*RISC-V PIPELINE –**

Objetivos:

- Implementar uma CPU Pipeline compatível com a ISA RV32I no Software de Simulação Deeds;
- Analisar o desempenho do processador construído;

A partir dos conceitos e diagramas apresentados em aula e os blocos construídos no Laboratório 3 (e seus recursos incluindo os registradores de monitoramento) construa um processador *femto*RISC-V com a ISA RV32I usando o software de simulação Deeds, que seja capaz de executar a ISA reduzida composta pelas instruções: `add`, `sub`, `and`, `or`, `slt`, `xor`, `lw`, `sw`, `addi`, `slli`, `lui`, `jal`, `beq` e `jalr`.

- 1.1) (2.0) Construa o caminho de dados completo, apenas acrescentando os registradores de pipeline. Não precisa implementar as unidades de forward, de detecção de hazard (lw) nem corrigir os hazards de controle (jal, jalr e beq), pois todos os problemas deverão ser corrigidos no programa em Assembly;
- 1.2) (2.0) Construa o processador *femto*RISC-V, incluindo uma entrada de clock e um sinal de reset que deve resetar os valores dos registradores do BR, do Pipeline (IFID, IDEX, XMEN, MEMWB) e PC=0x00000000. Qual a máxima frequência utilizável no seu processador?
- 1.3) (2.0) Execute o seu programa `TestBench.s` feito no Laboratório 3. Verifique se todas as instruções foram implementadas corretamente, e filme a sua execução, i) sem colocar nops e ii) apenas colocando nops para corrigir hazard de dados e de controle.
- 1.4) (2.0) Faça a simulação e forma de onda na maior frequência possível e filme a execução do programa `Teste.s` no seu processador, corrigindo os hazards i) apenas com nops e ii) com nops e execução fora de ordem. Qual a CPI média destes programas? Qual o tempo necessário às suas execuções? Verifique se $t_{exec} = I \times CPI \times T$ justifique.
- 1.5) (2.0) Compare e analise as formas de onda dos processadores Uniciclo, Multiciclo e Pipeline (corrigindo os hazards com nops e execução fora de ordem), para o seu programa `TestBench.s`, na maior frequência possível. Que conclusões vc tira quanto ao desempenho dos 3 processadores?

No arquivo `GrupoX_Lab5.zip` a ser enviado no Moodle coloque:

- (i) o arquivo `GrupoX_Lab4.pdf` do relatório;
- (ii) os arquivos do processador com o programa `Teste.s` carregado na ROM;