Insper

Elementos de Sistemas / G-CPU

Rafael Corsi - rafael.corsi@insper.edu.br

Abril 2019

Instruction Set

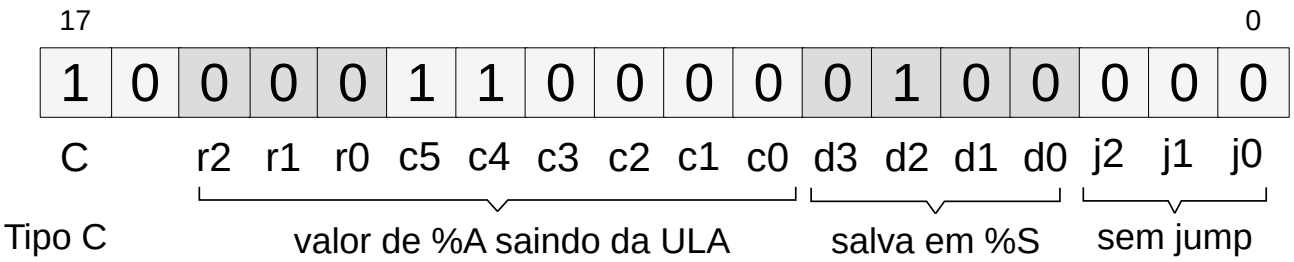
Transcreva as seguintes instruções para linguagem de máquina.

(exemplo) `movw %A, %S`

Precisamos ir montando a instruções por partes: Primeiro é necessário identificar seu tipo: **C** (bit 17), depois precisamos saber quais devem ser as entradas e saída da ULA para executar a operação em questão. A entrada é controlada pelos bits `r2`, `r1` e `r0` e saída da ULA (operação) é controlada pelos bits `c4`, `c3`, `c2`, `c1` e `c0`.

No caso da operação `movw %A, %S` precisamos que entre `%A` na ULA e saia `%A` da ULA para que então esse valor seja salvo no registrador `%S`. Para que isso ocorra devemos configurar os bits `r = 000` e `c = 11000`.

Os bits `d` definem o destino da operação, no nosso caso o registrador `%S`, para isso devemos configurar `d = 0100`, como a instrução não possui ação de jump os bits referentes a isso ficam zerados: `j = 000`.



`movw %A, %D`

17 0

`leaw $18, %A`

17 0

`movw (%A), %D`

17 0

`addw %S, %D, %A`

17 0

`jmp`

17 0

`jl %D`

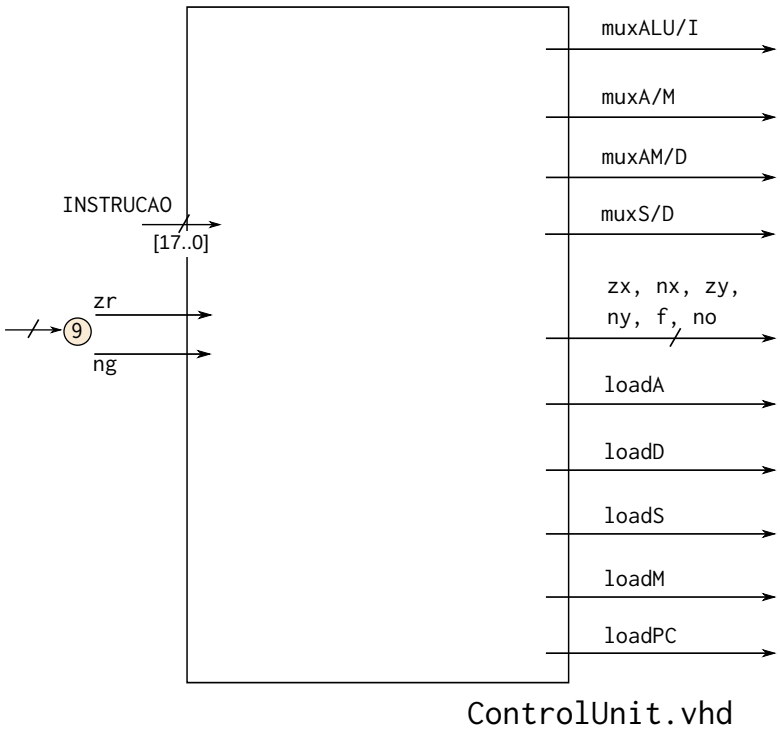
17 0

! Valide as respostas com o simulador (lá da para ver os bits)!

- Abra o simulador (Z01simulator.py)
- escreva a instrução (ROM)
- Visualizar -> ROM -> Binário

Control Unit

Considerando a unidade de controle descrita a seguir (entradas e saídas), projete uma lógica (em VHDL) para resolver as saídas da entidade.



(exemplo) `loadS`

O sinal `loadS` indica quando o registrador `S` deve armazenar um novo sinal. Para isso, devemos verificar se a instrução em questão que será decodificada pelo 'controlUnit' é do tipo **comando** (C), essa verificação é feita pelo bit mais significativo da instrução (bit17)

Uma vez que detectado uma instrução do tipo C, devemos verificar se o comando que ela representa carrega a operação de salvar em %S (bit 5/ d2).

Com esses dados conseguimos criar a tabela verdade a seguir e extrair as equações.

bit 17	bit 5	loadS
0	X	0
1	0	0
1	1	1

Podendo ser traduzido para o código em VHDL:

```
loadS <= INSTRUCAO(17) and INSTRUCAO(5);
```

`loadM`

`loadM <=`

`loadA`

`loadA <=`

`zx`

`zx <=`

`muxA/M`

`muxAM <=`

Valide as respostas com algum professor/ colega.

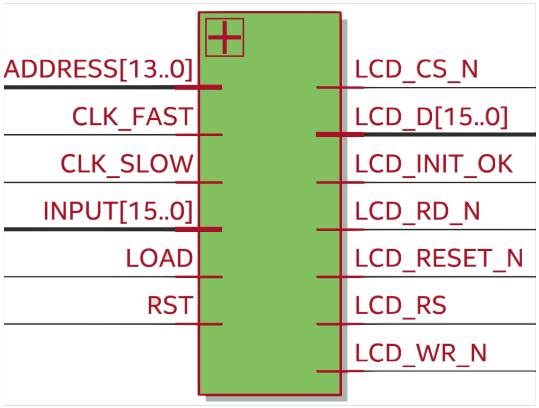
Memory IO

O componente `memory IO` é a 'memória' do nosso computador. Interno nesse módulo possuímos além da memória RAM, outros componentes tais como: tela, chave, leds. Lembrando que para a CPU, não existe separação entre o que é memória e o que é hardware externo.

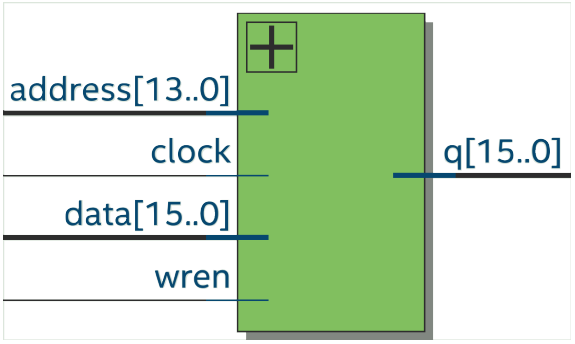
Os periféricos internos do `memoryIO` são:

- Tela (`screen.vhd`)
  - responsável por controlar o LCD
- RAM (`ram16k.vhd`)
  - memória RAM de 16k endereços
- SW
  - chaves da FPGA
- LED
  - LEDs da FPGA

`screen` e `ram16k` possuem a interface detalhada a seguir:



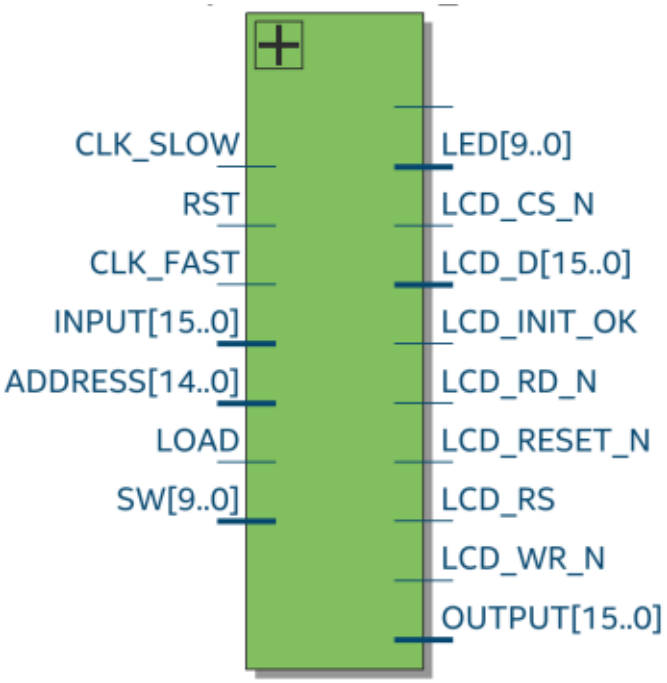
screen



ram16k

os sinais do tipo **LCD_** da `screen` são conectados diretamente ao LCD, via portmap.

O componente `memoryIO` possui a seguinte entidade:



Estudando!

1. Pense e discuta com seus colegas o `memoryIO`.
2. Dos sinais de entrada do `memoryIO` qual define qual periférico será 'escrito/lido' pela CPU? Explique.

3. Qual sinal informa o `memoryIO` que a CPU está realizando uma escrita?

4. Como funciona o LCD? Quais são suas entradas e saídas (tirando tudo que começa com **LCD_**)

4. Como funciona o LED?

5. Faça um esboço (diagrama) de como o `memoryIO` implementará a saída `LED`

Pinos do `memoryIO`:

- LOAD: indica escrita
- ADDRESS(16 downto 0): endereço da escrita
- INPUT(16 downto 0): dado a ser escrito
- LED(9 downto 0): Valor dos LEDs da FPGA

CPU

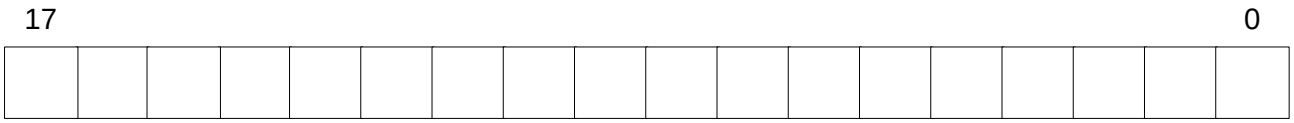
Proponha uma modificação na `CPU` do nosso Z01.1 que:

1. Adiciona mais um registrador (onde é melhor?)
2. Possibilita %S endereçar a memória
   - `movw %D, (%S)`
3. Possibilite fazer carregamento efetivo em %D
   - `leaw $5, %D`

Faça o desenho da nova CPU.

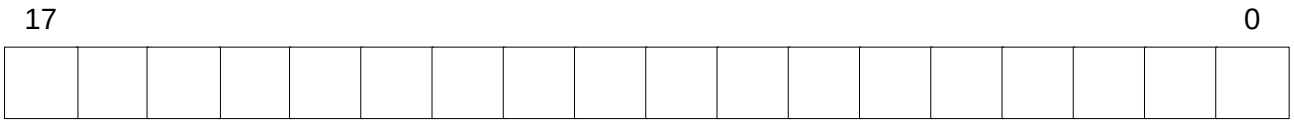
Extras

`nop`



`movw %S, %D e jg %S`

Nossa CPU suportaria executar um `movw %S, %D` e ao mesmo tempo a instrução `jg %D`?



`loadPC`

```
loadPC <=
```

Dissasembly

Você teve acesso a um binário de um programa para o Z01.1:

```
000000000000000101
100101100000010000
000000000000000001
100000000000100000
000000000000001011
100010011000000001
100001010100000000
100001111110100000
000000000000001100
100000011000000111
100001010100000000
100001010100100000
000000000000000000
100010011000001000
```

1. Faça o dissasembly (recuperar a instruções originais)
2. O que o código faz?