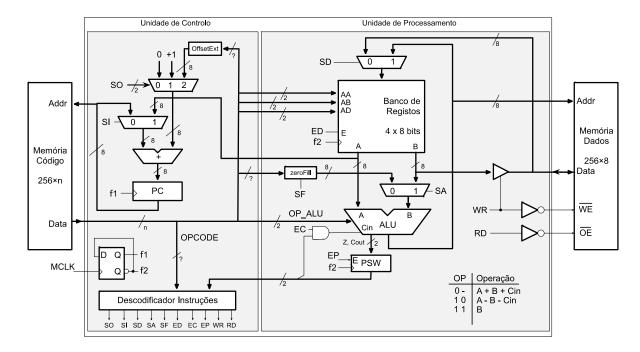
# INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

LEIC, LEETC, LEIRT
Arquitetura de Computadores
Teste de Época Especial (18/jul/2018)

Duração do Teste: 2 horas e 30 minutos

### [1] Considere um processador, de ciclo único, com o diagrama de blocos apresentado na figura.

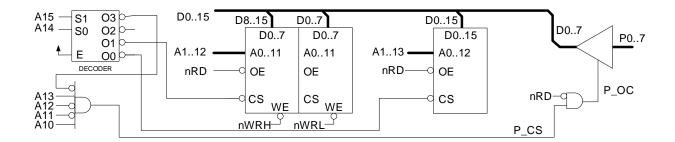


Este processador suporta a execução do seguinte conjunto de instruções, em que as constantes direct e const representam números naturais e a constante offset representa números relativos:

N.º	Instrução	Codificação									Descrição
		b <sub>8</sub>	<b>b</b> <sub>7</sub>	$\mathbf{b}_6$	<b>b</b> 5	b <sub>4</sub>	<b>b</b> <sub>3</sub>	$\mathbf{b}_2$	$b_1$	$\mathbf{b}_0$	
1	ld rx,direct	0	1	1	rx1	rx <sub>0</sub>	d₃	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>0</sub>	rx = M[direct]
2	st rx,[ry,#const]	A definir									M[ry+const] = rx
3	add rx,ry,rz	0	0	1	rx1	rx0	ry1	ry0	rz <sub>1</sub>	rz <sub>0</sub>	rx = ry + rz
4	sub rx,ry,rz	A definir									rx = ry - rz
5	jc rx	A definir									(C == 1) ? PC = rx : PC = PC + 1
6	jnz offset	1	1	1	06	04	О3	02	01	00	(Z == 0) ? $PC = PC + offset : PC = PC + 1$

- a) Codifique as instruções st, sub e jc utilizando uma codificação linear a 3 bit e maximizando a dimensão da constante const. Explicite os bits do código de instrução que correspondem aos sinais AA, AB, AD, OP\_ALU e OPCODE. [2,5 val.]
- b) Considerando que o módulo Descodificador Instruções é implementado usando exclusivamente uma ROM, indique a programação da mesma. [2,0 val.]
- c) Proponha um diagrama lógico para o módulo zeroFill. Justifique a sua resposta. [0,5 val.]

# [2] Considere o sistema computacional baseado no PDS16 representado na figura.



- a) Desenhe o mapa de endereçamento do sistema (incluindo as modificações que vier a realizar nas alíneas seguintes), indicando a funcionalidade, as dimensões, os endereços de início e de fim do espaço atribuído a cada dispositivo, inscrevendo igualmente, se for o caso, a ocorrência de *fold-back*. [2 val.]
- b) Adicione uma nova RAM de 16 kbytes e uma nova ROM de 8 Kbytes utilizando circuitos integrados de 8K\*8 e os circuitos necessários para completar a seleção de endereços. [2 val.]
- c) Adicione um porto de saída de 16 bits com acesso a 8 e a 16 bits e estenda o porto de entrada para dar suporte a acessos a 16 bits. [1 val.]

#### [3] Considere as seguintes funções expressas em linguagem C:

```
uint8 positiveAcc(int16 array[], uint8 size) {
   uint8 counter = 0;
   for (i = 0; i < size; i++)
        if (array[i] >= 0) {
            counter++;
        }
   return counter;
}

int8 isNegative(int16 array[], uint8 size) {
   int16 acc;

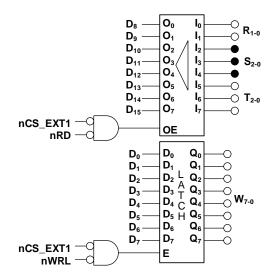
   if (positiveAcc(array, size) = 0)
        return 1;
   else
        return -1;
}
```

- a) Traduza para linguagem *assembly* do PDS16 a função positiveAcc e, se necessário, defina as respetivas variáveis. [3,0 val.]
- b) Traduza para linguagem assembly do PDS16 a função isNegative e, se necessário, defina as respetivas variáveis. [2,5 val.]

#### Notas:

- 1. Com vista ao alojamento de variáveis, assuma que a secção ".data" está localizada na zona de memória acessível com endereçamento direto.
- 2. Na programação em assembly deve usar as seguintes convenções: os parâmetros das funções são passados em registos, ocupando a quantidade necessária, pela ordem r0, r1, r2 e r3; o valor de retorno de uma função, caso exista, é devolvido em r0; int8 e int16 significam valores inteiros com sinal representados a 8 e a 16 bit, respetivamente; uint8 e uint16 significam valores inteiros sem sinal representados a 8 e a 16 bit. A função preserva os registos que utiliza para além dos usados para parâmetros.

[4] Considere o circuito representado na figura como parte de um sistema baseado no kit SDP16.



- a) Programe a função uint8 input (uint8 sel) que realiza a leitura do porto de entrada e devolve o sinal S se sel = 0, T se sel = 1, S + T se sel = 2 e S T se sel = 3. S e T são números relativos. [3 val]
- b) Escreva um programa que, continuamente, lê os valores de R, S e T e escreve no porto de saída o resultado das operações de acordo com a alínea anterior. Deve utilizar a função desenvolvida em a). [1,5 val]