

### Instruções AArch64 adicionais

Nos exercícios seguintes utilizar a seguinte abordagem:

1. Escrever a solução do exercício em *assembly* na forma de uma sub-rotina. Ter em consideração a convenção de chamada de sub-rotinas – a passagem de argumentos e a devolução do resultado faz-se nos registos X0 a X7, por ordem.
  2. Na função main do programa em C declarar os dados necessários para testar a sub-rotina, chamar a sub-rotina em causa e imprimir o resultado da execução. Ter em consideração a compatibilidade do tipo de dados das variáveis e os registos a utilizar (Xn ou Wn).
  3. Caso o programa não execute como esperado, fazer *debug* no modo passo a passo e seguir atentamente o conteúdo dos registos e de memória resultante das instruções e respetivo fluxo de execução.
1. Pretende-se calcular a soma dos N elementos de um vetor (*array*) V.
- a) Implementar a sub-rotina SOMA\_V, em *assembly* AArch64, considerando o seguinte programa em C:
- ```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

extern int SOMA_V(int *a, int n);

int main(void)
{
    int dim = 5;
    int v[] = {3, -1, 8, 0, -3}; // Para testar
    int res;
    res = SOMA_V(v, dim);
    printf("Soma dos elementos = %d\n", res);
    return EXIT_SUCCESS;
}
```
- b) Descrever que alterações seriam necessárias se o vetor tivesse valores de 64 bits.
2. Escrever e testar programas que permitam calcular:
- a) o valor máximo de um vetor com dados do tipo word.
  - b) o valor mínimo de um vetor com dados do tipo doubleword.
  - c) o valor máximo de um vetor com dados do tipo halfword.
  - d) o valor médio de um vetor com dados de 64 bits.
  - e) o número de valores de um vetor que pertencem ao intervalo  $[a; b]$ .
3. Pretende-se escrever programas que executam tarefas envolvendo uma cadeia de caracteres terminada por zero (' $\backslash 0$ ').
- a) Determinar o comprimento de uma cadeia de caracteres.
  - b) Determinar o número de ocorrências de um carácter numa cadeia de caracteres.

- c) Determinar o número de vogais de uma cadeia de caracteres.
- d) Determinar o número de letras maiúsculas de uma cadeia de caracteres.
- e) Palíndromo é uma palavra, grupo de palavras ou verso em que o sentido é o mesmo, quer se leia da esquerda para a direita quer da direita para a esquerda (ex.: "ANOTARAM A DATA DA MARATONA").  
Implementar um programa que determine se uma cadeia de caracteres é palíndromo. Assumir que a cadeia de caracteres não inclui espaços nem sinais de pontuação e que é indiferente o uso de letras maiúsculas e minúsculas. A sub-rotina devolve 1 em caso afirmativo ou 0 no caso contrário.
- f) Contar quantas palavras tem uma cadeia de caracteres, assumindo que há um único espaço entre palavras consecutivas.

4. Implementar e testar programas que realizem as seguintes tarefas:

- a) Copiar um vetor com valores (sem sinal) do tipo byte para um vetor com valores do tipo *doubleword*.
- b) Copiar um vetor com valores (com sinal) do tipo word para um vetor com valores do tipo *doubleword*.

5. Escrever e testar sub-rotinas considerando os respetivos protótipos da função a invocar em C.

- a) Determinar a posição do bit 1 mais significativo da representação binária de um número.  
`int POS1msb(long int n);`
- b) Verificar se uma cadeia de 8 caracteres (tamanho de uma *doubleword*) é palíndromo. A resposta será 1 em caso afirmativo e 0 no caso contrário.  
`int PAL8(char *s);`
- c) Verificar se a representação binária de um número é capicua (número palíndromo). A resposta será 1 em caso afirmativo e 0 no caso contrário.  
`int NCAP(int n);`

6. Implementar as instruções seguintes com base em instruções de manipulação ou extração de bits.

- a) LSL X10, X12, #8
- b) ASR X10, X12, #8
- c) ROR W13, W14, #3

7. Implementar e testar programas que implementem as seguintes operações com vetores de números inteiros:

- a) Adição de vetores – assumir que a soma é representável com o mesmo número de bits dos operandos, ou seja, assumir que não ocorre *overflow*.
- b) Adição de vetores – se ocorrer *overflow* ao somar dois valores usar o maior ou o menor valor representável, conforme essa soma seja, respetivamente, positiva ou negativa.
- c) Multiplicação de um vetor por um inteiro – assumir que o vetor original é substituído pelo vetor resultante (assumir a não ocorrência de *overflow*).
- d) Produto interno – assumir que não ocorre *overflow* durante o cálculo.
- e) Produto interno – caso ocorra *overflow*, a sub-rotina deve assinalar essa situação retornando o maior inteiro representável (assumir que este valor nunca decorre do cálculo do produto interno).

8. Determinar o valor de W0 após a execução de cada fragmento de código.

- a) `MOV W0, #0x66666666`  
`MOV W1, #0xF000000F`  
`AND W0, W0, W1`  
`EOR W0, W0, W1`  
`ORR W0, W0, #0x66666666`
- b) `MOV W0, #0x0000BEEF`  
`ADDS W0, W0, #0x00008000`  
`MOV W1, #0x00003EEE`  
`SBC W0, W0, W1`  
`ADC W0, W0, W0`

9. Considerar que o valor inicial de W0 é 0x12345678. Determinar o valor de W1 (ou X1) após a execução de cada fragmento de código.

- a) `MOV W1, #0xABCD0000`  
`UBFX W2, W0, #24, #8`  
`BFI W1, W2, #16, #8`
- b) `REV W1, W0`  
`AND W1, W1, W1, ASR #16`  
`REV W1, W1`  
`SUB W1, W0, W1`
- c) `EON X1, X1, X1`  
`ADD X1, X1, W0, SXTB #4`

10. Identificar o significado do valor de X0 após a execução de cada fragmento de código.

- a) `CMP X0, #0`  
`CNEG X0, X0, LT`
- b) `CMP X1, X2`  
`CSEL X0, X1, X2, GT`  
`CMP X0, X3`  
`CSEL X0, X0, X3, GT`

11. Tendo em consideração a representação binária de um número inteiro, implementar uma sub-rotina que determine o número mínimo de bits com que pode ser representado.

Fim