



## LAB 0 - IDE e Assembly

### Objetivo:

Utilizando instruções Assembly para Cortex-M4 e o simulador do Keil uVision, encontrar os números primos em uma lista de números previamente fornecida e ordená-la utilizando o algoritmo de Bubble Sort:

<https://www.embarcados.com.br/algoritmos-de-ordenacao-bubble-sort/>

### Tarefas:

- Carregar uma lista de números fornecida começando na posição da memória RAM 0x20000300;
- Verificar quais destes números são primos e copiar apenas estes números a partir da posição 0x20000800;
- Ordenar esta nova lista do menor para o maior pelo algoritmo *bubble sort*.

**Mostrar para o professor e depois entregar a pasta do projeto Keil com todos os arquivos zipada, junto com a imagem fluxograma (pdf, jpg ou png) da ideia proposta também dentro da pasta (preferencialmente em algum site ou aplicativo, e.g. <http://draw.io>). Nomear o arquivo com o nome e o último sobrenome dos dois alunos da dupla. Ex.: **fulanodetal1\_fulanodetal2\_ap1.zip**. Apenas um membro da dupla precisa enviar.**

### Roteiro:

Dada a seguinte lista de números aleatórios (64, 33, 99, 24, 22, 93, 58, 50, 69, 62, 95, 28, 81, 86, 80, 54, 35, 40, 77, 96, 13, 51, 94, 97, 72, 44, 78, 15, 38, 34, 90, 8, 20, 70, 92, 2, 98, 75, 60, 49, 32, 6, 91, 39, 25, 56, 12, 21, 30, 84, 10, 42, 4, 88, 45, 46, 48, 18, 16, 65, 26, 36, 74, 66, 55, 9, 87, 68, 82, 76, 52, 14, 27, 63, 57), encontrar quais números são primos e fornecer uma lista com os números primos ordenados ao final utilizando o algoritmo de *bubble sort*.

- 1) Declarar antes do label start um "EQU" para definir a posição base da memória RAM para a lista de números aleatórios e uma posição base



da memória para a lista a ser ordenada (**nome EQU 0x20000300** e **nome EQU 0x20000800**).

- 2) Carregar a lista de números aleatória para a memória RAM a partir da posição **0x20000300** utilizando o STRB (escrita byte a byte) e endereçamento indexado (pós-indexado);
- 3) Fazer uma varredura da lista de números aleatórios para encontrar quais números são primos e quando o número for primo escrevê-lo na memória RAM a partir da posição **0x20000800**, formando ainda uma lista desordenada, guardando em um registrador o tamanho da lista sendo formada. (Veja abaixo dicas de como encontrar um número primo).
- 4) Depois que a lista for formada, ordená-la utilizando o algoritmo *bubble sort* (<https://www.embarcados.com.br/algoritmos-de-ordenacao-bubble-sort/>)
- 5) Ao final do código a lista de números deve estar ordenada a partir da posição **0x20000800**.

#### Dicas e Orientações:

- 1) Antes do label start um "EQU" para definir a posição base da memória RAM para a lista de números aleatórios e uma posição base da memória para a lista a ser ordenada:  
**nome EQU 0x20000300**  
**nome EQU 0x20000800**
- 2) Utilizar o comando de gravar na memória RAM em bytes (**STRB**) e ler da memória RAM em bytes (**LDRB**);
- 3) Utilizar um registrador para armazenar a posição da memória RAM atual que está sendo varrido número da lista.
- 4) Utilizar outro registrador para armazenar a posição atual da memória RAM que irá escrever o número primo. Ao gravar na memória RAM, utilizar o modo pós-fixado, que após gravar incrementa o registrador;



- 5) Utilizar ainda um outro registrador para guardar o tamanho do vetor para saber o tamanho da lista a ser ordenada;
- 6) Para saber se um número é primo:
  - a) Utilizar um registrador para iterar de 2 até o número atual para verificar se o número tem algum divisor intermediário, fazendo-o número não primo;
  - b) Não existe operação de resto de divisão em Assembly Cortex-M4. Neste caso, deve-se utilizar duas operações UDIV e MLS. Com UDIV calcula-se o divisor de um número. Sabendo-se o divisor, realiza-se a operação MLS (MLS Rd, Rm, Rs, Rn -->  $Rd = Rn - Rm * Rs$ )
  - c) Caso o número atual seja primo, coloque-o imediatamente na memória RAM; Caso contrário não o coloque na memória RAM;
- 7) Após colocar a lista de números primos na memória RAM a partir do endereço 0x20000800, ler posições da memória RAM 2 a 2 e colocar em registradores temporários utilizando LDRB. Comparar se um número é menor que o outro, se o primeiro for o menor não fazer nada. Se o segundo for o menor trocar as posições na RAM através do STRB.
- 8) Repetir o passo anterior para todas as iterações do algoritmo *bubble sort*, até a lista estar ordenada.