



**Prof.:** Guilherme de Santi Peron

## **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 0x20000A00;
- Verificar quais destes números são primos e copiar apenas estes números a partir da posição 0x20000B00;
- 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, 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 alunos da equipe. Ex.: **fulanodetal1\_fulanodetal2\_fulanodetal3\_ap0.zip**. Apenas um membro da equipe precisa enviar.**

### **Roteiro:**

Dada a seguinte lista de números aleatórios {193; 63; 176; 127; 43; 13; 211; 3; 203; 5; 21; 7; 206; 245; 157; 237; 241; 105; 252; 19}, 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 0x20000A00** e **nome EQU 0x20000B00**).

- 2) Carregar a lista de números aleatória para a memória RAM a partir da posição **0x20000A00** 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 **0x20000B00**, 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 **0x20000B00**.

#### 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 0x20000A00**  
**nome EQU 0x20000B00**
- 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 ( $MLS\ Rd, Rm, Rs, Rn \rightarrow Rd = Rn - Rm * Rs$ )
  - 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 0x20000B00, 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.