

# Trabalho Prático 3

## Software Básico

### Aplicação para um Sistema Embarcado

João Paulo Martino Bregunci - jpbregunci@gmail.com  
Ronald Davi Rodrigues Pereira - ronald.drp11@gmail.com

Janeiro de 2017

## 1 Introdução

A interação humano-máquina têm se tornado cada vez mais forte ao longo do tempo. Porém, fazer a máquina corresponder às suas expectativas de resposta é o que se mostrou ser a maior dificuldade atualmente, sendo essa responsabilidade delegada aos programadores. Nesse trabalho, foi possível ter uma pequena experiência de como é programar hardwares em linguagens de baixo nível, de modo que nos propiciasse um primeiro contato com a área de desenvolvimento para um sistema embarcado.

Essa aplicação simples se trata de um cronômetro em um sistema embarcado, que contém um LCD para a saída e botões para as entradas desejadas pelo usuário. Com isso, ao se apertar o botão de começar o cronômetro, é utilizado o clock interno da placa para determinar o tempo que se passou até o usuário apertar o botão novamente, fazendo com que apareça no LCD o tempo total em segundos decorrido entre as duas ações.

## 2 Explanação do Problema

### 2.1 Apresentação do Problema

Como enunciado anteriormente na Introdução, o problema consiste na implementação de uma aplicação para um sistema embarcado baseado em um cronômetro, de tal forma que, ao usuário apertar um botão e, após um tempo arbitrário, pressionar o mesmo botão, o tempo decorrido (em segundos) é exibido no display LCD. Essa aplicação deve conter as implementações de interrupções, timer e display LCD para exibição do tempo decorrido no PC.

## 2.2 Decisões para Implementação

Para a construção do aplicativo, foram necessárias algumas decisões enumeradas abaixo:

1. Foi escolhida a placa 3 com o processador PIC16F877A para ser o ambiente de execução do código. Isso se deu pelo fato de que ela possui botões de entrada e um display LCD, cumprindo as exigências de entrada e saída do programa.
2. A IDE (ambiente de desenvolvimento integrado) escolhido foi o *MikroC Pro for PIC*, pelo fato de se ter tutoriais mais acessíveis e ter se provado capaz de cumprir a compilação do programa com sucesso.
3. Foi escolhido um ciclo de clock de 4 MHz (MegaHertz) para a simplificação de um timer mais próximo de 1 segundo possível, possibilitando a contagem do cronômetro. Demais informações do cálculo do timer será explanado abaixo.

Dito tal, a aplicação é implementada primariamente por meio da utilização de uma entrada no botão S1, o qual foi configurado para receber e tratar esse comando de iniciar a contagem. Após um tempo arbitrário, o usuário deve apertar o mesmo botão S1 para parar o cronômetro. Uma mensagem de "Tempo Total" aparecerá no display LCD e logo após exatos 2 segundos, a tela transicionará automaticamente para o tempo total. Para reiniciar o cronômetro, o botão de reset (RST) da placa deverá ser pressionado e os mesmos procedimentos deverão ser repetidos.

Na implementação realizada utilizamos um ciclo de clock de 4 MHz, o TIMER0 da placa e um prescaler de 256, de forma a aproximar a contagem o máximo possível de 1 segundo. Essa fórmula é:

$$Tempo = (Clock / Oscilador) * Prescaler * (Registrador - Carga Inicial)$$

Com isso, conforme diversos cálculos para aproximar o máximo a variável Tempo de 1 segundo, chegamos a conclusão de que:

$$Ciclo\ de\ Clock = 4$$

$$Oscilador = 4.000.000$$

$$Prescaler = 256$$

$$Registrador = 256\ (8\ bits)$$

$$Carga\ Inicial = 12$$

$$Estouro = 16\ vezes$$

Portanto, aplicando diretamente na fórmula:

$$Tempo = ( 4 / 4.000.000 ) * 256 * ( 256 - 12 ) = 0,062464$$

Com o estouro da variável Tempo igual a 16 vezes:

$$Tempo * N^o \text{ de Estouros} = Tempo \text{ Total}$$

$$0,062464 * 16 = 0,999424$$

O que está bem próximo de 1 segundo e será utilizado como temporizador.

Caso seja do interesse do leitor utilizar a compilação do cronômetro, é necessário possuir o MikroC Pro for PIC instalado e seguir as seguintes instruções:

1. Abra a pasta *tp3\_RonaldPereira\_JoaoBregunci* e entre no diretório "application".
2. Procure por um arquivo "TP3SB.mcppi" e execute ele. Esse arquivo abrirá o MikroC Pro for PIC e já configurará automaticamente todo o ambiente de compilação, evitando erros.
3. No menu superior, terá um botão com a imagem de duas engrenagens (Uma verde e outra Amarela) com a descrição "Build". Clique nele. Também é possível utilizar o comando Ctrl + F9 do teclado para fazer realizar essa compilação.
4. Aguarde a mensagem que aparecerá embaixo de "Finished Sucessfully".
5. Abra o simulador PcsimLab.
6. Selecione o board 3, processor PIC16F877A e clock (MHz) 4.
7. Vá na placa e clique no botão ICSP.
8. Navegue até o diretório *tp3\_RonaldPereira\_JoaoBregunci/application* e abra o arquivo TP3SB.hex nele.
9. Pronto! A aplicação já está compilada, configurada e carregada na sua aplicação embarcada.

### 3 Casos de Teste

Abaixo consta a imagem de todos os casos de teste para as diversas operações descritas nas especificações do trabalho. As imagens todas são referentes a simulações feitas na máquina *PcsimLab*.



Figure 1: Imagem do aplicativo inicial, contendo informações para o usuário começar o cronômetro.



Figure 2: Imagem do aplicativo após o usuário apertar o botão S1 uma vez. Neste momento, o tempo está sendo contado.



Figure 3: Imagem do aplicativo após o usuário apertar o botão S1 outra vez, parando o cronômetro. Essa é uma transição automática de texto.



Figure 4: Após exatos 2 segundos, aparecerá o tempo total decorrido entre as duas entradas no display LCD da placa.

## 4 Conclusão

Por meio desse trabalho foi possível expandir ainda mais o conhecimento sobre a aplicação em sistemas embarcados, a partir de um código feito em C. Foi gerado ao final desse trabalho, um .hex contendo o código compilado de um cronômetro completamente funcional capaz de medir eficientemente o tempo entre duas apertadas do botão S1 da placa 3 (PIC16F877A) do simulador Pic-simLab.

## References

- [1] Site da IDE MikroC Pro (Ambiente de Desenvolvimento)  
<http://www.mikroe.com/mikroc/pic>
- [2] Site para download do simulador PicsimLab  
<https://sourceforge.net/projects/picsim/>
- [3] Curso PIC MikroC Pro - Alexsandro Lima Tutoriais  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLMFrcR3zyPe9wWfvBeWr2pn3ZCUdb38\\_P](https://www.youtube.com/playlist?list=PLMFrcR3zyPe9wWfvBeWr2pn3ZCUdb38_P)