

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
ENGENHARIA MECATRÔNICA**

Gustavo Fernandes Lodi - 10308801

SEL0336 - Aplicação de Microprocessadores I (2021)

Prática 4 – Interrupção Externa

1 INTRODUÇÃO

O trabalho teve como finalidade a adição de funções de controle no contador binário da prática anterior. O contador de 8 *bits* varia de 0 a 255, porém, a partir do acionamento das interrupções externas, esse ficaria pausado ou decresceria uma unidade, ao invés de incrementar.

2 ESPECIFICAÇÕES E RESULTADOS

- Uso do contador binário de 8 *bits* e frequência de 1 kHz com display resultante na placa de LEDs;
- Programar o intervalo com o uso do timer interno do microprocessador;
- Função Pausando / Contando: interrupção externa para pausar o contador, não importa quanto tempo passe;
- Função Soma / Subtração: interrupção externa para alterar o funcionamento do contador, que poderia incrementar na função Soma (normal de seu funcionamento) ou decrementar na função Subtração, mediante interrupção externa.

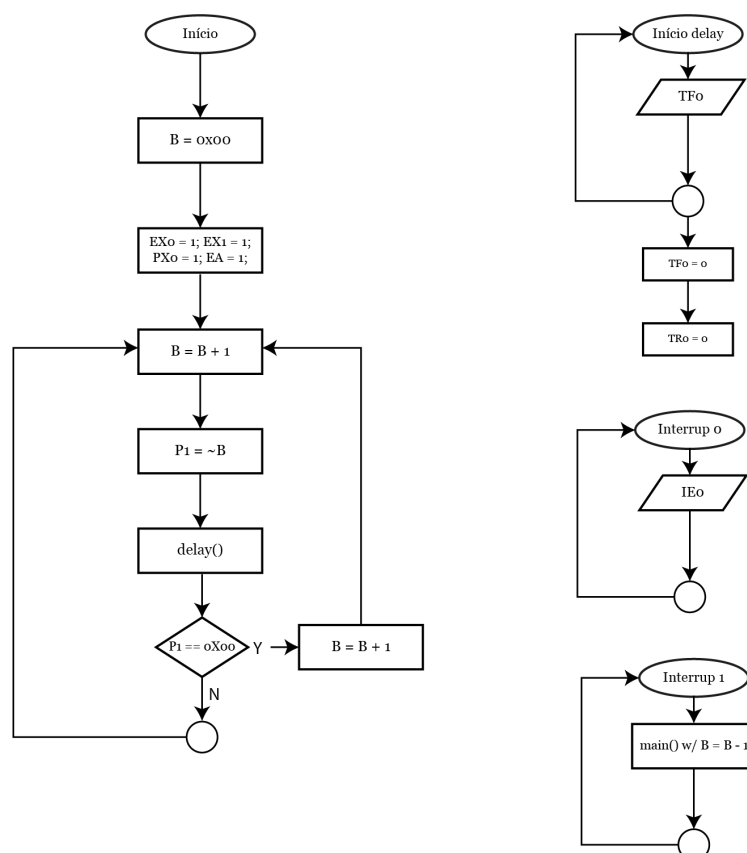


Figura 1 - Fluxograma Geral

Os sete LEDs foram conectados aos bits da porta P1. Para o código, foi utilizada a biblioteca do microprocessador at89s52 e comentários foram descritos ao longo da aplicação. Como ilustrado no fluxograma acima, o contador recebe o valor 0x00 e, após isso, o programa entra em um loop, incrementando o valor do contador B em uma unidade. As ações que se seguem são a porta P1 recebe o valor *NOT* do contador B, uma vez que usa-se a configuração ânodo comum (LED aceso em nível lógico 0), em seguida há o intervalo de 1ms e reinicia-se o loop. Importante destacar, que a configuração do Timer 0 é feito por meio do cálculo do tempo requisitado. A especificação de tempo é 1ms, então, obtém o valor a ser inserido no timer como demonstrado: A frequência de *clock* é 12000MHz e são 12 pulsos por ciclo de máquina, portanto, período é $1/1000 = 1$ microssegundo. Para o intervalo de 1 milissegundo, têm-se que 1000 pulsos do microprocessador são necessários para o timer. O valor 1000 em binário é 3E8, que subtraído de FFFF, torna-se FC17, valor a ser inserido no timer.

Porém, as demais instruções presentes nas linhas de código somam um intervalo de 36 microssegundos na função Soma e 30, na função Subtração, portanto, torna-se necessário a compensação no intervalo do timer desse valor, o qual torna-se 964 e 970 microssegundos, respectivamente, que em hexadecimal é igual a 3C4 e 3CA e, subtraídos de FFFF, tornam-se FC3B e FC35. Estes valores sendo os mais precisos e resultando no intervalo de 1ms, não importando o funcionamento do timer.

A função auxiliar *configTimer()* seta o valor calculado no Timer0 e inicia seu funcionamento. O Timer0 apenas se encerra com a flag da variável TF0 acionada como 1. Importante adicionar, que as funções clone *delay1()* e *configTimer1()* são responsáveis por setarem valores diferentes ao Timer0, caso o modo Subtração seja acionado, uma vez que, para os diferentes modos de funcionamento, o conjunto de instruções que o microprocessador deve seguir não é igual e, conseqüentemente, compensações distintas devem ser feitas para ambos. A prévia do funcionamento pode ser visualizada nas imagens a seguir.

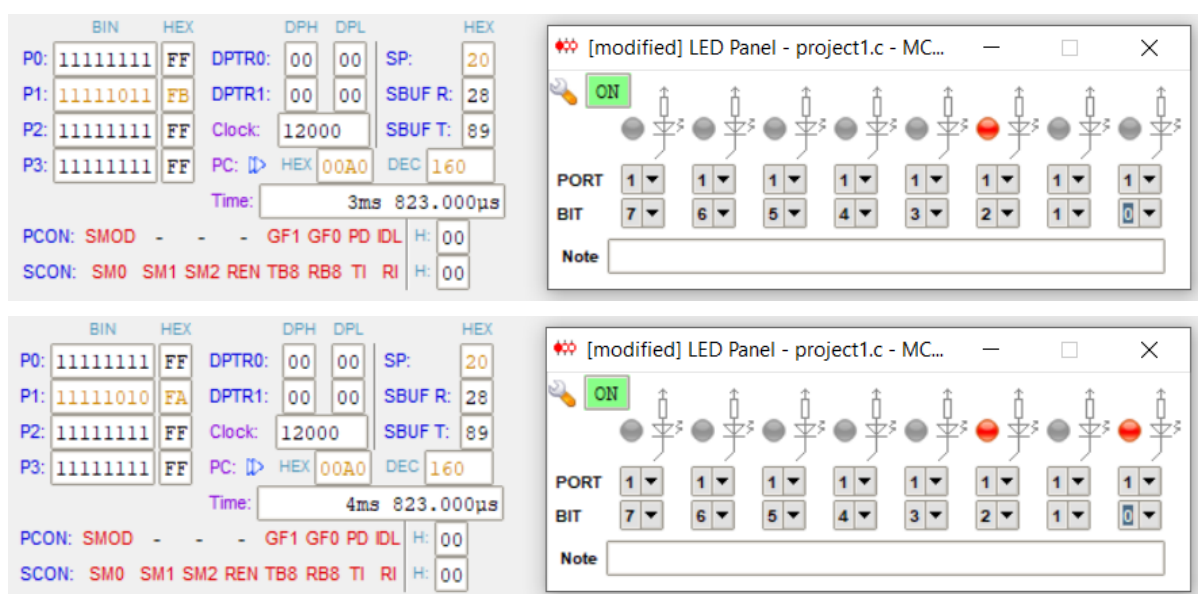


Figura 2 - Resultado da simulação modo Soma

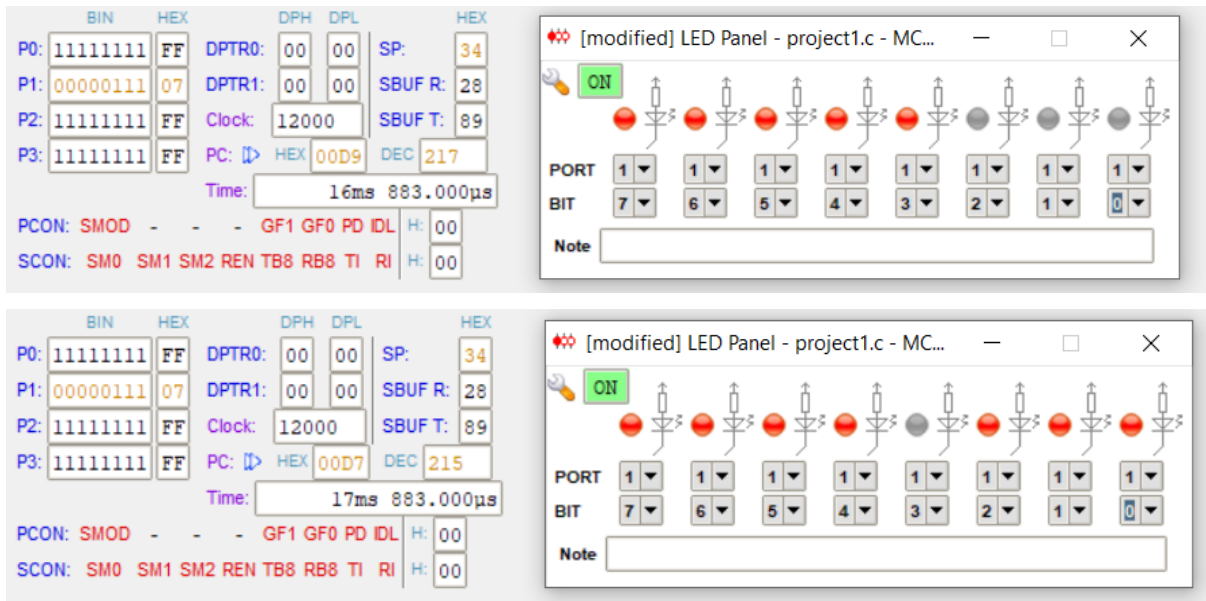


Figura 3 - Resultado da simulação modo Subtração

Em relação às interrupções externas, a interrupção externa do modo pausado foi dada prioridade máxima de forma a, imparcialmente ao modo de funcionamento, seja ele Soma ou Subtração, pausar por tempo indeterminado a contagem por meio de um *while* que se encerraria com a variável de interrupção 0, *IE0*, retornando ao valor zero. E a interrupção externa de Subtração resume o programa de forma semelhante ao modo Soma, porém com a variável de contador B decrementando seu valor. Finalmente para as duas interrupções, as portas P3_2 e P3_3 foram escolhidas para a interrupção Pausado e Subtração, respectivamente.

3 PINAGEM

LEDs	P1_7	P1_6	P1_5	P1_4	P1_3	P1_2	P1_1	P1_0
-	MSB	-	-	-	-	-	-	LSB

Tabela 1 - Pinagem da simulação

Interrupções	Pausado	Subtração
-	P3_2	P3_3

Tabela 2 - Pinagem das interrupções externas

4 CONCLUSÃO

A simulação atendeu aos requisitos do projeto e foi bem sucedida na realização das interrupções externas ao contador binária de 8 bits. Os cálculos destinados à compensação do microprocessador mostraram-se corretos e os intervalos mantiveram-se em $1ms$, independentemente do modo de funcionamento.