

Laboratorní úloha blok SYS

Číslo zadání: C05

Ing. Jaroslav ŠARBOCH, Ph.D.

26.4.2010

V rámci této laboratorní úlohy bloku SYS byl sestaven stavový diagram FSA autonomního čítače, který je ovládán dvěma tlačítky – tlačítkem Toggle přepínajícím opakovaným stiskem mezi stavy Run/Stop a tlačítkem Reset nulujícím hodnotu čítače. Vlastní čítač čítá počet sudých hodnot přerušení generovaných časovačem s periodou 1s. Stav tlačítek je čten v rámci nízko prioritního přerušení generovaném s periodou 10ms. Stav tlačítek jakož i číselná hodnota čítače jsou zobrazeny pomocí LED, číselná hodnota je pomocí LED vyjádřena binárně. Ve vývojovém prostředí Mplab je napsán program v jazyce symbolických adres, skládající se z několika rutin. Jmenovitě z rutiny Inicializační, rutin Vysoko (čítač) a Nízko (tlačítka) prioritních přerušení a z rutiny StateMachine obsluhující jednotlivé stavy konečného automatu autonomního čítače. Program v assembleru byl po odladění nahrán do přípravku PIC 18F87J11 a jeho bezchybná funkce byla následně otestována průchodem všemi hodnotami čítače (0-F) a několika zastaveními a rozběhy procesu čítání včetně resetu hodnoty čítače. Tato laboratorní úloha prakticky demonstrovala všechny fáze návrhu a realizace programu a testování jeho funkčnosti v prostředí mikrokontroléru PIC 18F87J11.

Laboratorní úloha blok SYS č. C05

Stručná rekapitulace zadání:

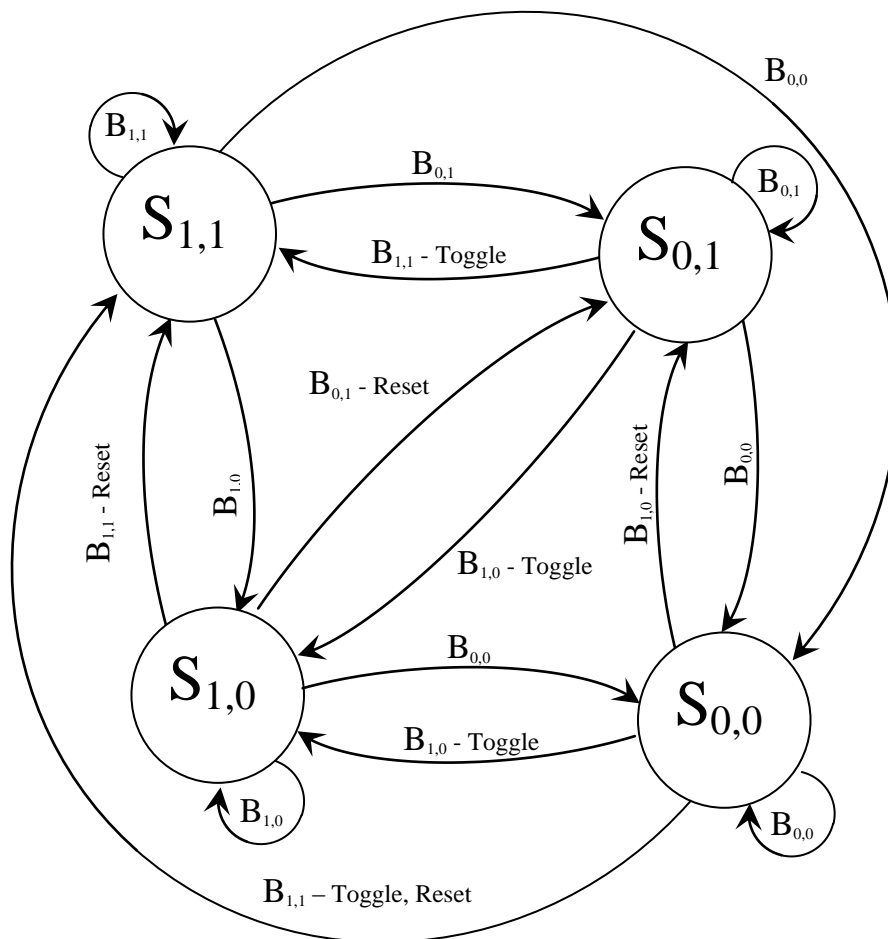
Na přípravku EXPLORER 2 s procesorem PIC 18F87J11 realizujte program, který bude mít funkci autonomního čítače. Čítač čítá směrem nahoru po sudých hodnotách (0,2,4,...) v rozsahu 0 – F. K zobrazení stavu čítače použijte LED diody D0 (nejnižší bit) až D3 (nejvyšší bit). Při spuštění programu čítač začne čítat automaticky sám. Při stisku tlačítka RB0 se čítač zastaví, při opětovném stisku tlačítka RB0 bude čítač pokračovat v čítání. Tlačítko RA5 bude sloužit jako reset čítače. Periodu čítání volte 1s. Čtení tlačítek proveďte v obsluze přerušení s nízkou prioritou. Přerušení s nízkou prioritou volejte s periodou 10ms.

Přiřazení signálů:

Prvky	Popis	Port	Pin
Tlačítko	ovládání čítače	Port B	RB0
Tlačítko	reset čítače	Port A	RA5
LED	zobraz. stavu tlačítka. ovládání	Port D	RD7
LED	zobraz. stavu tlačítka reset		RD6
LED	zobraz. vnitř. stavu automatu		RD3
LED	zobraz. vnitř. stavu automatu		RD2
LED	zobraz. vnitř. stavu automatu		RD1
LED	zobraz. vnitř. stavu automatu		RD0

1. Stavový diagram

Důkladnou analýzou požadovaného chování autonomního čítače byl sestaven stavový diagram přechodů FSA [1]:



2. Tabulka přechodů a výstupů

Stavový diagram posloužil k sestavení tabulky přechodů a výstupů [2]:

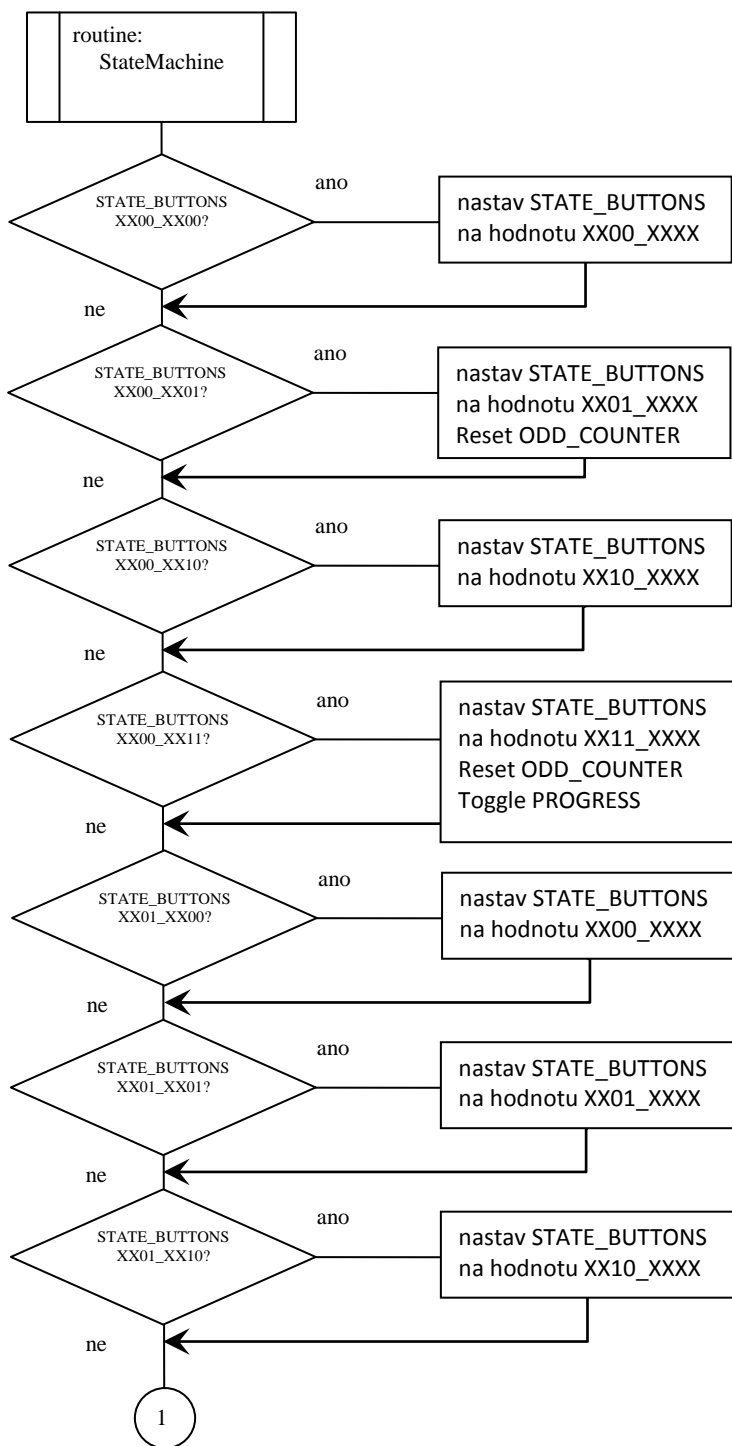
Sij	B0,0	B0,1	B1,0	B1,1
S0,0	S0,0	S0,1	S1,0	S1,1
S0,1	S0,0	S0,1	S1,0	S1,1
S1,0	S0,0	S0,1	S1,0	S1,1
S1,1	S0,0	S0,1	S1,0	S1,1

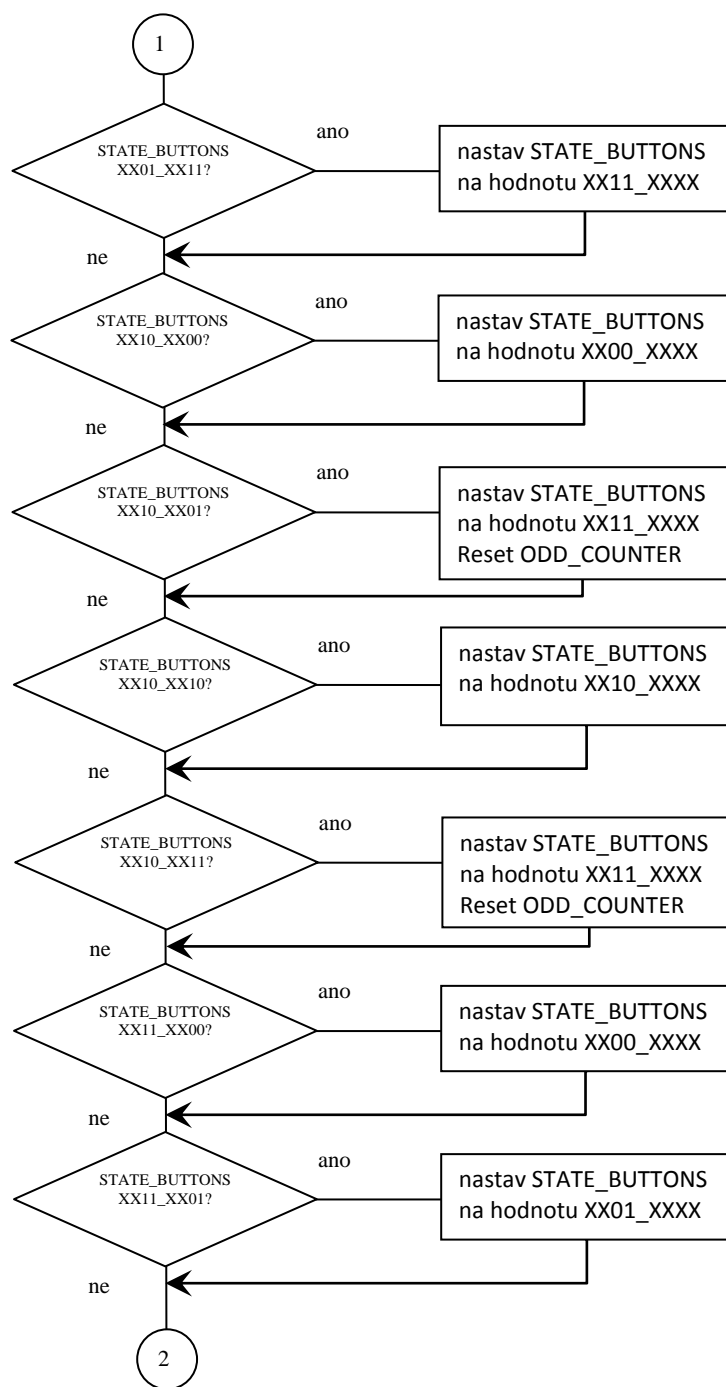
Sij	B0,0	B0,1	B1,0	B1,1
S0,0	00,0	00,1	01,0	01,1
S0,1	00,0	00,0	01,0	01,0
S1,0	00,0	00,1	00,0	00,1
S1,1	00,0	00,0	00,0	00,0

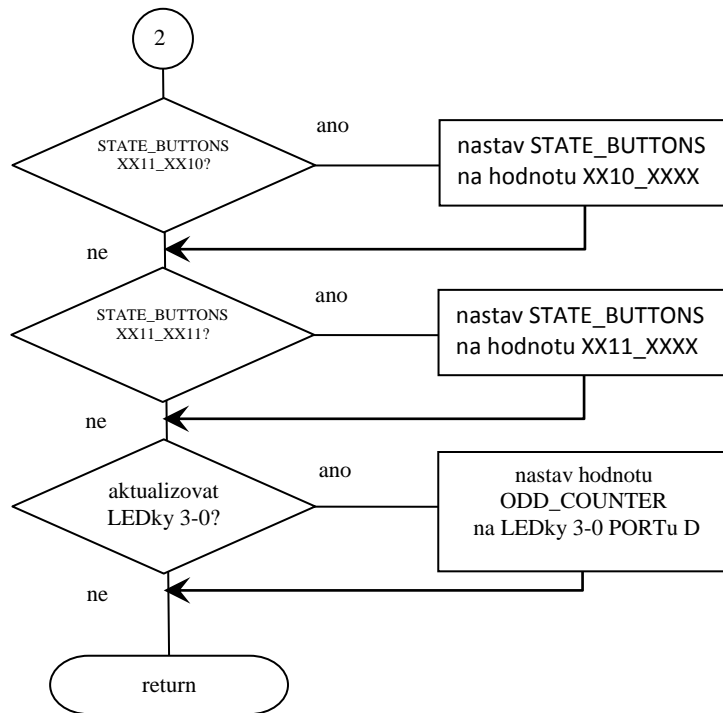
Tabulka výstupů posloužila k návrhu stavové proměnné STATE_BUTTONS: XXSS_XXBB, v níž bity SS kódují stav automatu 0 – 3 a bity BB pak stav tlačítek 0 – 3.

3. Algoritmizace stavů a jejich přechodů

Získané stavy a jejich přechody včetně probíhajících změn (Toggle, Reset) jsou realizovány vývojovým diagramem:

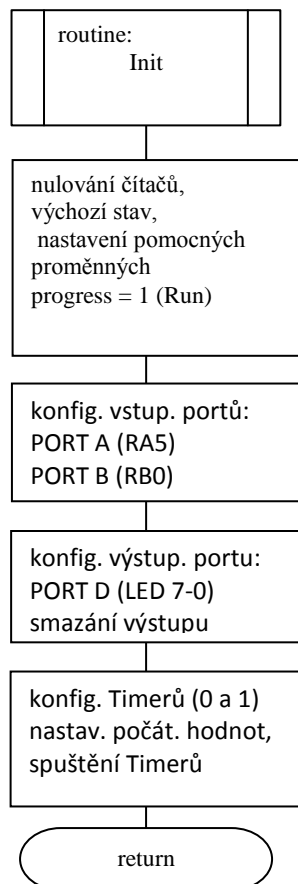






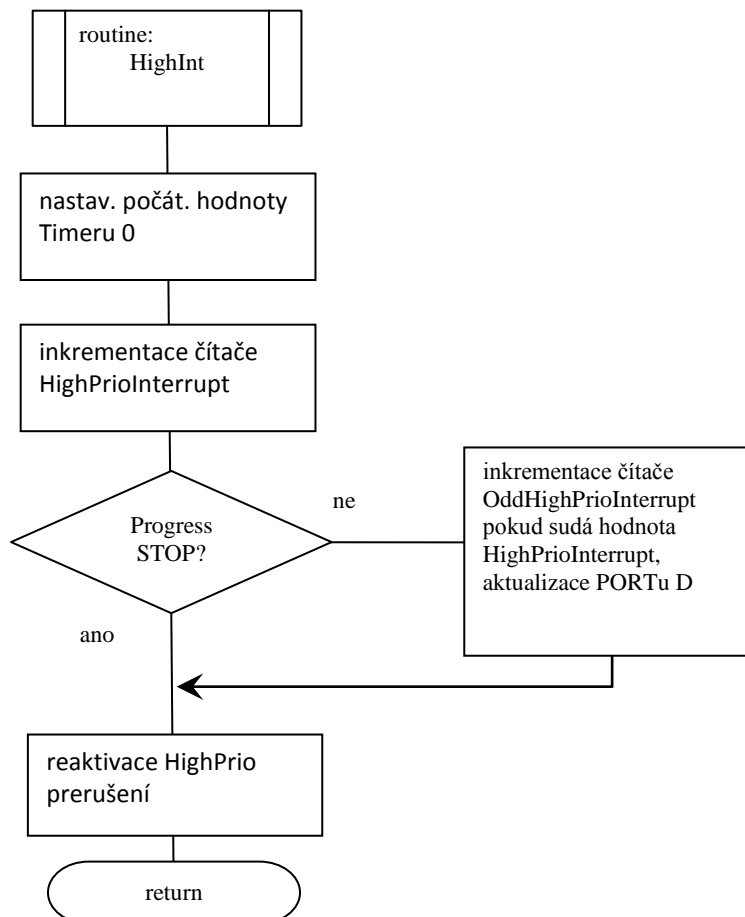
4. Algoritmizace inicializace mikroprocesorového přípravku

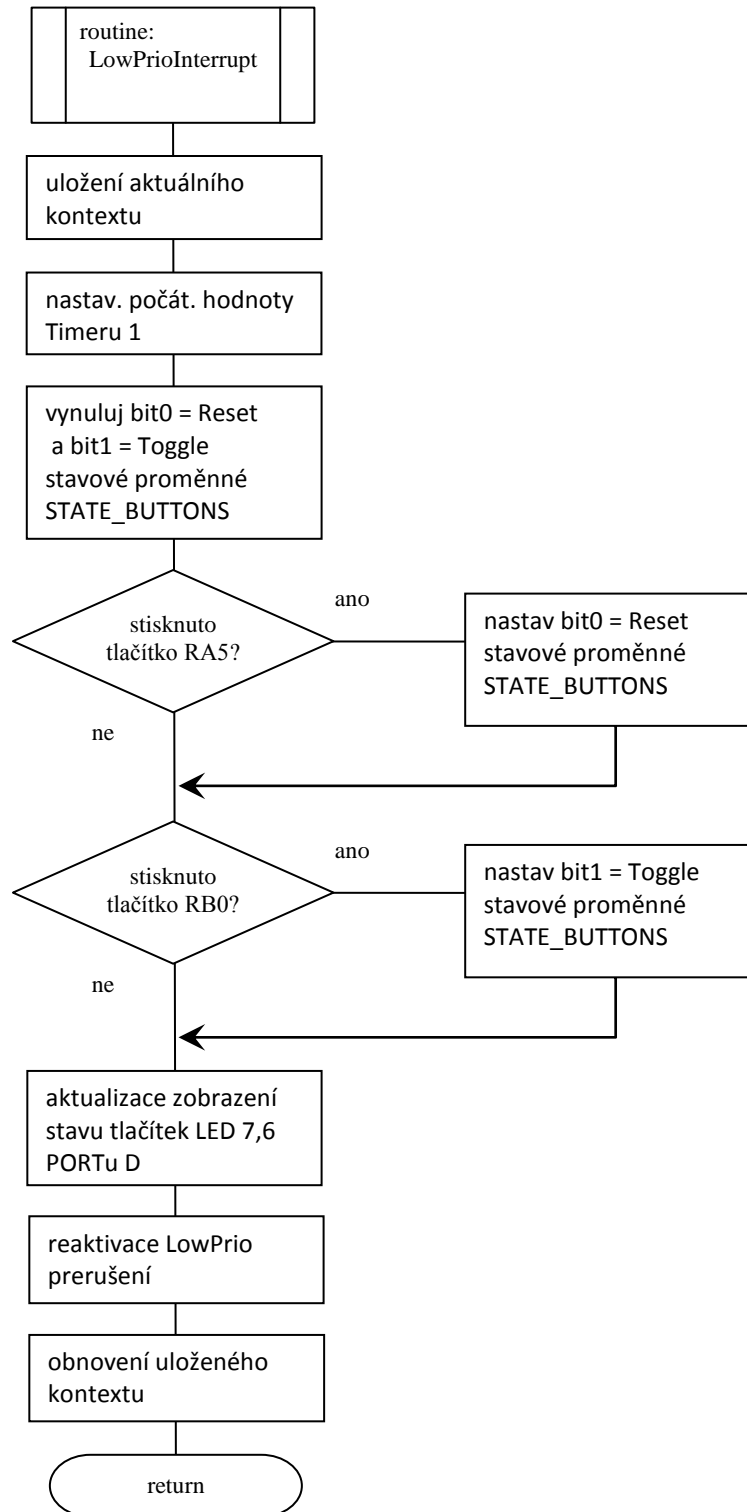
Pro správnou funkci programu i vstupně výstupních obvodů byla implementována inicializace:



5. Navržené čítače prerušení a jejich výchozí hodnoty

S ohledem na požadované periody obsluhy čtení stavu tlačítek a inkrementaci autonomního čítače byla provedena následující volba přiřazení čítačů – Timerů: čítačem vysoko prioritního prerušení autonomního čítače byl zvolen Timer0 umožňující dělit základní frekvenci oscilátoru $f_{osc/4} = 2,5\text{MHz}$ i v potřebném poměru 1/64. Pak za 1s čítač načítá 39063 cyklů a tedy do přetečení zbývá $(65535-39063)$ 26472 cyklů. Tato hodnota (0x6768) je nastavena jako výchozí a přetečení je tím dosaženo za požadovanou 1sekundu. Obdobně nízko prioritní čítač – Timer1 používá přímo základní frekvenci oscilátoru (prescaler 1:1) a za požadovaných 10ms tento čítač dosáhne hodnoty 25000. Proto výchozí hodnota tohoto čítače je 40535 (0x9E57). Následující vývojové diagramy znázorňují implementaci příslušných nízko a vysoko prioritních rutin:

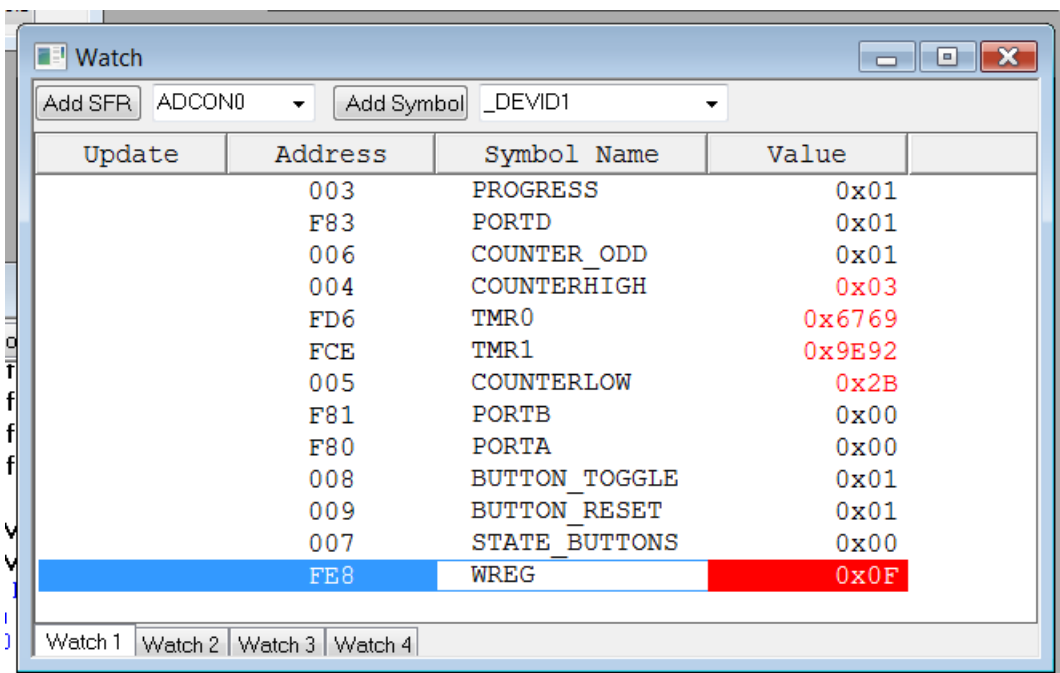
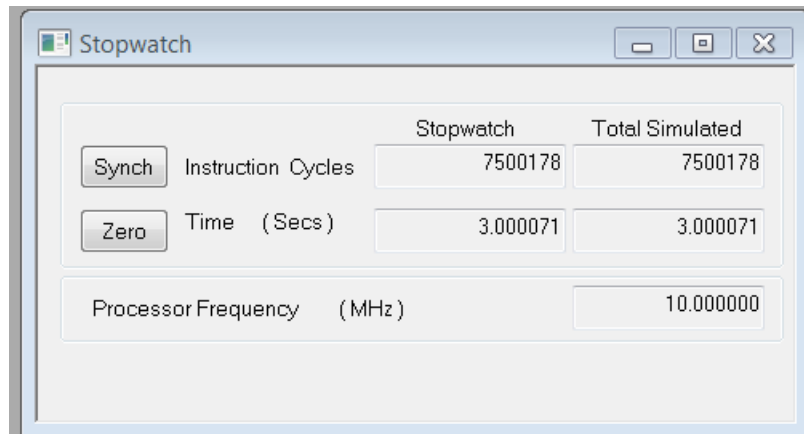




6. Testování funkce v simulačním prostředí „MPLAB SIM“

Po implementaci algoritmů do jazyka symbolických adres s využitím příkladu [3] byl program odladěn v prostředí MPLAB s využitím Simulátoru a pomůcek Debuggeru. Frekvence oscilátoru byla nastavena na 10MHz a bylo prověřeno, že doba vyvolání vysoko prioritního přerušení. Na obrázku uvedené 3s odpovídají

době tří vyvolaných přerušení. Také byla pomocí okna Watch zkontrolována funkce čítání sudých hodnot – vyvolána již tři přerušení, hodnota čítače sudých hodnot rovna 1 (COUNTER_ODD). Pro ovládání autonomního čítače v simulátoru byla tlačítka nahrazena pomocnými proměnnými (BUTTON_TOGGLE a BUTTON_RESET). Program byl shledán plně funkčním.



7. Testování na přípravku EXPLORER

Bylo provedeno nahrání odladěného programu do mikroprocesoru PIC 18F87J11 a testování jeho funkce. Z počátku se projevil nedostatek v neúplně nakonfigurovaném portu RA5, který si uchovává výchozí nastavení analogového vstupu AN4. Toto nastavení je nutno rekonfigurovat pomocí zápisu do stínových registrů – registru ANCON0 (nastavení PCFG4=1). Poté již bylo možno korektně číst i tlačítko Reset a úloha tímto byla kompletně splněna.

Závěr:

V rámci této laboratorní úlohy bloku SYS byl sestaven stavový diagram FSA autonomního čítače, který je ovládán dvěma tlačítky – tlačítkem Toggle přepínajícím opakovaným stiskem mezi stavy Run/Stop a tlačítkem Reset nulujícím hodnotu čítače. Vlastní čítač čítá počet sudých hodnot přerušení generovaných časovačem s periodou 1s. Stav tlačítek je čten v rámci nízko prioritního přerušení generovaném s periodou 10ms. Stav tlačítek jakož i číselná hodnota čítače jsou zobrazeny pomocí LED, číselná hodnota je pomocí LED vyjádřena binárně. Ve vývojovém prostředí Mplab je napsán program v jazyce symbolických adres, skládající se z několika rutin. Jmenovitě z rutiny Inicializační, rutin Vysoko (čítač) a Nízko (tlačítka) prioritních přerušení a z rutiny StateMachine obsluhující jednotlivé stavy konečného automatu autonomního čítače. Program v assembleru byl po odladění nahrán do přípravku PIC 18F87J11 a jeho bezchybná funkce byla následně otestována průchodem všemi hodnotami čítače (0-F) a několika zastaveními a rozběhy procesu čítání včetně resetu hodnoty čítače. Tato laboratorní úloha prakticky demonstrovala všechny fáze návrhu a realizace programu a testování jeho funkčnosti v prostředí mikrokontroléru PIC 18F87J11.

Použitá literatura:

- [1] Antošová M., Davídek V.: Číslicová technika. Kopp, České Budějovice, 2003
- [2] Zděnek J.: Struktura a architektura počítačů. Přednáškové prezentace FEL ČVUT, Praha, 2010
- [3] K13114: Vzorový příklad uloha3.asm, FEL ČVUT, Praha, 2010