

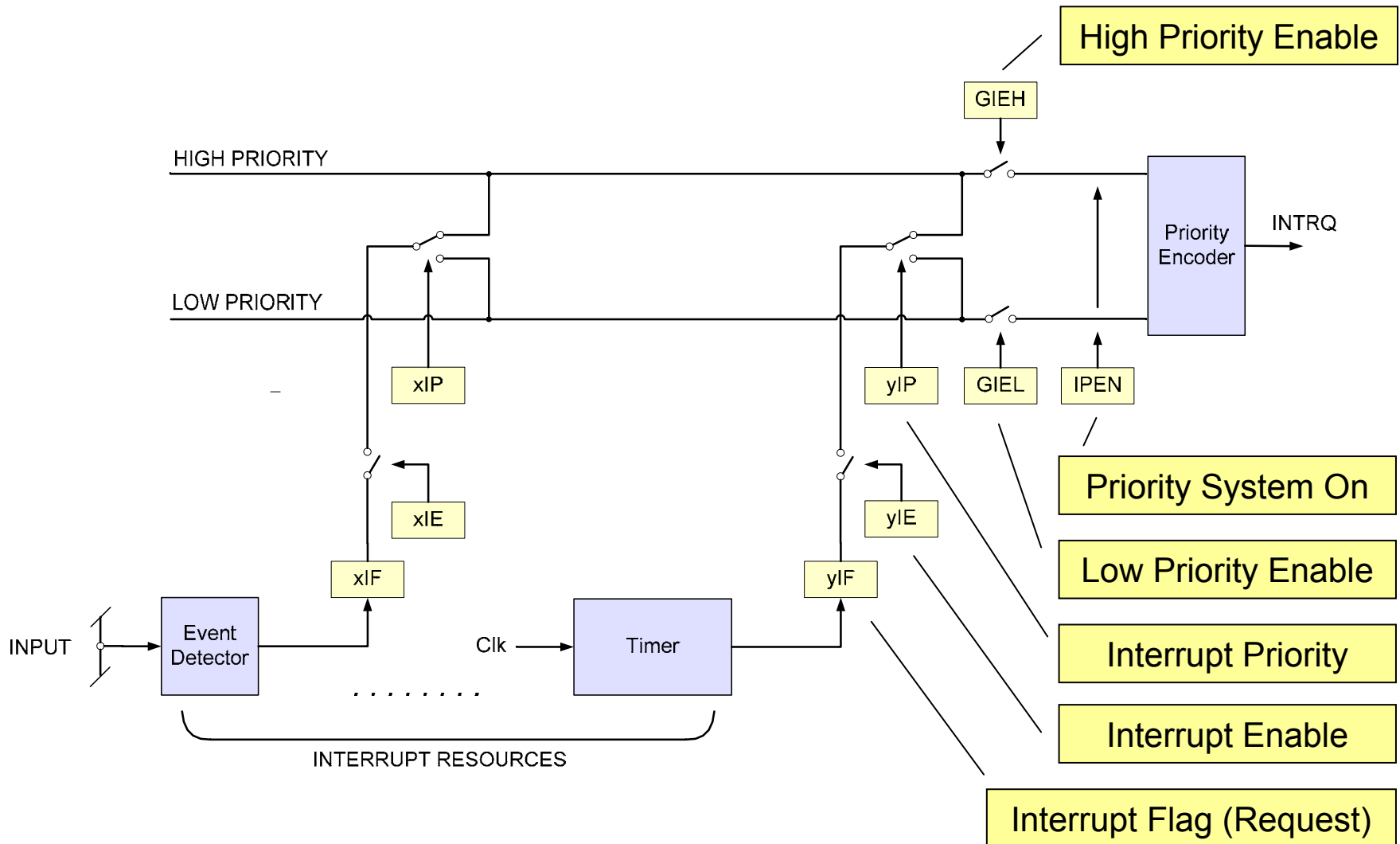
MIKROPROCESORY PRO VÝKONOVÉ SYSTÉMY

System přerušeni

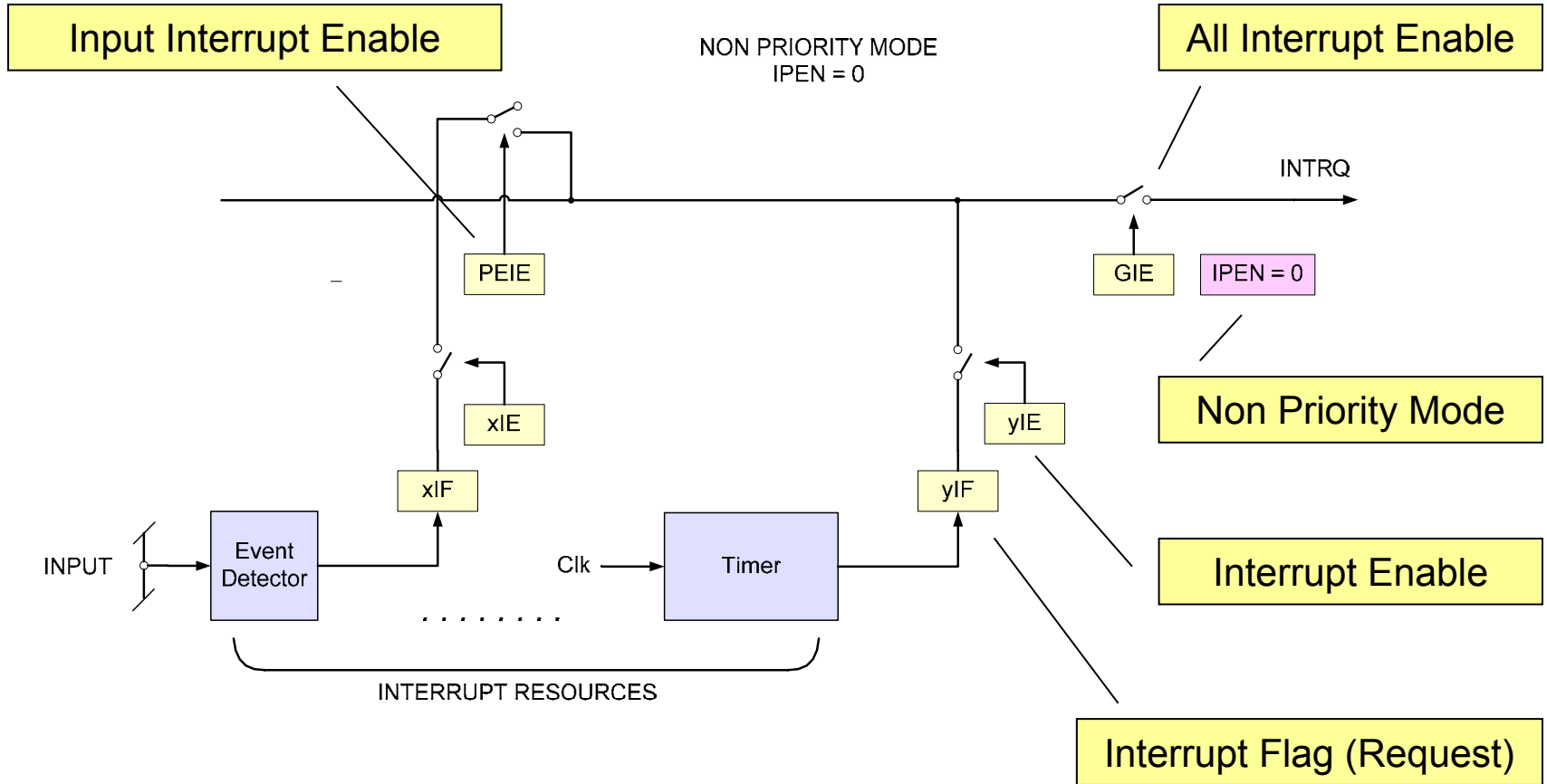


České vysoké učení technické Fakulta elektrotechnická

pic18F Family Interrupt System (Priority Mode)



pic18F Family Interrupt System (Non Priority Mode)



Nastavení systému přerušení - RCON

REGISTER 9-13: RCON: RESET CONTROL REGISTER

R/W-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R-1	R-1	R/W-0	R/W-0
IPEN	—	$\overline{\text{CM}}$	$\overline{\text{RI}}$	$\overline{\text{TO}}$	$\overline{\text{PD}}$	$\overline{\text{POR}}$	$\overline{\text{BOR}}$
bit 7							bit 0

- bit 7 **IPEN:** Interrupt Priority Enable bit
1 = Enable priority levels on interrupts
0 = Disable priority levels on interrupts (PIC16CXXX Compatibility mode)
- bit 6 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 5 **$\overline{\text{CM}}$:** Configuration Mismatch Flag bit
For details of bit operation, see Register 4-1.
- bit 4 **$\overline{\text{RI}}$:** RESET Instruction Flag bit
For details of bit operation, see Register 4-1.

Nastavení systému přerušení - RCON

REGISTER 9-13: RCON: RESET CONTROL REGISTER

R/W-0	U-0	R/W-1	R/W-1	R-1	R-1	R/W-0	R/W-0
IPEN	—	\overline{CM}	\overline{RI}	\overline{TO}	\overline{PD}	\overline{POR}	\overline{BOR}
bit 7							bit 0

- bit 3 \overline{TO} : Watchdog Timer Time-out Flag bit
For details of bit operation, see Register 4-1.
- bit 2 \overline{PD} : Power-Down Detection Flag bit
For details of bit operation, see Register 4-1.
- bit 1 \overline{POR} : Power-on Reset Status bit
For details of bit operation, see Register 4-1.
- bit 0 \overline{BOR} : Brown-out Reset Status bit
For details of bit operation, see Register 4-1.

Nastavení systému přerušení - INTCON

REGISTER 9-1: INTCON: INTERRUPT CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF ⁽¹⁾
bit 7							bit 0

bit 7

GIE/GIEH: Global Interrupt Enable bit

When IPEN = 0:

1 = Enables all unmasked interrupts

0 = Disables all interrupts

When IPEN = 1:

1 = Enables all high-priority interrupts

0 = Disables all interrupts

bit 6

PEIE/GIEL: Peripheral Interrupt Enable bit

When IPEN = 0:

1 = Enables all unmasked peripheral interrupts

0 = Disables all peripheral interrupts

When IPEN = 1:

1 = Enables all low-priority peripheral interrupts

0 = Disables all low-priority peripheral interrupts

bit 5

TMR0IE: TMR0 Overflow Interrupt Enable bit

1 = Enables the TMR0 overflow interrupt

0 = Disables the TMR0 overflow interrupt

Nastavení systému přerušení - INTCON

REGISTER 9-1: INTCON: INTERRUPT CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF ⁽¹⁾
bit 7							bit 0

- bit 3** **RBIE:** RB Port Change Interrupt Enable bit
1 = Enables the RB port change interrupt
0 = Disables the RB port change interrupt
- bit 2** **TMR0IF:** TMR0 Overflow Interrupt Flag bit
1 = TMR0 register has overflowed (must be cleared in software)
0 = TMR0 register did not overflow
- bit 1** **INT0IF:** INT0 External Interrupt Flag bit
1 = The INT0 external interrupt occurred (must be cleared in software)
0 = The INT0 external interrupt did not occur
- bit 0** **RBIF:** RB Port Change Interrupt Flag bit⁽¹⁾
1 = At least one of the RB7:RB4 pins changed state (must be cleared in software)
0 = None of the RB7:RB4 pins have changed state

Nastavení systému přerušení – INTCON2


REGISTER 9-2: INTCON2: INTERRUPT CONTROL REGISTER 2

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	INTEDG3	TMR0IP	INT3IP	RBIP
bit 7							bit 0

- bit 7 $\overline{\text{RBPU}}$: PORTB Pull-up Enable bit
1 = All PORTB pull-ups are disabled
0 = PORTB pull-ups are enabled by individual port I/O
- bit 6 **INTEDG0**: External Interrupt 0 Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge
0 = Interrupt on falling edge
- bit 5 **INTEDG1**: External Interrupt 1 Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge
0 = Interrupt on falling edge
- bit 4 **INTEDG2**: External Interrupt 2 Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge
0 = Interrupt on falling edge

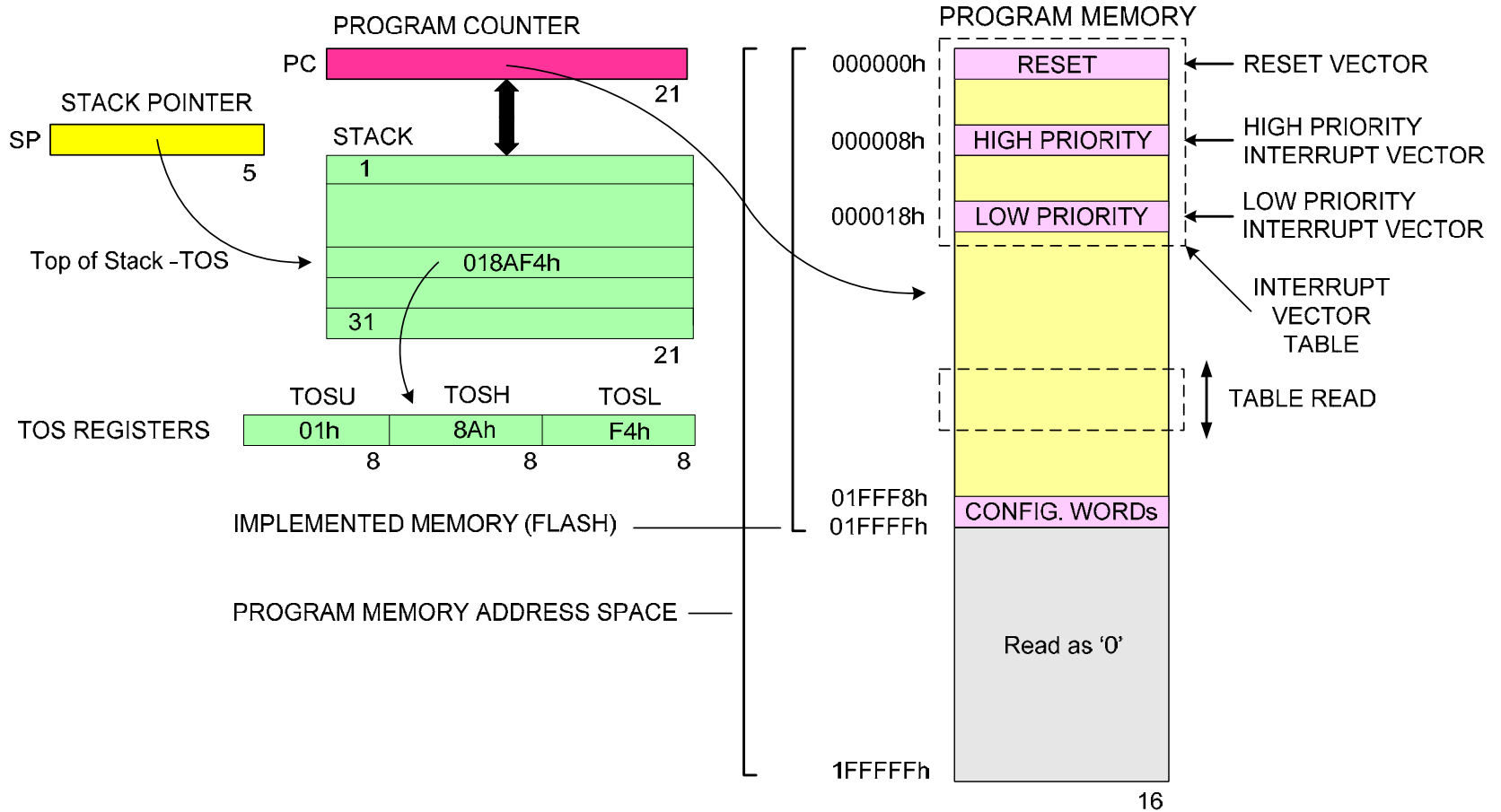
Nastavení systému přerušení – INTCON2

REGISTER 9-2: INTCON2: INTERRUPT CONTROL REGISTER 2

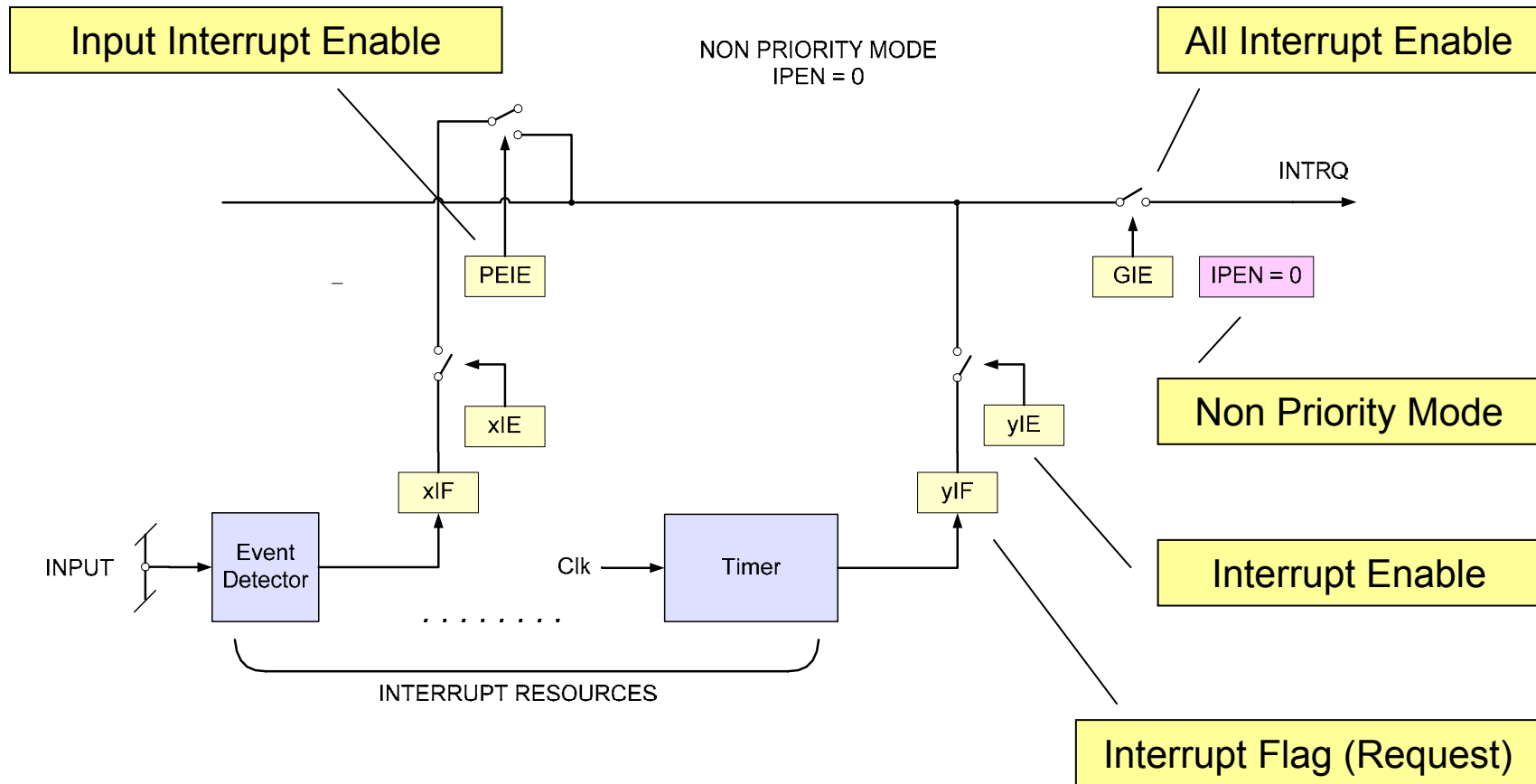
R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
$\overline{\text{RBP}}\text{U}$	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	INTEDG3	TMR0IP	INT3IP	RBIP
bit 7							bit 0

- bit 3 **INTEDG3:** External Interrupt 3 Edge Select bit
1 = Interrupt on rising edge
0 = Interrupt on falling edge
- bit 2 **TMR0IP:** TMR0 Overflow Interrupt Priority bit
1 = High priority
0 = Low priority
- bit 1 **INT3IP:** INT3 External Interrupt Priority bit
1 = High priority
0 = Low priority
- bit 0 **RBIP:** RB Port Change Interrupt Priority bit
1 = High priority
0 = Low priority

pic18F Family Program Memory

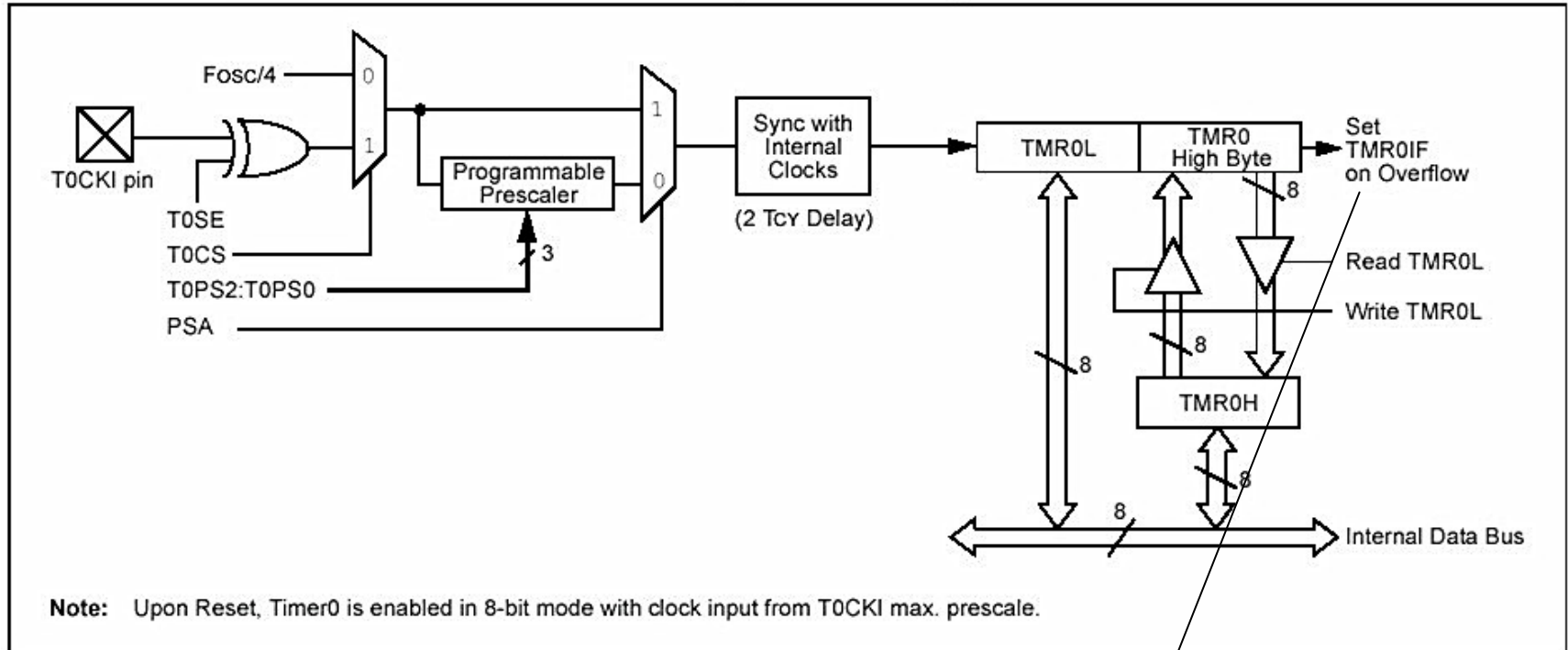


pic18F Family Interrupt System (Non Priority Mode)



Časovač Timer0 – konfigurace 16bitů

FIGURE 12-2: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (16-BIT MODE)



TIMER0 Overflow
Interrupt Flag
TMR0IF

Nastavení časovače Timer0, 16bitů

REGISTER 12-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0
bit 7							bit 0

- bit 7 **TMR0ON:** Timer0 On/Off Control bit
1 = Enables Timer0
0 = Stops Timer0
- bit 6 **T08BIT:** Timer0 8-Bit/16-Bit Control bit
1 = Timer0 is configured as an 8-bit timer/counter
0 = Timer0 is configured as a 16-bit timer/counter
- bit 5 **T0CS:** Timer0 Clock Source Select bit
1 = Transition on T0CKI pin
0 = Internal instruction cycle clock (CLKO)
- bit 4 **T0SE:** Timer0 Source Edge Select bit
1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin
0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin

Nastavení časovače Timer0, 16bitů

REGISTER 12-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0
bit 7							bit 0

bit 3

PSA: Timer0 Prescaler Assignment bit

1 = Timer0 prescaler is not assigned. Timer0 clock input bypasses presc

0 = Timer0 prescaler is assigned. Timer0 clock input comes from prescal

bit 2-0

T0PS2:T0PS0: Timer0 Prescaler Select bits

111 = 1:256 Prescale value

110 = 1:128 Prescale value

101 = 1:64 Prescale value

100 = 1:32 Prescale value

011 = 1:16 Prescale value

010 = 1:8 Prescale value

001 = 1:4 Prescale value

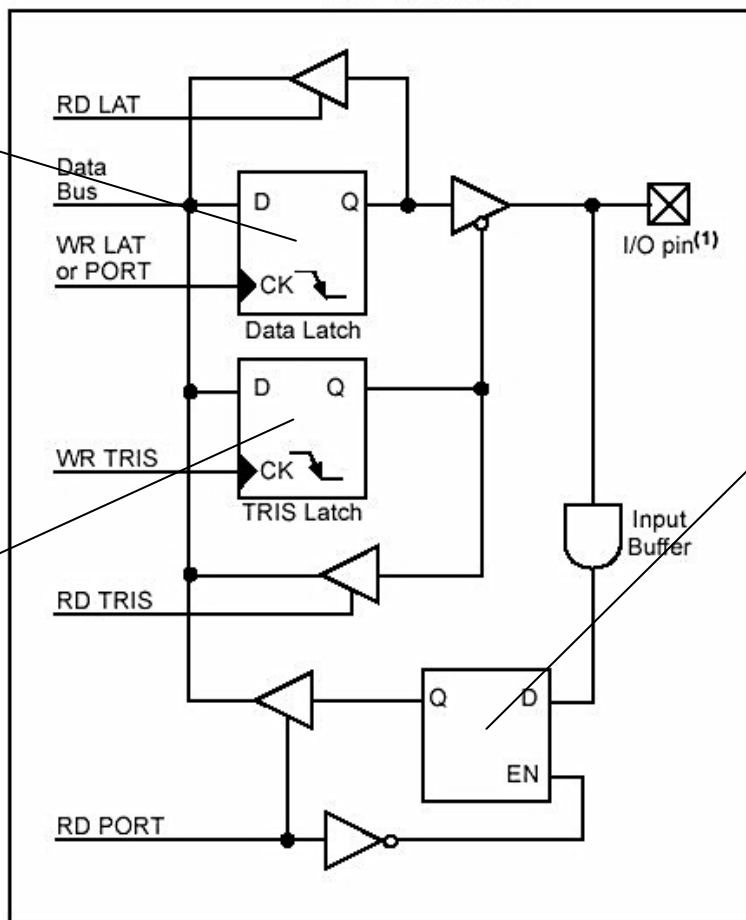
000 = 1:2 Prescale value

Programovatelné vstupní nebo výstupní porty

FIGURE 10-1: GENERIC I/O PORT OPERATION

LAT
nebo
PORT
Výstupní
registr

TRIS
Nastavení
směru
0 -> Output
1 -> Input



PORT
Vstupní
registr

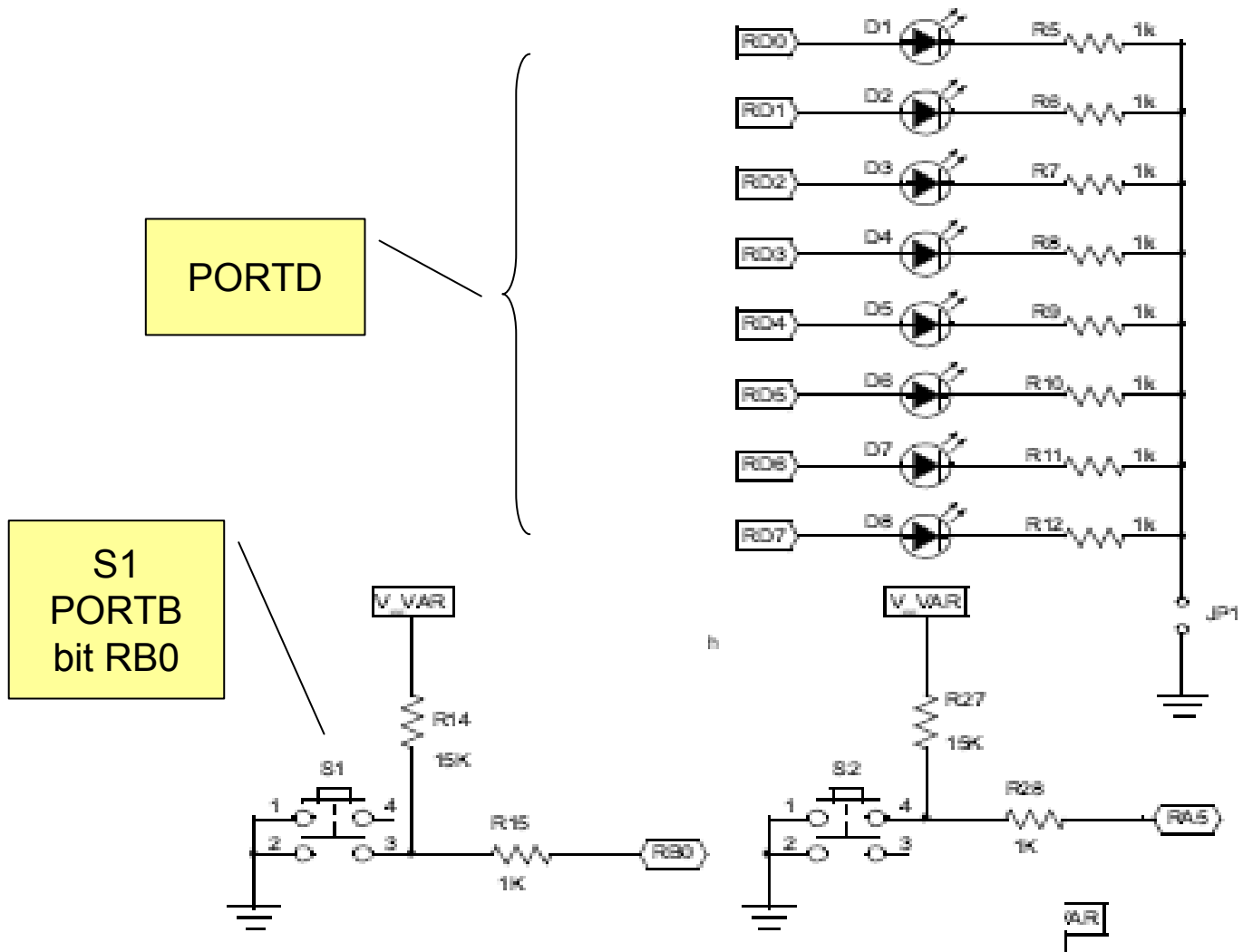
Nastavení vstupních a výstupních portů

TRISD	TRISD7	TRISD6	TRISD5	TRISD4	TRISD3	TRISD2	TRISD1	TRISD0	1111 1111	58, 138
TRISC	TRISC7	TRISC6	TRISC5	TRISC4	TRISC3	TRISC2	TRISC1	TRISC0	1111 1111	58, 136
TRISB	TRISB7	TRISB6	TRISB5	TRISB4	TRISB3	TRISB2	TRISB1	TRISB0	1111 1111	58, 134

LATD	LATD7	LATD6	LATD5	LATD4	LATD3	LATD2	LATD1	LATD0	xxxxx xxxxx	58, 138
LATC	LATC7	LATC6	LATC5	LATC4	LATC3	LATC2	LATC1	LATC0	xxxxx xxxxx	58, 136
LATB	LATB7	LATB6	LATB5	LATB4	LATB3	LATB2	LATB1	LATB0	xxxxx xxxxx	58, 134

PORTD	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0	xxxxx xxxxx	59, 138
PORTC	RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0	xxxxx xxxxx	59, 136
PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	xxxxx xxxxx	59, 134

Zapojení portu D a B (LED diody a tlačítka S1, S2)

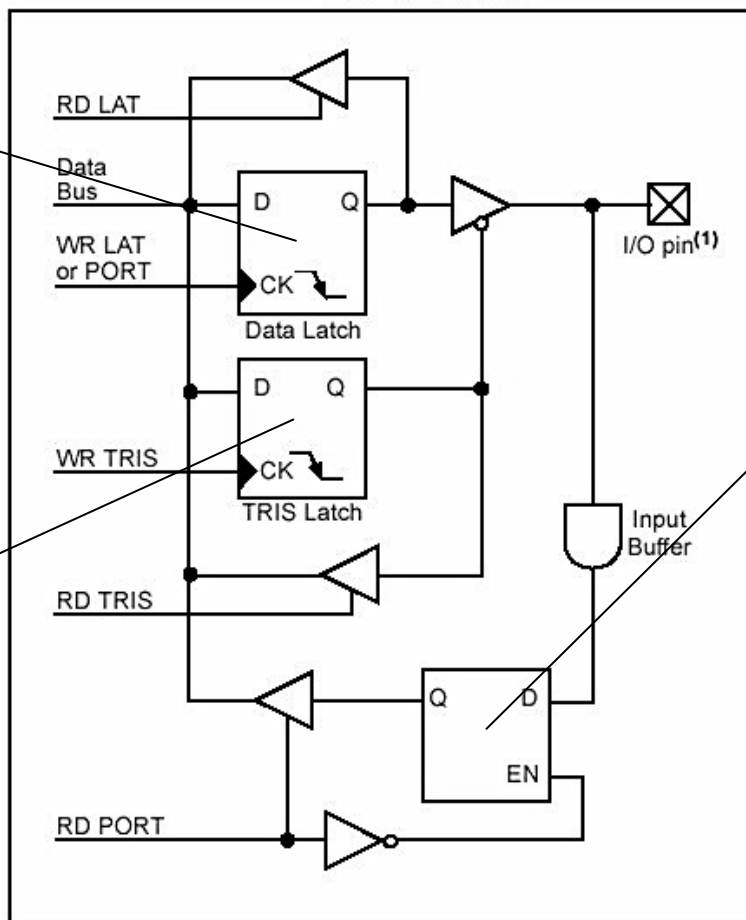


Programovatelné vstupní nebo výstupní porty

FIGURE 10-1: GENERIC I/O PORT OPERATION

LAT
nebo
PORT
Výstupní
registr

TRIS
Nastavení
směru
0 -> Output
1 -> Input



PORT
Vstupní
registr

Souhrn – programování SFR pro tento program

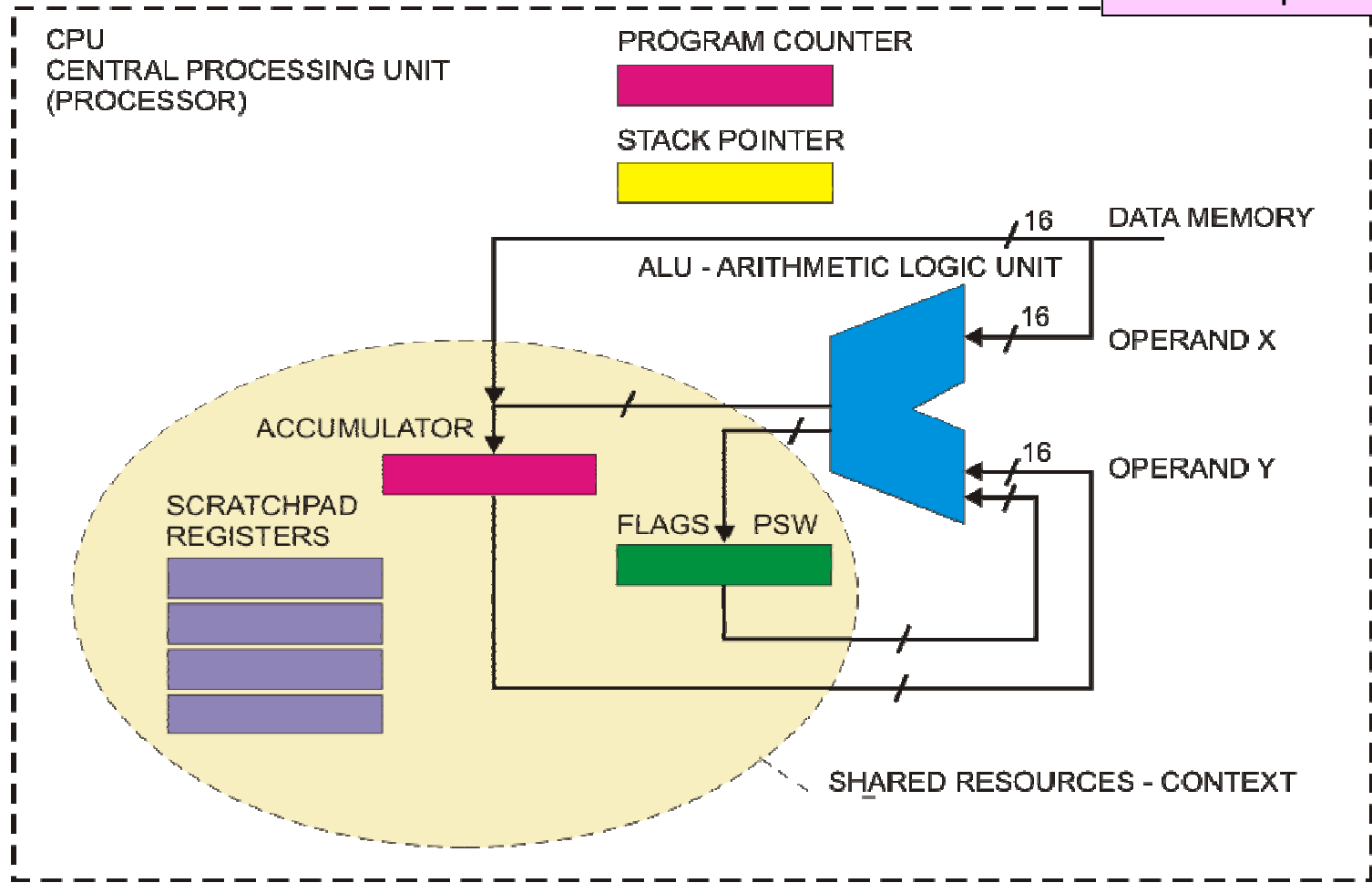
RCON	IPEN	—	CM	RI	TO	PD	POR	BOR	0-11 1100	54, 56, 125
INTCON	GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF	0000 000x	55, 113
INTCON2	RBPUR	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	INTEDG3	TMR0IP	INT3IP	RBIP	1111 1111	55, 113
TMR0H	Timer0 Register High Byte								0000 0000	56, 179
TMR0L	Timer0 Register Low Byte								xxxx xxxx	56, 179
T0CON	TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0	1111 1111	56, 178
TRISD	TRISD7	TRISD6	TRISD5	TRISD4	TRISD3	TRISD2	TRISD1	TRISD0	1111 1111	58, 138
TRISC	TRISC7	TRISC6	TRISC5	TRISC4	TRISC3	TRISC2	TRISC1	TRISC0	1111 1111	58, 136
TRISB	TRISB7	TRISB6	TRISB5	TRISB4	TRISB3	TRISB2	TRISB1	TRISB0	1111 1111	58, 134
LATD	LATD7	LATD6	LATD5	LATD4	LATD3	LATD2	LATD1	LATD0	xxxx xxxx	58, 138
LATC	LATC7	LATC6	LATC5	LATC4	LATC3	LATC2	LATC1	LATC0	xxxx xxxx	58, 136
LATB	LATB7	LATB6	LATB5	LATB4	LATB3	LATB2	LATB1	LATB0	xxxx xxxx	58, 134
PORTD	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0	xxxx xxxx	59, 138
PORTC	RC7	RC6	RC5	RC4	RC3	RC2	RC1	RC0	xxxx xxxx	59, 136
PORTB	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0	xxxx xxxx	59, 134

- **Zadání:** V assembleru mikropočítače pic18F87j11 napište program, který **testuje zda bylo zmáčknuto tlačítko S1. Při každém zmáčknutí se rozsvítí vždy jedna další LED dioda** počínaje diodou připojenou na nejnižší bit portu. Po osmi zmáčknutí S1 bude svítit všech 8 LED diod a při dalším mačkání tlačítka zůstávají všechny diody rozsvícené.
- Tlačítko je **připojena na bit RB0 portu B**. V klidové poloze (nezmáčknuto) je stav tlačítka snímán jako logická '1', po zmáčknutí se snímá logická '0'.
- **Osm světelných diod je připojeno na port D**. Pokud se na příslušný bit portu D vysílá logická '0', dioda nesvítí. Logická '1' vyslaná na bit portu D diodu rozsvítí.
- Pro řešení použijte **vzorkování** stavu tlačítka s periodou přibližně **200ms**. Vzorkování tlačítka zorganizujte s využitím **jednohladinového systému přerušení a časovače TIMER0**. Časovač naprogramujte do 16bitového módu, s hodinami odvozenými od hodin procesoru. Použijte vhodnou hodnotu předděličky u časovače TIMER0.
- **Činnost programu dle zadání zapište do ISR** (Interrupt Service Routine), která bude volaná vždy po žádosti o přerušení od časovače TIMER0 (žádost se vyvolá po přetečení časovače z maximální hodnoty (samé '1') do nuly. Na **pozadí programu** (background) bude pouze **prázdná nekonečná smyčka**.

Sdílené prostředky (sdílí je procedury)

Souhrn informací
k řešení příkladu

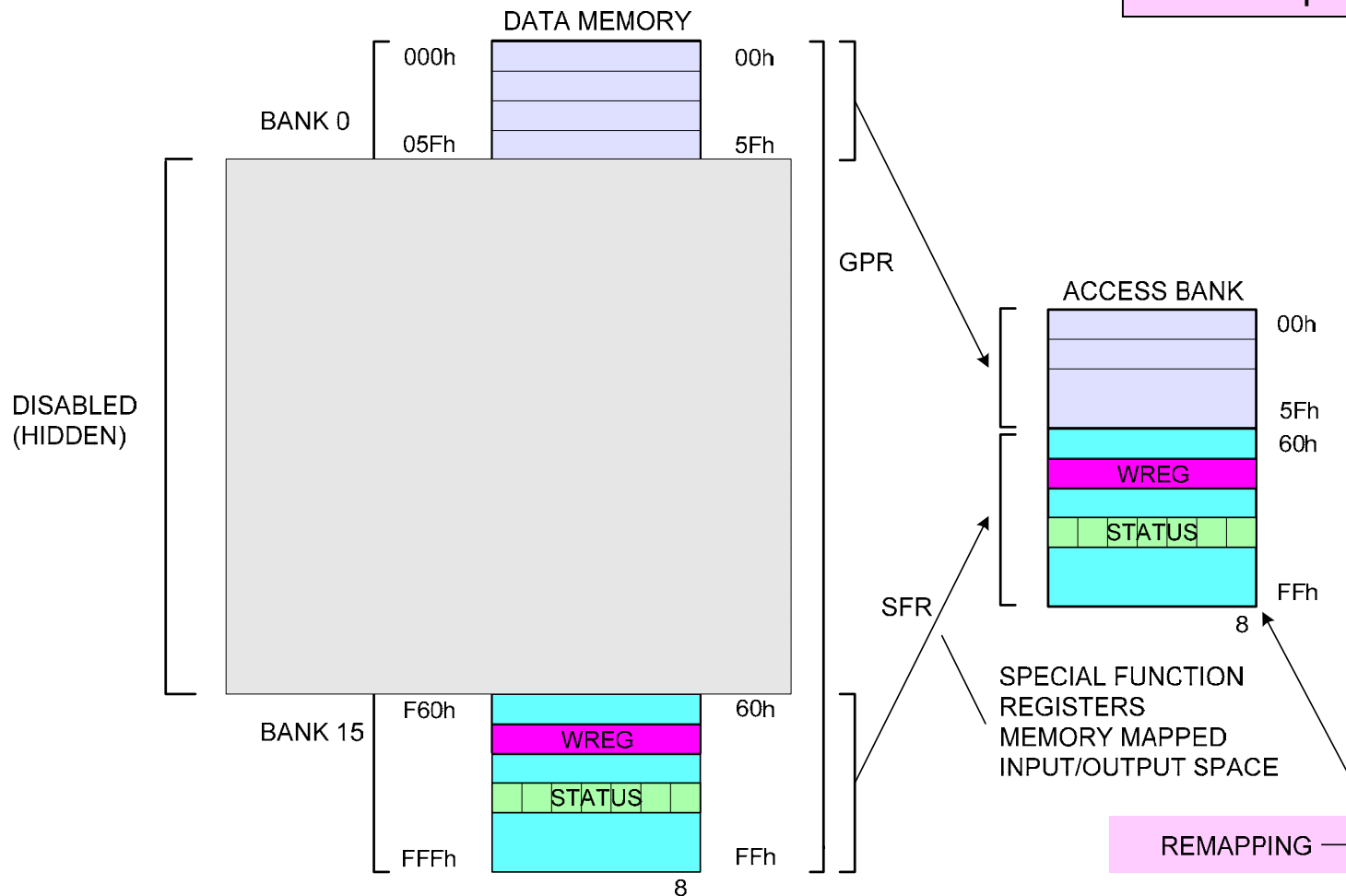
SHARED RESOURCES - CONTEXT



Dynamické přemapování a přímá adresa

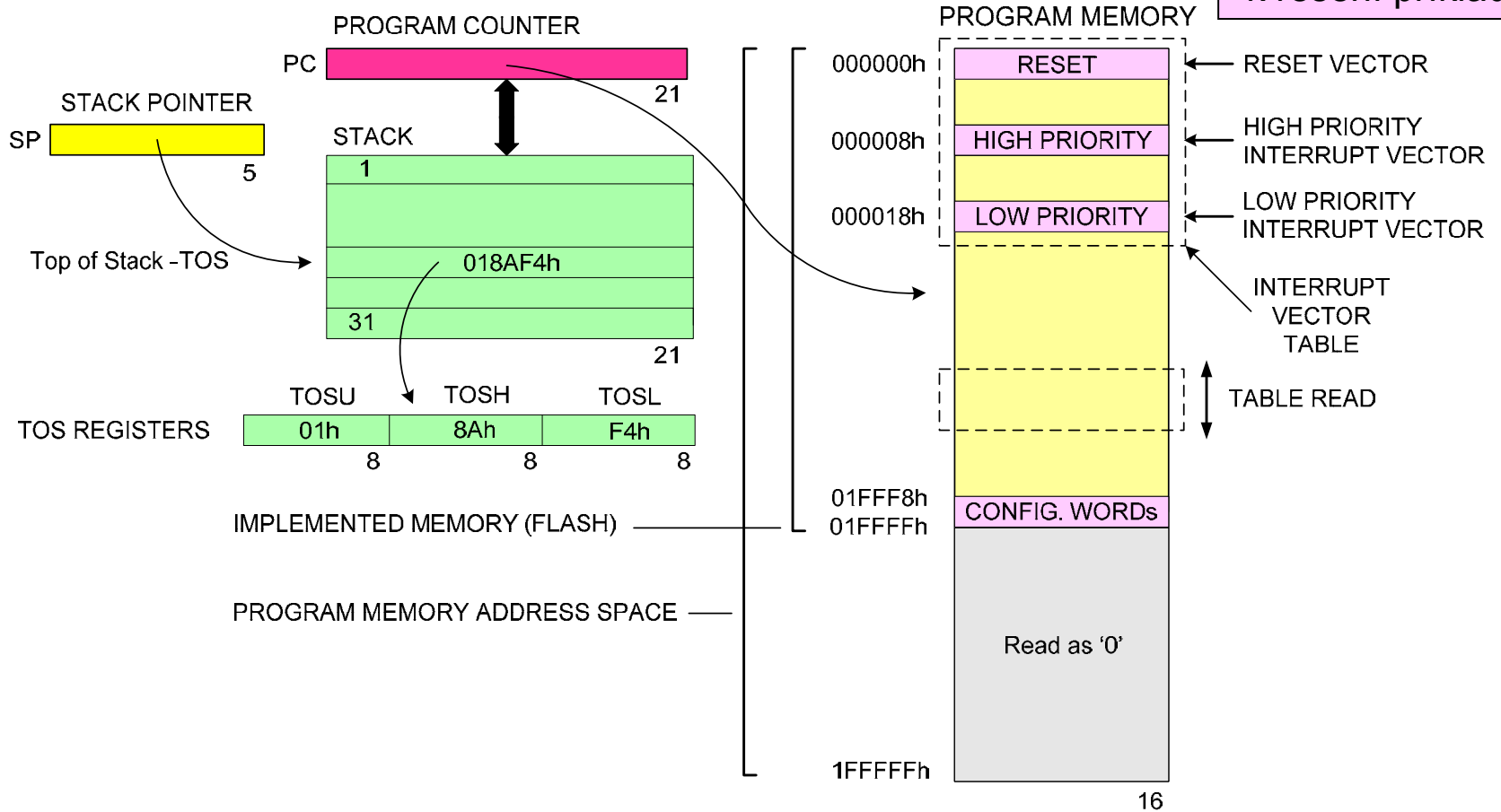
Souhrn informací
k řešení příkladu

REMAPPING & SHORT DIRECT ADDRESS



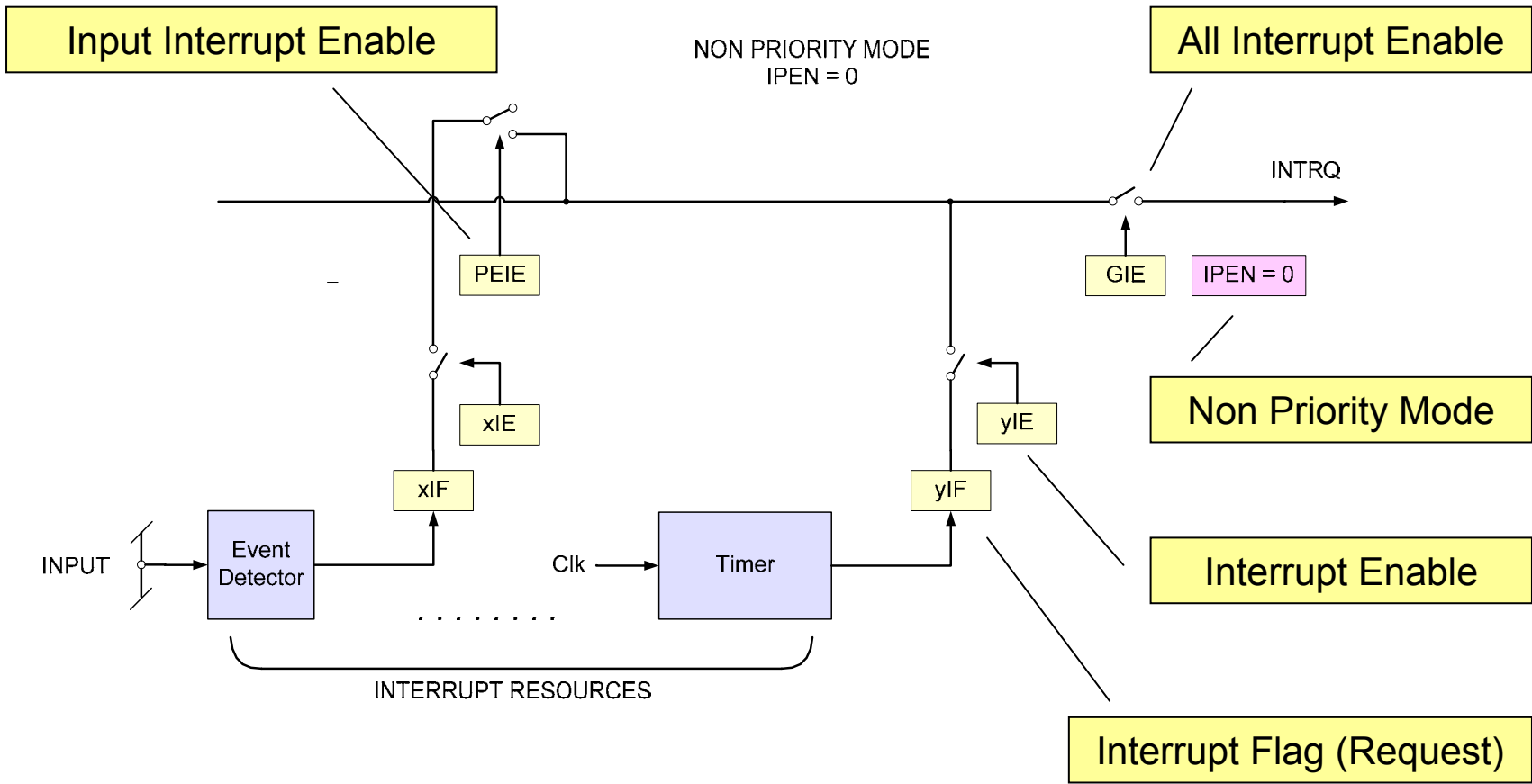
pic18F Family Program Memory

Souhrn informací k řešení příkladu



pic18F Family Interrupt System (Non Priority Mode)

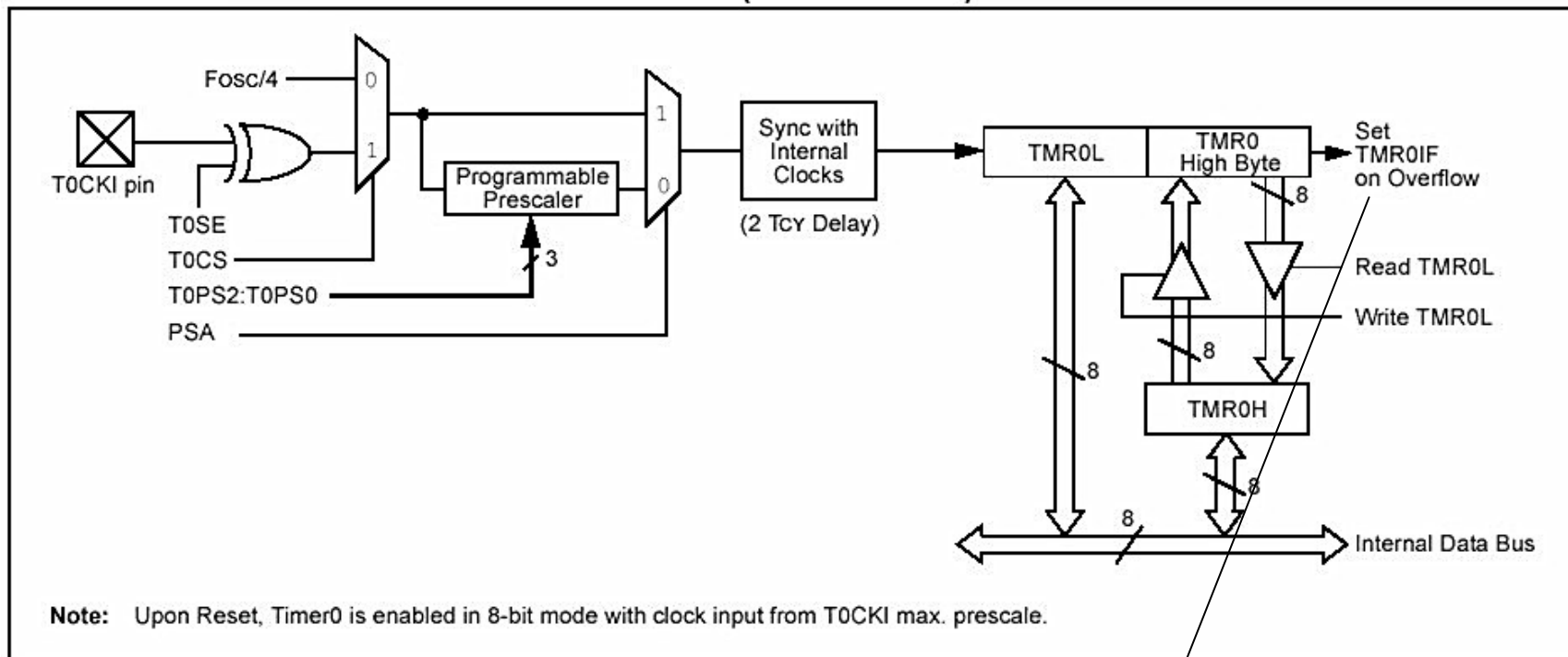
Souhrn informací
k řešení příkladu



Časovač Timer0 – konfigurace 16bitů

Souhrn informací
k řešení příkladu

FIGURE 12-2: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (16-BIT MODE)

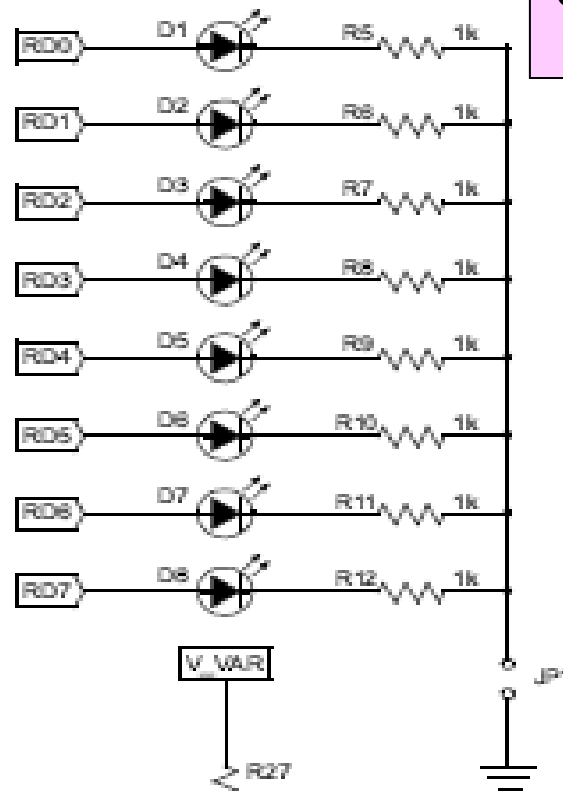


TIMER0 Overflow
Interrupt Flag
TMR0IF

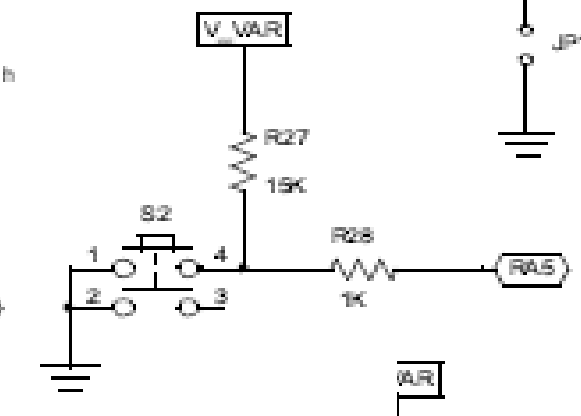
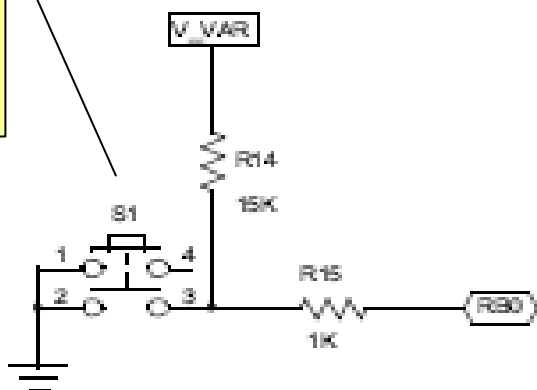
Zapojení portu D a B (LED diody a tlačítka S1, S2)

Souhrn informací k řešení příkladu

PORTD



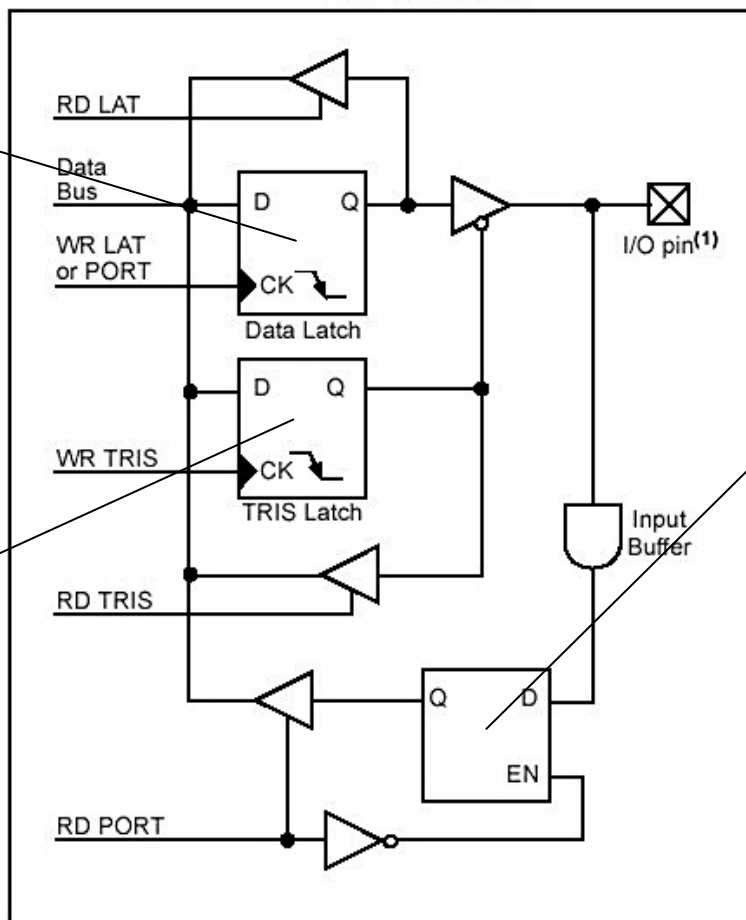
S1
PORTB
bit RB0



Programovatelné vstupní nebo výstupní porty

Souhrn informací
k řešení příkladu

FIGURE 10-1: GENERIC I/O PORT OPERATION



LAT
nebo
PORT
Výstupní
registr

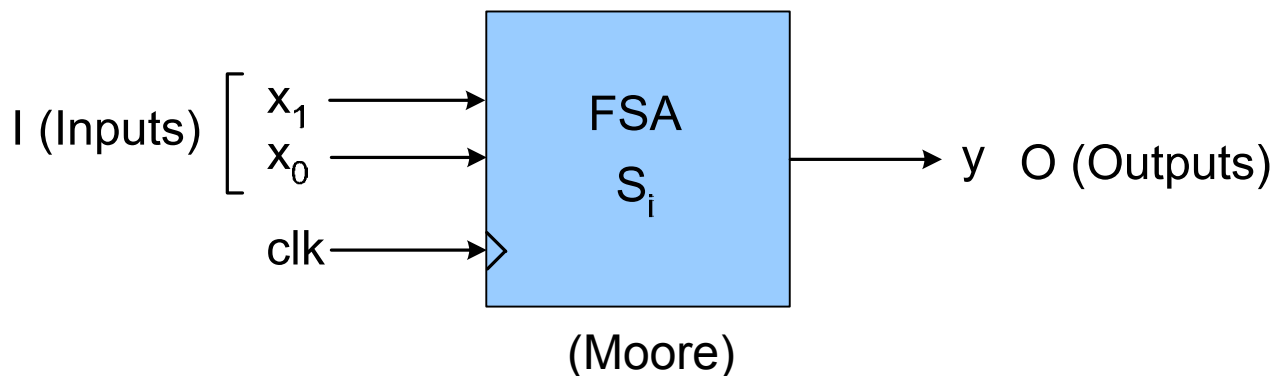
TRIS
Nastavení
směru
0 -> Output
1 -> Input

PORT
Vstupní
registr

Detektor posloupnosti bitů '110' (FSA typu Moore)

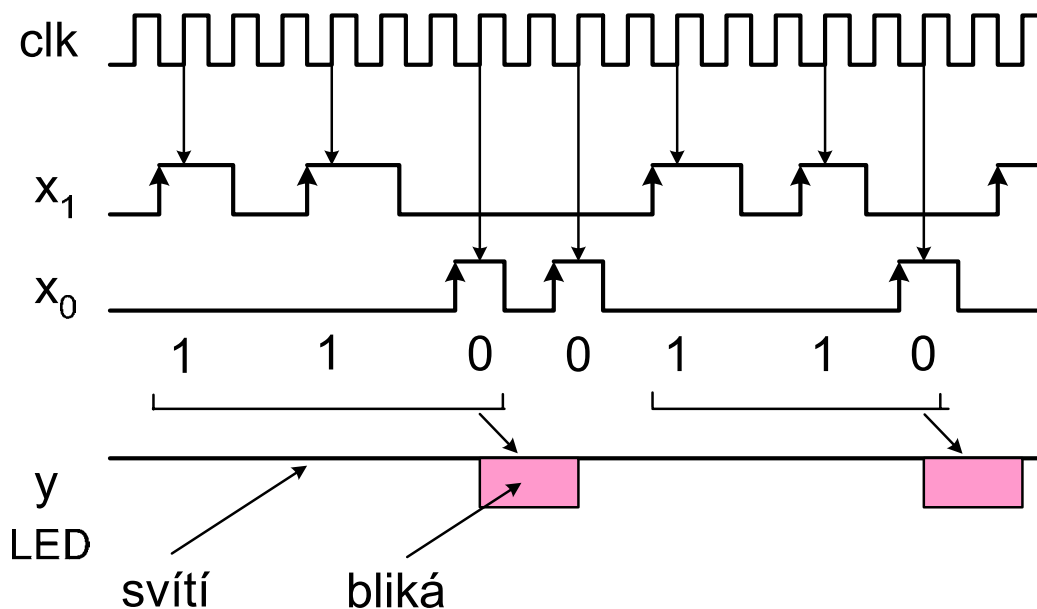
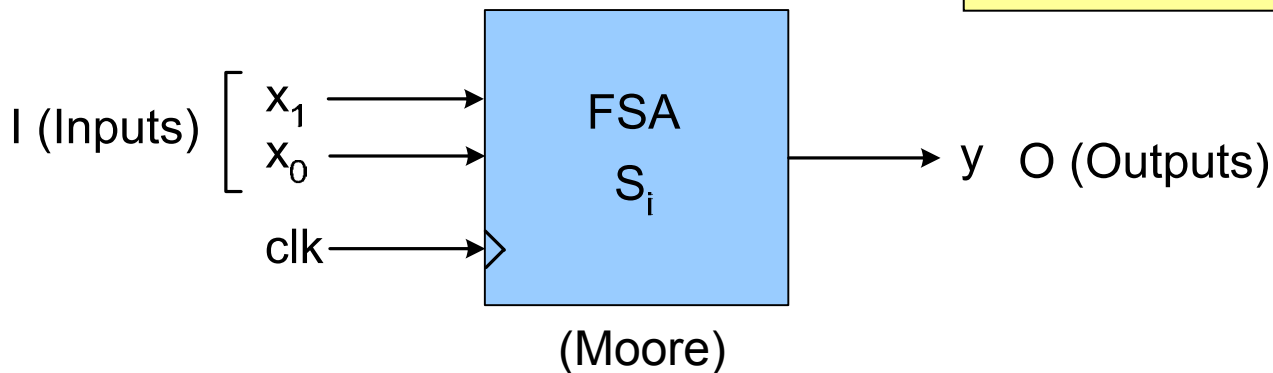
Příklad návrhu

Navrhněte synchronní konečný automat (FSA – Finite State Automaton), který v proudu vstupních bitů detekuje posloupnost '110'. Detekci každé takové posloupnosti automat indikuje na výstupu blikáním LED diody. V ostatních stavech automatu LED dioda svítí nepřerušovaně. Náběžná hrana x_1 indikuje na vstupu '1', náběžná hrana x_0 pak '0'. Automat realizujte programovými prostředky a využitím hardwareové podpory. Použijte jednohladinový systém přerušení a časovač. Vstupy x_1 a x_0 se zadávají tlačítky s mechanickým kontaktem a odskoky při změně hodnoty. Program automatu musí odskoky filtrovat, sestavte a použijte filtrační algoritmus („debounce circuit“).



Detektor posloupnosti bitů '110' (FSA typu Moore)

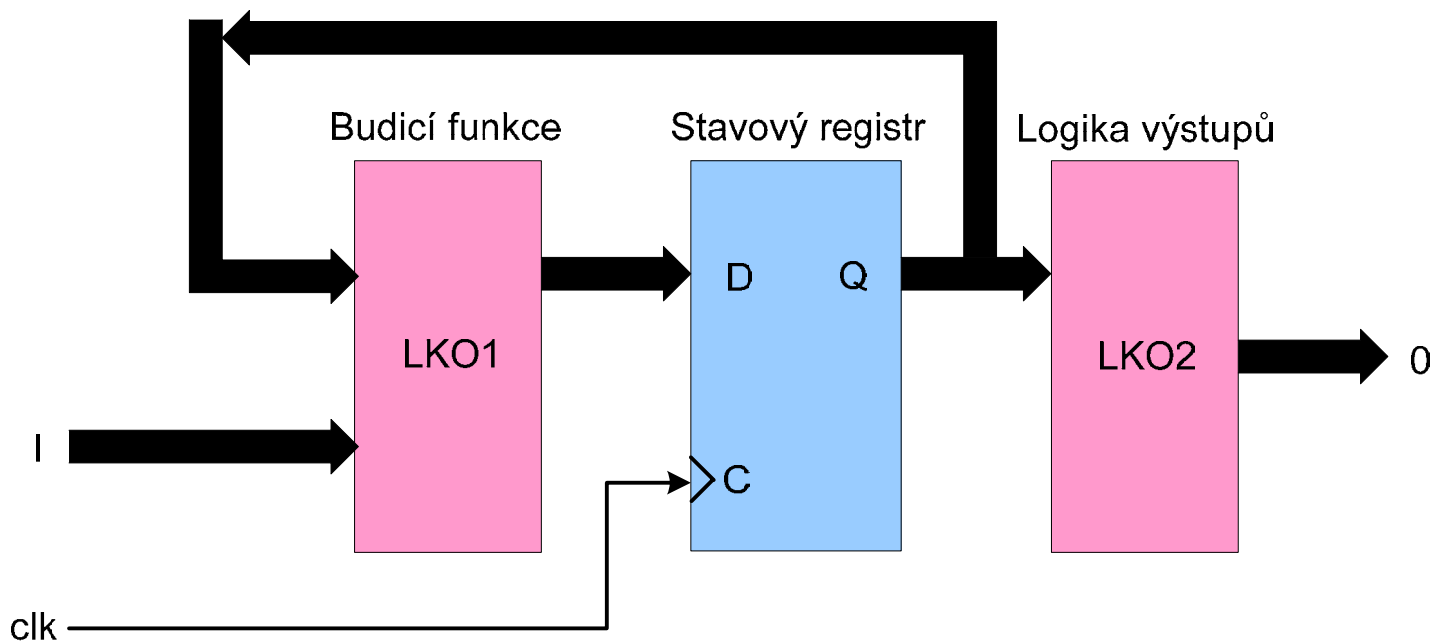
Příklad návrhu



Detektor posloupnosti bitů '110' (FSA typu Moore)

Příklad návrhu

Co máme navrhnout?



Detektor posloupnosti bitů '110' (FSA typu Moore)

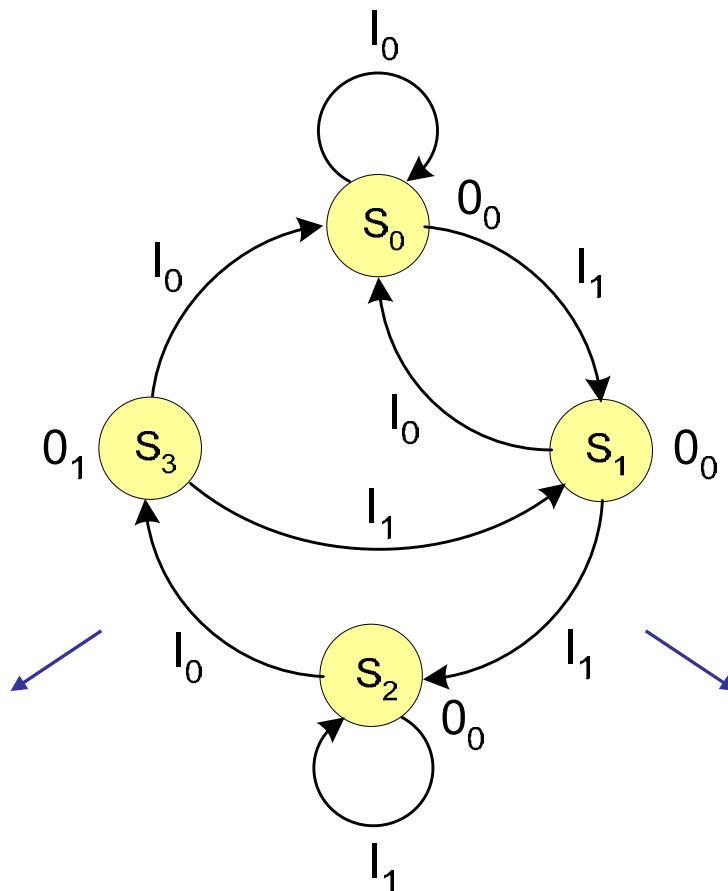
Příklad návrhu

Stavový diagram

I – Vstupy (Inputs)

O – Výstupy (Outputs)

S_i – i-tý stav



Tabulka přechodů

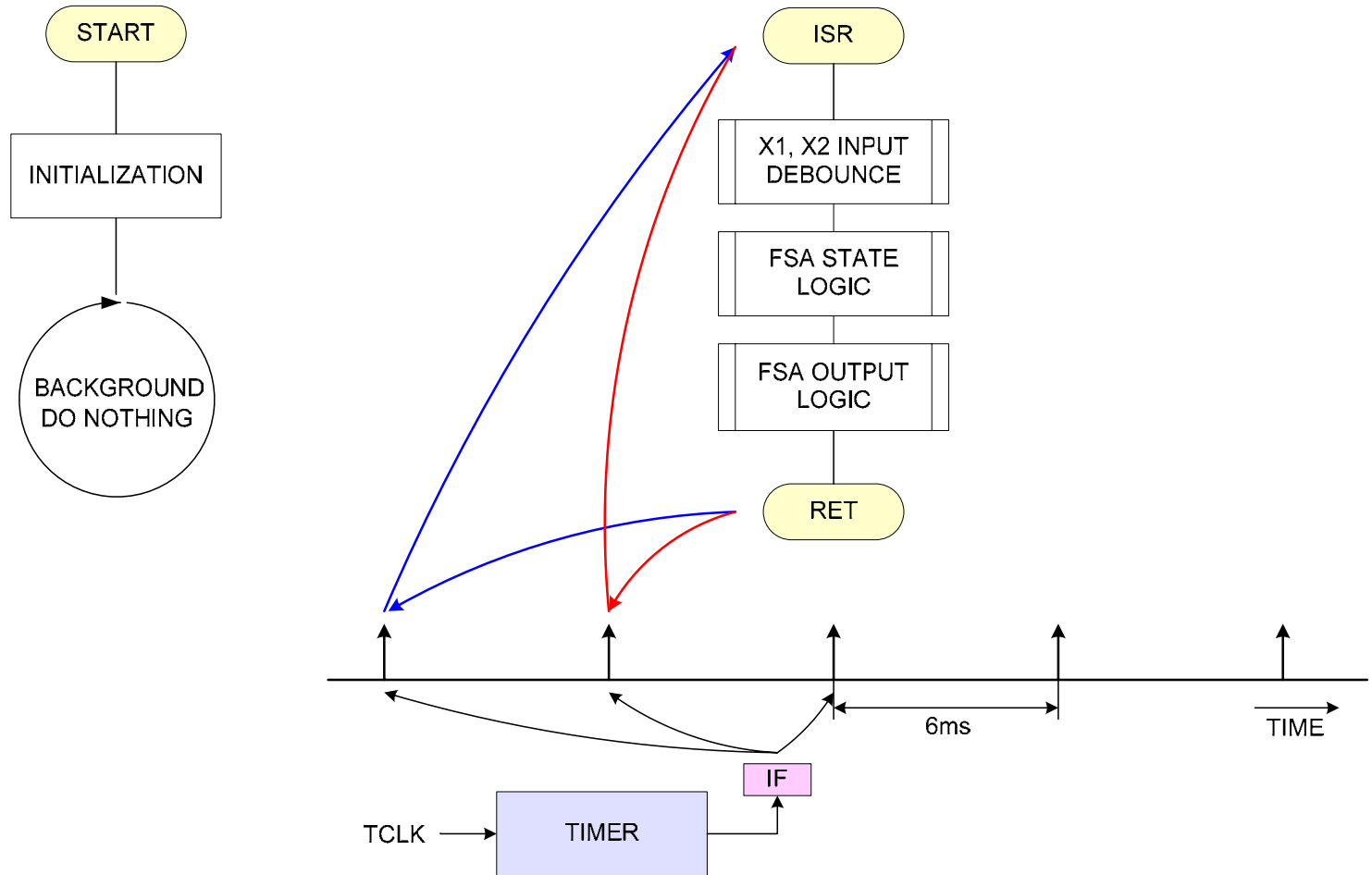
S_i	I_0	I_1
S_0	S_0	S_1
S_1	S_0	S_2
S_2	S_3	S_2
S_3	S_0	S_1

Tabulka výstupů

S_i	O_i
S_0	O_0
S_1	O_0
S_2	O_0
S_3	O_1

Dekompozice problému - 1

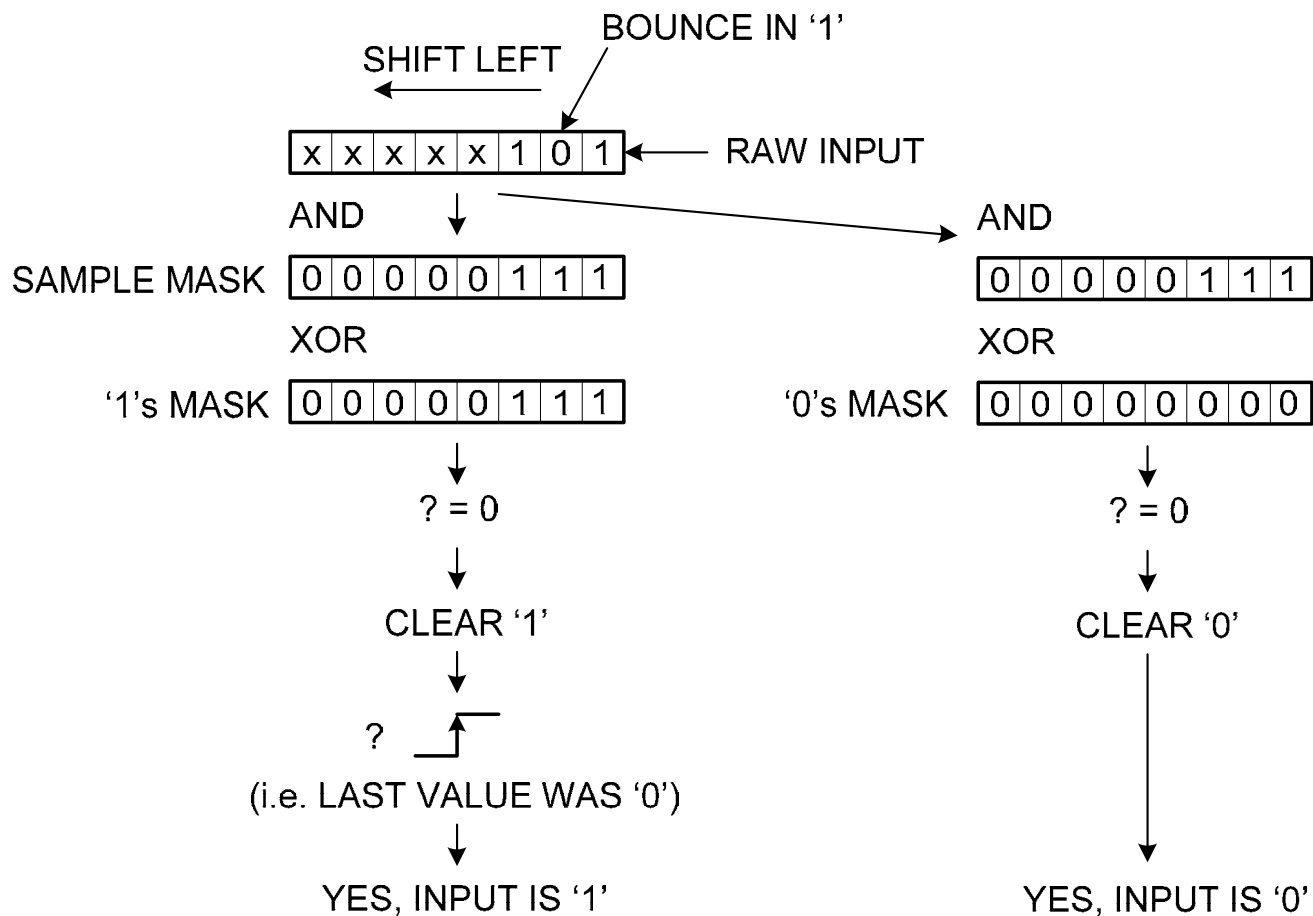
Příklad návrhu



Dekompozice problému - 2

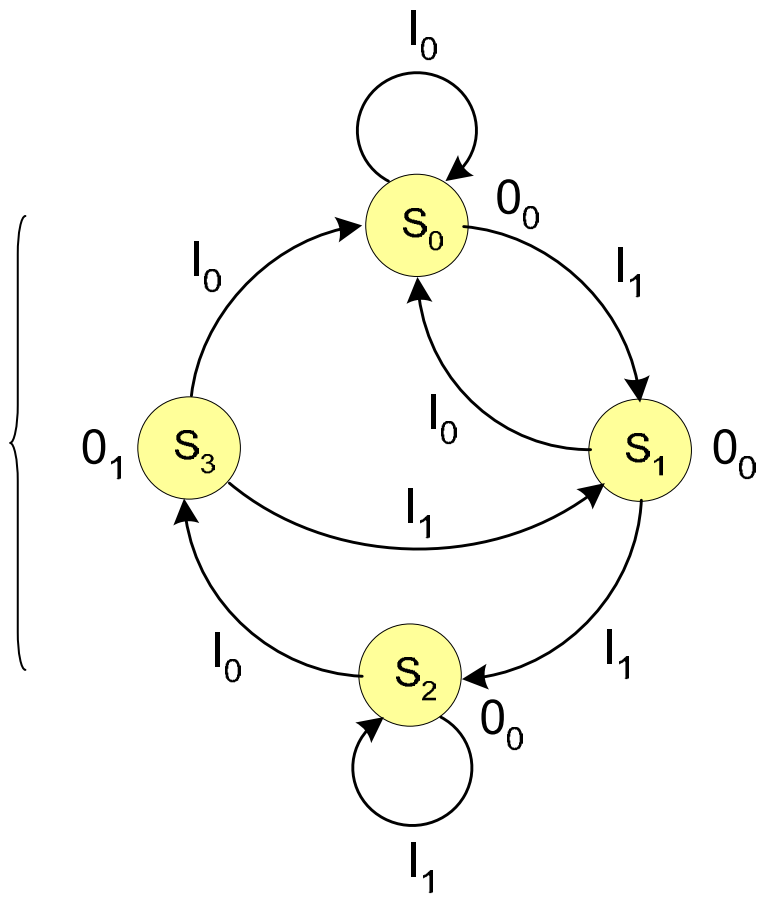
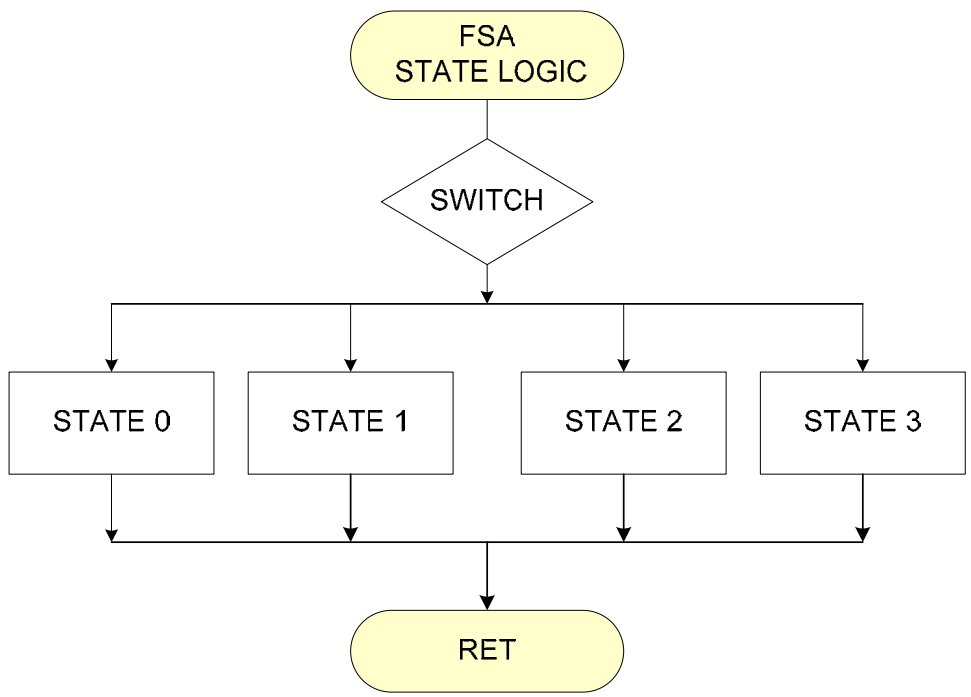
Příklad návrhu

DEBOUNCE ALGORITHM PRINCIPLE



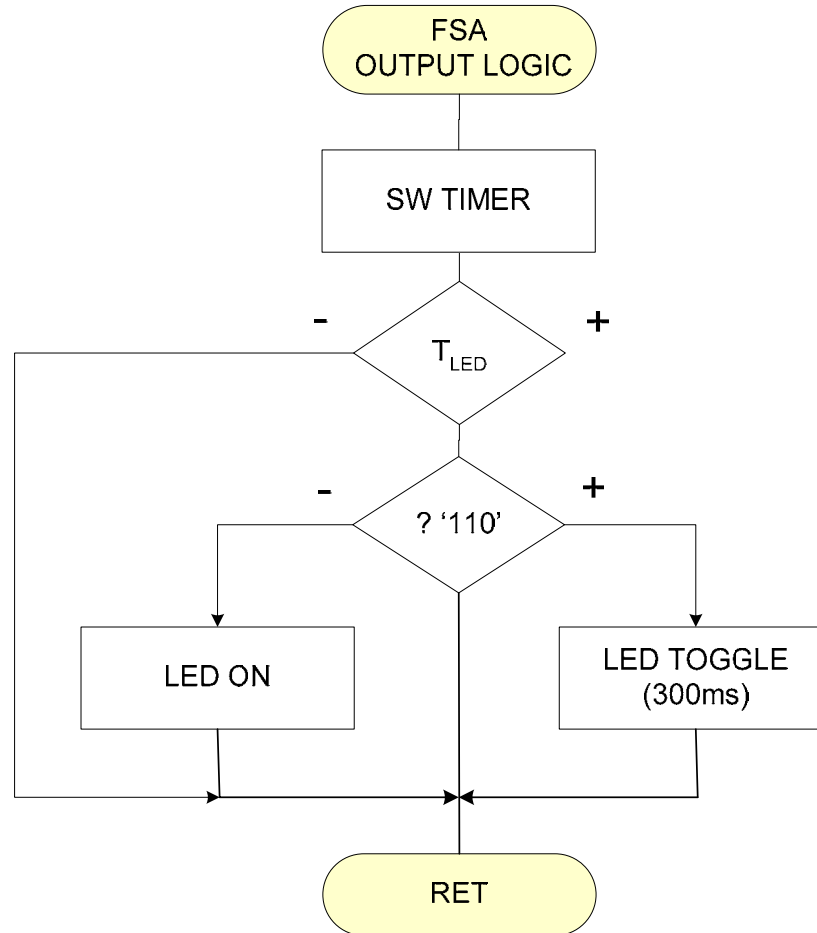
Dekompozice problému - 3

Příklad návrhu



Dekompozice problému - 4

Příklad návrhu



MIKROPROCESORY PRO VÝKONOVÉ SYSTÉMY

System přerušení

KONEC



České vysoké učení technické Fakulta elektrotechnická