

Technika Mikroprocesorowa

Laboratorium 6

Stoper

Cel ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest doskonalenie umiejętności obsługi układów czasowo-licznikowych oraz obsługi przerwań. W wyniku wykonania ćwiczenia opanowana zostanie obsługa wielu źródeł przerwań. Użyte zostanie przerwanie licznikowe i przerwanie od wejścia zewnętrznego INT0.

Program realizujący funkcję stopera powinien realizować następujące zadanie : zmierzyć czas między kolejnym naciśnięciem „przycisku start/stop”. Rozwiązań tego zadania jest wiele. Proponuję zrealizować je w następujący sposób z wykorzystaniem licznika T2 i INT0 jako „przycisku start/stop”. A więc ustawiamy licznik T2 w tryb autoreload by zliczał 10000 impulsów. Licznik ten będzie generował przerwanie co 10ms dla kwarcu 12MHz. W przerwaniu od licznika T2 będziemy zliczać przepełnienia w 16bitowym rejestrze DPTR. Dzięki temu czas pomiędzy kolejnymi przepełnieniami DPTR będzie ok. 655,4 s, czyli nasz stoper zmierzy co najwyżej 655,4s. INT0 użyjemy do włączenia i wyłączenia stopera. W procedurze wywoływanej INT0 odczytujemy zawartość DPTR oraz licznika T2 i zapisujemy w wybranych komórkach pamięci RAM np. czas startu pod adresami 40-44H, czas stopu 50-54H, a różnicę w komórkach 60-64H. Do ww. komórek wpisujemy kolejne bajty w kolejności jak poniżej

DPH	DPL	TH2	TL2
-----	-----	-----	-----

rys. 1 Format danych w pamięci

Program składa się z następujących części:

1. INIT
2. pętli głównej
3. procedury obsługującej przerwanie od T2
4. procedury obsługującej przerwanie od INT0

INIT: W części INIT realizujemy

- a) konfiguracja licznika T2 do pracy w trybie autoreload zliczającego 10000 impulsów
- b) konfiguracja wejścia INT0
- c) konfiguracja kontrolera przerwań :
 - i) ustawienie rejestru IE
(1) inicjacja IRQ T2, IRQ INT0
 - ii) ustawienie wektora przerwań

PĘTLA GŁÓWNA W pętli głównej wykonujemy inkrementację dowolnego rejestru by widzieć, że pętla ta się wykonuje.

PROCEDURA IRQ T2. Procedura obsługująca przerwanie od licznika T2. W procedurze tej zliczamy przepełnienia w 16 bitowym rejestrze DPTR

PROCEDURA IRQ INT0. Obsługa przerwania zewnętrznego INT0. W procedurze tej zapisujemy stan DPTR oraz T2 (rys. 1) dla START, dla STOP. Aby rozróżnić start od stopu musimy użyć znacznika bitowego jak w przykładzie poniżej.

; Jeżeli bit o adresie 20H jest wyzerowany to znaczy, że jest to start stopera

JB 20H,SSTOP ;20H komórka pamięci adresowana bitowo.

;tu wpisujemy kod zapisujący stan DPTR I T2 w wybranych komórkach pamięci RAM

CPL 20H ;negacja bitu (w następnym przypadku mamy STOP)

LJMP ENDINT0

SSTOP: ; przypadek gdy musimy odczytać koniec czasu stopera, Bit 20H jest ustawiony

;tu wpisujemy kod zapisujący stan DPTR I T2 w wybranych komórkach pamięci

; tu wpisujemy kod liczący $\Delta T = T_{stop} - T_{start}$

;tu wpisujemy kod zapisujący ΔT w wybranych komórkach pamięci

CLR 20H ;wyzerowanie bitu 20H – przygotowanie stopera do odczytania momentu „START”

Elementy wymagane przy sprawozdaniu:

- Napisany program z komentarzami (kod oraz opis programu)

DODATKI:

KONFIGURACJA LICZNIKA T2

Taktowanie portu UART zrealizować w oparciu o T2. Ponieważ port szeregowy UART jest już znany i podstawowa obsługa tego portu jest opanowana więc w tym ćwiczeniu należy na podstawie poniższych informacji samemu wybrać tryb pracy portu i odpowiednio go skonfigurować.

Do sterowania licznika T2 służą słowa **T2MOD (C9H)** i **T2CON (C8H)** (wystarczy skonfigurować **T2CON**)

impulsy zliczane są w rejestrach.

- **TH2 (CDH)** – Bardziej znaczący bajt licznika T2
- **TL2 (CCH)** – Mniej znaczący bajt licznika T2

rejstry przeładowania

- **RCAP2H(CBH)**
- **RCAP2L(CAH)**

Asembler „nie rozumie” nazw TH2, TL2 itp. bo nie są predefiniowane w takim przypadku do konfiguracji licznika można zastosować dwa rozwiązania

- użyć adresowania bezpośredniego komórek – np. `MOV 0CCH, #001H`
- zdefiniować potrzebny symbol w następujący sposób: `TH2 SET 0CDH` a potem go używać np. `MOV T2H, #0FH`. Analogicznie postępować z pozostałymi rejestrami TL2, RCAP2H, RCAP2L

Asembler będzie zgłaszał komunikaty w postaci ostrzeżeń – należy je zignorować.

Dane potrzebne do konfiguracji T2 zamieszczono poniżej

Tryby pracy ustawiamy zgodnie z tabelką (x – oznacza dowolną wartość)

RCLK + TCLK	CP/RL2	TR2	Mode
0	0	1	16-bit auto-reload
0	1	1	16-bit capture
1	X	1	baud rate generator
X	X	0	(off)

Opis rejestru T2CON

Licznik T2

T2CON (C8H)

Bit	TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
Nr bitu	7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	Funkcja
TF2	Znacznik (flaga) przepełnienia ustawiany przez T2, zerowany programowo. Jeżeli RCLK = 1 lub TCLK = 1 to nie jest ustawiany.
EXF2	Znacznik opadającego zbocza sygnału na wejściu T2EX gdy EXEN2=1, zerowany programowo. Nie generuje przerwania gdy DCEN=1.
RCLK	Przypisanie licznika T2 do sygnału zegarowego dla odbiornika portu szeregowego RCLK=1 w trybach pracy 1 i 3. RCLK=0 przypisanie licznika T1.
TCLK	Przypisanie licznika T2 do sygnału zegarowego dla nadajnika portu szeregowego TCLK=1 w

	trybach pracy 1 i 3. $TCLK=0$ przypisanie licznika T1.
EXEN2	Uaktywnienie wejścia wyzwalającego T2EX, reakcja na opadające zbocze $EXEN2=1$ (gdy T2 nie jest używany jako zegar taktujący dla portu szeregowego). $EXEN2=0$ licznik T2 ignoruje zdarzenia na wejściu T2EX.
TR2	Start/stop licznika T2. $TR2=1$ uruchamia zliczanie.
C/T2	Przełączanie między funkcjami licznika i czasomierza. $C/T2=0$ czasomierz, $C/T2=1$ - licznik.
CP/RL2	Ustawienie trybu pracy licznika. $CP/RL2=1$ praca z zatrzaskiwaniem zawartości licznika. $CP/RL2=0$ praca z automatycznym wpisaniem wartości początkowej.

Opis rejestru T2MOD

T2MOD (C9H)

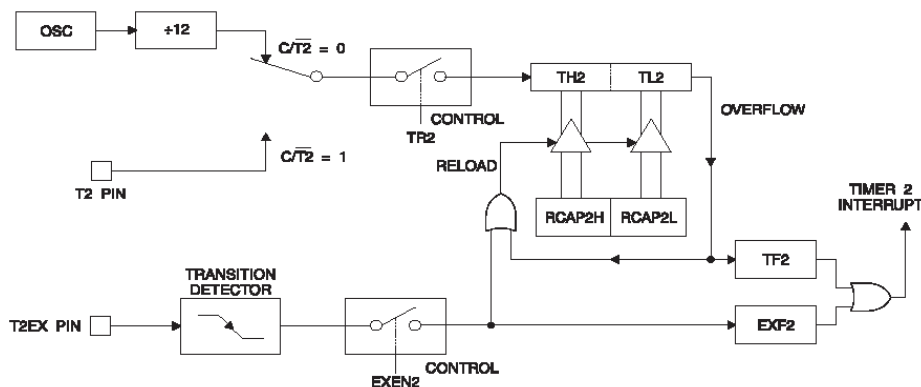
Nazwa bitu	---	---	---	---	---	---	T2OE	DCEN
Nr bitu	7	6	5	4	3	2	1	0

Bit	Funkcja
T2OE	Ustawienie wyjścia T2. $T2OE=1$ sygnał zegarowy na T2 (P1.0).
DCEN	Zezwolenie na zliczanie w dół i/lub w górę, $DCEN=1$.

Tryb pracy autoreload

W tym trybie licznik działa z automatycznym przeładowaniem po przepełnieniu. Przy przepełnieniu ustawiany jest znacznik TF2 i może zostać wygenerowane przerwanie.

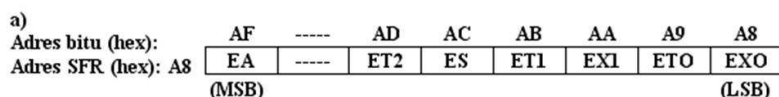
Figure 2. Timer 2 in Auto Reload Mode ($DCEN = 0$)



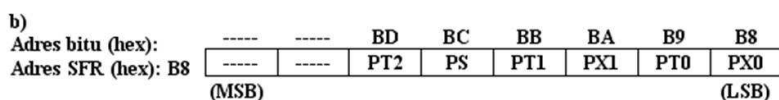
W tym trybie licznik działa z automatycznym przeładowaniem po przepełnieniu lub wyzerowaniu. Kierunek zliczania jest ustawiany przez wartość na pinie T2EX. Przy przepełnieniu lub wyzerowaniu ustawiany jest znacznik TF2 i może zostać wygenerowane przerwanie.

KONFIGURACJA KONTROLERA PRZERWAŃ

SYSTEM PRZERWAŃ



IE



IP

c)

IE	IP	Przerwanie	Priorytet
IE.0 – EX0	IP.0 – PX1	zewnętrzne INT0	najwyższy
IE.1 – ET0	IP.1 – PT0	od licznika/czasomierza T0	
IE.2 – EX1	IP.2 – PX1	zewnętrzne INT1	najwyższy
IE.3 – ET1	IP.3 – PT1	od licznika/czasomierza T1	
IE.4 – ES	IP.4 – PS	od portu szeregowego SPI, UART	
IE.5 – ET2	IP.5 – PT2	od licznika/czasomierza T2	
IE.6 – -	IP.6 – -		
IE.7 – EA	IP.7 – -	system przerwania	

Sterowanie systemem przerwania: a) słowo sterujące IE;

W ustawienie bitu EA w rejestrze IE powoduje włączenie obsługi przerwania, ustawienie pozostałych bitów uaktywnia odpowiednie przerwanie.

TCON – rejestr służący do konfiguracji liczników T0 i T1 oraz ustawienia przerwania zewnętrznych

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

TF1, TR1, TF0, TR0 – te bity dotyczą licznika T0 i T1 dlatego ich nie opisano.

IE1 (TCON.3) - znacznik zgłoszenia przerwania na INT1. Ustawiany sprzętowo po wykryciu zgłoszenia przerwania zewnętrznego na wejściu INT1. Zerowany automatycznie po przyjęciu przerwania.

IT1 (TCON.2) - bit sterujący zgłoszeniem przerwania na INT1. Zmieniany programowo. Określa, czy przerwanie powinno być zgłaszane zboczem opadającym (IT1=1), czy niskim poziomem (IT1=0) sygnału przerywającego.

IE0 (TCON.1) - znacznik zgłoszenia przerwania na INT0. Ustawiany sprzętowo po wykryciu zgłoszenia przerwania zewnętrznego na wejściu INT0. Zerowany automatycznie po przyjęciu przerwania.

IT0 (TCON.0) - bit sterujący zgłoszeniem przerwania na INT0. Zmieniany programowo. Określa, czy przerwanie powinno być zgłaszane zboczem opadającym (IT0=1), czy niskim poziomem (IT0=0) sygnału przerywającego.

WEKTOR PRZERWAŃ

Poniżej pokazano wektor przerwania mikrokontrolera rodziny '51 czyli zestaw adresów w pamięci programu do których procesor „skacze” w momencie przyjścia aktywnego przerwania.

- 0003H – dla przerwania zewnętrznego INT0,
- 000BH – dla przerwania z licznika-czasomierza T0,
- 0013H – dla przerwania zewnętrznego INT1,
- 001BH - dla przerwania z licznika-czasomierza T1,
- 0023H – dla przerwania z portu szeregowego,
- 002BH - dla przerwania z licznika-czasomierza T2,