Przerwania, polling, timery - wykład 9

Adam Szmigielski
aszmigie@pjwstk.edu.pl

Metody obsługi zdarzeń

- *Przerwanie* (ang. Interrupt) - zmiana sterowania, niezależnie od aktualnie wykonywanego programu, spowodowana pojawieniem się sygnału przewania. Pojawienie się przerwania powoduje wstrzymanie aktualnie wykonywanego programu i wykonanie przez kontroler procedury obsługi przerwania.
- *Zapytywanie* (ang. Polling) - aktywne, okresowe, próbkowanie (sprawdzanie) statusu urządzeń zewnętrznych przez kontroler.

Zapytywanie **(ang. Polling)**

- Technika *polling* jest najczęściej używana w kontekście obsługi urządzeń wejścia/ wyjścia,
- W *polling-u* komputer centralny cyklicznie sprawdza stan urządzenia zewnętrznego w oczekiwaniu na gotowość tego urządzenia - czeka na gotowość,
- *Polling* znajduje zastosowanie w sytuacjach, gdy komputer łączy się z zewnętrznymi urządzeniami w celu zebrania (odświeżenia) danych, przy czym współpraca ta odbywa się w trybie *off-line*,
- *Polling* może być wykorzystany do wymiany informacji z urządzeniami zewnętrznymi, w sytuacji gdy z jakiś względów urządzenia te nie mogą rozpocząć komunikacji,
- W systemach obsługujących jedno zadanie *polling* może również mieć zastosowanie. Większość czasu procesora byłaby wówczas tracona na sprawdzanie gotowości urządzenia,
- W systemach, które wymagają wykonania **wielu zadań** *polling* **jest mało efektywny** w stosunku do przerwań.

Rodzaje przerwań

1. *Sprzętowe:*
   - *Zewnętrzne* sygnał przerwania pochodzi z zewnętrznego źródła. Przerwania te służą do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi.
   - *Wewnętrzne* **-** pochodzące od timera
   - *Wewnętrzne wyjątki* **-** (ang. exceptions) – zgłaszane przez procesor dla sygnalizowania sytuacji wyjątkowych (np. dzielenie przez zero)
2. *Programowe:* z kodu programu wywoływana jest procedura obsługi przerwania (do komunikacji z systemem operacyjnym).

Wektory przerwań

- Adres procedury obsługi przerwania jest zapisany w *tablicy wektorów przerwań*,
- Przechowuje ona adresy poszczególnych procedur obsługi przerwań,

Wektory przerwań dla μC Atmel ATMega32

Vector No.	Program Address	Source	Interrupt Definition
1	$000	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, Watchdog Reset, and JTAG AVR Reset
2	$002	INT0	External Interrupt Request 0
3	$004	INT1	External Interrupt Request 1
4	$006	INT2	External Interrupt Request 2
5	$008	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
6	$00A	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
7	$00C	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
8	$00E	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
9	$010	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
10	$012	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
11	$014	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
12	$016	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
13	$018	SPI, STC	Serial Transfer Complete
14	$01A	USART, RXC	USART, Rx Complete
15	$01C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
16	$01E	USART, TXC	USART, Tx Complete
17	$020	ADC	ADC Conversion Complete
18	$022	EE_RDY	EEPROM Ready
19	$024	ANA_COMP	Analog Comparator
20	$026	TWI	Two-wire Serial Interface
21	$028	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Dokładniejsze informacje w dokumentacji.

Przerwania programowe

- Z kodu programu wywoływana jest procedura obsługi przerwania
- najczęściej wykorzystywane do komunikacji z systemem operacyjnym, który w procedurze obsługi przerwania (np. w DOS 21h)
- umieszcza kod wywołujący odpowiednie funkcje systemowe w zależności od zawartości rejestrów ustawionych przez program wywołujący.

Przerwania maskowalne i niemaskowalne

- *Przerwania maskowalne* które można blokować i odblokować programowo,
- Przerwania niemaskowalne - przerwania, których nie można zablokowć programowo. Są to przerwania, których wystąpienie każdorazowo powoduje bezwarunkowy skok do funkcji obsługi tego przerwania, np. reset

Obsługa przerwania

- Procedura obsługi przerwania - ciąg rozkazów realizujących pożądaną reakcję na przerwanie,
- *Program główny* - sekwencja działań (rozkazów) mikroprocesora realizowanych gdy nie ma przerwań,
- Obsługa przerwania nie może wprowadzać żadnych zmian w programie głównym.

Procedura obsługi przerwania

- Składowanie na stosie rejestrów roboczych,
- Rozpoznanie przyczyny przerwania,
- Skasowanie przyczyny przerwania,
- Dodatkowa obróbka informacji,
- Odtworzenie rejestrów roboczych ze stosu,
- Odblokowanie przerwań,
- Powrót do zawieszonego programu.

Stos

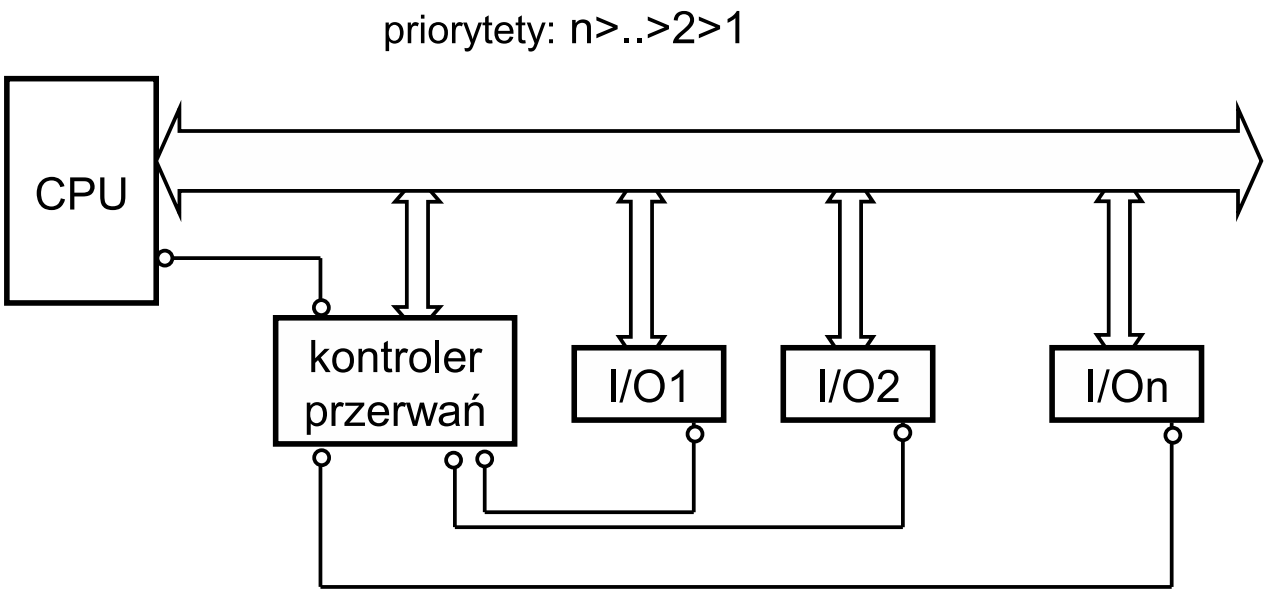
- W momencie wywołania przerwania adres odkładany jest na stos,
- Wskaźnik stosu powinien być ustawiony na miejsce gdzie znajduje się stos.

Priorytet przerwań

- *Priorytet przerwań* **-** zróżnicowanie co do ważności (pilności) zadań realizowanych przez system mikroprocesorowy,
- W szczególności zadaniami tymi mogą być procedury obsługi przerwań różnicując ich pilność dokonuje się określenia priorytetów poszczególnych przerwań,
- W przypadku AVR system obsługi przerwań jest płaski (brak hierarchii). Wszystkie przerwania są jednakowo ważne.

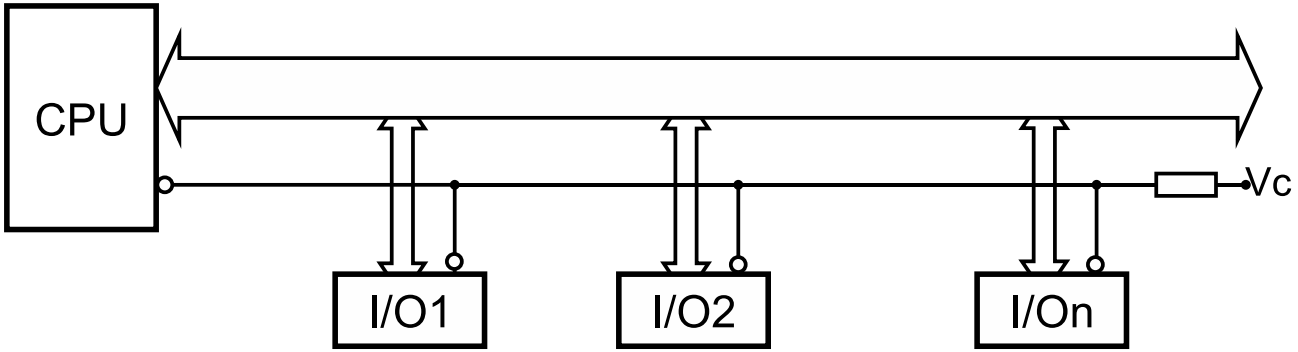
Sprzętowa realizacja hierarchii przerwań

- *sprzętowo* - przez wybór odpowiednie kontrolery



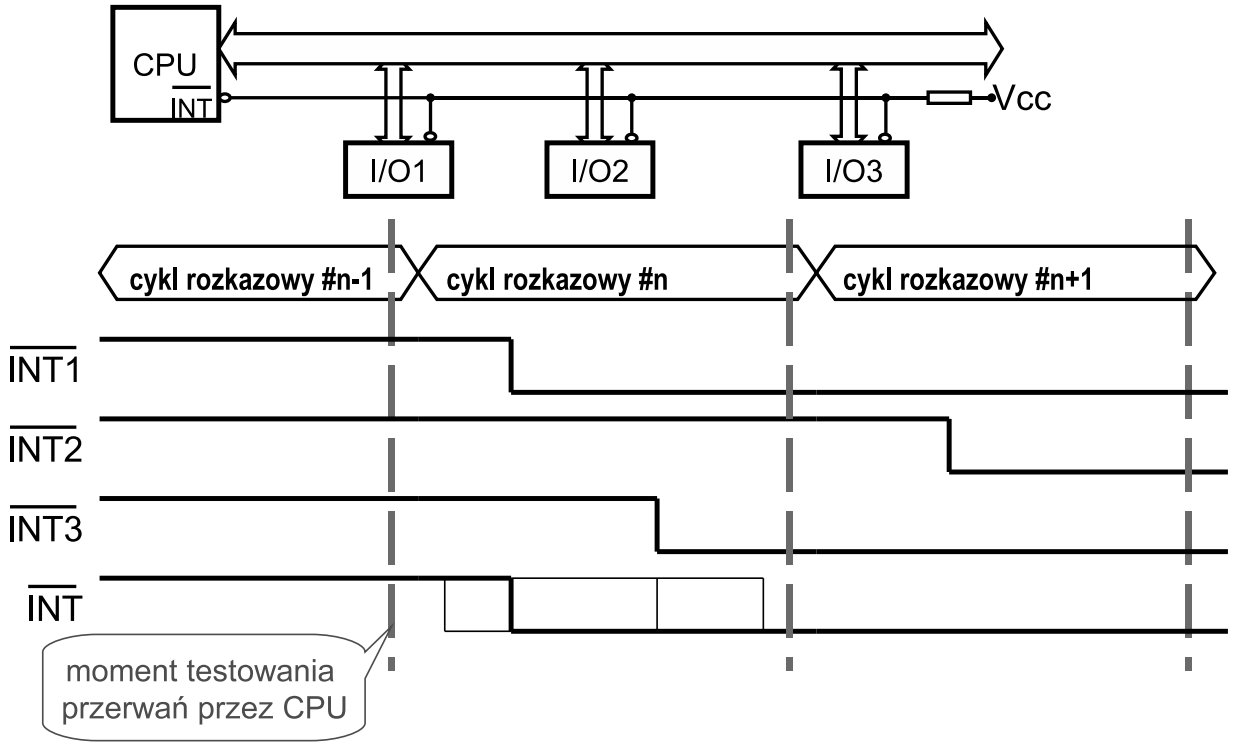
Programowa realizacja hierarchii przerwań

- *programowo* - poprzez wspólną procedurę obsługi przerwań. Jest on arbitrem systemu przerwań (rozpoznaje źródła aktualnych przerwań i decyduje o kolejności ich obsługi)



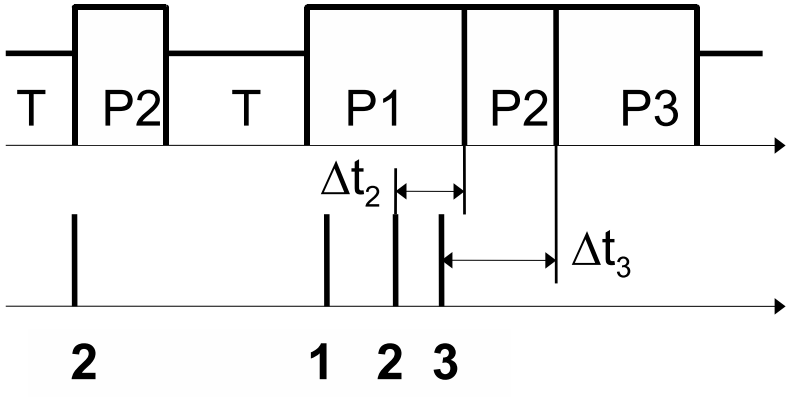
Asynchroniczność przerwań

- Przerwania z różnych źródeł pojawiają się w dowolnych, niezależnych od siebie, chwilach czasu,
- z punktu widzenie procesora przerwania 1 i 3 wystąpiły jednocześnie.



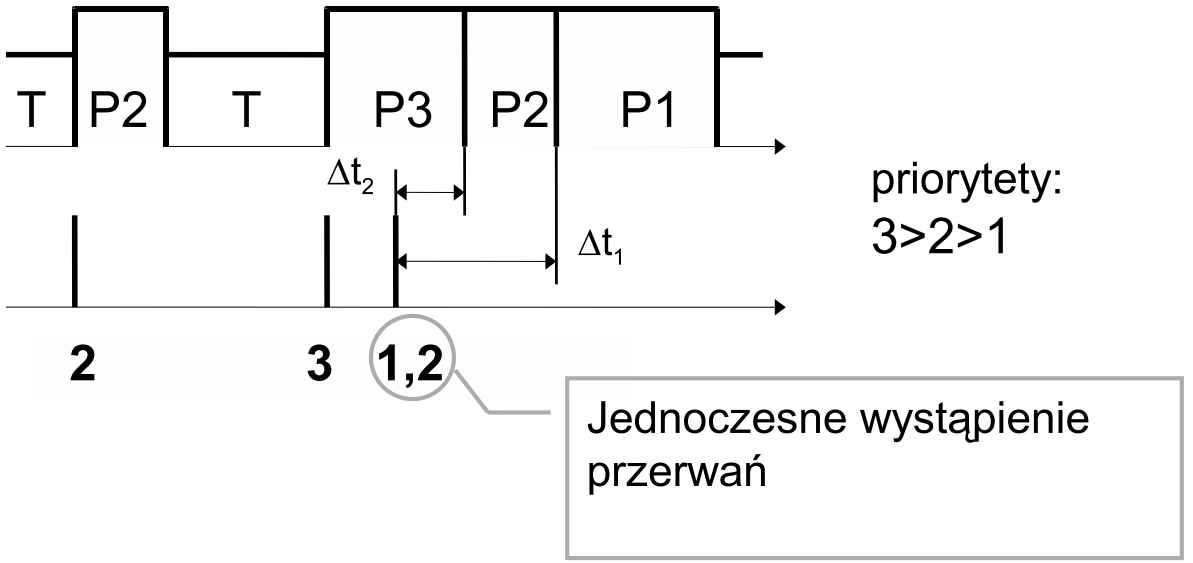
Jednopoziomowy system przerwań bez priorytetów

- Opóźnienia $\{\Delta t_2, \Delta t_3\}$ w reakcji na obsługę przerwań,
- Możliwość zgubienia przerwania podczas tych opóźnień,
- Maksymalny czas oczekiwania na obsługę przerwania może być równy sumie czasów obsługi pozostałych przerwań w systemie,
- Może być stosowany przy niewielkiej liczbie źródeł przerwań.



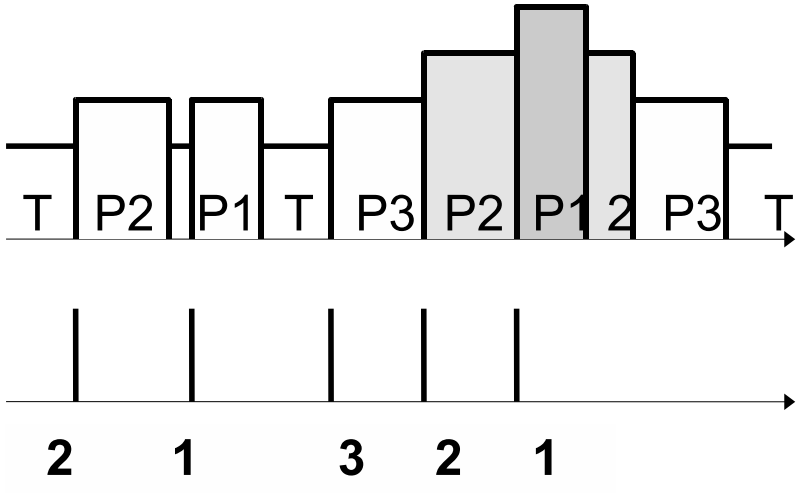
Jednopoziomowy system przerwań z priorytetami

- Istnieje hierarchia ważności przerwań,
- Opóźnienia $\{\Delta t_1, \Delta t_2\}$ w reakcji na obsługę przerwań,
- Przerwania o niższych priorytetach mogą dłużej czekać na obsługę (w skrajnych przypadkach mogą być nie obsłużone),
- System stosowany przy niewielkiej liczbie źródeł przerwań.



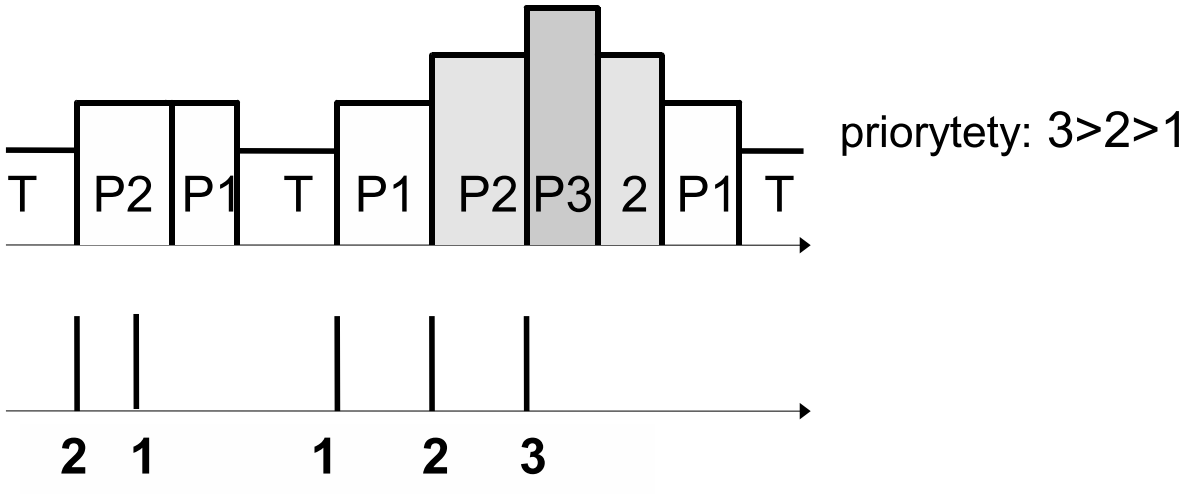
Wielopoziomowy bez priorytetów

- Każde przerwanie jest natychmiast obsługiwane,
- Proces obsługi dowolnego przerwania może zostać zawieszony przez procedury obsługi pozostałych przerwań,
- System bardzo rzadko stosowany.



Wielopoziomowy z priorytetami

- Przerwania o niskich priorytetach dłużej czekają na obsługę,
- Można przyśpieszyć obsługę ważniejszych przerwań.
- System zalecany przy większej liczbie źródeł przerwań.



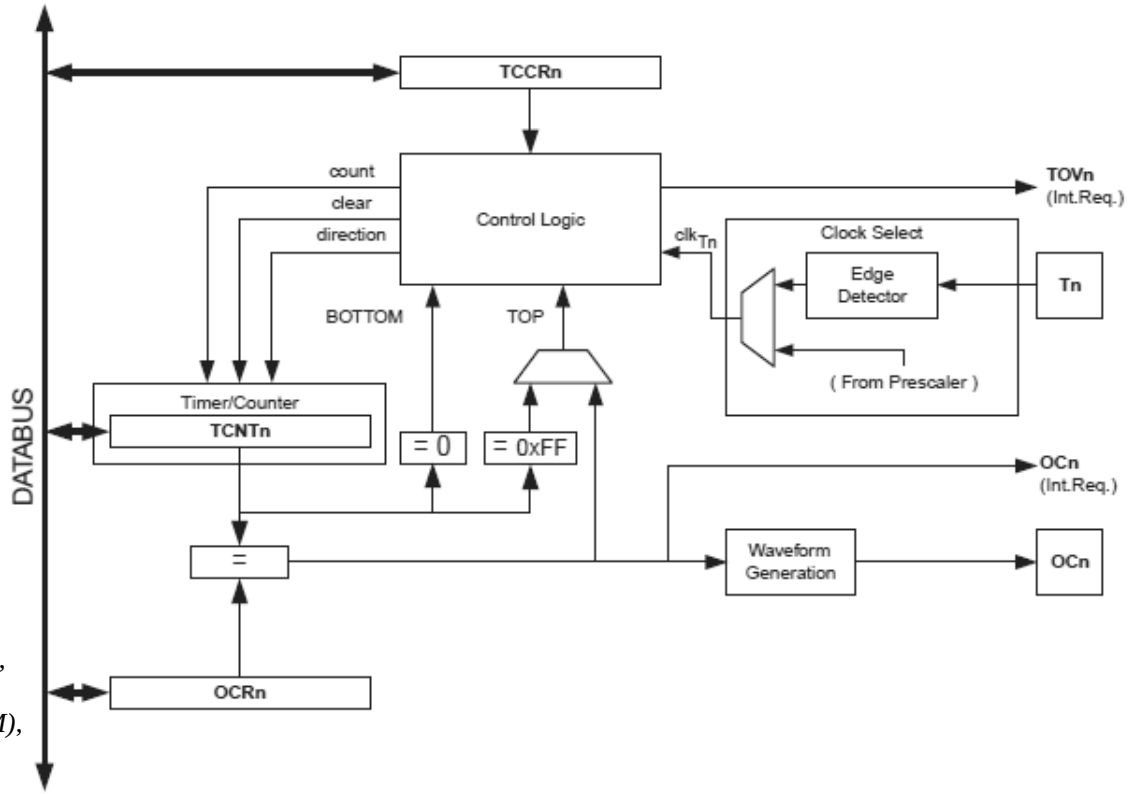
Rodzaje przerwań

- Przerwania zegarowe - odmierzanie czasu,
- Przerwania od urządzeń zewnętrznych - nieregularne,
- Przerwania od układów kontrolujących pracę systemu - o najwyższym priorytecie. Sygnalizują stan pracy jak
  - zanik zasilania,
  - błąd/wyjątek procesora,
  - inne

Liczniki i timery

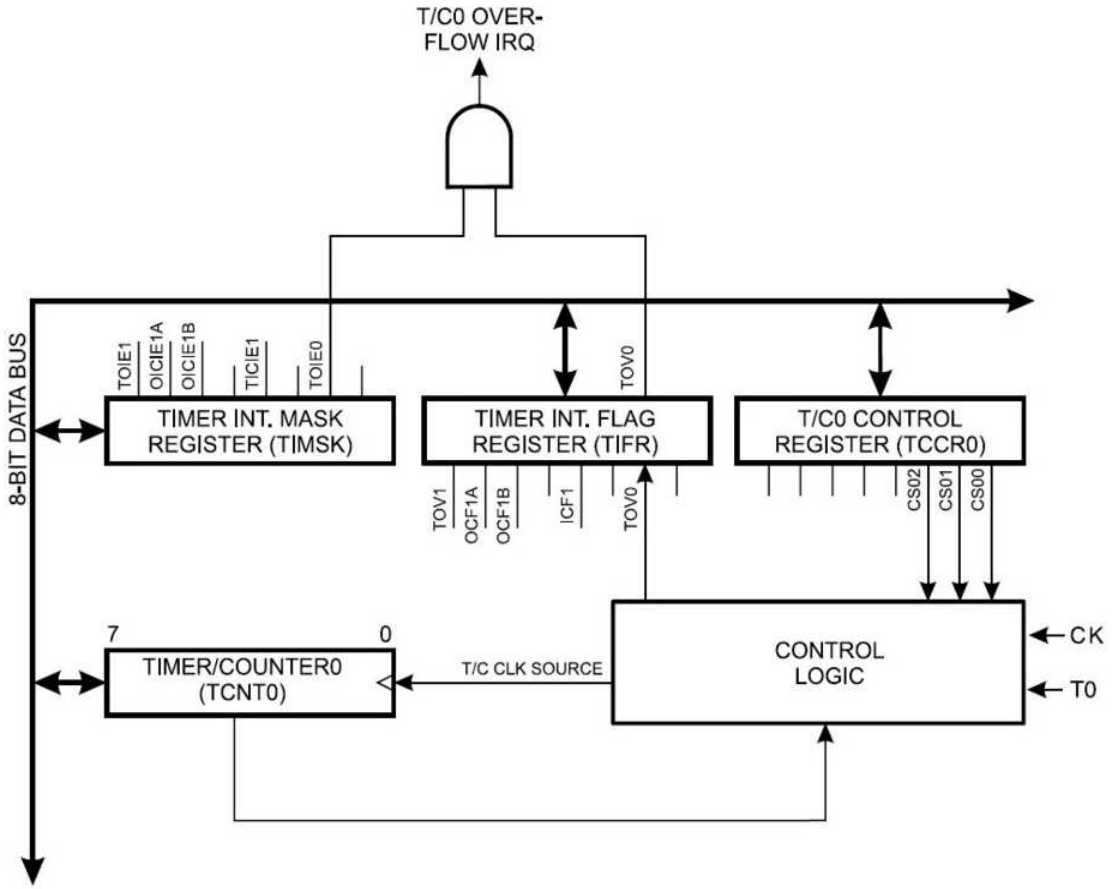
- Timery są to liczniki służące do odmierzania okresów czasu,
- Częstotliwość pracy licznika jest określana poprzez podział częstotliwości zegara,
- Timery (liczniki) mogą mieć różną długość - zazwyczaj 8 albo 16 bitów,
- Przerwanie od timera generowane jest w momencie przepełnienia licznika.

Timer0 w μC Atmel ATMega32



- Licznik pojedynczy,
- Automatyczne zerowanie (Auto Reload),
- Generator *Pulse Width Modulator (PWM)*,
- generator częstotliwości,
- Licznik zdarzeń zewnętrznych,
- 10-bitowy prescaler,
- Przepełnienie (TOV0 and OCF0).

Timer0 w μC Atmel ATMega32 - schemat blokowy



Uruchomienie timera0 i timera1

1. Ustawienie trybów pracy timera. Normalny tryb pracy jest domyślny. Pozostałe tryby omówione będą na następnych wykładach.
2. Ustawienie *prescalera* określenie częstotliwości pracy zegra licznika w oparciu o zegar systemowy. Dostępne dzielniki to $N = \{1, 8, 64, 256, 1024\}$ - tyle razy można zmiejszyć częstotliwość zegara systemowego,
3. Ustawienie wektora przerwań danego przerwania,
4. Uruchomienie wszystkich przerwań (rejestr) oraz przerwań timera (*rejestr Timer/Counter Interrupt Mask Register*),
5. Wystartowanie timera
6. Obsługa przerwań.

Struktura programu obsługi przerwań (Bascom-AVR)

```
$crystal = 16000000
$baud = 115200
$regfile = "m32def.dat"

Config Timer1 = Timer , Prescale = 8
Enable Timer1
On Timer1 _timer1

Enable Int0
On Int0 _int0

Enable Interrupts

Start Timer1
Poczatek:
Goto Poczatek
'Petla glowna
End

_int0:
Print "Obsluguje przerwanie int0"
Return

_timer1:
Print "Obsluguje przerwanie timer1"
Return
```