


PRZERWANIA

1. Obsługa zdarzeń, odpytywanie i przerwania

Obsługa zdarzeń jest jedną z kluczowych funkcji w prawie każdym systemie czasu rzeczywistego.

Istnieją dwie metody pozyskania informacji o zdarzeniach:

1. Cykliczne odpytywanie urządzenia czy zdarzenie zaszło (*ang. polling*).
2. Wykorzystanie przerw generowanych przez zdarzenia (*ang. interrupts*).

 Istnieją dwie metody informowania o zdarzeniach: metoda odpytywania rejestru zdarzeń oraz wyzwalane zdarzeniami przerwania.

2. Metoda obsługi zdarzeń poprzez odpytywanie

```
...  
do {  
    Czytaj rejestr urządzenia  
    Sprawdź czy zaszło zdarzenie  
    Czeka(T)  
} while(1)  
...
```

Rys. 2-1 Ilustracja metody odpytywania

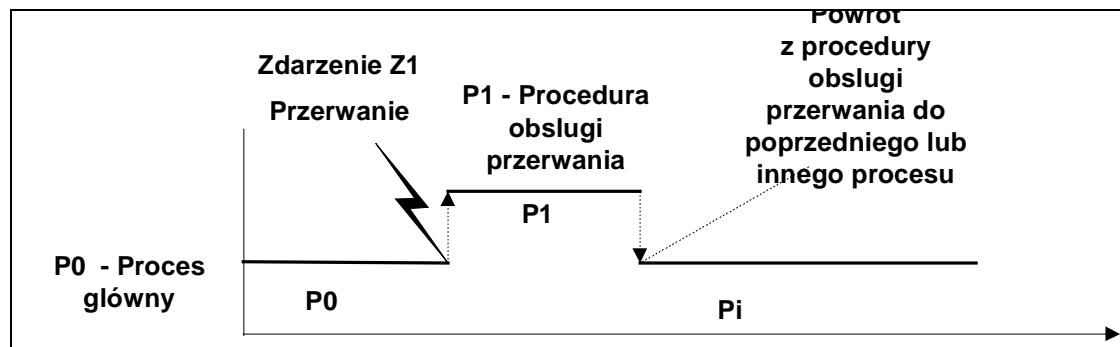
Metoda odpytywania – własności:

1. Długi czas reakcji na zdarzenie
2. Trudności w uszeregowaniu obsługi zdarzeń według priorytetów.
3. Utrata czasu procesora na wykonanie jałowych czynności
4. Prostota implementacji – nie jest wymagany specjalny sprzęt.
5. Przewidywalność – nic nie dzieje się niespodziewanie a tylko wtedy gdy nadejdzie na to zaplanowany czas.

3. Obsługa zdarzeń poprzez przerwania

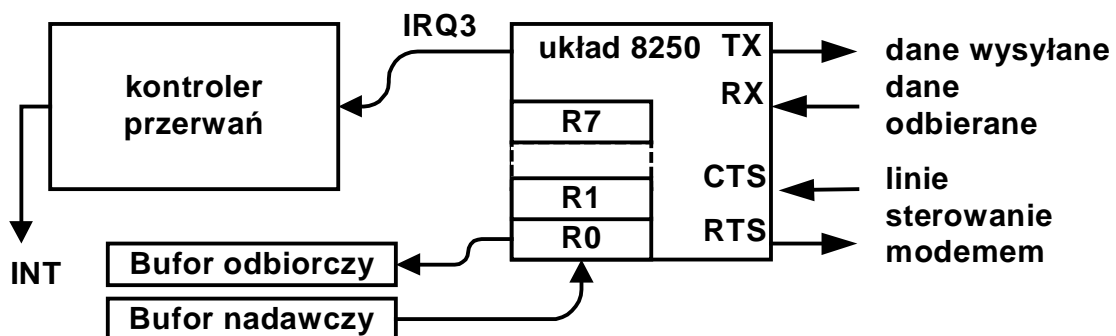
Obsługa przerwania polega na przerwaniu aktualnie wykonywanego procesu i wykonaniu procedury przypisanej danemu zdarzeniu gdy takie zdarzenie zajdzie.

Procedura nazywa się procedurą obsługi przerwania (*ang. interrupt handler*). Często używany jest też skrót ISR (*ang. Interrupt Service Routine*).



Rys. 3-1 Obsługa zdarzenia Z1 poprzez procedurę obsługi przerwania P1

Przykładem urządzenia zgłaszającego przerwanie może być układ transmisji szeregowej typu 8250.



Rys. 3-2 Układ transmisji szeregowej 8250

Może się zdarzyć że do systemu zgłosi się więcej przerw niż może być w danym czasie obsłużone. Zachodzi wtedy potrzeba rozstrzygnięcia które zdarzenie ma obsługiwać gdy wiele z nich wystąpi naraz. Istnieją tu dwie podstawowe strategie postępowania:

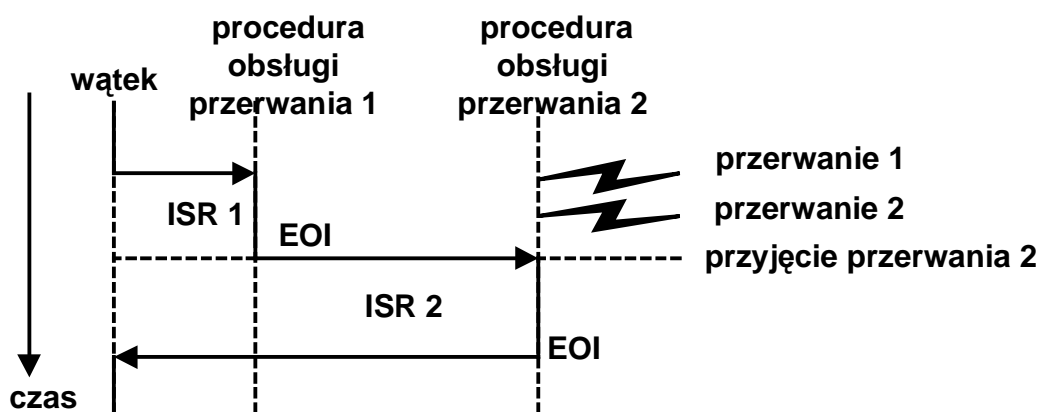
1. Jednopoziomowy system przerw.
2. Priorytetowy system przerw.

Gdy za obsługę oczekuje więcej nie obsłużonych przerw wybór przerwa do obsługi może być dokonany według różnych zasad.

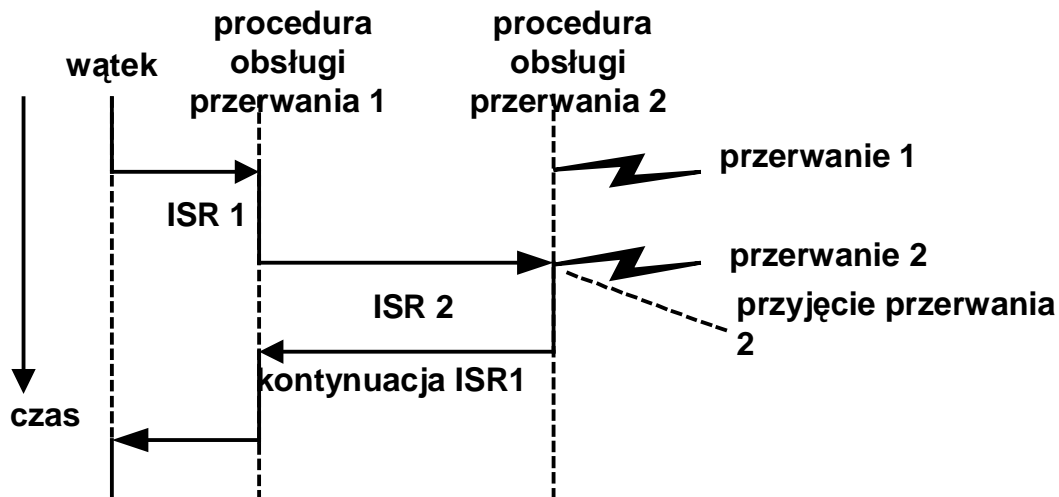
1. Poszczególnym przerwaniom mogą być przypisane priorytety.
2. Przerwania mogą być obsługiwane według kolejności zgłoszeń.

Strategia jednopoziomowa - polega wstrzymaniu się z obsługą nowego przerwa do czasu zakończenia obsługi przerwa.

Strategia wielopoziomowa - gdy w czasie obsługi przerwa o niższym priorytecie pojawi się zgłoszenie przerwa o priorytecie wyższym, to system przyjmie przerwanie o wyższym priorytecie.



Rys. 3-3 Dwa przerwania obsługiwane w systemie jednopoziomowym



Rys. 3-4 Obsługa przerwania w trybie wielopoziomowym

! Nie należy mylić priorytetów przerwania wynikających z działania kontrolera przerwania z priorytetami wątków.

Obsługa przerwania w systemie komputerowym jest czasami blokowana przez system operacyjny. Maksymalny czas zablokowania przerwania **T_{dmax}** jest podstawową miarą jakości systemu czasu rzeczywistego.

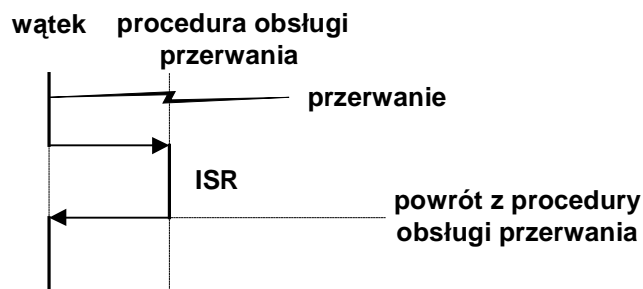
Czas **T_{dmax}** powinien być jak najkrótszy.

Maksymalny czas **T_{max}** reakcji na zdarzenie, w systemie z przerwaniem, jest większy lub równy maksymalnemu czasowi zablokowania przerwania **T_{dmax}** czyli **T_{max} = T_{dmax}**.

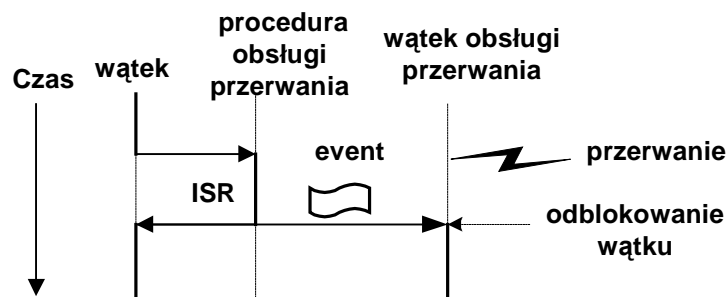
Obsługa zdarzeń poprzez przerwania ma dla systemu komputerowego daleko idące konsekwencje.

Istnieją trzy strategie obsługi zdarzeń poprzez przerwania:

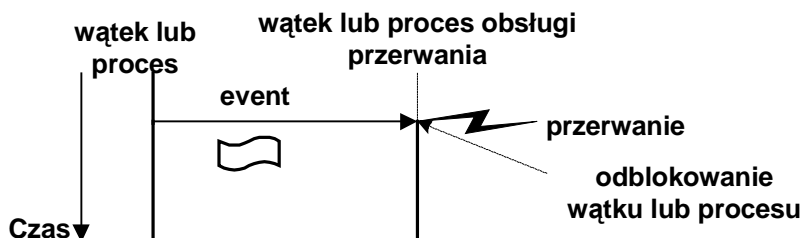
1. Zdarzenie w całości obsługiwane jest przez procedurę obsługi przerwania.
2. Zdarzenie w części obsługiwane jest przez procedurę obsługi przerwania a w części przez odblokowany przez procedurę wątek lub proces.
3. Procedura obsługi przerwania odblokowuje wątek lub proces który w całości wykonuje obsługę zdarzenia.



Rys. 3-5 Obsługa zdarzenia poprzez procedurę obsługi przerwania



Rys. 3-6 Procedura obsługi przerwania wykonuje część pracy a następnie odblokowuje wątek lub proces



Rys. 3-7 Przerwanie zamieniane w zdarzenie które odblokowuje wątek lub proces.

Kontroler przerwań

Funkcje kontrolera przerwań:

- Maskowanie przerwań.
- Tworzenie powiązania pomiędzy linią zgłoszenia przerwania a procedurą obsługi przerwania (za pośrednictwem wektora przerwań).
- Arbitraż przerwań.

Arbitraż przerwań.

Kontroler przerwań posiada 8 linii zgłaszania przerwań. Arbitraż polega na rozstrzygnięciu czy i kiedy, wykonywana właśnie procedura obsługi przerwania, ma być przerwana przez pojawiające się zgłoszenie innego przerwania.

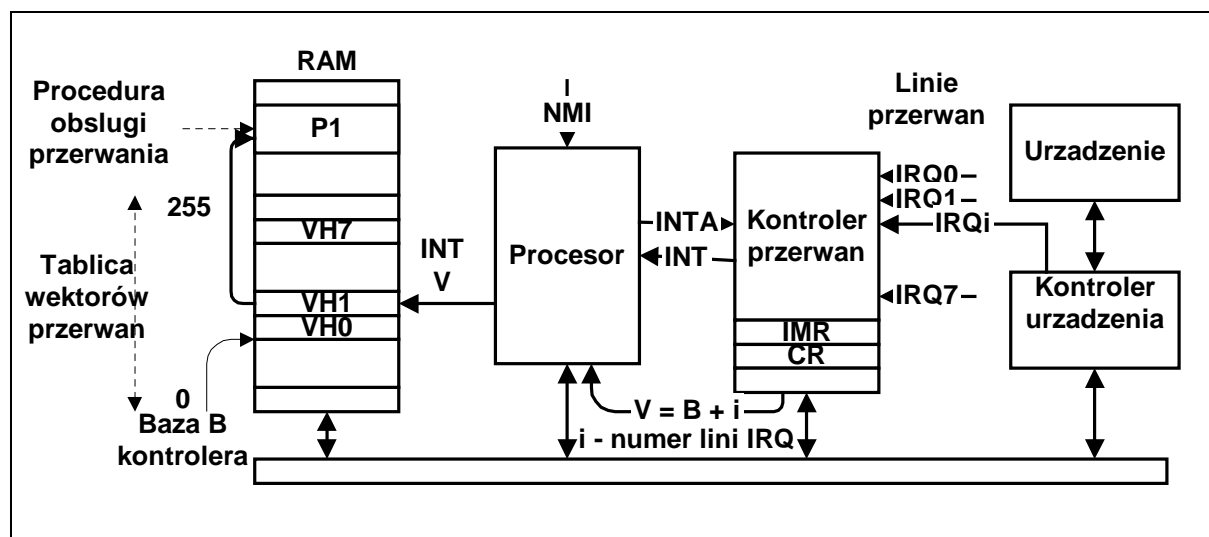
4. Obsługa przerw w komputerach typu PC – tryb rzeczywisty

Procesory serii 80x86 stosowane w komputerach PC obsługują następujące rodzaje przerw:

1. Przerwania zewnętrzne – generowane są przez urządzenia zewnętrzne i koordynowane przez kontroler przerw.
2. Przerwania wewnętrzne - generowane są przez układy wewnętrzne procesora i zwykle związane z naruszeniem systemu ochrony.
3. Przerwania programowe – generowane przez oprogramowanie.

Procesor posiada jedną linię zgłaszania przerwania IRQ (*ang. Interrupt Request*). Liczba urządzeń mogących zgłosić przerwanie jest większa.

Aby rozwiązać ten problem stosuje się urządzenie nazywane kontrolerem przerw (*ang. Interrupt Controller*)



Rys. 4-1 Obsługa przerw w komputerze PC – tryb rzeczywisty

Linia IRQ0 posiada najwyższy priorytet, Linia IRQ7 najniższy. Kontroler posiada dwa dostępne z zewnątrz 8 bitowe rejestry:

1. Rejestr poleceń CR (*ang. Control Register*). Do rejestru CR system wpisuje polecenia i odczytuje zeń statusy.
2. Rejestr maski IMR (*ang. Interrupt Mask Register*).

Rejestr IMR pozwala na zamaskowanie przyjmowania przerw. Gdy bit i IMR jest ustawiony na 1 przerwanie IRQi będzie ignorowane. Gdy bit i ustawimy na 0 przerwanie IRQi będzie przyjmowane.

Funkcje kontrolera przerw:

1. Arbitraż przerw.
2. Maskowanie przerw.
3. Tworzenie powiązania pomiędzy pobudzeniem linii przerwania IRQi a wektorem przerw VHi.

Gdy przerwanie IRQi zostanie przyjęte, kontroler przekazuje do procesora bajt zawierający liczbę $V = B + i$ (baza kontrolera + numer przerwania). Na tej podstawie procesor wykonuje instrukcję INT V a zatem i procedurę obsługi przerwania IRQi. Adres procedury obsługi przerwania IRQi procesor pobiera z wektora $VHi = V$.

IRQ Master	IRQ Slave	Urządzenie
0		Timer – generuje przerwania zegarowe
1		Klawiatura
	8	Zegar czasu rzeczywistego RTC
2	9	W kontrolerze master wejście z kontrolera slave. W kontrolerze slave wolne
	10	wolne
	11	Kontroler USB
	12	Karta sieciowa
	13	Koprocesor
	14	Kontroler 1 dysków IDE
	15	Kontroler 2 dysków IDE
3		Układ transmisji szeregowej COM2
4		Układ transmisji szeregowej COM1
5		Port drukarki LPT1
6		Wolne
7		Wolne

Tab. 4-1 Tablica linii przerw i urządzeń generujących przerwania w komputerze PC