Programowanie timera układu MC68230

Dr inż. Witold Marańda

27 listopada 2000

Spis treści

1 Zasada działania

Timer, czyli licznik czasu wchodzi w skład układu MC68230 (PI/T), zawierającego również interfejs portu równoległego [1]. Timer w systemie mikroprocesorowym służy do generowania okresowych przerwań lub pojedynczego przerwania po zaprogramowanym czasie. Może być więc wykorzystywany np. do pomiarów upływającego czasu, jako układ *watchdog*, układ zliczający impulsy lub generator fali prostokątnej.

Podstawowym elementem timera jest 24-bitowy rejestr stanowiący synchroniczny licznik. Po każdym impulsie taktującym zawartość całego 24-bitowego rejestru timera zmniejszana jest o jeden (*down-counter*). Osiągnięcie stanu zera może być sygnalizowane przez układ za pomocą sygnału przerwania lub sprawdzane przez mikroprocesor analizujący specjalny bit stanu timera.

Następnie, w zależności od trybu pracy, timer może być załadowany nową wartością początkową lub „przekręcony” kolejnym impulsem taktującym na wartość maksymalną, rozpoczynając nowy cykl odliczania.

Tryb pracy urządzenia jak również momenty jego włączania i wyłączania kontrolowane są poprzez bity rejestru kontrolnego timera.

2 Model programowy

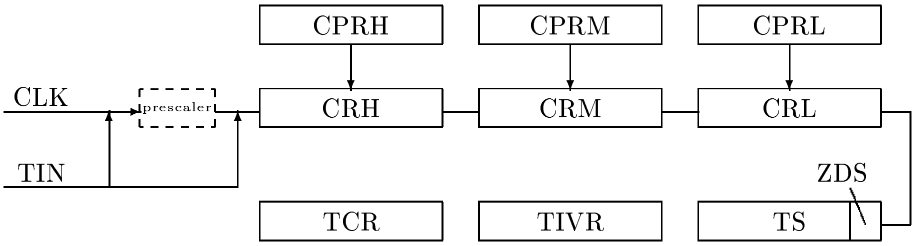
W skład timera wchodzą następujące rejestry (wszystkie 8-bitowe), przedstawione na rysunku 1:

- `CRH`, `CRM`, `CRL` (*Counter Register High, Middle, Low*) — rejestry licznika
- `CPRH`, `CPRM`, `CPRL` (*Counter Preload Register High, Middle, Low*) — rejestry inicjujące licznik
- `TCR` (*Timer Control Register*) — rejestr kontrolny
- `TSR` (*Timer Status Register*) — rejestr statusowy
- `TIVR` (*Timer Interrupt Vector Register*) — rejestr numeru wektora przerwania

Dodatkowo, istnieje również 5-bitowy rejestr skalujący (*prescaler*), używany do wewnętrznego dzielenia sygnału taktującego. Rejestr ten nie jest dostępny bezpośrednio dla programisty.

Zasadniczy 24-bitowy licznik timera składa się z trzech 8-bitowych rejestrów `CRH`, `CRM`, `CRL` ,których zawartość można odczytywać indywidualnie, natomiast bezpośredni zapis nie jest możliwy.

Rejestry `CPRH`, `CPRM`, `CPRL` służą do inicjowania rejestrów licznika timera, dając kontrolę nad czasem trwania zliczania do zera. Zawartość `CPRH-L` jest przepisywana automatycznie do `CRH-L` na początku każdego cyklu odliczania, o ile nie ustawiono innej metody inicjowania licznika. Zapis i odczyt rejestrów



Rysunek 1: Model programowy timera

jest możliwy bez żadnych ograniczeń. Dla poprawnej pracy timera, zawartość rejestrów `CPRH-L` powinna być różna od $000000.

Rejestr `TSR` zawiera tylko jeden bit na pozycji najmniej znaczącej o nazwie `ZDS` (*Zero Detect Status*), pozostałe bity są nieużywane. Bit ten jest ustawiany (tj. równy 1) gdy stan licznika timera przechodzi z wartości 1 na 0, a zerowany po operacji kasowania lub po zatrzymaniu timera. Rejestr `TSR` jest zawsze dostępny do odczytu, natomiast kasowanie bitu `ZDS` odbywa się przez zapis liczby 1 do rejestru.

Rejestr `TIVR` zawiera 8-bitowy numer wektora przerwań, który jest przesyłany do procesora, jeśli timer pracuje w trybie zgłaszania przerwań. Po inicjalizacji systemu rejestr zawiera wartość $\$0F$.

Rejestr `TCR` jest służy do ustawiania trybu pracy timera. Zmianie ulegają wówczas funkcje niektórych linii zewnętrznych układu MC68230, wykorzystywanych przez timer tj. dwu-funkcyjnych linii `TIN/PC2`, `TOUT/PC3` i `TIACK*/PC7`. Linia `CLK` jest wejściem taktującym dla całego układu MC68230. Znaczenie poszczególnych bitów rejestru opisane jest w tablicy 1.

bity 765 — kontrola systemu przerwań (linie `TOUT/PC3-TIACK*/PC7`)	
`00X`	— linie `TOUT/PC3-TIACK*/PC7` pełnią funkcje portu równoległego C, układu MC68230
`01X`	— linia `TOUT/PC3` pełni rolę generatora fali prostokątnej; stan linii jest zmieniany na przeciwny przy przejsciu licznika przez zero
`100`	— linia `TOUT/PC3` jest w stanie wysokiej impedancji, a linia `TIACK*/PC7` rolę potwierdzenia przyjęcia przerwania, ale przerwania timera są wyłączone
`101`	— linia `TOUT/PC3` pełni rolę zgłoszenia przerwania, a linia `TIACK*/PC7` rolę potwierdzenia przyjęcia przerwania; timer zgłasza przerwanie wektorowe o numerze zawartym w rejestrze `TIVR`, gdy wartość bitu `ZDS` wynosi 1
`110`	— linia `TOUT/PC3` jest w stanie wysokiej impedancji, przerwania timera są wyłączone; linia `TIACK*/PC7` pełni funkcje portu równoległego C
`111`	— linia `TOUT/PC3` pełni rolę zgłoszenia przerwania; timer zgłasza przerwanie autowektorowe gdy wartość bitu `ZDS` wynosi 1; linia `TIACK*/PC7` pełni funkcje portu równoległego C
bit 4 — kontrola detekcji zera	
`0`	— licznik timera jest ładowany wartością z rejestrów `CPRH-L` pierwszym sygnałem taktującym po osiągnięciu zera, a następnie dekrementowany normalnie
`1`	— licznik timera jest „przekręcany” na wartość maksymalną pierwszym sygnałem taktującym po osiągnięciu zera, a następnie dekrementowany normalnie
bit 3 — nieużywany	
bity 21 — kontrola taktowania licznika (linie `TIN/PC2-CLK`)	
`00`	— linia `TIN/PC2` pełni funkcje portu równoległego C; licznik jest taktowany linią `CLK` poprzez 5-bitowy rejestr skalujący; aktywność timera jest sterowana wyłącznie przez bit 0 rejestru `TCR`
`01`	— licznik jest taktowany linią `CLK` poprzez 5-bitowy rejestr skalujący; timer jest aktywny gdy wartość bitu 0 rejestru `TCR` i stan lini `TIN/PC2` jest równy 1
`10`	— licznik jest taktowany linią `TIN/PC2` poprzez 5-bitowy rejestr skalujący; aktywność timera jest sterowana wyłącznie przez bit 0 rejestru `TCR`
`11`	— licznik jest taktowany linią `TIN/PC2` bez użycia rejestru skalującego; aktywność timera jest sterowana wyłącznie przez bit 0 rejestru `TCR`
bit 0 — kontrola aktywności timera (*Timer enable*	
`0`	— nieaktywny
`1`	— aktywny

Tablica 1: Rejestr kontrolny timera (`TCR`)

3 Programowanie timera

Układ MC68230 jest taktowany (linia `CLK`) sygnałem o częstotliwości 1/4 oscylatora płyty `MC68EC0x0IDP`. Dla częstotliwości oscylatora 25.0MHz, daje to 6.25MHz.

Wewnętrznie, 24-bitowy licznik timera jest taktowany poprzez 5-bitowy licznik skalujący, dzielący częstotliwość przez 32. Ponadto, licznik timera może być taktowany przez zewnętrzną linię `TIN/PC2` bezpośrednio lub z wykorzystaniem licznika skalującego[1].

Timer może być w jednym z dwóch zasadniczych stanów: odliczania (*run state*) lub wstrzymania (*halt state*) w zależności od stanu rejestru `TCR`. Obowiązują następujące reguły pracy z timerem:

podczas wstrzymania:

- zawartość licznika `CRH-L` nie jest zmieniana i może być odczytywana
- bit `ZDS` jest zerem, niezależnie od zawartości rejestrów `CRH-L`

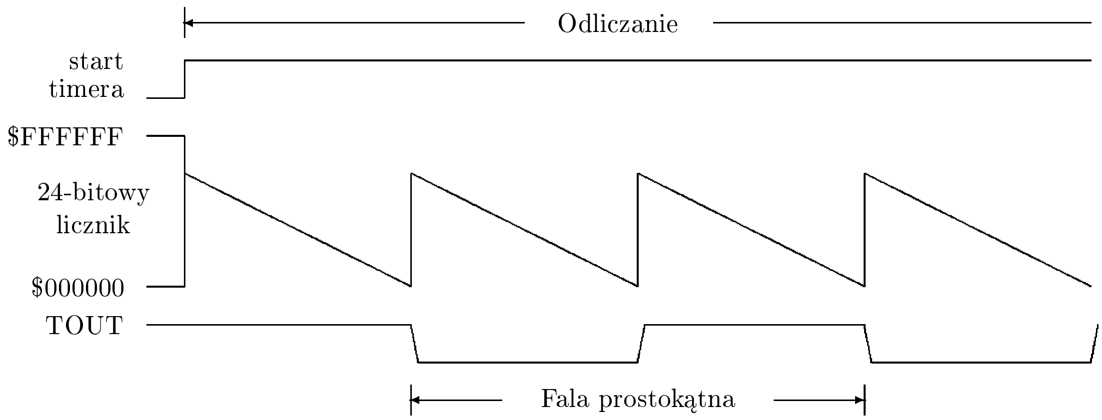
podczas odliczania:

- licznik jest zmniejszany sygnałem taktującym i poprawny odczyt jego zawartości nie jest gwarantowany
- bit `ZDS` jest ustawiany, gdy licznik przechodzi ze stanu \$000001 na \$000000

Po inicjalizacji systemu, wszystkie bity rejestru `TCR` są kasowane, natomiast zawartość rejestrów `CPRH-L` i `CRH-L` nie ulega zmianie.

3.1 Generator fali prostokątnej

Timer służy do generacji fali prostokątnej o zadanej częstotliwości na wyjściu `TOUT`[2]. Wymaga to zapisania do rejestru `TCR` wartości $\%01X00000$. Sygnałem taktującym jest w tym przypadku `CLK`. Przebiegi czasowe przedstawione są na rysunku 2.



Rysunek 2: Generator fali prostokątnej

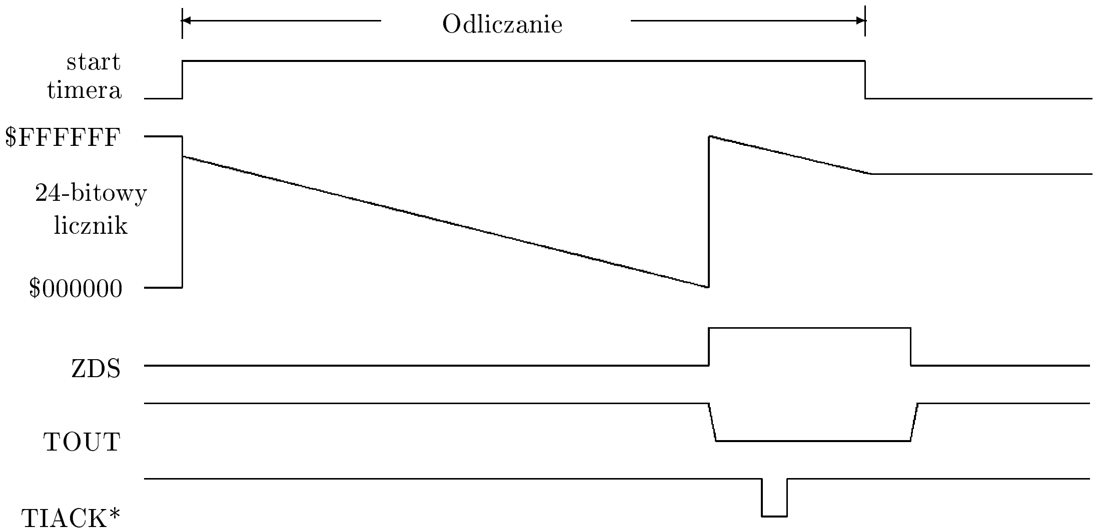
3.2 Zgłoszenie przerwania po zadanym czasie

Timer służy do zgłoszenia przerwania po zadanym okresie czasu od momentu uruchomienia timera. Wymaga to zapisania do rejestru `TCR` wartości $\%1X1101X0$. Sygnał taktujący pochodzi w tym przypadku z wejścia `TIN`. Przebiegi czasowe przedstawione są na rysunku 3.

Po przyjęciu przerwania, procesor wstrzymuje timer i kasuje zgłoszenie przerwania poprzez zerowanie bitu `ZDS`. Rejestry `CRH-L` zawierają dodatkową informację o czasie niezbędnym na przyjęcie przerwania (*Interrupt latency time*).

[1] Na płycie `MC68EC0x0IDP` linia `TIN/PC2` jest podłączona do `Vcc` i nie jest udostępniona do wykorzystania.

[2] W systemie `MC68EC0x0IDP` linia `TOUT/PC3` nie jest dostępna na złączu rozszerzenia i wykorzystanie jej do generacji fali nie jest możliwe. Jedyna funkcja przewidziana dla tej linii to zgłaszania przerwań timera.

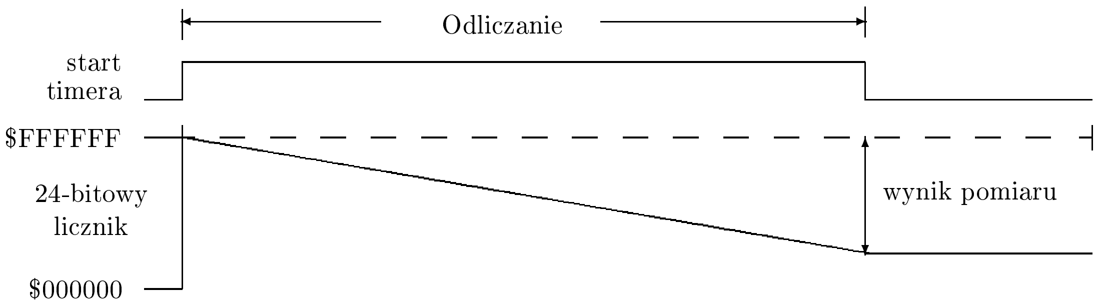


Rysunek 3: Przerwanie po zadanym czasie

3.3 Pomiar czasu

Timer służy do pomiaru czasu upływającego pomiędzy momentami uruchomienia i wstrzymania timera. Wymaga to zapisania do rejestru `TCR` wartości $\%00X10000$ Sygnał taktujący pochodzi w tym przypadku z wejścia `CLK`. Przebiegi czasowe przedstawione są na rysunku 4.

Wynik odczytywany jest z rejestrów `CRH-L`. W przypadku gdy mierzony przedział czasu przekracza zakres licznika timera, możliwe jest wykorzystanie przerwań do zliczania pełnych okresów pracy timera.



Rysunek 4: Pomiar czasu

Bibliografia

[1] MC68230 Parallel Interface/Timer (PI/T), Motorola Inc., 1985, (pozycja dostępna w laboratorium)