

080_MC68HC908Qx

Pakiet mikrokontrolera serii MC68HC908Q dla systemu SML3

Instrukcja programowania i uruchamiania

– wersja robocza, na prawach rękopisu

Grzegorz Mazur

Politechnika Warszawska

Instytut Informatyki

styczeń 2006

Dokument opisuje sposób uruchomienia pakietu i zasady pracy ze środowiskiem uruchomieniowym Metrowerks CodeWarrior.

Schemat i szczegółowy opis modułu 080_MC68HC908Qx znajdują się w dokumentacji systemu DSM.

Generator przebiegu zegarowego

Układ HC908Q jest synchronizowany przebiegiem zegarowym o częstotliwości czterokrotnie większej od częstotliwości cykli procesora. Mikrokontroler zawiera wbudowany oscylator RC. W modelu 908QY częstotliwość nominalna oscylatora jest stała i wynosi 12.8 MHz. W modelu 908QB nominalna częstotliwość oscylatora może wynosić 12.8, 8 lub 4 MHz, w zależności od zawartości rejestru sterującego OSCSC. Wbudowany oscylator jest odpowiedni dla większości zastosowań. Oscylatora tego nie można używać gdy:

- potrzebna jest duża stabilność i precyzja częstotliwości zegara (np. przy dokładnym odmierzaniu czasu)
- wewnętrzny oscylator RC nie został skalibrowany i jego częstotliwość znacząco odbiega od nominalnej (co uniemożliwia nawiązanie komunikacji z komputerem PC w trybie diagnostycznym)
- wymagana jest inna częstotliwość pracy procesora.

Zrealizowany na pakiecie układ generatora przebiegu zegarowego składa się z podstawki DIP14 oraz rezonatora kwarcowego 9.8304 MHz i towarzyszących mu elementów RC. Uruchomienie oscylatora kwarcowego wymaga umieszczenia w podstawce układu scalonego 74HCU04.

Alternatywnie w podstawce tej można umieścić scalony generator kwarcowy w obudowie zgodnej z DIL14 lub DIL8 o dowolnej częstotliwości mieszczącej się w zakresie dozwolonym dla mikrokontrolera.

Częstotliwość dyskretnego oscylatora kwarcowego jest standardową częstotliwością dla trybu monitora z zewnętrznym zegarem.

Interfejs RS232

Interfejs służy głównie do komunikacji mikrokontrolera z komputerem PC w trybie diagnostycznym. Odbiór i nadawanie danych jest realizowane przy użyciu jednej linii portu mikrokontrolera – PA.0. Układ interfejsu linii jest podłączony w taki sposób, że dane odbierane z zewnątrz przez linię RxD są jednocześnie transmitowane zwrotnie po linii TxD.

Jako odbiornik/nadajnik użyty został układ MAX242, podobny do popularnego układu MAX232 lecz pracujący z kondensatorami o pojemności 100nF. Układ ten służy również do generowania napięcia 9V sterującego włączeniem normalnego trybu monitora.

Linia wyjściowa RTS jest na stałeysterowana w stan aktywny.

Linia wejściowa DSR może być dołączona do wejścia RESET mikrokontrolera (PA.3).

Połączeniami interfejsu z mikrokontrolerem sterują przełączniki 1 i 8. Przełącznik 1 łączy dwukierunkową linię danych interfejsu EIA232 z linią 0 portu A mikrokontrolera. Przełącznik 8 łączy linię DSR interfejsu EIA232 z linią 3 portu A mikrokontrolera, która może pełnić funkcję wejścia RESET.

Tryby pracy mikrokontrolera

Mikrokontrolery HC908Qx mogą pracować w normalnym trybie użytkowym oraz w trzech trybach diagnostycznych umożliwiającym programowanie pamięci Flash i monitorowanie pracy programu przy użyciu komputera PC. Dodatkowo można użyć wbudowanego oprogramowania diagnostycznego w trybie użytkowym, dzięki czemu uzyskuje się funkcjonalność trybu diagnostycznego w docelowej konfiguracji sprzętowej bez konieczności blokowania funkcji dodatkowych wyprowadzeń mikrokontrolera, tak jak ma to miejsce w trybach diagnostycznych.

Normalny tryb monitora

Jest to tryb diagnostyczny, który może zostać wymuszony sprzętowo niezależnie od sposobu zaprogramowania mikrokontrolera – również w przypadku zabezpieczenia przed zewnętrznym odczytem pamięci Flash lub błędnej kalibracji wewnętrznego oscylatora. Tryb ten wymaga podania zewnętrznego sygnału zegarowego, a do wejścia weń konieczne jest m.in. podanie napięcia 9V na linię PTA2. W celu wejścia w ten tryb należy bezwzględnie odłączyć złącze zewnętrzne portu A oraz ustawić przełączniki konfiguracyjne na pakiecie zgodnie z tabelą poniżej. Normalny tryb monitora wymaga podania na wejście PTA5 mikrokontrolera sygnału zegarowego o częstotliwości 9.8304 MHz.

Wymuszone tryby monitora

Są to tryby diagnostyczne uruchamiane samoczynnie przez mikrokontroler w przypadku niezaprogramowania w pamięci Flash adresu procedury inicjującej, uruchamianej po zainicjowaniu mikrokontrolera (RESET). Dwa tryby wymuszone różnią się źródłem sygnału zegarowego (zewnętrzny generator 9.8304 MHz lub wbudowany oscylator ok. 12.8 MHz).

Tryb użytkowy

Jest to normalny tryb pracy mikrokontrolera, uruchamiany wtedy, gdy nie są spełnione warunki wejścia w żaden z trybów diagnostycznych.

Monitor użytkownika

Dla celów uruchamiania oprogramowania wygodnie jest korzystać z funkcjonalności trybu diagnostycznego bez potrzeby blokowania funkcji wyprowadzeń potrzebnych w układzie docelowym. W tym celu korzysta się z tzw. monitora użytkownika. Jest to mały program, umieszczony w ostatnich 64 bajtach przestrzeni adresowej, który warunkowo wywołuje program monitora zawarty w pamięci ROM mikrokontrolera. Monitor użytkownika używa linii PTA0 do komunikacji z komputerem nadrzędnym. W celu zainicjowania monitora należy uruchomić mikrokontroler podając poziom logiczny 0 na wejście PA.2. W typowych przypadkach jest to wejście używane do podłączenia przycisku – wystarczy więc wcisnąć przycisk przy włączaniu zasilania.

Aktualna wersja monitora użytkownika umożliwi uruchamianie programów korzystających z

wbudowanego oscylatora mikrokontrolera lub z zewnętrznego generatora o częstotliwości 9.8304 MHz. Monitor samoczynnie dostosowuje się do wybranego przez użytkownika źródła przebiegu zegarowego i jest niewrażliwy na zmianę źródła w czasie uruchamianie programu (również przy pracy krokowej).

Wersja monitora użytkownika dla układu QB8 inicjuje wewnętrzny generator zegara na częstotliwość 12.8 MHz, czyli tak samo, jak pracuje wbudowany generator w układach serii QY/QT.

Złącza i przełączniki

Pakiet jest wyposażony w trzy 16-stykowe złącza zewnętrzne typu port. Są to kolejno od prawej:

- złącze zasilania
- złącze portu A mikrokontrolera
- złącze portu B mikrokontrolera

Ponadto na pakiecie jest umieszczony 8-pozycyjny przełącznik służący do konfigurowania połączeń sygnałów na pakiecie.

<i>Złącze zasilania</i>			
<i>Nr</i>	<i>Opis</i>	<i>Nr</i>	<i>Opis</i>
1	GND	2	GND
3	+5V	4	+5V
5	V+	6	V+
7		8	
9		10	
11		12	
13		14	
15	GND	16	GND

<i>PORT A</i>			
<i>Nr</i>	<i>Opis</i>	<i>Nr</i>	<i>Opis</i>
1	GND	2	GND
3	+5V	4	+5V
5	V+	6	V+
7		8	
9	PTA5	10	PTA4
11	PTA3	12	PTA2
13	PTA1	14	PTA0
15	GND	16	GND

<i>PORT B</i>			
<i>Nr</i>	<i>Opis</i>	<i>Nr</i>	<i>Opis</i>
1	GND	2	GND
3	+5V	4	+5V
5	V+	6	V+
7	PTB7	8	PTB6
9	PTB5	10	PTB4
11	PTB3	12	PTB2
13	PTB1	14	PTB0
15	GND	16	GND

Przełącznik konfiguracji

<i>Nr</i>	<i>Linia procesora</i>	<i>Łączy z</i>	<i>Zastosowanie</i>
1	PTA0	RxD/TxD	Tryby diagnostyczne – komunikacja z PC
2	PTA2	VI ("0")	Tryby diagnostyczne – włączenie wewnętrznego generatora RC
3	PTA2	Vh ("1")	Tryby diagnostyczne – użycie zewnętrznego generatora 9.8304 MHz
4	PTA5	Osc out	Doprowadzenie sygnału z generatora 9.8304 MHz
5	PTA2	Vtst(9V)	Wymuszenie wejścia w "normalny" tryb monitora
6	PTA4	VI ("1")	Konieczny dla "normalnego" trybu monitora
7	PTA3	RES	Doprowadzenie sygnału z przycisku Reset
8	PTA3	DSR	Doprowadzenie na wejście RESET sygnału DSR z RS232 dla trybów diagnostycznych

Ustawienie przełącznika konfiguracji dla poszczególnych trybów pracy mikrokontrolera

<i>Tryb</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Normalna praca	?	off	off	?	off	off	?	off
monitor użytkownika	on	off	off	?	off	off	?	off
“normalny” tryb monitora	on	off	off	on	on	on	?	off
“wymuszony” tryb monitora, zegar zewn.	on	off	on	on	off	?	?	off
“wymuszony” tryb monitora, zegar wewn.	on	on	off	off	off	?	?	off

Uwaga!:

1. Przed włączeniem zasilania należy sprawdzić poprawność ustawienia przełącznika. Ustawień nie należy zmieniać przy włączonym zasilaniu.
2. Należy upewnić się, że sekcja 5 przełącznika jest wyłączona (oprócz pracy w normalnym trybie monitora).
3. Przy pracy w trybach diagnostycznych (nie dotyczy monitora użytkownika) należy wyjąć (odłączyć) złącze przewodu ze złącza portu A – port A w tych trybach nie może być dołączony do urządzeń współpracujących z procesorem.
4. Wejście w “normalny” tryb monitora wymaga podania poziomu logicznego wysokiego na wejście PTA1. Można to osiągnąć np. poprzez zwarcie przewodem na złączu portu A linii PTA1 z linią zasilania 5V lub V+.

Praca z mikrokontrolerem 908QY i 908QB

Na serwerze laboratoryjnym są dostępne dwa foldery z programami przykładowymi i monitorem. Przy pracy z mikrokontrolerem serii QY lub QT należy posługiwać się projektami z foldera QY, a przy pracy z mikrokontrolerem serii QB – z foldera QB.

W typowym przypadku pakiet laboratoryjny zawiera mikrokontroler ze skalibrowanym oscylatorem wewnętrznym i oprogramowaniem monitora użytkownika. W celu sprawdzenia działania monitora użytkownika należy spróbować nawiązać komunikację z mikrokontrolerem, tak jak przy tworzeniu i uruchamianiu własnego projektu (opis w dalszej części dokumentu). Jeśli nawiązanie komunikacji jest niemożliwe, należy zaprogramować pamięć mikrokontrolera programem User Monitor i wykonać procedurę kalibracji oscylatora.

Kalibracja wewnętrznego oscylatora

Jeśli pakiet nie nawiązuje komunikacji z PC w trybie User Monitor lub występują błędy programowania pamięci, należy przyjąć, że pakiet nie ma zaprogramowanego programu User Monitor i/lub ma nieskalibrowany oscylator wewnętrzny. W takim przypadku należy wpisać do pamięci Flash mikrokontrolera program User Monitor i skalibrować oscylator. Do wpisania monitora i programu kalibracyjnego używamy trybu monitora z oscylatorem zewnętrznym. Monitor użytkownika jest zawarty w jednym pliku wraz z programem do kalibracji oscylatora.

Zaprogramowanie mikrokontrolera programem do kalibracji i monitorem:

- Wyłączyć zasilanie SML3.
- Odłączyć port A pakietu 080_MC68HC908Qx od wszystkich urządzeń.
- Ustawić przełącznik 1, 4, 5 i 6 w pozycję włączoną, pozostałe wyłączone. Ponadto należy połączyć linię PTA1 z dodatnim napięciem zasilania.
- Uruchomić środowisko Codewarrior 3.1.
- Otworzyć projekt SML3-CALIB_UMON.

- Sprawdzić ew. wybrać system docelowy: Project-Set Default Target-P&E ICD.
- Skompilować program i wybrać opcję Debug.
- W oknie debuggera wybrać opcję Component-Set Target.
- Wybrać procesor HC08 i interfejs “P&E Target Interface”.
- Z menu PEDebug wybrać układ (Device) 68HC08 – HC908QY4 (lub HC908QB8).
- Z menu PEDebug wybrać tryb (Mode) “In circuit debug&programming”.
- W dialogu komunikacji wybrać typ urządzenia “Class 3 – Direct serial to target...”.
- Wybrać port komunikacyjny, szybkość transmisji 9600 b/s.
- Po wyświetleniu dialogu “Power Cycle Dialog” wyłączyć i powtórnie włączyć zasilanie modułu, a następnie nacisnąć przycisk OK w dialogu.
- Po wyświetleniu komunikatu o pomyślnym nawiązaniu komunikacji wybrać opcję PEDebug-Load (o ile ładowanie programu nie zostanie rozpoczęte samoczynnie)
- Potwierdzić przyciskiem kasowanie i programowanie pamięci Flash mikrokontrolera.
- Po pomyślnym zaprogramowaniu zamknąć okno debuggera nie uruchamiając programu.
- Wyłączyć zasilanie SML3.

Uruchomienie programu do kalibracji oscylatora:

- Ustawić przełącznik 1 w pozycję ON, pozostałe wyłączone.
- Podłączyć do portu B mikrokontrolera pakiet wyświetlacza LCD, używając interfejsu 4-bitowego (złącze oznaczone “C+D4” pakietu 182_LCDA lub jedyne złącze pakietu 180/181)
- Na komputerze PC uruchomić program terminala (np. Hyper Terminal), ustawiając szybkość 1200 bodów, bez potwierżeń.
- Włączyć zasilanie SML3 – na wyświetlaczu powinna wyświetlić się instrukcja.
- Naciskać klawisz spacji, obserwując komunikaty na ekranie wyświetlacza LCD.
- Po osiągnięciu właściwej częstotliwości oscylatora (komunikat na wyświetlaczu) nacisnąć przycisk IRQ na pakiecie mikrokontrolera. Spowoduje to zaprogramowanie wartości kalibracyjnej oraz zabezpieczenie ostatnich 64 bajtów pamięci Flash przed zapisem. Uzyskamy w ten sposób mikrokontroler z oprogramowaniem User Monitor i skalibrowanym oscylatorem wewnętrznym.
- Wyłączyć zasilanie SML3.

Tworzenie i uruchamianie własnego projektu

Projekty będą uruchamiane przy użyciu oprogramowania User Monitor, umieszczonego w ostatnich 64 bajtach pamięci Flash mikrokontrolera. Różnice pomiędzy programowaniem “czystego” mikrokontrolera i mikrokontrolera z programem User Monitor są następujące:

- Ostatnie 64 bajty pamięci Flash są niedostępne dla użytkownika – jest w nich umieszczony program User Monitor.
- User Monitor wpisuje wartość korekcji oscylatora wewnętrznego do rejestru OSCTRIM oraz bajt konfiguracji do rejestru CONFIG1. Ponieważ rejestr CONFIG1 może być po starcie procesora zapisany tylko jeden raz, użytkownik powinien umieścić żadaną wartość CONFIG1 pod adresem symbolicznym UConfig1. Wartość ta musi spełniać warunki

narzucone przez monitor (timer COP musi być wyłączony).

- Ponieważ użytkownik nie może zmieniać adresów procedur obsługi przerwań umieszczonych na końcu pamięci Flash, procedury te zaczynają się od kolejnych adresów (co 3 bajty) począwszy od adresu położonego bezpośrednio za UConfig1. Pod tymi adresami użytkownik powinien umieścić instrukcje skoku do właściwych procedur obsługi przerwań (instrukcja JMP zajmuje w pamięci 3 bajty).
- Przy korzystaniu z monitora użytkownika należy ustawić układ docelowy dla środowiska uruchomieniowego na M68DEMOQTY (a nie MC68HC908QY4 czy -QB8). Ustawienie to powoduje rozpoczęcie śledzenia programu od adresu docelowego instrukcji skoku położonej na końcu obszaru pamięci dostępnego dla użytkownika (etykieta AltRESET), z pominięciem kodu monitora zawartego na końcu pamięci.

Tworzenie nowego projektu

Wariant pierwszy (najprostszy):

- Kopiujemy cały folder projektu SML3_START.
- Nadajemy skopiowanemu folderowi nową nazwę i zmieniamy nazwę umieszczonego w tym folderze pliku sml3_start.mcp na inną.
- Uruchamiamy środowisko CodeWarrior, klikając na nazwę pliku .mcp.
- Modyfikujemy przykładowy program, dostosowując go do własnych potrzeb.
- Pozycja 1 przełącznika na pakiecie mikrokontrolera musi być ustawiona w pozycji ON, co umożliwi komunikację ze środowiskiem uruchomieniowym. Pozostałe pozycje powinny być wyłączone. W uruchamianych programach nie można korzystać z linii 0 portu A, gdyż służy ona do komunikacji.
- W trakcie pracy z debuggerem można zignorować kolejne (oprócz pierwszego) komunikaty o konieczności wyłączenia zasilania. Przy włączaniu zasilania trzymamy naciśnięty przycisk IRQ na module mikrokontrolera.

Wariant drugi:

- Wybieramy ikonę New i opcję Project, a następnie HC(S)08 Board Support Stationery. Nadajemy projektowi nazwę i określamy lokalizację.
- W kolejnym dialogu należy wybrać QT4, 68HC908QT4 Demonstration Board, User monitor mode, Absolute assembly. Zostanie utworzony projekt z gotowym kodem źródłowym programu demonstracyjnego. Kod ten należy w większości usunąć, pozostawiając dyrektywy asemblera do "INCLUDE" włącznie oraz fragment końcowy od dyrektywy "org Uconfig1". W pliku źródłowym nie umieszczamy prawdziwych wektorów przerwań (są one umieszczone w obszarze pamięci programu User Monitor).

Wariant trzeci:

- Wybieramy ikonę New i opcję Project, a następnie HC(S)08 New Project Wizard. Nadajemy projektowi nazwę i określamy lokalizację.
- W kolejnym dialogu należy wybrać typ procesora – MC68HC908QY4 lub -QB8.
- W następnym dialogu wybieramy typ programu – tylko język asemblera, a w kolejnym - opcję "Absolute assembly".
- W następnym dialogu należy zaznaczyć opcję "P&E Hardware Debugging"
- Zostanie utworzony projekt z gotowym kodem źródłowym programu demonstracyjnego.

Kod ten należy w większości usunąć, pozostawiając dyrektywy asemblera do "INCLUDE" wyłącznie. Definicje wektorów przerwań należy zastąpić definicjami odpowiednimi dla User Monitor, pamiętając o odpowiednim ustawieniu wartości stałej Uconfig1. W pliku źródłowym nie umieszczamy prawdziwych wektorów przerwań (są one umieszczone w obszarze pamięci programu User Monitor).

- Przy pierwszym uruchomieniu debuggera zarzucamy próbę nawiązania połączenia, a następnie zmieniamy typ systemu docelowego na M68DEMOQTY.

Monitor użytkownika dla mikrokontrolera 908QB

Monitor użytkownika dla mikrokontrolera QB bezpośrednio po starcie procesora ustawia częstotliwość generatora wewnętrznego na 12.8 MHz, co odpowiada częstotliwości pracy procesora 3.2 MHz. Umożliwia to korzystanie z procedur zawartych w pamięci ROM mikrokontrolera, podobnie jak w modelu QY. Program użytkownika może zmieniać źródło sygnału synchronizującego, przełączając pomiędzy generatorem zewnętrznym i wewnętrznym, jednak bez zmian częstotliwości generatora wewnętrznego (monitor działa wyłącznie przy częstotliwości procesora równej 3.2 MHz lub 2.4576 MHz).