

Z183

Wielu osobom będącym pod wrażeniem „wyścigu“, który odbywa się na rynku komputerów osobistych i multimedów, wydać się może, że tworzenie nowych mikroprocesorów 8-bitowych pozbawione jest większego sensu. Tymczasem chłodne i obiektywne wyniki badań rynkowych potwierdzają, że 8-bitowce mają się dobrze i nie ustąpią szybko pola układom 16- czy też 32-bitowym.

Nowa propozycja ZiLOGa

Oczywiście, nie są one i nie będą już stosowane w komputerach osobistych, ale znajdują swoje miejsce we wszelkich rozwiązaniach „embedded“. Ich atuty, którymi z powodzeniem walczą z większymi układami to:

- niska cena, i to zarówno samego mikroprocesora jak i całego układu,
- łatwość stworzenia nowego projektu,
- niski pobór mocy.

Wystarczy tylko pomyśleć o projekcie płytki, na której trzeba połączyć 16-bitowy procesor np. z pamięcią RAM (przeważnie w organizacji 8-bitowej), aby wyobrazić sobie ile to zajmie miejsca, warstw druku, pracy projektanta i ile będzie trwało przygotowanie takiego projektu. Nie wspomnieliśmy jeszcze o kosztach narzędzi uruchomieniowych oraz szkoleniach dla konstruktorów, które to koszty w przypadku układów 16-bitowych są wyższe niż dla znacznie prostszych „ósemek“. To wszystko przekłada się na końcową cenę produktu, która często warunkuje powodzenie projektu na rynku. Nie powinno więc nas dziwić, że tam gdzie tylko można stosuje się nadal układy 8-bitowe.

Propozycja ZiLOGa

Jednym z najbardziej doświadczonych producentów układów 8-bitowych jest ZiLOG. To jego słynny Z80 stał się najpopularniejszym 8-bitowym mikroprocesorem na świecie. Można zaryzykować stwierdzenie, że w dużej mierze przyczynił się on do rewolucji mikroprocesorowej lat 80-tych. Ponieważ jednak wymagania odbiorców rosły, z Z80 wyrosli jego następcy: Z180 i eZ80. W niniejszym artykule opiszemy procesor Z183 będący rozwinięciem Z180, natomiast eZ80 poświęcony będzie osobny artykuł.

Jądro Z183

Jądro Z183 jest rozwinięciem jądra Z80 (rys. 1). Zachowując pełną zgodność z Z80 dodano ponad dziesięć nowych instrukcji, na przykład mnożenie, zwiększających wydajność procesora. Dodatkowo, szybkość przetwarzania danych w porównaniu z Z80 zwiększa to, że w Z183 na jeden cykl maszynowy składają się 3, a nie 4 jak dla Z80, cykle zegarowe.

Ponieważ nie wszyscy znają architekturę Z80, spróbujemy ją tutaj kró-

tko przypomnieć. Użytkownik Z183 ma do dyspozycji dwa identyczne zestawy 8-bitowych rejestrów roboczych i jeden zestaw rejestrów specjalnych (rys. 2). Rejestry robocze to akumulator (oznaczony jako A), sześć rejestrów ogólnego przeznaczenia (oznaczonych jako: B, C, D, E, H i L) oraz rejestr znaczników (F). Rejestry ogólnego przeznaczenia mogą być łączone w pary (BC, DE i HL) i traktowane jako rejestry 16-bitowe. Nazwy rejestrów z drugiego zestawu wyróżnione są znakiem „'“, na przykład A'. Mając do dyspozycji dwa zestawy rejestrów można bardzo szybko przełączać się między różnymi zadaniami, co jest przydatne między innymi przy obsłudze przerwań. Rejestry specjalne są zarówno 16-bitowe (licznik programu - PC, wskaźnik stosu - SP oraz dwa rejestry indeksowe - IX i IY) jak i 8-bitowe (wektor przerwań - I i licznik - R).

Przestrzeń adresowa Z183 obejmuje 64kB. Taki rozmiar pamięci jest dla wielu zastosowań niewystarczający. Chcąc ominąć to ograniczenie konstruktorzy używający Z80 bardzo często projektowali układy z przełączanymi bankami pamięci. Aby ich uwolnić od tego ograniczenia, w Z180 ZiLOG zainstalował MMU (ang. Memory Management Unit), który konwertuje 16-bitowe adresy logiczne na 20-bitowe adresy fizyczne (1MB przestrzeni adresowej). Trzy rejestry sterujące pozwalają programiście w pełni kontrolować mapę pamięci. Dla leniwych (lub niecierpliwych) stworzono oprogramowanie, które przejmuje kontrolę nad tymi rejestrami i symuluje 1MB ciągłej przestrzeni adresowej. Należy przy tym pamiętać, że Z183 zbudowany jest według klasycznej architektury von Neumana, to znaczy, że nie ma osobnych obszarów pamięci danych i programu.

Magistrala danych i adresowa

Z183 nie posiada wewnętrznej pamięci programu (rys. 3). W związku z tym na zewnątrz wyprowadzono pełną magistralę adresową (20 linii) i danych (8 linii). Wszystkie linie mają przypisane sobie wyprowadzenia, tak więc nie ma konieczności stosowania pomocniczych układów zewnętrznych, typowych dla rozwiązań z multipleksowanymi magistralami. Sygnały towarzy-

szące (RAMReaD, RAMWrite, ROMReaD, ROMWrite) pozwalają na bardzo łatwe dołączanie układów pamięci. Zaskakujące może wydawać się wprowadzenie sygnału ROMWR, ale wszystko staje się jasne, jeżeli weźmiemy pod uwagę możliwość dołączenia do procesora pamięci Flash. Jeżeli chcemy korzystać z wolnych układów zewnętrznych, bez problemu możemy dodać cykle oczekiwania.

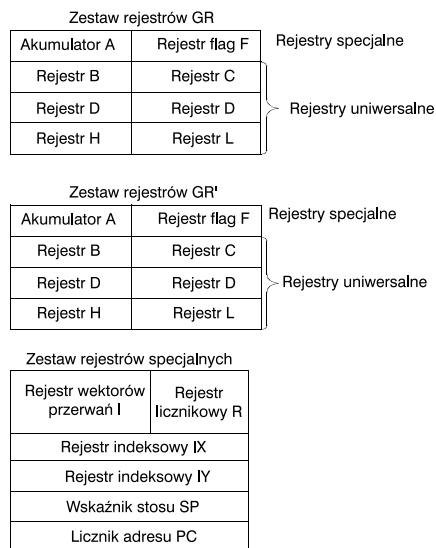
Wewnętrzna pamięć RAM i ROM „boot loader“

Procesor Z183 wyposażono w 2kB pamięci RAM. Pamięć ta może być wykorzystywana jako pamięć ogólnego przeznaczenia na dane lub program. W zależności o ustawienia bitów kontrolnych, można wewnętrzną pamięć SRAM:

- wyłączyć,
 - uaktywnić pod adresem FF800h do FFFFh (w górnym obszarze adresowym),
 - uaktywnić pod adresem xF800h do xFFFFh - czyli tak jak wyżej, ale bez dekodowania linii A19 (w górnej części każdej 64kB-strony).
- Wszystkie procesory Z183, oprócz pamięci RAM, mają także 1kB ROM. Normalnie pamięć ta nie jest aktywna i nie zajmuje miejsca w przestrzeni adresowej. Wystarczy jednak podać sygnał wysoki na wyprowadzenie OPMODE1, aby po wyzerowaniu procesora wykonywanie programu rozpoczęło się właśnie od kodu zawartego w ROMie. Zestaw procedur zawartych w tej pamięci pozwala między innymi na:
- programowanie zewnętrznej pamięci FLASH,
 - wpisywanie parametrów do zewnętrznej pamięci FLASH,
 - wpisywanie i uruchamianie programów z wewnętrznej pamięci RAM - diagnostyka i testowanie,

WDT	8S180 CPU		8 ch, 10 bit A/D
RTC	MMU		
24 I/O	ZDI		10-Bit D/A
	2C/T	2 DMA	
FLL	2 UART	CSIO	POG
	1K ROM	2K SRAM	

Rys. 1.



Rys. 2.

- wpisywanie i uruchamianie programów z zewnętrznej pamięci RAM - diagnostyka i testowanie,
- dalsze usuwanie błędów programu (debugging).

Do przesyłania danych wykorzystuje się jeden z kanałów transmisji szeregowej, który może pracować z maksymalną szybkością 115200bd. Standardowe szybkości transmisji uzyskuje się przy pracy procesora z zegarem 18,432MHz. Producent udostępnia pełną dokumentację programu „boot loader“, łącznie z jego kodem źródłowym.

Uniwersalne porty I/O

Użytkownik Z183 ma do dyspozycji 32 linie wejścia/wyjścia (ang. GPIO - General Purpose I/O). Zgrupowane są one w cztery 8-bitowe porty oznaczone jako A, B, C i D. Podstawowe możliwości wszystkich portów są takie same - każda z linii może być niezależnie ustawiona jako wyjście lub wejście. Jeżeli linia będzie pracować jako wyjście to można wybrać jeden z następujących trybów pracy:

- otwarty dren z aktywnym rezystorem podciągającym,
- otwarty dren bez rezystora podciągającego,
- totem pole.

Oprócz podstawowych funkcji wejścia i wyjścia każdy z portów może realizować funkcje specjalne:

- port A - wejścia sygnałów przerwań,
- port B - sygnały transmisji szeregowej,
- port C - wyjścia z programowanego generatora sygnałów wyjściowych,
- port D - wejścia sygnałów przerwań lub wejścia sygnałów analogowych do przetwornika A/C.

Ciekawą funkcją jest możliwość zmniejszenia wydajności prądowej portów do 25% wartości nominalnej, co wiąże się z wydłużeniem czasów przełączania. Dzięki temu uzyskuje się spadek poboru prądu i generowanych zakłóceń elektromagnetycznych. Taki

tryb pracy może być ustawiony niezależnie dla każdego portu.

Przetwornik A/C

Mikroprocesor Z183 zawiera 10-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy. Działa on na zasadzie kolejnych przybliżeń i do wykonania pełnej konwersji potrzebuje 64 taktów zegara. Odpowiada to częstotliwości próbkowania 515kHz przy zegarze 33MHz. Oczywiście, razem z przetwornikiem A/C zintegrowany jest układ próbkująco-pamiętający niezbędny do poprawnej pracy z sygnałami szybkozmiennymi. Funkcjonalność przetwornika znacznie zwiększa 8-kanałowy multiplekser analogowy na wejściu. W celu poprawienia parametrów pracy, układy zasilania części analogowej i cyfrowej są rozdzielone. Jako napięcie odniesienia można wybrać jedno z dwóch wewnętrznych napięć odniesienia (4,2V lub 2,6V) lub pobierać je z zewnątrz przez bit 0 portu A. Jeżeli przetwornik nie jest wykorzystywany, to można go po prostu wyłączyć. Dzięki temu zmniejsza się pobór prądu, co ma szczególne znaczenie w trybach uśpienia.

Konwersję wyzwala ustawieniu bitu w odpowiednim rejestrze kontrolnym. Zakończenie procesu konwersji można sprawdzić w odpowiednim rejestrze lub czekać na zgłoszenie przerwania A/D Complete.

Przetwornik cyfrowo-analogowy

Jednokanałowy, 10-bitowy przetwornik cyfrowo-analogowy z wyjściem napięciowym, to standardowe wyposażenie Z183. Może być wykorzystywany np. do generowania sygnałów audio, dowolnych przebiegów wyjściowych lub analogowej transmisji danych. Czas konwersji wynosi 1µs, co pozwala na generowanie przebiegów o częstotliwości do 500kHz. Zarówno dla przetwornika A/C jak i dla przetwornika C/A można wybrać źródło napięcia odniesienia (wewnętrzne 4,2V lub 2,6V lub pobierać je z zewnątrz przez bit 0 portu A)

Zegar czasu rzeczywistego

Kolejnym modulem ułatwiającym stosowanie Z183 w aplikacjach pracujących w czasie rzeczywistym jest wbudowany zegar czasu rzeczywistego razem z kalendarzem. Obsługa zegara jest wyjątkowo łatwa. Dostępne są rejestry: sekund, minut, godzin oraz dnia tygodnia, dnia miesiąca, miesiąca, roku i wieku. Kalendarz uwzględnia wszystkie lata przestępne i jest zgodny z rokiem 3000. Tak jak w każdym porządnym zegarku, tak i w tym można ustawić alarm (trzy rejestry - godziny, minuty i sekundy). Włączenie alarmu następuje przez ustawienie odpowiedniego bitu w rejestrze kontrolnym zegara lub, co wydaje

się bardziej interesujące, będzie wygenerowane przerwanie. Do stabilizacji sygnału zegarowego można wykorzystać typowy kwarc „zegarkowy“ 32,768kHz lub sygnał sieci 50/60Hz. Dokładność zegara czasu rzeczywistego jest warunkowana wyłącznie stabilnością sygnału zegarowego.

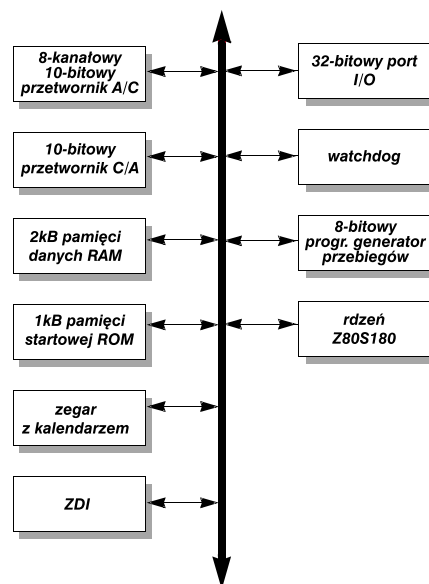
Jeżeli zegar czasu rzeczywistego wykorzystuje popularny kwarc „zegarkowy“ 32,768kHz, to możemy zrezygnować z drugiego kwarcu generującego zegar dla jądra procesora. Należy tylko uaktywnić układ powielania częstotliwości (wewnętrzna pętla FLL), aby uzyskać sygnał zegarowy 16,450 MHz (mnożnik 502) lub 32,899 MHz (mnożnik 1004).

Programowany generator sygnałów wyjściowych POG

Programowany generator sygnałów wyjściowych, to dosyć nietypowy blok funkcjonalny. Pozwala na realizację układu sekwencyjnego działającego niezależnie od procesora. Jeżeli zdecydujemy się na wykorzystanie POG, to 2kB pamięci wewnętrznej pamięci RAM zostanie uszczuplone o 256 bajtów. Te 256 bajtów podzielone jest na 64 identyczne struktury, w których zapisane są następujące informacje:

- opóźnienie wyrażone w taktach zegara POG (14 lub 16 bitów),
- realizowana funkcja (2 bity),
- dane (8 lub 10 bitów),
- adres następnej struktury (6 bitów).

Dzięki temu, że cała tablica POG znajduje się w pamięci dostępnej dla procesora, nie ma najmniejszego kłopotu z wpisywaniem do niej danych przez program użytkownika, nawet wtedy gdy POG jest włączony. Jedynym ograniczeniem jest to, aby nie modyfikować danych w tej strukturze, która jest aktualnie wykorzystywana przez POG. Sprawdzić to można odczytując rejestr POGAT, w którym znajduje się



Rys. 3.

numer aktywnej struktury. Dostępny jest także aktualny stan licznika generującego opóźnienie. Do taktowania POG wykorzystywany jest sygnał zegarowy jądra procesora. Jeżeli jednak potrzebne są większe odstępy czasowe, to można go podzielić przez 256, 1024 lub 4096. Tak więc, nawet przy najszybszym zegarze (33MHz) można w najgorszym przypadku (14-bitowy licznik) uzyskać ponad 2-sekundowe opóźnienie. W zależności od funkcji realizowanych przez POG, dane wpisuje się w następujący sposób:

- wysłanie danych do portu C - 8 bitów w bajcie danych,
- konwersja A/C - 3 najmłodsze bity w bajcie danych służą do wyboru kanału, pozostałe bity danych nie są wykorzystywane, a wynik konwersji dostępny jest w rejestrach przetwornika A/C,
- konwersja C/A - 10-bitową daną do przetwornika C/A należy zapisać w następujący sposób: bity 9-2 w bajcie danych, a bity 0-1 jako bity 7-6 w starszym bajcie opóźnienia, w tym trybie opóźnienie może mieć co najwyżej 14 bitów,
- wywołanie przerwania - bajt danych nie jest wykorzystywany.

ZDI - emulator na pokładzie

Z183 jest pierwszym z układów ZiLOGa wyposażonym w ZDI. Dzięki umieszczeniu w strukturze mikroprocesora dodatkowych układów realizuje on także podstawowe funkcje emulatora. Dostęp do tych funkcji umożliwia dwuprzewodowe łącze, dzięki któremu można przejąć pełną kontrolę nad mikroprocesorem zamontowanym w układzie. Najważniejsze funkcje ZDI to:

- podgląd i zmiana zawartości rejestrów procesora,
- podgląd i zmiana zawartości pamięci,
- uruchamianie i zatrzymywanie programu,
- ustawianie pułapek,
- wykonywanie programu w trybie pracy krokowej,
- wpisywanie kodu/danych do SRAM.

Należy podkreślić, że pułapki realizowane są na drodze sprzętowej, co wymagało zaimple-

mentowania w strukturze procesora dodatkowych rejestrów do przechowywania adresu oraz układów porównujących zawartość tych rejestrów z sygnałami na magistrali. Do połączenia ZDI ze złączem RS232 lub USB konieczny jest odpowiedni interfejs - ZPAK (fot. 1). Dokładny jego opis można znaleźć w EP12/2000.

Czy to już wszystko?

Oczywiście, że nie. Niestety brak miejsca nie pozwala na opisanie wszystkich bloków Z183. A są tam jeszcze:

- dwa szybkie UART-y z własnymi rejestrami FIFO, liniami do współpracy z modemem i niezależnymi generatorami sygnałów taktujących,
- jedno szybkie łącze szeregowe dedykowane do komunikacji między procesorami lub z pamięciami szeregowymi,
- dwa 16-bitowe liczniki ogólnego przeznaczenia,
- dwa zaawansowane układy DMA,
- układ nadzoru - watchdog,
- rozbudowany układ kontroli przerwania,
- 8-poziomowy system usypiania procesora, dzięki któremu pobór prądu można ograniczyć do zaledwie 40µA w trybie pełnego uśpienia (ale z działającym zegarem czasu rzeczywistego!).

Obudowa

Zmuszeni do wyprowadzenia na zewnątrz układu aż 100 sygnałów konstruktorzy Z183 zdecydowali się zamknąć go w obudowie typu VQFP. Uzyskali dzięki temu szereg korzyści, z których najważniejsze to małe wymiary oraz niska cena. Oczywiście odległość między wyprowadzeniami wynosząca zaledwie 0,5mm stawia pewne wymagania przed liniami montażowymi, ale obecnie nie jest to niczym niezwykłym. Przy konstrukcjach prototypowych lub amatorskich można przy-

odrobinie sprytu przylutować Z183 do płytki ręcznie, co autor niniejszego artykułu sprawdził osobiście.

Oprogramowanie

Zgodnie z przyjętą przez ZiLOGa strategią, oprogramowanie dla Z183, tak jak i dla wszystkich innych procesorów zostało włączone w skład ZiLOG Developer Studio (ZDS). Jest to kompletne środowisko programistyczne w skład którego wchodzi: edytor, assembler, linker, debugger i symulator. Całość pracuje na komputerach PC w środowisku Windows i nie stawia przed sprzętem wysokich wymagań. Najnowszą wersję można pobrać bezpłatnie ze strony ZiLOGa - www.zilog.com, przy czym należy podkreślić, że jest wersja pełna, bez jakichkolwiek ograniczeń.

Dostępny jest także kompilator C generujący kod na wszystkie procesory serii Z180. Traktować go można jako narzędzie samodzielne lub zintegrowane z ZDS. Szczególnie atrakcyjna jest ta druga możliwość, znacznie podnosząca komfort pracy nad programem. Jedną z opcji tego kompilatora jest obsługa MMU. Dzięki temu programista nie musi się martwić bankowaniem pamięci.

Przy tak dużej popularności procesorów Z180 naturalną rzeczą jest to, że powstało wiele innych programów dedykowanych Z180, a firmowanych przez firmy od ZiLOGa niezależne. Wiele z nich można znaleźć pod adresem: http://www.zilog.com/support/z80_z185.html, http://www.geocities.com/SiliconValley/Peaks/3938/z80_home.htm lub <http://users.iafrica.com/r/ra/rainier>. Należy także przypomnieć, że pracując z Z180 można skorzystać ze starszych programów stworzonych z myślą o Z80.

Co dalej?

Dalej pozostaje już tylko liczyć na inwencję i wyobraźnię konstruktorów, zarówno „zawodowców“ jak i „amatorów“. To od nich zależy jak wykorzystają możliwości zawarte w Z183. A że nie są one małe niech świadczy to, że już niedługo oprogramowanie oferowane przez ZiLOGa wzbogaci się o w pełni funkcjonalny stos TCP/IP, dzięki któremu będzie można Z183 zamienić w miniaturowy „web-serwer“. Tak więc mimo, że czasy „Spectrum“, „Commodore“ czy też „Atari“ minęły bezpowrotnie, 8-bitowe procesory trzymają się mocno i na pewno jeszcze długo będą nam towarzyszyć.

Witold Barycki, Eurodis

Materiały katalogowe związane z procesorem Z183 są dostępne na płycie CD-EP05/2001B w katalogu \Zilog.

