

Porażająca moc mikrokontrolera

Spośród 100 losowo wybranych elektroników prawdopodobnie co najmniej 95 mogłoby pochwalić się co najmniej niezłą znajomością mikrokontrolerów. Większość z nich dodatkowo mogłaby potwierdzić stosowanie ich w swojej codziennej praktyce. Ze znacznie gorszą statystyką mielibyśmy do czynienia w przypadku procesorów DSP. Ciekawe, do której z powyższych kategorii zliczyliby się użytkownicy kontrolerów z rdzeniem 56800/E.



Przyznać trzeba, że pracownicy Działu Półprzewodników firmy Motorola (obecnie *Freescale Semiconductor*) odznaczają się sporą dozą pomysłowości. Formy prezentacji nowych produktów opracowywane są tak, że nie sposób przejść obok nich obojętnie. Pamiętam chyba nie tak dawno opisywane na łamach EP mikrokontrolery HCS08, które charakteryzowały się niezwykle niskim poborem prądu i możliwością pracy przy niewielkich wartościach napięcia zasilającego. Zestaw ewaluacyjny był wówczas umieszczony w obudowie wykonanej na wzór baterii AA, co sugestywnie odzwierciedlało możliwości tych układów.

Tym razem zajmujemy się mikrokontrolerami o porażających wręcz osiągnięciach. Chyba można tak powiedzieć o... no właśnie, czy to jeszcze są normalne mikrokontrolery? Cechują się wydajnością 60 MIPS, posiadają 16-bitowe MCU. Twórcy nazywają je hybrydowymi kontrolerami DSP/MCU. Spoglądając na zestaw ewaluacyjny przygotowany

dla tego produktu, już na pierwszy „rzut oka” widać, że głównym atutem procesora jest prędkość działania. Na zgrabnym, metalowym kufereku stylizowanym na tradycyjny *lunch-box* widnieje wymowna sylwetka bolidu Formuły 1 przemykającego obok *checkered flag*. Tu jednak promocja zajeżdża chyba za daleko. Owa flaga może bowiem sugerować, że w danym temacie w stajni Motorola osiągnięto już wszystko, a to może przecież oznaczać, że inni mogą w przyszłości być lepsi. To jednak jest tylko moja własna interpretacja, być może nie trafiona. Tak, czy inaczej, w dniu dzisiejszym wyścig wygraną bolid z charakterystyczną, stylizowaną literką „M”. Nie ukrywam, że jak zwykle z olbrzymią ciekawością i wypiekami na twarzy otwierałem kuferek.

Zawartość kufierka

Okazało się, że w niewielkiej objętości można zmieścić całkiem sporo różnych dóbr. Najważniejszym z nich jest oczywiście płytka demonstracyjna

Motorola 56800/E Demo wraz z zasilaczem wtyczkowym i równoległym kablem sygnałowym. Jest też piękny notesik z animowaną okładką, kilka ulotek reklamowych, karta rejestracyjna i dwie płytki CDROM, na których zawarto oprogramowanie narzędziowe (którym tradycyjnie w przypadku Motoroli jest *CodeWarrior*) oraz *56800/E Accelerated Development System Resource Pack*. Jak w tym wszystkim zmieścił się jeszcze T-shirt rozmiaru XXL z firmowym logo na piersi? Nie wiem.

CodeWarrior znajdujący się w zestawie, to specjalna wersja oprogramowania przygotowana dla kontrolerów rodziny 56800/E – obsługuje układy MC56F836x i MC56F81xx. Przypomnijmy, że chodzi o zintegrowane środowisko programistyczne (IDE), które w zupełności wystarcza do napisania, przetestowania i uruchomienia własnej aplikacji. Oprogramowanie to powstało w firmie Metrowerks, kooperującej od wielu lat z dawnym Działem Półprzewodników Motoroli, obec-

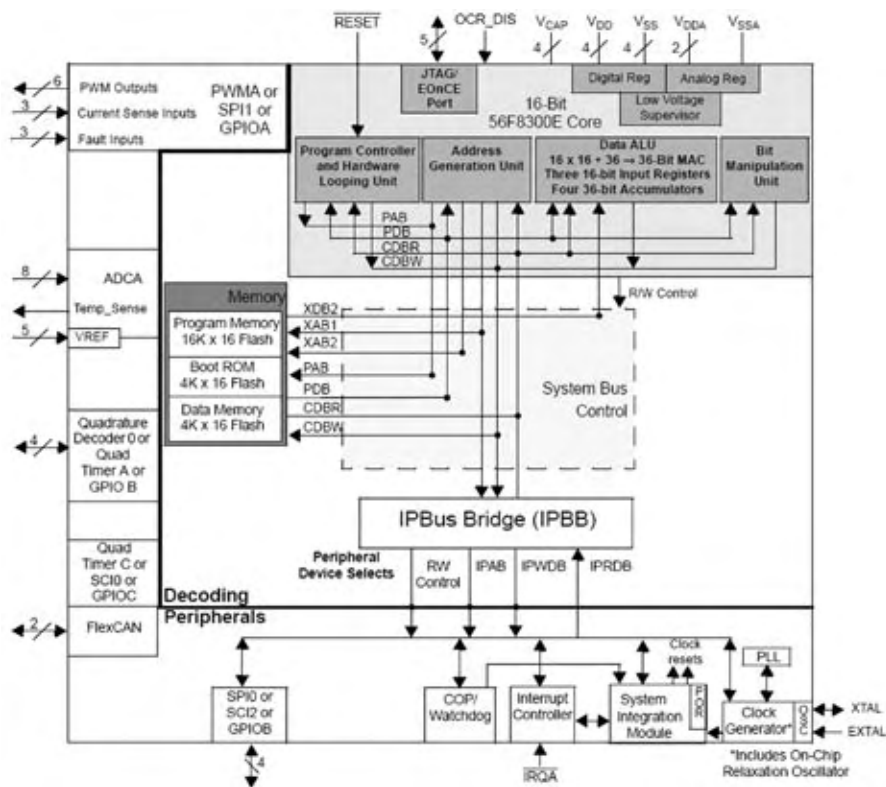
nie Freescale Semiconductor. Tak, tak – zmiany w świecie biznesu są tak szybkie, że nie zawsze za nimi nadążamy, a wiele takich zmian z racji naszego znacznego oddalenia od centrum wydarzeń może wzbudzać najgłębsze zdziwienie. Wydawać by się mogło, że świetnie prosperujące firmy mogą istnieć wieki całe, aż tu nagle słyszymy, że Maxim przechwytuje Dallasa, Hitachi i Mitsubishi przemieniają się w Renesas, a firmy Konica i Minolta od dzisiaj figurują pod jedną nazwą Konica-Minolta (przy czym kolejność występowania poszczególnych członów zapewne została opłacona ciężkimi milionami twardej waluty).

W nowej wersji środowiska CodeWarrior, noszącej oznaczenie v5.6, wprowadzono szereg poprawek i usprawnień przyczyniających się do dalszego zwiększenia efektywności i szybkości pracy programisty. Na szczególną uwagę zasługują nowe narzędzia. Są to m.in.:

- QED Lite (Momentum Data Systems), czyli specjalne narzędzie opracowane jako filtr graficzny, który jest przeznaczony do generowania współczynników dla filtrów cyfrowych wykorzystywanych w aplikacjach DSP.
- CodeWarrior Profiler – to specjalny generator raportów zawierających informacje o tym, w których fragmentach oprogramowania procesor „spędza” najwięcej czasu. Informacja ta może pomóc programiście zoptymalizować swój program.
- RTOS (*Real-Time Operating System*) – system operacyjny czasu rzeczywistego.

Dużym udogodnieniem będzie również nowy Turbo Downloader pozwalający na znaczne przyspieszenie przesyłania danych do pamięci Flash i RAM mikrokontrolera.

Na płycie 56800/E Accelerated Development System Resource Pack zawarto dokumentację dotyczącą hybrydowych kontrolerów (DSP/MCU) firmy Motorola (ciągle jeszcze nie mogą się przyzwyczaić do nowej nazwy), w tym efektowną prezentację multimedialną o



Rys. 1. Schemat blokowy kontrolera hybrydowego 86F8323

rodzinie 56800/56800E i samym rdzeniu 56800E. Można też tu znaleźć karty katalogowe, liczne manuale i noty aplikacyjne. Jest również elektroniczna wersja podręcznika do opisywanego zestawu ewaluacyjnego 56F8300 Demonstration Board (tradycyjnej książeczki do kuferka nie wrzucono).

Pierwszy eksperyment z użyciem płytki demonstracyjnej można wykonać niemal od razu po wyjęciu jej z opakowania. Nie stajemy wobec problemu dopasowania zasilacza i znalezienia odpowiedniego kabla sygnałowego. Ba, do załączonego zasilacza dodano również specjalne adaptory umożliwiające włączenie zasilacza, bez względu na to, czy będzie to miało miejsce w Polsce, Wielkiej Brytanii czy Stanach Zjednoczonych. Do zaobserwowania, jak działa hybryda MC56F8323, bo taki układ jest zamontowany na płycie, nie trzeba nawet instalować żadnego oprogramowania. Przykładowy program jest firmowo wpisywany do Flasha kontrolera, a

jest to detektor pola elektrycznego. W aplikacji tej jest wykorzystywany specjalny czujnik (Freescale’a oczywiście) - MC33794, tzw. *Electric Field Imaging Device (E-Sensor)* umieszczony pośród wielu innych elementów na płycie demonstracyjnej. Specjalnie zarezerwowany obszar miedzi na PCB służy jako antena. Po włączeniu zasilania urządzenie musi przejść przez procedurę autokalibracji trwającą ok. 10 sekund, po czym zaczyna normalną pracę. Wykrycie zmiany natężenia pola elektrycznego powoduje wygenerowanie dźwięków o różnych częstotliwościach, zaś jej dotknięcie powoduje wygenerowanie przez procesor słowa „Alert”. Pamiętajmy, że dla układu zaliczanego do klasy DSP (choć *de facto* takim nie jest), podobne zadania stanowią dziecinną igraszkę.

Do następnych eksperymentów konieczne już będzie zainstalowanie środowiska IDE. Pozwoli to zapisywać kolejne programy do pamięci Flash kontrolera, a także stworzy

Tab. 1. Porównanie parametrów rodzin 56800 i 56800E

Rdzeń	Wydajność [MIPS]	Liczba cykli na instrukcję	Liczba poziomów przerwań	Rejestry	Typy danych	Obszar adresowy pamięci programu	Obszar adresowy pamięci danych
56800	40	2	2	5 danych 5 adresowych	16-bitowe	128 kB	128 kB
56800E	do 200	1	5	7 danych 8 adresowych	8-bitowe, 16-bitowe, 32-bitowe	4 MB	32 MB

Tab. 2. Porównanie parametrów kontrolerów rodziny 56F8300

	56F8322	56F8323	56F8345	56F8346	56F8356	56F8357
Moc obliczeniowa	60 MHz	60 MHz	60 MHz	60 MHz	60 MHz	60 MHz
Zakres temperatur pracy	-40, +105/ +125°C	-40, +105/ +125°C	-40, +105/ +125°C	-40, +105/ +125°C	-40, +105/ +125°C	-40, +105/ +125°C
Napięcie zasilania (rdzeń/porty I/O)	2,5/3,3 V	2,5/3,3 V	2,5/3,3 V	2,5/3,3 V	2,5/3,3 V	2,5/3,3 V
Pamięć programu Flash	16 k x 16	16 k x 16	64 k x 16	64 k x 16	128 k x 16	128 k x 16
Pamięć programu RAM	2 k x 16	2 k x 16	2 k x 16	2 k x 16	2 k x 16	2 k x 16
Pamięć danych Flash	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16
Pamięć danych RAM	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	8 k x 16	8 k x 16
Pamięć boot Flash	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	4 k x 16	8 k x 16	8 k x 16
Ochrona pamięci Flash	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Interfejs pamięci zewnętrznej	nie	nie	nie	tak	tak	tak
Regulator(On/Off-chip)	On-Chip	On/Off-Chip	On/Off-Chip	On/Off-Chip	On/Off-Chip	On/Off-Chip
Oscylator wewnętrzny	tak	tak	nie	nie	nie	nie
Poczwórny timer	2	2	4	4	4	4
Dekoder kwadraturowy	1 x 4 kan.	1 x 4 kan.	2 x 4 kan.	2 x 4 kan.	2 x 4 kan.	2 x 4 kan.
PWM	1 x 6 kan.	1 x 6 kan.	2 x 6 kan.	2 x 6 kan.	2 x 6 kan.	2 x 6 kan.
PWM wejście Fault	1	3	4+4	3+4	3+4	4+4
PWM wyjścia CS	0	3	3+3	3+3	3+3	3+3
12-bitowy ADC	2 x 3 kan.	2 x 4 kan.	4 x 4 kan.	4 x 4 kan.	4 x 4 kan.	4 x 4 kan.
czujnik temperatury	tak	tak	tak	tak	tak	tak
FlexCAN	1	1	1	1	1	1
SCI (UART)	2	2	2	2	2	2
SPI	2	2	2	2	2	2
Porty ogólnego przeznaczenia (GPIO)	21	27	49	62	62	76
JTAG/OenCE	tak	tak	tak	tak	tak	tak
Obudowa	48LQFP	64LQFP	128LQFP	144LQFP	144LQFP	160LQFP

możliwość analizy i dowolnej modyfikacji programów. Tematyka przykładów z pewnością zachęci nas do takiego działania, tym bardziej, że będzie to najlepsza metoda zapoznania się z bogatą listą peryferiów i interfejsów kontrolera. Jednym z ciekawszych, szczególnie dla elektroników pracujących w branży motoryzacyjnej, będzie transceiver CAN. Oprócz niego do dyspozycji pozostają również: port we/wy ogólnego przeznaczenia (GPIO), timer/PWM, przetwornik ADC, port szeregowy, interfejs JTAG/EonCE wykorzystywany do debugowania uruchamianego programu, 10 wskaźników (diod LED). Do wspomaganie eksperymentów z aplikacjami analogowymi pomocny będzie umieszczony na płytce mikrofon wraz z odpowiednim wzmacniaczem. Można rów-

nież korzystać ze stereofonicznego wyjścia audio (gniazdo typu jack 3,5 mm). Odtwarzanie syntetycznych dźwięków jest możliwe za pomocą zamontowanego na płytce miniaturowego głośniczka. Tu niestety konstruktorzy Motoroli trochę się nie popisali, gdyż delikatna membrana tego głośnika nie jest niczym zabezpieczona, a niedoświadczonego elektronika może prowokować do naciśnięcia jej palcem. Usprawiedliwieniem takiego rozwiązania może być fakt, że twórcy płytki zapewne przyjęli jako mało prawdopodobne, aby zestawem tym bawili się kompletni nowicjusze.

Interfejs JTAG jest powszechnie stosowany przez większość producentów układów programowalnych i mikrokontrolerów z pamięcią Flash. Motorola stosuje własną jego mo-

dyfikację (rozszerzenie) o nazwie EOnCE (*Enhanced On-Chip Emulation*), pozwalającą na implementację taniego rozwiązania hardware'owego przydatnego w profesjonalnym środowisku uruchomieniowym.

Do zasilania poszczególnych bloków funkcjonalnych płytki ewaluacyjnej wymagane są różnorodne napięcia. Przykładowo: interfejs CAN wymaga napięcia +5V, kontroler jest zasilany napięciem 3,3V, a źródło referencyjne dla przetwornika A/C ma napięcie 3,0V. Wszystkie te napięcia są wytwarzane wewnętrznie przez odpowiednie stabilizatory z napięcia +12V DC dostarczanego z zasilacza zewnętrznego.

Pierwsze kroki

Jak już wiemy, płytka demonstracyjna *Motorola 56F8300 Demo* umożliwia przeprowadzenie kilku cieka-

wych doświadczeń, dających pogląd na możliwości kontrolerów DSP/MCU rodziny 56F8300 i środowiska uruchomieniowego. Oprócz detektora pola elektrycznego użytkownik dostaje jeszcze kilka gotowych aplikacji. Są to: rejestrator dźwięku (przy okazji zapoznajemy się z działaniem przetwornika ADC, timera i portów ogólnego przeznaczenia). W ćwiczeniu można zarejestrować własny 7-sekundowy komunikat dźwiękowy, a następnie wielokrotnie go odtwarzać. Jednocześnie sygnał z mikrofonu jest poddawany w czasie rzeczywistym analizie FFT po wcześniejszym odfiltrowaniu filtrem FIR. Obliczone widmo jest następnie przedstawione na diodach LED. W czasie odtwarzania komunikatów zapisane w pamięci Flash próbki służą do wygenerowania przebiegu PWM, kierowanego dalej do głośnika.

Tematem kolejnego doświadczenia jest czujnik temperatury. Wykorzystywany jest do tego wewnętrzny sensor procesora. Narastaniu temperatury towarzyszy zapalanie kolejnych LED-ów, które gasną wraz ze zmniejszaniem się temperatury. Układ powinien zareagować na zmianę temperatury wywołaną dotknięciem procesora palcem. Do zmniejszania temperatury zalecane jest stosowanie sprayu chłodzącego.

Następny eksperyment ma na celu pokazanie możliwości wykorzystania systemu RTOS przy różnych szybkościach pracy procesora. Podczas prób można za pomocą przycisku IRQA zmieniać w kilku krokach wydajność procesora. Początkowo jest ona równa 60 MIPS. LED-y sygnalizują aktywność równoległe wykonywanych zadań, którym nadano różne priorytety. Przełączenie czę-

stotliwości taktowania procesora na 30MHz powoduje zmianę wydajności na 30MIPS. W konsekwencji na LED-ach zobaczymy aktywność tylko 5 zadań o najwyższych priorytetach. Kolejny krok, to wydajność 20MIPS i dalsze zmniejszenie liczby aktywnych zadań.

W piątym ćwiczeniu demonstrowana jest praca czterech timerów pracujących w trybie *Compare*, współpracujących z diodami świecącymi. Wszystkie układy czasowe są ze sobą odpowiednio sprzężone, a efektem działania programu są zmiany na wskaźniku składającym się z zespołu LED-ów.

Na koniec możemy zaobserwować pracę kontrolera w trybie *Fast Interrupt*. Ćwiczenie polega a przepisywaniu zawartości jednego bufora pamięci RAM do drugiego. Operacja ta jest wykonywana przez 1 sekundę, zawsze po przyjęciu przerwania od timera generowanego co 10ms. Rezultat pracy procesora jest na bieżąco pokazywany na konsoli programu CodeWarrior. Podczas ćwiczenia uzyskujemy informację o łącznym czasie przebywania procesora w stanie Idle podczas pracy bez przerw, z przerwami *Normal* i z przerwami *Fast*.

Krótko o kontrolerze hybrydowym

W EP2/2004 opisaliśmy procesory rodziny 56F800. Ich kolejnym rozwinięciem jest seria 56F8300, która charakteryzuje się m.in. znacznym zwiększeniem mocy obliczeniowej, zwiększoną liczbą trybów adresowania, wprowadzeniem przerwań typu *Fast*, wydajniejszą współpracą z systemem uruchomieniowym. Wiele cech nadal jednak pozostaje wspólnych. Porównanie najważ-

niejszych parametrów obu rodzin przedstawiono w **tab.1**. W **tab.2** zestawiono natomiast dane techniczne rodziny 56F8300. Na **rys.1** przedstawiono schemat blokowy kontrolera 86F8323. Na uwagę zasługuje wbudowany podwójny, wewnętrzny regulator napięcia. Służy on do wytworzenia napięcia 2,6V potrzebnego do zasilania logiki wewnętrznej oraz zaimplementowanej w strukturze układu pętli PLL. Wśród dobrze rozpoznawalnych w większości komponentów kontrolera hybrydowego jest jeden, którego działanie może zainteresować użytkowników mikrokontrolerów tradycyjnych. Mowa tu o dekodерze kwadraturowym, pozwalającym w łatwy sposób badać cyfrowy przebieg 2-fazowy.

Cechy omawianych układów, a przede wszystkim dobre ich przystosowanie do typowych aplikacji automatyki i sterowania w połączeniu z mocą obliczeniową charakterystyczną dla procesorów DSP określają zakres zastosowań. I tak, kontrolery hybrydowe Motoroli (teraz już *Freescalar*) są powszechnie wykorzystywane w elektronice motoryzacyjnej (w układach wspomagania hamowania, aktywnego zawieszenia, wspomagania kierowania, itp.), w elektronice przemysłowej i medycznej (w zasilaczach UPS, układach sterowania silnikami, układach monitorowania zdrowia) i wielu innych. „Zabawa” z nimi może stanowić doskonały, łagodny etap przejściowy pomiędzy opracowywaniem aplikacji na typowe mikrokontrolery, a poważnym zajęciem się „rasowymi” procesorami DSP.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

RK-SYSTEM
www.rk-system.com.pl



® PRODUCENT PROGRAMATORÓW UNIWERSALNYCH!

OFERUJEMY KILKA MODELI PROGRAMATORÓW

- **UprogHS 48 portable**: superszybki programator z podstawką ZIF48.

Możliwość pracy samodzielnej lub z komputerem PC. **Urządzenie posiada interfejs USB**. W trybie samodzielnym obsługę zapewnia klawiatura, wyświetlacz LCD oraz nośnik danych w postaci karty typu SmartMedia. Opcjonalnie programator może być wykorzystywany jako analizator stanów logicznych, symulator pamięci, tester układów cyfrowych.

Urządzenie obsługuje kilka tysięcy różnego typu układów. Lista jest wciąż rozwijana.

- w ofercie ponadto: **UprogHS 84, UprogHS 48, Uprog48, Uprog40** i inne.

NARZĘDZIA DLA PROGRAMISTÓW I ELEKTRONIKÓW

- Kompilatory C, emulatory, debuggery, symulatory, assemblyery dla różnych procesorów
- Przetworniki oscyloskopowe, rejestratory i analizatory stanów logicznych
- Oprogramowanie w tym OrCAD, ALLEGRO, SPECCTRA, PSPICE



ul. Chełmońskiego 30, 05-825 Grodzisk Maz., tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax (022) 724 30 37, email: sprzedaz@rk-system.com.pl