

Ten, kto nie idzie na przód, ten się cofa. To stare porzekadło sprawdza się w sposób szczególnie bezwzględny w elektronice. Nie dziwią więc bezustanne zmiany w ofertach producentów. Klient nie lubi być zaskakiwany nieoczekiwanymi zmianami, tym bardziej jeśli wpływają one na jego plany. Zilog już kiedyś sprawił taką przykrą niespodziankę swoim odbiorcom, tym razem jest inaczej.



Encore!

Drugie wcielenie Z8

Sądząc po liczbie projektów wykorzystujących mikrokontrolery Ziloga, publikowanych w Elektronice Praktycznej, mógłbym dojść do wniosku, że od kilku miesięcy prezentując nowości tej firmy, robię solidną, nikomu niepotrzebną robotę. Zainteresowanie „Zetami” pozostaje nadal na poziomie zero. Do powyższego wniosku doszedłem, biorąc pod uwagę fakt, że autorzy do swoich konstrukcji dobierają elementy według własnych zamiłowań, przyzwyczajęń, możliwości finansowych, dostępności poszczególnych typów w ich mieście i kilku innych nieznanym mi

czynników. Faktem jest, że obracamy się wokół trzech, może czterech producentów, reszta mieści się w tzw. ilościach śladowych. Tymczasem rozglądając się niekiedy poza ofertę Atmela czy Microchipa, można znaleźć całkiem przyzwoite podzespoły. Przyznam, że po nagłośnionej w EP rewizji programu produkcji pierwszej z wymienionych firm, moja sympatia do niej została poddana ostrej, negatywnej weryfikacji.

Popatrzmy zatem po raz kolejny na mikrokontrolery spod znaku „Z” w nadziei, że zwrócą one jednak uwagę konstruktorów. Tym razem zaintereso-

wanie skupimy na rodzinie opatrzonej przydomkiem *Encore!*

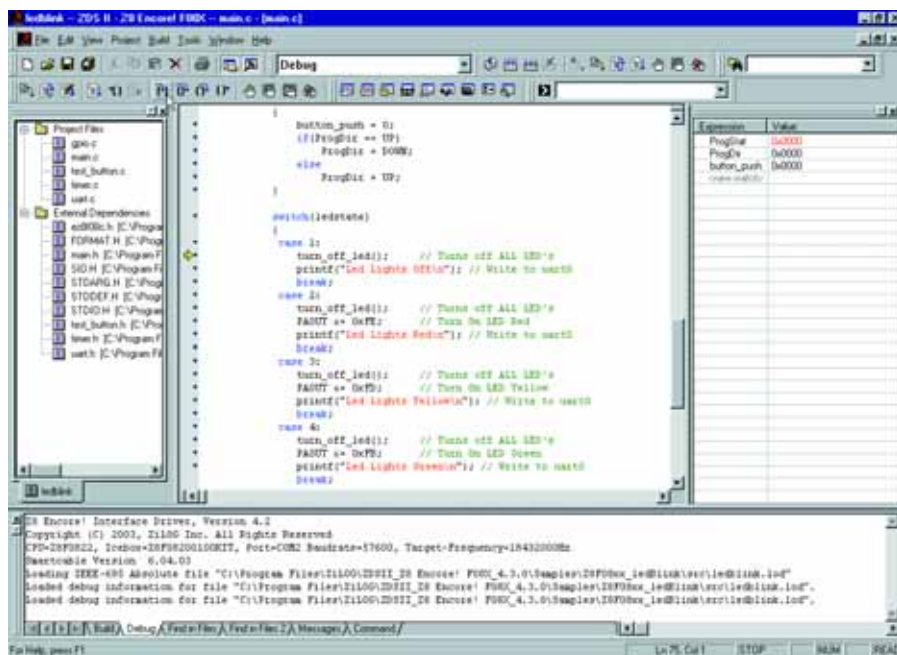
Z8 na bis

Encore! to mikrokontrolery 8-bitowe, których CPU wykorzystuje zmodyfikowaną wersję rdzenia Z8. Być może stąd wzięła się miło brzmiąca nazwa układów (*encore* w języku angielskim oznacza bisowanie). Nowy rdzeń może być taktowany sygnałem zegarowym o częstotliwości 20 MHz. Poszczególne typy układów różnią się między sobą zaimplementowanymi peryferiami. Szczegóły przedstawiono w **tab. 1**. Na uwagę zasługuje spora pojemność pamięci programu i danych. Nawet najuboższe wersje mikrokontrolerów mają 4 kB pamięci Flash i 1 kB pamięci SRAM. Zawsze mnie zastanawiało, dlaczego nie jest normą wyposażanie mikrokontrolerów w bloki POR (*Power-On-Reset*) i VBO (*Voltage-Brown-out-Protection*), tym bardziej, że z problemami związanymi z zerowaniem procesorów spotykamy się bardzo często. Widocznie to samo pytanie zadawali sobie inżynierowie Ziloga, gdyż postanowili tym razem te komponenty uwzględnić we wszystkich typach *Encore*’ów. Podobnie jest z watchdogami, które w omawianej rodzinie współpracują zawsze z wewnętrznym oscylatorem RC.

Jak pierwsze wrażenia? Jest całkiem niezłe, w dodatku - zgodnie z zapowiedziami producenta - to dopiero początek. Większość przedstawicieli rodziny



Rys. 1



Rys. 2

Encore! ma wbudowany 10-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy. W zależności od potrzeb można dobrać układ z odpowiednią liczbą kanałów - od 2 do 12. To bardzo istotna cecha tych mikrokontrolerów. Pamiętajmy, że inni producenci oferują często jedynie przetworniki 8-bitowe. Jeśli dodamy do tego możliwość korzystania z 3-kanałowego układu DMA zaimplementowanego w mikrokontrolerze, to uzyskujemy idealne rozwiązanie np. dla aplikacji przetwarzania danych pomiarowych, którym wystarczy 8-bitowa rozdzielczość. W układach *Encore!* zawarto ponadto peryferia niewymienione w **tab. 1**. Są to interfejs I²C i SPI oraz układ UART współpracujący z enkoderm/dekoderem IrDA. Trzeba też wspomnieć o różnorodnych trybach pracy timerów/liczników zaimplementowanych w mikrokontrolerze. Mamy więc możliwość pracy:

- jednorazowej (*One-Shot*), gdy układ zatrzymuje się po odliczeniu zadanej sekwencji i generuje przerwanie,
- ciągłej (*Continuous*) - układ po odliczeniu zadanej sekwencji generuje przerwanie, po czym automatycznie przeładowuje rejestry i powtarza cykl,
- bramkowanej (*Gated*) - licznik pracuje tylko wtedy, gdy na odpowiednim wejściu sterującym występuje stan aktywny,
- w trybie przechwytywania (*Capture*), w którym wartość liczników jest zapamiętywana w rejestrach przechwytywania po wystąpieniu sygnału zatrzymującego na specjalnym wejściu, generowane jest też w tym momencie przerwanie;
- w trybie porównywania (*Compare*), w którym w zrównaniu się stanu licznika ze stanami rejestrów porównywania zostaje wysterowane spe-

cialne wyprowadzenie zewnętrzne oraz jest generowane przerwanie, - w trybie przechwytywania i porównywania (*Capture and Compare*), będącym połączeniem odpowiednich trybów, - w trybie PWM (*Pulse Width Modulator*) - modulator współczynnika wypełnienia fali prostokątnej.

Trzeba jednak uczciwie przyznać, że podobne tryby pracy występują również w mikrokontrolerach innych producentów. Dzisiaj to właściwie standard. Konstruktorzy uruchamiający aplikacje wykorzystujące mikrokontrolery *Encore!* będą z pewnością intensywnie eksploatować wyprowadzenie DBG, które zo-

stało zaimplementowane specjalnie dla nich. Jest to bowiem dwukierunkowy port OCD (*On-Chip Debugger*). Dzięki niemu można podglądać zasoby mikrokontrolera (rejstry wewnętrzne, pamięć programu i danych), można ustawiać pułapki, a także wykonywać program w trybie ciągłym lub krokowym.

Pamięci były zawsze piętą achillesową Ziloga. Można powiedzieć, że kłopoty z Flashami były nawet kiedyś przyczyną utraty mocnej pozycji rynkowej. Dzisiaj analogiczna sytuacja dotyczy pamięci EEPROM. Podczas gdy niemal wszyscy producenci uwzględniają ją w swoich mikrokontrolerach, w żadnym z zilogowych *Encore'ów* jej nie widać. Czyżby znowu na przeszkodzie stały jakieś problemy technologiczne? Trudno w to uwierzyć. Niewielkim usprawiedliwieniem jest możliwość samoprogramowania pamięci Flash (w programie użytkowym). Pamiętajmy jednak, że aby zaprogramować jeden bajt pamięci tego typu, konieczne jest skasowanie całej strony, która w mikrokontrolerach *Encore!* ma długość 512 bajtów. Ponadto użytkownik może się spotkać z jeszcze jednym, niemiłym problemem. Jeśli będzie chciał zabezpieczyć swój program przed dostępem osób postronnych, będzie musiał zrezygnować z autozapisu pamięci Flash. Możliwość modyfikacji tej pamięci z poziomu programu użytkowego została zresztą pomyślana do zupełnie innych celów niż te, które zazwyczaj są związane z pamięcią EEPROM. Brak pamięci EEPROM w strukturze mikrokontrolera to duża niedogodność. Coraz częściej spotykamy się przecież z urządzeniami wymagającymi np. zachowywania paramet-

Tab. 1. Zestawienie parametrów mikrokontrolerów Z8 Encore!								
Typ układu	Wielkość pamięci Flash	Współpraca z pamięcią zewnętrzną	SRAM	Częstotliwość oscylatora	I/O	Timery 16-bitowe	Kanały ADC 10-bit	Inne
Z8F0411	4	-	1k	20	11	2	-	PWM, POR, VBO
Z8F0412	4	-	1k	20	19	2	-	PWM, POR, VBO
Z8F0421	4	-	1k	20	11	2	2	PWM, POR, VBO
Z8F0422	4	-	1k	20	19	2	5	PWM, POR, VBO
Z8F0811	8	-	1k	20	11	2	-	PWM, POR, VBO
Z8F0812	8	-	1k	20	19	2	-	PWM, POR, VBO
Z8F0821	8	-	1k	20	11	2	2	PWM, POR, VBO
Z8F0822	8	-	1k	20	19	2	5	PWM, POR, VBO
Z8F1601	16	+	2k	20	31	3	8	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F1602	16	+	2k	20	46	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F2401	24	+	2k	20	31	3	8	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F2402	24	+	2k	20	46	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F3201	32	+	2k	20	31	3	8	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F3202	32	+	2k	20	46	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F4801	48	+	4k	20	31	3	8	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F4802	48	+	4k	20	46	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F4803	48	+	4k	20	60	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F6401	64	+	4k	20	31	3	8	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F6402	64	+	4k	20	46	4	12	PWM, POR, VBO, DMA
Z8F6403	64	+	4k	20	60	4	12	PWM, POR, VBO, DMA

rów konfiguracyjnych czy kalibracyjnych. Niestety, w przypadku *Encore'ów* konieczne będzie stosowanie pamięci zewnętrznych.

Dla polepszenia humoru warto wspomnieć o ciekawym rozwiązaniu, jakie zastosowano w mikrokontrolerach Ziloga. Jest w nich mianowicie zaimplementowany blok *Illegal Instructions Traps*, którego zadaniem jest śledzenie poprawności pobieranego kodu przez CPU. Jeśli się okaże, że pobrany z pamięci programu bajt nie jest rozkazem (kody rozkazów nie wykorzystują wszystkich możliwych kombinacji), to generowane jest specjalne przerwanie. Sytuacja taka może wystąpić np. w wyniku jakiegoś zakłócenia albo niecelowego zamazania pamięci programu. O tym, co procesor powinien zrobić w takich przypadkach, decyduje programista pisząc odpowiednią procedurę obsługi. Swoją drogą niewiele chyba da się tu wymyślić poza wyzerowaniem systemu.

Mikrokontrolery *Encore!* są wykonywane tylko w wersji zasilanej napięciem 3,3 V z możliwością współpracy z układami zasilanymi napięciem 5 V.

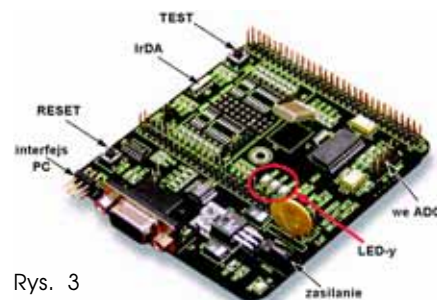
Under construction

Zanim system mikroprocesorowy zostanie „wypuszczony” w świat, konstruktor musi wiele czasu spędzić na pisaniu programu i jego testowaniu w naturalnym środowisku - mikrokontrolerze wraz z otaczającymi go urządzeniami peryferyjnymi. Tu na szczęście użytkownik spotyka się z dobrym traktowaniem przez firmę Zilog. Dla prezentowanych mikrokontrolerów z pamięcią programu od 4 do 8 kB został opracowany zestaw ewaluacyjny *Z8 Encore! 8K/4K MCU Evaluation Kit* (fot. 1). Umożliwia on zapoznanie się z mikrokontrolerami, a nawet testowanie niewielkich własnych aplikacji. W skład zestawu wchodzi: płytki uruchomieniowa, specjalny interfejs z kablem szeregowym do połączenia z komputerem, zasilacz wtyczkowy, dokumentacja i oprogramowanie na płytce CD-ROM. W tym miejscu trzeba brzydko powiedzieć: „a niech się Atmel schowa”. Klient Ziloga dostaje w zestawie bardzo dobre narzędzie, jakim jest *ZDS II- Z8 Encore! IDE* (ZiLOG Developer Studio). Jest to zintegrowane środowisko programowe przeznaczone dla systemów Win

98 Second Edition, Win NT 4.0 z serwis pack 6, Win2000 z Serwis Pack 3 oraz WinXP z Serwis Pack 1. W jego skład wchodzi: menedżer projektów, edytor, mikroassembler, kompilator C (zgodny z ANSI), linker, librarian i debugger symboliczny. Menedżer projektu ułatwia panowanie nad wszystkimi składnikami projektu. Wyświetla w postaci graficznej hierarchię plików, ułatwia ich tworzenie i kasowanie. Debugger wykorzystuje podczas pracy port RS232. Powyższe narzędzia są opracowane bardzo starannie, stwarzają bardzo duży komfort pracy programiście. Podczas pracy w jednym oknie możliwe jest tworzenie wersji źródłowej programu (nawet wielomodułowego), jego kompilacja i uruchamianie (rys. 2). Program może być wykonywany w trybie krokowym lub ciągłym, z użyciem wielu pułapek, w każdej chwili dostępne są do podglądania lub modyfikacji wszystkie zasoby mikrokontrolera. System może być skonfigurowany jako symulator - wtedy nie jest potrzebny fizyczny układ z mikrokontrolerem lub jako debugger pozwalający na weryfikację programu w układzie rzeczywistym. W obydwu przypadkach jest zachowana dobra współpraca z edytorem, co bardzo ułatwia usuwanie błędów. Użytkownik może samodzielnie ustalić zawartość i rozkład okna roboczego, dzięki czemu zawsze ma wyświetlane tylko te informacje, których potrzebuje. Rozpoznawanie słów kluczowych przez edytor oraz debugger i wyświetlanie ich w różnych kolorach znacznie usprawnia etap pisania wersji źródłowej programu, a i później podczas debugowania okazuje się bardzo przydatne.

Płytki uruchomieniowa

Płytki uruchomieniowa zestawu *Z8 Encore! 8K/4K MCU Evaluation Kit* zawiera mikrokontroler Z8F0822 w 28-nóżkowej obudowie SOIC, 3 LED-y, interfejsy: RS232 i IrDA, klawisz zerowania i testowy, gniazdo zasilania (uwaga!) 5 V, interfejs OCD wykorzystywany przez debugger, gniazdo do podłączania sygnałów analogowych dla przetwornika ADC oraz małe pole montażowe dla własnych układów prototypowych (rys. 3). Pole montażowe jest typowe dla Ziloga. Jest tam niezbyt dużo miejsca: punkty lutownicze pod dwa 16-nóżkowe i dwa 8-nóżkowe układy SMD, kilka



Rys. 3

rezystorów również SMD i dosłownie kilka niezależnych punktów lutowniczych. Pięciokanałowy przetwornik analogowo-cyfrowy może posłużyć do wykonania wielu ciekawych eksperymentów z przetwarzaniem sygnału analogowego. Dostępny transceiver IrDA ułatwi natomiast budowę toru bezprzewodowej transmisji danych. W doświadczeniach można łatwo badać zachowanie się systemu dla różnych częstotliwości rezonatora kwarcowego. Choć w oryginale jest założony rezonator 18,432 MHz, to jego wymiana jest bardzo prosta, gdyż nie jest on lutowany, tylko wkładany do dwóch gniazd tulipanowych.

Raczej trudno spodziewać się, by w najbliższym czasie powstała wersja Bascoma na mikrokontrolery *Encore!* Ale chyba nie jest to powód do większego żartowania. Język C udostępniony w zestawie jest znakomicie opisany i pozwoli „wycisnąć” z procesora chyba wszystko, co tylko się da. Programiści lubiący pisać na „niższym poziomie” będą również usatysfakcjonowani, mają przecież assembler, który jak zwykle u Ziloga jest bardzo przejrzysty i łatwy do opanowania. Dla całkowicie zagubionych w nowym, nieznanym środowisku sprzętowym, w dokumentacji zamieszczono dokładne schematy elektryczne płytki ewaluacyjnej. Można się na nich wzorować przy projektowaniu własnych aplikacji. Przydałoby się jedynie trochę więcej przykładów programów. Dodatkowe informacje o rodzinie *Encore!* można znaleźć na stronie <http://www.zilog.com/products/family.asp?fam=225>.

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

Dodatkowe informacje

Artykuł powstał na podstawie materiałów udostępnionych przez firmę WBC Sp. z o.o., tel. (71) 78-88-011.