



eZ80™ Acclaim!

Flash Microcontrollers

Nowy „krewny” słynnego „Z-ta”

Z „psychologią tłumu” spotykamy się na co dzień w wielu sytuacjach. Wystarczy na przykład, aby rozjuszony czymś stadionowy kibic rzucił jakąś inwektywę w kierunku sąsiedniego sektora i już rozróża na pół miasta jest gotowa. Nieopatrznie wypowiedziane przez dziennikarza słowo o polityku powoduje natychmiastowe podchwycenie wątku przez jego kolegów, a w kilka dni później cały kraj „wiesza

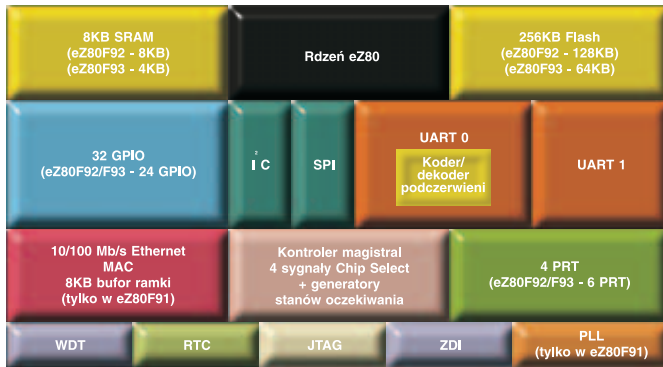
psy” na biedaku, który notabene może być bogu ducha winien. Takie zachowania są chyba normalne, w każdym razie tłumaczy je jakoś socjologia.

Podobnie dzieje się w naszej branży. Na rynku funkcjonuje wiele podzespołów o zbliżonych cechach funkcjonalnych, a mimo to okazuje się, że zawsze znajdzie się taki, który będzie cieszył się szczególną popularnością wśród użytkowników. Mo-

że jest to efekt umiejętnej polityki marketingowej producentów i dystrybutorów, może mając do dyspozycji Internet, sami potrafimy sobie wyłansować ten najlepszy, a przynajmniej najbardziej odpowiedni.

Przed kilkunastoma laty taką nagłą popularność osiągnął mikroprocesor Z80, detronizując intelowskiego 8080. Wydawało się, że jego panowanie będzie długie i niezagrożone.

Zilog niemalym rzeszom elektroników kojarzy się chyba dość dobrze, a to głównie za sprawą kultowego już mikroprocesora jakim był Z80. Od czasu, gdy osiągał szczyty popularności, minęło już prawie 20 lat. Czy to wystarczy, żeby o nim zapomnieć?



Rys. 1. Schemat blokowy mikrokontrolera eZ80F91

Tak jednak nie było. Konkurencja nie spała i wkrótce pojawiły się nowe rodziny mikrokontrolerów, z których MCS-51 stała się „numerem jeden”. Do dziś nie mogę zrozumieć, jak można było w tak łatwy sposób oddać prymat. Mikrokontrolery rozwijały się dość dynamicznie, a kolejnym progiem było wprowadzenie pamięci Flash. Fakt ten pozostawał przez jakiś czas jakby niezauważony przez ZiLOG-a. Może był to efekt polityki, być może był to po prostu dla tej firmy próg nieco za wysoki. Technologia została jednak po jakimś czasie opanowana i teraz owocuje wprowadzaniem licznych nowości. Czy będą to produkty, które zdobędą uznanie użytkowników, czy ZiLOG znowu powróci na szczyty? To wszystko powinno wyjaśnić się już wkrótce - czas w tej branży biegnie bardzo szybko.

Trochę o rodzinie

Zaanonsowana w listopadzie 2002 roku rodzina mikrokontrolerów eZ80Acclaim! dzisiaj jest już dostępna. Tworzą ją trzy układy: eZ80F91, eZ80F92 i eZ80F93. Jak leczenie bezpłodności często kończy się ciążą mnogą, tak początkowe kłopoty z pamięciami Flash spowodowały, że po ich opanowaniu ZiLOG oferuje teraz 8-bitowy mikrokontroler z pamięcią tego typu o wielkości aż 256 kB. Tym razem strategia firmy jest dość przejrzysta. Pierwszy układ -

eZ80F91 - stanowi bardzo silne uderzenie, a to ze względu na rozbudowane peryferia. Następne: F92 i F93 są jego uproszczonymi odmianami.

Po co 8-bitowemu mikrokontrolerowi 256 kB pamięci programu - mógłby ktoś zapytać, biorąc pod uwagę to, że aktualnym standardem jest 8, 16, 32, rzadko więcej niż 64 kB. Czyżby była to próba pokonania przez ZiLOG-a dwóch schodków naraz? Może przy okazji? Tak naprawdę mikrokontrolery eZ80Acclaim! (eZ80Acclaim! jest znakiem towarowym) zostały skonstruowane z myślą o bardzo poważnych zastosowaniach, np. model F91 ukierunkowano szczególnie na aplikacje internetowe, a tam faktycznie każdy kilobajt może być bardzo cenny. Pozostałe parametry również nie są często spotykane wśród 8-bitowców: zegar 50 MHz, zdolność adresowania liniowego do 16 MB, 24-bitowa arytmetyka stałoprzecinkowa, imponujące wyposażenie w wewnętrzne peryferia, w tym tzw. EMAC (Ethernet Me-

dia Access Controller) zapewniający współpracę z sieciami 10/100BaseT Ethernet (występuje tylko w układzie F91). Zafascynowanie pamięcią Flash spowodowało, że w Acclaimach zastosowano taką pamięć nawet do celów konfiguracyjnych. Zazwyczaj służy do tego EEPROM, który, jakby na to nie patrzeć, cechuje się większą żywotnością. Przewidywanym zastosowaniem mikrokontrolerów eZ80Acclaim! mają być m.in. terminale internetowe współpracujące z różnorodnymi urządzeniami peryferyjnymi, stąd liczne interfejsy (chyba wszystkie możliwe), a nawet zegar czasu rzeczywistego stabilizowany typowym kwarcem 2¹⁵ Hz. Pamięć SRAM (16 kB) o czasie dostępu 20 ns ma ułatwiać implementację sieciowych protokołów komunikacyjnych. Równoległe z mikrokontrolerami oferowane są narzędzia do tworzenia aplikacji: oprogramowanie użytkowe - assembler, linker, debugger, symulator i kompilator AN-SI C zintegrowane w ZiLOG Developers Studio IDE, kompletny stos TCP/IP, zestaw ewaluacyjny wraz z modułem ethernetowym. Wydawać by się mogło, że Acclaimy od starego Z80 dzieli przepaść, a jednak ZiLOG nadal zachowuje zgodność w dół swoich nowych produktów z legendarnym pierwowzorem. Czy jest to przejaw megalomanii? Chyba nie. To raczej próba docenienia olbrzymiej pracy, jaką kiedyś wykonali konstrukto-

rzy systemów mikroprocesorowych. Swego czasu powstało naprawdę bardzo dużo wartościowych aplikacji bazujących na Z80. Tworząc rodzinę Acclaim, ZiLOG postanowił nie ograniczać się tylko do swoich pomysłów. Specyficzny rodzaj gwintu, udiwniony kabel połączeniowy czy niestandardowy interfejs zgubiły już niejednego producenta. Otwarcie na świat przejawia się tym razem możliwością ustawienia zewnętrznej magistrali w tryb pracy eZ80, Z80, Intela i Motoroli. Dla lepszego zorientowania się, jak to wszystko jest układane w malutkiej krzemowej płytce (proszę nie brać tych słów zbyt dosłownie), na rys. 1 przedstawiono budowę wewnętrzną mikrokontrolerów eZ80Acclaim! W tab. 1 zestawiono natomiast ich najważniejsze parametry.

Bierzemy pod lupę eZ80F91Acclaim!

Mikrokontrolery Acclaim są rozwiniętymi wersjami procesorów eZ80. Po dołożeniu pamięci Flash stały się całkowicie samowystarczalnymi mikrokontrolerami, zachowując sporą jak na układy 8-bitowe moc obliczeniową. Wiemy już, że mogą pracować również w sposób identyczny jak Z80. Dziedziczą zresztą po nim pewne elementy architektury np. podwójny, przełączany bank rejestrów. Mikrokontrolery eZ80Acclaim! są zasilane napięciem 3,0...3,6 V, lecz ich wejścia tolerują połączenia z układami 5-woltowymi.

Tab. 1. Zestawienie parametrów mikrokontrolerów eZ80Acclaim!								
Układ	Pamięć		EMAC	Zegar	Liczba portów ogólnego przeznaczenia	Liczniki/timery	Obudowa	Zakres temperatur
	Flash	SRAM						
eZ80F91AZ050SC	256kB+512B	16kB	+	50MHz	32	4	144-nóżkowa	0-70°C
eZ80F91AZ050HC	256kB+512B	16kB	+	50MHz	32	4	144-nóżkowa	0-105°C
eZ80F92AZ020SC	128kB+256B	8kB	-	20MHz	24	6	100-nóżkowa	0-70°C
eZ80F92AZ020HC	128kB+256B	8kB	-	20MHz	24	6	100-nóżkowa	0-105°C
eZ80F93AZ020SC	64kB+256B	4kB	-	20MHz	24	6	100-nóżkowa	0-70°C
eZ80F93AZ020HC	64kB+256B	4kB	-	20MHz	24	6	100-nóżkowa	0-105°C

Wewnętrzna pamięć Flash może być programowana bez stosowania dodatkowych napięć zasilających. Jak podaje producent, wytrzymuje ona 20000 cykli zapisu, a dane przechowuje bezpiecznie w temperaturze pokojowej przez 100 lat. Niestety nie wiadomo, jak bardzo znaczący jest wpływ temperatury na ten parametr, a trzeba wiedzieć, że wersje HC układu mogą pracować w temperaturze do 105°C.

Przyjrzyjmy się bliżej blokom funkcjonalnym zawartym w strukturze mikrokontrolera:

CPU - taktowanie do 50 MHz, jednostka centralna identyczna jak w eZ80, wyposażona w mechanizm przetwarzania potokowego. Zachowuje zgodność listy rozkazów z Z80 i Z180. Rozkazy są wykonywane w jednym cyklu. Posiada podwójny wskaźnik stosu: 16-bitowy i 24-bitowy. 24-bitowe są również rejestry i ALU (*Arithmetic Logic Unit*). Obsługuje przerwania niemaskowalne - NMI (*Nonmaskable Interrupt*) i 128 wektorów przerwań maskowalnych.

pamięć - Flash 256 kB (pamięć programu) + 256 B (pamięć konfiguracyjna), 8 kB pamięci danych SRAM.

porty I/O - 32 porty ogólnego przeznaczenia indywidualnie konfigurowane. Mogą pracować w trybie wejściowym, wyjściowym, *open drain*, *open source*, wejścia zgłaszania przerwań wyzwalanych poziomem wysokim lub niskim, wejścia zgłaszania przerwań wyzwalanych zboczem narastającym, opadającym lub obydwoma jednocześnie, 10 wyjść można obciążać prądem do 10 mA, 16 portów ma wejścia Schmitta.

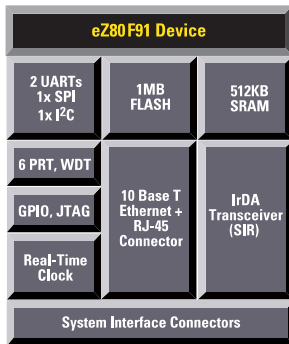
EMAC - specjalizowany blok wykorzystywany do realizacji interfejsu ethernetowego (*Ethernet Media Access Controller*). Zawiera nadajnik, odbiornik, układ

zerowania, zegar centralny. Wbudowany arbiter realizuje komunikację pomiędzy siecią a CPU poprzez wewnętrzny układ DMA (*Direct Memory Access*), własną kolejkę FIFO (*First In - First Out*) oraz system przerwań. EMAC jest widoczny dla CPU poprzez zestaw rejestrów.

IrDA - specjalizowany układ asynchronicznej transmisji szeregowej do realizacji bezprzewodowych połączeń wykorzystujących podczerwień. Wewnętrzny enkoder/dekoder zapewnia realizację warstwy fizycznej IrDA, jest kompatybilny ze specyfikacją v 1.4. Interfejs zapewnia łączność z prędkościami od 9600 b/s do 115,2 kb/s (prędkości powyżej 9600 b/s choć możliwe, nie są przewidziane w specyfikacji). Układ enkodera/dekodera zapewnia poprawne zmodulowanie sygnału cyfrowego, niezbędne do wysterowania nadajników podczerwieni oraz prawidłowo demoduluje odebrany sygnał.

UART - (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) w rzeczywistości są to dwa niezależne układy, mogące pracować z własnymi prędkościami transmisji. Do buforowania danych służą 16-bitowe kolejki FIFO. Zapewniają prawidłowe formowanie 5-, 6-, 7-, 8- i 9-bitowych ramek. Dbają o poprawność nadania, a przede wszystkim odbioru. Wyposażone są w bloki wykorzystywane do prowadzenia sprzętowej kontroli przepływu danych w modemach. UART umożliwia prowadzenie transmisji z szybkością do 115,2 kb/s.

I²C - to popularny interfejs (*Inter-Integrated Circuit*) wykorzystywany najczęściej do realizacji transmisji pomiędzy różnymi blokami systemu. W *Acclaimach* może pracować w trybach: *Master Transmit*, *Master Receive*, *Slave Transmit* i *Slave Receive* i posiada własny zegar. Li-



Rys. 2. Schemat blokowy zestawu eZ80F91 Module

nie SDA i SCL powinny być jak zwykle podciągnięte do „plusa“ zewnętrznymi opornikami. Interfejs może pracować w trybie standardowym (do 100 kb/s) lub szybkim (do 400 kb/s).

SPI - (*Serial Peripheral Interface*) interfejs, którego przeznaczenie jest podobne do I²C. Umożliwia komunikację szeregową pomiędzy procesorem i urządzeniami peryferyjnymi wyposażonymi w podobny układ. Zapewnia synchroniczną łączność dupleksową, wykorzystując 4-przewodowe połączenia. Interfejs może być konfigurowany jako *master* lub *slave*. Przebieg zegarowy jest wytwarzany we własnym generatorze *mastera* z programowaną częstotliwością.

Liczniki/timery - eZ80F91 jest wyposażony w cztery 16-bitowe timery/liczniki z preskalarami. Cechuje je możliwość wyboru źródła sygnału zegarowego. Mogą pracować w trybach: licznika zdarzeń, przechwytywania, porównywania, modulatora PWM z możliwością indywidualnego skonfigurowania czterech wyjść. Wszystkie liczniki/timery pracują całkowicie niezależnie, nie mają wspólnych rejestrów roboczych i sterujących, nie dzielą pomiędzy sobą przerwań. Priorytety przerwań każdego licznika/timera mogą być indywidualnie ustawiane. Układy mogą być skonfigurowane do pracy jedno-przebiegowej lub ciągłej.

Watchdog - specjalny timer czuwający nad popraw-

nością wykonywania programu. Posiada cztery stopnie podziału częstotliwości oscylatora: 2¹⁸, 2²², 2²⁵ i 2²⁷. Jako źródło przebiegu zegarowego może być wybrany wewnętrzny oscylator RC, zegar systemowy mikrokontrolera lub zegar czasu rzeczywistego z wewnętrznym kwarem 32 kHz. Watchdog może generować sygnał RESET lub zgłaszać niemaskowalne przerwanie (NMI).

Zegar RTC - wewnętrzny, autonomiczny zegar czasu rzeczywistego RTC (*Real Time Clock*). Zlicza sekundy, minuty, godziny (w systemie 24-godzinnym), dni miesiąca, dni tygodnia, lata i wiek. Może być podtrzymywany zewnętrzną baterią. Układ może być synchronizowany oscylatorem z wewnętrznym rezonatorem kwarcowym 32768 Hz, a także częstotliwością sieci energetycznej 50/60 Hz.

Oscylator wewnętrzny - układ taktujący pracę CPU i pozostałych bloków mikrokontrolera. Współpracuje z owertonowym rezonatorem kwarcowym wykorzystującym rezonans równoległy. Można również doprowadzać zewnętrzny przebieg zegarowy. Dołączane kondensatory nie powinny mieć pojemności większej niż 4 pF, co wymaga dość starannego opracowania obwodu drukowanego.

PLL - przebieg zegarowy podawany do systemu może pochodzić z wyjścia układu pętli fazowej PLL (*Phase-Locked Loop*). Częstotliwość oscylatora nie powinna być wówczas większa niż 10MHz. Pętla wymaga dołączenia zewnętrznego filtra RLC.

ZDI - (*ZiLOG Debug Interface*) to specjalny interfejs przeznaczony do prac uruchomieniowych. Został zaprojektowany w celu uzyskania maksymalnych możliwości współpracy systemu uruchamianego z emulatorem *In-Circuit*.

Dzięki niemu można podglądać i zmieniać zasoby mikrokontrolera (rejestry, pamięć itp.), uruchamiać program krokowo lub w trybie ciągłym z pułapkami. Do połączenia z emulatorem wymagane jest jedynie 6-stykowe gniazdo. Wykorzystując ZDI, można debugować programy napisane w języku C lub assemblerze, używając do tego *ZiLOG Developer Studio II* (ZDSII).

JTAG - interfejs JTAG podobnie jak ZDI jest elementem składowym tzw. *On-Chip Instrumentation* (OCI). Jest on zgodny ze specyfikacją IEEE 1149.1. Jego przeznaczenie jest podobne do ZDI, lecz jest standardem światowym w przeciwieństwie do ZDI, który jest opracowaniem własnym ZiLOG-a.

Nie tylko mikrokontrolery

Firma ZiLOG promuje swoje nowe mikrokontrolery m.in. poprzez oferowanie klientom gotowych modułów, np.: internetowych - eZ80F92 Ethernet Module i eZ80F92 Flash Module. Jeden z nich był wykorzystywany w ZiLOG-owym webserwerze opisywanym w poprzednim numerze EP. Moduły te mogą być stosowane w aplikacjach wymagających dołączenia do sieci Internet/Intranet. Czas przeznaczony na opracowanie odpowiedniego interfejsu jest wówczas ograniczony do minimum. Moduły bazują na mikrokontrolerze eZ80F92. Podłączenie do sieci jest możliwe dzięki umieszczeniu na płytce typowego gniazda RJ45. eZ80F92 Ethernet Module posiada 1 MB własnej pamięci Flash i 512kB pamięci SRAM, a także 24 porty ogólnego przeznaczenia. Podtrzymanie zegara RTC zapewnia kondensator *GoldCap*. W module znalazło się również miejsce na transceiver IrDA i interfejs I²C i 2 UART-y. Podobne

parametry z niewielkimi zmianami posiada *eZ80F91 Module* (rys. 2), w którym, jak wynika z nazwy, zastosowano mikrokontroler eZ80F91.

Najistotniejszym elementem promocji rodziny *eZ80Acclaim!* jest chyba jednak *Development Kit*, będący kompletnym zestawem uruchomieniowym, zawierającym oprócz płytki ewaluacyjnej także zasilacz sieciowy, *ZPAK II Debug Interface Tool* oraz bogatą dokumentację techniczną na CD-ROM-ie. Przyłączając do zestawu moduł ethernetowy, można zbudować np. prosty webserwer. Wraz z zestawem użytkownik dostaje narzędzia software'owe zawierające m.in. procedury obsługi stosu TCP/IP.

Przyznam, że nie pisałem tego artykułu z myślą o wywołaniu burzy wśród projektantów systemów mikroprocesorowych i z chęci wylansowania nowego mikrokontrolera. Sam odszedłem od ZiLOGów kilka dobrych lat temu i jak na razie raczej nic nie wskazuje na to, bym do nich powrócił. Jednakże muszę przyznać zupełnie obiektywnie, że *eZ80Acclaim!* robi wrażenie. Stratedzy ZiLOG-a chyba doszli do wniosku, że raczej nie mają wielkich szans w nawróceniu takich jak ja i przygarnięciu ich do swojej rodziny, jeśli będą próbować tego tylko na płaszczyźnie małych mikrokontrolerków wkładanych do timera dla jajek na twardo. Opracowali więc 8-bitowy, ale dość potężny mikrokontroler do zastosowań dużo poważniejszych. Z racji starej sympatii do słynnego „zeta“, życzę sukcesu i wierzę, że jest możliwy.

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

Dodatkowe informacje
 Więcej informacji można znaleźć na stronie <http://www.zilog.com/eZ80acclaim/>.