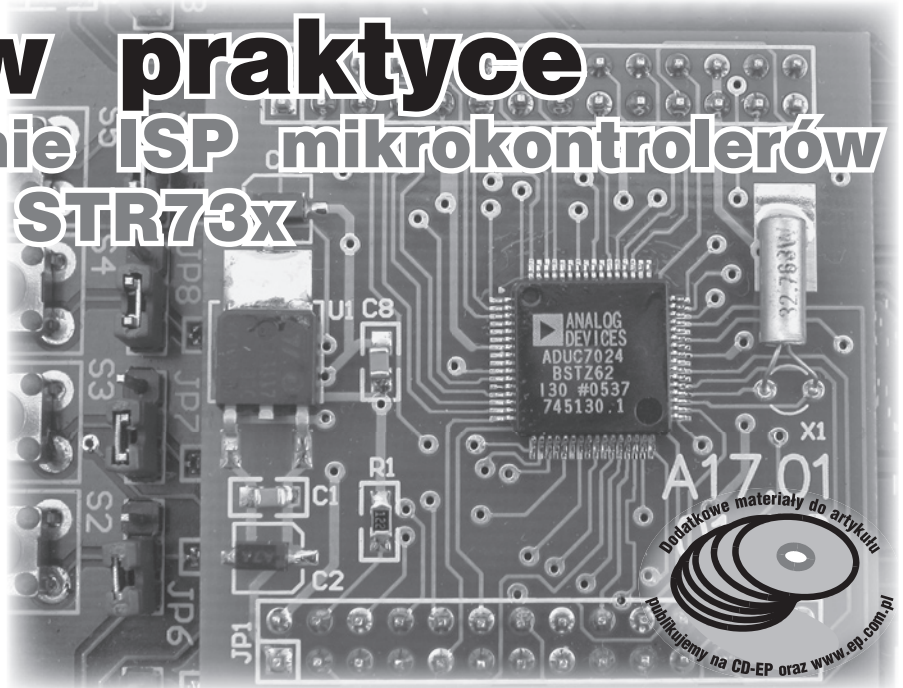


ARM-y w praktyce

Programowanie ISP mikrokontrolerów ADuC7000 i STR73x

Pierwszy artykuł na temat programowania mikrokontrolerów z rdzeniem ARM7TDMI wzbudził spore zainteresowanie naszych Czytelników. Zgodnie z obietnicą temat kontynuujemy, tym razem w odniesieniu do dwóch kolejnych rodzin mikrokontrolerów: ADuC7000 (Analog Devices) i STR73x (STMicroelectronics).



Opublikowany w EP1/2006 artykuł o programowaniu ISP mikrokontrolerów z rodziny LPC2000 i AT91SAM7S wywołał wśród Czytelników duże zainteresowanie, przy czym bardzo wielu z nich wyraziło poważne zaniepokojenie moim stwierdzeniem o słabej dostępności programowania via JTAG. Jeden z listów poświęconych temu problemowi wraz z odpowiedzią opublikowaliśmy miesiąc temu w dziale „Listy”.

Na wszelki wypadek powtórzę tezę z artykułu: prezentowane sposoby programowania mikrokontrolerów z rdzeniem ARM7TDMI wybrałem i stosuję jako najtańsze, dość wygodne i wymagające bardzo niskich inwestycji. Prawdą jest, że zdecydowanie większe możliwości oferują interfejsy JTAG z odpowiednim oprogramowaniem, ale ich poważną wadą są wysokie ceny (mniej więcej od 1000 zł netto), co dyskwalifikuje je w rozwiązaniach nie tylko amatorskich lecz także stosowanych przez niewielkie firmy. Z kolei możliwość samodzielnego wykonania interfejsu JTAG „udroźnił” niedawno Atmel, publikując w dokumentacji swoich mikrokontrolerów jego specyfikację. Wcześniej szczegółowe informacje techniczne były skrzętnie utajniane przez producentów mikrokontrolerów, czego ślady nadal

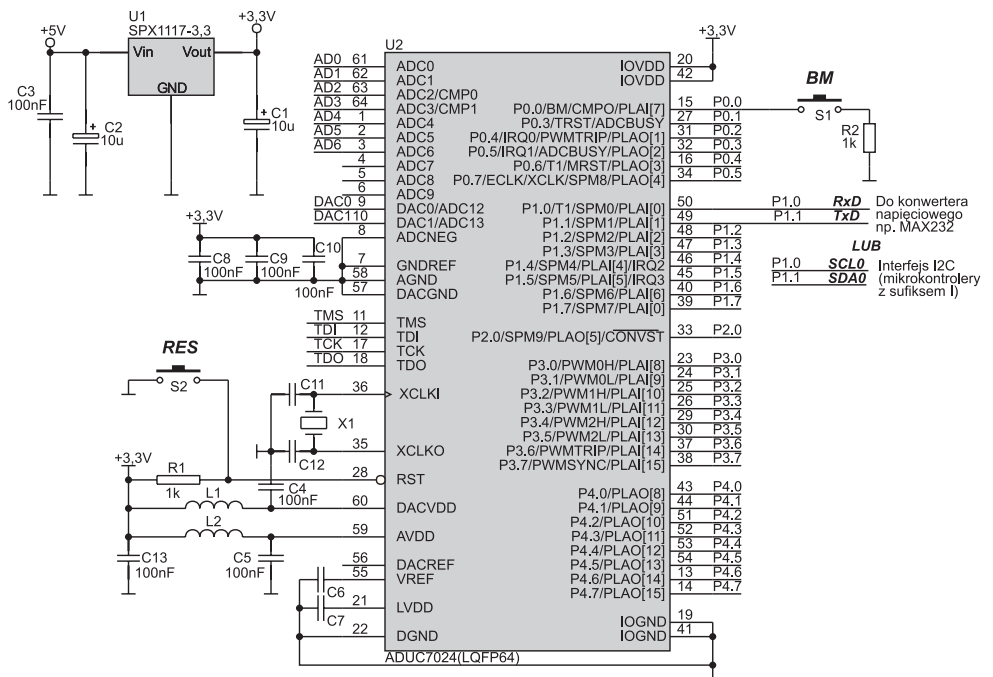
widzieć w *User Manualach* firm: Philips, STMicroelectronics, OKI, Analog Devices czy Texas Instruments.

Rodzina ADuC7000

Mikrokontrolery z rodziny ADuC7000 są produkowane przez Analog Devices. Jak łatwo się domyślić, są to „analogowe” ARM-y zbliżone koncepcyjnie do produkowanych od lat *microconvertorów* ADuC8xx (z rdzeniem 8052). Pamięć programu Flash tych mikrokontrolerów można oczywiście programować przez interfejs JTAG,

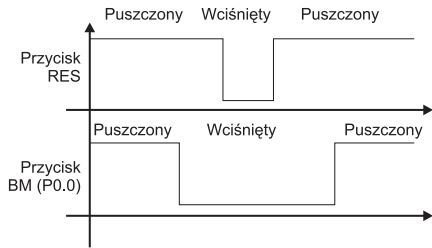
ale z podanych na wstępie przyczyn zajmiemy się alternatywnymi sposobami, które producent zaimplementował fabrycznie we wszystkich mikrokontrolerach ADuC700.

Pierwszą możliwością jest programowanie 62 kB pamięci Flash za pomocą *bootloadera* (oraz procedur inicjalizacyjnych) ulokowanego w „górnym” 2 kB pamięci Flash. Dane wpisywane do pamięci mogą być dostarczane poprzez port szeregowy UART (RS232) lub interfejs I²C. Aktywny kanał transmisji danych zależy od wersji mikrokon-

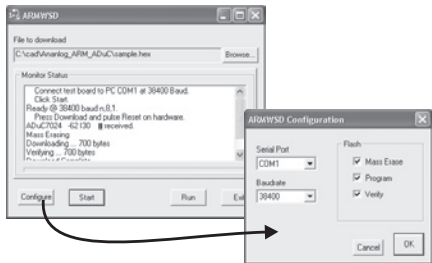


Rys. 1. Typowy schemat aplikacyjny mikrokontrolera ADuC7024

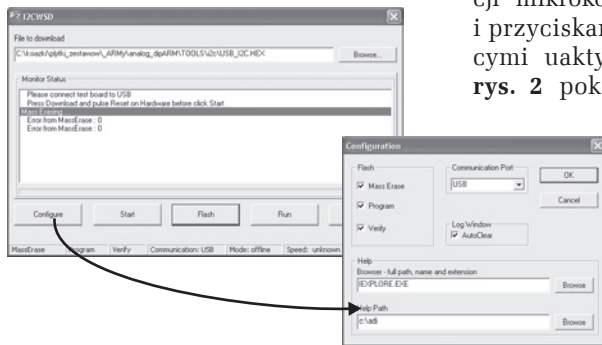
rolera i jest oznaczony w nazwie sufiksem „I”:



Rys. 2. Sekwencja przełączająca mikrokontroler ADuC7024 w tryb bootloadera



Rys. 3. Widok okna programu ARMWSD



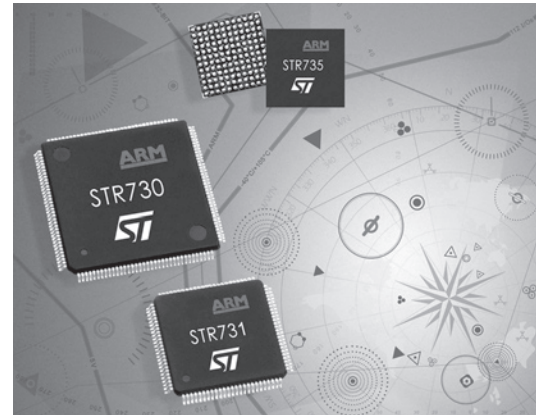
Rys. 4. Widok okna programu I2CWSD

- ADuC7026BSTZ62 to mikrokontroler ADuC7062 z bootloadere obsługującym UART,
- ADuC7026BSTZ62I to mikrokontroler ADuC7026 z bootloadere obsługującym I²C.

Tak więc wybierając interfejs służący do modyfikowania pamięci Flash należy pamiętać o zakupie odpowiednich wersji mikrokontrolerów, co może być o tyle kłopotliwe, że niektóre z nich występują tylko w wersji z obsługą przez *bootloader* interfejsu UART (np. ADuC7022, ADuC7024, ADuC7027) lub I²C (np. ADuC7019).

Niezależnie od wersji mikrokontrolera, sposób uaktywniania *bootloadera* jest identyczny: należy dołączyć wyprowadzenie portu BM (zazwyczaj multipleksowane z P0.0) do masy z włączonym szeregowo rezystorem 1 kΩ i wyzerować mikrokontroler.

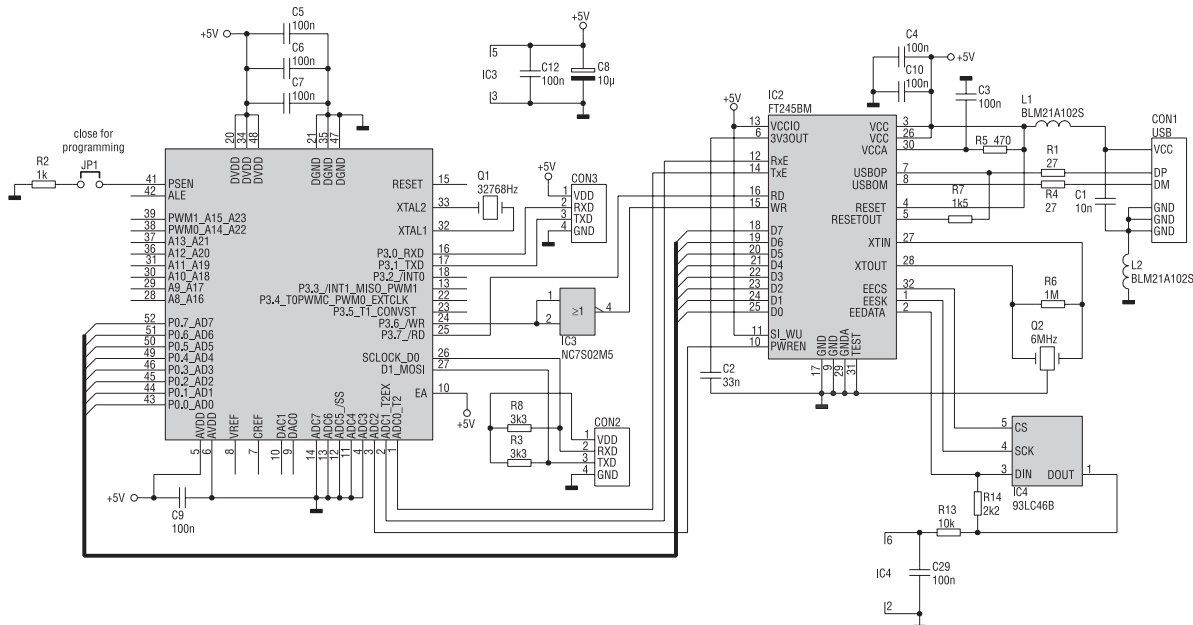
Na rys. 1 pokazano schemat elektryczny podstawowej konfiguracji mikrokontrolera z rezystorem R2 i przyciskami S1 i S2 umożliwiającymi uaktywnienie *bootloadera*. Na rys. 2 pokazano sekwencję stanów logicznych na wejściach RST i BM przełączającą mikrokontroler w tryb *bootloadera*. Czas trwania poszczególnych etapów przełączania przy ręcznym inicjowaniu nie są krytyczne, istotne jest wyłącznie zachowanie ich kolejności.



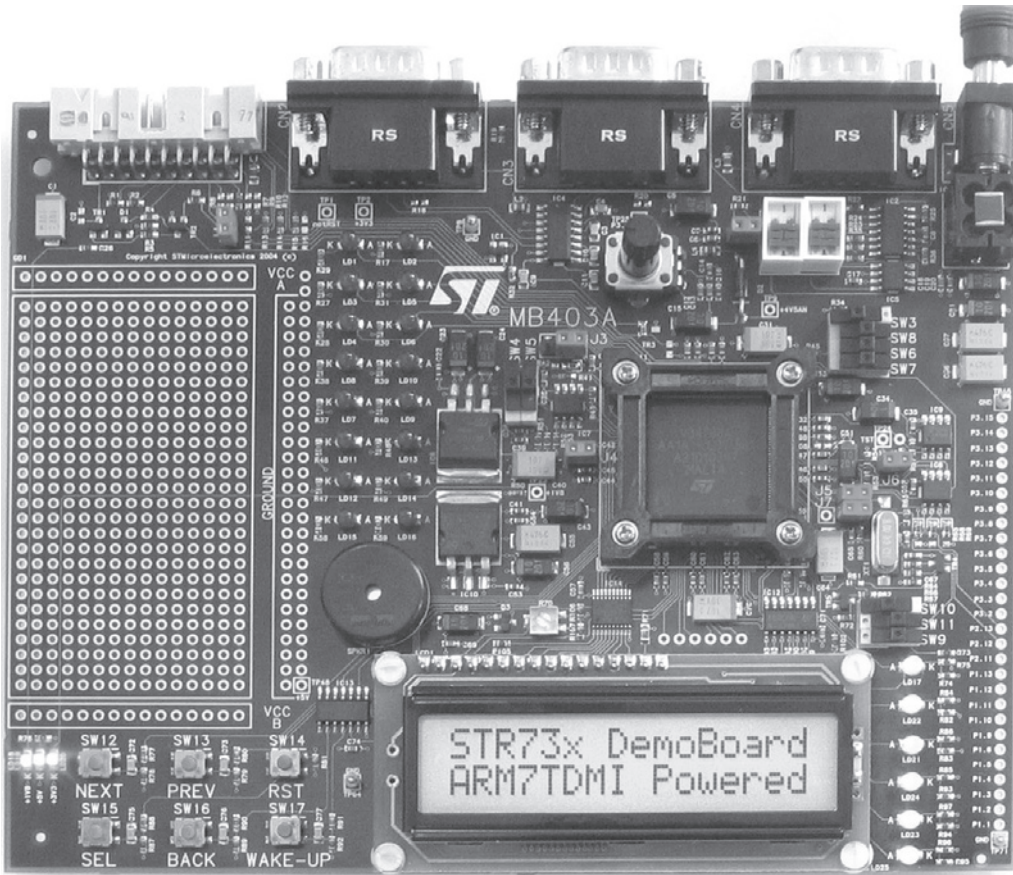
Transfer danych z komputera PC do pamięci Flash mikrokontrolera ułatwia bezpłatny program *armwsd*, który udostępnia producent na swojej stronie internetowej (publikujemy go także na CD-EP4/2006B). Wygląd okna uruchomionego programu oraz pomocniczego okna konfiguracyjnego (w którym ustala się m.in. czynności wykonywane przez program) pokazano na rys. 3. Obsługa programu nie jest trudna i to pomimo, że jest niestandardowa jak na Windows.

Dokładnie w taki sam sposób, jak opisano powyżej, inicjuje się

Nie lekceważcie oznaczeń!
Mikrokontrolery z rodziny ADuC7000 z sufiksem „I” (ADuC70xxBCPxxI) są przystosowane do programowania ISP wyłącznie przez interfejs I²C. Należy pamiętać o tym szczególnie podczas zamawiania tych układów, bowiem wersje bez sufiksu są programowane via RS232.



Rys. 5. Schemat elektryczny interfejsu do programowania mikrokontrolerów ADuC7000 poprzez interfejs I2C



protokołem transmisji, jak i kanałem którym są dostarczane dane przeznaczone do wpisania do pamięci mikrokontrolera. Te zalety są jednocześnie wadami, bowiem to na użytkownika spada zadanie przygotowania *bootloadera*. Zadanie nie jest, co prawda, bardzo trudne bo producent mikrokontrolerów przygotował bardzo precyzyjną dokumentację zawierającą specyfikację programowania pamięci oraz przykłady programów ilustrujących jej obsługę.

Sposób w jaki mikrokontrolery STR73x startują po wyzerowaniu określają dwa wyprowadzenia oznaczone symbolami M0 i M1 (tab. 1). Restart mikrokontrolera w trybie *System Memory* powoduje uruchomienie programu zapisanego fabrycznie w niemodyfikowalnym sektorze *System Memory Sector* o pojemności 8 kB (0x10C0000... 0x10DFFF4)), którego zadaniem jest odebranie

bootloader obsługujący interfejs I²C. Do ładowania programu do pamięci Flash jest wykorzystywany interfejs I2C0, którego linie I/O są dołączone do tych samych linii mikrokontrolera, co linie UART-u (P1.0/P1.1). Po zainicjowaniu *bootloadera* interfejs jest konfigurowany do pracy w trybie *Slave*. Przesłanie danych do zaprogramowania pamięci odbywa się za pomocą dość złożonego protokołu, który został opisany w nocie aplikacyjnej AN806 „I2C Download Protocol for ADuC70xxBCPZxxI Models”. Żeby zminimalizować kłopoty z obsługą tego protokołu, Analog Devices (przy współpracy Andreasa Rebera) opracował interfejs sprzętowy z portem USB (od strony PC) i I²C (od strony programowanego mikrokontrolera). Interfejs ten współpracuje z bezpłatnym programem sterującym o nazwie *i2cwsd*, którego okno pokazano na rys. 4.

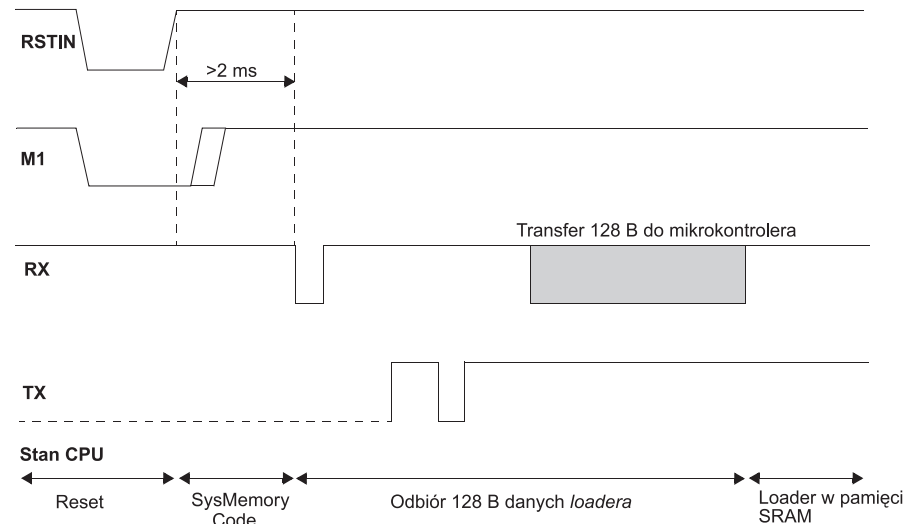
Schemat elektryczny interfejsu umożliwiającego programowanie mikrokontrolerów ADuC7000 poprzez interfejs I²C pokazano na rys. 5, a wzór płytki drukowanej oraz program (w wersji źródłowej i wynikowej) dla mikrokontrolera ADuC832

zastosowanego w interfejsie zamieszczamy na CD-EP4/2006B.

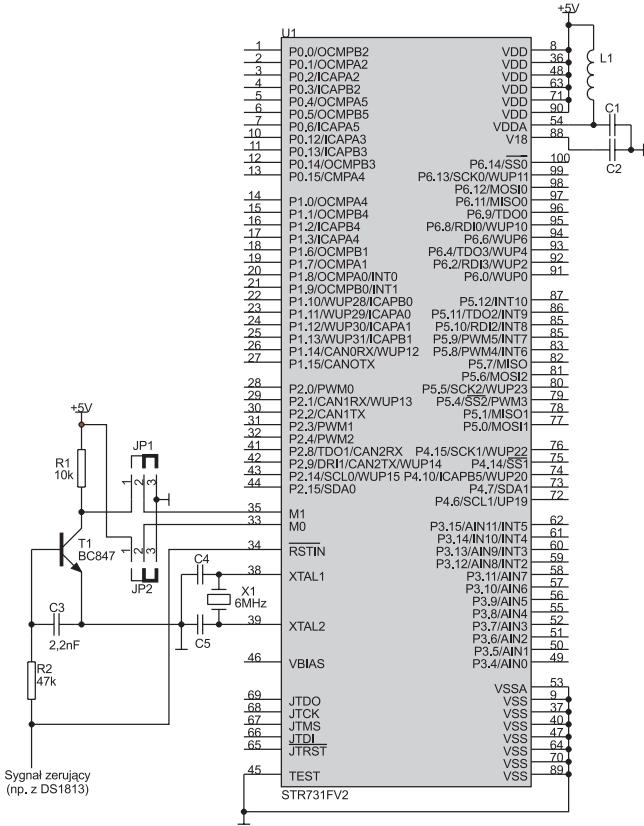
Rodzina STR73x

Mikrokontrolery z najnowszej „ARM-owej” rodziny firmy STMicroelectronics wyposażono w bardzo zmyślny mechanizm programowania pamięci Flash. Rozwiązanie zaproponowane przez producenta jest niezwykle elastyczne i daje użytkownikowi pełne panowanie zarówno nad

przez UART0 128-bajowego *loadera* (przygotowanego przez użytkownika) i umieszczenie tego programu w pamięci SRAM od adresu 0xA000000. Po załadowaniu tego programu (niezależnie od długości wykonywanego kodu mikrokontroler zawsze wymaga dostarczenia 128 B!) jest on wykonywany i może np. służyć do załadowania aplikacji użytkownika obsługującej zaawansowane protokoły transmisji danych i wykorzystującej interfejs CAN



Rys. 6. Sekwencja inicjująca loader w mikrokontrolerach STR73x



Rys. 7. Typowy schemat aplikacyjny mikrokontrolera STR73x

lub USB do odbierania danych przeznaczonych do wpisania do pamięci Flash. Na rys. 6 pokazano przebiegi na wyprowadzeniach mikrokontrolera podczas inicjalizacji SystemMemory.

Ponieważ dla prawidłowego zainicjowania trybu SystemMemory trzeba zachować zalecaną sekwencję sygnałów, producent zaleca zautomatyzowanie ich generowania. Na rys. 7 pokazano fragment schematu ilustrującego budowę typowego systemu z mikrokontrolerem STR73x wyposażonego w jednotranzystorowy inwerter-opóźniacz, który gwarantuje prawidłowe ułożenie w czasie następującego

Coś dla początkujących ARM-owców
Czytelników zainteresowanych poznaniem mikrokontrolerów ARM zapraszamy na stronę tematyczną arm.ep.com.pl.

zbrocza sygnału na wejściu M1 (zgodnie z tab. 1 to stan tego wejścia decyduje o przejściu w tryb SystemMemory).

Czytelników zainteresowanych poznanie szczegółów zachęcam do przeczytania noty AN2260 i zapoznania się z przykładowym programem realizującym zapis pamięci Flash, przygotowanym i udostępnionym przez STMicroelectronics. Wszystkie wspomniane materiały publikujemy na CD-EP4/2006B.

Podsumowanie

Przedstawione w artykule sposoby programowania pamięci Flash mikrokontrolerów ADuC7024 i STR731FV2. Ze względu na niedojrzałość przygotowanej wersji loadera dla STR73x w tej chwili nie został upubliczniony, ale trwające prace rozwojowe z pewnością umożliwią przedstawienie go w niedługim czasie na łamach EP.

przetestowane na mikrokontrolerach ADuC7024 i STR731FV2. Ze względu na niedojrzałość przygotowanej wersji loadera dla STR73x w tej chwili nie został upubliczniony, ale trwające prace rozwojowe z pewnością umożliwią przedstawienie go w niedługim czasie na łamach EP.

Czytelników zainteresowanych nieco bardziej zaawansowanymi szczegółami protokołów stosowanych podczas transferu danych podczas programowania, a także sposobami programowania pamięci Flash wbudowanych w mikrokontrolery zachęcam do zapoznania się z dokumentacją producentów, z której najważniejsze dokumenty i przykłady programów zamieszczamy na CD-EP4/2006B.

Piotr Zbysiński, EP
piotr.zbysinski@ep.com.pl

M1	M0	Tryb pracy	Mapowanie	Opis
0	0	User Boot 1	Sektor B0F0 przypisany do adresu 0	Dostępne wszystkie sektory pamięci Flash za wyjątkiem SystemMemory
0	1	User Boot 2	Sektor B0F0 przypisany do adresu 0	Dostępne wszystkie sektory pamięci Flash za wyjątkiem sektora B0F1 oraz SystemMemory
1	0	System Memory	Sektor SystemMemory przypisany do adresu 0	-
1	1	-	-	-

W każdym numerze dwumiesięcznika

INTERNET maker

Aktualności: tylko najciekawsze i starannie wyselekcjonowane nowości z branży internetowej

Inspiracje: przegląd najbardziej efektywnych stron, przeróbki serwisów i prezentacje projektów przygotowanych dla największych firm tego świata, o których opowiadał sami autorzy

Magazyn: dowiedz się jak rozpocząć własną karierę w sieci a następnie podpatrz, jak swoje strony planują profesjonalści

Warsztat: dzięki naszym kursom oraz przyjaznym przewodnikom krok po kroku w prosty sposób dowiesz się jak tworzyć jeszcze lepsze strony i serwisy internetowe

Pytania i odpowiedzi: poznaj rozwiązania najczęściej spotykanych problemów

Oprogramowanie: tylko tu znajdziesz testy najnowszych programów niezbędnych w pracy każdego webmastera i webdesignera

Felietony: jesteś ciekaw, co o wydarzeniach w sieci myśli twórcy serwisów, które codziennie odwiedzasz? Przeczytaj ich felietony!



W numerze 2/2006 m.in.:

- Zostań władcą blogów – załóż bloga na własnym serwerze i ciesz się pełną niezależnością
- PHP dla początkujących – programowanie może być proste!
- Witryna do druku – jak zaprojektować stronę, która nie sprawi problemów podczas drukowania
- Poznaj system szablonów Smarty – prosty sposób na przejrzysty i sprawny kod
- Stwórz własną grę we Flashu – tylko u nas przewodnik krok po kroku
- Przepis na popularność w sieci – wypróbuj najlepsze metody na przyciągnięcie internautów
- Ponadto mnóstwo Aktualności, Inspiracji oraz recenzji Oprogramowania

Internet Maker można nabyć we wszystkich EMPIK-ach i większych kioskach z prasą.

Wszelkich informacji udziela
Dział prenumeraty:

tel. 022 568 99 22, faks 022 568 99 00
e-mail: prenumerata@avt.com.pl
01-939 Warszawa, ul. Burleska 9