

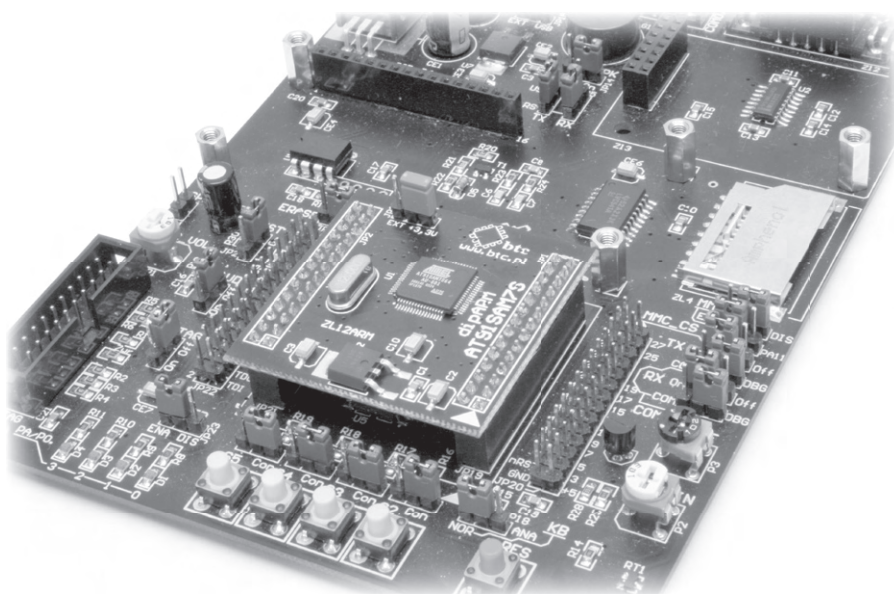
SAM7Sisp – alternatywny bootloader dla mikrokontrolerów AT91SAM7S

Jeszcze kilka lat temu, chcąc rozpocząć przygodę z mikrokontrolerami, trzeba było się wyposażyć w specjalny programator, a każda zmiana oprogramowania wymagała przekładania układu z budowanego urządzenia do programatora i z powrotem.

Było to dość niewygodne, a jedynym sposobem na obejście tej niedogodności był zakup kosztownego sprzętowego emulatora. Na szczęście dziś praktycznie wszystkie mikrokontrolery umożliwiają programowanie „w systemie”, za pomocą magistrali JTAG lub prostego interfejsu szeregowego, najczęściej RS232.

Rekomendacje:

opisany w artykule program zastępuje bootloader wbudowany w AT91SAM7 i likwiduje wszystkie niedogodności związane z programowaniem w systemie tych mikrokontrolerów.



Wśród dostępnych w Polsce procesorów z rdzeniami ARM, mikrokontrolery AT91SAM7 Atmela wyróżnia wbudowany synchroniczny kontroler szeregowy (SSC), który pozwala na bezpośrednie dołączenie przetworników audio z magistralą I2S, a ich moc obliczeniowa jest wystarczająca do wielu zadań związanych z przetwarzaniem dźwięku, np. odtwarzania plików MP3. Niestety, układy te mają fatalny interfejs programowania w systemie – mało niezawodny, powolny i wymagający operowania wieloma liniami I/O. Nie wspomnę już o bardzo niedopracowanym oprogramowaniu na PC.

Bootloader SAM-BA

Wczesne wersje procesorów AT91SAM7 w ogóle nie miały bootloadera. Programowało się je za pomocą JTAG-a lub wieloliniowego interfejsu równoległego (FFPI). FFPI jest dobrym rozwiązaniem dla dużych partii układów, ale kłopotliwym w przypadku urządzeń prototypowych i zestawów uruchomionych, ponieważ trzeba przekładać mikrokontroler (w obudowie TQFP) z podstawki do podstawki. Flasho-

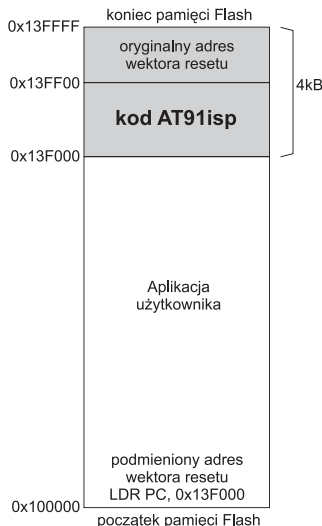
wanie przez JTAG wymaga posiadania specjalnego kabla.

Chcąc ułatwić programowanie w systemie, począwszy od wersji 58818C, układy AT91SAM7 wyposażone są w bootloader zwany *SAM Boot Assistant*, lecz jego obsługa nie jest tak wygodna jak np. w procesorach Philipsa (LPC2100). Poniżej znajduje się instrukcja programowania z wykorzystaniem SAM-BY:

1. Interfejs DBGU mikrokontrolera połączyć z portem szeregowym komputera.
2. Na liniach PGMEN0...2 należy zapewnić stan wysoki (linie te mają *pull-upy*, więc można ich po prostu nie podłączać).
3. Na linii ERASE ustawić stan wysoki i zresetować mikrokontroler (linia nRST).
4. Na linii ERASE ustawić stan niski, na linii TST – wysoki i ponownie wyzerować mikrokontroler.
5. Odczekać co najmniej 10 sekund.
6. Zresetować mikrokontroler, uruchomić program SAM-BA (nie dotyczy tylko pod Windows).
7. Jeżeli SAM-BA nie nawiązuje łączności z mikrokontrolerem, cofnąć się do punktu 1).

PODSTAWOWE PARAMETRY

- Programowane mikrokontrolery: AT91SAM7S256, AT91SAM7S128, AT91SAM7S64
- Bootloader i oprogramowanie na PC dostępne na licencji GNU GPL
- Wielkość pamięci zajmowanej przez bootloader: 4 kB
- Bootloader nie obsługuje odczytu i kasowania pamięci



Rys. 1. Mapa pamięci mikrokontrolera AT91SAM7S256 z zainstalowanym bootloaderem SAM7Sisp

Zasada działania SAM7Sisp

Program SAM7Sisp likwiduje wszystkie wyżej opisane problemy. Zastępuje on firmowy interfejs ISP Atmela w następujący sposób:

1. Przeprowadzamy opisaną wcześniej procedurę „zworkową” – pierwszy i ostatni raz.
2. Program komunikuje się z SAM-BA, ładuje kod SAM7Sisp do pamięci RAM i uruchamia go. Od tej pory wszystkie operacje na pamięci Flash wykonuje bootloader SAM7Sisp.

3. W ostatnich 4 kilobajtach pamięci Flash instalowany jest stały kod bootloadera SAM7Sisp.

4. W miejsce wektora resetu procesora (adres 0x100000) umieszczona jest instrukcja skoku do bootloadera (w AT91SAM7S256 jego adres to 0x13f000). Bootloader jest gotowy do pracy. Pamięć procesora po zainstalowaniu SAM7Sisp przedstawiono na rys. 1.

Protokół SAM7Sisp

Dane są przesyłane przez port szeregowy o parametrach: 57600 b/s, 8 bitów danych, 1 bit stopu, bez parzystości. Protokół wykorzystywany przez SAM7Sisp jest oparty na binarnych pakietach o następującej strukturze:

- 1 bajt 0x55 – synchronizacja
- 1 bajt 0xaa – synchronizacja
- 1 bajt – typ pakietu
- 2 bajty – długość danych (n)
- n bajtów DANE
- 2 bajty – suma kontrolna CRC16 danych

Poprawne odebranie pakietu, zarówno przez komputer jak i przez mikrokontroler sygnalizowane jest odesłaniem bajtu 0x00. Jeżeli odebrany pakiet ma niepoprawną sumę kontrolną, odsyłany bajt ma wartość 0xff.

Procedura programowania

Kilka milisekund po włączeniu zasilania lub zerowaniu, bootloader wysyła bajt o wartości 0xcc. Jeśli w ciągu kolejnych kilku (nastu) milisekund otrzyma w odpowiedzi bajt 0xaa, odsyła pakiet typu 3 („HELLO”) informujący o typie procesora oraz wersji SAM7Sisp i uruchamia procedurę programowania. W przeciwnym wypadku, jeśli w pamięci Flash znajduje się poprawny kod, jest on uruchamiany.

Flashowanie przebiega w bardzo prosty sposób:

- wysyłamy do procesora pakiet typu 1 („START_UPLOAD”). Bootloader po jego otrzymaniu zabezpiecza przed zapisem wszystkie sektory pamięci Flash.
- wysyłamy kod aplikacji w pakietach o wielkości równej wielkości strony pamięci Flash. Pakiety nie muszą być przesyłane po kolei, programowanie każdej strony Flasha jest niezależne. W szczególności sposób traktowania

jest strona o numerze 0. Bootloader wyszukuje w niej instrukcję skoku, która powinna znajdować się w miejscu wektora zerowania, zachowuje oryginalny adres docelowy tejże instrukcji, a następnie podmienia go na własny adres. Ten trick powoduje, że przy każdym włączeniu/zerowaniu najpierw na kilka milisekund uruchomi się SAM7Sisp, a dopiero potem aplikacja użytkownika.

- wysyłamy pakiet typu 4 („FINISH_PROGRAMMING”). Bootloader zachowuje oryginalny adres wektora resetu w ostatniej stronie pamięci Flash.

- resetujemy mikrokontroler lub wysyłamy pakiet typu 3 („GO”), którego odebranie spowoduje uruchomienie załadowanego programu.

Poprawne wykonanie każdej z powyższych operacji bootloadera jest sygnalizowane wysłaniem do PC pakietu typu 1 („OK”), niepowodzenie – pakietu typu 2 („FLASHING_FAILED”). Każda strona po zaprogramowaniu jest natychmiast weryfikowana przez porównanie pamięci Flash z danymi pakietów. Wykorzystanie sumy kontrolnej CRC przy przesyłaniu danych do mikrokontrolera przez port szeregowy minimalizuje prawdopodobieństwo wystąpienia błędów w transmisji.

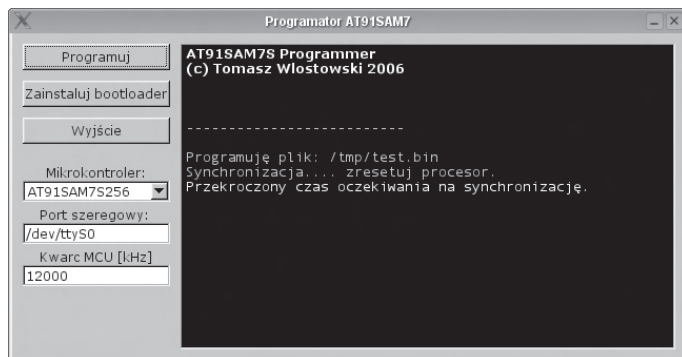
Ograniczenia

Ponieważ bootloader podmienia wektor zerowania w ładowanym programie, w jego miejscu (czyli pod adresem 0x100000) MUSI znajdować się instrukcja, z której SAM7Sisp będzie potrafił „wyłuskać” adres docelowy, a później go zmienić. Obsługiwane instrukcje to: LDR PC, =adres oraz B adres, czyli instrukcje spotykane w kodach startowych (startup.S) kompilatorów C. Jeśli będzie to inna instrukcja, programowanie nie powiedzie się.

SAM7Sisp rezerwuje dla siebie ostatnie 4 kB pamięci Flash mikrokontrolera, czyli przestrzeń dostępna dla użytkownika jest o 4 kB mniejsza. Biorąc pod uwagę pojemności układów AT91SAM7 (64 kB – 256 kB), nie jest to kłopotliwe. Bootloader w obecnej wersji umożliwia tylko programowanie. Odczyt i kasowanie pamięci Flash nie są zaimplementowane.

```

Komunikacja między procesorem a komputerem prowadząca do uruchomienia SAM7Sisp
<reset procesora>
„handshake” – SAM-BA wykrywa prędkość portu szeregowego
PC -> MCU: 0x80 0x80 0x23
<czekaj ok. 100 ms>
inicjalizacja SAM-BA
PC -> MCU: „N#wFFFFFF220,4#”
MCU -> PC: [ 0x3e xx xx ] xx xx xx
rozpoczęcie przesyłania danych pod adres pamięci 0x202000 o długości dlugosc_kodu_hex.
PC -> MCU: „S00202000,dlugosc_kodu_hex#”
potwierdzenie gotowości do przyjęcia danych, inny znak niż C – błąd
MCU -> PC: „C”
<przesyłanie danych w pakietach 133-bajtowych (protokół Xmodem), n – numer pakietu (1,2,...)>
pakiet z danymi
PC -> MCU: 0x01 n (0xff-n) [ dane – 128 bajtów ] [ CRC16 – 2 bajty ]
potwierdzenie odebrania pakietu
MCU -> PC: 0x06
<koniec przesyłania danych>
PC -> MCU: 0x04
MCU -> PC: xx
skok pod adres 0x202000
PC -> MCU: „G00202000#”
    
```



Rys. 2. Interfejs programu SAM7Sisp

Oprogramowanie na PC

SAM7Sisp działa pod kontrolą systemów Windows i Linux. Dostępna jest wersja z graficznym interfejsem użytkownika (at91gui) oraz wersja obsługiwana z linii poleceń (SAM7Sisp). Wygląd wersji okienko-

danych najprawdopodobniej uniemożliwi instalację. Zdarza się, że instalacja SAM7Sisp nie udaje się za pierwszym razem (SAM-BA nie odpowiada). Należy wówczas wyzerować procesor lub wyłączyć i włączyć zasilanie. Jeśli to nie pomaga,

można spróbować wykonać ponownie procedurę „zworkową”.

wej przedstawiono na rys. 2. Aby zainstalować bootloader należy wybrać właściwy typ mikrokontrolera oraz częstotliwość podłączonego do niego oscylatora kwarcowego i kliknąć *Zainstaluj bootloader*. Podanie niepoprawnych

można spróbować wykonać ponownie procedurę „zworkową”.

Przy programowaniu jest konieczne wyzerowanie mikrokontrolera. Możemy to zautomatyzować dołączając linię DTR portu szeregowego przez układ konwertujący poziomy napięcie RS232 do 3,3 V do pinu /RESET procesora.

SAM7Sisp obsługuje obecnie następujące procesory: AT91SAM7S256, AT91SAM7S128 oraz AT91SAM7S64.

Bootloader i oprogramowanie na PC wraz z kodami źródłowymi objętymi licencją GNU GPL można znaleźć na płycie dołączonej do EPoL lub pobrać ze strony <http://wlostowski.ep.com.pl>.

Tomasz Włostowski, EP
tomasz.wlostowski@ep.com.pl



PRECYZYJNE REZYSTORY METALIZOWANE

Rezystancje od 0,3 Ω do 10 MΩ
Tolerancje od 0,01% do 0,5%

elpod

POLSKI
PRODUCENT

31-416 Kraków
ul. Dobrego Pasterza 120
tel. (012) 410-25-50 do 51
fax (012) 410-25-52

http://www.elpod.com.pl e-mail: biuro@elpod.com.pl

Oferujemy ponadto: Rezystory SMD 0805 oraz 1206 10Ω do 1MΩ
Tolerancje 0,1%; 0,25%; 0,5%; 1%
TWR 10, 25, 50 ppm/K



Cena: 700 zł

CS200
Wyświetlacz LCD
Wskaźnik głębokości
Dyskryminator
Wodoszczelna sonda (20 cm)



Cena: 390 zł

CS150
Dyskryminator audio
VU meter
Wodoszczelna sonda (20 cm)

WYKRYWACZE METALI



Cena: 190 zł

CS10MD
Wykrywacz "ręczny"
Idealny dla policjantów
i ochroniarzy

Zamówienia przyjmuje Dział Handlowy AVT
01-939 Warszawa, ul. Burska 9, tel. 022 568 99 50, fax 022 568 99 55
e-mail: handlowy@avt.pl, www.sklep.avt.pl



LEMI-BIS

ul. Grabiszyńska 240
53-235 Wrocław

tel. (0-71) 339 00 29
339 00 30
faks (0-71) 339 05 01
lemibis@lemi.pl



złącza
HDC



złączki
listwowe



przyciski
sterownicze



przełączniki
elektromagnetyczne



SSR



przełączniki
czasowe



czujniki
indukcyjne i
pojemnościowe



czujniki
fotoelektryczne



regulatory
temperatury
PID



impulsowe
zasilacze
przemysłowe

www.lemi.pl

SKLEP INTERNETOWY 24h

SPRZEDAŻ PEŁNEGO ASORTYMENTU Z MAGAZYNU ⇄ NAJLEPSZE CENY NA RYNKU

❖ POSZUKUJEMY DYSTRYBUTORÓW LOKALNYCH
❖ DOSKONAŁE WARUNKI HANDLOWE
❖ DUŻE RABATY

st7.ep.com.pl