

PSM – niebanalne Flashe

Pamięci Flash bardzo spowszedniały, a ich niskie ceny i korzystne cechy funkcjonalne umożliwiły faktyczne zdominowanie rynku pamięci nieulotnych. Poważnym brakiem Flashy jest brak możliwości wygodnego modyfikowania ich zawartości po zainstalowaniu w systemie – typowe rozwiązania tego problemu wymagają stosowania mikrokontrolera lub układu PLD. Nie jest to – niestety – rozwiązanie zbyt wygodne.

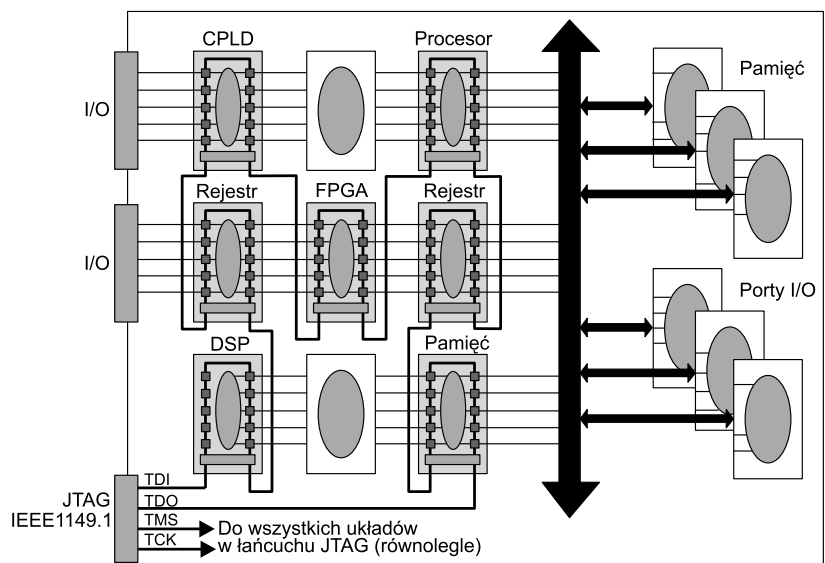
Niezwykłe „logiczne” a przy tym efektywne rozwiązanie tego problemu oferuje firma STMicroelectronics: pamięci PSM (*Programmable in System Memories*). Cóż to takiego? W największym skrócie są to pamięci Flash wyposażone w interfejs JTAG za pomocą którego można modyfikować ich zawartość po zainstalowaniu układu w systemie. Pomysł nadzwyczaj prosty, otwierający przed konstruktorami zupełnie nowe możliwości zwłaszcza, że możliwości JTAG-a producent wykorzystał w pełni.

Zacznijmy od początku...

...czyli co to jest JTAG? Wbrew popularnym ostatnio poglądom nie jest to interfejs wymyślony przez Atmela i przeznaczony do debugowania pracy mikrokontrolerów. Interfejs ten wymyślono głównie po to, aby móc wygodnie testować

funkcjonalnie cyfrowe urządzenia elektroniczne po ich zmontowaniu (standard IEEE1149.1, **rys. 1**). Stąd zresztą pochodzi obiegowa nazwa interfejsu: JTAG jest akronimem od *Joint Test Action Group*. Budowa logiczna interfejsów zgodnych z JTAG-iem jest we wszystkich układach jednakowa, a niepisane zalecenie mówi, że linie wchodzące w

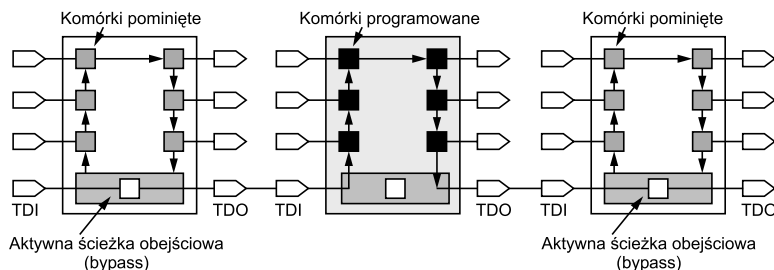
jego skład powinny być przystosowane do pracy ze standardowymi sygnałami TTL, niezależnie od napięcia zasilającego układ. Jedną z istotniejszych idei przyświecającą twórcom standardu IEEE1149.1 było zapewnienie maksymalnej elastyczności systemu testującego, co zaowocowało możliwością łączenia praktycznie dowolnej liczby ukła-



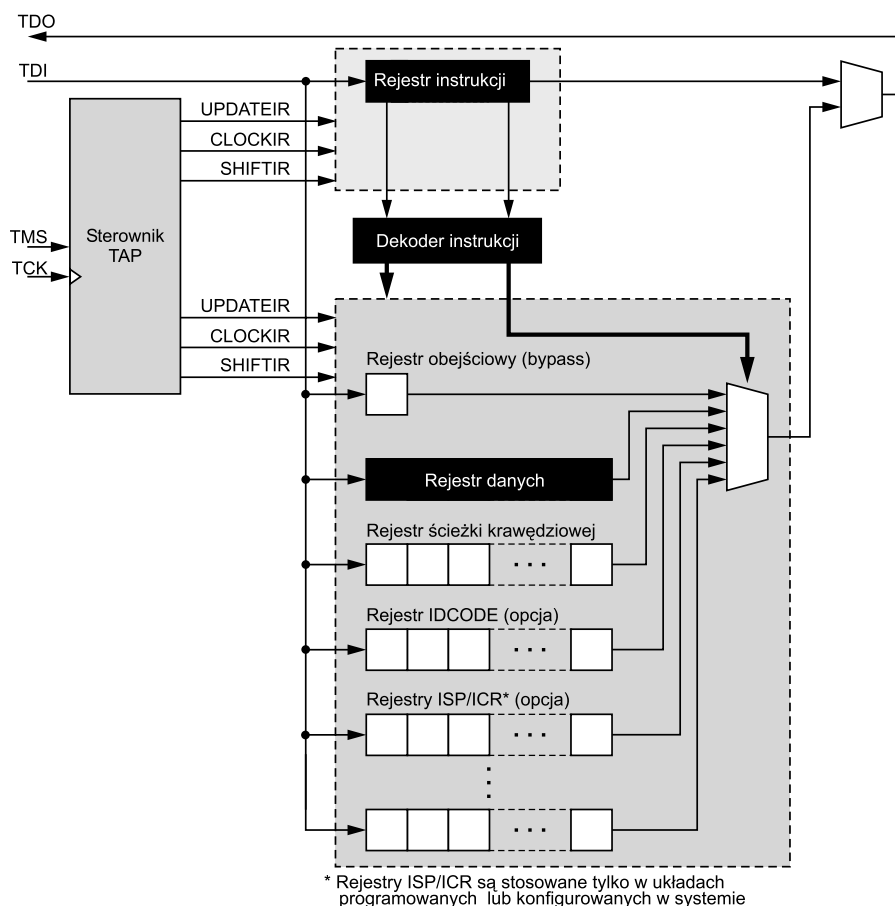
Rys. 1.

Nowość? Zdecydowanie nie!

Tak twierdzą niektórzy producenci mikrokontrolerów, ale użytkownicy układów PLD mają do czynienia z JTAG-iem, programowaniem i testowaniem w systemie od co najmniej 12 lat.



Rys. 2.



* Rejestry ISP/ICR są stosowane tylko w układach programowanych lub konfigurowanych w systemie

Rys. 3.

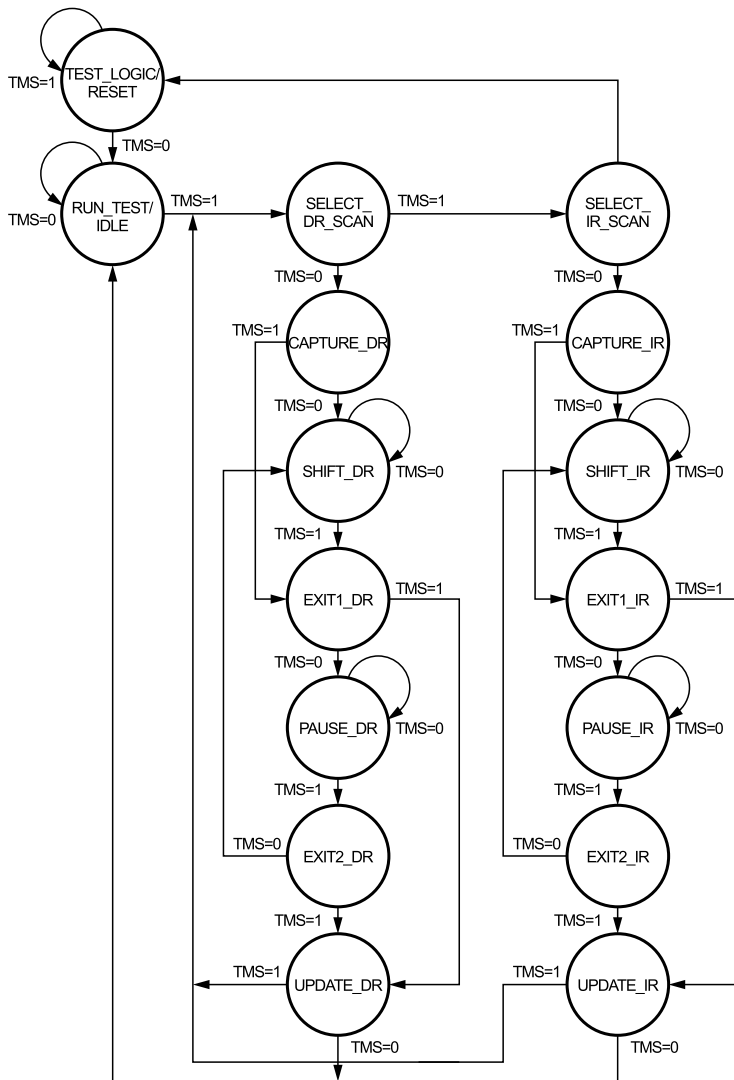
dów w tzw. łańcuchy, w których można łączyć dowolne układy różnych producentów i do tego „zdalnie” ustalać rodzaj ich aktywności (rys. 2). Zgodnie z normą IEE1149 każdy układ z interfejsem JTAG musi być wyposażony w 1-bitowy rejestr obejściowy (bypass), który zapewnia możliwość operowania przez użytkownika na układach dowolnie wybranych z całego łańcucha. Na rys. 2 tylko środkowy układ bierze udział w procesie określonym przez instrukcję wpisaną do jego rejestru poleceń (programowania, testowania itp.). Pozostałe dwa układy, wskutek wykorzystania ścieżki obejściowej, są wyłączone z łańcucha JTAG.

Najważniejszym elementem wszystkich interfejsów JTAG, zapewniającym ich zgodność ze standardem, jest 16-stanowy automat TAP (Test Access Point), który komunikuje się z otoczeniem za pomocą 3 linii wejściowych i jednej wyjściowej (rys. 3). Dwie linie wejściowe: TMS (Test Mode Select) i TCK (Test Clock) bezpośrednio wpływają na cykl pracy automatu, powodując jego „krążenie” po grafie pokazanym na rys. 4. Podstawowym zadaniem TAP jest obsługa transferu danych z wejścia TDI do wewnętrznych rejestrów JTAG-a i sterowanie pracą dekodera instrukcji.

Uniwersalność i elastyczność JTAG-a zachęciła do zaadoptowania go na własne potrzeby najpierw producentów układów programowalnych (w których służy do programowania i konfigurowania wbudowanych pamięci konfi-

Tab. 1. Zestawienie najważniejszych parametrów układów z serii PSD

Typ układu	Obudowa	Pojemność pamięci Flash [kB]	Organizacja pamięci	SRAM [kB]	EEPROM [kB]	Liczba makrokomórek PLD	Liczba dostępnych bramek przeliczeniowych	Liczba linii I/O
PSD4235G2/G2V	TQFP 80	512	4Mb Flash PSD x16	-	-	16	3000	52
PSD813F1A/1V	PLCC 52;PQFP 52;TQFP 64	128	1Mb Flash PSD x8	-	32	16	3000	27
PSD813F2/2V	PLCC 52;PQFP 52;TQFP 64	128	1Mb Flash PSD x8	-	-	16	3000	27
PSD833F2	PLCC 52;PQFP 52	128	1Mb Flash PSD x8	-	-	16	3000	27
PSD834F2/2V	PLCC 52;PQFP 52	256	2Mb Flash PSD x8	-	-	16	3000	27
PSD835G2/2V	TQFP 80	256	4Mb Flash PSD x8	-	-	16	3000	52
PSD853F2/2V	PLCC 52;PQFP 52	128	2Mb Flash, 256kb SRAM x8	256	-	16	3000	27
PSD854F2/2V	PLCC 52;PQFP 52	256	2Mb Flash, 256kb SRAM x8	256	-	16	3000	27



Rys. 4.

guracji), a w ostatnich latach także producentów mikroprocesorów i mikrokontrolerów (w JTAG-a są wyposażone m.in. coraz bardziej popularne, wielokrotnie opisywane w EP mikrokontrolery ARM).

Do rzeczy...

...czyli przechodzimy do prezentacji pamięci nieulotnych z JTAG-iem. Producentem pamięci PSM jest firma STMicroelectronics, która przejęła tę linię wyrobów od amerykańskiej firmy Waferscale. W aktualnej ofercie firmy znajduje się wiele odmian tych pamięci, przeznaczonych do systemów 8- i 16-bitowych, a także wyspecjalizowanych pamięci przeznaczonych do stosowania w systemach DSP. Niezależnie od aplikacji docelowej interfejsy JTAG wbudowane w pamięci PSM służą do programowania wbudowanej pamięci nieulotnej (Flash), w tym także (uwaga!)

pamięci konfiguracyjnej wbudowaną matrycą PLD. Matryca ta (rys. 5) ma budowę charakterystyczną dla układów CPLD (architektura PAL) i może być wykorzystana do implementowania przez użytkownika własnych niezbyt rozbudowanych bloków logicznych, może być także stosowana (takie jest jej podstawowe przeznaczenie) do budowania dekoderek adresowych służących do lokowania dostępnych w układach PSM obszarów pamięci (tzw. *glue logic*). Takie rozwiązanie pozwala znacznie ograniczyć liczbę elementów stosowanych w urządzeniu, zwłaszcza w przypadku, gdy programista wykorzystuje wiele rozdzielnych obszarów pamięci. Wygodę korzystania ze zintegrowanego z pamięcią dekodera adresu docenią zwłaszcza Ci projektanci, którzy w jednym systemie korzystają z kilku obszarów SRAM (także dostępnej w układach PSM – tab. 1) i

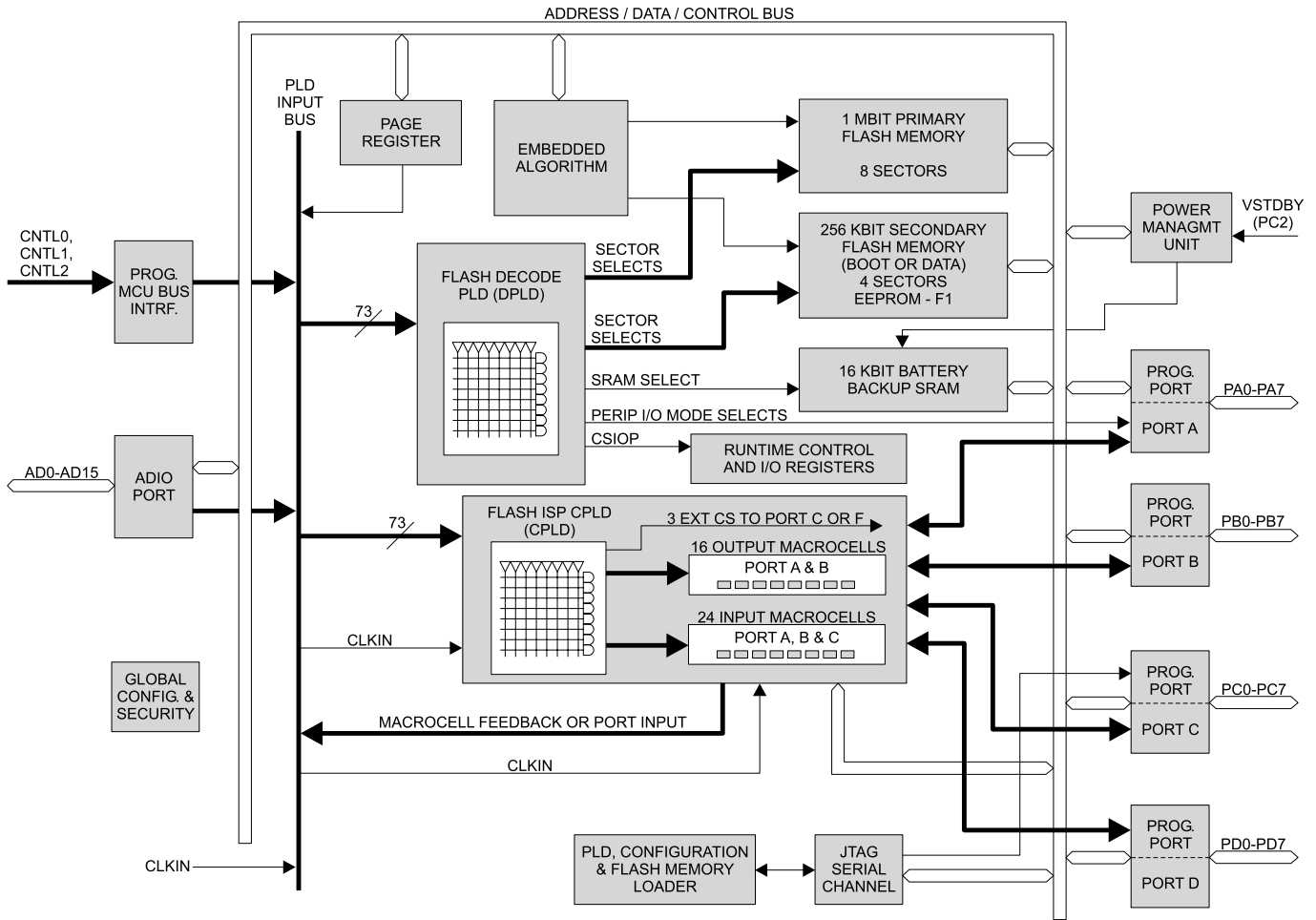
Flash – zapewnienie ich prawidłowego rozmieszczenia w przestrzeni adresowej procesora wymaga zazwyczaj zastosowania zewnętrznego układu PLD. Podobne problemy mają do rozwiązania konstruktorzy stosujący w swoich opracowaniach dodatkowe, zewnętrzne porty I/O – im także rozwiązania dostępne w układach PSM znacznie ułatwią pracę. Przykładową aplikację pamięci PSD834 z mikrokontrolerem 8051 pokazano na rys. 6. Jak widać, w układzie PSD834 zintegrowano nie tylko pamięć programu Flash, lecz także rejestr podtrzymujący dane z multipleksowanej magistrali AD[7...0] oraz uniwersalne rejestry I/O.

Pomimo relatywnie skromnych zasobów logiki konfigurowalnej, makrokomórki zastosowane w układach PSM charakteryzują się dużą elastycznością, co ułatwia ich stosowanie w zaawansowanych funkcjonalnie aplikacjach. W większości dostępnych układów PSM do dyspozycji użytkowników pozostają dwie rozdzielone części PLD (rys. 7):

- uniwersalna, w której można implementować własne funkcje logiczne służące do sterowania uniwersalnych wyjść lub wstępnie obrabiać sygnały podawane na wejścia,
- dekodująca, której funkcjonalność zorientowano na dekodowanie adresów i sterowanie poszczególnymi sektorami pamięci.

Narzędzia

Projektanci korzystający z układów PSM mają do dyspozycji bezpłatny program narzędziowy PSDeXpress (rys. 8 i 9), za pomocą którego można skonfigurować układ do takiego trybu pracy, jaki jest dogodny dla konstruktora. Oprogramowanie jest wyposażone w kreatora projektów, za pomocą którego można bardzo wygodnie określić typ współpracującego procesora/mikrokontrolera (co znajduje odbicie w konfiguracji interfejsu), a także konfigurację pozostałych elementów układu PSM. Opis konfiguracji PLD można przeprowadzić przy pomocy kreatora lub samodzielnie opisać za pomocą równań języka ABEL – jego kompilator jest wbudowany w PSDeXpress. Interesującą możliwością tego narzędzia jest generator kodu konfiguracyjnego (w języku C),



Rys. 5.

który można wykorzystać we własnym programie i dzięki temu konfigurować układy bez konieczności stosowania programatora JTAG. Jest to o tyle istotne, że producent zaleca stosowanie specjalnego programatora FlashLink, którego cena wynosi ok. 59 USD netto.

PSM dla DSP

W ofercie firmy STMicroelectronics znajdują się także pamięci o nieco zmodyfikowanej budowie, przeznaczone specjalnie do stosowania w systemach DSP. Różnią się one głównie budową interfejsu systemowego, ale ich najważniejsze ce-

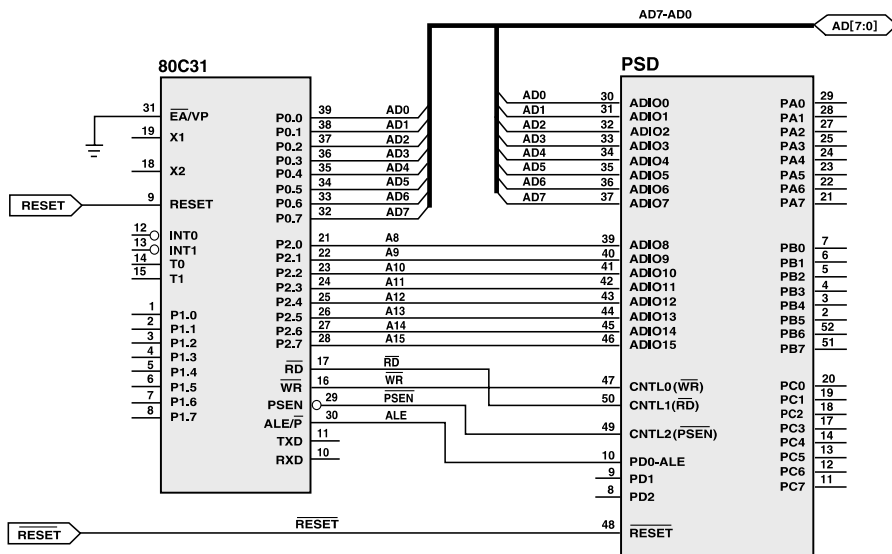
chy funkcjonalne są takie same, jak układów wcześniej prezentowanych.

PSD – więcej niż PSM

Inżynierowie firmy STMicroelectronics rozwinęli pomysł PSM i opracowali mikrokontrolery 8052 zintegrowane z układami PSM. W ten sposób powstały układy μ PSD (Programmable In System Devices), czyli rodzaj układu System-on-Chip. Rodzina tych układów jest nieustannie rozwijana i w jej skład wchodzi obecnie trzy grupy układów: μ PSD3200, μ PSD3300 Turbo i μ PSD3400 TurboPlus. Przedstawimy je w jednym z najbliższych numerów EP.

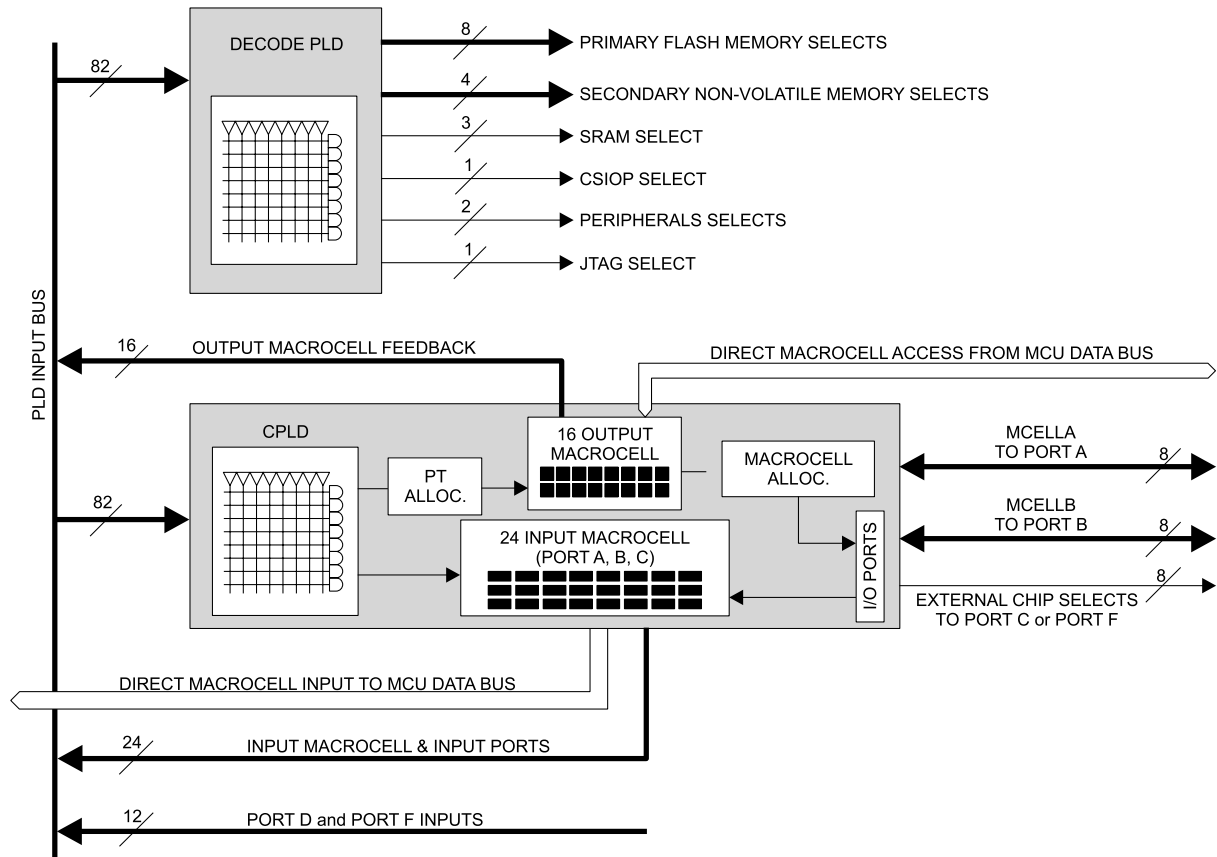
Podsumowanie

Pamięci PSM doskonale nadają się do stosowania w systemach cyfrowych, w których istotna jest możliwość szybkiej i wygodnej wymiany zawartości pamięci nie-



Rys. 6.

Dodatkowe informacje...
 ...są dostępne pod adresem <http://psmdev.st.com>.

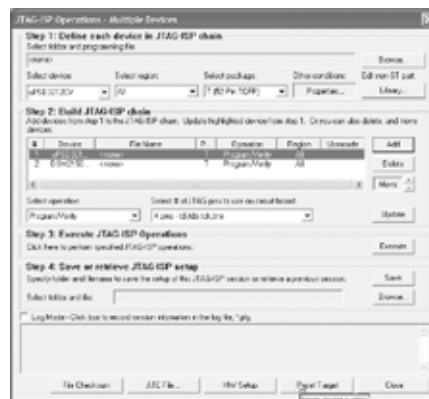


Rys. 7.



Rys. 8.

ułatwej. Szczególnie są przydatne w systemach konfigurowanych lub testowanych za pomocą interfejsu JTAG, co pozwala uprościć budowę logiczną urządzenia i zminimalizować nakłady na wyposażenie



Rys. 9.

urządzenia w interfejs ISP. Dodatkowym atutem tych pamięci jest wbudowana logika konfigurowalna,

która zapobiega rozbudowie zewnętrznych dekoderek adresowych, a w większości przypadków pozwala z nich w ogóle zrezygnować.

W redakcji EP przeprowadziliśmy testy układu PSD835G2, który spełniał rolę pamięci programu mikrokontrolera 8051 zaimplementowanego w układzie FPGA Cyclone (opisany w EP2 i 3/2005). Układ ten pracował w łańcuchu JTAG, połączony szeregowo z układem FPGA (EP1C3). Testy wykazały, że taka konfiguracja zapewnia poprawną pracę obydwu układów i jednocześnie dużą wygodę dla projektanta prowadzącego próby.

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

WALIZKI SERWISOWE



WALIZKA01 - 100zł
czarna
wymiary:
460x330x150 mm



WALIZKA02 - 80zł
srebrna
wymiary:
460x330x165 mm



WALIZKA03 - 120zł
srebrna
wymiary:
455x330x160 mm
plastikowe narożniki
pasek

DETALICZNA SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA - Zamówienia przyjmuje Dział Handlowy AVT

01-939 Warszawa, ul. Burska 9, tel. (22) 568 99 50, fax (22) 568 99 55, e-mail: handlowy@avt.com.pl www.sklep.avt.com.pl