

Atmel – przegląd nowości z rdzeniem ARM Cortex

W przeciągu ostatnich kilku miesięcy firma Atmel wprowadziła do oferty szereg układów z rdzeniem ARM Cortex-M3 oraz ARM Cortex-M4. Rodzinę SAM3 (z Cortex-M3) wzbogacono o SAM3SD, SAM3A oraz SAM3X. Pojawiła się także zupełnie nowa rodzina – SAM4 z rdzeniem Cortex-M4. W jej skład wchodzi SAM4S, SAM4L. Dodatkowo, Atmel wprowadził do oferty układ SoC o oznaczeniu SAM4SP32A przeznaczony dla segmentu Smart Metering, zgodny z najnowszą specyfikacją PRIME. Celem artykułu jest przybliżenie Czytelnikowi podstawowych informacji o wymienionych produktach firmy Atmel. Zaprezentowane zostaną podstawowe parametry oraz aplikacje, w których mogą one znaleźć zastosowanie.

Mikrokontrolery SAM3

Rodzinę SAM3, zawierająca mikrokontrolery z rdzeniem ARM Cortex-M3 podzielono na kilka linii: SAM3N, SAM3S, SAM3U, SAM3X, SAM3A. W tej grupie można znaleźć około 40 układów z pamięciami Flash o pojemności od 16 do 512 kB. Poza typowymi peryferiami, takimi jak: przetworniki A/C i D/C (do 12-bit, 1 MSa/s), SPI, I²C, I²S czy TWI, mikrokontrolery z rodziny SAM3 mają szereg dodatkowych funkcjonalności wyróżniających je na rynku. Jedną z nich jest wbudowany rezystor terminujący (*On-die termination resistor*) poprawiający kształt sygnałów przebiegów szybkochylnych. Zastosowanie zintegrowanego rezystora obniża całkowity koszt aplikacji oraz zmniejsza obszar zajmowany na płytce drukowanej.

Kolejną funkcjonalnością, na którą należy zwrócić uwagę, jest sprzętowy kontroler urządzeń z interfejsem równoległym (*Parallel Input/Output Controller with Parallel Capture Mode*). Pozwala ona na łatwe dołączenie zewnętrznych, asynchronicznych urządzeń, takich jak kamery, przetworniki A/C, układy FPGA i innych. We współpracy z DMA może on przesyłać dane bezpośrednio do pamięci RAM, bez angażowania CPU, nawet w trybie uśpienia.

Bardzo przydatny jest interfejs EBI (*External Bus Interface*) obsługujący SRAM, PSRAM, NOR, NAND Flash oraz moduły LCD. Poza standardową funkcjonalnością interfejsu EBI, może on pracować w trybie *EBI Scrambler*. Jest to sprzętowa funkcja logicznego XOR z dodatkowym algorytmem szyfrowania danych (nieujawnianym przez Atmel) dostępnych na zewnętrznej magistrali. Szyfrowanie jest wykonywane „w locie”, bez cykli oczekiwania (rysunek 1). Daje to możliwość zabezpieczenia danych przechowywanych w zewnętrznych zasobach. Wykorzystując unikalny ID mikrokontrolera, możemy w prosty sposób zabezpieczyć

zewnętrzną zawartość pamięci przed skopiowaniem i późniejszym powielaniem.

W rodzinach SAM3X, SAM3U oraz SAM3A, wśród bogatej palety interfejsów, dostępne są układy z wbudowanym USB pracującym w trybie High Speed. Wyróżniającą cechą jest fakt zintegrowania mostka PHY (rysunek 2). Zastosowanie tego rozwiązania powoduje brak konieczności zakupu dodatkowego układu, obniżenie kosztu aplikacji oraz zmniejszenie przestrzeni na płytce drukowanej zajmowanej przez interfejs USB. Do mikrokontrolerów Atmel można bezpośrednio dołączyć gniazdo USB (rysunek 3).

Atmel zawsze zwracał szczególną uwagę na zagadnienie zmniejszenia poboru mocy, dlatego również nowe układy SAM3 charakteryzują się małym poborem prądu. Zmniejszono go do 1,9 µA w układach z serii SAM3N i SAM3S oraz do 2,5 µA w SAM3X i SAM3A w trybie *RTC running mode* oraz do 15 µA przy podtrzymaniu zawartości pamięci RAM. Układy z rodzin SAM3S i SAM3N są kompatybilne pod względem rozmieszczenia wyprowadzeń.

Mikrokontrolery SAM3A/X

W tym roku rodzinę układów SAM3 powiększono o linie SAM3A oraz SAM3X. Produkty z tych serii charakteryzują się wbudowanymi, zaawansowanymi układami peryferyjnymi związanymi z szeroko rozumianą komunikacją. Wyposażone są m.in. w następujące interfejsy: pełny, podwójny interfejs CAN z 8 mail-boxami na każdym kanale, High Speed USB

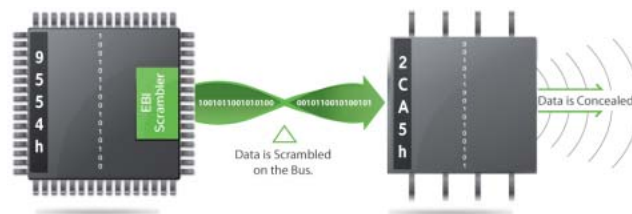
pracujący w trybach *MiniHost* i *Device* i mający wbudowany mostek PHY.

Układy są dostępne są w opcji *dual-bank* z pamięcią Flash mieszczącą 256 kB lub 512 kB, w obudowach QFP lub BGA o 100 wyprowadzeniach. Mikrokontrolery zaprojektowano je w taki sposób, aby umożliwiły transmisję danych z dużymi prędkościami. Zawierają wielowarstwową matrycę dla szyn danych (*multi-layer bus matrix*), z podwójnymi bankami SRAM i 4 lub 6 kanałami DMA. Seria SAM3A wydaje się być idealna dla aplikacji sieciowych, zarówno w przemyśle jak i automatyce budynkowej.

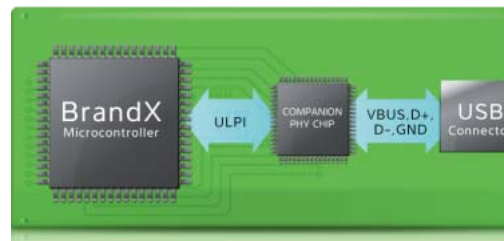
Seria SAM3X ma te same cechy, co rodzina SAM3A. Dodatkowo, układy z tej serii wyposażono w interfejs Ethernet, a niektóre z nich są oferowane w obudowie o 144 wyprowadzeniach. Przegląd układów z umieszczono w tabeli 1.

Mikrokontrolery SAM3SD

Rodzinę układów SAM3S wzbogacono o serię SAM3SD. Układy te wyróżniają się podziałem pamięci Flash na dwie części, tzw. *dual-bank Flash*. Ta funkcjonalność umożliwia pobieranie i instalowanie nowego oprogramowania bez konieczności przerywania aktualnie wykonywanej aplikacji. Po pozytywnej weryfikacji spójności danych istnieje możliwość przełączenia aktywnego banku. Wówczas po restarcie kolejne uruchomienie urządzenia odbędzie się na bazie nowego, zaktualizowanego banku pamięci. Użytkownicy, którzy nie potrzebują podziału pamięci Flash mogą korzystać z całej,

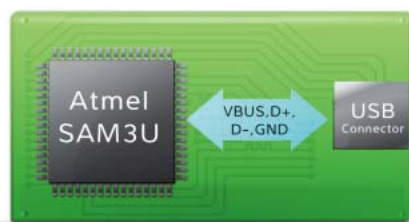


Rysunek 1. Szyfrowanie danych zapisywanych w pamięci zewnętrznej przez mikrokontroler SAM3



Rysunek 2. Układy z rodzin SAM3X, SAMU, SAM3A mają wbudowany mostek PHY-USB

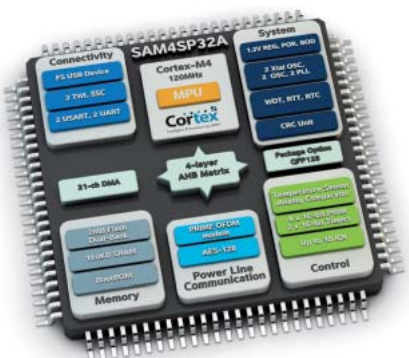
PODZESPOŁY



Rysunek 3. Do mikrokontrolera Atmel można bezpośrednio dołączyć gniazdo USB



Rysunek 4. Budowa mikrokontrolera SAM4L



Rysunek 5. Budowa układu PSoC typu SAM4SP32A dla aplikacji Power Line Communications

liniowej przestrzeni adresowej. Funkcjonalność *dual-bank Flash* daje możliwość powrotu do bazowej wersji oprogramowania w wypadku wykrycia krytycznych błędów nowej wersji.

Mikrokontrolery SAM4

W tym roku w ofercie Atmel pojawiła się nowa rodzina SAM4 z rdzeniem ARM Cortex-M4. Mikrokontrolery te mają podstawowe cechy układów z rdzeniem ARM Cortex-M3 (opisane w części poświęconej SAM3), jednak dodatkowo wyposażono je w jednostkę DSP (*Digital Signal Processing*), a opcjonalnie mogą mieć wbudowaną jednostkę FPU (*Floating Point Unit*). Aktualnie jest oferowanych około 20 układów z tej linii. Podzielono je na dwie serie: SAM4S oraz SAM4L. Należy zauważyć, że liczba układów oraz serii są w szybkim tempie powiększane i praktycznie co kilka tygodni pojawiają się nowe rozwiązania.

Mikrokontrolery SAM4S/SD

Układy z serii SAM4S wyposażono w pamięć Flash o pojemności od 512 kB do 2 MB oraz pamięć SRAM mieszczącą od 128 kB

Tabela 1. Przegląd układów z rodzin SAM3X oraz SAM3A

Mikrokontroler	SAM3X8E	SAM3X8C	SAM3X4E	SAM3X4C	SAM3A8C	SAM3A4C
Wyposażenie						
Pamięć Flash	2×256 kB	2×256 kB	2×128 kB	2×128 kB	2×256 kB	2×128 kB
Pamięć SRAM	64+32 kB	64+32 kB	32+32 kB	32+32 kB	64+32 kB	32+32 kB
Kontroler pamięci NAND Flash	Tak	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie
Nieulotna pamięć danych	4 kB	Brak	4 kB	Brak	Brak	Brak
Obudowa	LQFP144 LFBGA144	LQFP100 LFBGA100	LQFP144 LFBGA144	LQFP100 LFBGA100	LQFP100 LFBGA100	LQFP100 LFBGA100
Liczba PIO	103	63	103	63	63	63
Wejście SHDN	Tak	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie
EMAC	MII/RMII	RMII	MII/RMII	RMII	Brak	Brak
Interfejs magistrali zewnętrznej	Dane 16-bitowe, 8 sygnałów CS, adres 23-bitowy	Brak	Dane 16-bitowe, 8 sygnałów CS, adres 23-bitowy	Brak	Brak	Brak
Kontroler SDRAM	Brak	Brak	Brak	Brak	Brak	Brak
Liczba kanałów DMA	6	4	6	4	4	4
12-bitowy przetwornik A/C	16-wejściowy	16-wejściowy	16-wejściowy	16-wejściowy	16-wejściowy	16-wejściowy
12-bitowy przetwornik D/C	2-wyjściowy	2-wyjściowy	2-wyjściowy	2-wyjściowy	2-wyjściowy	2-wyjściowy
32-bitowy timer	9	9	9	9	9	9
Liczba kanałów PDC	17	15	17	15	15	15

do 160 kB. Rodzina ta zachowała charakterystyczny dla SAM3 mały pobór mocy. W trybie aktywnym można przyjąć, że pobór prądu wynosi 200 μ A/MHz przy niskiej częstotliwości taktowania oraz 30 mA przy 120 MHz. W trybie *backup* z pracującym RTC pobór prądu wynosi 1 μ A przy napięciu zasilającym 1,8 V. W trybie *standby* przy częstotliwości 120 MHz pobór prądu wynosi 25 μ A przy podtrzymaniu pamięci RAM. Parametry te pozwalają na zastosowanie SAM4 w szerokiej gamie aplikacji zasilanych z baterii, w automatyce przemysłowej, urządzeniach konsumenckich, terminalach, w sprzęcie medycznym itp.

W serii SAM4S – podobnie jak w niektórych seriach SAM3 – dostępne są układy z *dual-bank Flash*. Przykładem jest tutaj SAM4SD32, który ma wbudowane 2 MB pamięci Flash, 2 kB cache oraz 160 kB SRAM. Pamięć Flash o pojemności 2 MB Flash pozwala na umieszczanie w układzie rozbudowanych aplikacji, takich jak RTOS (~30 kB), GUI (~150 kB) czy stos ZigBee PRO (~128 kB).

Mikrokontrolery SAM4L

W ostatnim tygodniu września firma Atmel rozszerzyła ofertę o nowe mikrokontrolery wprowadzając do sprzedaży rodzinę SAM4L (rysunek 4). Układy z tej rodziny mają rdzeń ARM Cortex-M4 oraz wykorzystują technologię Atmel *picoPower*, znaną z 8- i 32-bitowych AVR. Dzięki jej zastosowaniu znacząco obniżono pobór prądu: do 90 μ A/MHz w trybie aktywnym, 1,5 μ A w trybie uśpienia z podtrzymaniem pamięci RAM i 0,8 μ A w trybie *backup*. Czas wybudzenia mikrokontrolera z trybu uśpienia

wynosi jedynie 1,5 μ s. Parametry te sprawiają, że mikrokontrolery tej rodziny są przeznaczone do urządzeń zasilanych z baterii, pracujących w środowisku przemysłowym, aplikacjach medycznych i konsumenckich.

Poza wymienionymi wcześniej cechami technologia *picoPower* daje szereg dodatkowych możliwości. Są to między innymi:

- Mechanizm *SleepWalking* pozwalający układowi peryferyjnym na ocenę i kwalifikację pobranych danych bez angażowania



Fotografia 6. Zestaw SAM4L-EK wprowadzony równocześnie z serią SAM4L



Fotografia 7. Zestaw SAM4SP32AAEK-99, który będzie dostępny na przełomie 2012/2013

CPU, co eliminują niepotrzebne wybudzanie procesora, zmniejszając w ten sposób zużycie energii.

- *Peripheral Event System* umożliwiające komunikowanie się układów peryferyjnych bez angażowania CPU.
- Mechanizmy umożliwiające zdefiniowanie wielu źródeł sygnałów mogących wyprowadzić mikrokontroler z trybu uśpienia, takich jak: czujnik zbliżenia lub dotknięcia, rozpoznanie adresu PC, zadanego progu z przetwornika A/C, odbiór odpowiedniego znaku przez UART, a wszystko bez angażowania CPU.
- Inteligentne peryferia zaprojektowane tak, aby maksymalnie ograniczyć zużycie energii, np. kontroler LCD z mapą znaków ASCII, z funkcjami przewijania czy mrugania.
- Wbudowany sprzętowy moduł przycisków pojemnościowych Qtouch umożliwiające wybudzanie CPU z głębokich stanów uśpienia.

Rodzinę SAM4L podzielono na dwie grupy LC oraz LS. Seria LC zawiera wbudowany kontroler LCD, USB Host. Seria LS ma dodatkowe GPIO oraz USB Device.

Układ SoC SAM4SP32A

9 października w ofercie Atmel pojawił się nowy SoC oznaczony symbolem SAM4SP32A (**rysunek 5**). Jest to pierwszy na rynku układ przeznaczony do komunikacji PLC (*Power Line Communications*) z mikrokontrolerem wyposażonym w rdzeń ARM Cortex-M4. Układ SAM4SP32A jest zgodny z najnowszą specyfikacją PRIME (*Power Line Intelligent Metering Evolution*) i stanowi nowe, zintegrowane rozwiązanie łączące w jednej strukturze szybki rdzeń Cortex-M4, pamięć Flash *dual-bank* o pojemności 2 MB, pamięć SRAM mieszczącą 160 kB danych oraz wysokiej wydajności transceiver PLC. Takie zintegrowane rozwiązanie w znaczący sposób wpływa na zmniejszenie kosztów budowy urządzenia docelowego.

Układ SAM4SP32A wyposażono w szereg interfejsów komunikacyjnych, mających duże znaczenie w systemach pomiarowych: SPI, TWI, USART oraz USB Device 2.0. W strukturze SAM4SP32A zintegrowano energooszczędny, wydajny transceiver PLC o czułości 34,8 dB μ V i dynamice 73,18 dB oraz wzmacniacz o poborze mocy o 40% mniejszym niż rozwiązania dostępne aktualnie na rynku. Pobór mocy dla układu opisują parametry: 200 μ A/MHz, 30 μ A w trybie oczekiwania oraz 750 mW w trybie aktywnym.

Podsumowanie

Bardzo ważnym argumentem przemawiającym za zastosowaniem produktów Atmel opartych o rdzeń ARM Cortex, jest gwarantowany przez producenta czas życia produktu, który wynosi co najmniej 12 lat.

Wszystkie omawiane mikrokontrolery wspierane są przez środowisko Atmel Studio 6. W Atmel Software Framework (ASF) jest dostępny szereg przykładowych projektów oraz bibliotek w znaczący sposób ułatwiających pracę z wymienionymi układami. Można tutaj wymienić choćby biblioteki Qtouch służące do implementacji klawiatur dotykowych w mikrokontrolerach SAM3 i SAM4.

Wraz z nowymi mikrokontrolerami firma Atmel oferuje szereg zestawów ewaluacyjnych bazujących na oferowanej nowości. Doskonałym przykładem jest pokazany na **fotografii 6** zestaw SAM4L-EK wprowadzony do sprzedaży równocześnie z serią SAM4L. Zawiera on wbudowany debbuger, przez co nie wymaga żadnych dodatkowych narzędzi. Ponadto, płytkę zawiera obwód pomiaru energii pobieranej przez urządzenie, graficzny wyświetlacz OLED, segmentowy LCD, interfejs USB oraz przyciski pojemnościowe. Na płytce jest dostępnych wiele złączy umożliwiających współpracę z innymi zestawami Atmel, np. WiFi, ZigBee. Innym przykładem jest pokazany na **fotografii 7** zestaw SAM4SP32AAEK-99, który w handlu pojawi się na przełomie roku. Ma on pomagać przy pracy z nowym SAM4SP32A.

W razie pytań prosimy o kontakt z JM elektronik www.jm.pl, e-mail: jm@jm.pl.

Mariusz Rudnicki
Inżynier Działu Wsparcia Technicznego JM Elektronik