

PIC32MZ Embedded Connectivity MCU Family

2 MB Flash, 512 KB RAM, 330 DMIPS



PIC32MZ – odpowiedź na Cortex-M4

Rynek mikrokontrolerów dotknęła agresywna ekspansja rdzenia Cortex M implementowanego w produktach wielu producentów. Póki co Microchip jest jedną z tych niewielu bardzo znanych firm, która konsekwentnie nie stosuje rdzeni ARM w swoich wyrobach. Gdy Microchip wprowadzał do oferty rodzinę 32-bitowych mikrokontrolerów PIC32MX z rdzeniem MIPS M4K, pojawiły się opinie, że jest to ryzykowany krok i prędzej czy później pojawi się jakiś „armowy” PIC lub firma popadnie w kłopoty. Tak się jednak nie stało.

Mikrokontroler PIC32MX, mimo że jest bardzo wydajny, to jednak już nie jest w stanie dorównać mikrokontrolerom z nowym rdzeniem ARM Cortex-M4. Aby skutecznie konkurować na rynku, trzeba mieć produkt przynajmniej podobny, a najlepiej lepszy od konkurencji. Dlatego pojawiła się nowa, bardzo ciekawa rodzina PIC32MZ będąca odpowiedzią Microchipsa na działania konkurencji.

Pierwszą, najbardziej eksponowaną przez producenta informacją jest spory wzrost wydajności spowodowany zastosowaniem nowego rdzenia **microAptiv** firmy **Imagination**. Jest to odmiana

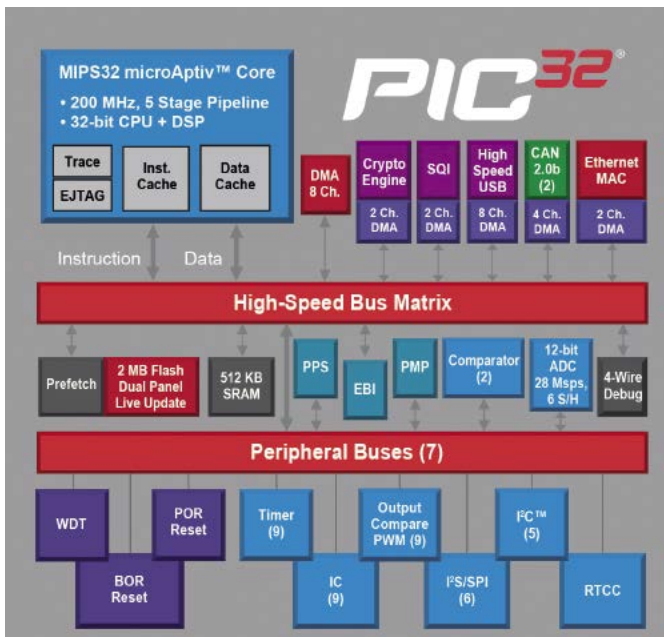
znanego rdzenia MIPS32 M14K zoptymalizowana do zastosowania w mikrokontrolerach. Według zapewnień firmy Imagination, Microchip jest nie tylko licencjobiorcą, ale jego inżynierowie brali czynny udział w definiowaniu funkcji nowego procesora.

Rdzeń jest produkowany w dwóch wersjach: MicroAptiv MCU i MicroAptiv MPU. Wersja MCU jest przeznaczona dla mikrokontrolerów pracujących w typowych aplikacjach sterowania. Wersja MPU jest bardziej rozbudowana. Ma między innymi pamięć *cache* i jednostkę *Memory Management Unit* (MMU). Zastosowanie MMU pozwala na pracę rdzenia pod kontrolą systemów operacyjnych zarządzających pamięcią wirtualną, na przykład Linux.

Z punktu widzenia inżyniera aplikującego mikrokontroler jest ważna budowa i wydajność rdzenia (z oczywistych względów powiązana z maksymalną częstotliwością taktowania), ale też wyposażenie w układy peryferyjne oraz dostępność narzędzi projektowych i modułów ewaluacyjnych. Zobaczmy jak to jest w PIC32MZ.

Schemat blokowy mikrokontrolera PIC32MZ pokazano na **rysunku 1**. Znamy już rdzeń, który zastosowano. Jest szybki, wydajny i ma wbudowaną jednostkę DSP. Przewidziana przez producenta maksymalna częstotliwość taktowania rdzenia wynosi 200 MHz. Tak szybkie taktowanie w połączeniu ze zmianą rdzenia daje ponad 3-krotny wzrost wydajności w porównaniu do PIC32MX.

W układach z wydajnym mikrokontrolerem 32-bitowym będą uruchamiane rozbudowane aplikacje wymagające dużych pojem-



Rysunek 1. Schemat blokowy mikrokontrolera z rodziny PIC32MZ

Podstawowe parametry rdzenia microAptiv:

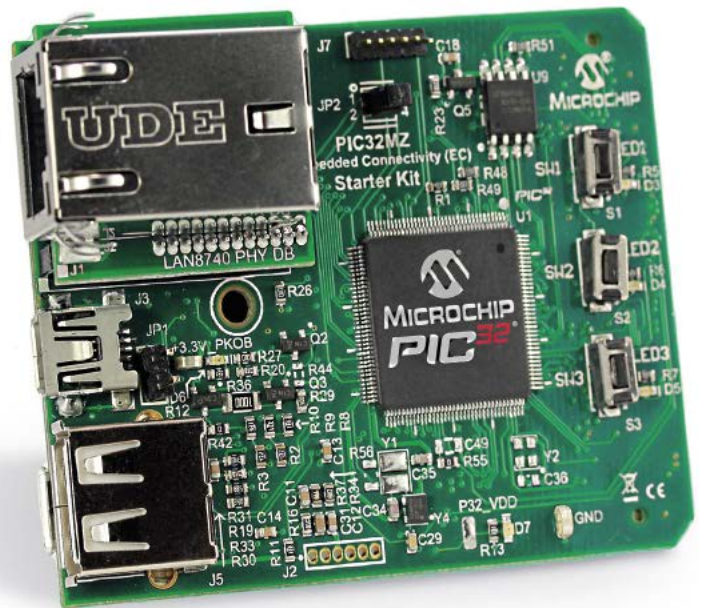
Dwa typy rdzenia: MicroAptiv MCU (typowe aplikacje sterowania) i MicroAptiv MPU (systemy operacyjne).
 Wydajność 1.57 DMIPS/MHz i 3,09 CoreMark/MHz.
 Podwójny dekoderek rozkazów MIPS32.
 Realizacja rozkazów microMIPS.
 Zintegrowana jednostka DSP.
 Możliwością operowania na instrukcjach 16- i 32-bitowych.
 Wbudowana jednostka Memory Protection Unit (do 16 chronionych obszarów pamięci).

ności pamięci programu i danych. W rodzinie PIC32MZ maksymalna pojemność pamięci Flash wynosi 2 MB, a pamięci SRAM 512 kB. To bardzo dużo jak na rozbudowane układy sterowania nawet z graficznym interfejsem użytkownika. Jednak urządzenia typu embeded wykonują coraz więcej funkcji wymagających zarówno większej wydajności, jak i dużej pamięci. Mikrokontroler z obszerną pamięcią pomaga znacząco redukować koszt projektu, bo nie trzeba dodatkowych, zewnętrznych układów pamięci i płytki drukowana ulega uproszczeniu.

Nowością w wyposażeniu mikrokontrolera PIC32MZ jest sprzętowy moduł (silnik) kryptograficzny z wbudowanym generatorem liczb pseudolosowych. Jest on przeznaczony do szyfrowania i deszyfrowania zgodnie z algorytmami AES, 3DES, SHA, MD5 i HMAC, co pozwala na implementowania wsparcia dla bezpiecznych protokołów komunikacyjnych.

Firma Microchip jest tradycyjnie znana z doskonałych układów peryferyjnych. Nowy mikrokontroler jest wyposażony w szereg interfejsów komunikacyjnych od dobrze znanego UART, poprzez SPI, I²C aż po interfejs I²S używany do komunikacji z układami cyfrowych torów audio. Nie mogło oczywiście zabraknąć USB 2.0 (również OTG) pracującego z prędkościami *Hi Speed*, *Full Speed* i *Low Speed*. Kontroler Ethernet wspiera protokół komunikacyjny 10/100 Mbps w trybach *Full Duplex* i *Half Duplex* a do działania wymaga tylko zewnętrznego układu PHY. W ofercie są układy, które mają nawet 2 moduły interfejsu CAN i są przeznaczone do aplikacji Automotive. Każdy z zaawansowanych interfejsów komunikacyjnych i moduł kryptograficzny mają swoje kanały DMA, a do dyspozycji jest również 8 dodatkowych, konfigurowalnych kanałów DMA.

Omawiając wyposażenie nie można zapomnieć o typowych blokach funkcjonalnych: licznikach Timer1...Timer9, module zegara czasu rzeczywistego RTCC, bardzo szybkim (28 Msps), 12-bitowym przetworniku analogowo-cyfrowym, układzie napięcia referencyjnego i komparatorze.



Fotografia 2. Moduł PIC32MZ Starter Kit with Crypto Engine

Moduł EBI (*External Bus Interface*) umożliwia dołączenie układów szybkich pamięci z równoległym interfejsem komunikacyjnym, a moduł PMP (*Parallel Master Port*) może emulować działanie magistral równoległych stosowanych na przykład do komunikacji ze sterownikami wyświetlaczy graficznych LCD/TFT. Sam mikrokontroler może również pełnić rolę sterownika kolorowych matryc o rozdzielczości WQVGA i nie potrzebuje do tego żadnych dodatkowych układów zewnętrznych!

Aby nowy mikrokontroler mógł być używany przez inżynierów projektantów potrzebne są narzędzia projektowe i moduły ewaluacyjne. PIC32MZ może być programowany i debugowany za pomocą 3 programatorów firmowych: PICKit-3, ICD-3 i Real ICE. Środowisko MPLAB X oraz kompilator MPLAB XC32 stanowią zestaw narzędzi projektowych pozwalających na edycję, kompilowanie i debugowanie kodu źródłowego oraz programowanie pamięci Flash. Kompilator XC32 może być używany w wersji bezpłatnej, z ograniczeniami odnośnie do funkcji optymalizacji kodu. Dla swoich 32-bitowych mikrokontrolerów firma Microchip przygotowuje również nową platformę projektową – MPALB Harmony.

Obecnie są oferowane 2 zestawy startowe: PIC32MZ EC Starter Kit i PIC32MZ EC Starter Kit with Crypto Engine (fotografia 2). Jest to standardowy moduł Microchipsa, zawierający oprócz mikrokontrolera PIC32MZ2048ECM144, układ programatora/debuggera łączącego się z komputerem poprzez złącza USB, 3 przyciski, 3 diody LED, oscylatory kwarcowe 12 MHz i 32 kHz, Interfejs Ethernet moduł PHY typu SMSC8720, oraz 168-pinowe złącze do dołączania modułów rozszerzeń. Niestety, w porównaniu do starszych modułów Starter Kit, uległ zmianie typ złącza (ma więcej wyprowadzeń). Dlatego żeby używać starszych płytek rozszerzeń, trzeba dokupić płytkę-prześciówkę.

Podsumowanie

Mikrokontrolery z nowej rodziny PIC32MZ niewątpliwie stanowią nową jakość w ofercie firmy Microchip. Nowy rdzeń i związany z nim wzrost wydajności, większe zasoby pamięci, dużo znakomitych układów peryferyjnych na pewno ucieszą wielu konstruktorów. Oczywiście można narzekać, że na przykład, brak interfejsu pamięci DDRAM (przydałby się), albo na wielkość pliku erraty, ale nie ulega wątpliwości, że Microchip będzie nadal jednym z liderów na rynku mikrokontrolerów.

Tomasz Jabłoński, EP