

Mikrokontrolery 32-bitowe w ofercie firmy Micros

Specyfika rynku mikrokontrolerów 32-bitowych sprawia, że pomimo istnienia wiodącej architektury rdzenia tych układów, trudno jest wskazać wiodącego producenta lub wybrać najbardziej popularną markę produktów. Ponadto specyficzne cechy mniej popularnych rodzin 32-bitowych MCU sprawiają, że niekiedy stanowią one zdecydowanie lepszy wybór niż dominująca architektura ARM. Z pomocą w doborze układu do aplikacji przyjść mogą pracownicy dystrybutorów dostarczających produkty wielu różnych producentów. Przykładem takiego dystrybutora jest Micros, a poniższy artykuł zawiera sugestie specjalistów z tej firmy odnośnie 32-bitowych mikrokontrolerów i ich zastosowań.

W ofercie Microsa dominują mikrokontrolery z rdzeniami ARM. Są to układy produkowane przez firmy STMicroelectronics, NXP/Philips, Atmel i TI/Luminary Micro. Drugą grupę produktów stanowią architektury własnościowe firm Atmel, Microchip i Freescale/Motorola.

STM32F

Układy firmy STMicroelectronics z rdzeniem ARM to najliczniejsza grupa produktowa oparta na tej architekturze. Spośród mikrokontrolerów firmy STMicroelectronics Micros poleca przede wszystkim rodzinę STM32F1 wyposażoną w rdzeń ARM Cortex-M3 o wydajności na poziomie 1,25 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1). Układy charakteryzują się dużą mocą obliczeniową, szerokim zestawem wbudowanych peryferii oraz kilkoma energooszczędny trybami pracy.

Oferta Microsa obejmuje serie STM32F-100/101 przeznaczone do prostych zastosowań oraz serie STM32F-103/105/107 polecane do bardziej wymagających rozwiązań. Szczególnie wart uwagi jest STM32F103RBT6 – przedstawiciel popularnej rodziny *Performance line* zamknięty w obudowie LQFP64 o wymiarach 10×10 mm. Jego standardowe wyposażenie obejmuje:

128 kB pamięci Flash, 20 kB pamięci RAM, zestaw uniwersalnych timerów, watchdog, dwa 12-bitowe przetworniki analogowo-cyfrowe z czujnikiem temperatury, oscylatory RC, oscylator 32 kHz z własnym układem kalibracji, monitor napięcia zasilania z funkcją *Power-on Reset / Powerdown Reset*, 49 linii I/O kompatybilnych z układami zasilanymi napięciem 5 V.

Do licznych interfejsów komunikacyjnych należą:

- trzy interfejsy USART z możliwością pracy w trybie ISO 7816, LIN oraz IrDA,
- dwa interfejsy SPI 18 Mb/s,
- dwa interfejsy I²C z obsługą SMBus i PMBus,
- interfejs CAN standardu 2.0B,
- interfejs USB 2.0 full speed.

Do dyspozycji użytkownika pozostają też:

- interfejsy debugowania (JTAG, SWD),
- 7-kanalowy kontroler DMA współpracujący z takimi blokami jak timery, przetworniki A/D, interfejsy,
- SPI, I²C, USART,
- zaawansowany generator PWM do kontroli silników,
- wejście awaryjnego zasilania baterijnego dla układu RTC i rejestrów *backup*.

Dodatkowe informacje:

Micros
ul. E.Godlewskiego 38, 30-198 Kraków
tel.: 12 636 95 66, faks: 12 636 93 99
biuro@micros.com.pl, www.micros.com.pl

Mikrokontroler udostępnia trzy tryby oszczędzania energii do zastosowań w urządzeniach wymagających niskiego poboru energii lub zasilanych bateryjnie. Układ dostępny jest w obudowie typu LQFP64 oraz pracuje w zakresie temperatur -40÷85°C i w zakresie napięć zasilania 2,0÷3,6 V. Osoby wymagające nieco więcej pamięci mogą sięgnąć po bardzo podobny do powyższego układ STM32F103RCT6.

Warto też zwrócić uwagę na trzy nowe produkty STM32F. Pierwszym z nich jest STM32F207VCT6 (obudowa LQFP100), który pochodzi z rodziny STM32F2 *Hi-Performance* (również Cortex-M3). Cechuje się ona wyższą szybkością taktowania (do 120 MHz), uzyskaną dzięki zastosowaniu akceleratora ART (*ART Accelerator*), który zapewnia odczyt danych z pamięci Flash bez cykli oczekiwania. Ma też bogatszy zestaw peryferiów oraz zwiększoną wydajnością niektórych układów peryferijnych w porównaniu z rodziną STM32F1. Interesujące są jego nowe bloki funkcjonalne: interfejs kamery (DCMI) przystosowany do transmisji danych 8-, 10-, 12- lub 14-bitowych z prędkością 48 MB/s oraz generator 32-bitowych liczb losowych (RNG).

Drugim i trzecim z nowych produktów STM32F są STM32F407VGT6 (obudowa LQFP100, 82 linie I/O) oraz STM32F407ZGT6 (obudowa LQFP144, 112 linie I/O) – układy z rodziny *Hi-Performance & DSP* oparte na rdzeniu Cortex-M4F wyposażonym w sprzętową jednostkę FPU. Mogą pracować z częstotliwością do 168 MHz, co pozwala im osiągać wydajność 210 DMIPS/1,25 DMIPS/MHz. Jego pozostałe funkcje sprowadzają się do usprawnień w odniesieniu do rodziny STM32F2/1, z czego najważniejsze jest wsparcie szybkich operacji cyfrowego przetwarzania sygnałów.

LPC

Drugą pod względem popularności z rodzin ARM-ów jest seria LPC firmy NXP. W ramach tych produktów warto skoncentrować się przede wszystkim na dwóch podgrupach:

- LPC17.. – z rdzeniem Cortex-M3,

Tabela 1. Rodziny mikrokontrolerów STM32F1 produkowane przez firmę STMicroelectronics

Rodzina	Nazwa	Częstotliwość [MHz]	Pamięć Flash	USB	CAN	ETHERNET
STM32F100	Value line	24	do 512 kB	-	-	-
STM32F101	Access Line	36	do 1 MB	-	-	-
STM32F103	Performance line	72	do 1 MB	USB FS	1	-
STM32F105	Connectivity line	72	do 256 kB	USB OTG FS	2	-
STM32F107	Connectivity line	72	do 256 kB	USB OTG FS	2	TAK

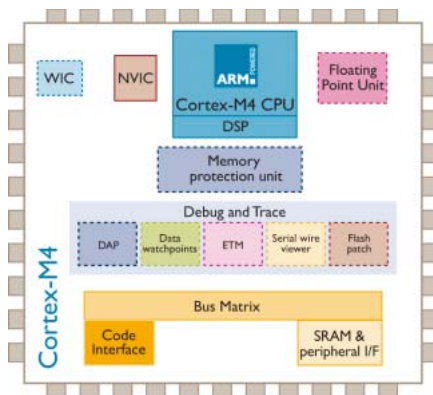


- LPC2.. – z rdzeniem ARM7TDMI-S.

Ciekawym produktem z pierwszej z tych podgrup jest LPC1766FBD100 (LQFP100), który zawiera:

- 256 kB pamięci programu typu Flash z możliwością programowania w systemie i aplikacji,
- interfejs USB OTG, pozwalający na pracę w trybach host lub device,
- interfejs QEI (*Quadrature Encoder Interface*),
- interfejs cyfrowego audio I²S,
- mechanizmy zabezpieczenia kodu programu przed odczytem.

W drugiej podgrupie znajduje się bogato wyposażony LPC2478FBD208 (LQFP208) – nazywany też „graficznym MCU” ze względu na specyficzne możliwości w zakresie obsługi grafiki. Może on bezpośrednio współpracować z wyświetlaczami LCD z matrycami pasywnymi (STN-LCD) i aktywnymi (TFT-LCD). Obsługuje wyświetlacze monochromatyczne (tylko pasywne) i kolorowe. Pozwala za wskazanie używanej rozdzielczości w zakresie od 320×200 do 1024×768 i obsługuje nawet 24-bitową paletę barw w przypadku kolorowych wyświetlaczy TFT. Sprzętowo obsługuje wyświetlanie kursora.



Osobom szukającym taniego układu z rdzeniem ARM warto polecić model LPC-1114FBD48 z rdzeniem Cortex-M0. Jego parametry nie odbiegają od standardowych, ale jest to znacznie szybszy układ niż mikrokontrolery 8-bitowe, podczas gdy jego cena jest tylko nieznacznie większa.

AT91

W rodzinie AT91 firmy Atmel najpopularniejsze wśród polskich klientów są układy z rdzeniem ARM7TDMI, z czego za najciekawsze należy uznać 3 układy w obudowie LQFP z 256 kB pamięci Flash: AT91SAM7S256C-AU, AT91SAM7X256B-AU i AT91SAM7XC256B-AU.

Ich wyposażenie jest zbliżone do opisanych wcześniej produktów firmy STMicroelectronics. Różnice sprowadzają się do implementacji kontrolera CAN w wersji 2.0A i 2.0B oraz kontrolera ethernetowego 10/100 Mb/s z interfejsem MMI/RMII, dostępnych w wersji 7X. Wersja 7XC została ponadto wzbogacona o sprzętowy moduł kryptograficzny AES i TDES.

Nowością wprowadzoną niedawno do oferty magazynowej Microsa są ARM-y oparte na rdzeniu Cortex-M. Dwa z nich to modele z rdzeniem Cortex-M3. Pierwszy: ATSAM3S4BA-AU (obudowa LQFP64) jest kompatybilny pod względem wyprowadzeń z układami serii AT91SAM7S i taktowany szybkością do 64 MHz. Ma port USB full speed, kontroler kart MMC/SD/SDIO oraz interfejsy: USART, UART, TWI, SPI i I²S a także blok kontroli CRC. Drugi, ATSAM3S4CA-AU (obudowa LQFP100) jest nieco bogatszy niż 4BA, gdyż zawiera np. dodatkowy interfejs zewnętrznej magistrali przeznaczony do współpracy z pamięciami SRAM, PSRAM, NOR Flash, NAND Flash i modulem LCD.

Z kolei do aplikacji USB polecane są modele ATSAM3U1CA-AU (LQFP100) i AT-

SAM3U2CA-AU (LQFP100). Ich budowa jest podobna do serii SAM3S4, ale wyposażone są w interfejs USB high speed zdolny do komunikacji z szybkością 480 Mb/s.

Warto też wspomnieć o przedstawicielu rodziny Cortex-M4, układzie ATSAM-4S16CA-AU (obudowa LQFP100). Jest taktowany zegarem do 120 MHz ma 1 MB pamięci Flash i wspiera technologię QTouch ułatwiającą obsługę interfejsów pojemnościowych. Pozostałe zaawansowane mikrokontrolery z serii ARM firmy Atmel zawierające rdzeń ARM926EJ-S i wykonane w obudowach BGA zostały wymienione w tabeli 2.

LM3S

Ostatnią grupą z rdzeniem ARM Cortex są układy z rodziny Stellaris firmy TI, dawniej produkowane pod marką Luminary Micro. Są one wyposażone w rdzeń Cortex-M3, ale nie cieszą się zbyt dużą popularnością wśród klientów firmy Micros.

Atmel AVR32

Spośród rozwiązań z 32-bitowymi rdzeniami alternatywnymi do ARM najlepiej na rynku przyjęła się architektura AVR32 firmy Atmel. Jest to zarazem najciekawsza odmiana rodziny AVR.

Najbardziej zaawansowane układy serii AT32AP nie są obecnie polecane przez producenta do nowych konstrukcji, dlatego lepiej skupić się na modelach: AT32UC3A, AT32UC3B, AT32UC3C i AT32UC3L.

Wszystkie one zbudowane zostały na bazie rdzenia AVR32, którego podstawowe cechy to:

- wydajność na poziomie 1.49 DMIPS/MHz, taktowanie do 66 MHz,
- instrukcje typu *Read-Modify-Write*,
- jednostka ochrony pamięci (MPU),
- zestaw instrukcji obejmujący także polecenia DSP,
- opcjonalna jednostka zmiennoprzecinkowa (FPU).

Przykładowe produkty z tej rodziny można podzielić na grupy. W pierwszej z nich, tj. AT32UC3A i AT32UC3B znajdują się m.in.: AT32UC3A0512-ALUT LQFP144, AT32UC3A1512-AUT TQFP100, AT32UC3A3256-ALUT LQFP144, AT32UC3B0256-A2UT TQFP64.

Mikrokontrolery te mają pamięć Flash o pojemności do 512 kB (w zależności od



PREZENTACJA

Tabela 2. Wybrane mikrokontrolery ARM z rdzeniem ARM926EJ-S produkowane przez firmę Atmel

Symbol	Obudowa	Częstotliwość [MHz]	Pamięć programu ROM [kB]	Pamięć RAM [kB]	I/O	Interfejsy
AT91SAM9260B-CU	BGA217	180	32	8	96	2SPI, TWI, 4USART, 2UART, SSC, USB, ETH, ISI, MCI, LCD
AT91SAM9261SB-CU	BGA217	190	32	16	96	2SPI, TWI, 3USART, 3SSC, USB, MCI, LCD
AT91SAM9G10-CU	BGA324	266	32	16	96	2SPI, TWI, 3USART, 3SSC, USB, MCI, LCD
AT91SAM9G25-CU	BGA217	400	64	32	105	2SPI, 3TWI, 4USART, 2UART, SSC, ETH, USB, ISI, 2MCI
AT91SAM9RL64-CU	BGA217	240	32	64	118	SPI, 2TWI, 4USART, 2SSC, USB, MCI, LCD

Tabela 3. Wybrane mikrokontrolery z rodziny PIC32 produkowane przez firmę Microchip

Symbol	Obudowa	Częstotliwość [MHz]	Pamięć programu Flash [kB]	Pamięć RAM [kB]	I/O	Interfejsy
PIC32MX320F128H-80I/PT	TQFP64	80	128	16	53	2SPI, 2I2C, 2UART, PMP/PSP
PIC32MX320F128L-80I/PT	TQFP100	80	128	16	85	2SPI, 2I2C, 2UART, PMP/PSP
PIC32MX575F512H-80I/PT	TQFP64	80	512	64	53	3SPI, 4I2C, 6UART, PMP/PSP, CAN, USB
PIC32MX575F512L-80I/PT	TQFP100	80	512	64	85	4SPI, 5I2C, 6UART, PMP/PSP, CAN, USB
PIC32MX695F512H-80I/PT	TQFP64	80	512	128	53	4SPI, 5I2C, 6UART, PMP/PSP, USB, ETH
PIC32MX695F512L-80I/PT	TQFP100	80	512	128	85	4SPI, 5I2C, 6UART, PMP/PSP, USB, ETH
PIC32MX795F512L-80I/PT	TQFP100	80	512	128	85	4SPI, 5I2C, 6UART, PMP/PSP, CAN, USB, ETH

wersji). Ich wnętrze obejmuje takie bloki funkcjonalne jak: wielokanałowy kontroler DMA, system sprzętowego debugowania Nexus (OCD), przetwornik C/A audio, oraz wiele interfejsów komunikacyjnych i do 109 linii I/O dla wersji w obudowie o 144 wyprowadzeniach. Układy mają porty I/O zgodne z poziomami dla standardowej logiki 5-woltowej. Struktura obejmuje także stabilizator napięcia 1,8 V do zasilania rdzenia, w związku z czym można zasilać cały układ ze standardowego napięcia 3,3 V. Wersja UC3A0 ma interfejs zewnętrznej magistrali przeznaczony do obsługi pamięci typu SRAM i SDRAM. Wersja UC3A3 zawiera interfejs obsługi zewnętrznych kart pamięci, takich jak SD, MMC i CompactFlash oraz wspiera biblioteki QTouch. Wersje UC3B są uboższe w zasoby niż wersje UC3A. Różnica w częstotliwości taktowania: 3A - 66 MHz, a 3B - 60 MHz.



Bardzo ciekawie przedstawiają się układy serii UC3C, które zostały zaprojektowane z przeznaczeniem do pracy w złożonych systemach sterowania i wbudowanych aplikacjach przemysłowych. Układy UC3C mają zaimplementowany system zdarzeń (*Event System*) z funkcjami *SleepWalking* i *FlashVault* i wyposażono je w mechanizm wykrywania zaniku zegara taktującego, który w takim przypadku automatycznie przełącza się na inne źródło. Tę zdolność można także wykorzystać do kompensacji dryftu sygnału zegarowego. Przykładowymi produktami tej serii są AT32UC3C0512C-ALUT (LQFP144) i AT32UC3C2512C-Z2UT (QFN64).

Ostatnia podgrupa to energooszczędne układy AT32UC3L wykorzystujące znaną z 8-bitowych AVR-ów technologię *picoPower*[®]. Pobór prądu kształtuje się typowo na poziomie 165 μ A/MHz w stanie aktywnym, natomiast w trybie Standby - 47 μ A/MHz. Istnieją 3 wersje różniące się pojemnością wewnętrznej pamięci Flash, która może wynosić 16, 32 lub 64 kB. Modele te to: AT32UC3L016-AUT, AT32UC3L032-AUT i AT32UC3L064-AUT, wszystkie w obudowach TQFP48.

Microchip PIC32MX

Rodzina PIC32MX została zbudowana w oparciu o architekturę MIPS i rdzeń MIPS32 M4K. Ma ona charakterystyczną budowę dla tzw. architektury harwardzkiej i wydajność na

poziomie do 1,56 DMIPS/MHz, przy czym może być taktowana zegarem do 80 MHz. Obsługuje 5-stopniowe potokowe przetwarzanie instrukcji i zawiera jednostkę mnożąco-dzielącą (MDU). Ma dwa bloki po 32 rejestry 32-bitowe (Core Registers & Shadow Registers) i obsługuje mechanizm MIPS16e, który pozwala zredukować rozmiar kodu o około 40%. Wybrane modele z tej serii zostały zgromadzone w tabeli 3.

Freescale (Motorola) MC6833 i ColdFire V2

Firma Freescale oferuje dwie ciekawe rodziny produktów, z których pierwsza obejmuje mikrokontrolery zbudowane modułowo. Szczególnie godne polecenia są modele: MC68331CAG20 (LQFP144), MC68332GCEH16 (PQFP132) i MC68332GCEH20 (PQFP132). Na ich konstrukcję składają się moduły takie jak: 32-bitowa jednostka centralna, moduł integracji systemu (SIM) z obsługą zewnętrznej magistrali, rozbudowana jednostka czasowo-licznikowa oraz moduł transmisji szeregowych (SPI, SCI, UART). Do komunikacji między poszczególnymi modułami mikrokontrolera służy magistrala IMB (*Intermodule Bus*) MC68332 zawiera dodatkowo 2 kB pamięci RAM.

Drugą rodziną są 32-bitowe mikrokontrolery Coldfire V2, których dobrym przykładem jest MCF52233CAL60 wykonany w obudowie LQFP112.

Właściwości rdzenia ColdFire V2 to:

- taktowanie do 60 MHz, wydajność 56 Dhrystone 2.1 MIPS przy 60 MHz,
- rozszerzona jednostka MAC (*Enhanced Multiply-Accumulate*),
- dwustopniowy potok pobierania instrukcji (IFP) i dwustopniowy potok wykonywania instrukcji (OEP),
- jednostka CAU wspierająca operacje kryptograficzne,
- obsługa algorytmów kryptograficznych DES, 3DES, AES, MD5 i SHA-1.

Pozostałe zasoby to 256 kB Flash, 32 kB RAM, przetwornik A/C, liczne interfejsy komunikacyjne, wielokanałowy DMA, timery z opcją PWM oraz kanał diagnostyczny BDM.

Podsumowanie

Obecna oferta mikrokontrolerów dostępnych na polskim rynku jest tak duża, że warto jak najbardziej precyzyjnie określić swoje wymagania, zanim dokona się ostatecznego wyboru. W specyfikacji wymagań mogą pomóc specjaliści wybranego dystrybutora podzespołów, którzy nie tylko znają wiele przykładów projektów wykonywanych z użyciem poszczególnych układów, ale też dysponują wiedzą na temat aktualnie dostępnych produktów i umieją je szybko ze sobą porównać. Współpraca z dobrym dystrybutorem oferującym wiele mikrokontrolerów, takim jak Micros może być więc ważnym elementem wpływającym na powodzenie całego przedsięwzięcia elektronicznego.

Marcin Karbowniczek, EP