

Mikrokontrolery NuMicro z rdzeniem Cortex-M4

Firma Nuvoton Technology Corporation, światowy lider w produkcji mikrokontrolerów z rdzeniem ARM Cortex-M0, niedawno poszerzyła swoją rodzinę kontrolerów NuMicro o układy z rdzeniem Cortex-M4.

Dodatkowe informacje:
 PDW Marthel
 ul. Sosnowa 24-5
 Bielany Wrocławskie, 55-040 Kobierzyce
 tel.: (71) 311 07 11 i 12, faks: (71) 311 07 13
www.marthel.pl, email: marthelinfo@marthel.pl

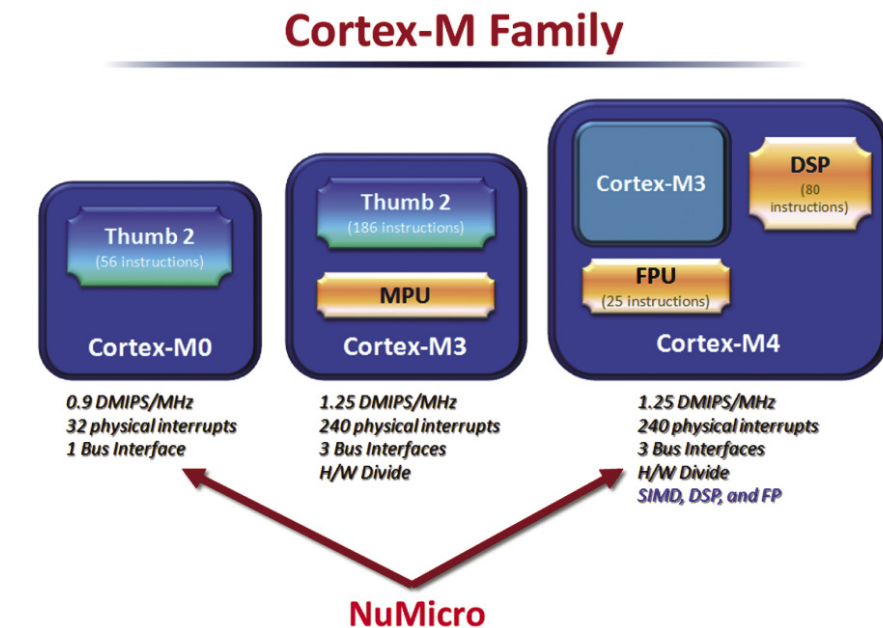
Firma, mająca do tego czasu w zakresie 32-bitowych mikrokontrolerów ARM układy z rdzeniami ARM7TDMI, ARM926EJ-S i Cortex-M0, postawiła na szybki rozwój swojej oferty ARM, pomijając mikrokontrolery z rdzeniem Cortex-M3 i stawiając od razu na znacznie nowocześniejsze Cortex-M4 (rysunek 1). Są to mikrokontrolery, których trzonem jest Cortex-M3, ale wzbogacone o koprocesor zmiennooprędkowy FPU i procesor DSP wspomagający cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Producent czasami oznacza ten typ rdzenia Cortex-M4F, gdzie litera F oznacza właśnie obecność koprocesora FPU. Wszystkie mikrokontrolery Cortex-M4 Nuvotona są właśnie tego typu.

Obecnie w ofercie firmy jest już 6 serii tych układów: M451, M451M, M452, M453, NUC442 i NUC472, a planowane są następne.

Mikrokontrolery NuMicro Cortex-M4 mogą pracować z zegarem do 72 MHz (serie M45x) lub 84 MHz (serie NUC4xx), w szerokim zakresie napięcia zasilania 2,5...5,5 V, a ich prędkość przetwarzania wynosi 1,25 DMIPS/MHz. Koprocesor zmiennooprędkowy FPU działa na 32-bitowych liczbach pojedynczej precyzji zgodnych ze standardem IEEE 754.

Układy mają możliwość obsługi aż do 240 zewnętrznych przerwań i są wyposażone w liczne peryferia i szybkie interfejsy komunikacyjne, dzięki czemu charakteryzują się doskonałą funkcjonalnością i możliwościami łączeniowymi ze światem zewnętrznym. Są przeznaczone głównie do aplikacji wymagających wielu interfejsów komunikacyjnych i dużej mocy obliczeniowej przy niewielkim poborze prądu i niewielkiej liczbie niezbędnych elementów zewnętrznych. Znajdują zastosowanie zarówno w urządzeniach konsumenckich, jak i przemyśle motoryzacyjnym, systemach zarządzania energią, urządzeniach do przetwarzania dźwięku i urządzeniach automatyki przemysłowej. Pracują w poszerzonym przemysłowym zakresie temperatury -40...+105°C, co umożliwia ich zastosowanie nawet w bardzo wymagających aplikacjach.

Niewątpliwą zaletą mikrokontrolerów NuMicro Cortex-M4 jest ich szeroki zakres napięcia zasilania, aż do 5,5 V, co jest bardzo cenione przez konstruktorów, gdyż umożliwia łatwe zastosowanie tych układów w aplika-



Rysunek 1. Rodzina NuMicro mikrokontrolerów ARM firmy Nuvoton

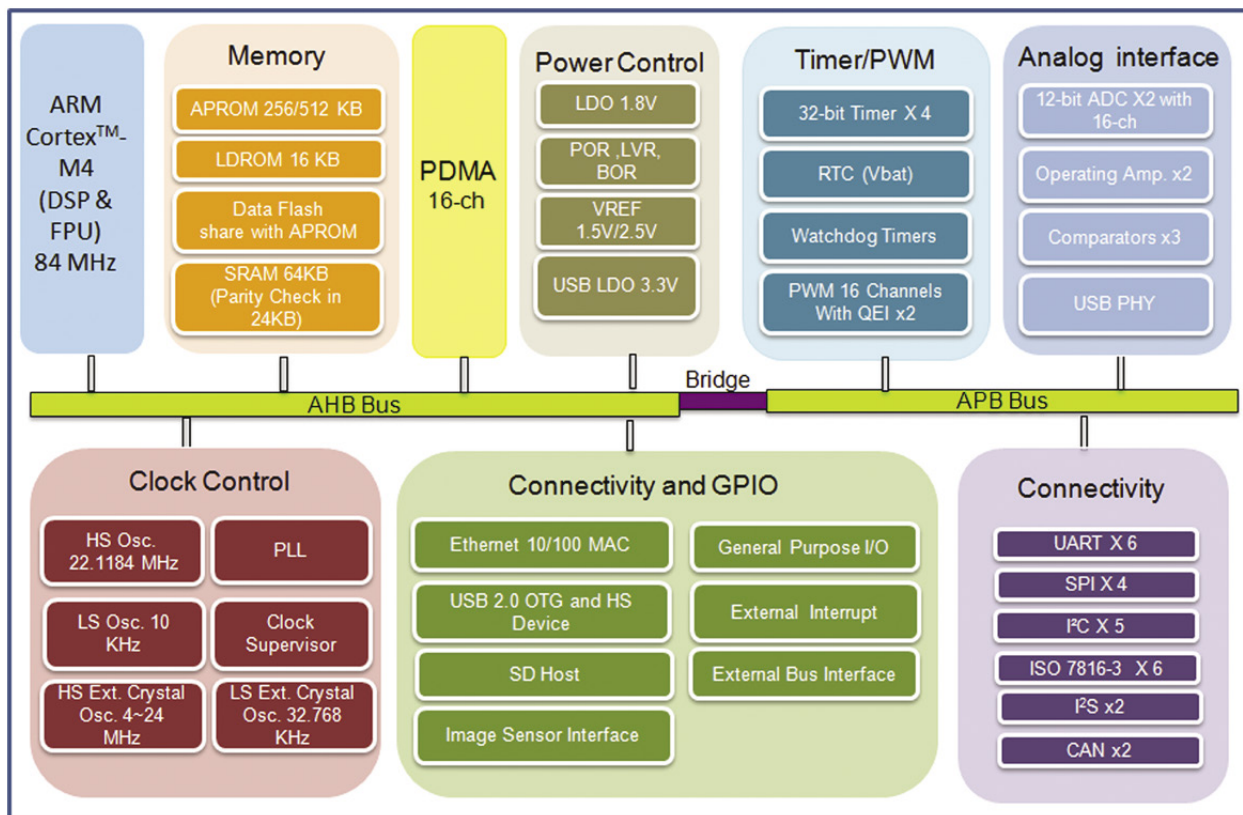
cjach zarówno 3-woltowych, jak i 5-woltowych. Obecnie większość dostępnych na rynku mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M4, pochodzących od największych producentów na świecie, pracuje przy napięciu zasilania maks. do 3,6 V (np. Atmel – serie SAM G i SAM4LE/N/S, ST – serie STM32F3/F4, NXP – serie LPC4000/4300 czy Infineon – serie XMC4100/4200/4400/4500). Na tym tle wyróżnia się właśnie firma Nuvoton, stosująca zasilanie aż do 5,5 V w zdecydowanej większości swoich mikrokontrolerów rodziny NuMicro, zarówno Cortex-M4, jak i Cortex-M0.

Na rysunku 2 pokazano schemat blokowy układów z najbardziej rozbudowanej serii NUC472. Widać na nim znaną z rodziny Cortex-M0 Nuvotona architekturę, w której wewnętrzne bloki systemowe są podłączone do magistrali AHB (Advanced High-Performance Bus), a układy peryferyjne do magistrali APB (Advanced Peripheral Bus). Architektura pozostałych serii mikrokontrolerów Cortex-M4 jest podobna, poszczególne serie różnią się głównie wyposażeniem w interfejsy i układy peryferyjne. Oczywiście w ślad za tym idzie również wielkość obudowy, która zmienia się od 48- do 176-końcówkowej. Szczegółowa konfiguracja produkowanych typów mikrokontrolerów jest przedstawiona w tabelach 1 i 2.

Mikrokontrolery serii M45x w ramach standardowego wyposażenia mają m.in.:

- 256/128 kB wewnętrznej pamięci programu Flash (APROM) programowanej w trybach ISP/ICP/IAP oraz 32 kB pamięci SRAM,
- do 85 wyprowadzeń I/O ogólnego przeznaczenia,
- 32-bitowe układy czasowe z 8-bitowym preskalarem,
- 16-bitowe generatory PWM,
- interfejsy: UART (z możliwością obsługi trybów IrDA SIR, LIN i RS-485), SC (zgodny z ISO-7816), SPI, I²C i I²S,
- wielokanałowy, 12-bitowy przetwornik A/C typu SAR o prędkości przetwarzania 1 Msp/s (1 milion próbek/s),
- 12-bitowy przetwornik C/A,
- komparatory analogowe,
- sterownik przycisków dotykowych obsługujący do 16 przycisków.

Pod względem wyposażenia najuboższą serią jest M451, która jest produkowana również w wersji M451M, kompatybilnej pod względem rozmieszczenia końcówek z serią Nuvotona M051 z rdzeniem Cortex-M0. Seria M452 jest dodatkowo wyposażona w interfejs USB 2.0 FS OTG (On-The-Go, czyli z funkcją hosta), a seria M453 ma ponadto popularny interfejs komuni-



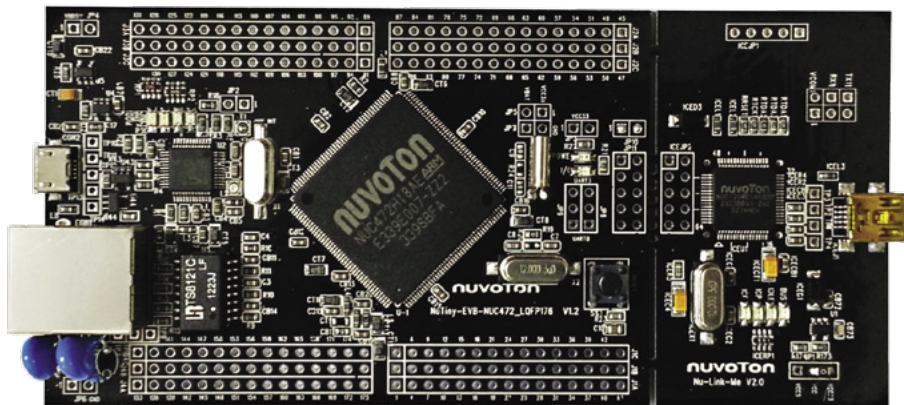
Rysunek 2. Schemat blokowy mikrokontrolerów serii NUC472

Tabela 1. Wyposażenie mikrokontrolerów serii M45

Part No	Flash (Kbytes)	SRAM (Kbytes)	ISP ROM (Kbytes)	I/O	Timer	Connectivity						I²S	USB	PWM	Analog Comp.	DAC (12-bit)	ADC (12-bit)	Touch Key	RTC	ICP ISP IAP	Package
						UART	S.C.	SPI	I²C	CAN	LIN										
NuMicro M451 Base Series																					
M451LG6AE	256	32	4	39	4	3+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M451LE6AE	128	32	4	39	4	3+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M451RG6AE	256	32	4	53	4	4+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
M451RE6AE	128	32	4	53	4	4+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
M451VG6AE	256	32	4	85	4	4+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	16-ch	16	v	v	LQFP100
M451VE6AE	128	32	4	85	4	4+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	16-ch	16	v	v	LQFP100
NuMicro M451M Series (M051 Pin Compatible)																					
M451MLG6AE	265	32	4	42	4	3+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	9-ch	10	-	v	LQFP48
M451MLE6AE	128	32	4	42	4	3+1	1	3	2	-	2	2	-	12	2	v	9-ch	10	-	v	LQFP48
NuMicro M452 USB Series																					
M452LG6AE	256	32	4	34	4	3+1	1	3	2	-	2	1	OTG	10	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M452LE6AE	128	32	4	34	4	3+1	1	3	2	-	2	1	OTG	10	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M452RG6AE	256	32	4	48	4	4+1	1	3	2	-	2	2	OTG	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
M452RE6AE	128	32	4	48	4	4+1	1	3	2	-	2	2	OTG	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
NuMicro M453 CAN Series (CAN+USB)																					
M453LG6AE	256	32	4	34	4	3+1	1	3	2	v	2	1	OTG	10	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M453LE6AE	128	32	4	34	4	3+1	1	3	2	v	2	1	OTG	10	2	v	8-ch	6	v	v	LQFP48
M453RG6AE	256	32	4	48	4	4+1	1	3	2	v	2	2	OTG	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
M453RE6AE	128	32	4	48	4	4+1	1	3	2	v	2	2	OTG	12	2	v	12-ch	11	v	v	LQFP64
M453VG6AE	256	32	4	80	4	4+1	1	3	2	v	2	2	OTG	12	2	v	16-ch	16	v	v	LQFP100
M453VE6AE	128	32	4	80	4	4+1	1	3	2	v	2	2	OTG	12	2	v	16-ch	16	v	v	LQFP100

Tabela 2. Wyposażenie mikrokontrolerów serii NUC442/472

Part No	Flash (Kbytes)	SRAM (Kbytes)	ISP ROM (Kbytes)	PDMA	I/O	Timer (32-bit)	Connectivity						EBI	I²S	Ethernet MAC	USB OTG	USB Device	PWM (16-bit)	QEI	Analog Comp.	OP Amp.	ADC (12-bit)	RTC (V _{BAT})	Crypto	ICP ISP IAP	Package	
							UART	ISO-7816-3	SPI	SD Host	I²C	CAN															LIN
NUC442R18AE	512	64	16	16	45	4	4	3	3	v	2	2	4	v	1	-	FS	HS	16	1	2	-	×2, 8-ch	v	v	v	LQFP64
NUC442R8AE	256	64	16	16	45	4	4	3	3	v	2	2	4	v	1	-	FS	HS	16	1	2	-	×2, 8-ch	v	v	v	LQFP64
NUC442V18AE	512	64	16	16	77	4	6	5	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	-	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP100
NUC442V8AE	256	64	16	16	77	4	6	5	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	-	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP100
NUC442K18AE	512	64	16	16	101	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP128
NUC442K8AE	256	64	16	16	101	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP128
NUC442J18AE	512	64	16	16	114	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP144
NUC442J8AE	256	64	16	16	114	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	-	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP144
NUC472V18AE	512	64	16	16	77	4	6	5	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	-	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP100
NUC472V8AE	256	64	16	16	77	4	6	5	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	-	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP100
NUC472K18AE	512	64	16	16	101	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP128
NUC472K8AE	256	64	16	16	101	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP128
NUC472J18AE	512	64	16	16	114	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP144
NUC472J8AE	256	64	16	16	114	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP144
NUC472H18AE	512	64	16	16	144	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP176
NUC472H8AE	256	64	16	16	144	4	6	6	4	v	5	2	6	v	2	v	FS	HS	16	2	3	2	×2, 16-ch	v	v	v	LQFP176



Fotografia 3. Zestaw NuTiny-SDK-NUC472

kacyjny CAN 2.0. Układy te są produkowane w obudowach LQFP48/64/100.

Mikrokontrolery serii NUC4xx są rozbudowaną wersją serii M45x. Ich standardowe wyposażenie to:

- 512/256 kB wewnętrznej pamięci programu Flash (APROM) programowanej w trybach ISP/ICP/IAP oraz 64 kB pamięci SRAM,
- do 144 końcówek I/O ogólnego przeznaczenia,
- 32-bitowe układy czasowe z 8-bitowym preskalerem,
- 16-bitowe generatory PWM,
- interfejsy: UART (z możliwością obsługi trybów IrDA SIR, LIN i RS-485), SC (zgodny z ISO-7816), SD, SPI, I²C, I²S, CAN, EBI i USB 2.0 FS z funkcją OTG,
- podwójny wielokanałowy 12-bitowy przetwornik A/C typu SAR o prędkości przetwarzania 800 kpsps (800 k próbek/s),
- komparatory analogowe,
- wzmacniacze operacyjne (tylko w niektórych typach mikrokontrolerów),
- interfejs przetwornika obrazowego CMOS o rozdzielczości 32 M pikseli,
- enkoder kwadraturowy (QEI) – przetwornik położenia i prędkości na sygnał cyfrowy,
- sprzętowy akcelerator kryptograficzny obsługujący szyfrowanie i deszyfrowanie danych wg algorytmów DES/TDES, AES i SHA.

Ponadto, mikrokontrolery z serii NUC472 są wyposażone w kontroler Ethernet 10/100 MAC zgodny ze standardem IEEE 802.3-2002, mający wyjścia interfejsów MII i RMII do połączenia z zewnętrznym interfejsem fizycznym Ethernet PHY. Układy z serii NUC4xx są produkowane w obudowach LQFP64/100/128/144/176.

System zegarowy wszystkich mikrokontrolerów NuMicro Cortex-M4 jest konfigurowalny przez użytkownika i składa się z 5 źródeł sygnałów:

- zewnętrznego szybkiego oscylatora kwarcowego o częstotliwości 4–24 MHz (*HXT*) do operacji systemowych,
- zewnętrznego oscylatora kwarcowego o częstotliwości 32768 Hz (*LXT*) wykorzystywanego do napędzania zegara czasu

rzeczywistego (RTC) i do pracy w trybie oszczędzania energii,

- wewnętrznego szybkiego oscylatora RC o częstotliwości 22,1184 MHz (*HIRC*) do operacji systemowych; jego stabilność jest lepsza od 2% w pełnym zakresie temperatury pracy,
- wewnętrznego oscylatora RC o częstotliwości 10 kHz (*LIRC*) dla funkcji Watchdog i Wake-Up,
- programowalnej pętli PLL pracującej do częstotliwości 144 MHz, zasilanej jednym z dwóch szybkich oscylatorów: kwarcowym (*HXT*) lub RC (*HIRC*), wykorzystywanej jako dokładne i stabilne źródło zegara systemowego.

Układy mają dwa tryby obniżonego poboru mocy: tryb bezczynności *Idle* oraz tryb wyłączenia *Power Down*, polegający na wyłączeniu obu szybkich oscylatorów *HXT* i *HIRC* oraz zegarów niektórych układów peryferyjnych. W tym drugim trybie pobór prądu wynosi ok. 20 μ A w przypadku serii M45x oraz ok. 60 μ A w serii NUC4xx.

Dla mikrokontrolerów Cortex-M4 firma Nuvoton opracowała także łatwe w obsłudze i funkcjonalne narzędzia projektowe, zarówno sprzętowe, jak i programowe. Są to zestawy uruchomieniowe NuTiny-SDK-NUC442 dla serii NUC442 i NuTiny-SDK-NUC472 dla obu serii NUC442/472. Zestawy zawierają moduły ewaluacyjne, odpowiednio NuTiny-EVB-NUC442 lub NuTiny-EVB-NUC472, połączone z modulem debuggera/programatora Nu-Link-Me, wyposażonego w interfejs USB (fotografia 3). Są one wspierane przez środowiska programistyczne firm zewnętrznych, takie jak Keil RVMDC, IAR EWARM i CoCoX CoIDE (menedżery projektu, edytory kodu, kompilatory i debuggery). W ofercie Nuvotona są też programatory wieloukładowe NuGang-NUC442/472 dla mikrokontrolerów NUC442/472 w kilku wersjach z różnymi podstawkami ZIF, które umożliwiają jednoczesne programowanie 4-ch układów. Wymienione narzędzia pozwalają konstruktorom na znaczne skrócenie czasu projektowania i szybsze wprowadzanie na rynek nowych produktów.

Kolejna edycja

Informator Rynkowy Elektroniki 2015