

SPC56: 32-bitowe mikrokontrolery z rdzeniami PowerPC

W ofercie STMicroelectronics – poza doskonale znanymi STM32 – znajduje się także kilka innych rodzin 32-bitowych mikrokontrolerów, w tym mało znana, ale bardzo interesująca rodzina SPC56. Różnią się one od STM32 wieloma cechami i przeznaczeniem, najbardziej – na pierwszy rzut oka – odczuwalna jest różnica w rdzeniach zastosowanych w: SPC56 wyposażono w rdzenie PowerPC.

Twórcą architektury Power jest firma IBM, której pierwotnym zamiarem było opracowanie 32-bitowych, RISC-owych rdzeni do różnych zastosowań. Do przedsięwzięcia zaangażowało się z czasem więcej firm, które współpracują ze sobą nad dalszym rozwojem i implementacjami tej architektury w ramach powstałej w 2004 roku organizacji POWER.org. Jej nazwa (jednocześnie nazwa promowanej architektury) jest akronimem od angielskich słów *Performance Optimization With Enhanced RISC*, które doskonale oddają cele stawiane sobie przez IBM i współpracujące firmy.

Jednym z kierunków aplikowania rdzeni PowerPC były nowoczesne mikrokontrolery, których jednym z producentów jest firma STMicroelectronics, w portfolio której znajduje się rodzina SPC56, wyposażona w rdzenie z serii e200, będące ewolucyjnymi następcami architektur POWER4 i POWER5 oraz PowerPC 400.

Tyle tytułem wprowadzenia, zobaczmy teraz co konstruktorom oferuje rodzina SPC56.

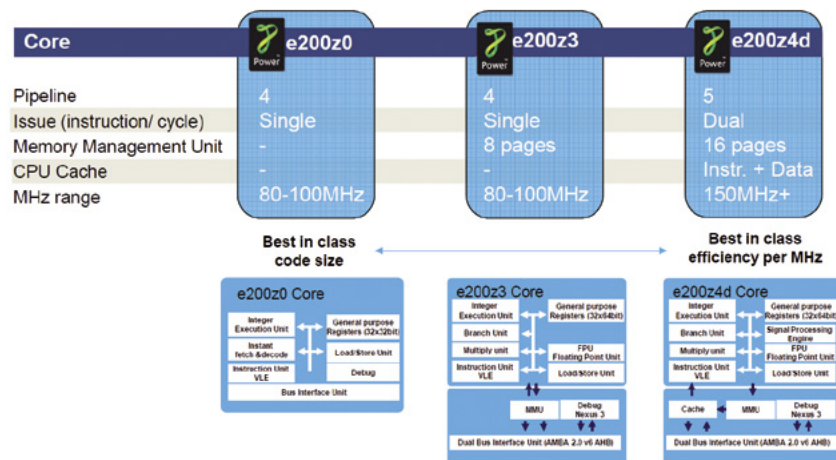
Trzy wersje rdzeni PowerPC

Firma STMicroelectronics stosuje w produkowanych przez siebie mikrokontrolerach SPC56 trzy wersje rdzeni (rysunek 1), których cechy i możliwości są dobrane do wymogów docelowych aplikacji.

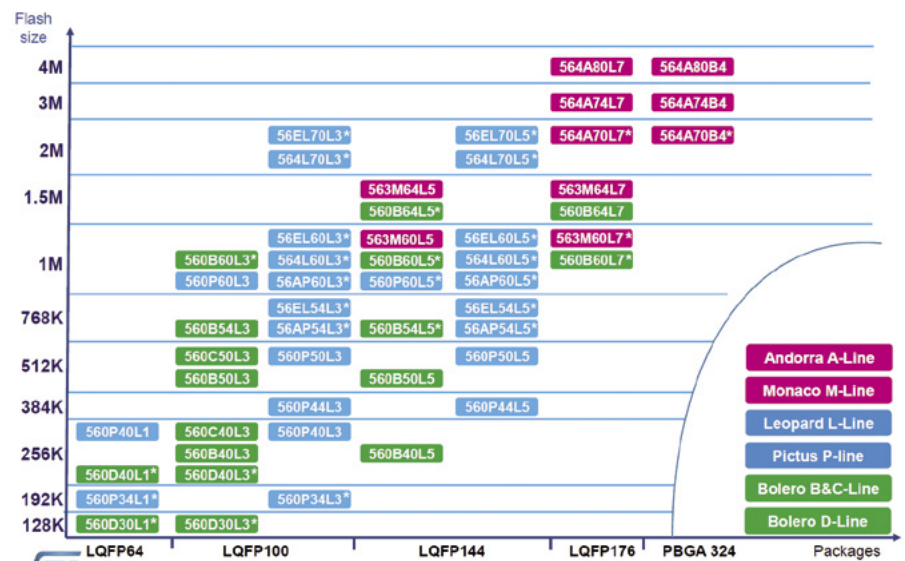
Najprostszy ze stosowanych rdzeni – e200z0 – przypomina klasyczne rdzenie mikrokontrolerowe, nie jest wyposażony w FPU czy MMU, ma zintegrowaną także nieco prostszy funkcjonalnie system sprzętowego wspomagania debugowania. Maksymalna częstotliwość taktowania rdzeni e200z0 produkowanych w technologiach używanych przez STMicroelectronics wynosi do 100 MHz.

Rdzeń e200z3 jest rozbudowana wersją e200z0, zintegrowano w nim m.in. koprocesor zmiennoprzecinkowy oraz jed-

nostkę zarządzania pamięcią MMU, przystosowaną do zarządzania 8 wydzielonymi regionami. Rdzeń e200z3 komunikuje się z otoczeniem za pomocą dwóch magistral (specyfikacja AMBA 2.0 v6 AHB), wyposażono go także w jednostkę wspomagającą debugowanie Nexus 3 (IEEE-ISTO 5001-2003), której możliwości są porównywalne z nieco bardziej popularnym rozwiązaniem firmy ARM – CoreSight. Maksymalna częstotliwość taktowania rdzeni



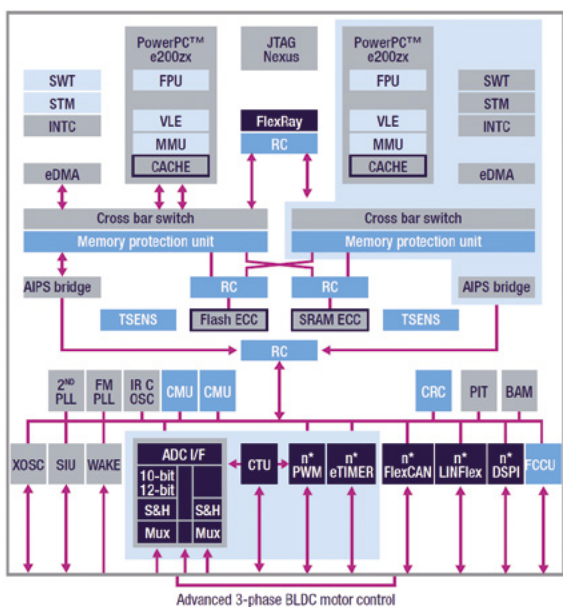
Rysunek 1. Firma STMicroelectronics stosuje w produkowanych przez siebie mikrokontrolerach SPC56 trzy wersje rdzeni



Rysunek 2. Mikrokontrolery SPC56 aktualnie dostępne i planowane (zaznaczone na rysunku gwiazdkami) do szybkiego wdrożenia do produkcji, wraz z przypisaniem układów do dostępnych wersji obudów

Body Control Module, Smart Junction Box, Standalone Gateway	Bolero B/C 256K-512KFlash LQFP100/144	Bolero B 768K - 1.5MFlash LQFP100/144/176
Door Module, Seat, HVAC, Comfort Module, Security, Access	Bolero D 128K-256KFlash LQFP64/100	Bolero B 256K-512KFlash LQFP100/144
High end 4 cylinders GDI, Common Rail Diesel, Low end 6 cylinders, Hydraulic Transmission	Andorra 3M - 4MFlash LQFP176/BGA324	Leopard 768K - 1MFlash LQFP100/144
Gasoline 4 cylinders, Direct Injection, Robotized transmission	Monaco 1.5MFlash LQFP144/176	Andorra 2MFlash LQFP176/BGA324
Low end 3-4 cylinders, Low end transmission	Monaco 1-1.5MFlash LQFP144/176	Leopard 768K - 1MFlash LQFP100/144
1/2 cylinder platform, 2 wheels, Safety MCU	Pictus 192K - 256KFlash LQFP64/100	Pictus 384K - 512KFlash LQFP100/144
Integrated Chassis Management, Specific Driver Assistance, Vehicle Observer, advanced ESP All Safety Critical Application	Leopard 768K - 1MFlash LQFP100/144	Leopard 2MFlash LQFP100/144
Active Front Steering, HEV, Radar, Airbag with Sensor clustering, Domain Controller	Pictus 768K - 1MFlash LQFP100/144	Leopard 768K - 1MFlash LQFP100/144
Advanced Motor Control, Active Suspension, EPS, ABS	Pictus 384K - 512KFlash LQFP100/144	Leopard 768K - 1MFlash LQFP100/144
Airbag, EHPS, Single Motor Control, Torque transfer, EPB, low end ABS	Pictus 192K - 256KFlash LQFP64/100	Pictus 384K - 512KFlash LQFP100/144

Rysunek 3. Mikrokontrolery SPC56 są „celowane” w aplikacje samochodowe



Rysunek 4. Niektóre typy mikrokontrolerów w podrodziny Leopard wyposażono w 2 rdzenie wspomagane mechanizmami diagnostycznymi, spełniającymi zalecenia norm IEC61508 SIL3 oraz ISO26262 ASIL

e200z3 produkowanych w technologiach używanych przez STMicroelectronics wynosi do 100 MHz.

Najbardziej zaawansowane rdzenie z serii PowerPC dostępne w mikrokontrolerach

aktualnie dostępne i planowane (zaznaczone na rysunku gwiazdkami) do szybkiego wdrożenia do produkcji, wraz z przypisaniem układów do dostępnych wersji obudów. Pomimo bogatego wypo-

sażenia i zastosowania potężnego rdzenia, producent oferuje mikrokontrolery SPC56 także w niewielkich i łatwych w montażu obudowach (LQFP64/100), dzięki czemu można je stosować w aplikacjach niskobudżetowych, czemu sprzyjają także niewygórowane ceny mikrokontrolerów.

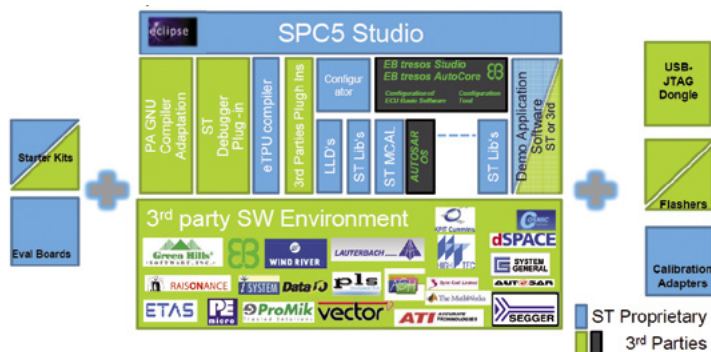
Podział rodziny mikrokontrolerów SPC56 na podrodziny pokazane na rysunku 2 wiąże się z optymalizacją ich wyposażenia pod kątem wymogów docelowych aplikacji, przy czym wszystkie są „celowane” w aplikacje samochodowe – **rysunek 3**. Najtańsze i przy tym najbardziej uniwersalne mikrokontrolery (podrodziny Bolero i Pictus) są montowane w najmniejszych obudowach (między innymi) - LQFP64, wyposażono jej w pamięć Flash o pojemności do 256 kB (lub 512 kB, wersje w obudowach LQFP100), pozostałe elementy wyposażenia wewnętrznego pokazano w **tabeli 1**. Aplikacyjny „przechyl” mikrokontrolerów SPC56 w kierunku *automotive* dobrze widać w ich wyposażeniu: interfejs I2C nie jest w nich oczywistym elementem wyposażenia, każda podrodzina ma natomiast wbudowany CAN, LIN, większość także FlexRay.

Podstawą jest bezpieczeństwo

Podział rodziny SPC56 na tak wiele podrodziny i ich aplikacyjna specjalizacja wynikają m.in. z pomysłu producenta, który chce dostarczać jednorodną sprzętowo platformę dla całych pojazdów: mikrokontrolery SPC56 mają pracować zarówno w systemie centralnego zamka, sterownikach wycieraczek i lusterek, jak i w systemach ABS i ESP, sterownikach airbagów czy elektrycznego wspomaganie systemu kierownicy. Nikt nie ma wątpliwości, że podzespoły stosowane w systemach od których zależy zdrowie lub życie kierowcy powinny charakteryzować się bardzo wysoką niezawodnością. Z tego właśnie powodu mikrokontrolery SPC56 wyposażono w system kontroli i korekcji poprawności danych przechowywanych w pamięciach (ECC dla Flash i RAM), w niektórych wersjach mikrokontrolerów także system dynamicznego obliczania i weryfikacji CRC podczas transferów DMA. Niektóre typy mikrokontrolerów w podrodziny Leopard wyposażono ponadto w dwa rdzenie (**rysunek 4**) wspomagane mechanizmami diagnostycznymi, spełniającymi zalecenia norm IEC61508 SIL3 oraz ISO26262 ASIL. W zależności od typu mikrokontrolera, oferowane są wersje z dwoma jednakowymi rdzeniami (jak np. w SPC56EL70 – dwa rdzenie e200z4, czy SPC56AP60 – dwa rdzenie e200z0) lub asymetryczne, wyposażone w dwa różne rdzenie (jak np. SPC56EC74B3 – rdzenie: e200z4 + e200z0).

Siedem podrodziny mikrokontrolerów

Firma STMicroelectronics produkuje 7 grup mikrokontrolerów SPC56, które są przeznaczone dla różnych aplikacji. Na **rysunku 2** pokazano mikrokontrolery



Rysunek 5. Dla mikrokontrolerów SPC56 producent oferuje bazujące na Eclipse środowisko programistyczne o nazwie SPC5 Studio

W ramach maksymalizacji niezawodności, mikrokontrolery SPC są standardowo przystosowane do pracy w zakresie temperatur od -40 do +105°C, dostępne są także wersje przystosowane do pracy w temperaturze otoczenia do +125°C przy temperaturze struktury +125°C.

Narzędzia

Dla mikrokontrolerów SPC56 producent oferuje bazujące na Eclipse środowisko programistyczne o nazwie SPC5 Studio (rysunek 5, opublikujemy je na CD-DVD3/2013), wspierany przez wielu zewnętrznych producentów oferujących m.in. interfejsy do debugowania i programowania, własne kompilatory, pakiety bibliotek i wsparcie techniczne. Firma STMicroelectronics przygotowała także własne zestawy startowe z mikro-

Tabela 1. Elementy wyposażenia wewnętrznego mikrokontrolerów SPC56

Peripherals	Pictus P-Line	Pictus Dual Core P-Line	Bolero B-Line	Gateway C-Line	Body Access D-Line	Leopard L-Line	Monaco M-Line	Andorra A-Line
ADC	27 channels 1x10-bit .65us@3.3-5V	27 channels 1x10-bit .65us@3.3-5V	53 channels 1x10-bit 1us@3.3-5V 1x12-bit 3us@3.3V, 2us@5V	36 channels 1x10-bit 1us@3.3-5V	33 channels 1x12-bit 3us@3.3V, 2us@5V	32 channels 2x12-bit 1us@3.3-5V	34 channels 2x12-bit .94us@5V	40 channels 2x12-bit .94us@5V
Timer Processor Unit	eTimer	eTimer	eMIOS	eMIOS	eMIOS	eTimer	eTPU, eMIOS	eTPU, eMIOS
Timer	16 bit / 8 ch	16 bit / 28 ch	16 bit / 64 ch	16 bit / 56 ch	16 bit / 28 ch	16 bit / 28 ch	24 bit / 32 ch 16 bit / 16 ch	24 bit / 32 ch 16 bit / 24 ch
PWM	8 channels	-	64 channels	56 channels	28 channels	28 channels	48 channels	56 channels
SPI	5	5	6	3	2	2	2	3
I2C	--	-	1	1	-	-	-	-
Can	3	3	6	6	1	2	2	3
FlexRay	1	1	-	-	-	1	-	1
LIN-flex / eSCI	2	2	10	4	3	2	2	3
Crypto Engine	-	-	-	-	-	SHE	-	-
Thermal sensor	1	-	-	-	-	1	1	1
External Bus Interface	-	-	-	-	-	-	-	1
SAFETY	P-Line	P-Line	B-Line	C-Line	D-Line	L-Line	M-Line	A-Line
Multicore Mode	-	Performance	-	-	-	Safety, Performance (dual core only)	-	-
Safety features	ECC Flash, ECC RAM, CRC	ECC Flash, ECC RAM, CRC	ECC Flash, ECC RAM, MPU	ECC Flash, ECC RAM, MPU, CRC	ECC Flash, ECC RAM, CRC	ECC Flash, ECC RAM, MPU, CRC	ECC Flash, ECC RAM	ECC Flash, ECC RAM, MPU, CRC
SIL level (supportable)	ASIL-B	ASIL-B	-	-	-	ASIL-D	-	ASIL-B



Fotografia 6. Jeden z zestawów dla SPC56 firmy HighTec EDV

kontrolerami SPC56, podobne rozwiązania oferują producenci zewnętrzni (jak na przykład firma HighTec EDV, której jeden z zestawów dla SPC56 pokazano na fotografii 6).

Programiści piszący aplikacje na SPC56 mogą korzystać także ze środowiska bazującego na standardzie Automotive Open System Architecture (AUTOSAR – rysunek 7), w ramach którego – poza bibliotekami do obsługi periferiów dostępny jest także system operacyjny.

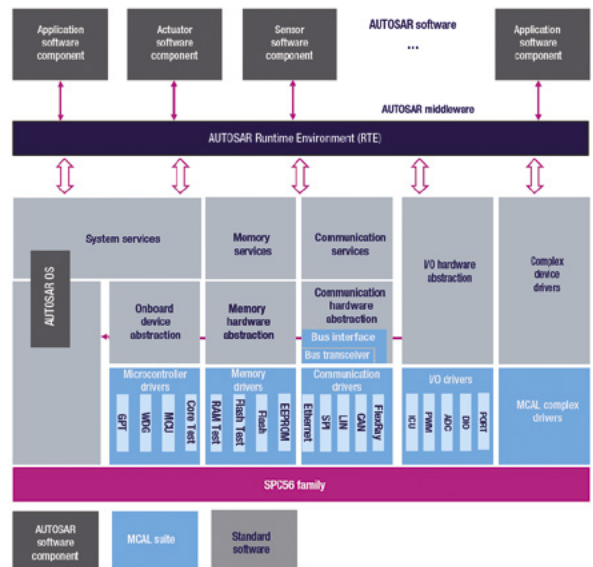
Podsumowanie

Prezentowane w artykule mikrokontrolery to nowość w ofercie STMicroelectronics, warto wspomnieć, że mająca odpowiednik w portfolio jednego z rynkowych konkurentów – firmie Freescale (rodzina MPC56). Dzięki temu, znaczna część narzędzi sprzętowych zgodnych

z MPC56 może współpracować także z mikrokontrolerami SPC56.

Ze względu na swoją specyfikę i bardzo dużą uwagę przykładaną do niezawodności, mikrokontrolery SPC56 nie są w stanie stawić (cenowego) czoła mikrokontrolerom z rodziny STM32, ale ich dostępność na rynku daje szansę na budowę urządzeń o podwyższonej niezawodności także małym firmom nie operującym na masowym rynku aplikacji automotive. Dotychczas nie było to tak łatwe.

Piotr Zbysiński, EP



Rysunek 7. Programiści piszący aplikacje na SPC56 mogą korzystać także ze środowiska bazującego na standardzie Automotive Open System Architecture (AUTOSAR)