

Obecnie koszt wytworzenia 8-bitowego mikrokontrolera z pamięcią Flash jest porównywalny z kosztem kilku układów małej skali integracji. Sprawia to, że proste urządzenia cyfrowe i analogowe realizowane dotychczas za pomocą bramek logicznych i wzmacniaczy operacyjnych coraz częściej wykonywane na bazie mikrokontrolerów. Jest to rynek, o który walczą producenci podzespołów półprzewodnikowych, prześcigając się w integrowaniu dodatkowych układów wewnątrz mikrokontrolera, mnożąc interfejsy i peryferia. W artykule przedstawimy niedoceniane w naszym kraju mikrokontrolery firmy STMicroelectronics, których zasadniczą cechą jest prostota i niezawodność ukryta pod kodową nazwą ST7Lite.

Rdzeń mikrokontrolerów rodziny ST7Lite jest 8-bitowy (rys. 1) i charakteryzuje się zoptymalizowaniem budowy pod kątem programów pisanych w językach wysokiego poziomu. Jądro mikrokontrolera zawiera sześć wewnętrznych rejestrów ogólnego przeznaczenia oraz 16-bitowy licznik programu. Lista instrukcji zawiera 63 rozkazy, w tym m.in. instrukcje mnożenia 8-bitowego oraz instrukcje umożliwiające wykonywanie operacji bitowych i logicznych. Stos mikrokontrolera umieszczono w wewnętrznej pamięci RAM, jego maksymalny

Tab. 1. Krótka charakterystyka rdzenia mikrokontrolerów ST7Lite

- taktowanie do 8MHz,
- szybkie mnożenie (1,37 μ s),
- adresowanie wspomagające operacje na tablicach,
- liniowe adresowanie pamięci,
- do 16 wektorów przerwań,
- szybka reakcja na przerwania,
- wydajne operacje manipulacji bitami.

ST7Lite

„Lekkie”



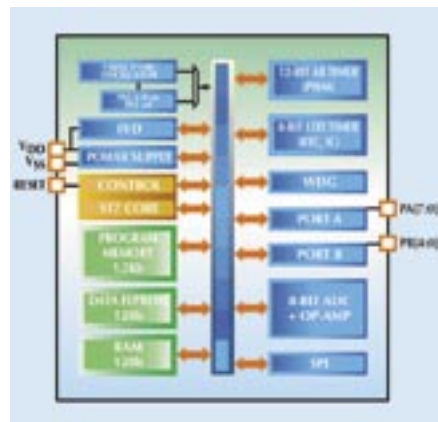
mikrokontrolery

z „żelazną tarczą”

rozmiar wynosi 64 bajty. Mikrokontrolery pracują w szerokim przedziale napięć zasilających: od 2,4 V do 5,5 V, a częstotliwość taktowania może wynosić do 8 MHz. Wyposażono je w możliwość włączania trybów obniżonego poboru mocy, dzięki czemu średni pobór prądu w trybie pracy normalnej wynosi 1,7 mA przy 4 MHz i napięciu zasilania 3,3 V.

Wszystkie urządzenia peryferyjne mogą być obsługiwane za pomocą systemu przerwań, ułatwiającego tworzenie aplikacji czasu rzeczywistego. Mikrokontrolery z serii ST7Lite są wyposażone w pamięć programu Flash i opcjonalnie, nieulotną pamięć danych EEPROM. Na uwagę zasługuje duża liczba dopuszczalnych cykli reprogramowania obu pamięci, która dla pamięci Flash wynosi minimalnie 10000 a dla pamięci EEPROM 300000 cykli. Producent gwarantuje minimalny czas przechowywania zawartości pamięci przez okres 20 lat. Sposób programowania nie różni się zasadniczo od konkurencyjnych rozwiązań i odbywa się za pomocą zewnętrznego interfejsu szeregowego, który w przypadku ST7Lite nosi nazwę ISP (*In-Situ Programming*). Interfejs ten umożliwia programowanie mikrokontrolera bezpośrednio w systemie, za pomocą dwóch linii. Takie rozwiązanie przyspiesza pracę i uruchamianie programu, obniżając tym samym koszt projektu. Firma

STM poszła dalej i za pomocą tego samego interfejsu umożliwiła pełne debuggowanie stanu procesora (pułapki, praca krokowa, podgląd zawartości rejestrów i zmiennych). Serię ST7Lite wyposażono w szereg peryferii będących do niedawna zewnętrznymi układami, w których skład wchodzi m.in.: oscylator RC o częstotliwości 1 MHz, który może być użyty zamiast zewnętrznego oscylatora kwarcowego. Dzięki wewnętrznej pętli PLL sygnał taktowania może zostać pomnożony przez 4 lub 8. Procesory posiadają również dwa monitory napięcia zasilania LVD (*Low Voltage Detector*). Pierwszy z nich służy do zerowania mikrokontrolera i ma programowo ustawiane 3 progi detekcji.

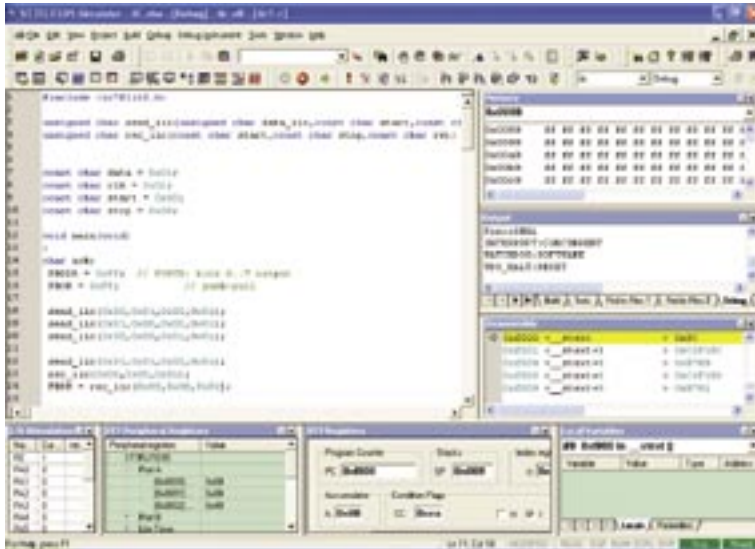


Rys. 1. Schemat blokowy mikrokontrolera ST7Lite

Tab. 2. Zestawienie mikrokontrolerów ST7Lite

Typ	Typ pamięci programu		Pamięci programu (bajty)	RAM (bajty)	EEPROM (bytes)	A/D	Timery			Interfejsy	I/O (wysoko-prądowe)	Obudowy	Napięcie zasilania	Specjalne cechy
	Flash	Fast ROM					16-bit (IC/OC/PWM)	8-bit (IC/OC/PWM)	Inne					
ST7LITE2	•	•	1k	128			2 (1/1/1)	WDG, RTC	SPI	13 (6)	DIP16, SO16	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, ROP, ICP, IAP, LVD	
ST7LITE5	•	•	1k	128	5x8-bit		2 (1/1/1)	WDG, RTC	SPI	13 (6)	DIP16, SO16	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, ROP, ICP, IAP, ADC, LVD	
ST7LITE02	•	•	1.5k	128			2 (1/1/1)	WDG, RTC	SPI	13 (6)	DIP16, SO16	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, ROP, ICP, IAP, ADC, LVD	
ST7LITE05	•	•	1.5k	128	5x8-bit		2 (1/1/1)	WDG, RTC	SPI	13 (6)	DIP16, SO16	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, ROP, ICP, IAP, ADC z op. amp., LVD	
ST7LITE09	•	•	1.5k	128	5x8-bit	128	2 (1/1/1)	WDG, RTC	SPI	13 (6)	DIP16, SO16	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, ROP, ICP, IAP, ADC z op. amp., LVD	
ST7LITE10	•	○	4k	256			2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	PLL, 32MHz timer z auto wake up z HALT, ROP, ICP, IAP, ADC z op. amp., LVD, moduł debug.	
ST7LITE15	•	○	4k	256	7x10-bit		2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	1% osc., PLL, 32MHz timer z auto wake up z HALT, ROP, ICP, IAP, ADC z op. amp., LVD, moduł debug.	
ST7LITE19	•	○	4k	256	7x10-bit	128	2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	1% osc., PLL, 32MHz timer z auto wake up z HALT, ROP, ICP, IAP, ADC z op. amp., LVD, moduł debug.	
ST7LITE20	•	•	8k	384	7x10-bit		2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	PLL, 32MHz timer, auto wake up z HALT, ADC z op. amp., ROP, ICP, IAP, moduł debug., LVD	
ST7LITE25	•	•	8k	384	7x10-bit		2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, 32MHz timer, auto wake up z HALT, ADC z op. amp., ROP, ICP, IAP, moduł debug., LVD	
ST7LITE29	•	•	8k	384	7x10-bit	256	2 (1/1/4)	WDG, RTC	SPI	15 (7)	DIP20, SO20	2,4...5,5V	1% osc. RC, PLL, 32MHz timer, auto wake up z HALT, ADC z op. amp., ROP, ICP, IAP, moduł debug., LVD	
ST72260G1	•	•	4k	256			2 (4/4/2)	WDG	SPI	22 (8)	SDIP32/SO28	2,4...5,5V		
ST72262G1	•	•	4k	256	6x10-bit		2 (4/4/2)	WDG	SPI	22 (8)	SDIP32/SO28	2,4...5,5V		
ST72264G1	•	•	4k	256	6x10-bit		2 (4/4/2)	WDG	SPI/SCI/IIC	22 (8)	SDIP32/SO28	2,4...5,5V	ROP, ICP, IAP, PLL, zagnieżdżone przerwania, LVD	
ST72262G2	•	•	8k	256	6x10-bit		2 (4/4/2)	WDG	SPI	22 (8)	SDIP32/SO28	2,4...5,5V		
ST72264G2	•	•	8k	256	6x10-bit		2 (4/4/2)	WDG	SPI/SCI/IIC	22 (8)	SDIP32/SO28/BGA6x6	2,4...5,5V		

• – dostępny ○ – w opracowaniu
 PWM – modulacja szerokości impulsu
 LVD – 3-poziomowy monitor napięcia zasilania
 WDG – watchdog
 RTC – zegar czasu rzeczywistego
 SPI, SCI, IIC – interfejsy szeregowo
 DALI – interfejs sterowania oświetleniem
 PLL – pętla fazowa
 ROP – ochrona przed odczytem
 ICP – programowanie w układzie
 IAP – programowanie w aplikacji
 ADC – przetwornik analogowo-cyfrowy



Rys. 2. Okno programu ST7 Visual Develop

Drugi z nich może być użyty do wcześniejszego wykrycia spadku napięcia zasilania, oraz wygenerowania przerwania potrzebnego do wykonania określonej akcji, poprzedzającej bezpieczne wyłączenie mikrokontrolera.

Mikrokontrolery firmy STM od lat uważane są za jedne z bardziej odpornych na zakłócenia, czego dowodem jest obecność firmy w elitarnym przemyśle samochodowym, charakteryzującym się występowaniem zakłóceń wytwarzanych przez instalacje, w których komutowane są duże prądy. Seria ST7Lite zaprojektowana została do użytku domowego, aplikacji biurowych oraz przemysłowych i spełnia wszystkie międzynarodowe regulacje w zakresie EMC (*Electro-Magnetic Compatibility*). W celu zapewnienia sobie pozycji lidera w tej dziedzinie, STMicroelectronics stosuje spójne podejście do problemu EMC we wszystkich swoich produktach. Kontrola EMC przeprowadzana jest przy użyciu pięciu testów opracowanych we współpracy z klientami firmy, przy zachowaniu zgodności z oficjalnymi normami. Spośród licznych para-

metrów opisujących kompatybilność EMC na uwagę zasługuje test na EMS (*Electromagnetic Susceptibility*), który mówi o odporności urządzenia na zakłócenia zewnętrzne. Test polega na poddawaniu prostej aplikacji przełączającej diody świecące, podłączone do portów kontrolera, oddziaływaniu impulsów elektromagnetycznych do chwili wystąpienia błędu w pracy, co sygnalizowane jest za pomocą diod. W teście ESD (*Electro-Static Discharge*) ujemne i dodatnie wyładowanie podawane jest na wszystkie piny kontrolera, do chwili wystąpienia błędu w jego pracy. Test ten jest zgodny z normą IEC 1000-4-2. W teście FAB (*A Burst of Fast Transients*) seria szybkich impulsów napięciowych podawana jest na końcówki Vdd i Vss poprzez kondensator 100 pF, do chwili wystąpienia błędu w działaniu mikrokontrolera. Test ten jest zgodny z normą IEC 1000-4-4.

STM znajduje się w gronie niewielu producentów publikujących wyniki tego typu badań. Wyniki te świadczą o wysokiej jakości i odporności mikrokontrolerów, dzięki czemu znajdują one szerokie

zastosowanie w przemyśle i branży motoryzacyjnej. Użyty w tytule zwrot „żelazna tarcza” ma więc swoje uzasadnienie.

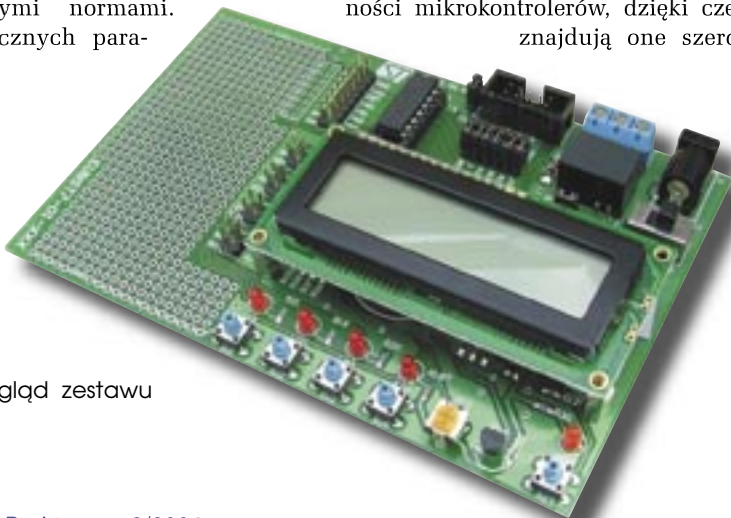
Firma STM pomyślała również o programistach oddając w ich ręce darmowe środowisko programistyczne ST7 Visual Develop STVD7 (rys. 2). Środowisko to posiada zintegrowany edytor, assembler i debugger. Współpracuje ono również z darmowym kompilatorem C firmy Cosmic i środowiskiem Metrowerks, oraz Programatorem/Debuggerm InDART-STX produkowanym przez firmę SoftTec Microsystem.

Integracja w jednej aplikacji wszystkich narzędzi pozwala na łatwą edycję, kompilowanie i uruchamianie programu przy pomocy jednego środowiska.

W trybie debugowania program pozwala na podgląd: deasemblowanego kodu, rejestrów, pamięci, stosu, portów I/O i peryferii. Program może być uruchamiany: krokowo, w czasie rzeczywistym oraz z ustawionymi pułapkami programowymi.

Poza podglądem zmiennych do dyspozycji mamy szereg pułapek: pułapkę danych, która zatrzymuje program, jeżeli wyznaczona zmienna zostanie zapisana lub odczytana; pułapkę instrukcji, która zatrzymuje program w przypadku osiągnięcia zaznaczonej instrukcji. Pułapki programowe mogą być ustawiane z poziomu edytora języka C lub assemblera. Dla ułatwienia rozpoczęcia przygody przyszłym użytkownikom rodziny ST7Lite, udostępnione zostały niedrogie zestawy ewaluacyjne (fot. 3). Na koniec chyba najważniejsza informacja: cena większości procesorów serii ST7Lite0 i ST7LiteS nie przekracza 1 USD.

Tomasz Nasiński, Propox



Fot. 3. Wygląd zestawu EUBST7-01

Informacje dodatkowe

- Programatory i układy ewaluacyjne
- Układy Ewaluacyjne, Programator – www.propox.com
- Starter Kit, In System Programmer – www.kanda.com, www.st.com/mcu
- Design Kit, In Circuit Debugger – www.softecmicro.com, www.st.com/mcu
- Flash Programmer – www.segger.com

Środowiska programistyczne

- ST7 Visual Develop (STVD7) – www.stmcu.com
- CodeWarrior – www.metrowerks.com
- Cosmic C Compilers – www.cosmic-software.com
- ST-Realizer II – www.actum.com