

Debugger-programator dla STM32 i STM8

ST-Link: nowe oprogramowanie, nowe możliwości

Krajowa wersja programatora-debuggera ST-Link, znana pod nazwą ZL30PRG, zdominowała krajowy rynek narzędzi uruchomieniowych dla mikrokontrolerów STM32. Do niedawna atutem tego interfejsu – poza dużymi możliwościami funkcjonalnymi – były przede wszystkim przystępna cena i możliwość pracy w środowiskach μ Vision firmy Keil (ARM) oraz Workbench (IAR). Od kilku tygodni liczba atutów znacznie wzrosła: dostępne są bowiem kolejne programy potrafiące obsługiwać ST-Linka, jest on także jedynym programatorem-debuggerem obsługiwanym przez bezpłatną wersję pakietu TrueStudio firmy Atollic.

Opracowany przez firmę STMicroelectronics interfejs ST-Link jest sprzętowym debuggerem zintegrowanym z programatorem, przystosowanym do współpracy z mikrokontrolerami z rodzin STM32 (obsługuje je poprzez JTAG lub SWD) oraz STM8 (obsługuje je poprzez interfejs SWIM) – rys. 1. Polska wersja ST-Linka pojawiła się w sprzedaży na jesieni ubiegłego roku, stając się podstawowym narzędziem stosowanym przez uczestników dwóch edycji warsztatów technicznych STM32TechDays, które odbyły się w drugiej połowie 2009 roku oraz w pierwszym kwartale 2010.

Firmware interfejsu ST-Link (ZL30PRG) jest nieustannie rozwijane, dzięki czemu są usuwane błędy wykrywane podczas używania interfejsu, zwiększana jest także jego funkcjonalność. Wymiana firmware'u nie wymaga od użytkownika specjalnych zabiegów, do tego celu jest bowiem wykorzystywana procedura DFU (*Device Firmware Upgrade*) w całości realizowana przez oprogramowanie udostępnione przez producenta. Informacje o nowych wersjach firmware są publikowane na stronie www.stm32.eu.

ST-Link jako sprzętowy debugger

Docenianą przez konstruktorów cechą interfejsu ST-Link jest możliwość jego pracy w trybie debugowania pracy mikrokontrolerów STM32 i STM8. Dzięki zastosowaniu ST-Linka użytkownik może „podglądać” stan rejestrów CPU, wartości zapisane w po-

Nowe linie mikrokontrolerów STM32

Firma STMicroelectronics wprowadziła do produkcji nową podrodzinę mikrokontrolerów STM32, w skład której wchodzi 10 typów mikrokontrolerów w ramach nowej linii *Value*, oznaczonych symbolami STM32F100xx.

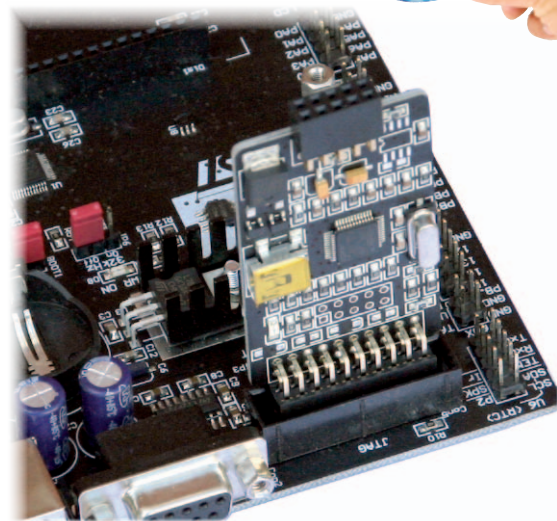
Wyposażono je w rdzeń Cortex-M3 taktowany sygnałem zegarowym o maksymalnej częstotliwości wynoszącej 24 MHz, pamięć Flash o pojemności 16/32/64/128 kB oraz SRAM o pojemności 4 lub 8 kB, w zależności od typu.

Mikrokontrolery STM32F100 są standardowo wyposażone w 2 lub 3 USART-y, 1 lub 2 kanały SPI, 1 lub kanały I²C, 2 kanały C/A z wyjściami napięciowymi, przetwornik A/C z multiplexerem analogowym oraz – po raz pierwszy w mikrokontrolerach – interfejs CEC (*Consumer Electronic Control*), stosowany w sprzęcie audio-video jako uzupełnienie interfejsu HDMI. Nowe mikrokontrolery są przeznaczone do aplikacji, które dotychczas okupowane były przez mikrokontrolery 8-bitowe. Producent oferuje je w obudowach LQFP48/64/100 oraz BGA64.

Rodzinę mikrokontrolerów STM32F powiększono także „w górę”, wprowadzając do produkcji dwie nowe podrodziny:

- XL-Density Access (STM32F101xG i STM32F101xF) i
 - XL-Density Performance (STM32F103xG i STM32F103xF),
- charakteryzujące się wbudowaną pamięcią Flash o pojemności do 1 MB i pamięcią SRAM o pojemności zwiększonej do 80 kB (*XL-Density Access*) lub 96 kB (*XL-Density Performance*).

Standardowym wyposażeniem podrodzin *XL-Density Access* i *XL-Density Performance* jest także (odpowiednio): 15/17 uniwersalnych timerów i 10/13 interfejsów komunikacyjnych. Nowe mikrokontrolery wyposażono także w jednostkę MPU (Memory Protection Unit) odpowiedzialną za ochronę danych przechowywanych w pamięci SRAM przed uszkodzeniem wywołanym nieprawidłowym działaniem programów, co ma szczególne znaczenie w aplikacjach bazujących na systemach operacyjnych. Podobnie jak „klasyczne” wersje mikrokontrolerów F101 i F103, także mikrokontrolery XL różnią się maksymalnymi częstotliwościami taktowania rdzeni, które wynoszą 36 lub 72 MHz. Mikrokontrolery STM32F XL są kompatybilne pod względem rozmieszczenia wyprowadzeń ze starszymi podrodzinami i są oferowane w obudowach o liczbie wyprowadzeń 64, 100 lub 144.



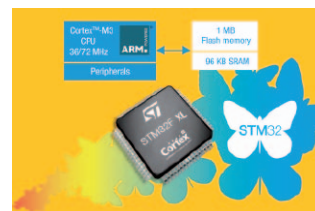
STM32F10x: product lines

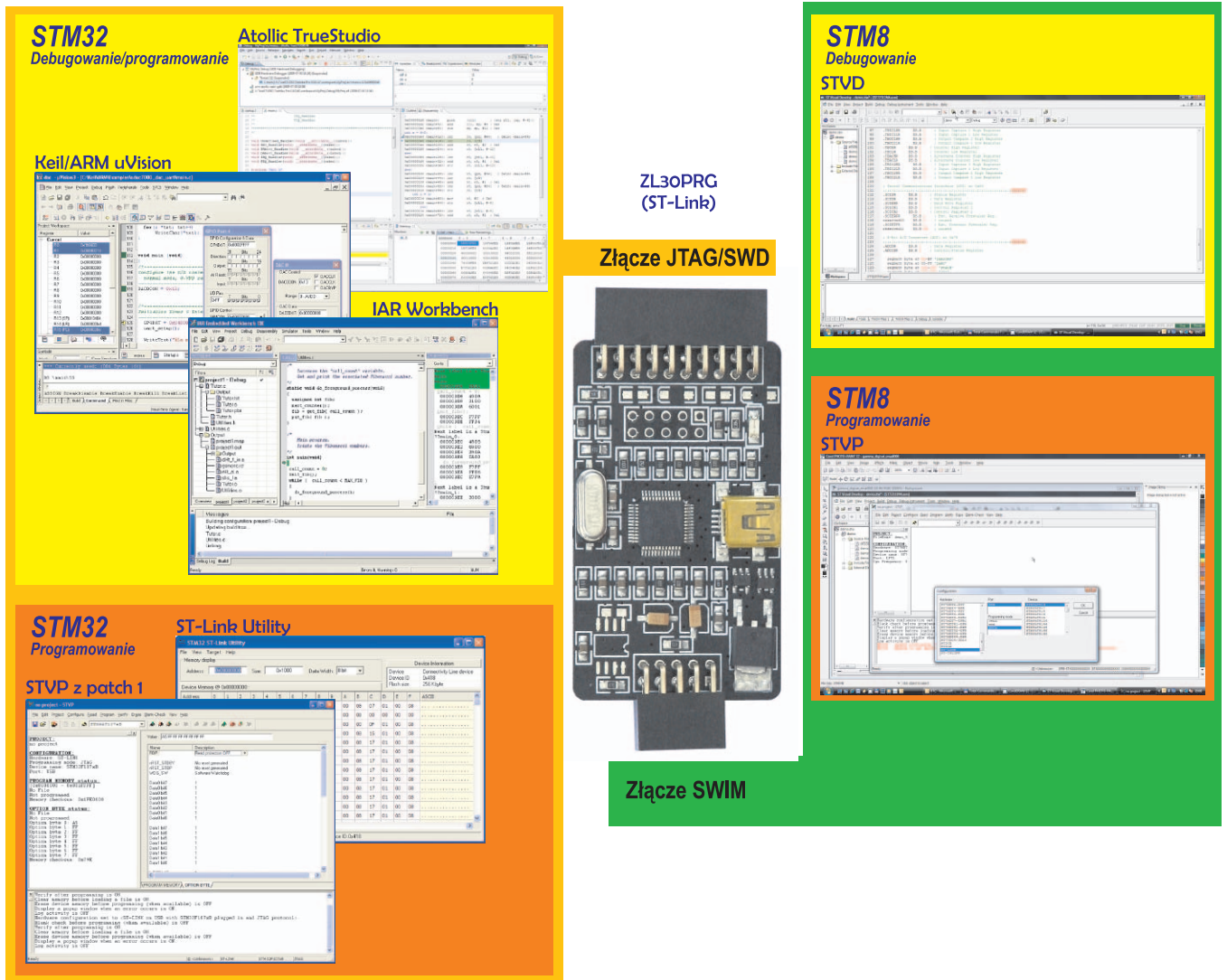
The five lines include:

Multiple communication peripherals (Up to 8 x USART, 2 x SPI, 2 x I ² C)	Connectivity line STM32F105/STM32F107								
72 MHz CPU	Up to 64-Kbyte SRAM	Up to 256-Kbyte Flash	2 x 12-bit ADC (1 ch)	3 USART Mc inter	USB 2.0 OTG FS	2 x CAN 2.0B	2 x I ² S touch class	Enhanced EEPROM	
Dual 12-bit DAC**	Performance line STM32F103								
Multiple 10-bit timers	72 MHz CPU	Up to 96-Kbyte SRAM	Up to 128-Kbyte Flash	2/3 x 10-bit ADC (1 ch)	3 USART Mc inter	USB FS device	CAN 2.0B	2 x I ² S**	SDIO**
Microcontroller 4.16 MHz / 4.2 MHz / 3.25 MHz**	USB Access line STM32F102								
Integers 8 MHz and 48 MHz 80 peripherals	48 MHz CPU	Up to 16-Kbyte SRAM	Up to 128-Kbyte Flash	12-bit ADC (1 ch)	3 USART Mc inter	USB FS device			
Real-time clock with battery backup and 32 kHz reference oscillator	Access line STM32F101								
2 x 8-bit timers	36 MHz CPU	Up to 80-Kbyte SRAM	Up to 1-Mbyte Flash	12-bit ADC (1 ch)					
Timer capacity and timeout out warning	Value line STM32F100								
Up to 12 DMA channels	24 MHz CPU	Up to 8-Kbyte SRAM	Up to 128-Kbyte Flash	11.2-bit ADC (1 ch)	3 USART Mc inter	CEC			
2.1 to 3.3 V power supply									
5 V tolerant I/Os									
40 to +85 °C or up to 105 °C operating temperature range									

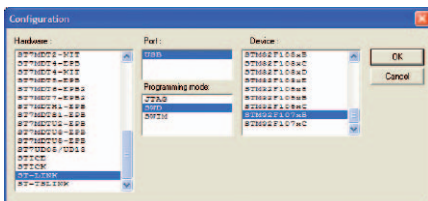
** STM32F107 only

For specific part numbers, refer to the product documentation





Rys. 1. Interfejs ST-Link można wykorzystać do debugowania i programowania pamięci mikrokontrolerów STM32 i STM8 za pomocą różnych programów narzędziowych



Rys. 2. Okno wyboru interfejsu programującego, typu interfejsu do komunikacji z mikrokontrolerem i typu mikrokontrolera w STVD

szczególnych komórkach pamięci, może także ustawiać pułapki i miejsca oraz warunki zatrzymania pracy programu, sterować przebiegiem pracy krokowej itp.

Korzystanie z wymienionych możliwości interfejsu wymaga zastosowania oprogramowania sterującego jego pracą i umożliwiającego wygodny podgląd działania CPU. Interfejs ST-Link jest standardowym narzędziem w zintegrowanych środowiskach programistycznych dla mikrokontrolerów STM32: μ Vision (Keil/ARM) oraz Workbench (IAR). Konstruktorzy stosujący mikrokontrolery STM8 mogą korzystać z ST-Linka jako de-

buggera w środowisku STVP firmy STMicroelectronics.

Od kilku miesięcy coraz większą popularność wśród programistów piszących aplikacje dla mikrokontrolerów z rodziny STM32 zdobywa bezpłatna wersja pakietu TrueStudio (wersja Lite dla STM32) firmy Atollic, w której ST-Link (ZL30PRG) jest jedynym obsługiwanym sprzętowym debuggerem.

Każdy z wymienionych pakietów – poza debugowaniem – umożliwia także programowanie pamięci Flash mikrokontrolerów. Korzystanie z tej funkcji wymaga zazwyczaj zakładania kompletnego projektu (jest to szczególnie dokuczliwe w μ Vision), co w wielu przypadkach skutecznie zniechęca, czasami wręcz uniemożliwia szybkie zaprogramowanie pamięci mikrokontrolera. Poważnym problemem było także programowanie mikrokontrolerów w działających urządzeniach (wymiana firmware), konieczne bowiem było używanie w warunkach połowych komputera z zainstalowanym kompletnym środowiskiem programistycznym. Problemy

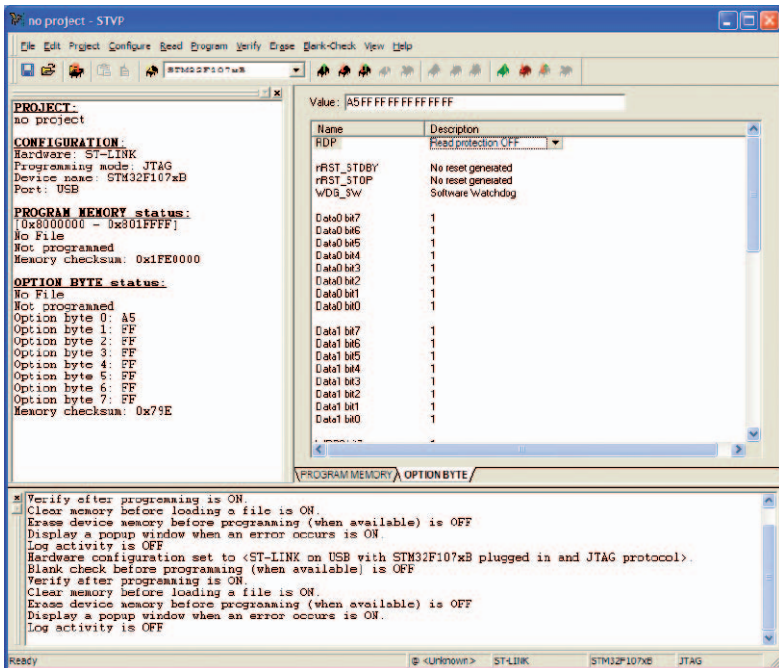
te zostały dostrzeżone i od kilku tygodni użytkownicy mikrokontrolerów z rodziny STM32 mogą korzystać z kilku programów przeznaczonych przede wszystkim do programowania ich pamięci Flash.

ST-Link jako programator

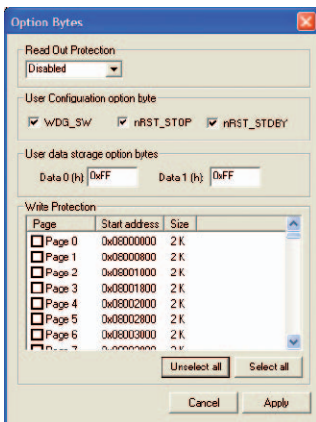
Niewygody związane z programowaniem pamięci mikrokontrolerów STM32 za pomocą interfejsu ST-Link i kompletnych środowisk programistycznych rozwiązują trzy programy, które przedstawiamy w artykule.

Problemy z TrueStudio

Programiści korzystający z pakietu TrueStudio Lite dla STM32 (aktualną wersję publikujemy na CD) mogą spotkać się z nieprawidłową współpracą *gdbservera*, który odpowiada za obsługę debuggera ST-Link. Z tego powodu zalecane jest dołączanie interfejsu w sekwencji: instalacja ST-Link w uruchamianym urządzeniu, zasilenie mikrokontrolera, dołączenie ST-Linka do USB w PC, uruchomienie *gdbservera*, inicjalizacja sesji debugowania w TrueStudio. Firma Atollic obiecuje usunąć ten błąd w kolejnej wersji oprogramowania.

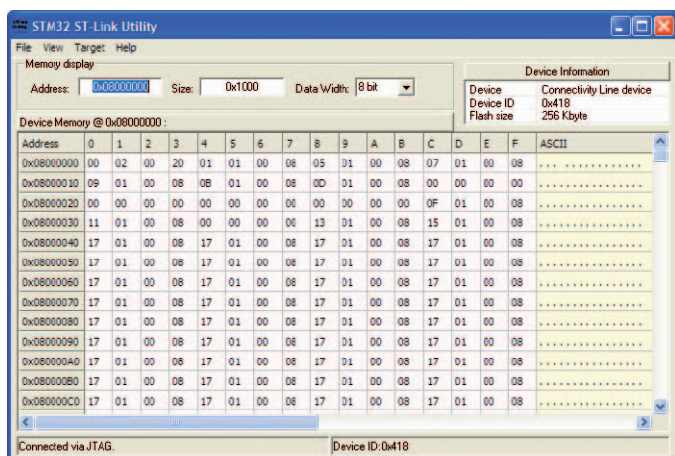


Rys. 3. Okno zmodyfikowanego STVP umożliwiające dostęp do bajtów opcji i bitów konfiguracyjnych

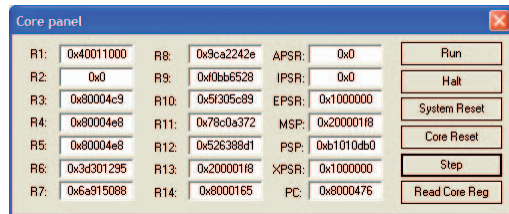


Rys. 4. Okno zmodyfikowanego STVP umożliwiające zabezpieczenie pamięci Flash przed modyfikacjami i nieuprawnionym odczytem

Pierwszy z nich to zmodyfikowany STVP (*ST Visual Programmer*), opracowany przez firmę STMicroelectronics, wchodzący w skład dostępnego bezpłatnie środowiska programi-



Rys. 5. Okno programatora w ST-Link Utility



Rys. 6. Okno debugera w ST-Link Utility

mowania są obiecujące. Program ST-Link Utility obsługuje w obecnie dostępnej wersji wyłącznie pliki *.bin.

Rozrywkową alternatywą dla przedstawionych programów jest prezentowany już w EP program o nazwie STM32ProGammer, charakteryzujący się efektywnym oknem w kształcie motyla (rys. 7). Program ten przygotował i udostępnił producent polskiej wersji interfejsu ST-Link – ZL30PRG. STM32ProGammer obsługuje pliki *.hex, nie został wyposażony w edytory bajtów opcji i konfiguracyjnych.

Podsumowanie

Konstruktorzy i programiści z oczywistych powodów chętnie wybierają do swoich aplikacji mikrokontrolery, dla których są łatwo dostępne tanie narzędzia uruchomieniowe, czego dowodem jest ogromna, aczkolwiek powoli gasnąca, popularność mikrokontrolerów z rodziny AVR. Podobną drogą – opracowując tani debugger-programator – poszła firma STMicroelectronics, dzięki czemu konstruktorzy mogą korzystać z pełni możliwości środowisk programistycznych i sprzętu wspierającego debugowanie, wbudowanego w mikrokontrolery z rdzeniem Cortex-M3. Na razie tylko fani rodzin STM32 i STM8 mają tak poważne wsparcie ze strony producenta. Awangardowe pomysły polegające na wykorzystaniu narzędzi programistycznych dostępnych w sieci (jak np. mbed dla mikrokontrolerów NXP) zbyt mocno – jak sądzę – wiążą konstruktorów z dostępem do sieci i nie gwarantują bezpieczeństwa realizowanych projektów. Interfejs ST-Link przybliży świat 32-bitowych aplikacji także początkującym konstruktorom i to bez konieczności inwestowania znacznych środków.

Ciekawe, czy któryś z pozostałych producentów mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M3 pójdzie tą samą drogą.

Program STVP obsługuje pliki w formacie *.hex, dostęp do pamięci mikrokontrolera odbywa się za pomocą jednego z dwóch interfejsów, obsługiwanych przez ZL30PRG – SWD i JTAG. „Gorącą” alternatywą dla zmodyfikowanego STVP jest przeznaczony specjalnie dla mikrokontrolerów STM32 program ST-Link Utility, za pomocą którego można nie tylko wykonywać operacje na pamięci Flash mikrokontrolerów STM32 (wyłącznie za pośrednictwem interfejsu ZL30PRG i pochodnych – rys. 5), ale także podglądać zawartość jej oraz rejestrów CPU oraz sterować pracą krokową jednostki centralnej (rys. 6). W obecnie dostępnej wersji trudno to narzędzie traktować jako pełnowartościowy debugger, ale zapowiedzi ze strony producenta dalszego rozwoju tego oprogra-

Konstruktorzy i programiści z oczywistych powodów chętnie wybierają do swoich aplikacji mikrokontrolery, dla których są łatwo dostępne tanie narzędzia uruchomieniowe, czego dowodem jest ogromna, aczkolwiek powoli gasnąca, popularność mikrokontrolerów z rodziny AVR. Podobną drogą – opracowując tani debugger-programator – poszła firma STMicroelectronics, dzięki czemu konstruktorzy mogą korzystać z pełni możliwości środowisk programistycznych i sprzętu wspierającego debugowanie, wbudowanego w mikrokontrolery z rdzeniem Cortex-M3. Na razie tylko fani rodzin STM32 i STM8 mają tak poważne wsparcie ze strony producenta. Awangardowe pomysły polegające na wykorzystaniu narzędzi programistycznych dostępnych w sieci (jak np. mbed dla mikrokontrolerów NXP) zbyt mocno – jak sądzę – wiążą konstruktorów z dostępem do sieci i nie gwarantują bezpieczeństwa realizowanych projektów. Interfejs ST-Link przybliży świat 32-bitowych aplikacji także początkującym konstruktorom i to bez konieczności inwestowania znacznych środków.

Ciekawe, czy któryś z pozostałych producentów mikrokontrolerów z rdzeniem Cortex-M3 pójdzie tą samą drogą.

Andrzej Gawryluk



Rys. 7. Okno programu STM32ProGammer