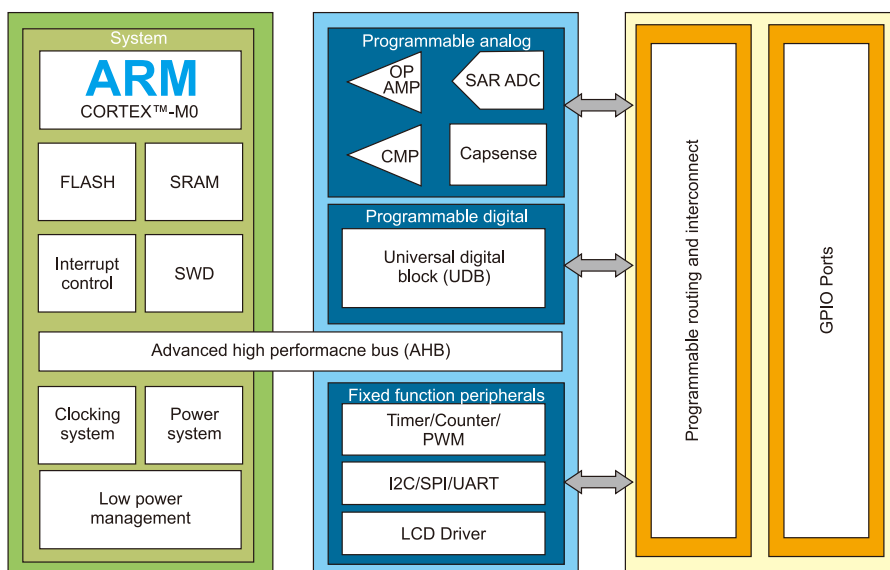


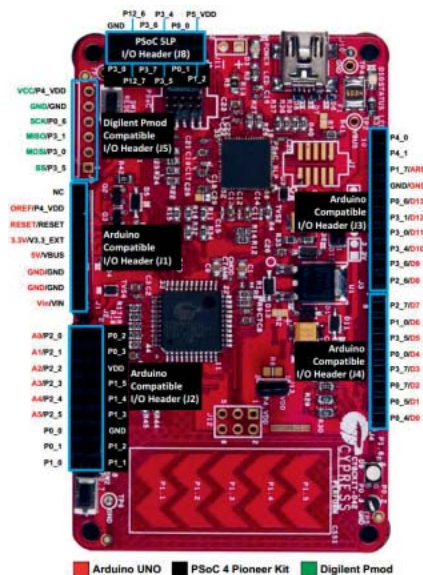
PSoC4 – Pierwszy PSoC z ARM Cortex M0

W marcu 2013 firma Cypress znana z produkcji bardzo interesujących rozwiązań PSoC wprowadziła na rynek kolejną rodzinę układów PSoC4. Są to pierwsze PSoC'e oparte o 32-bitową architekturę ARM-Cortex M0, o dobrej wydajności, w przystępnej cenie i o najniższym w klasie poborze mocy.

Dodatkowe informacje:
 PSoC 4 Architecture Slick
 CY8CKIT-042 PSoC 4 Pioneer Kit Guide
 Application note AN79953
 PSoC 4 PSoC 4100 Family Datasheet



Rysunek 1. Schemat blokowy układów z rodziny PSoC4 (z noty katalogowej producenta)



Rysunek 2. Wygląd zestawu Pioneer Kit (z noty katalogowej producenta)

Jednocześnie do oferty wprowadzono zestaw uruchomieniowy PSoC 4 Pioneer Kit (CY8CKIT-042), którego sercem jest układ CY8C4245AXI oraz wbudowany programator/debugger oparty o PSoC5 (procesor z serii 5; po zmianie oprogramowania może on być użyty samodzielnie, więc nabywając zestaw mamy możliwość przetestowania dwóch rodzin PSoC). Całość zestawu uzupełniają kilka drobnych peryferiów, złącza rozszerzeń zestawu zgodne są mechanicznie z Arduino, co umożliwia użycie szerokiej gamy dostępnych płytek rozszerzeń. Miłym faktem jest wpisanie się firmy Cypress w trend innych producentów układów uruchomieniowych i dostarczenie kompletnego zestawu Pioneer Kit w przystępnej cenie 25\$.

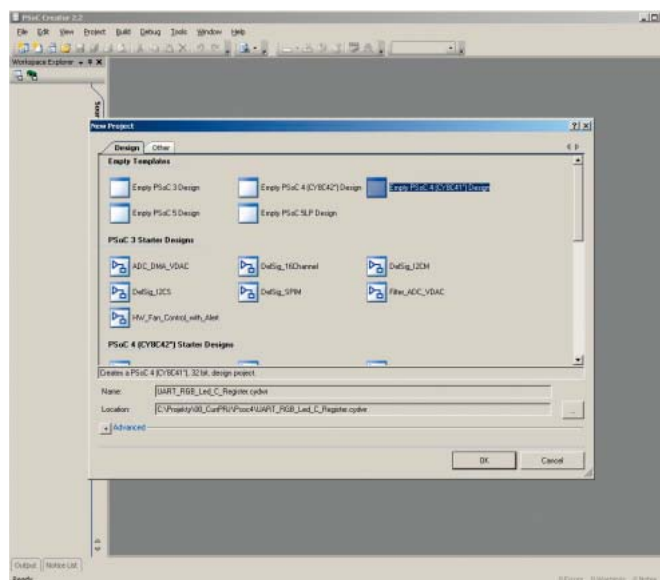
Jako środowisko programistyczne jest wykorzystywany, podobnie jak w pozostałych rodzinach, graficzny PSoC Creator umożliwiający konfigurowanie i programowanie układów. Jest to pełna, funkcjonalna wersja oprogramowania, bez żadnych ograniczeń wielkości kodu wynikowego, zawartości bibliotek itp. Wsparcie techniczne, między innymi ciekawa inicjatywa realizacji 100 projektów w 100 dni, jest dostępne na

portalu www.element14.com/PSoC4 i na stronie producenta.

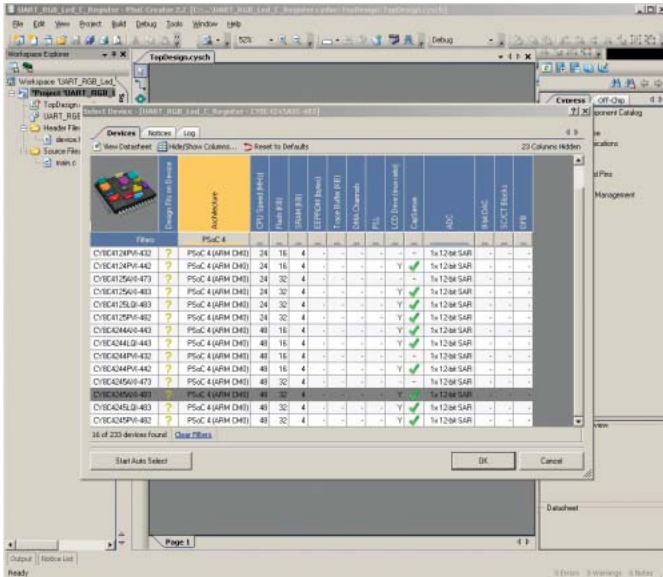
Schemat blokowy mikrokontrolera PSoC4 pokazano na **rysunku 1**. Oprócz wspomnianego wcześniej rdzenia ARM Cortex-M0, konfigurowalnych układów zegarowych, bloku zarządzania mocą, układów bloków funkcjonalnych o ustalonych funkcjach, takich jak: UART, Timery, PWM, driver wyświetlaczy LCD, PSoC4 ma konfigurowalny blok funkcji cyfrowych UDB i blok analogowy PA oparty o 12-bitowy przetwornik A/C SAR, konfigurowalne wzmacniacze operacyjne, komparatory oraz układ obsługi klawiatury dotykowej. Całość jest uzupełniona szybko

magistralą sprzęgającą bloki wewnętrzne i programowaną matrycą połączeniową sprzęgającą bloki wewnętrzne z GPIO.

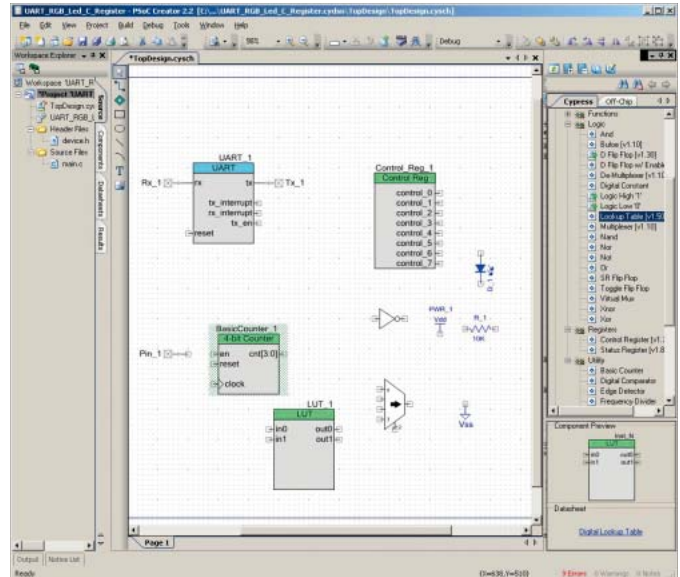
Rodzinę PSoC4 podzielono na dwie serie: PSoC4100 i PSoC4200. Różnią się one wewnętrznym wyposażeniem, głównie zwią-



Rysunek 3. Zakładanie nowego projektu PSoC4



Rysunek 4. Wybór układu PsoC



Rysunek 5. Obszar roboczy edytora schematów PSoC

zanim z blokiem analogowym. Zestawienie dostępnych na rynku układów umieszczono w tabeli 1.

Szczególnie ciekawie zapowiadają się układy **CY8C4125PVI-482** i **CY8C4245PVI-482**, które wkrótce będą dostępne w obudowach SSOP28, idealnych do inteligentnych aplikacji pomiarowych i automatyki domowej. Wygląd wspomnianego wcześniej zestawu uruchomieniowego wraz z opisem złącz rozszerzeń Pioneer Kit przedstawia rysunek 2.

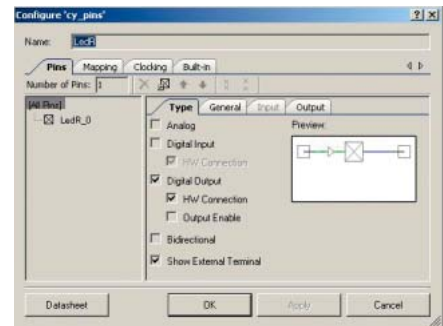
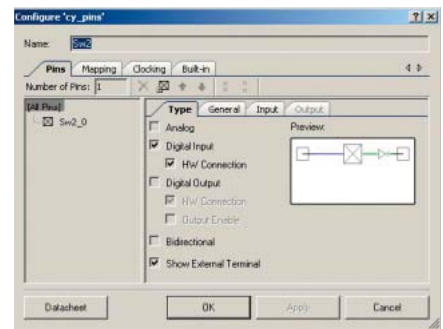
Wyposażenie sprzętowe zestawu nie oszałamia. Na płytce znajduje się trójkolorowa LED, przycisk oraz pole dotykowe typu suwak – umożliwia jednak wstępne zapoznanie się z zestawem. Wbudowany procesor PSoC5 może pełnić funkcję mostu USB-Serial (konieczne dołączenie kilku przewodów) ułatwiając realizację projektów wymagających komunikacji szeregowej. Pioneer ma podstawowe złącza rozszerzeń, zgodne mechanicznie z Arduino i Pmod firmy Digilent, ułatwiające uruchomienie rzeczywistych urządzeń. Pozostałe, niewykorzystane przez Arduino i Pmod sygnały

I/O wyprowadzone są na żeńskie złącza SIL. Wybór napięcia zasilania układu jest możliwy zwróć J9 pomiędzy 3,3 V a 5 V, co znacząco upraszcza korzystanie z nowoczesnych peryferiów, takich jak karty pamięci, wyświetlacze graficzne LCD i nowoczesne czujniki pomiarowe, eliminując układy konwerterów poziomów.

Podobnie jak inne „mikromocowe” zestawy uruchomieniowe, Pioneer umożliwia pomiar całkowitego prądu pobieranego ze źródła zasilania w celu oceny energochłonności aplikacji. Służy do tego zwróć J13, w miejsce której można włączyć miliamperomierz.

Aby rozpocząć pracę z zestawem, należy ze strony producenta pobrać, zainstalować i zarejestrować oprogramowanie PSoC Creator.

Jako projekt testowy przygotowałem program wykorzystujący peryferia dostępne na płytce Pioneer: przycisk SW2, diodę LED RGB, układ mostka UART-USB. Projekt umożliwia sterowanie kolorem świecenia diody za pomocą terminala szeregowego. Po wybraniu klawisza koloru („r”, „g”, „b”, „w”, „c”, „m”, „y”, klawisz „o” gasi diodę) LED

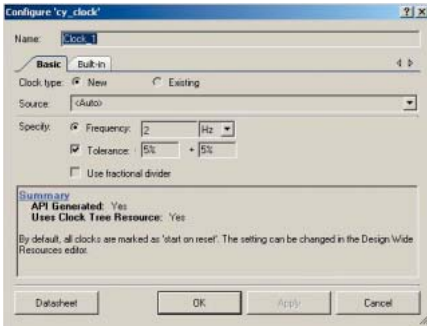


Rysunek 6. Konfiguracja wejścia SW2 i wyjścia LEDR

Tabela 1. Przegląd dostępnych mikrokontrolerów PSoC z rdzeniem ARM Cortex-M0

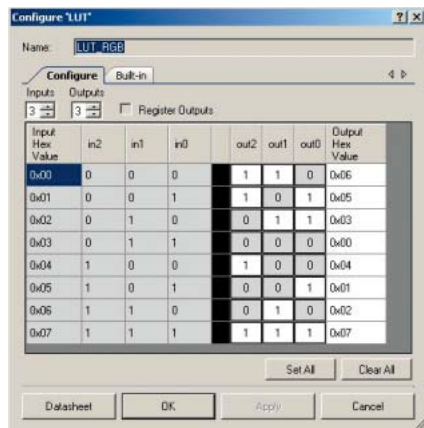
Typ	VCC [V]	Flash [kB]	SRAM [kB]	Fclk [MHz]	GPIO	PWM Timer CLK	USART	UDB	LCD	CAP SENSE	A/D	OPA	Obudowa	Cena za szt. w USD
CY8C4125AXI-483	1.71-5.5	32	4	24	36	4	2	0	Y	Y	12-bit 806 ksp/s	2	TQFP44	1,88
CY8C4125LQI-483	1.71-5.5	32	4	24	34	4	2	0	Y	Y	12-bit 806 ksp/s	2	QFN40	1,85
CY8C4125PVI-482*	1.71-5.5	32	4	24	22	4	2	0	Y	Y	12-bit 806 ksp/s	1	SSOP28	*
CY8C4245AXI-483**	1.71-5.5	32	4	48	36	4	2	4	Y	Y	12-bit 1 msp/s	2	TQFP44	2,52
CY8C4245LQI-483	1.71-5.5V	32	4	48	34	4	2	4	Y	Y	12-bit 1 msp/s	2	QFN40	2,49
CY8C4245PVI-482*	1.71-5.5V	32	4	48	22	4	2	4	Y	Y	12-bit 1 msp/s	1	SSOP28	*

* wkrótce
** w zestawie Pioneer Kit



Rysunek 7. Konfiguracja zegara taktującego licznik, licznika i multiplexera

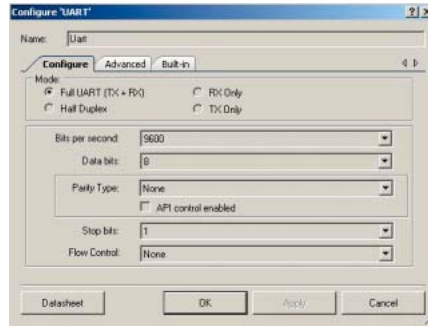
zaświeca się w kolorze opowiadającym klawiszowi oraz zwraca do terminala tekst z aktualnie świecącym kolorem. Ta część zadania jest zrealizowana przez procesor Cortex-M0 przy wykorzystaniu oprogramowania w C. Drugą częścią projektu jest sterowanie LED przez programowalny blok logiczny UDB. Po



Rysunek 8. Konfiguracja tablicy LUT odpowiedzialnej za transkodowanie stanów licznika na kolor LED



Rysunek 9. Konfiguracja rejestru wyjściowego CyControlReg

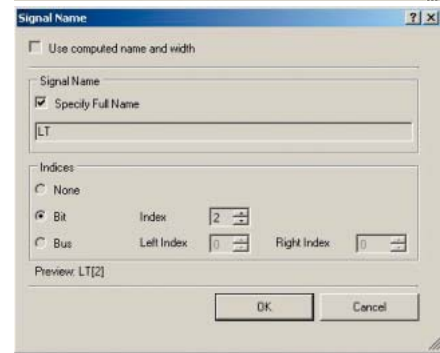
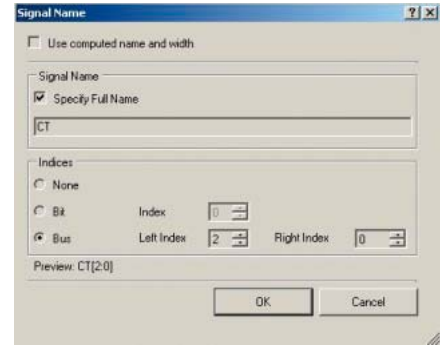


Rysunek 10. Konfiguracja komponentu UART

naciśnięciu przycisku SW2 dioda cyklicznie zmienia kolor. Zostało to zrealizowane przez licznik binarny i tablicę LUT z dekodowaniem stanu LED. Przełączenie „źródła” sterowania odbywa się przez multiplexer z UDB.

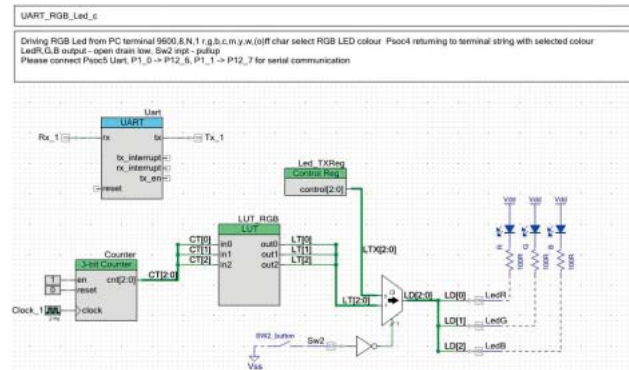
Po uruchomieniu programu PSoC Creator, należy założyć nowy projekt (Menu → File → New → Project) dla PSoC4 (rysunek 3) zapisać go pod nazwą Uart_RGB_Led-C_register. Za pomocą okna Workspace Editor, po zaznaczeniu projektu z menu podręcznego Project → Device → Selector należy wybrać układ CY8C4245A-XI-483 (rysunek 4).

Projekt jest już skonfigurowany dla procesora zamontowanego na płytce Pionier. Teraz podobnie jak w edytorach dla układów CPLD/FPGA, w obszar roboczy edytora schematów należy przeciągnąć symbole przygotowanych przez producenta bloków funkcjonalnych z bibliotek Component Catalog/Cypres (rysunek 5). Edytor ma także możliwość rysowania prostych schematów otoczenia współpracującego z procesorem. Znacząco ułatwia to zrozumienie działania aplikacji i podnosi czytelność dokumentacji projektowej. Elementy zewnętrzne można „pobrać” na obszar roboczy z bibliotek Component Catalog/Off-Chip.

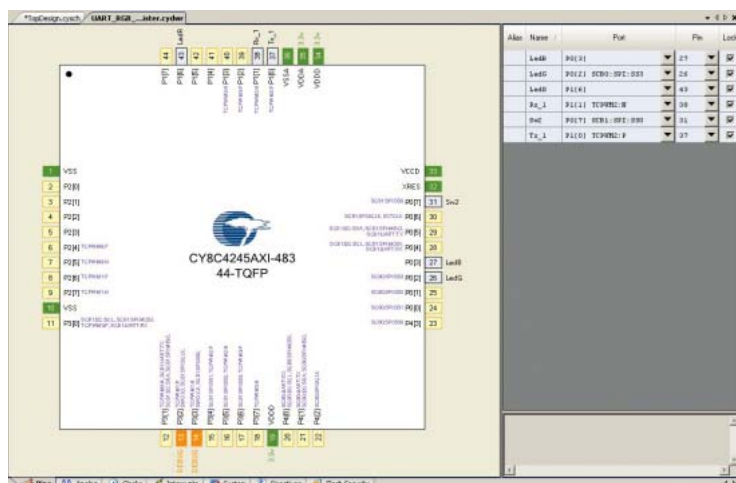


Rysunek 11. Konfiguracja magistral i przewodów

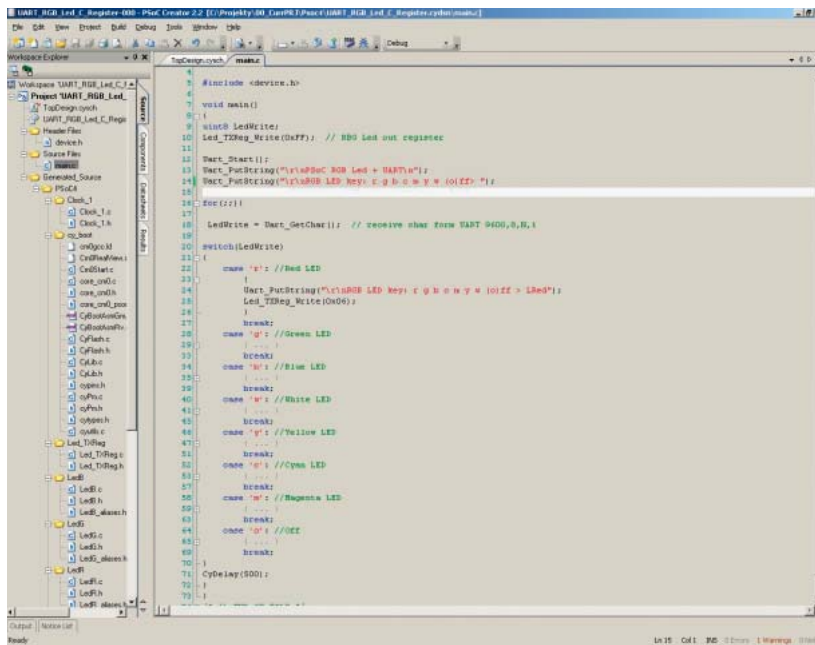
Każdy z elementów schematu musi oczywiście zostać połączony za pomocą przewodów i magistral oraz sparametryzowany zgodnie z wymaganiami aplikacji. Odpowiednie konfiguracje elementów przedstawiają rysunki 6...8.



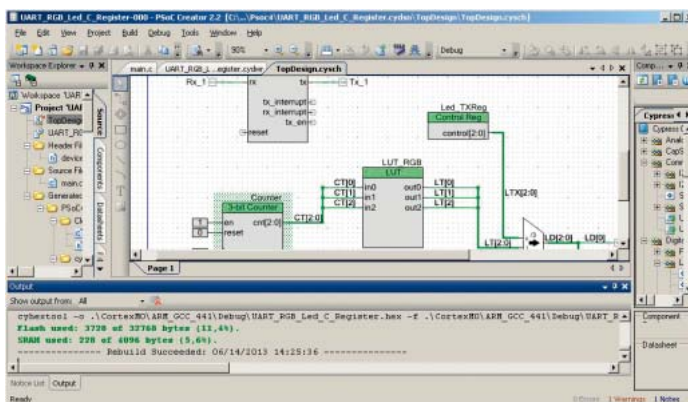
Rysunek 12. Schemat ideowy przykładowej aplikacji



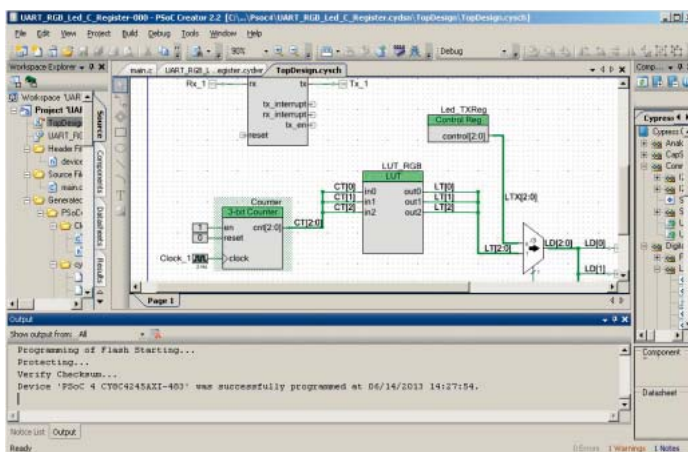
Rysunek 13. Konfiguracja wyprowadzeń procesora



Rysunek 14. Aplikacja sterująca



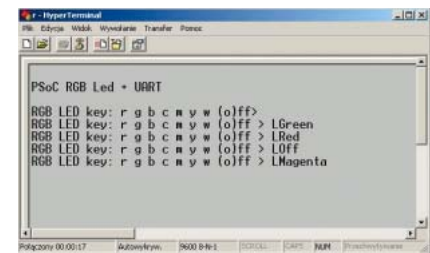
Rysunek 15. Kompilowanie aplikacji



Rysunek 16. Programowanie procesora

W wypadku wejścia SW jest konieczne wybranie z zakładki *General* typu wejścia *Resistive-PullUP*, a dla wyjść *LEDR*, *LEDG*, *LEDB* typu *OpenDrain*, *Drive Low*. Zaznaczenie opcji *HW Connection* informuje kompilator o konieczności dołączenia wyprowadzenia do magistrali *UDB*. Wybór opcji *Show External Terminal* umożliwia graficzne dołączenie do wyprowadzenia przewodu lub magistrali wewnętrznej. W wypadku elementów biblio-

tecznych o złożonych funkcjach, za pomocą kliknięcia na *Datasheet* otwieramy kartę katalogową z dokładnym opisem realizowanych funkcji i sposobu konfiguracji elementu. Aby zapewnić wymianę danych pomiędzy procesorem M0, a UDB, jest konieczne użycie komponentu *CyControlReg*. Jest to rejestr wyjściowy (jeżeli chcemy odczytać wartość z UDB, jest konieczne użycie komponentu *CYStatusRegister*). Konfigurację *CyControl*



Rysunek 17. Efekt działania aplikacji w terminalu

Reg przedstawiono na **rysunku 9**. Odpowiedniej Konfiguracji wymaga także komponent UART (**rysunek 10**).

Aby schemat był kompletny, skonfigurowane bloki należy połączyć przewodami i magistralami. Przykładowe konfiguracje magistrali i przewodu dla sygnałów *LT/CT* pokazano na **rysunku 11**. Gotowy, poprawnie skonfigurowany i połączony schemat zaprezentowano na **rysunku 12**.

Kolejnym krokiem jest przypisanie podobnie jak dla układów logiki programowalnej, funkcji odpowiadającym fizycznym wyprowadzeniom procesora (**rysunek 13**). Służy do tego zakładka *UART_Led_C_Register: Cydrw* w obszarze roboczym. Ostatnim krokiem jest realizacja programowa sterowania przez UART w *main.c*. Przykładową aplikację pokazano na **rysunku 14**. Po zapisaniu efektów pracy, aplikacje należy skompilować z *Menu* → *Build* → *Build Project* (Shift+F6, **rysunek 15**). Przed załadowaniem aplikacji należy połączyć dostarczonymi do zestawu przewodami sygnały złącz *P1_0* do *P12_6* i *P1_1* do *P12_7* (przy porządkowaniu wyprowadzeń płytki PSoC4 przedstawia rys. 2) oraz załadować program (*Menu* → *Debug* → *Program CTRL+F5*) do procesora, jak pokazano na **rysunku 16**.

Dla sprawdzenia efektu działania aplikacji należy uruchomić terminal znakowy np. Hyperterminal lub Putty (**rysunek 17**) z następującymi parametrami transmisji 9600, 8, N, 1. Przciskając klawisze „r”, „g”, „b”, „w”, „c”, „m”, „y” sprawdzamy wystawianie diody. Klawisz „0” gasi diodę. Każdorazowa zmiana potwierdzona jest w terminalu odesłaniem łańcucha z aktualnym kolorem świecenia. Przciskając SW2 przechodzimy do sterowania z UDB – dioda LED powinna cyklicznie zmieniać kolor świecenia.

Gożąco polecam zapoznanie się z zestawem i przykładowymi aplikacjami, ponieważ rodzina PSoC4 ze względu na moc obliczeniową, bogate wyposażenie oraz przystępną cenę może nieco odmienić podejście do projektowania aplikacji, szczególnie tych, w których występują mieszane sygnały analogowe i cyfrowe oraz gdzie realizowane zadanie wymagało podziału pomiędzy oddzielne CPU i CPLD/FPGA. Bogate wyposażenie predestynuje ją do zastosowań w układach pomiarowych, regulacyjnych w automatach, robotyce, motoryzacji i urządzeniach medycznych.

Adam Tatuś, EP