



Tower możliwości

Niebagatelne możliwości bezpłatnego pakietu programistycznego CodeWarrior firma Freescale wzmacnia oferując konstruktorom i programistom coraz większą liczbę doskonałych bibliotek, spośród których szczególną uwagę zwraca szybki, skalowalny system operacyjny RTOS o nazwie MQX. Testowanie jego możliwości ułatwi zainteresowanym modułowy zestaw uruchomieniowy Tower System, którego podstawową wersję prezentowaliśmy w EP12/2009.

Zgodnie z zeszłorocznymi zapowiedziami, liczba dostępnych obecnie modułów pasujących do zestawu ewaluacyjnego Tower System jest znacznie większa niż w chwili jego pierwszej prezentacji w EP. Ale to nie jedyny powód, dla którego do niego wracamy: produ-

Dodatkowe informacje o zestawie:

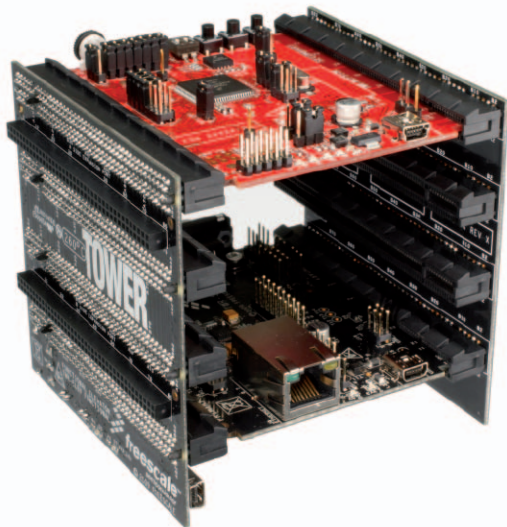
Szczegółowe informacje o zestawie Tower System można znaleźć pod adresem www.freescale.com/tower

Dodatkowe informacje o systemie:

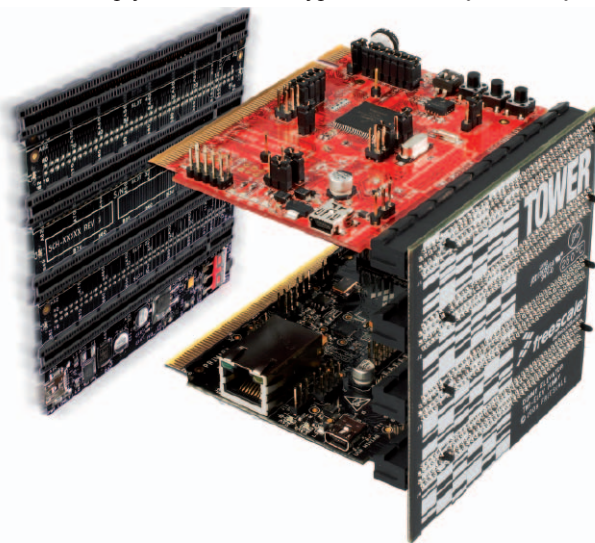
Szczegółowe informacje o systemie MQX-RTOS można znaleźć pod adresem www.freescale.com/mqx

cent w międzyczasie zadbał o poważne wsparcie dla programistów, którego najważniejsze elementy przedstawimy w artykule. Zaczniemy od krótkiego przypomnienia budowy i możliwości zestawu Tower System, którego wygląd w jednej z możliwych konfiguracji (płytki jednostki centralnej oraz płytki interfejsów komunikacyjnych) pokazano na **fotografii 1**.

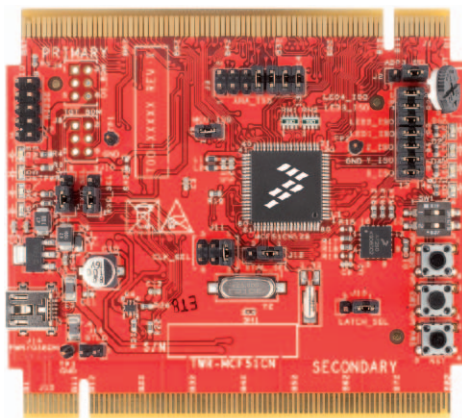
W zależności od bieżących potrzeb konstruktora używającego „wieży” może on zastosować różne konfiguracje modułów, co pozwala przetestować między innymi mikrokontrolery z różnych rodzin, różne wersje modułów i układów I/O, układy i interfejsy komunikacyjne itp. Ponieważ płytki modułowe wyposażono w złącza krawędziowe



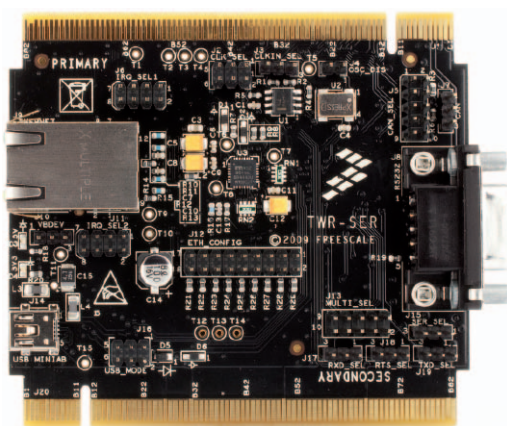
Fotografia 1. Wygląd przykładowe zestawu Tower z modułem komunikacyjnym



Fotografia 2. W Tower System zastosowano złącza zgodne mechanicznie z PCIexpress



Fotografia 3. Wygląd płytki TWR-MCF51CN

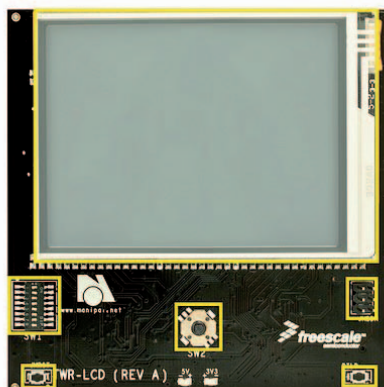


Fotografia 4. Wygląd płytki TWR-SER

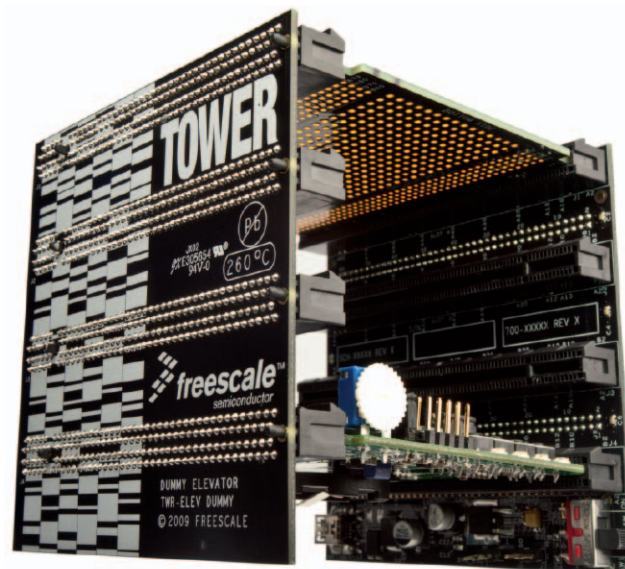
zgodne mechanicznie ze standardowym złączem PCIexpress (**fotografia 2**), konstruktorzy mogą przygotowywać własne wersje płytek, o budowie dostosowanej do indywidualnych wymagań. Jedynym ograniczeniem złożoności systemu ewaluacyjnego jest łączna liczba współpracujących ze sobą modułów – boczne płytki (nazywane w nomenklaturze Freescale mianem *elevators*) wyposażono w 4 gniazda PCIexpress. Dodatkowo, jedna z płytek bocznych (*elevator*) jest wyposażona w dodatkowe 80-stykowe złącza szpilkowe umożliwiające dołączenie wyświetlacza, modułów audio, dodatkowych interfejsów komunikacyjnych, dodatkowych zespołów pamięci itp.

Obecnie w sprzedaży są dostępne:

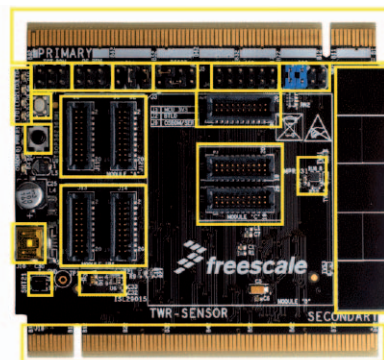
- płytki boczne, stanowiące mechaniczną i elektryczną podstawę konstrukcji zestawu – niezbędne w każdej konfiguracji,
- płytki MCU/MPU z 32-bitowymi mikrokontrolerami MCF51CN/JE/MM wyposażonym w rdzeń ColdFire V1 (wygląd płytki TWR-MCF51CN pokazano **fotografia 3**),
- płytki MCU/MPU z 32-bitowym mikrokontrolerem wyposażonym w rdzeń ColdFire V2 (TWR-MCF5225X),



Fotografia 5. Wygląd płytki TWR-LCD

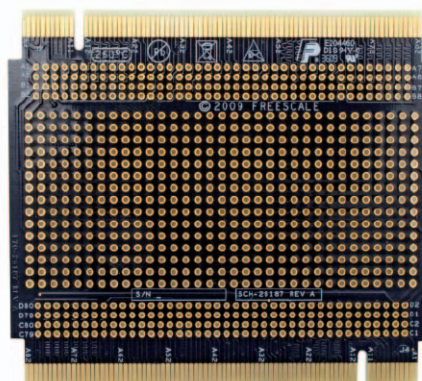


- płytki MCU/MPU z 8-bitowymi mikrokontrolerami MC9S08LL/LH64 oraz MM128 wyposażonym w rdzeń HCS08 (TWR-S08LL64/TWR-S08LL64/TWR-S08MM128),
- płytka interfejsowa z Ethernetem, RS485, RS232, CAN i USB (TWR-SER – **fotografia 4**),
- moduł wyświetlacza QVGA TFT o przekątnej 3,2 cala (TWR-LCD – **fotografia 5**) z lokalnym mikrokontrolerem MCF51JM,
- moduł z pamięcią Flash SPI o pojemności 1 MB, równoległą MRAM o pojemności 512 kB, złączem CompactFlash (interfejs

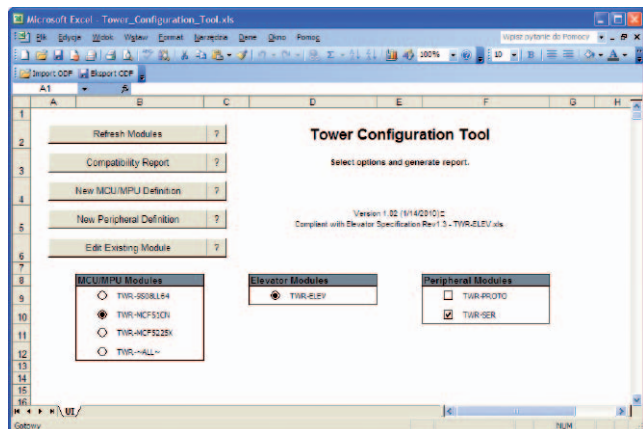


Fotografia 6. Wygląd płytki TWR-SENSOR-PAK

- zintegrowano w CPLD z rodziny MAXII firmy Altera), karty SD (TWR-MEM),
- płytka sensorów TWR-SENSOR-PAK – **fotografia 6**, na której zintegrowano dwa akcelerometry (MMA7660, MMA6900), czujnikiem ciśnienia (MPL115A), czujniki nastawników bezstykowych (MPR121 i MPR032), czujnik SHT21 firmy Sensirion służący do pomiaru temperatury i wilgotności, czujnik oświetlenia, odbior-



Fotografia 7. Uniwersalna do montażu przewlekane



Rysunek 8. Excelowy konfigurator i weryfikator kompatybilności modułów zestawu Tower System

nik podczerwieni oraz lokalny mikrokontroler MC9S08QE96, który można wykorzystać do testowania własnej aplikacji,

- uniwersalna płytki montażowa (fotografia 7), pozwalająca użytkownikowi wyposażać Tower System w dowolny zestaw własnych peryferiów.

Zestawy można budować samodzielnie dobierając płytki, można także skorzystać z propozycji firmy Freescale, w ofercie której znajdują się kompletne konfiguracje cieszące się największym powodzeniem wśród odbiorców.

Budowa mechaniczna płytek rozszerzających umożliwia stosowanie ich zarówno jako elementów zestawu ewaluacyjnego, jak i samodzielnych modułów w aplikacjach użytkownika, co wymaga wyposażenia ich w tanie i łatwo dostępne złącza PCIexpress. Złożone styki krawędziowe zapewniają dobrą trwałość styków i ich odporność na korozję.

Programy narzędziowe

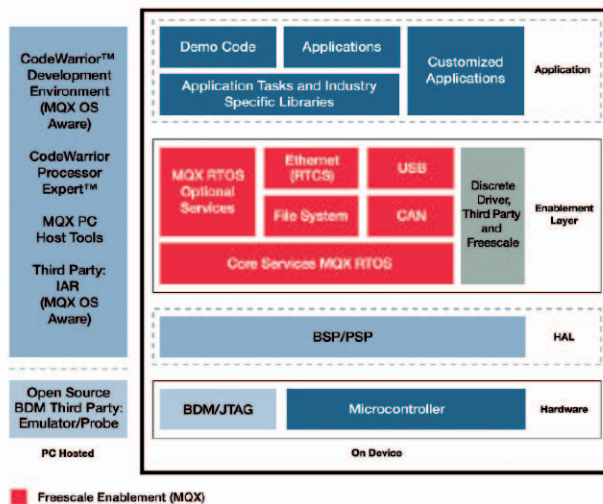
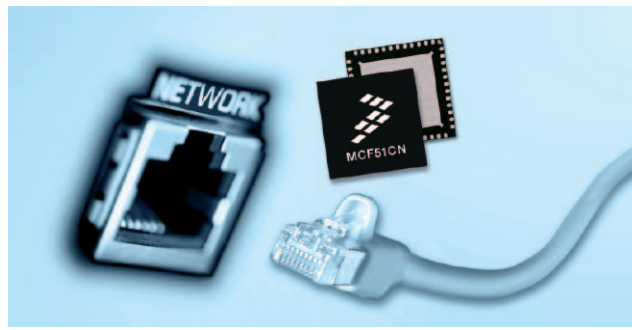
Firma Freescale dla wszystkich mikrokontrolerów stosowanych w Tower System udostępnia bezpłatną wersję (*Special Edition*) pakietu CodeWarrior. Umożliwia ona tworzenie kompletnych aplikacji niekomercyjnych z ograniczeniem objętości kodu wynikowego (dla pojedynczego pliku *obj*) do 64 kB (dla ColdFire V1) lub 128 kB (ColdFire V2 i „większe”), pozostałe możliwości odpowiadają komercyjnej wersji pakietu CodeWarrior Basic. Do dyspozycji programistów jest także bezpłatne narzędzie programowe o nazwie FreeMaster, które umożliwia wygodne monitorowanie wartości zmiennych wykorzystywanych w programie i ich efektywną prezentację graficzną. Stany poszczególnych zmiennych są pobierane przez oprogramowanie *on-line* z monitorowanego mikrokontrolera za pomocą interfejsu sprzętowego BDM lub OS-BDM.

Kolejnym bezpłatnym narzędziem jest pakiet arkuszy Excel umożliwiających szybkie oszacowanie dostępnych zasobów systemu Tower w zależności od zastosowanych modułów (rysunek 8). Użytkownik może także samodzielnie zdefiniować nowe moduły (na przykład wykonane według własnych projektów) i oceniać zajmowane przez nie zasoby w sposób zautomatyzowany.

Aby wyjść naprzeciw rosnącym wymaganiom współczesnych aplikacji firma Freescale Semiconductors opracowała MQX – dostępny bezpłatnie (w wersji bez *supportu* technicznego) system czasu rzeczywistego ze zintegrowanym stosem TCP/IP oraz USB dla mikrokontrolerów z rodziny ColdFire. Jest to system operacyjny oparty

Bezpłatnie jest dostępny nie tylko kod źródłowy systemu MQX-RTOS, ale także źródła stosów protokołów komunikacyjnych i zintegrowanych bibliotek, co umożliwia programiście pełną kontrolę nad tworzoną aplikacją oraz możliwość samodzielnego dokonywania koniecznych modyfikacji. Alternatywne pakiety oprogramowania o podobnych możliwościach kosztują nawet do kilkudziesięciu tysięcy dolarów.

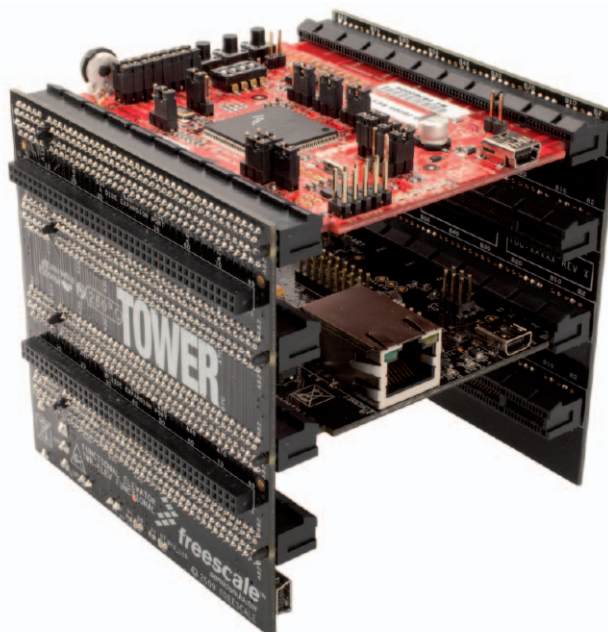
Obecnie są dostępne porty MQX dla następujących podrodzin mikrokontrolerów firmy Freescale: MCF51CN, MCF5225X, MCF5223X, MCF5222X, MCF5227X oraz MCF5445X.



Rysunek 9. Budowa MQX RTOS

o przełączane priorytety z optymalizacją przełączania kontekstów zadań, zapewniającym krótki i deterministyczny czas obsługi przerwań.

Poza realizacją standardowych zadań MQX zapewnia także obsługę zaawansowanych interfejsów komunikacyjnych, zadowalając się relatywnie niewielkimi obszarami pamięci Flash/ROM i RAM (12 kB/2,5 kB dla ColdFire V2). Uruchamianie aplikacji pisanych dla MQX RTOS wspomaga narzędzie TAD (*Task Aware Debugging*) wchodzące w skład komercyjnej wersji pakietu CodeWarrior Professional (jest dostępna jego 30-dniowa wersja ewaluacyjna), dostępne także w programowym deburgerze C-SPY firmy IAR.





Rysunek 10. Okno portalu towergeeks.org

MQX-RTOS wyposażono w intuicyjny interfejs programistyczny (API), który w połączeniu z modułową budową systemu umożliwia bezproblemowe wykorzystanie jego możliwości i dostosowanie jego konfiguracji do potrzeb aplikacji i możliwości wybranego mikrokontrolera. MQX-RTOS jest standardowo wyposażony w funkcje WebServera, obsługę Telnetu, FTP, SMTP, procedury kryptograficzne i inne.

Atutem MQX-RTOS jest możliwość selektywnego dołączania modułów niezbędnych w tworzonej aplikacji, bez obciążania pamięci i rdzenia mikrokontrolera zadaniami niezwiązanymi bezpośrednio z realizowanymi zadaniami. Dzięki temu wygoda programisty nie wiąże się z niekontrolowanym rozrostem kodu wynikowego projektu – w skrajnym przypadku MQX może zajmować tylko 6 kB pamięci Flash, w czym mieszczą się: *kernel*, systemy obsługi przerwań i semaforów, kolejki oraz menadżer pamięci.

Warstwa programowa systemu (rysunek 9) odpowiadająca ze obsługą peryferiów składa się z zestawu sterowników. Sterownik jest to program, który konfiguruje urządzenie peryferyjne oraz udostępnia zestaw funkcji (lokalne API) niezbędnych do wykorzystania możliwości przypisanego urządzenia w aplikacji. Wyodrębnienie sterowników jako niezależnego elementu systemu operacyjnego jest spowodowane specyfiką ich wykorzystania: każde zadanie (aplikacja) może wykorzystywać dane urządzenie peryferyjne do własnych celów. Korzystając z uniwersalnych sterowników unikamy wielokrotnego konfigurowania tych urządzeń, a także konfliktów związanych z dostępem do urządzeń oraz obsługą zgłaszanych przez nie błędów. System MQX umożliwia tworzenie własnych sterowników przez programistów.

Najpopularniejsze peryferia, dla których sterowniki zawarło w MQX to: UART, SPI, I²C, FlexBus, moduł RNG, pamięć Flash

oraz linie GPIO. Przykładem specyficznego sterownika stosowanego w systemie MQX jest obsługa systemu plików MFS (*MSDOS File System*), który obsługuje standardowe systemy plików FAT12, FAT16 oraz FAT32. Sterownik MFS zawiera zestaw sterowników niższego poziomu, przeznaczonych do obsługi różnych mediów, np.: dysku Flash, stacji dyskiety, pamięci Flash USB, kart SD itd. We współczesnych aplikacjach dużą rolę odgrywa interfejs USB, którego sterownik jest także standardowym elementem systemu MQX. Obsługuje on interfejs USB w trybie *host* (z obsługą urządzeń klasy HID (myszy, klawiatury), MSD (dyski Flash), HUB oraz CDC (komunikacja szeregową). Obsługiwany jest także tryb *USB device*, w ramach którego obsługiwane są urządzenia należące do klas: HID, CDC, PHDC (*Personal Health Core Device Class*) oraz MSD. Standardowym elementem systemu MQX jest stos TCP/IP czasu rzeczywistego o nazwie RTCS. Zastosowano w nim standardowy mechanizm interfejsu opartego na gniazdach (*sockets*), zapewnia on obsługę wielu protokołów (m.in. Telnet serwer i klient, FTP serwer i klient, agent SNMP, klient SNTP, DNS Resolver, serwer i klient DHCP itp.).

Stos RTCS jest skalowalny zarówno podczas kompilacji aplikacji jak i w czasie działania. Programista może wybrać implementację tylko tych protokołów, które są w aplikacji wykorzystywane. Implementacja stosu RTCS jest wspomagana przez środowisko programistyczne CodeWarrior, dzięki czemu podczas uruchamiania i śledzenia wykonywania programu można monitorować stan obciążenia CPU i pamięci mikrokontrolera przez protokół sieciowy.

Konfiguracja stosu RTCS jest niezależna od wybranego do mikrokontrolera, co umożliwia m.in. łatwą integrację bibliotek udostępnianych przez partnerów zewnętrznych. Modułowa budowa stosu umożliwia ich łatwą i wygodną inicjalizację i stosowanie.

Internetowy support dla „towerowców”

Firma Freescale przygotowała dla fanów „wieży” specjalny portal internetowy, w całości poświęcony Tower System, mieszczący się pod adresem www.towergeeks.org (rysunek 10). Zadaniem portalu jest utworzenie platformy komunikacyjnej dla użytkowników zestawu, prezentacji przygotowanych przez nich modułów sprzętowych, oprogramowania, kompletnych projektów oraz filmów prezentujących możliwości Tower System. Firma Freescale organizuje na tym portalu także konkursy dla użytkowników zestawu, udostępnia dokumentację i promuje dystrybutorów oferujących zestawy i produkowane przez siebie elementy.

Smaczny pomysł

Wprowadzając do sprzedaży elementu systemu „wieżowego” Freescale poważnie potraktował swoich „najmniejszych” odbiorców, co zaowocowało przystępnymi cenami elementów zestawu Tower System. Koszt w USA kompletnego zestawu z mikrokontrolerami MCF51CN (ColdFire V1) i S08LH64 (HCS08) nie przekracza 100 USD, a zestawu z mikrokontrolerem MCF5225X (ColdFire V2) – 120 USD. Jeśli wziąć pod uwagę realne możliwości zestawów – ceny są akceptowalne, aczkolwiek – w naszym kraju – nie do pominięcia dla przeciętnego budżetu. Tower System to bez wątpienia poważna alternatywa dla dostępnych na naszym rynku rozwiązań zorientowanych na inne mikrokontrolery zwłaszcza w połączeniu w wybitnym – pod względem możliwości i wygody stosowania – środowiskiem programistycznym CodeWarrior. Spróbujcie!

Andrzej Gawryluk

PCB do modułów Tower System

Projekty płytek zestawu Tower System wykonano za pomocą bezpłatnego pakietu ExpressPCB (www.expresspcb.com), ich wzory są dostępne na stronie www.towergeeks.org. Jedynym problemem jest fakt, że płytki zaprojektowane za pomocą tego narzędzia można wykonać wyłącznie w firmie udostępniającej ten program (nie ma on możliwości eksportu na jakikolwiek format przemysłowy).

