

Skrzydlate jaszczurki

EFR4D Draco i Zero Gecko – nowe układy firmy Energy Micro



W ostatnich latach firma Energy Micro wyprodukowała rodzinę mikrokontrolerów EFM32. Układy te bardzo dobrze spisują się w aplikacjach, w których potrzebna jest moc obliczeniowa rdzenia ARM przy oszczędnym gospodarowaniu ograniczonymi zasobami energetycznymi. W tym roku oprócz wydania darmowej aplikacji Simplicity Studio wspomagającej projektowanie urządzeń bazujących na kontrolerach EFM32, Energy Micro zapowiedziała rozszerzenie swojej oferty o nowe układy: niskoenergetyczne radia EFR4D Draco oraz mikrokontrolery Zero Gecko. Oba produkty zaprojektowano w oparciu o rdzeń ARM Cortex-M0.

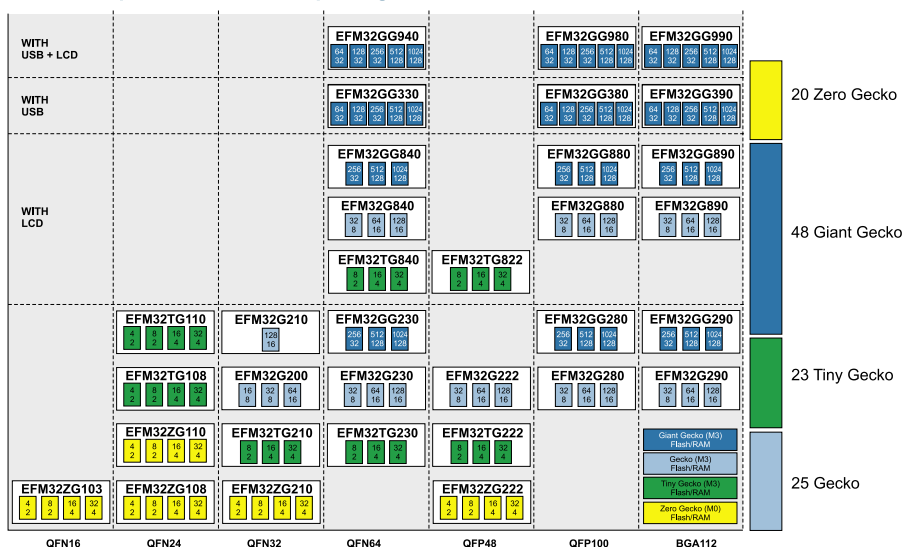
W poprzednich numerach EP opisane zostały mikrokontrolery EFM32 firmy Energy Micro. Szczególną uwagę poświęcono na wskazanie charakterystycznych cech tych układów, a dokładniej rzecz biorąc cech dzięki którym oczekiwana, znaczna oszczędność energii pozwala na długą, czasami nawet kilkuletnią pracę urządzeń zasilanych bateryjnie. Jednak jak wiadomo podczas projektowania urządzenia, które powinno nieprzerwanie i autonomicznie pracować przez kilka miesięcy lub lat, istotny jest nie tylko użyty mikrokontroler i jego niski pobór mocy, ale w zależności od rodzaju aplikacji zachodzi potrzeba użycia dodatkowej pamięci nieulotnej, wyświetlacza, czujników, przetwornic czy modułu komunikacyjnego umożliwiającego konfigurację lub przesyłanie danych do użytkownika. Pobór prądu w trybach zarówno aktywnym jak i uśpienia każdego z tych elementów jest kluczowy i powinien zostać szczegółowo przeanalizowany przez projektanta. Jeżeli przykładowo komunikacja odbywa się dzięki modułowi Ethernet to istnieje możliwość zasilania lub chociaż doładowywania akumulatora urządzenia poprzez nieużywane linie znajdujące się w popularnej skrętce dzięki technologii PoE – Power over Ethernet. Jednak w dzisiejszych czasach inżynierowie często stawiają na mobilność urządzeń. Aplikacje mobilne mogą być zastosowane w miejscach gdzie nie ma dostępu do żadnego zasilania sieciowego, ich położenie może szybko, sprawnie i bez żadnych problemów zostać zmienione oraz co jest bardzo ważne z punktu widzenia infrastruktury, komunikacja często odbywa się drogą radiową całkowicie eliminując potrzebę doprowadzenia jakichkolwiek przewodów. Dodatkowo urządzenie takie

może zostać zamknięte w szczelnej obudowie minimalizując przedostawanie się pyłów czy kurzu z otoczenia. Rozwiązanie takie umożliwia stosowanie tych urządzeń nawet w trudnych warunkach środowiskowych. Do komunikacji drogą radiową do wykorzystania jest cała gama urządzeń oraz pasm. Między innymi pasma 433 MHz, 868 MHz czy 2,4 GHz. Moduły radiowe

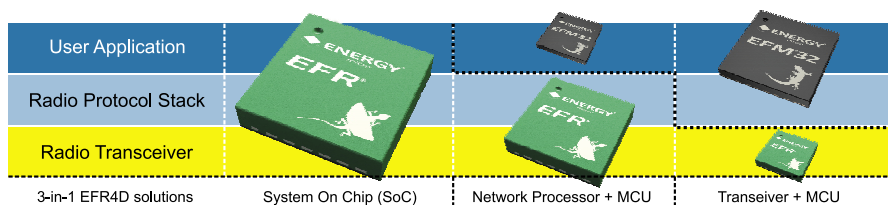
systemów wbudowanych zużywają znaczącą ilość energii. Jest ona zależna od mocy nadawczej modułu, zasięgu, przeszkód na drodze radiowej, częstotliwości fali nośnej, czułości odbiornika, etc. Przeważnie ilość danych jak i częstotliwość ich wysyłania w urządzeniach mobilnych zasilanych bateryjnie jest mała. Z tego względu, chociaż prąd pobierany podczas przesyłania da-

EFM32 Microcontrollers

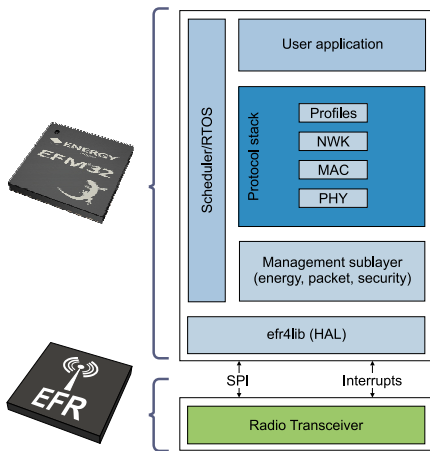
- Software Compatible
- Pin Compatible within each package



Rysunek 1. Stałe powiększająca się lista mikrokontrolerów z rodziny EFM32

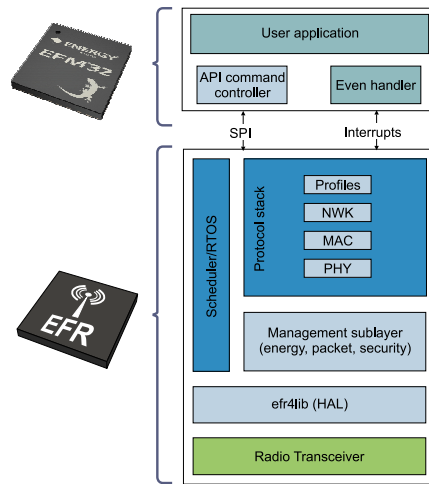


Rysunek 2. Warstwowy, funkcjonalny podział układów EFR4D



Rysunek 3. Implementacyjny schemat układów EFR4D posiadających tylko warstwę radiową

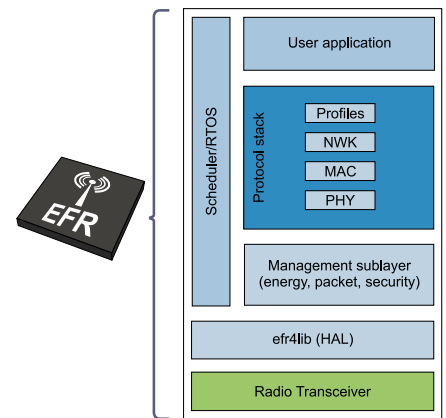
nych jest duży – często największy w całej aplikacji, to analizując zużycie energii w przeciągu bardzo długiego czasu ma on drugorzędne znaczenie i ustępuje miejsca prądowi pobieranemu przez moduł radiowy podczas nasłuchu lub uśpienia. Z tego właśnie względu inżynierowie z Energy Micro chcąc ugruntować pozycję firmy na rynku niskoenergetycznych aplikacji bezprzewodowych (wodomierze, gazomierze oraz inne mierniki, sieci sensorowe, systemy bezpieczeństwa, itd.) postanowili wyjść naprzeciw projektantom urządzeń elektronicznych i dostarczyć nowe układy radiowe cechujące się znacznie niższym poborem prądu w stosunku do alternatywnych rozwiązań oferowanych przez konkurencyjnych producentów.



Rysunek 4. Implementacyjny schemat układów EFR4D posiadających tylko warstwę radiową i warstwę protokołu sieciowego

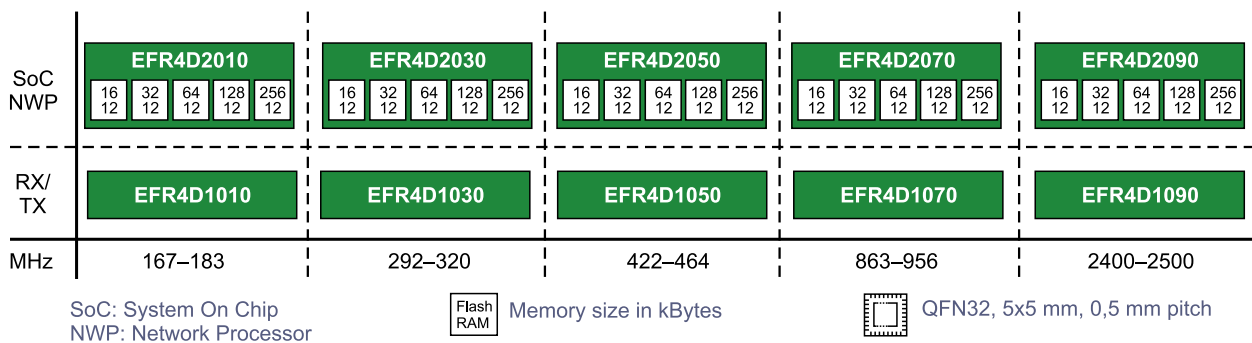
EFR4D Draco

Początkiem marca bieżącego roku na targach elektronicznych *Embedded World 2011* w Norymberdze firma Energy Micro zaprezentowała równolegle z oprogramowaniem *Simplicity Studio™* wspomagającym projektowanie urządzeń na bazie mikrokontrolerów *EFM32* (również opisanego w *EP*) szczegółowe informacje na temat układów do komunikacji radiowej mających ukazać się w połowie tego roku – *Energy Friendly Radio® Draco*. Rodzina układów *EFR* ma cechować się dużą różnorodnością podobnie jak rodzina *EFM32* (rysunek 1) umożliwiając zastosowanie układów w nowych urządzeniach opartych na układach scalonych

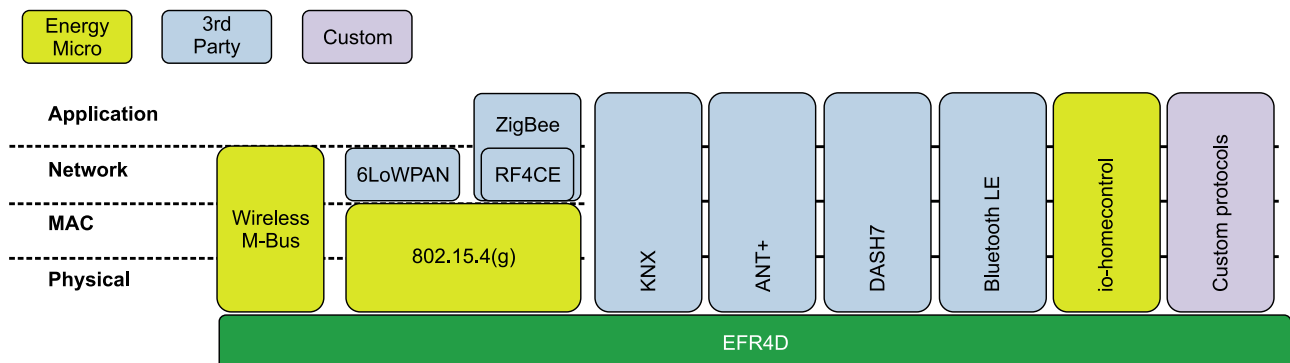


Rysunek 5. Implementacyjny schemat układów EFR4D posiadających wszystkie dostępne warstwy: radiową, protokołu sieciowego i aplikacji

firmy Energy Micro, jak również w urządzeniach już dostępnych, jako poszerzenie funkcjonalności za pomocą modułu radiowego. Pobór prądu podczas ciągłego odbierania danych ma być na poziomie 4 mA. Pobór prądu podczas ciągłego wysyłania danych ma zależeć od rodzaju zastosowanej fali nośnej oraz mocy nadajnika. Przykładowo dla częstotliwości 868 MHz (0 dBm) pobór prądu ma być na poziomie 5 mA, dla częstotliwości 2,4 GHz (0 dBm) na poziomie 6 mA, a dla częstotliwości 868 MHz (+10 dBm) na poziomie 14 mA. Maksymalne dostępne moce nadawania to +17 dBm dla 868 MHz oraz +8 dBm dla 2,4 GHz. Również inne pasma będą możliwe do użycia. W tym momencie są to częstotliwości: 169, 315, 433, 868, 915, 950, 2400 MHz.

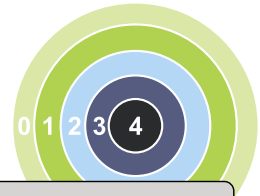


Rysunek 6. Rodzina układów EFR4D

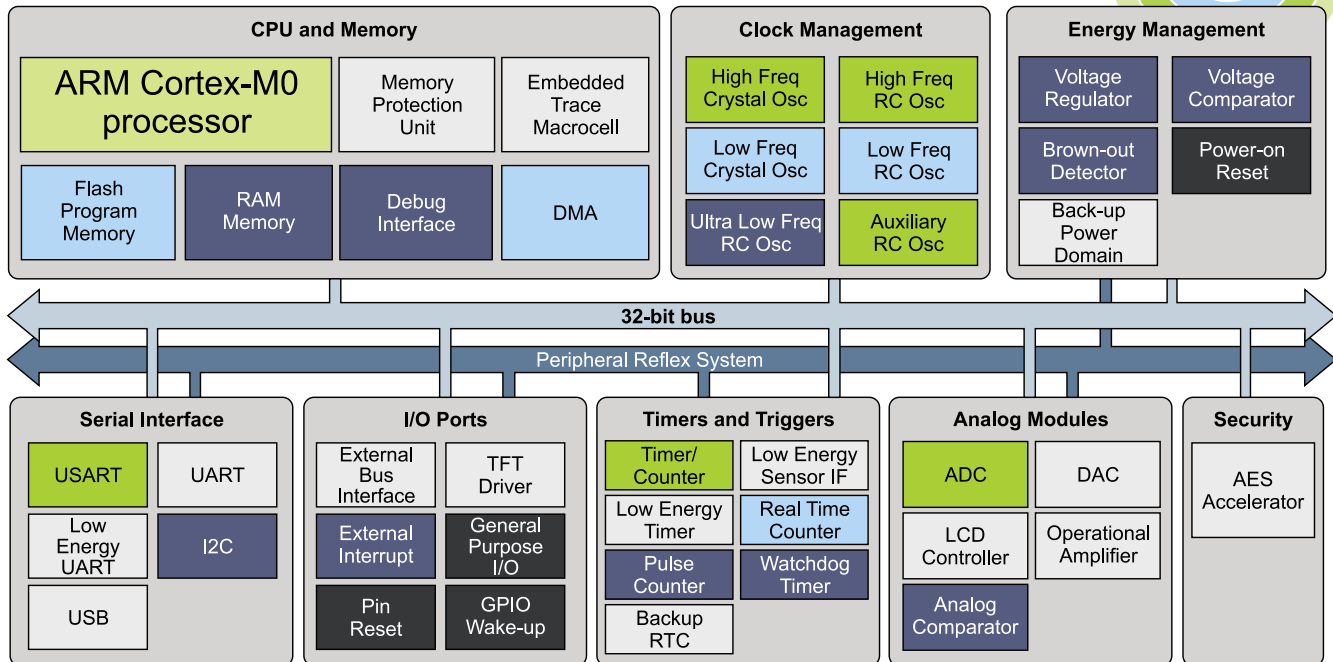


Rysunek 7. Dostępne protokoły dla rodziny układów EFR4D wspierane przez firmę Energy Micro oraz firmy zewnętrzne. Dodatkowo istnieje możliwość stosowania własnych protokołów

EFM32 Zero Gecko



- Max frequency: 32 MHz
- 4–32 KB Flash
- 2–4 KB RAM
- QFN16 (4x4 mm)
- QFN24 (5x5 mm)
- QFN32 (6x6 mm)
- QFP48 (7x7 mm)



Rysunek 6. Architektura układów EFM32 Zero Gecko

Nie można również narzekać na wybór dostępnych modulacji: (G)FSK, 4(G)FSK, MSK, O-QPSK, BPSK, OOK, ASK. „Anatomia” układów *Draco* została bardzo dobrze przemyślana, a ich modułowość i możliwość adaptacji do konkretnych rozwiązań wskazuje na to, że firma *Energy Micro* próbuje poszerzyć obszar zastosowań dla swoich produktów. Układy z rodziny *EFR4D* funkcjonalnie dzielą się na 3 główne warstwy (rysunek 2), które podobnie jak w przypadku modelu *OSI/ISO* realizują określone zadania, a następnie przekazują wyniki do sąsiadujących warstw. Pierwszą z nich jest radiowa warstwa fizyczna. Układy *Draco* posiadające tylko i wyłącznie tę warstwę cechują się prostotą obsługi. Mogą być użyte jako niskoenergetyczny zamiennik nadajnika-odbiornika dla istniejących urządzeń lub w nowo projektowanych urządzeniach w których zachodzi potrzeba zastosowania większej mocy obliczeniowej procesora niż jest w stanie zapewnić mikrokontroler *EFM32* (rysunek 3). Drugą warstwą jest stos używanego protokołu radiowego. Układy *Draco* łączące w sobie taki stos oraz radiową warstwę fizyczną mogą być traktowane jako jednocukładowe kontrolery sieciowe. Mogą być użyte między innymi w urządzeniach w których zachodzi potrzeba zastosowania większej mocy obliczeniowej dla warstwy aplikacji niż jest w stanie zapewnić układ

z rodziny *EFR4D* oraz w urządzeniach gdzie projektant chce odciążyć z zadań sieciowo-komunikacyjnych główny układ sterujący (rysunek 4). Ostatnią warstwą jest warstwa aplikacji. Układy *Draco* łączące w sobie wszystkie trzy opisane warstwy mogą posłużyć jako główny układ sterujący pracą całego urządzenia. Mogą być stosowane w aplikacjach w których moc obliczeniowa oraz periferia układów *Draco* są wystarczające (rysunek 5), co z reguły wiąże się z bardzo niskim poborem prądu przez urządzenie. Zróżnicowanie architektury układów rodziny *EFR4D*, w szczególności duże różnice pomiędzy układami z samą radiową warstwą fizyczną, a układami mogącymi pracować jako procesor sieciowy lub jako serce całego urządzenia pozwoliło na zróżnicowanie cen tych układów. Ma to kluczowe znaczenie przy dużych, komercyjnych projektach. Z kolei dostosowanie układów *Draco* do konkretnych pasm częstotliwości (rysunek 6) wskazuje na bardzo szerokie możliwości zastosowań całej rodziny tych układów. Dodatkowo rodzina *EFR4D* ma możliwość implementacji szeregu protokołów transmisji bezprzewodowej (rysunek 7). Firma *Energy Micro* wspiera standard *Wireless M-Bus* służący do zdalnej komunikacji z licznikami gazu, elektryczności, wody, itd. Standard *802.15.4(g)* (bezprzewodowe sieci PAN o niskich przepustowościach) oraz *io-homecontrol* (automatyka domowa) również będą wspierane. Możliwe będzie też zastosowanie popularnych protokołów sieciowych zewnętrznych firm, na przykład *KNX* (standard komunikacyjny stosowany w inteligentnych budynkach), *Bluetooth LE (Low Energy)* czy *ZigBee*. Dostosowanie innych protokołów również będzie możliwe, co zapewni większą uniwersalność w stosowaniu tych układów.

W materiałach reklamowych firmy *Energy Micro* można znaleźć porównanie rodziny *EFR4D* z innymi wiodącymi produktami w tej kategorii na rynku, między innymi z układami firmy *Texas Instruments* serii *CCXXX*. Jednak jak na każdy zestaw porównawczy stworzony przez jednego producenta, również i na ten trzeba spojrzeć z pewnym przymrużeniem oka. Dodatkowo, układy *Draco* dostępne będą dopiero pod koniec bieżącego roku, a do tego czasu konkurencja również może wprowadzić na rynek produkty zbliżonych, a nawet lepszych parametrach. Niemniej jednak w porównaniu zużycia prądu podczas pracy układy *EFR4D* wypadają zdumiewająco. Zostało to osiągnięte dzięki zastosowaniu rdzenia *ARM Cortex-M0*.

W materiałach reklamowych firmy *Energy Micro* można znaleźć porównanie rodziny *EFR4D* z innymi wiodącymi produktami w tej kategorii na rynku, między innymi z układami firmy *Texas Instruments* serii *CCXXX*. Jednak jak na każdy zestaw porównawczy stworzony przez jednego producenta, również i na ten trzeba spojrzeć z pewnym przymrużeniem oka. Dodatkowo, układy *Draco* dostępne będą dopiero pod koniec bieżącego roku, a do tego czasu konkurencja również może wprowadzić na rynek produkty zbliżonych, a nawet lepszych parametrach. Niemniej jednak w porównaniu zużycia prądu podczas pracy układy *EFR4D* wypadają zdumiewająco. Zostało to osiągnięte dzięki zastosowaniu rdzenia *ARM Cortex-M0*.

Cortex-M0

Rdzeń *Cortex-M0* został zaprojektowany dla mikrokontrolerów o jeszcze niż-

szym poborze prądu niż te z rdzeniem *Cortex-M3*, kosztem między innymi mocy obliczeniowej. Podstawowymi cechami tego rdzenia są między innymi: 32-bitowa architektura, małe zużycie prądu (nawet na poziomie 85 $\mu\text{A}/\text{MHz}$) czy różnonapięciowe domeny zasilające. Możliwe jest wykonywanie zestawu instrukcji *Thumbs 2*. Zestaw instrukcji dla tego rdzenia zawiera jedynie 56 pozycji i możliwe jest tworzenie oprogramowania w języku C. Taki rdzeń steruje układami z rodziny *EFR4D*. Dodatkowo firma *Energy Micro* wprowadza do i tak już szerokiego wachlarza produktów nowe pozycje, a są nimi mikrokontrolery z rdzeniem *Cortex-M0* – *EFM32 Zero Gecko*.

EFM32 Zero Gecko

Zastosowanie rdzenia *Cortex-M0* w nowych mikrokontrolerach zaowocowało jeszcze niższym poborem prądu. Zysk ten osiągnięto kosztem redukcji mocy obliczeniowej (*Cortex-M3* – 1,25 DMIPS/MHz, *Cortex-M0* – 0,9 DMIPS/MHz). Dodatkowo dla obniżenia poboru prądu zrezygnowano z pewnych peryferii, jak np. *LEUART*, przetwornik C/A czy sprzętowy akcelerator szyfrowania *AES*. Zredukowano również ilość pamięci *RAM* oraz *Flash*. Szczegółowe różnice w architekturze pomiędzy *Zero Gecko*, a standartowymi gekonami zostały przedstawione na **rysunku 6** (kolory peryferii odpowiadają kolorom trybów energetycznych umieszczonych w kółku w prawym górnym rogu w których możliwa jest praca peryferii, a szary kolor oznacza, że peryferium nie zostało zaimplementowane). Pomimo tych ograniczeń mikrokontrolery *Zero Gecko* idealnie nadają się do aplikacji w których poziom skomplikowania i liczba zastosowanych komponentów ustępują miejsca niskiemu zapotrzebowaniu na energię oraz bardzo długiemu czasowi działania bez potrzeby wymiany baterii.

Podsumowanie

Firma *Energy Micro* od początku swojej działalności stawia na niski pobór energii swoich układów celując w sektor urządzeń zasilanych bateryjnie. Seria *EFM32* pokazała kilka ciekawych rozwiązań dzięki którym dobrze zaprojektowany i sterowany system może pracować bez wymiany baterii nawet kilka lat. Idąc za ciosem oraz potrzebami rynku wydane zostały kolejne serie – seria *Tiny* pozwalająca zredukować koszty w mniej wymagających projektach oraz seria *Giant*, która jako pierwsza z licznej już rodziny gekonów posiada wbudowany moduł *USB Host* – popularnego szeregowego interfejsu bez którego ciężko wyobrazić sobie dzisiaj szybki przesył danych pomiędzy urządzeniami. Wydanie darmowej aplikacji *Simplicity Studio*™ usprawniającej pracę z gekonami oraz portal pomocy technicznej obsługiwany przez *Energy Micro* pokazują, że firma zdaje sobie sprawę z potrzeby wprowadzania bardzo krótkiego procesu projektowania urządzeń. Dodatkowo, nowe niskoenergetyczne układy do komunikacji bezprzewodowej znacznie rozszerzają potencjalny zakres zastosowań. W tej sytuacji inżynierowie zajmujący się aplikacjami o niskim poborze prądu nie powinni zbagatelizować produktów *Energy Micro*. Nawet jeżeli do tej pory korzystali z rozwiązań układowych innych producentów, to sugerujemy aby poświęcili chwilę na przeanalizowanie ekonomicznych aspektów zastosowania układów jednej z rodzin *Energy Micro* oraz śledzili na bieżąco ofertę firmy, aby nie przeoczyć takich nowości jak opisane w artykule układy *EFR4D Draco* oraz *Zero Gecko*. Warto również przetestować rozwiązania firmy *Energy Micro* za pomocą niskobudżetowych płytek ewaluacyjnych *STK* lub zaopatrzyć się u polskich dystrybutorów w próbki układów.

Wojciech Gelmuda
Andrzej Kos
Katedra Elektroniki
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza



Światowej klasy producent
materiałów termoprzewodzących

pasty

żele

termopady do 18 W/m²K

złącza elastyczne do LCD

SARCON®



ul. Zwoleńska 43/43a

04-761 Warszawa

tel. 22 615-73-71

www.semicon.com.pl