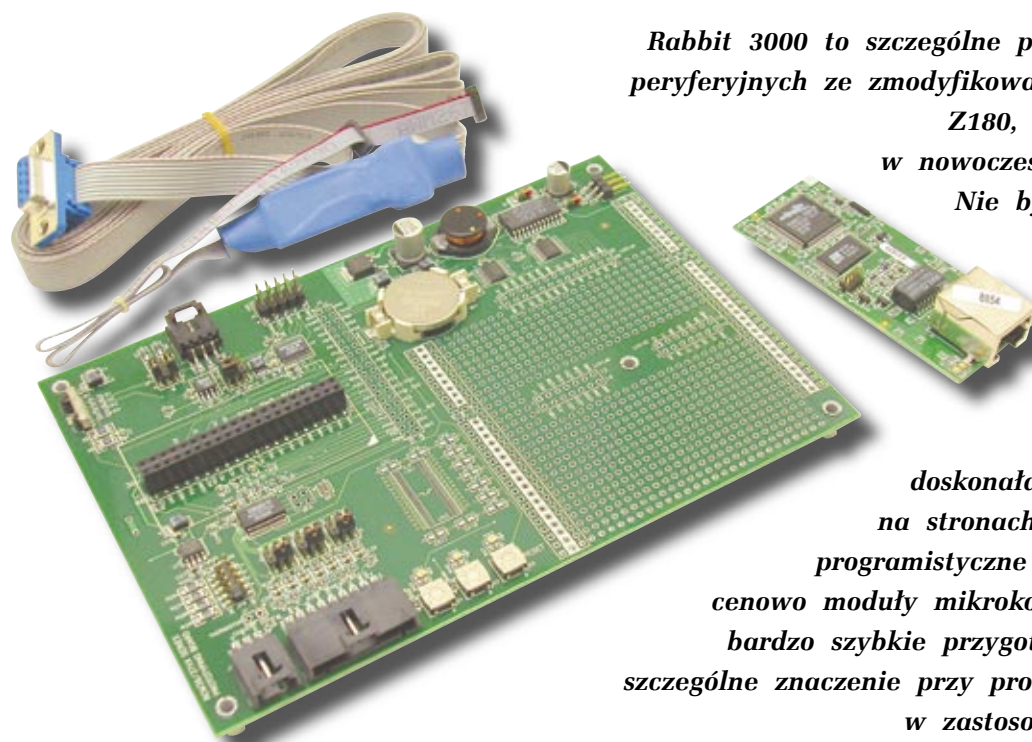


# Więcej niż procesor, część 2



*Rabbit 3000 to szczególne połączenie wielu układów peryferyjnych ze zmodyfikowanym rdzeniem procesora Z180, a wszystko to wykonane w nowoczesnej technologii 0.35  $\mu\text{m}$ .*

*Nie byłoby w tym pewnie nic szczególnego, gdyby nie specyficzny klimat, który udało się stworzyć producentowi wokół tych urządzeń.*

*Składają się na to: doskonała dokumentacja dostępna na stronach WWW, dobre narzędzia programistyczne oraz gotowe, atrakcyjne cenowo moduły mikrokontrolera pozwalające na bardzo szybkie przygotowanie aplikacji, co ma szczególne znaczenie przy produkcji niskoseryjnej oraz w zastosowaniach hobbystycznych.*

# Rabbit 3000

## System przerwań

Mikrokontroler posiada 3 poziomy obsługi przerwań oraz 4 poziomy pracy procesora. Jeśli poziom przerwania jest wyższy od poziomu procesora, to uruchamiana jest procedura obsługi przerwania po zakończeniu wykonywania bieżącej instrukcji. Nie dotyczy to sytuacji, w której wykonywana jest instrukcja uprzywilejowana. Wielopoziomowa struktura systemu przerwań umożliwia optymalną konfigurację czasu opóźnień obsługi przerwań dla konkretnej aplikacji.

**W mikrokontrolerze Rabbit 3000 zastosowano specjalny układ rozpraszania widma sygnału zegarowego służący do obniżenia emisji elektromagnetycznej.**

cji. Dla przerwań o najwyższym priorytecie czas reakcji jest na poziomie 20 cykli zegara. Przerwania mogą być generowane przez większość układów wewnętrznych oraz przez urządzenia zewnętrzne za pośrednictwem dwóch dedykowanych wejść.

## Zimny start (cold boot)

Po włączeniu zasilania Rabbit 3000 zaczyna wykonywanie kodu programu zawartego w zewnętrznej pamięci ROM. Najczęściej jest to pamięć typu Flash, która może być wielokrotnie programowana bezpośrednio w systemie docelowym przez łącze szeregowe. Możliwe jest to przez wymuszenie startu procesora z małej, wewnętrznej pamięci ROM zawierającej kod programu *bootstrap*, pozwalający na załadowanie i uruchomienie programu użytkownika w pamięci RAM. Programowanie może odbywać się bezpośrednio ze

środowiska DynamicC lub za pomocą osobnego programu. Wymuszenie trybu *cold boot* odbywa się poprzez zwarcie odpowiednich wyprowadzeń do masy. Jako interfejs komunikacyjny może być wykorzystane łącze szeregowe (async., sync.) albo *slave port*.

## Slave port

*Slave port* (rys. 5) umożliwia zastosowanie mikrokontrolera jako układu peryferyjnego wykorzystywanego przez system nadrzędny. *Slave port* to nic innego jak system rejestrów zatrzaśkowych i linii sterujących umożliwiający komunikację z procesorem nadrzędnym, który najpierw ładuje kod do układu *slave*, a następnie komunikuje się z nim jak ze zwykłym układem peryferyjnym. Układ *slave* musi oczywiście posiadać własną pamięć dla swojej aplikacji. Szkoda, że nie ma kawałka wewnętrznej RAM-u!

### Porty szeregowo

Rabbit 3000 posiada aż 6 niezależnych układów transmisji szeregowo. Wszystkie porty mogą pracować w trybie asynchronicznym, natomiast w trybie synchronicznym (SPI) mogą pracować tylko 4 z nich. Pozostałe 2 porty mogą obsługiwać protokoły synchroniczne SDLC/HDLC z wyborem modulacji (NRZ, NRZI, Manchester, FM0, FM1). Port A wykorzystywany jest podczas procedury „zimnego startu”, umożliwiającej komunikację z procesorem i programowanie zewnętrznej pamięci Flash. Dwa porty posiadają dodatkowe multipleksery, umożliwiające przełączenie wyprowadzeń TX, RX na zestaw alternatywny ATX, ARX. W trybie asynchronicznym możliwa jest transmisja 7- i 8-bitowa oraz specjalny 9-bitowy tryb adresowy. Niestety bity parzystości oraz dłuższe bity stopu muszą być obsługiwane programowo. Prędkość transmisji w trybie asynchronicznym, jak podaje producent, może przekraczać 500 kbps, a w trybie synchronicznym 4 Mbps. W trybie asynchronicznym możliwa jest bezpośrednia obsługa układów do transmisji w podczerwieni – IRDA.

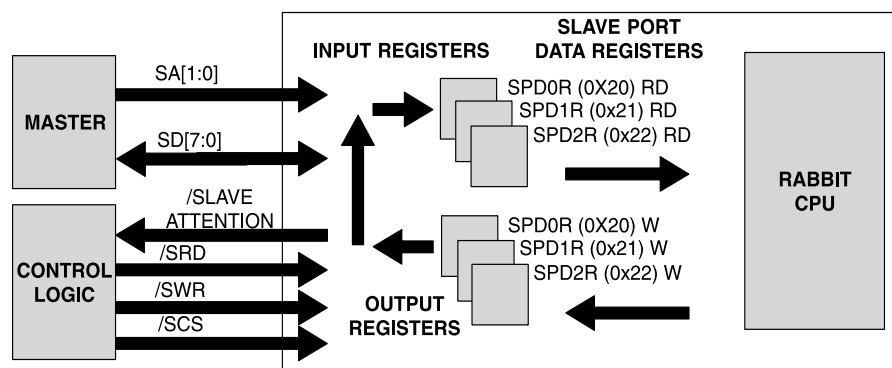
### Porty we/wy

Porty I/O podzielone są na siedem 8-bitowych grup oznaczonych jako: A, B, C, D, E, F, G. Większość wyprowadzeń posiada funkcje alternatywne związane z określonymi układami peryferyjnymi mikrokontrolera np. linie portu C mogą być wykorzystywane do transmisji szeregowo. Wydajność prądowa wyprowadzeń we/wy wynosi ok. 6 mA w obu kierunkach. Niektóre z wyprowadzeń mogą być skonfigurowane jako *open drain*. Wejścia są kompatybilne ze standardem TTL i tolerują napięcie 5 V. Duże możliwości stwarza tryb synchronizacji wyjść z systemem zegarowym. Synchronizacja wyjść umożliwia precyzyjną generację sygnałów sterujących, która ma zastosowania w telekomunikacji, sterowaniu silnikami krokowymi, etc.

nizacja wyjść umożliwia precyzyjną generację sygnałów sterujących, która ma zastosowania w telekomunikacji, sterowaniu silnikami krokowymi, etc.

### Układy licznikowe

Rabbit 3000 posiada 10 liczników 8-bitowych A1-A10, wykorzystywanych jako preskalery z zakresu od 1 do 256 oraz jeden układ 10-bitowy z dwoma wyjściami B1, B2, każde z oddzielnym rejestrem porównania. Oprócz tego istnieją 3 dodatkowe układy licznikowe wykorzystywane przez zegar czasu rzeczywistego, *watchdog* oraz układ generacji przerwania okresowego. Liczniki A3-A7, poprzedzone preskale-



Rys. 5. Slave port

Tab. MCU Rabbit 3000 – dane techniczne	
CPU	8-bitowy, zmodyfikowany rdzeń Z180
Zasilanie	1,8–3,6 V, tolerancja 5 V dla wyprowadzeń we/wy
Zegar główny	27 MHz (x2, x1, /2, /3, /4, /6, /8)
Maksymalna częstotliwość taktowania	55 MHz
Pobór prądu	2 mA/MHz @ 3,3 V
Wejście zegarowe	32,768 kHz
Fizyczna przestrzeń adresowa	1 MB, 8-bitowa
Porty we/wy	7×8 linii
Dekoder kwadraturowy	2 kanały
PWM	4 kanały 10-bitowe
Pomiar czasu	2 kanały 16-bitowe (Input Capture Channels)
Porty szeregowo	6 kanałów (Async, SPI, SDLC/HDLC, IRDA, cold boot)
Sprzętowy układ watchdog	250 ms – 2 s
Liczniki	10×8-bit, 1×10-bit
Zegar czasu rzeczywistego	podtrzymywanie bateryjne
Tryb energooszczędny	sleepy, ultra-sleepy (20 mA)
Oddzielna magistrala we/wy	opcjonalna
Obudowa	128-pin LQFP lub 128-ball TFBGA
Temperatura pracy	-55°C do +85°C
Zimny start	kod „bootstrap” w ROM
System przerwań	4-poziomowy
Układ rozpraszania widma emisji elektromagnetycznej	
Blokada zapisu do pamięci po wyłączeniu zasilania	
Cena	ok. 15 USD dla pojedynczych sztuk

rem A1, wykorzystywane są do taktowania układów transmisji szeregowo. Niektóre z nich mogą generować przerwania oraz służyć do synchronizacji wyjść ogólnego przeznaczenia. Układ 10-bitowego licznika B posiada 2 rejestry porównujące oraz 2 wyjścia służące do generacji przerwań lub synchronizacji wyjść.

### Pomiar czasu

Licznik A8 wykorzystywany jest przez 2-kanałowy układ pomiaru czasu o rozdzielczości 16 bitów (*Input Capture Channels*), służący do precyzyjnego pomiaru czasu zdarzeń zewnętrznych. Jako wejścia mogą być wybrane dwa spośród szesnastu wyprowadzeń we/wy.

### Dekoder kwadraturowy

Licznik A9 jest wykorzystywany przez 2-kanałowy układ dekodera kwadraturowego służącego do obsługi elektromechanicznych czujników położenia.

### Wyjścia PWM

Licznik A10 wykorzystywany jest przez autonomiczny, 4-kanałowy układ PWM (*Pulse Width Modulation*), pozwa-

lający na prostą realizację 4 wyjść analogowych o 10-bitowej rozdzielczości.

**Watchdog**

Układ *watchdog* zapobiega przypadkowemu zawieszeniu wykonywania programu. Jest to po prostu 17-bitowy licznik taktowany sygnałem 32,768 kHz. Możliwe jest ustawienie interwałów odświeżania z zakresu od 0,25 s do 2 s. Jeśli w tym czasie nie nastąpi „uderze-

nie” licznika, to mikrokontroler zostanie wyzerowany. Oprócz tego DynamiC pozwala na tworzenie wirtualnych, wielokrotnych układów *watchdog* realizowanych na drodze programowej.

**Zegar czasu rzeczywistego**

Jako zegar czasu rzeczywistego służy podtrzymywany bateryjnie, 48-bitowy układ licznika taktowany zewnętrznym sygnałem 32,768 kHz. Konwersję zawar-

tości licznika do postaci daty i czasu umożliwiają odpowiednie funkcje dostarczane ze środowiskiem DynamicC.

**Przerwanie okresowe**

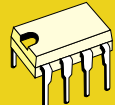
Rabbit 3000 posiada specjalny układ przerwania okresowego niskiej częstotliwości, sterowanego sygnałem 32,768 kHz, dzielonym przez 16. Pozwala to na regularne generowanie przerwania co 488 μs, które jest wykorzystywa-

- **PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE CZYNNE I BIERNE**
- **ELEMENTY AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ**
- Przełączniki elektromagnetyczne: miniaturowe do PCB, przemysłowe, czasowe, instalacyjne, gniazda
- Zasilacze impulsowe,
- Dławiki i filtry przeciwzakłóceńowe,
- Mierniki analogowe i cyfrowe,
- Złączki do szaf sterowniczych
- **MATERIAŁY I SPRZĘT ELEKTROTECHNICZNY**
- Wyłączniki krańcowe i zbliżeniowe,
- Przedłużacze z filtrem przeciwzakłóceńowym,
- Gniazda jedno i wielostykowe,
- Lampki energooszczędne

oraz

- Wkładki i gniazda bezpiecznikowe,
- Gniazda telekomunikacyjne uniwersalne UAE-ISDN,
- Termometry i termohigrometry cyfrowe i analogowe, timery
- Aerozole do elektroniki

**PEŁNA OFERTA W INTERNECIE**



ul. Kolejowa 15/17,  
00-950 Warszawa, skr. pocz.174  
tel. (22) 632-11-48, 632-46-71, 632-18-75  
fax (22) 632-23-36, 632-39-05

<http://www.unizet.com.pl>, e-mail: [unizet@unizet.com.pl](mailto:unizet@unizet.com.pl)

*złącza Samtec*  **samtec**  
www.elproma.com.pl  
www.samtec.com

**SYSTEMY POŁĄCZEŃ**

INTERFEJST    KABEL-PLYTA    PLYTA-PLYTA

MIKROZŁĄCZA

ZŁĄCZA DO MODELI GPS

ZŁĄCZA DO MODELI GPRS

ZŁĄCZA O DUŻEJ GĘSTOŚCI

RASTRY: 0,4 mm, 0,8 mm, 1,0 mm, 1,27 mm, 2 mm, 2,54 mm

ZŁĄCZA: PLYTA-PLYTA, KABEL-PLYTA, KARTA-PLYTA ORAZ INTERFEJSY DO UKŁADÓW SCALONYCH

15-102 Łoniewski/Warszawy, ul. Syrnawskiego 13, tel. (022) 751-76-80, fax (022) 751-76-81, e-mail: [rk@elproma.com.pl](mailto:rk@elproma.com.pl) Internet: [www.elproma.com.pl](http://www.elproma.com.pl)

dystrybutor:

**ELPROMA**  **ELEKTRONIKA**

**RK-SYSTEM**  
[www.rk-system.com.pl](http://www.rk-system.com.pl)



**PRODUCENT PROGRAMATORÓW UNIWERSALNYCH!**  
**OFERUJEMY KILKA MODELI PROGRAMATORÓW**

- **UprogHS 48 portable**: superszybki programator z podstawką ZIF48. Możliwość pracy samodzielnej lub z komputerem PC. **Urządzenie posiada interfejs USB**. W trybie samodzielnej obsługę zapewnia klawiatura, wyświetlacz LCD oraz nośnik danych w postaci karty typu SmartMedia. Opcjonalnie programator może być wykorzystywany jako analizator stanów logicznych, symulator pamięci, tester układów cyfrowych. Urządzenie obsługuje kilka tysięcy różnego typu układów. Lista jest wciąż rozwijana.
- w ofercie ponadto: **UprogHS 84, UprogHS 48, Uprog48, Uprog40** i inne.



**NARZĘDZIA DLA PROGRAMISTÓW I ELEKTRONIKÓW**

- Kompilatory C, emulatory, debuggery, symulatory, assembly dla różnych procesorów
- Przetworniki oscyloskopowe, rejestratory i analizatory stanów logicznych
- Oprogramowanie w tym OrCAD, ALLEGRO, SPECCTRA, PSPICE

ul. Chełmońskiego 30, 05-825 Grodzisk Maz., tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax (022) 724 30 37, email: [sprzedaz@rk-system.com.pl](mailto:sprzedaz@rk-system.com.pl)

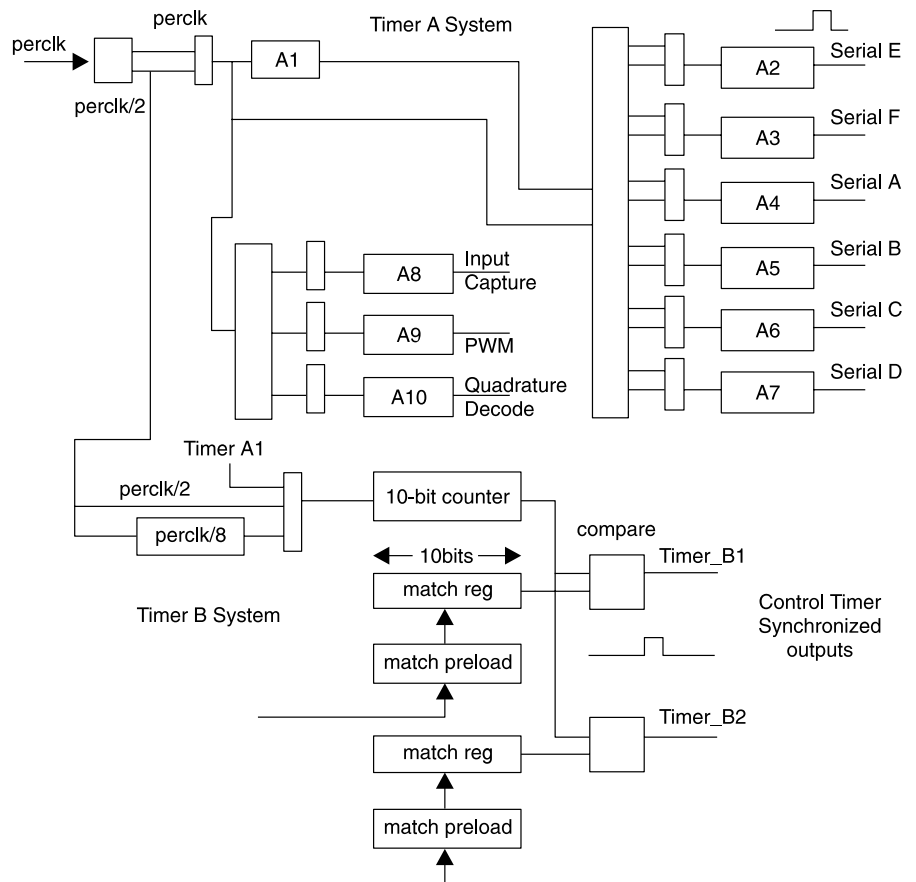
ne przez DynamiC do okresowej realizacji niektórych usług systemowych lub przez dostępny opcjonalnie systemu czasu rzeczywistego.

**Podtrzymywanie zawartości pamięci RAM**

Rabbit 3000 pozwala na łatwą realizację bateryjnego podtrzymania zawartości pamięci RAM bez dodatkowych układów zabezpieczających. Przewidziano bowiem specjalne wyprowadzenie RESOUT służące do sterowania załączaniem rezerwowego źródła zasilania pamięci RAM po zaniku zasilania mikroprocesora. Oprócz tego wyjście dekodera /CS1 po wyłączeniu zasilania pozostaje w stanie wysokiej impedancji, co po podłączeniu rezystora podciągającego zabezpiecza zawartość pamięci RAM przed przypadkowym zapisem.

**Obniżona emisja zakłóceń elektromagnetycznych**

W celu obniżenia emisji elektromagnetycznej w mikrokontrolerze został zaimplementowany układ rozpraszania widma sygnału zegarowego. Jego działanie polega na nieznacznej, pseudolosowej modyfikacji okresu zegara powodującej rozproszenie jego widma, a tym samym zmniejszenie poziomu podstawowej harmonicznej sygnału zegara nawet o 20 dB. Układ rozpraszania widma działa w 3 trybach: wyłączonym, normalnym i silnym. Oprócz tego w układzie zastosowano oddzielne wyprowadzenia zasilania dla rdzenia i układów we/wy w celu eliminacji szumu wysokoczęstotliwościowego na wyprowadzeniach we/wy pochodzącego od rdzenia. Zastosowanie obu rozwiązań oraz oddzielnej magistrali we/wy powinno ułatwić spełnienie norm kompatybilności elektromagnetycznej przez gotowe urządzenie.



Rys. 6. System układów licznikowych

**Tryby mikromocowe**

Mikrokontroler oferuje możliwość obniżenia poboru energii dzięki zastosowaniu kilku uzupełniających się rozwiązań. W trybie *sleepy* procesor może być taktowany sygnałem 2 kHz, otrzymywanym przez podział zewnętrznego sygnału 32,768 kHz, podczas gdy główny oscylator pozostaje wyłączony. Oczywiście w każdej chwili układ może zostać programowo przyspieszony. Oprócz tego cykle odczytu mogą zostać dopasowane tak, aby czas aktywnego sygnału /CS

był jak najkrótszy. Do wykorzystania tej możliwości niezbędne jest stosowanie specjalnych pamięci Flash, z funkcją automatycznego wyłączania lub można uruchamiać program bezpośrednio z pamięci SRAM. Rabbit 3000 niestety nie obsługuje pełnego trybu *sleep*, tzn. takiego, w którym układ pozostawałby wyłączony, a budzenie następowałoby przez generację odpowiedniego przerwania.

**Daniel Pilecki-Silva**



**wavecom**



Mikroprocesory i narzędzia uruchomieniowe  
EMBEDDED CONTROL -  
COMMUNICATION - CONNECTIVITY

Bluetooth Enabler

**connectBlue**

szybka i tania łączność



tel. (22) 33 60 200, fax (22) 33 60 201  
ul. Krańcowa 49, 02-493 Warszawa  
e-mail: [acte@acte.pl](mailto:acte@acte.pl)  
**www.acte.pl**