



# Nowe mikrokontrolery Renesas M32C

## Jedna platforma, wiele variantów. Czy można chcieć więcej?

*Współcześnie trudno byłoby sobie wyobrazić życie bez mikrokontrolerów. Te powszechnie stosowane komponenty codziennie towarzyszą nam w różnych sytuacjach. Spotykamy się z nimi już podczas śniadania – pracując w ekspresie do kawy. Towarzyszą nam podczas drogi do pracy w samochodzie czy w środkach komunikacji publicznej. Dzięki swojemu różnorodnemu wykorzystaniu, niejednokrotnie towarzyszą nam one również w czasie wolnym.*

We wszystkich tych zastosowaniach trwale zadomowiły się mikrokontrolery 16-bitowe. Nowa seria mikrokontrolerów firmy Renesas R32C, dzięki ogromnej wydajności prawdziwego, 32-bitowego rdzenia, doskonale zaspokaja potrzeby każdej aplikacji.

Producenci elektronicznych urządzeń przemysłowych i do użytku domowego są dziś poddawani wyjątkowej presji związanej z koniecznością obniżania kosztów produkcji, co skłania ich do zastosowania uniwersalnej platformy sprzętowej wielokrotnego

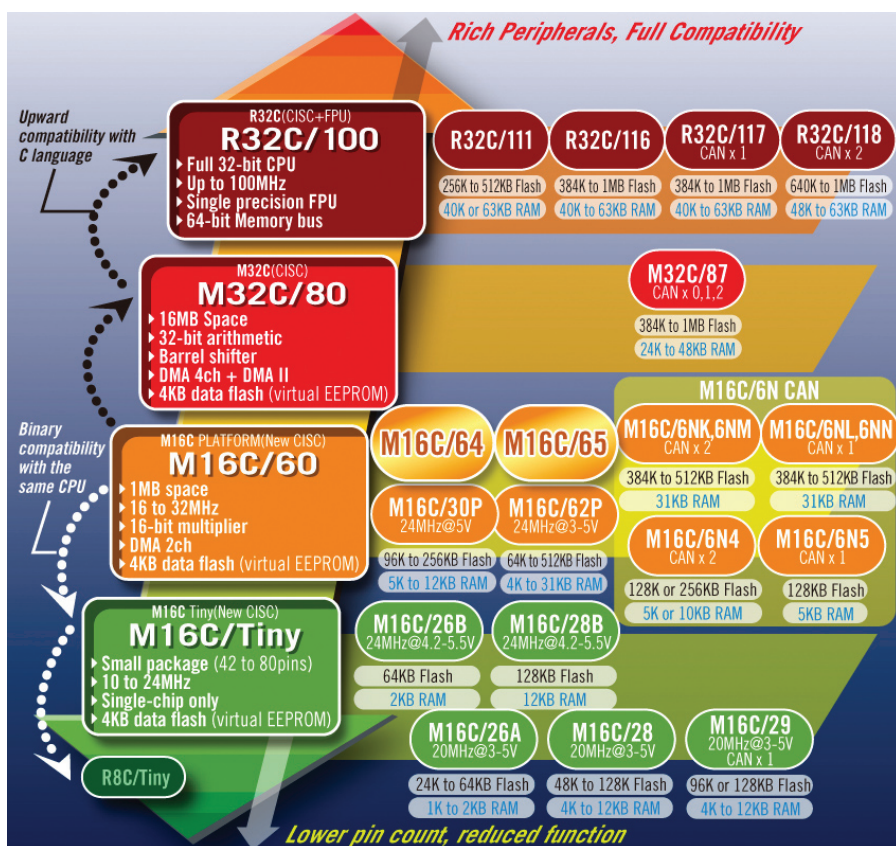
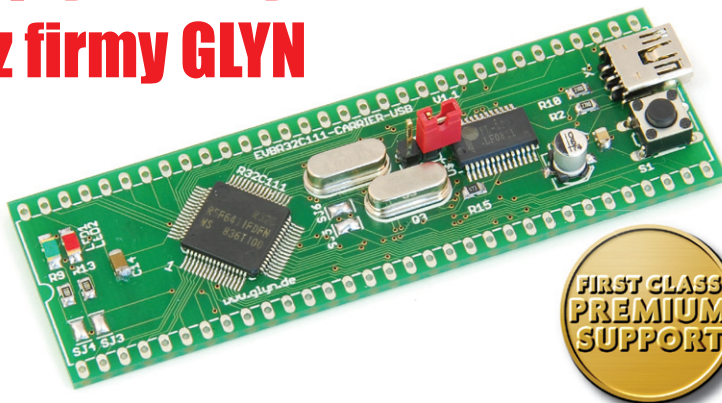
użytku. Liczne aplikacje są już teraz rozwijane w oparciu o istniejące platformy. Główną zaletą takiego rozwiązania jest obniżenie kosztów produkcji, a to wszystko dzięki użyciu znanych elementów, pracujących w otoczeniu komponentów dobrze sprawdzonych w różnych zastosowaniach.

Renesas uwzględnia wymagania współczesnego rynku w swojej ofercie produktów. Szczegółne miejsce zajmuje w niej platforma M16C, ponieważ jej kompatybilność nie ogranicza się tylko do rdzenia czy instrukcji MCU, ale obejmuje również urządzenia peryferyjne i otoczenie mikrokontrolera. Kompatybilne są nawet wyprowadzenia obudów

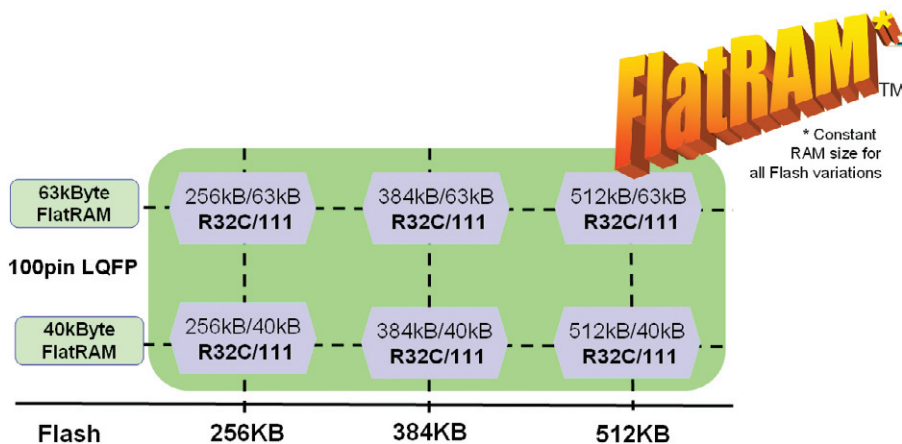
# Do wygrania jedna z płyt nośnych z RENESAS R32C/111 z firmy GLYN

Pierwsze 50 osób, które podesłają nam email na adres sales@glyn.pl swoje dane adresowe, wraz z krótkim opisem planowanej aplikacji, otrzymają jeden z zestawów z MCU Renesas.\*

\*dochodzenie roszczeń na drodze prawnej jest wykluczone



Rys. 1. Paleta mikrokontrolerów platformy M16C



Rys. 2. FlatRAM mikrokontrolera R32C/111

poszczególnych rodzajów tych układów, co ułatwia decyzję o wyborze i zastosowaniu innego komponentu, w tej samej obudowie, lecz lepiej pasującego do bieżących potrzeb aplikacji.

Rynek skłania się jednak nie tylko w stronę projektu elastycznej platformy sprzętowej. Kolejnym trendem jest stosowanie coraz wydajniejszych układów. Z tego powodu Renesas oferuje klientom, obok dotychczasowej platformy, nowy, bardziej wydajny układ, którego zastosowanie nie wiąże się z problemami, które mogą powstać zarówno w dziale technicznym, jak i zaopatrzenia na skutek wprowadzenia zmian konstrukcyjnych wyrobu.

O sukcesie każdej pojedynczej platformy decyduje odpowiedni rdzeń wyposażony w wymaganą pamięć i odpowiednie układy peryferyjne dla projektowanej aplikacji, a wszystko to oczywiście w cenie, która nie rozsadzi zaplanowanego budżetu. Nowa seria R32C, z nowym 32-bitowym rdzeniem CISC, spełnia te wszystkie wymagania (rys. 1).

## R32C – bardziej wydajne uzupełnienie oferty mikrokontrolerów M16C

Renesas poszerza ofertę mikrokontrolerów M16C o nową serię, oznaczoną R32C. Są to całkowicie nowe, bardziej wydajne układy, z pamięciami Flash i RAM o większej pojemności niż w serii M16C. Pamięci o większych pojemnościach umożliwiają użytkownikom budowę różnorodnych aplikacji oraz łatwą implementację protokołów komunikacyjnych, zwykle wymagających sporych zasobów sprzętowych.

R32C/111 jest protoplastą całej rodziny mikrokontrolerów wyposażonych w pamięć tzw. FlatRAM (rys. 2). Nie jest to nowa technologia wytwarzania pamięci, ale bardzo ciekawa idea zaproponowana przez Renesas. Zgodnie z nią, każdy układ ma dużą pamięć RAM, niezależnie od wybranej pojemności pamięci Flash. Powód jest oczywisty: stopy



komunikacyjne, używające wbudowanej pamięci RAM, nie będą jej potrzebować mniej tylko dlatego, że oprogramowanie użytkowe zostanie umieszczone w mniejszej pamięci Flash.

Zaletą proponowanej przez firmę filozofii wytwarzania układów o nazwie FlatRAM jest to, że podczas prac konstrukcyjnych inżynierowie i programiści często używają układu o największej dostępnej pamięci Flash, a tym samym o najwyższej cenie. Często po okresie prototypowym okazuje się jednak, że na potrzeby produkcji seryjnej można użyć tańszego mikrokontrolera, o mniejszej pamięci Flash. Można tym samym wybrać rozwiązanie optymalne nie tylko z punktu widzenia biura projektowego, ale również ograniczyć koszty produkcji.

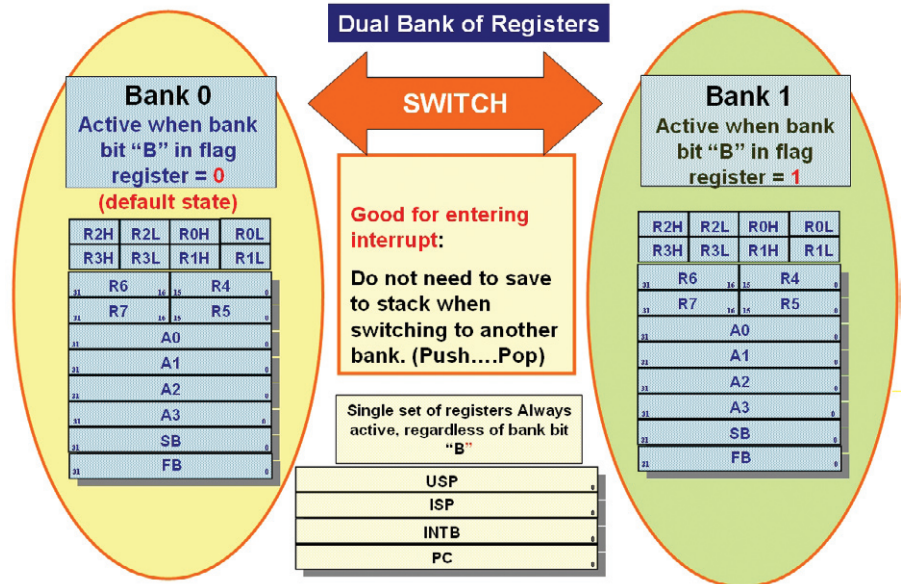
Mikrokontrolery R32C/111 oferowane są z pamięciami FlatRAM o pojemnościach 40 kB i 63 kB, i z pamięciami Flash o pojemnościach 256 kB, 384 kB i 512 kB. Dzięki temu, do dyspozycji konstruktorów oddano niespotykane u konkurentów kombinacje pamięci – np. 256 kB Flash i 63 kB RAM.

Nowoczesne mikrokontrolery, programowane w językach wysokiego poziomu, muszą być wyposażone w wydajny rdzeń po to, aby wykonywać w krótszym czasie więcej operacji. Dzięki temu można uniknąć konieczności stosowania tzw. wstawek w assemblerze do obsługi operacji wykonywanej w czasie rzeczywistym. Dlatego też, nowe mikrokontrolery Renesas wyposażono w wydajny 32-bitowy rdzeń typu R32C. Przy jego konstrukcji opierano się na wieloletnich doświadczeniach zdobytych podczas produkcji i sprzedaży mikrokontrolerów z rdzeniem M16C.

### Rdzeń R32C

Bazujący na architekturze von Neumana 32-bitowy rdzeń CISC R32C zawiera dwa banki rejestrów (rys. 3) z szesnastoma 32-bitowymi, uniwersalnymi rejestrami adresowymi i czterema 32-bitowymi rejestrami okna/bazy (Frame/Static Base). Wykorzystanie rejestrów danych można elastycznie dopasować do indywidualnych wymagań kodu programowego.

Dodatkowo, CPU do zwiększenia wydajności ma do dyspozycji cały szereg jednostek funkcyjnych. Są to między innymi:



Rys. 3. Przelączane banki rejestrów mikrokontrolera R32C/111

- Sprzętowy układ mnożący:  $32 \text{ B} \times 32 \text{ B} = 64 \text{ B}$ ,
  - Jednostka RMPA (Repeat Multiply And Accumulate) przydatna podczas operacji cyfrowego przetwarzania sygnałów,  $32 \text{ B} \times 32 \text{ B} + 64 \text{ B} = 64 \text{ B}$
  - Koprocesor (FPU) zgodny normą IEEE-754,
  - 32-bitowy rejestr przesuwany krążący (Barrel Shifter),
  - 64-bajtowa kolejka instrukcji (Instructions Queue).
- Maksymalna częstotliwość taktowania aktualnie produkowanych seryjnie mikrokontrolerów typu R32C/111 jest równa 50 MHz, co daje czas trwania cyklu maszynowego równy

20 ns.

Jednostka centralna R32C pozwala uzyskać ogólną wydajność aż 42 DMIPS, osiąganą podczas przetwarzania kodu z wbudowanej pamięci Flash, bez wprowadzonych stanów oczekiwania. Jest to wyjątkowa szybkość, którą tylko teoretycznie może osiągnąć większość układów aktualnie oferowanych przez konkurencję.

Jednostkę centralną wyposażono w zmiennoprzecinkowy koprocesor matematyczny (FPU) zgodny z normą IEEE-754. Kompilator oferuje możliwość wyboru funkcji FPU, które będą używane podczas realizacji programu. FPU może wspomagać pracę CPU, realizując różne operacje matematyczne na liczbach zmiennoprzecinkowych: do-

dawanie, mnożenie, dzielenie, odejmowanie, konwersja, porównywanie i zaokrąglanie. Włączenie koprocesora powoduje, że programy wykonujące operacje zmiennoprzecinkowe wykonywane są ponad 50 razy szybciej, niż gdyby używały opcjonalnej, programowej biblioteki operacji zmiennoprzecinkowych.

Zintegrowane w strukturze 32-bitowy układ mnożący i 32-bitowy szybki przesuwany rejestr krążący (Barrel Shifter) w istotny sposób podnoszą wydajność przetwarzania. Ponadto rdzeń R32C wspiera podstawowe funkcje DSP, jak na przykład instrukcję RMAC (wielokrotne mnożenie/dodawanie) wykonywaną przy okazji obliczeń filtrów.

W celu osiągnięcia maksymalnej wydajności, 32-bitowy rdzeń podłączono do wewnętrznej 64-bitowej magistrali pamięci. Wewnętrzna struktura magistrali dzieli się na szynę szybką, zarezerwowaną dla CPU i dostępu do pamięci, oraz wolną, służącą jako interfejs układów peryferyjnych.

Oprócz magistrali wewnętrznej i szyny układów peryferyjnych R32C ma szynę zewnętrzną o szerokości 8 lub 16 bitów i częstotliwości taktowania do 32 MHz. Przestrzeń adresową o wielkości 64 MB można podzielić na maksymalnie cztery obszary, dla których można indywidualnie ustalić szerokość słowa danych i liczbę cykli oczekiwania na dostęp do danych. Osiągnięto w ten sposób maksymalną elastyczność konfiguracji systemu, który może posłużyć do realizacji różnych, indywidualnych rozwiązań sprzętowych.

**Bernd Westhoff**  
**Marc-Oliver Reinschmidt**  
Renesas Technology Europe