

# Nowoczesne układy peryferyjne 8-bitowych mikrokontrolerów PIC

Sukces rynkowy każdej nowej aplikacji jest uzależniony od wielu czynników. Pomijając kwestie promocji i marketingu, najważniejsze są takie cechy, jak np.: cena, wydajność, sprawność i wielkość urządzenia. Niestety, często dążenie do polepszenia produktu pod jednym względem jest powiązane z pogorszeniem go z innego punktu widzenia. Na szczęście, w wypadku projektów zawierających mikrokontrolery, wciąż jest możliwe konstruowanie innowacyjnych aplikacji o coraz to lepszych parametrach, przy zachowaniu niskich cen. Kluczem do sukcesu nierzadko są nowatorskie, zaawansowane układy peryferyjne, stanowiące integralną część nawet prostych, 8-bitowych mikrokontrolerów. W artykule omawiamy najnowsze peryferia 8-bitowych PIC-ów firmy Microchip.

## Konfigurowalne komórki logiczne

Bramki logiczne zintegrowane z mikrokontrolerem pozwalają w czasie rzeczywistym wykonywać operacje takie jak: iloczyn logiczny (AND), suma logiczna (OR), alternatywa wykluczająca (XOR), zaprzeczenie (NOT), dysjunkcja (NAND), binegacja (NOR) i negacja alternatywy wykluczającej (XNOR). Dzięki możliwości swobodnej ich konfiguracji, do każdej z wymienionych operacji wystarczy pojedyncza bramka. Ponadto, jest możliwe tworzenie automatów w oparciu o wbudowane przerzutniki D i JK oraz zatrzaśki D i SR. Jako wejścia do bramek i przerzutników mogą posłużyć sygnały podawane bezpośrednio na wyprowadzenia obudowy mikrokontrolera lub pochodzące z innych peryferiów. Wyjścia mogą być przekierowane na inne wyprowadzenia lub do pozostałych peryferiów. Co ważne, funkcje logiczne będą realizowane również w czasie, gdy mikrokontroler znajduje się w trybie uśpienia.

Bramki logiczne ułatwiają swobodny przepływ sygnałów pomiędzy peryferia-

mi (rysunek 1). Pozwalają na wykonanie w łatwy sposób popularnych operacje najczęściej wykonywanych z użyciem dodatkowych komponentów, które zajmowałyby miejsce na płycie drukowanej. W porównaniu do implementacji programowej, nie komplikują kodu ani nie zużywają mocy obliczeniowej rdzenia. Mimo to, realizowane przez nie funkcje mogą być zmienione za pomocą oprogramowania.

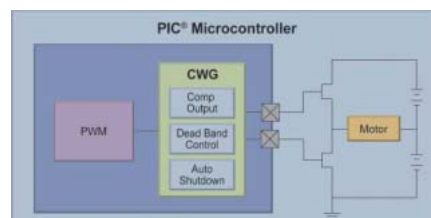
Bramki znajdują zastosowanie do modulacji danych, kodowania sygnałów (np. kodem Manchester), sterowania w oparciu o zdarzenia i sygnalizowania warunkowego i w wielu innych aplikacjach. Są dostępne w mikrokontrolerach takich jak PIC10F32X i PIC1X150X.

## Generator sygnałów komplementarnych

Kolejnym ciekawym układem peryferyjnym jest CWG (Complementary Waveform Generator) lub COG (Complementary Output Generator), który służy do generowania

### Dodatkowe informacje:

Gamma Sp. z o. o.  
ul. Kacza 6 lok. A, 01-013 Warszawa  
tel.: 22-862-75-00, faks: 22-862-75-01  
e-mail: info@gamma.pl, [www.gamma.pl](http://www.gamma.pl)

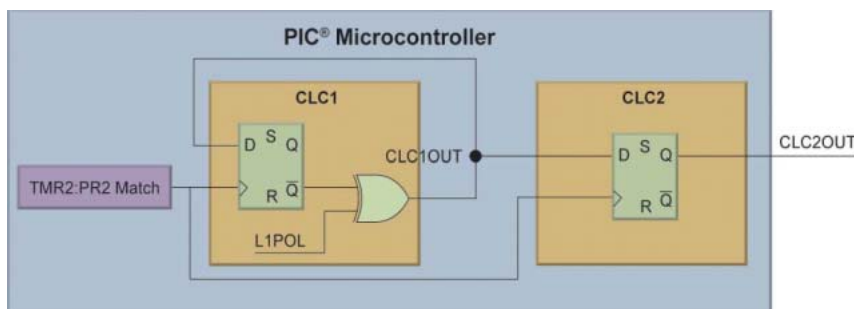


Rysunek 2. Przykład zastosowania generatora sygnałów komplementarnych

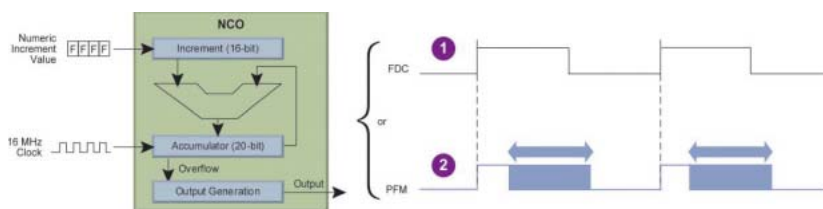
dwóch, częściowo uzależnionych od siebie sygnałów w oparciu o jeden wejściowy (rysunek 2). Za jego wejście mogą posłużyć sygnały z komparatorów, PWM-u, komórek logicznych lub sterowanego oscylatora. Analizuje on zmiany na wejściu, umożliwiając filtrowanie krótkich impulsów oraz pozwala na opóźnianie wyjścia w fazie względem wejścia. Dwa, powiązane ze sobą sygnały wyjściowe pozwalają na bezpośrednie sterowanie pracą wielu złożonych urządzeń, takich jak np. silniki. Ułatwiają tworzenie zasilaczy, systemów oświetlenia LED-owego, ładowarek akumulatorów, układów korekcji współczynnika mocy i wzmacniaczy audio klasy D. Dzięki scaleniu w obudowie mikrokontrolera, zmniejszają koszt i fizyczną wielkość gotowego urządzenia oraz ograniczają pobór mocy. CWG dostępny jest w MCU PIC10F32X, PIC12F752 i PIC1XF150X.

## Oscylator sterowany cyfrowo

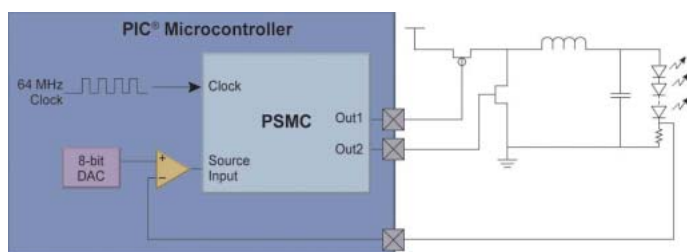
Bardzo przydatny może okazać się oscylator sterowany cyfrowo (Numerically Controlled Oscillator – NCO), który umożliwia prawdziwie liniowe regulowanie generowanej częstotliwości (rysunek 3). Sygnał wyjściowy NCO tworzony jest z 20-bitową rozdzielczością w oparciu o 16-megahercowy, niezależny, wejściowy sygnał zegarowy. Generowana częstotliwość ustawiana jest za pomocą 16-bitowej liczby, co dzięki liniowej skali daje 15-hercowy skok. Maksymalna częstotliwość wyjścia to 500 kHz. Co więcej, wyjście może pracować w dwóch trybach: w standardowym, gdy czas trwania impulsu



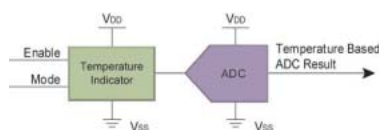
Rysunek 1. Przykład połączenia konfigurowalnych komórek logicznych



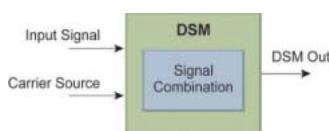
Rysunek 3. Schemat blokowy oscylatora sterowanego cyfrowo



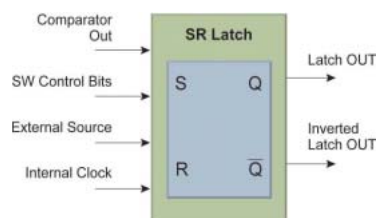
Rysunek 4. Przykład zastosowania zaawansowanego, wielokanałowego, programowalnego sterownika PWM do wykonania przetwornicy obniżającej do zasilania diod LED



Rysunek 5. Schemat blokowy wbudowanego miernika temperatury



Rysunek 6. Modulator sygnału danych



Rysunek 7. Zatrask SR

zegarowego wynosi połowę jego okresu (tryb FDC) oraz z regulowanym współczynnikiem wypełnienia (tryb PFM). Oscylator znajduje zastosowanie w układach sterowania oświetleniem, zasilaczach, napędach, modemach i wzmacniaczach audio klasy D. NCO jest dostępny w mikrokontrolerach PIC10F32X i PIC1XF150X.

### Zaawansowany, wielokanałowy, programowalny sterownik PWM

Układ PSMC (Programmable Switch Mode Controller) to zaawansowany sterownik umożliwiający generowanie sygnałów w oparciu o różne wejścia zegarowe (wejście zewnętrzne, systemowe lub niezależny zegar 64 MHz) i różne sygnały sterujące (komparatory i wyprowadzenia obudowy). Pozwala na generowanie do 6 oddzielnych sygnałów PWM lub do 3 podwójnych, komplementarnych, z bramkowanymi wyjściami. Rozdzielczość sterowania PWM to 16 bitów, a dostępne tryby wyjść umożliwiają sterowanie pracą

różnego rodzaju silników. PSMC znajduje zastosowanie m.in. w zasilaczach, przetwornicach, układach PFC, systemach sterowania oświetleniem, napędach i aplikacjach z czujnikami (rysunek 4). Upraszcza generowanie szybkich, precyzyjnie sterowanych sygnałów PWM. Blok PSMC jest dostępny w mikrokontrolerach PIC16F178X.

### Miernik temperatury

Kolejnym podukładem jest czujnik temperatury, dołączony bezpośrednio do przetwornika A/C. Jego wskazania mieszczą się w zakresie od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+85^{\circ}\text{C}$ , co pozwala na zrealizowanie w tani sposób sterowania w oparciu o temperaturę, bez konieczności stosowania dodatkowych, zewnętrznych komponentów (rysunek 5). Jest przydatny w takich aplikacjach, jak telefony komórkowe, urządzenia dużej mocy, konsumencki sprzęt domowy i wielu innych. Ułatwia implementację funkcji zabezpieczania urządzeń przed przegrzaniem. Czujnik temperatury dostępny jest w mikrokontrolerach PIC10F32X, PIC16F72X, PIC1XF15XX, PIC16(L)F19XX, PIC16F182X, PIC16F178X i PIC18FXXK22.

### Modulator sygnału danych

Blok ten odpowiada za modulowanie dowolnych strumieni danych z użyciem częstotliwości nośnej. Tę stanowić może sygnał z wyprowadzenia układu, zegar odniesienia, PWM, sygnał UART/SPI/I<sup>2</sup>C, bit rejestru lub wyjście wbudowanego komparatora (rysunek 6). Zdecydowanie ułatwia tworzenie strumieni IrDA oraz przygotowywanie danych do transmisji ASK, FSK, PSK, a także tworzenie autorskich sposobów komunikacji. Modulator dostępny jest w mikrokontrolerach PIC16F182X/184X.

### Bramkowany timer

Układ ten służy do pomiaru długości dowolnych sygnałów wejściowych. Odliczanie może zostać rozpoczęte

lub wstrzymane za pomocą dowolnego wejścia, za które posłużyć może wyjście komparatora, timer 0 lub wyprowadzenie T1G mikrokontrolera. 16-bitowy licznik timera 1 może być taktowany zegarem wbudowanego oscylatora (opcjonalnie 4-krotnie spowolnionego) lub oddzielnym zegarem timera 1. Rozpoczęcie i zakończenie pomiaru mogą być dobrane niezależnie, w oparciu o zbocze opadające lub narastające monitorowanego sygnału. Po zakończeniu pomiaru timer wyzwala przerwanie.

Omawiany podukład nie wymaga do działania dodatkowych komponentów i ułatwia tworzenie przetworników analogowo-cyfrowych delta-sigma, dekodowanie sygnału PWM, oraz pomiary czasu i częstotliwości impulsów. Timer dostępny jest w układach PIC12F15XX, PIC16F72X, PIC16F18XX, PIC16F88X, PIC16F19XX, PIC18FXXK22 oraz rodzinach PIC16F61X i PIC16F690.

### Zatrask SR

Układ ten może być sterowany sygnałem z wbudowanego komparatora, programowalnego zegara, wyprowadzenia obudowy lub za pomocą kodu programu. Jego wyjście może być wyprowadzone na zewnątrz obudowy lub przekierowane wewnątrz mikrokontrolera (rysunek 7). W praktyce pozwala na realizację wszystkiego, co dało się wykonać w oparciu o popularny timer 555. Ułatwia też tworzenie tanich oscylatorów i generatorów sygnałów, bez potrzeby stosowania wielu dodatkowych podzespołów. Stosowany jest m.in. do modulacji ASK, ściemniania lamp AC, komparatorów fazy i generatorów dźwięków lub PWM. Uwaga – funkcja zatrasku SR jest zaimplementowana również w omówionym na początku artykułu module konfigurowalnych komórek logicznych. Ponadto zatrask dostępny jest w mikrokontrolerach PIC16F61X, rodzinie PIC16F690, PIC16F18XX, PIC16F88X, PIC16F19XX, PIC18FXXK22 i PIC18F1XK50.

### Podsumowanie

Wszystkie omówione bloki peryferyjne stanowią duże ułatwienie dla twórców projektów wykorzystujących proste, 8-bitowe mikrokontrolery. Sprawiają, że nawet jeśli do aplikacji wybrany zostanie tani MCU o niedużej wydajności, to i tak umożliwi on realizację zaawansowanych funkcji. Co więcej, fakt że peryferia te w większości przypadków nie wymagają do działania żadnych dodatkowych podzespołów, upraszcza cały projekt, zmniejsza jego koszt oraz wymiary, a także podnosi niezawodność. W końcu to liczba połączeń pomiędzy komponentami jest głównym czynnikiem skracającym MTBF, a fakt scalenia wielu układów w jednej obudowie znacząco wydłuża żywotność gotowego urządzenia.

Marcin Karbowniczek, EP