

# Płynna zmiana jasności diod LED o małej mocy



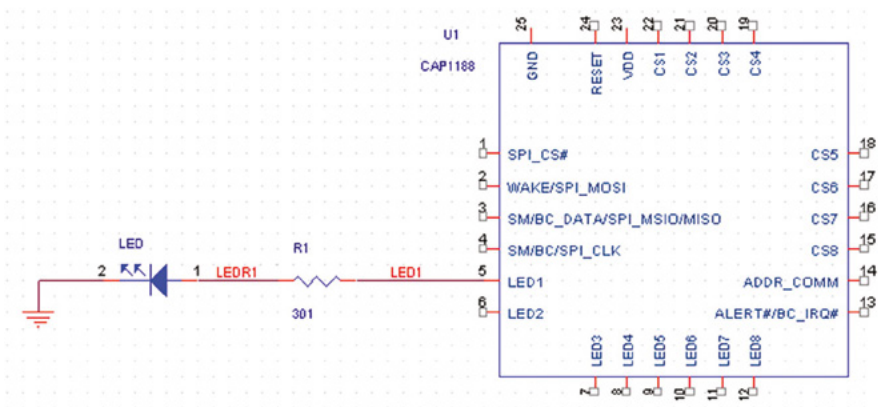
Nawet sterowanie diodami LED małej mocy coraz rzadziej przybiera formę „zerojedynkową”. Projektanci nowoczesnych urządzeń coraz częściej starają się poprawić wrażenie, jakie robi na użytkownikach gotowy produkt np. poprzez płynną zmianę jasności sygnalizacyjnych diod LED. Efekty, takie jak tzw. „oddychanie” światła oraz reagowanie diod na dotykanie przycisków pozwalają na wzbudzenie odczucia bezpośredniego, a jednocześnie naturalnego, interaktywnego kontaktu człowieka z maszyną. Pomagają w tym układy scalone, takie jak CAP1188 z serii RightTouch firmy Microchip.

Układy RightTouch to przede wszystkim wielokanałowe sensory do pojemnościowych przycisków dotykowych, ale zarazem większość z nich ma też wyjścia do sterowania diodami LED. Zaimplementowano w nich kilka trybów pracy oraz mechanizmy przełączania, które umożliwiają uzyskanie płynnych przejść przy zmianie jasności świecenia diod LED.

## Podstawowa konfiguracja

Schemat blokowy układu CAP1188 z rodziny RightTouch pokazano na **rysunku 1**. Wyprowadzenia do podłączenia diod LED mogą być ustawione do pracy w trybie otwartego drenu lub w trybie przeciwsobnym (push-pull). Odpowiada za to 8-bitowy rejestr układu CAP1188 znajdujący się pod adresem 71h. Każdy z bitów odpowiada jednemu wyjściu. Ustawienie konkretnego bitu na „0” konfiguruje dane wyjście do pracy w trybie otwartego drenu, a wpisanie „1” – jako wyjścia przeciwsobnego. Domyślnie wszystkie wyjścia są ustawione do pracy w trybie otwartego drenu.

Wyjścia do podłączenia diod LED są sterowane poprzez wpisywanie odpowiednich wartości do rejestru pod adresem 74h.



Rysunek 1. Schemat blokowy układu Microchip CAP1188

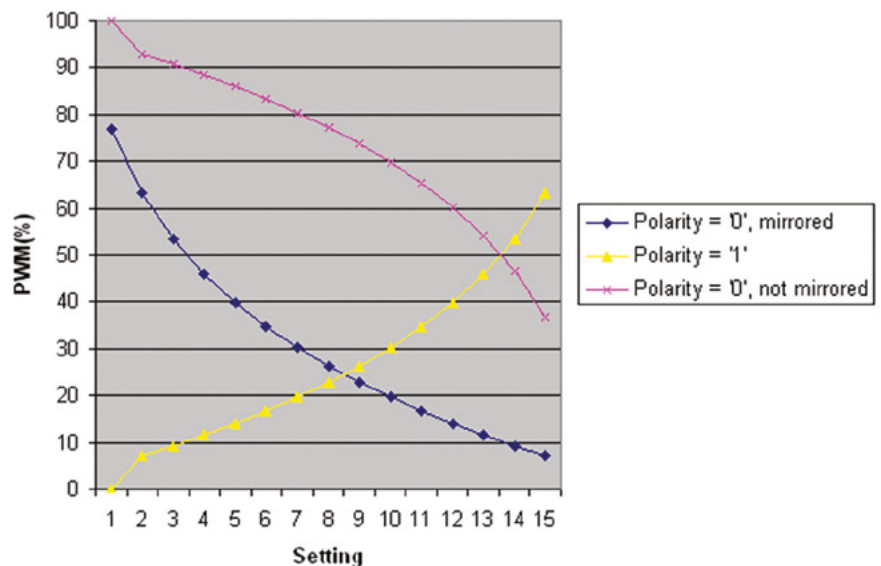
Typowo, wyzerowanie odpowiedniego bitu tego rejestru powoduje rozpoczęcie przewodzenia prądu przez dane wyprowadzenie, a jego ustawienie – wyłączenie przepływu prądu. Jeśli polaryzacja diody jest odwrotna, należy zmienić ustawienia odpowiednich bitów w rejestrze po adresie 73h, co spowoduje, że ustawienie bitu w rejestrze pod adresem 74h wysteruje diodę prądem płynącym w kierunku od układu do diody, a wyzerowanie wyłączy diodę. Dotyczy to sytuacji, jak pokazano na **rysunku 2**.

### Połączenie z sensorem

Układy RightTouch pozwalają na powiązanie stanu diody ze stanem monitorowanych przycisków dotykowych. Odpowiada za to rejestr pod adresem 72h – wyzerowanie bitu informuje, że odpowiadająca mu dioda nie jest powiązana z danym przyciskiem, a ustawienie wiąże je ze sobą. Domyślnie, diody LED nie są powiązane z przyciskami. Jeśli ustawione zostanie powiązanie, wartość bitu rejestru pod adresem 74h dla danej diody jest ignorowana.

### Zaawansowane sterowanie

Za aktualną jasność świecenia diody LED odpowiada wypełnienie sygnału PWM, które można ustawić z użyciem 1-bajtowej wartości. Rzecz w tym, że znaczenie tej wartości będzie różne, w zależności od sposobu zasilania diody (a więc i rejestru 73h) oraz zawartości rejestru lustrzanego (79h). Jeśli wartość odpowiedniego bitu w rejestrze 73h wynosi „1”, to im wartość w rejestrze odpowiadającym PWM dla danej diody jest większa, tym wypełnienie sygnału PWM jest większe. W przeciwnym przypadku, większa wartość oznacza mniejsze wypełnienie. Jednakże za charakterystykę zmian wypełnienia odpowiada też rejestr lustrzany, który – dla zera w rejestrze 73h – jeśli jest ustawiony, pozwala precyzyjniej sterować jasnością o małym natężeniu. Jeśli jest wyzerowany, możliwe jest uzyskanie maksymalnej jasności diody i bardziej dokładne sterowanie jej jasnością w górnym zakresie natężeń światła. Odpowiednie manipulowanie tymi rejestrami pozwala uzyskać jak najlepsze



**Rysunek 2. Przykład dołączenia diody LED do układu CAP1188, z wyjściem ustawionym w trybie push-pull**

wrażenia użytkowe (**rysunek 3**). Ludzkie oko będzie lepiej rozpoznawało zmiany jasności diody w zakresie wypełnienia sygnału PWM mniejszego niż około 75%.

Układy RightTouch mają jeszcze jedną ciekawą funkcję. Umożliwiają zmianę sposobu sterowania każdą diodą, tj. ze sterowania niezależnego, do powiązania z przyciskami, bez nagłego zmieniania stanu danej diody. W tym celu, po uprzednim skonfigurowaniu danego LEDa do pracy niezależnej od czujnika dotykowego i np. po wysterowaniu diody, należy wpisać wartość „1” do rejestru pod adresem 44h, co spowoduje ustawienie odwrócenie sygnału z czujnika. Następnie w rejestrze kontrolującym zmianę sposobu świecenia diody (77h), należy ustawić bit na pozycji odpowiadającej danej diodzie, co wymusi wstrzymanie zmiany stanu diody, w chwili powiązania jej z czujnikiem. Następnie korzystamy ze wspomnianego wcześniej rejestru spod adresu 72h, ustawiając odpowiednie bity. Pozwala to na uzyskanie oczekiwanego efektu – nie następuje zmiana stanu diody, aż do momentu dotknięcia przycisku. Od momentu dotknięcia,

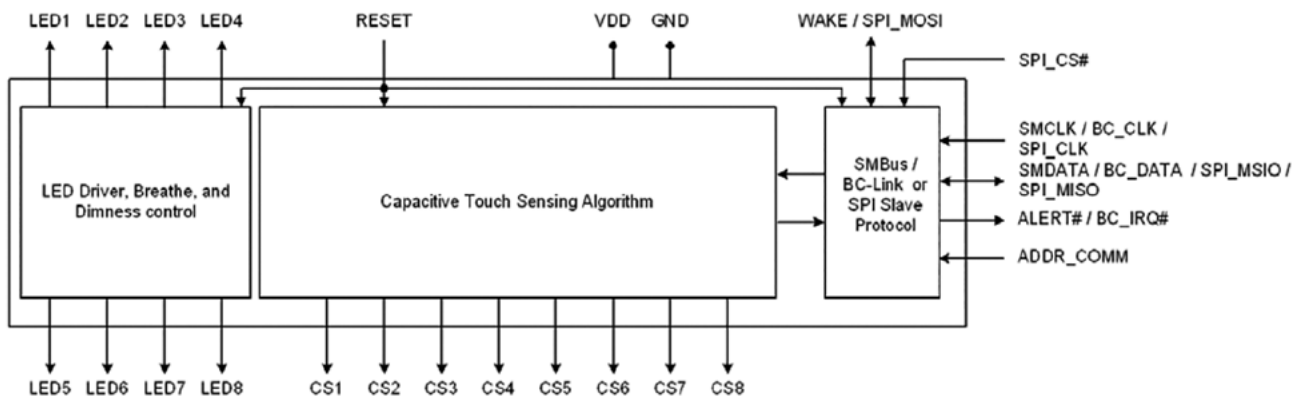
powiązanie będzie już działało w pełni normalnie.

Warto dodać, że ustawienie bitów rejestru pod adresem 88h pozwala na dodatkowe wygenerowanie sygnału na wyjściu ALERT# układu CAP1188 w momencie, gdy zaświecana lub gaszona dioda (o ile nie jest powiązana z odpowiadającym jej przyciskiem, tylko sterowana niezależnie) zakończy swoje zaprogramowane działanie.

### Podsumowanie

Układy serii RightTouch firmy Microchip, takie jak CAP1166, CAP1133, CAP1128 i CAP1126 mogą być użyte, by w łatwy sposób kontrolować zachowanie sygnalizacyjnych diod LED oraz by powiązać ich działanie z przyciskami dotykowymi. Wszystkie wymienione układy obsługują wymienione w artykule funkcje, przy czym różnią się liczbą obsługiwanych czujników i LED-ów. Zastosowanie płynnego wygaszania diod, ich zapalania oraz cyklicznego zapalania i wygaszania (efekt oddychania światła) umożliwiają wykreowanie atrakcyjnych wrażeń wizualnych.

**Marcin Karbowiczek, EP**



**Rysunek 3. Zależność współczynnika wypełnienia sygnału PWM od podanej wartości wypełnienia oraz ustawień rejestrów**