

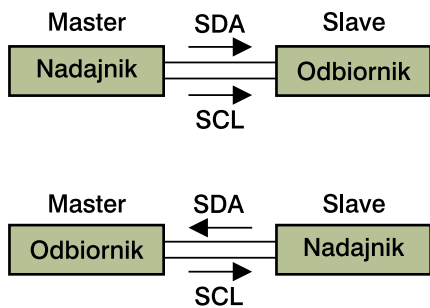
Układy interfejsowe I²C

Fast Mode Plus



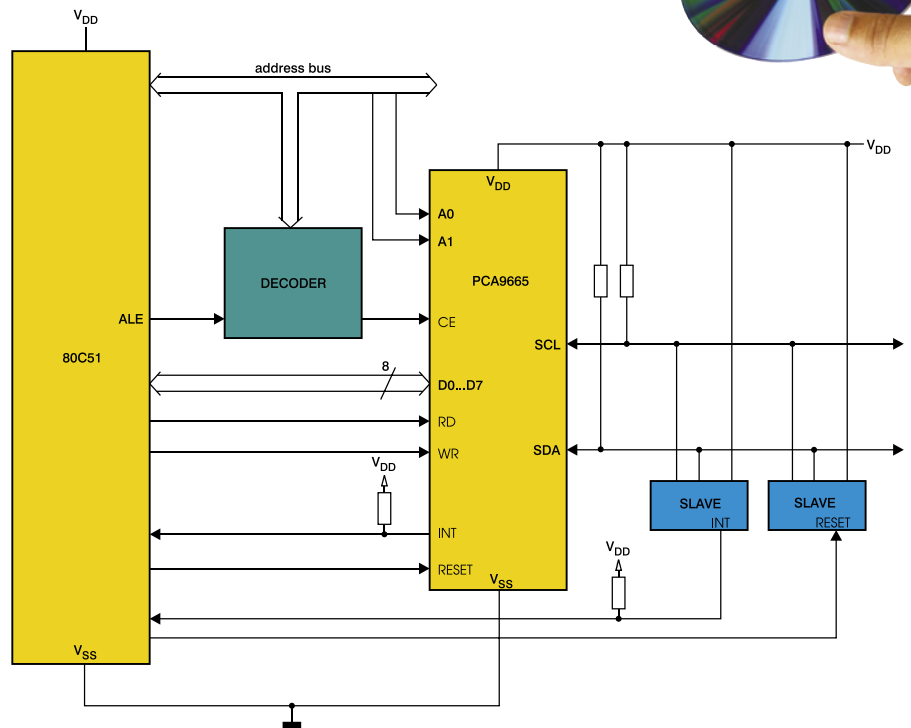
Firma NXP od dawna oferuje układy z interfejsem I²C. Wprowadzony w 2006 roku tryb Fast Mode Plus zapewnia transfer danych do 1 Mb/s i jest kompatybilny z interfejsami o wolniejszych trybach.

I²C jest synchroniczną magistralą szeregową umożliwiającą przesyłanie danych między układami cyfrowymi. Składa się z dwóch linii: SDA (Serial Data Line) oraz SCL (Serial Clock Line). Linia SCL zapewnia synchronizację danych przesyłanych linią SDA. Wszystkie układy dołączone do magistrali I²C są albo nadrzędnymi (master), albo podrzędnymi (slave). Układ nadrzędny inicjuje transfer danych oraz generuje sygnał zegarowy na linii SCL podczas transferu danych. Do magistrali I²C może być dołączanych kilka układów typu master. Protokół I²C zapewnia wybór aktywnego układu master w celu zapobiegania kolizjom i błędom transmisji danych. Kiedy układ nadaje dane nazywany jest nadajnikiem (*transmitter*), a kiedy odbiera odbiornikiem (*receiver*) i może być to zarówno układ master jak i slave (rys. 1). Każdy układ I²C ma unikatowy 7- lub 10-bitowy adres, służący do adresowania układu docelowego przesyłanych danych. W zależności od typu układu może on być konfigurowalny w całości lub tylko na mniej znaczących bitach za pomocą końcówek adresowych. Liczba układów dołączonych do magistrali I²C jest ograniczona jej maksymalną pojemnością C_b, na którą składają się pojemności wejściowe linii SCL, SDA i połączeń.



Rys. 1. Tryby pracy układów I²C

Tryb	Przepustowość [kb/s]	Częstotliwość [kHz]	Maksymalna pojemność C _b [pF]
Standard Mode	100	100	400
Fast Mode	400	400	400
Fast Mode Plus	1000	1000	550
High Speed Mode	3400/1700	3400/1700	100/400



Rys. 2. Przykład dołączenia PCA9665 do mikrokontrolera

czona jej maksymalną pojemnością C_b, na którą składają się pojemności wejściowe linii SCL, SDA i połączeń.

Przyspieszenie I²C z Fast Mode Plus

We wcześniejszej specyfikacji I²C zostały zdefiniowane trzy prędkości transferu: Standard, Fast i High Speed (tab. 1). Tryb pracy Fast Mode Plus (Fm+) oferuje maksymalną częstotliwość magistrali do 1 MHz, przy pojemności magistrali 400 pF. Układy z Fm+ mogą pracować z niższymi częstotliwościami transmisji, przy maksymalnej pojemności obciążenia magistrali wynoszącej 4000 pF. Pozwala to na wydłużenie przewodów lub zwiększenie liczby urządzeń dołączonych do magistrali I²C. W Fm+ zwiększono również obciążalność linii SDA i SCL do 30 mA (w Fast Mode 3 mA).

W tab. 2 zestawiono układy z interfejsem Fm+ oferowane przez firmę NXP.

Interfejs I²C z wejściem równoległym

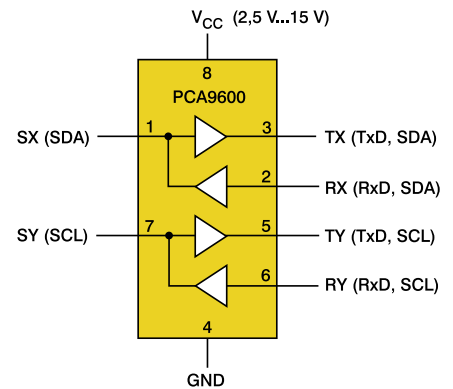
Układ PCA9665 jest buforem pośredniczącym pomiędzy mikrokontrolerami z magistralą równoległą a układami z interfejsem szeregowym I²C (rys. 2). Umożliwia dwukierunkową wymianę danych między urządzeniami z magistralą równoległą i I²C. Może pracować jako układ master lub slave. Dane dostarczane do układu mogą być wysyłane natychmiast (bajt po bajcie) lub też zapisywane w wewnętrznym buforze układu. PCA9665 ma bufor o długości 68 B. W trybie buforowanym mikrokontroler może co jakiś czas sprawdzać stan pracy układu (*pooled handshake*) lub reagować na zgłoszenie przerwania od PCA9665. Układ ma wbudowany rezonator 28,5 MHz (czas startu to 550 μs).

Do konfigurowania pracy układu służy 11 rejestrów. Dostęp do 4 z nich jest bezpośredni, do pozostałych można odwołać się pośrednio poprzez rejestr INDIRECT. Rejestry o dostępie bezpośrednim wybiera się odpowiednim ustawieniem stanów logicznych na końcówkach adresowych. Aby uzyskać dostęp do pozostałych 7, należy najpierw zapisać adres w rejestrze INDPTR, a następnie odczytać dane z rejestru INDIRECT. Adres urządzenia dla magistrali I²C jest

Tab. 2. Układy firmy NXP Semiconductors z I ² C Fast Mode Plus		
Układ	Opis	Zastępuje
Przetworniki ADC		
PCA9691	1-MHz 4-kanalowy, 8-bitowy przetwornik A/C i C/A	PCA8591
Interfejs I ² C z wejściem równoległym		
PCA9665	Sterownik I ² C	PCA9564
Bufory I ² C		
PCA9600	Dwukierunkowy bufor I ² C	P82B96
Sterowniki LED		
Sterowanie jasnością LED (dimmers)		
PCA9632/33	4 diody, 8-bitowy PWM	PCA9533
PCA9634	8 diod, 8-bitowy PWM	PCA9531
PCA9635	16 diod, 8-bitowy PWM	PCA9532
PCA9685	16 diod, 12-bitowy PWM	PCA9532
Migacze LED (blinkers)		
PCA9625	Sterownik LED (24 V, 100 mA)	
Eksperymenty linii I/O		
Wydajność źródła prądowego poniżej 1 mA		
PCA9670	8-bitowy z wejściem reset	PCF8574
PCA9671	16-bitowy z wejściem reset	PCF8575
PCA9672	8-bitowy z wejściem reset i wyjściem interrupt	PCF8574
PCA9673	16-bitowy z wejściem reset i wyjściem interrupt	PCF8575
PCA9674/74A	8-bitowy z wyjściem interrupt	PCF8574/74A
PCA9675	16-bitowy z wyjściem interrupt	PCF8575
Konfigurowalne wyjście typu push/pull (Wydajność źródła prądowego do 10 mA)		
PCA9698	40-bitowy z przerwaniem, resetem, wejściem OE	PCA9505/06

zapisywany w specjalnym rejestrze. Adres ten może być dowolny i nie jest wymagany, jeżeli układ ma pracować tylko w trybie master.

Układ jest zasilany napięciem z przedziału 2,3...3,6 V. Na końcówkach układu mogą występować napięcia do 5 V (przy braku zasilania



Rys. 3. Schemat blokowy układu PCA9600

napięcia te nie mogą być większe niż 4,6 V). Układy są oferowane w 20-pinowych obudowach DIP, SO, TSSOP i HVQFN.

Bufor Fast Mode Plus

PCA9600 jest układem izolującym pojemności magistrali I²C. Pozwala to na dołączanie do magistrali pojemności 400 pF po stronie SX/SY układu oraz 4000 pF po stronie TX/TY. W nocie aplikacyjnej AN10658 opisane jest przesyłanie danych z częstotliwością 1 MHz przewodami o długości 20 m.

PCA9600 ma po dwa wtórniki na liniach SDA i SCL (rys. 3). Dla każdej z linii kierunek nadawczy i odbiorczy ma oddzielne wyprowadze-

Przystawki oscyloskopowe Handyscope ze złączem USB 2.0

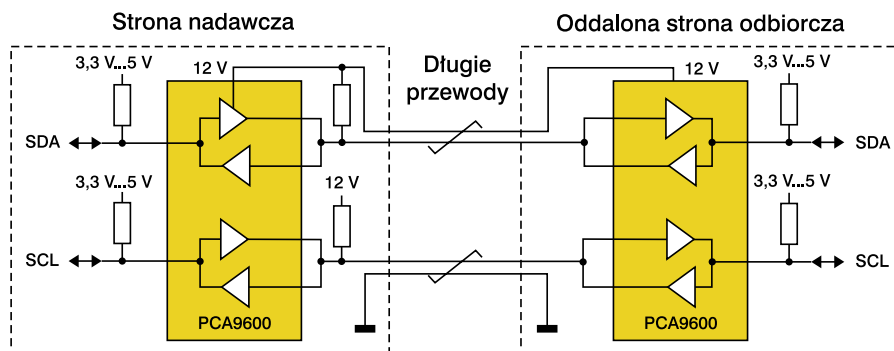
- Handyscope HS3 - 2 wejścia, do 100MS/s, 16, 14, 12 lub 8, bitów, 128kS/kanal, 1 wyjście AWG 50MS/s, 14 bitów, 128kS
- Handyscope HS4 - 4 wejścia, do 50Ms/s, 16, 14 lub 12 bitów, 128kS/kanal
- Handyscope HS4 DIFF - 4 wejścia różnicowe izolowane 500V, do 50MS/s, 16, 14 lub 12, bitów, 128kS/kanal



interfejs USB 2.0, możliwość tworzenia systemów wielokanałowych, oprogramowanie pomiarowe WinSoft i Multi Channel (wersja polska!), praca w trybie oscyloskopu, analizatora widma, woltomierza, rejestratora lub generatora przebiegów

Egmont Instruments
00-867 Warszawa, ul. Chłodna 39, pawilon 11
tel. 022 850 62 05, 022 850 64 30, 692 501 750, faks 022 654 02 48
www.egmont.com.pl/tiepie, e-mail: tiepie@egmont.com.pl

nia na zewnątrz układu odpowiednio końcówki Tx/Ty i Rx/Ry. Zadanie tych ścieżek jest dwojakie. Zmiana napięcia na końcówce Sx (lub Sy) jest przesyłana na końcówki Tx (Ty). W przeciwnym kierunku, gdy na końcówce odbiorczej Rx (Ry) pojawi się napięcie niskie, końcówka Sx (Sy) jest również zwierana do masy (pull I²C bus LOW). Układ może być zasilany napięciami z zakresu 2,5...15 V. Od strony Sx/Sy układ może być sterowany napięciami niższymi niż po stronie R/T (rys. 4)



Rys. 4. Przykład zastosowania układu PCA9660

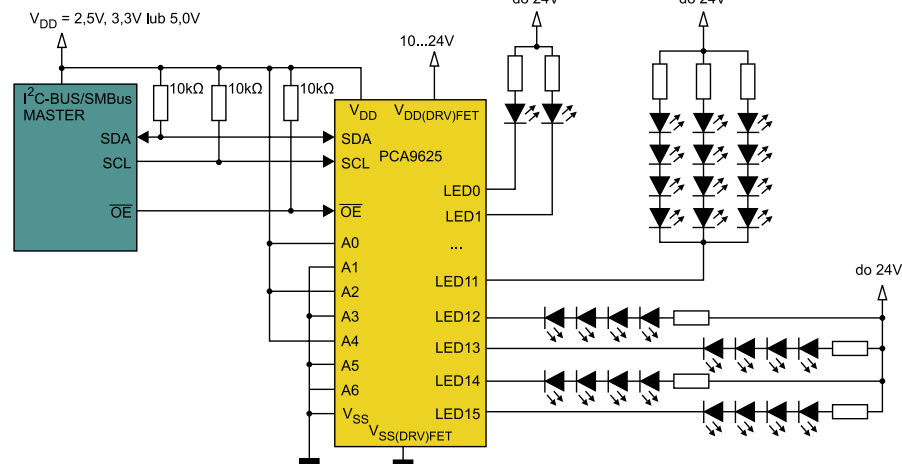
Ekspandery portów GPIO

Układy serii PCA9670...PCA9675 oraz PCA9698 umożliwiają zwiększenie liczby dostępnych linii wejścia/wyjścia w systemie. Wyjścia układów PCA967x mają małą wydajność prądową w stanie wysokim (maksymalnie 300 µA). Natomiast obciążalność wyjścia dla stanu niskiego wynosi 25 mA, mogą więc być stosowane do sterowania diod LED dołączonych anodą do napięcia zasilania. Układy mają 8 lub 16 linii, które mogą być odczytywane, bądź też ustawiane za pośrednictwem magistrali I²C. Dopuszczalne napięcia wejściowe portów GPIO mogą mieścić się w przedziale 2,3...5,5 V.

Układy PCA9670...PCA9674 mają wejście RESET do jednoczesnego zerowania końcówek GPIO, natomiast układy PCA9672...PCA9675 mają wyjścia INT sygnalizujące zmianę stanów logicznych na wyprowadzeniach I/O. Układy ekspanderów portów GPIO mogą być stosowane zamiennie, gdyż mają identyczny rozkład końcówek (końcówka INT pełni wtedy funkcję wejścia zerującego RST). Ponieważ układy PCA9672 i PCA9673 mają końcówki RESET i INT, końcówka adresowa A2 została zamieniona na wyjście przerwania (INT).

Układ PCA9698 ma cztery 8-bitowe porty GPIO, a także wyjście przerwania do mikrokontrolera (INT) oraz wejścia: zerujące (RESET) i zwolnienia (OE – Output Enable). Steruje ono trójstanowymi buforami I/O układu, przełączając je w stan wysokiej impedancji przy braku aktywności. Wyjścia układu PCA9698 mają obciążalność do 25 mA w stanie niskim (obciążalność całego układu do 1 A), a 10 mA w stanie wysokim.

Wszystkie układy ekspanderów portów GPIO mogą być zasilane napięciem z przedziału 2,3...5,5 V. Mają też możliwość odczytania pola Device ID, w którym przechowywana jest infor-



Rys. 5. Sterowanie diodami z napięciem 24 V

macja o producencie, symbol układu oraz numer wersji podzespołu.

Sterowniki LED

Firma NXP oferuje również sterowniki LED z interfejsem Fm+ (tab. 2). Można sterować jasnością zarówno pojedynczych diod, jak i ich grup, za pomocą sygnału PWM, włączając/wyłączając pojedyncze diody oraz migotać światłem diod (częstotliwości poniżej 24 Hz). Układy PCA963x różnią się liczbą sterowanych diod LED (4...16).

Układ PCA9685 ma podobne funkcje jak PCA9635, jednak ma większą rozdzielczość modulatora PWM – 12 bitów zamiast 8.

Interesującym układem sterownika LED jest PCA9625. Funkcjonalnie jest on odpowiednikiem układu PCA9635, może jednak dostarczać diodom LED prąd do 100 mA. Diody dołączone

do tego układu mogą być zasilane napięciem do 24 V (rys. 5).

Układy sterowników LED mają konfigurowalne wszystkie bity adresu, stąd też możliwe jest dołączenie do jednej magistrali I²C do 126 układów.

Podsumowanie

Układy z interfejsem Fast Mode Plus mogą znaleźć zastosowanie tam, gdzie wymagana jest duża liczba układów podłączonych do mikrokontrolera o małej liczbie linii wejścia/wyjścia. Fast Mode Plus umożliwia szybszy transfer (do 1 Mb/s) oraz umożliwia gęstsze upakowanie układów na magistrali (całkowita pojemność obciążenia magistrali może wynosić nawet 4000 pF).

Maciej Gołaszewski, EP
maciej.golaszewski@ep.com.pl

R E K L A M A M A

Od lat najprostsz i najlepszy

AVT1007

regulator obrotów silnika elektrycznego 230 VAC

www.sklep.avt.pl • tel. 022 257 84 50