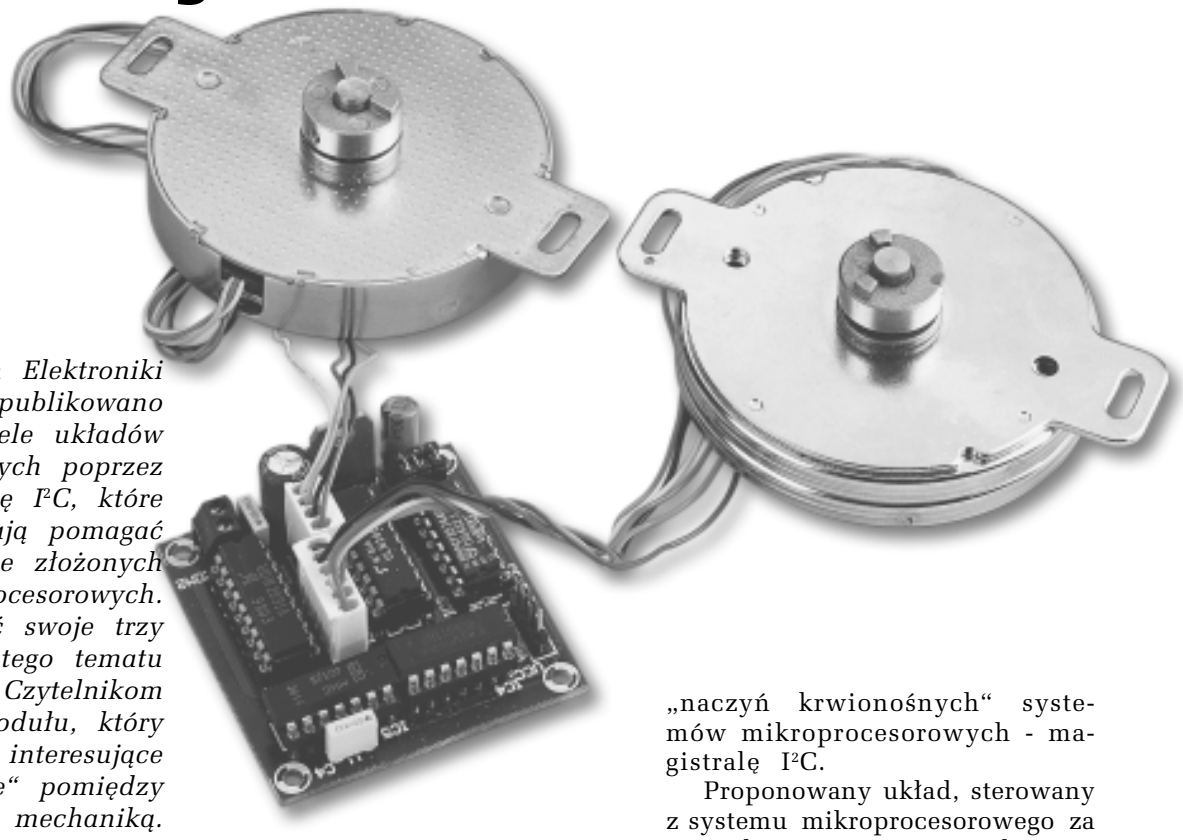
Sterownik silników z interfejsem I²C

AVT-860



Na łamach Elektroniki Praktycznej opublikowano ostatnio wiele układów obsługiwanych poprzez magistralę I²C, które w założeniu mają pomagać w budowie złożonych systemów mikroprocesorowych. Pragnę dodać swoje trzy grosze do tego tematu i zaproponować Czytelnikom EP budowę modułu, który może stanowić interesujące „przełożenie" pomiędzy elektroniką a mechaniką.

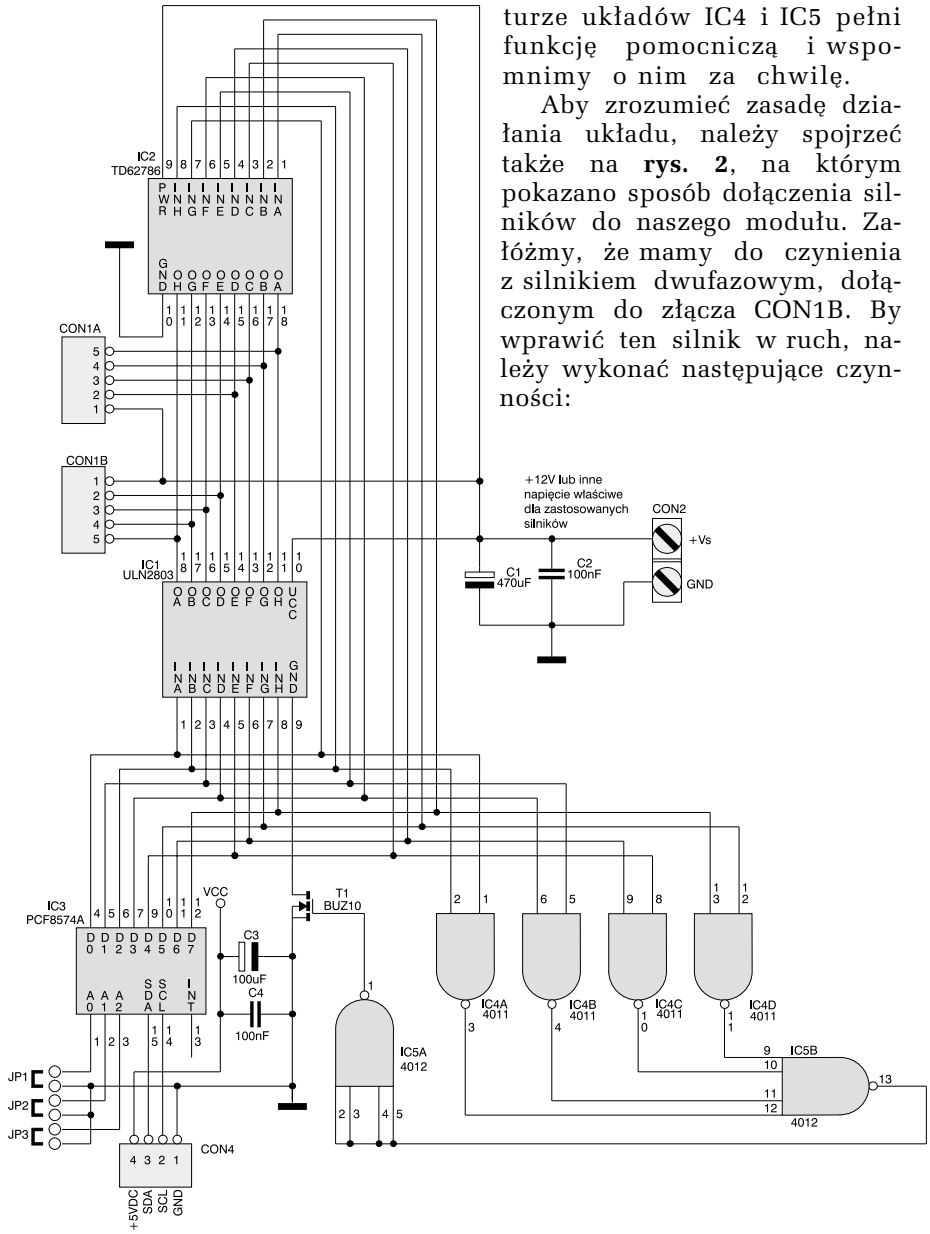
Sterowanie silnikami bezpośrednio z wyprowadzeń procesora (oczywiście za pośrednictwem odpowiednich buforów - wzmacniaczy prądowych) jest możliwe, ale bardzo „nóżkożerne". Aby sterować silnikiem krokowym bezpośrednio z wyprowadzeń procesora, należy użyć aż czterech wyprowadzeń, niezależnie czy będzie to silnik cztero- czy dwufazowy. W dwukierunkowym sterowaniu silnikiem komutatorowym prądu stałego wykorzystuje się jedynie dwa wyprowadzenia, ale w przypadku bardziej skomplikowanych urządzeń mechanicznych z wieloma silnikami to nawet ta liczba może okazać się zbyt wielka.

Warto więc chyba pomyśleć o układzie, który wykorzystując tylko dwa wyprowadzenia procesora będzie umożliwiać sterowanie większą liczbą silników. Na szczęście mamy do dyspozycji jedno z najdoskonalszych „naczyń krwionośnych" systemów mikroprocesorowych - magistralę I²C.

Proponowany układ, sterowany z systemu mikroprocesorowego za pośrednictwem magistrali I²C, umożliwia:

1. Sterowanie dwoma dwufazowymi silnikami krokowymi z możliwością zmiany kierunku obrotów, prędkości obrotowej, a także pracy w trybie „co pół kroku".
2. Sterowanie dwoma czterofazowymi silnikami krokowymi z możliwościami takimi samymi, jak w przypadku silników dwufazowych.
3. Sterowanie czterema silnikami prądu stałego średniej mocy z możliwością zmiany kierunku obrotów i prędkości obrotowej (PWM).

Sterownik silników może znaleźć wiele zastosowań, począwszy od układów automatyki, a na zabawkach i modelach skończywszy. Do systemu możemy dołączyć jednocześnie aż 8 identycznych modułów, chyba że w układzie wykorzystywane są już konwertery typu PCF8574A. Istnieje nawet możliwość dwukrotnego zwiększenia liczby zastosowanych modu-



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika.

łów: osiem z nich należy jedynie wyposażyć w układy typu PCF8574P, zastępując nimi kostki PCF8574A.

Opis działania

Schemat elektryczny modułu sterownika silników został pokazany na **rys. 1**. Główny blok układu zrealizowany został z wykorzystaniem popularnego konwertera I²C - ośmiobitowej szyny danych (PCF8574) i dwóch driverów mocy: ULN2803 zasilającego obwody silników od strony minusa i TD62786 dostarczającego prądu do cewek silników od strony plusa zasilania. Fragment układu z bramkami zawartymi w strukturze układów IC4 i IC5 pełni funkcję pomocniczą i wspomnimy o nim za chwilę.

Aby zrozumieć zasadę działania układu, należy spojrzeć także na **rys. 2**, na którym pokazano sposób dołączenia silników do naszego modułu. Załóżmy, że mamy do czynienia z silnikiem dwufazowym, dołączonym do złącza CON1B. By wprawić ten silnik w ruch, należy wykonać następujące czynności:

1. Ustawić stan 1 na wyjściu D0 IC3, a stany niskie na pozostałych wyjściach tego układu. W tym momencie zostaną uaktywnione dwa drivery: A z układu IC1 i G z kostki IC2. Jeżeli popatrzymy teraz na rysunek 2, to zauważymy, że w tej sytuacji prąd popłynie przez pierwszą cewkę silnika krokowego.
2. Ustawić stan wysoki na wyjściu D2 IC3, a stany niskie na pozostałych wyjściach PCF8574. Zasilona zostanie teraz druga cewka silnika, a prąd będzie płynął w tym samym kierunku, co w pierwszej cewce.
3. Kolejną czynnością będzie wymuszenie stanu wysokiego na wyjściu D1 IC3. Teraz zasilona zostanie ponownie pierwsza cewka, ale prąd będzie przez nią płynął w przeciwnym kierunku, co uprzednio.
4. Ostatnim zabiegiem w podstawowym cyklu pracy silnika będzie ustawienie stanu wysokiego na wyjściu D3 IC3. Tym razem prąd popłynie przez drugą cewkę, także w odwrotnym kierunku, co na początku cyklu.

Zaistnienie opisanej sekwencji wymuszeń spowoduje obrót wału silnika o dwa kroki, a ich cykliczne powtarzanie zaowocuje stałym obracaniem się silnika w zadanym - kolejnością włączania cewek - kierunku.

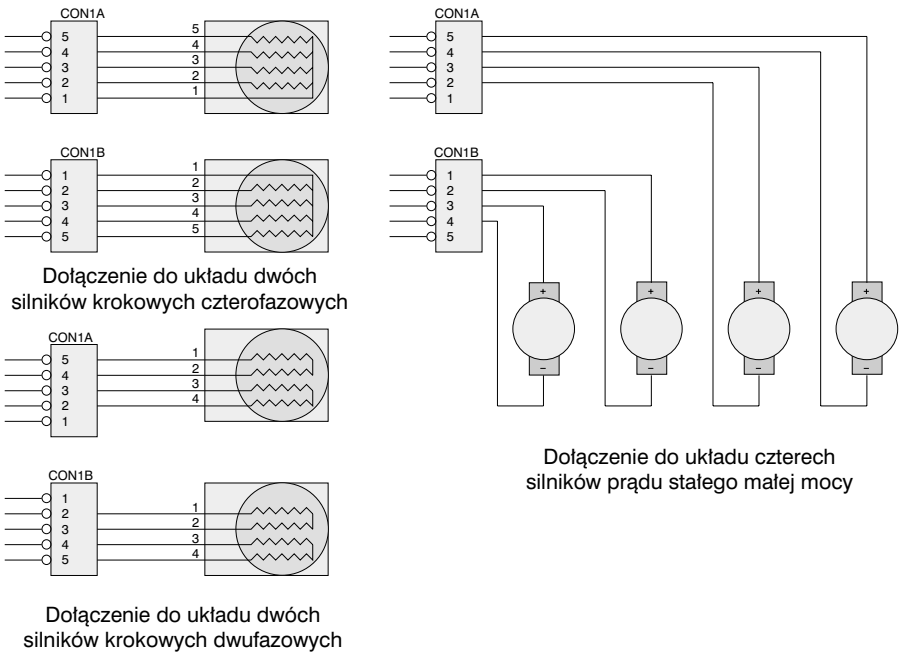
Znacznie prostsze jest sterowanie silnikiem krokowym czterofazowym, przy którym nie stosujemy układu drivera IC2. Aby wprawić silnik w ruch, wystarczy po prostu włączać prąd w kolejnych jego cewkach. Od kolejności włączania cewek zależy kierunek obrotu wału silnika.

Silniki komutatorowe prądu stałego traktujemy po prostu tak, jakby były cewkami silnika krokowego dwufazowego i w związku

List. 1.

```
Config Sda = P3.0          'konfiguracja magistrali I²C
Config Scl = P3.1          'konfiguracja magistrali I²C
Declare Sub Delay          'deklaracja pętli opóźnienia
I2Csend 112 , 0            'wyzerowanie układu
Do                         'początek pętli programowej
  I2Csend 112 , 8          'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  Gosub Delay              'opóźnienie konieczne do prawidłowej pracy silnika
  I2Csend 112 , 2          'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  Gosub Delay              'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  I2Csend 112 , 4          'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  Gosub Delay              'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  I2Csend 112 , 1          'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
  Gosub Delay              'ustawienie "1" na pinie D3 IC3
Loop                       'zamknięcie pętli programowej

Delay:
Waitms 250                 'opóźnienie 1/4 sekundy
End Sub
```



Rys. 2. Sposób dołączenia silników do sterownika.

WYKAZ ELEMENTÓW

Kondensatory
C1: 470µF/25V
C3: 100µF/16V
C2, C4: 100nF

Półprzewodniki
IC1: ULN2803
IC2: TD62786
IC3: PCF8574A
IC4: 4011
IC5: 4012
T1: BUZ10

Różne
CON1A, CON1B: goldpin 10 pinów
CON2: ARK2 (3,5 mm)
CON4: goldpin 4 piny
JP1, JP2, JP3: 2xgoldpin + jumper

z tym do naszego układu możemy dołączyć aż cztery takie silniki.

Warto jeszcze wspomnieć o roli, jaką pełnią w naszym układzie bramki IC4 i IC5. Zadaniem tych elementów jest zabezpieczenie naszego układu przed całkowitym zniszczeniem! Wyobraźmy sobie bowiem, co by się stało, gdyby stan wysoki pojawił się jednocześnie np. na wyjściach D0 i D1 IC3? Byłaby to „wspaniała katastrofa“, bo z wyjść OH i OG (IC2) wpływałby prąd zwarcia do wyjść OA i OB (IC1), co mogłoby spowodować uszkodzenie driverów. Wprawdzie przy poprawnie napisanym programie wspomniana sytuacja jest nie do pomyślenia, ale... nie wszystkie programy są od razu napisane poprawnie, no i zawsze może dojść do zawieszenia pracy procesora lub zbyt długotrwałego jego zerowania.

Zadaniem bramek NAND zawartych w strukturze układu IC4 jest wykrywanie zakazanych stanów i sygnalizowanie ich wymuszeniem stanu niskiego na jednym lub kilku wejściach bramki IC5B. Stan wysoki powstający na wyjściu tej bramki zostaje zanegowany przez bramkę - inwerter IC5A powoduje natychmiastowe wyłączenie tranzystora T1, a w konsekwencji odcięcie dopływu prądu do driverów.

Za pomocą jumperów JP1..JP3 możemy ustawić jeden z ośmiu adresów dopuszczalnych dla układu PCF8574A. Jeżeli w systemie będzie pracowało kilka modułów sterowników silników, to każdy z nich musi posiadać własny, niepowtarzalny adres, nie pokrywający się także z adresem jakiegokolwiek innego układu (np. PCF8574) pracującego w innych częściach systemu.

Montaż i uruchomienie

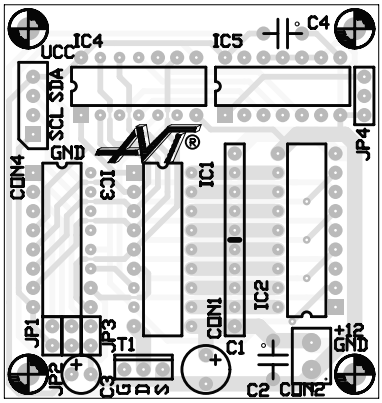
Na **rys. 3** pokazano rozmieszczenie elementów na płytce obwodu drukowanego. Ze względu na znaczną komplikację połączeń w układzie, płytka ta wykonana została na laminacie dwustronnym z metalizacją.

Montaż układu wykonujemy typowo, rozpoczynając od wlutowania w płytkę podstawek pod układy scalone, a kończąc na kondensatorach elektrolitycznych, złączach i tranzystorze T1. Jako złącze CON1 wykorzystamy szereg 10 goldpinów. Rozwiązanie takie jest szczególnie dogodne w przypadku sterowania silnikami krokowymi pochodzącymi z demontażu złomowego sprzętu komputerowego. Silniki te (zwłaszcza pochodzące ze starych stacji dysków 5,25“) niejednokrotnie zaopatrzone są fabrycznie we wtyki pasujące do tak wykonanego złącza CON1.

Wzmianka, że układ wykonany ze sprawdzonych elementów nie wymaga ani regulacji, ani uruchamiania jest chyba całkowicie zbędna. Warto natomiast wspomnieć o narzędziach programistycznych, które będziemy mogli wykorzystać do sterowania silnikami. Jak już Czytelnicy z pewnością zauważyli, jestem zagorzałym fanem rewelacyjnego pakietu BASCOM 8051 służącego programowaniu procesorów rodziny '51. Dlatego też na **list. 1** pokazano przykładowy program obsługujący silnik krokowy czterofazowy, napisany właśnie w języku MCS BASIC dla kompilatora BASCOM. Ten prosty program nie wymaga chyba komentarza i może posłużyć jako przykład przy pisaniu bardziej rozbudowanego oprogramowania.

Zbigniew Raabe, AVT
zbigniew.raabe@ep.com.pl

Wzory płytek drukowanych w formacie PDF są dostępne w Internecie pod adresem: ***http://www.ep.com.pl/pcb.html*** *oraz na płycie CD-EP04/2000 w katalogu* ***PCB****.*



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.