

Flowcode MIAC

Narysuj sobie sterownik

Uniwersalne sterowniki automatyki przemysłowej są chętnie stosowane przez automatyków. Mają duże możliwości, a ponieważ są masowo produkowane, to ich cena jest dużo niższa od sterowników projektowanych na zamówienie. Zależnie od stawianych wymagań, można sobie dobrać możliwości i konfigurację sterownika, wyposażyć go w bardziej lub mniej wydajny moduł sterujący oraz potrzebne moduły wejścia/wyjścia i komunikacyjne.

Nic dziwnego, że rynek tych urządzeń rozwija się dynamicznie. Oprócz typowo przemysłowych zastosowań od pewnego czasu produkowane są małe sterowniki przeznaczone do automatyzacji oświetlenia, sterowania klimatyzacją i ogrzewaniem, sterowania bramami wjazdowymi, w biurach, sklepach i domach jednorodzinnych.

Można je wykorzystać do sterowania klimatem w szklarniach (ogrzewanie, przewietrzanie, nawadnianie) czy do automatyzacji działania pieca CO. Przykładem jest produkowany przez firmę Siemens sterownik Logo!

Typowy sterownik przemysłowy ma zaimplementowany własny firmware pozwalający użytkownikowi na napisanie lub narysowanie sekwencji wykonywanych czynności w trakcie realizowania programu sterowniczego, np. sterownik Logo! można zaprogramować, używając prostej klawiatury i wbudowanego wyświetlacza LCD albo zrobić to w dedykowanej aplikacji na komputerze i przesłać z komputera do sterownika. Mimo że firmware sterujący pracą sterownika jest przemyślany i doskonalony przez doświadczonych projektantów, może



Fot. 1. Sterownik MIAC

zdarzyć się, że jakaś funkcja nie może być wykonana, tak jakbyśmy sobie tego życzyli lub w ogóle nie może być zrealizowana. Wtedy pozostaje zastosowanie sterownika z wyższej półki lub wykonanie sterownika specjalnie tylko do tego zadania. Obie opcje mogą okazać się zbyt kosztowne, szczególnie dla tych, którzy sami nie potrafią skonstruować i zaprogramować mikroprocesorowego układu sterującego. Wyjściem z takiej sytuacji może być sterownik MIAC oferowany przez firmę Matrix Multimedia.

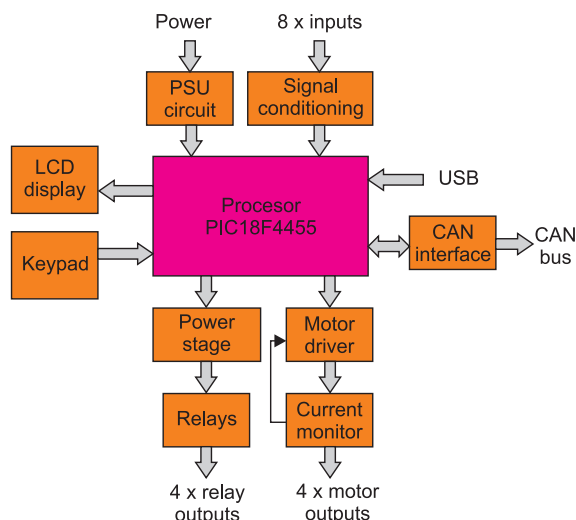
Matrix jest producentem opisywanego już na łamach „Elektroniki Praktycznej” pakietu programowania Flowcode. Dla przypomnienia, Flowcode jest środowiskiem projektowym pozwalającym prosto i szybko tworzyć programy dla mikrokontrolerów PIC, AVR i z rdzeniem ARM metodą rysowania schematów blokowych. Jak się łatwo

domyślić MIAC jest sterownikiem przemysłowym, którego działanie można zaprogramować za pomocą pakietu Flowcode.

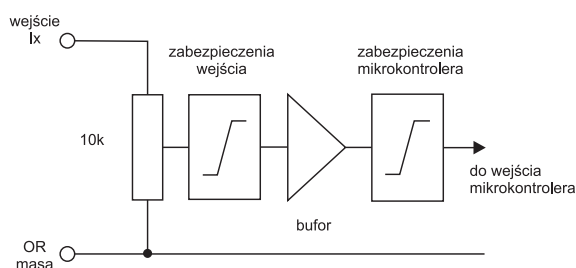
Sterownik MIAC

Idea powstania sterownika MIAC jest prosta: dostarczamy kompletne urządzenie tak zaprojektowane, by mogło pracować jako mały sterownik przemysłowy. Do tego sterownika dostarczamy środowisko programowe Flowcode, umożliwiające szybkie i łatwe programowanie, bez konieczności nauki języka programowania. Program sterujący użytkownik tworzy sobie sam zależnie od potrzeb. Powstaje w ten sposób elastyczne połączenie gotowego sprzętu i specjalizowanego oprogramowania.

Sterownik MIAC ma estetyczną obudowę z tworzywa sztucznego (fot. 1). Obudowa może być mocowana do tablicy rozdzielczej



Rys. 2. Schemat blokowy sterownika MIAC



Rys. 3. Układy wejściowe

czterema wkrętami M2,5 lub na standardowej szynie DIN. Do dyspozycji jest 8 wejść programowanych jako cyfrowe lub analogowe, 4 wyjścia styków przekaźników i 4 wyjścia sterowane tranzystorami. Sterownik ma dodatkowo wbudowany moduł interfejsu magistrali CAN. Wszystkie sygnały wejściowe, wyjściowe, magistrali CAN i zasilanie są podłączane przez wygodne zaciski śrubowe.

W skład interfejsu użytkownika wchodzi 4-wierszowy wyświetlacz LCD i klawiatura mająca dziewięć przycisków. Sercem układu jest mikrokontroler PIC18F4455 ze sprzętowym interfejsem USB. Schemat blokowy sterownika pokazano na rys. 2.

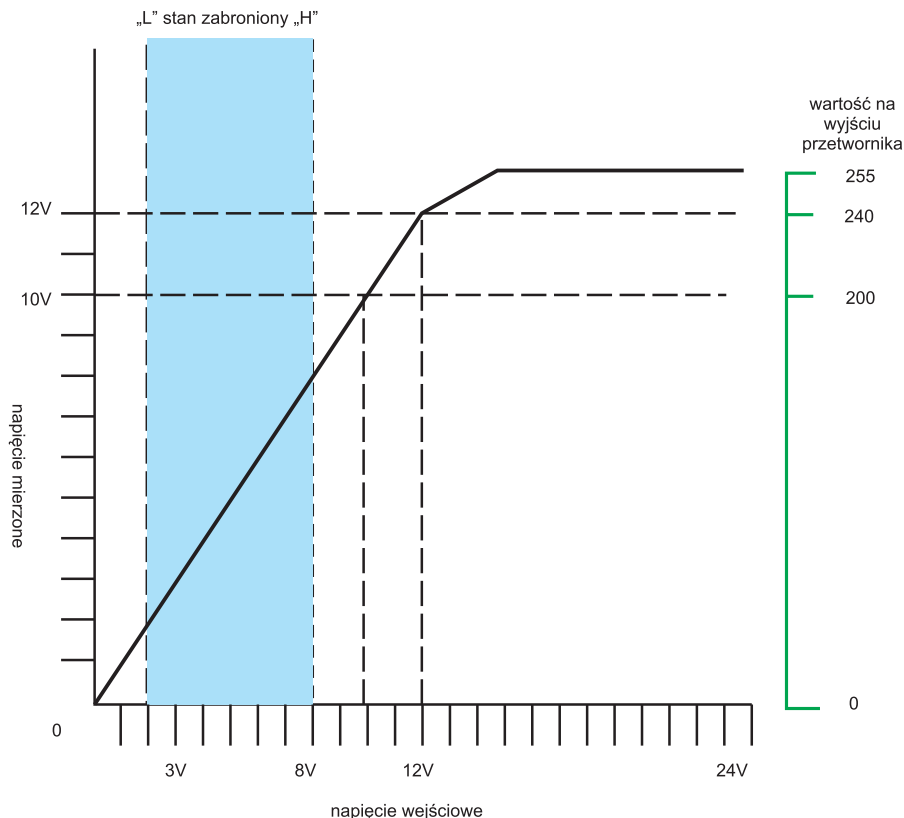
Wejścia. Osiem wejść sterownika oznaczonych jako I1...I8 może być zaprogramowanych jako wejścia cyfrowe lub analogowe. Każdemu wejściu jest przypisana jedna czerwona dioda LED sygnalizująca stan wysoki. Napięcie poziomów logicznych na wejściach zaprogramowanych jako cyfrowe (tj. dwu-

stanowe) mieści się w zakresach: dla stanu niskiego 0...3 V, dla stanu wysokiego powyżej 8...24 V. Zakres napięć wejściowych 3...8 V jest niezdefiniowany. Na rys. 3 zamieszczono schemat blokowy układów wejściowych.

Wejścia nie są odizolowane galwanicznie transoptorami, ale za to każde z nich jest solidnie zabezpieczone przed przepięciami dwustopniowym układem zabezpieczeń. W układach, gdzie mogą wystąpić wysokie przepięcia, izolację galwaniczną wejść cyfrowych można wykonać jako układ zewnętrzny.

Pomiar napięcia wejściowego jest wykonywany z rozdzielczością 50 mV i w zakresie wejściowego o 1 V powoduje zwiększenie wartości na wyjściu przetwornika o 20. Pozwala to na prostą konwersję: wartość wyjściową z przetwornika trzeba podzielić przez 20 i otrzymujemy napięcie wejściowe w woltach. Na rys. 4 pokazano charakterystykę konwersji wejścia analogowego.

Rezystancja wejścia jest równa 10 kΩ. Sygnał wyjściowy źródła musi mieć wydajność równą co najmniej 0,1 mA/V. Trzeba pamiętać o tym, że napięcie mierzone odkłada się na rezystancji wejściowej, więc pomiar



Rys. 4. Charakterystyka konwersji wejścia analogowego

Tab. 2. Przypisanie wyjść przekaźnikowych do wyprowadzeń mikrokontrolera

Wyjścia MIAC	Linie portów mikrokontrolera
Q1	RB4
Q2	RB5
Q3	RB6
Q4	RB7

będzie tym dokładniejszy, im będzie mniejsza rezystancja wyjściowa źródła.

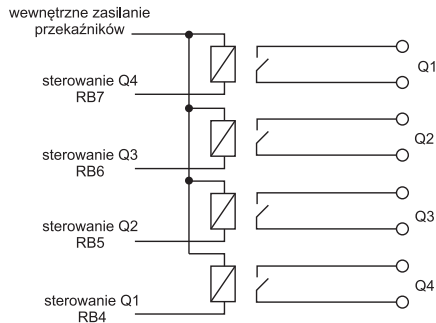
Przyporządkowanie wejść sterownika do wyprowadzeń mikrokontrolera podano w tab. 1.

Wyjścia dwustanowe. Do sterowania dwustanowego (złączony/wyłączony) przeznaczone są 4 wyjścia stykowe Q1...Q4. Każde z nich jest połączone ze stykiem przekaźnika o obciążalności 8 A dla 260 VAC, lub 30 VDC. Przełączniki są sterowane indywidualnie, a zwarcie styku jest sygnalizowane czerwonymi diodami LED oznaczonymi jako Q1...Q4. Przyporządkowanie wyjść sterujących przekaźnikami do wyprowadzeń mikrokontrolera podano w tab. 2.

Sterowanie silnikami DC. Druga grupa wyjść jest przeznaczona do sterowania silnikami elektrycznymi. Cztery wyjścia A, B, C, D umożliwiają sterowanie 4 silnikami bez zmiany kierunku obrotów lub 2 silnikami w układzie mostkowym, z możliwością zmiany kierunku obrotów. Sygnały sterujące z linii portów mikrokontrolera są wzmacniane 4-kanalowym driverem. Na jego wyjściach jest umieszczony ogranicznik prądu

Tab. 1. Przyporządkowanie wejść sterownika do linii portów mikrokontrolera

Wejścia MIAC	Porty mikrokontrolera
I1	RA0
I2	RA2
I3	RA3
I4	RA4
I5	RE0
I6	RE1
I7	RE2
I8	RB2

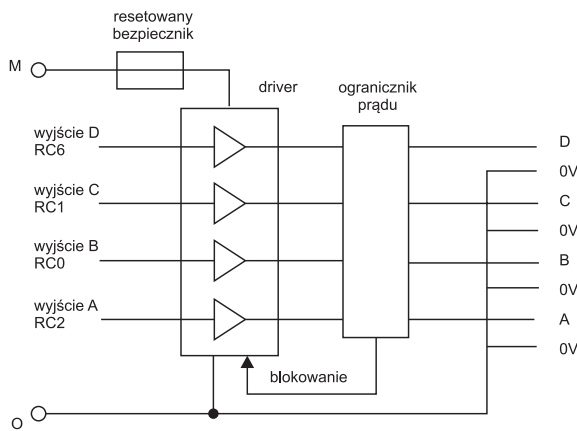


Rys. 5. Układ sterowania przekaźnikami

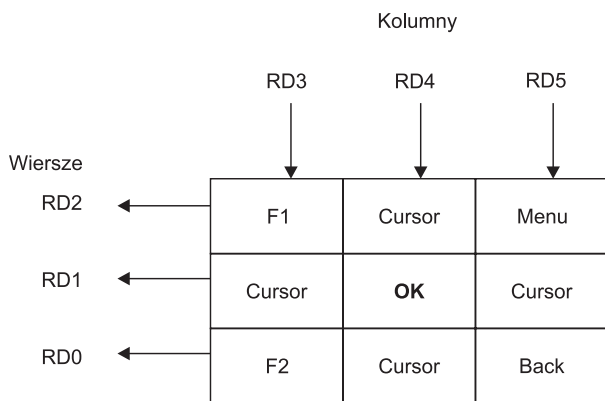
(rys. 6). Zadziałanie ogranicznika powoduje wyłączenie drivera. Maksymalny ciągły prąd drivera to 500 mA, a zabezpieczenie działa przy prądzie 1,75 A. Silniki są zasilane z osobnego wyprowadzenia oznaczonego jako M, zabezpieczonego bezpiecznikiem ustawionym na zadziałanie przy prądzie 4 A.

Signal sterujący wyjściami A i C jest przebiegiem PWM ze sprzętowych modułów CCP/PWM mikrokontrolera. W takiej konfiguracji, oprócz włączania/wyłączania i zmiany kierunku obrotów, można sterować prędkością wirowania silników prądu stałego. Jeżeli to konieczne, to można zaimplementować algorytm miękkiego startu silnika. Działanie wyjść sterowania silnikami jest sygnalizowane żółtymi diodami LED, oznaczonymi jako A, B, C, D.

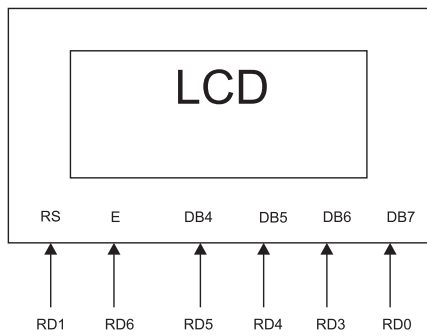
Interfejs użytkownika. Interfejs użytkownika jest zbudowany z 9-stykowej klawiatury i alfanumerycznego wyświetlacza



Rys. 6. Driver sterowania silnikami elektrycznymi



Rys. 7. Organizacja klawiatury



Rys. 8. Sposób podłączenia wyświetlacza do mikrokontrolera

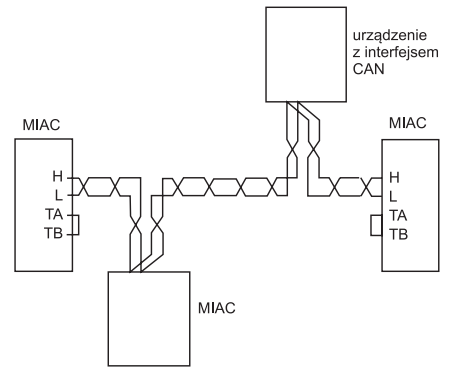
LCD o organizacji 4×16znaków. Przyciski klawiatury nie mają przypisanych specyficznych funkcji programowych, ale ich rozmieszczenie na froncie obudowy i umieszczone na części z nich napisy sugerują sposób ich użycia:

- 4 przyciski kursorów rozmieszczone na planie okręgu, przeznaczone do nawigowania,
- środkowy przycisk OK przeznaczony do zatwierdzania wyboru,
- dwukolorowe przyciski: zielony MENU do wywoływania np. menu funkcyjnego i czerwony GO BACK/UNDO do przejścia do następnej operacji lub powrotu,
- dwukolorowe przyciski F1, F2 do szybkiego wywołania głównych funkcji programu.

Klawiatura jest zorganizowana w matrycę 3×3 klawisze (rys. 7). Wyświetlacz typu SC1604A o organizacji 4×16 znaków pracuje z magistralą 4-bitową i ma wbudowany sterownik Samsung KS0066 zgodny ze standardem HD44780. Na rys. 8 pokazano połączenie magistrali danych i linii sterujących do linii portów mikrokontrolera PIC18F4455. Linia R/W jest na stałe połączona z masą.

CAN. Magistrala CAN jest przemysłowym standardem komunikacyjnym stosowanym w przemyśle samochodowym i w przemysłowych systemach sterowania. W sterowniku MIAC została przewidziana dołączenia ze sobą sterowników MIAC i innych elementów automatyki wyposażonych w interfejs CAN. Łączenie wielu sterowników realizujących równie zadania umożliwia wykonanie systemów rozproszonych.

Urządzenia są fizycznie łączone skrętką dwu przewodów, a początek i koniec magistrali musi być terminowany rezystorem. W sterownikach MIAC jest zamontowany rezystor ter-



Rys. 9. Łączenie sterowników magistralą CAN

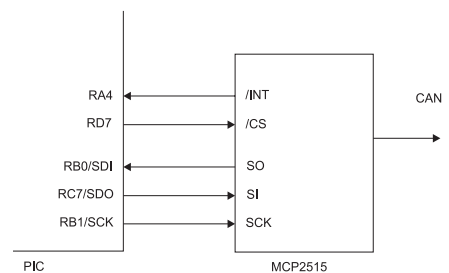
minujący i nie ma potrzeby instalować go na zewnątrz. Dane są przesyłane z dużą prędkością, przewody połączeniowe mogą być stosunkowo długie, natomiast z zasady działania interfejs CAN jest odporny na indukowane w nich zakłócenia elektryczne.

Przepływ danych na magistrali jest kontrolowany przez sterownik MCP2515. Mikrokontroler jest połączony z MCP2515 przez SPI (rys. 10). Sterowanie przepływem danych wspierają funkcje sprzętowego makra CAN2 pakietu Flowcode.

Tworzenie programu dla MIAC

Do tworzenia programu sterującego dla sterownika MIAC potrzebny jest pakiet Flowcode w wersji 3.6 lub nowszej. Do sterownika jest dołączona płyta z pakietem Flowcode i dodatkowo z instalatorem patcha pozwalającym wykonać aktualizację starszej wersji do pakietu wersji 3.6.

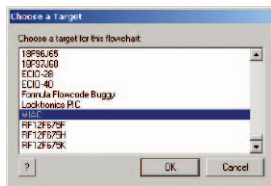
Przed rozpoczęciem pracy nad programem trzeba wybrać z listy mikrokontrolerów i urządzeń obsługiwanych przez Flowcode sterownik MIAC (rys. 10). Na pasku urządzeń peryferyjnych jest umieszczona ikona sterownika MIAC. Po kliknięciu na tę ikonę sterownik jest dodawany do projektu. Na planszy pojawia się element wykorzystywany przy programowej symulacji działania sterownika (rys. 11). Suwakami w górnej części można symulować napięcia analogowe na wejściach sterownika. W trakcie symulacji, jeżeli napięcie na wejściu przekroczy stan logiczny wysoki, zapala się odpowiednia czerwona dioda LED. Na polu wyświetlacza symulowane jest wyświetlanie tekstów. Kliknięcie na jeden z przycisków



Rys. 10. Połączenie mikrokontrolera ze sterownikiem magistrali CAN

Tab. 3. Przypisanie wyjść sterujących silnikami do linii mikrokontrolera

Wyjścia MIAC	Linie portów mikrokontrolera
A	RC2
B	RC0
C	RC1
D	RC6



Rys. 11. Wybór sterownika z menu Flowcode

klawiatury symuluje przyciśnięcie klawisza w trakcie programowej symulacji. Uaktywnienie wyjścia przekąźnikowego lub wyjścia sterowania silnikiem powoduje zapalenie się jednej z diod Q1...Q4 lub A...D.

Po dodaniu makra sterownika programista ma do dyspozycji funkcje obsługi wejść, wyjść, klawiatury i wyświetlacza:

- *InputDigital* – zwraca stan logiczny wybranego wejścia,
- *InputAnalog* – zwraca wartość z wyjścia przetwornika analogowo-cyfrowego,
- *GetKeypad* – czyta klawiaturę i zwraca kod wciśniętego klawisza,
- *DisplayStart* – inicjalizuje wyświetlacz LCD,
- *DisplayClear* – czyści zawartość ekranu i ustawia kursor na pozycję wyjściową,
- *DisplayCursor* – wyświetla kursor,
- *PrintASCII* – wyświetla znak ASCII,
- *PrintNumber* – wyświetla wartość zmiennej,
- *Print String* – wyświetla ciąg znaków,
- *DisplayCommand* – wysyła do wyświetlacza kod komendy HD44780,
- *RelayON* – włącza przekąźnik,
- *RelayOFF* – wyłącza przekąźnik,
- *OutputON* – włącza wyjście sterowania silnikiem,
- *OutputOFF* – wyłącza wyjście sterowania silnikiem,

Na rys. 12 pokazano wybór funkcji załączenia przekąźnika Q1 we właściwościach makra sterownika MIAC.



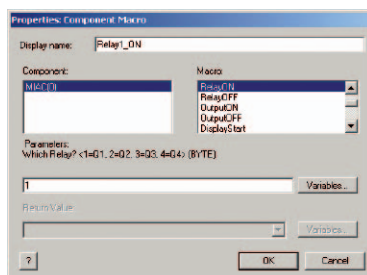
Rys. 12. Panel symulacji sterownika MIAC

Najlepszym sposobem na zweryfikowanie danych zawartych w materiałach firmowych jest samodzielne napisanie/narysowanie chociażby najprostszej aplikacji. Przed przystąpieniem do programowania sterownika trzeba zainstalować driver USB niezbędny do zapewnienia współpracy MIAC z komputerem PC, umożliwiający zaprogramowanie mikrokontrolera PIC18F4455 wewnątrz MIAC. Po zasileniu sterownika i połączeniu się kablem USB z komputerem uruchamia się standardowa procedura instalacji sterowników systemu Windows. W trakcie instalacji trzeba wskazać ścieżkę dostępu do pliku drivera lub włożyć do napędu płytę CD z kompletem sterownika i wybrać instalację automatyczną.

Przykład: sterowanie silnikiem DC. Przykładowa aplikacja testowa według założeń miała być na tyle prosta, aby można ją było narysować i przetestować w krótkim czasie, a jednocześnie miała ona wykorzystywać możliwości sterownika i interfejsu użytkownika. Z kilku potencjalnych możliwości wybrałem program sterujący silnikiem elektrycznym małej mocy. Według założeń silnik miał być włączany i wyłączany po przyciśnięciu klawiszy. Dodatkowo, kiedy silnik jest włączony można będzie sterować jego prędkością obrotową.

Do sterowania wybrałem silnik prądu stałego małej mocy. Jest on sterowany z wyjścia A sterownika MIAC. Jak wynika z rys. 6, plus zasilania silnika ma być podłączony do zacisku M, a drugi biegun zasilania do zacisku 0 V. Takie rozwiązanie umożliwia podłączenie silnika o napięciu zasilania różnym od napięcia zasilania modułu sterownika. Ja zasilam swój silnik napięciem +5 V.

Do włączania silnika jest przeznaczony klawisz F1, a do wyłączania klawiszem F2 na panelu sterowniczym. Prędkość silnika jest zwiększana klawiszem kursorowym UP, a zmniejszana klawiszem kursorowym DOWN. Dobrym zwyczajem jest, jeżeli to możliwe, wyświetlanie podpowiedzi na wyświetlaczu panelu



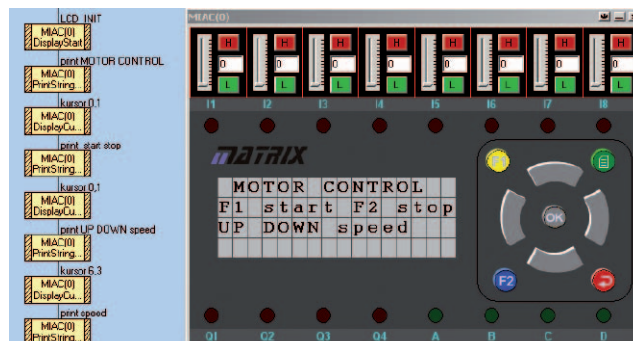
Rys. 13. Wybór funkcji załączenia przekąźnika 1

Tab. 4. Kody przycisków

Przycisk	Opis	Kod przycisku
OK	OK	4
Kursor góra		5
Kursor dół		3
Kursor w lewo		1
Kursor w prawo		7
Zielony	MENU	8
Czerwony	UNDO	6
Żółty	F1	2
Niebieski	F2	0

sterowniczego informującej o przeznaczeniu klawiszy. Nie trzeba wówczas za każdym razem korzystać z instrukcji obsługi.

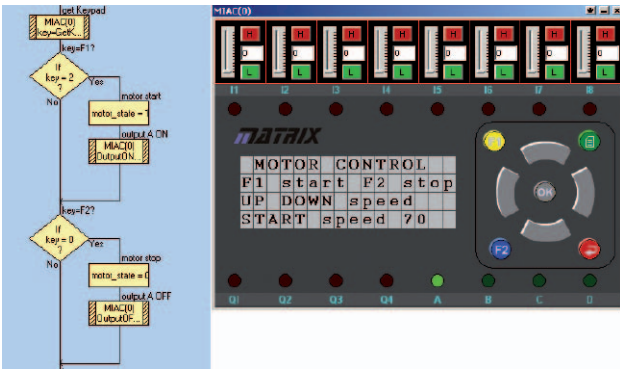
Pierwszy fragment programu wyświetla niezbędne informacje na ekranie sterownika (rys. 13). Do wyświetlania zastosowano makra MIAC. Do sterowania złączaniem i wyłączaniem silnika wykorzystywane są funkcje *OutputOn* i *OutputOff* – to również makra do obsługi MIAC. W programie zdefiniowano zmienną *motor_state*. Jeżeli ta zmienna jest wyzerowana, to silnik jest wyłączony. Wpisanie wartości 0x01 do *motor_state* uruchamia silnik. Program sterujący musi odczytać klawiaturę i zidentyfikować kod klawisza. Jeżeli przyciśnięty jest klawisz F2, to zmienna jest zerowana i silnik się zatrzymuje. Po przyciśnięciu F1 do zmiennej *motor_state*



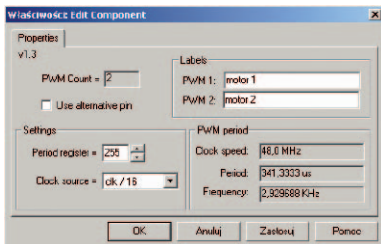
Rys. 14. Wyświetlanie ekranu powitalnego i widok symulacji panelu po jego wykonaniu

jest wpisywana 0x01 i silnik rusza. Fragment programu sterującego załączaniem i wyłączaniem silnika pokazano na rys. 14.

Regulacja prędkości obrotowej silnika odbywa się przez sterowanie jego zasilania przebiegiem PWM. Jak już wiemy, wyjście A może być sterowane z modułu CCP1/PWM1, a wyjście C z modułu CCP2/PWM2. Ponieważ do sterowania silnika używamy wyjścia A, wymusza to zastosowanie CCP1/PWM1 mikrokontrolera PIC18F4455. W pakiecie Flowcode użycie modułu PWM jest bardzo proste. Na pasku urządzeń trzeba kliknąć na ikonkę PWM. Na planszy pojawi się okno symulacji dla obu modułów PWM, a w menu wyboru makr sprzętowych moż-



Rys. 15. Załączenie i wyłączenie silnika



Rys. 16. Okno inicjowania modułów PWM

liwość wyboru funkcji obsługujących moduł PWM. Na rys. 15 pokazano okno inicjowania modułu PWM. Mikrokontroler PIC18F4455 (a właściwie jego peryferie), używający swojego modułu USB, musi być taktowany częstotliwością 48 MHz. Na podstawie częstotliwości zegara taktującego układy peryferyjne i wartości wstępnego podziału (preskalera) jest wyliczany okres i częstotliwość przebiegu wyjściowego. Dla potrzeb przykładu wybrałem najniższą, możliwą częstotliwość sygnału PWM.

Prędkość obrotowa silnika będzie tym większa, im większy będzie współczynnik wypełnienia przebiegu sterującego. Jego ustawianie umożliwia funkcja *DutyCycle*. Argumentem jej wywołania jest 8-bitowa liczba. Im jest większa wartość argumentu, tym większy współczynnik wypełnienia. Moduł CCP/PWM mikrokontrolerów PIC18 ma rozdzielczość 10 bitów, więc jeżeli do sterowania potrzebna jest taka rozdzielczość, to można użyć funkcji *SetDutyCycle10bit*.

Współczynnik wypełnienia jest zapisywany do zmiennej *pwm_duty*. Naciśnięcie klawisza *UP* powoduje zwiększenie *pwm_duty* o 1, a klawisza *DOWN* zmniejszenie o 1. Po modyfikacji zmiennej jej wartość jest wpisywana do rejestrów określających współ-

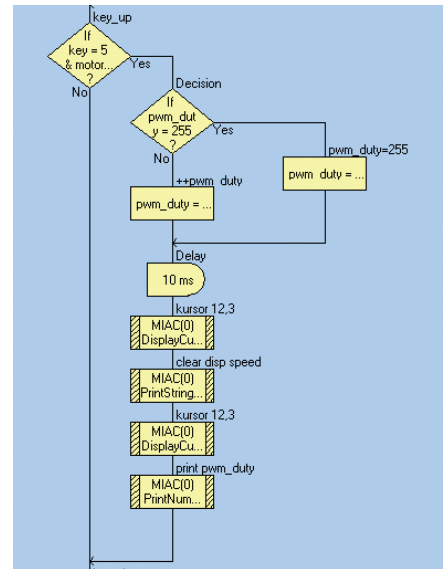
czynnik wypełnienia (argument funkcji *SetDutyCycle*) i wyświetlana na ekranie sterownika jako *speed*. Wartość *pwm_duty* zmienia się w zakresie od 70 do 255. Przy wartości 70 silnik jeszcze rusza, a przy 255 jest zasilany napięciem stałym (współczynnik wypełnienia 100%) i wiruje z pełną prędkością. Na rys. 17 pokazano fragment programu modyfikowania i wyświetlania zmiennej *pwm_duty* po przyciśnięciu klawisza *UP*. Symulację przebiegu wyjściowego sterującego silnika dla *pwm_duty*=70 pokazano na rys. 18.

Podsumowanie

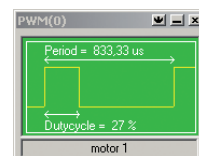
MIAC z pakietem Flowcode będzie bardzo dobrym rozwiązaniem dla tych wszystkich, którzy potrzebują niestandardowych rozwiązań lub chcą bardziej panować nad procesami sterującymi i nie boją się brania odpowiedzialności za własne rozwiązania.

Konstrukcja samego sterownika jest bardzo dobrze przemyślana. Tworzenie aplikacji, jej programowa symulacja i przesyłanie gotowego programu dla mikrokontrolera z pakietu Flowcode działają bez zarzutu, a aplikacje tworzy się błyskawicznie. Programista nie musi wnikliwie studiować dokumentacji mikrokontrolera z opisem rejestrów, układów peryferyjnych, przez co może zaoszczędzić czas i przeznaczyć go na zajęcie się właściwymi algorytmami sterowania. Interfejsu USB wykorzystywanego do programowania sterownika można użyć do połączenia z komputerem z uruchomionym systemem SCADA. Komputer może wtedy odczytywać i przetwarzać wartości napięć mierzone na wejściach, realizując skomplikowane algorytmy sterowania. Jest to tym łatwiejsze, że Flowcode wspiera również obsługę interfejsu USB.

W trakcie testowania sterownika mogłem sprawdzić działanie większości makr i funkcji. Na początku wydawało mi się, że liczba makr obsługi sterownika jest zbyt mała. Jednak w trakcie pracy nad programem zmieniłem zdanie. Również działanie układów



Rys. 17. Fragment programu odpowiedzialny za modyfikację współczynnika wypełnienia



Rys. 18. Okno symulacji przebiegu PWM

sprzętowych nie budziło żadnych wątpliwości. Trzeba jednak pamiętać, że sterowniki tego typu są przeznaczone do pracy w trudnych warunkach: przy dużych zakłóceniach elektromagnetycznych, przepięciach na liniach sterowniczych i sygnalizacyjnych, dużych wahaniami temperatury itp. Oczywiście moje testy nie obejmowały poprawności działania w takich warunkach, ale konstrukcja sterownika pozwala mi mieć nadzieję, że producent zadbał o odpowiednią odporność urządzenia.

Zastosowanie sterownika MIAC będzie też uwarunkowane jego ceną. Jeden z brytyjskich dystrybutorów znaleziony w Internecie sugerował cenę 190 euro za sterownik i pakiet Flowcode Professional. Sterownik Logo! 12/24RC w podstawowej wersji kosztuje ok. 600 złotych netto, ale nie ma możliwości tak elastycznego dostosowywania algorytmów sterujących do wymagań własnej aplikacji.

Tomasz Jabłoński, EP
 tomasz.jablonski@ep.com.pl

R E K L A M A

Bezprzewodowy regulator temperatury
AVT5094
 zasięg: około 50m

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
 tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

www.sklep.avt.pl