

Programowalny sterownik logiczny **BlackBOX**

SKRÓCONY OPIS TECHNICZNY (VER. 05/2001)

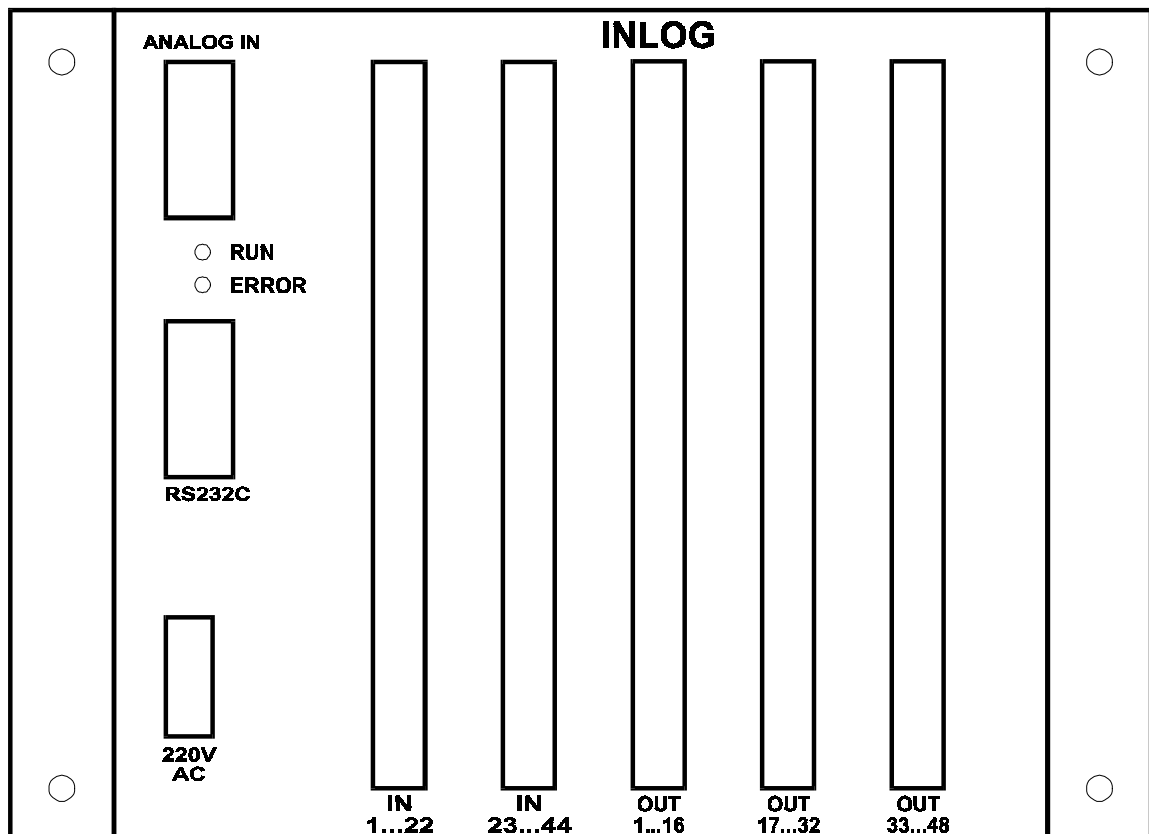
Programowalny sterownik logiczny BlackBOX jest uniwersalnym narzędziem do sterowania obiektami małej i średniej wielkości. Charakteryzuje się wyjątkowo małym poborem mocy i odpornością na zakłócenia zasilania. Modułowa budowa wewnętrzna umożliwia szybkie dostosowanie go do indywidualnych wymagań klienta.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE

- mikroprocesor Siemens 80C535,
- pamięć EPROM 32kB (*opcjonalnie 64kB*),
- pamięć RAM 32kB z podtrzymaniem bateryjnym,
- pamięć EEPROM 256B ... 32kB z interfejsem I²C,
- zegar czasu rzeczywistego typu Seiko 72421 z podtrzymaniem bateryjnym,
- interfejs szeregowy RS232C albo RS485, bez izolacji galwanicznej,
- opcjonalne wejścia analogowe 8x 10 bit, 0..5V/0..10V, bez izolacji galwanicznej,
- detektor zaniku zasilania sieciowego i wewnętrznego zasilania stabilizatora (AC/DC),
- zasilanie 220V AC (*3W dla 44 wejść binarnych i 48 wyjść binarnych*),
- standardowy moduł wyjść binarnych: 16 wyjść 24V DC/0.5A z izolacją galwaniczną,
- standardowy moduł wyjść przekaźnikowych: 12 przekaźników 250V/8A AC,
- standardowy moduł wejść binarnych: 22 wejścia 24V DC z izolacją galwaniczną.

Sterownik dostarczany jest z oprogramowaniem w pamięci EPROM umożliwiającym przesyłanie programów z IBM PC do pamięci RAM sterownika. Użytkownik otrzymuje również oprogramowanie komunikacyjne dla IBM PC do transmisji plików z kodem binarnym programu do sterownika.

Rysunek przedstawia widok sterownika od strony płyty czołowej.



Wszystkie połączenia zewnętrzne sterownika dokonuje się przy pomocy złącz umieszczonych na jego płycie czołowej:

- złącza zasilania 220V AC,
- złącza interfejsu szeregowego RS232C (*opcjonalnie - RS485*),
- opcjonalnego złącza wejść analogowych,
- dwu złącz wejść binarnych 24V DC,
- trzech złącz wyjść binarnych 24V DC lub przekaźnikowych.

Dostępna jest również mniejsza wersja obudowy z dwoma slotami na moduły wejść/wyjść.

ZASILANIE

Sterownik jest zasilany napięciem przemiennym 220V, $\pm 15\%$. Pobór mocy nie przekracza 3VA dla typowej konfiguracji. Ze względu na wyposażenie sterownika w wewnętrzny bufor zasilania, możliwa jest praca z krótkimi zanikami napięcia zasilania. Dopuszczalna długość ich trwania zależna jest od konfiguracji sterownika i wykonywanego programu, który może na przykład zawieszać mikroprocesor w trybie niskiego poboru mocy w jałowym okresie pracy algorytmu sterowania. Można przyjąć, że odporność na zaniki zasilania waha się od 1 do 2 s. Zaniki zasilania trzeba uwzględnić w oprogramowaniu sterownika, jeśli współpracujące urządzenia nie tolerują takich stanów. Natychmiastową reakcję programu umożliwiała przerwanie generowane przez detektor zaniku zasilania, dołączone do linii przerwań INT1 procesora sterownika. Do linii przerwań INT0 procesora dołączone jest przerwanie generowane przez detektor zaniku zasilania stabilizatora (DC), sygnalizujące konieczność natychmiastowego zapamiętania stanu algorytmu sterowania, ponieważ mikroprocesor sterownika zostanie za kilkadziesiąt μs zablokowany sygnałem RESET.

INTERFEJS SZEREGOWY

Przyporządkowanie sygnałów dla obu wariantów interfejsu szeregowego, w jakie sterownik może być alternatywnie wyposażony pokazuje tabelka.

Numer styku	Sygnal interfejsu RS232C	Sygnal interfejsu RS485
1	-	TxD/RxD -
2	RxD	-
3	TxD	-
4	DTR	-
5	GND	GND
6	-	TxD/RxD +
7	-	-
8	CTS	-
9	-	-

WEJŚCIA ANALOGOWE

Przyporządkowanie sygnałów wejść analogowych pokazuje tabelka.

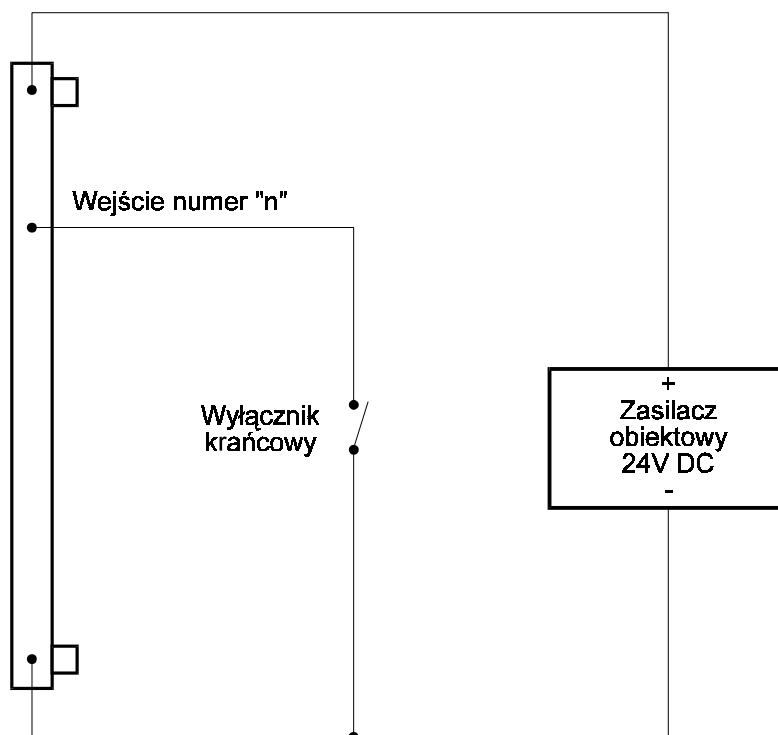
Numer styku	Sygnal analogowy
1	ANALOG GND
2	ANALOG IN 2
3	ANALOG IN 3
4	ANALOG IN 4
5	ANALOG IN 5
6	ANALOG IN 1
7	ANALOG IN 0
8	ANALOG IN 7
9	ANALOG IN 6

WEJŚCIA BINARNE 24V DC

Przyporządkowanie sygnałów do złącza wejść binarnych pokazuje tabelka.

Numer styku	Sygnal wejść binarnych 24V DC
1	+ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V
2	WEJŚCIE BINARNE NUMER 1
3	WEJŚCIE BINARNE NUMER 2
4	WEJŚCIE BINARNE NUMER 3
5	WEJŚCIE BINARNE NUMER 4
6	WEJŚCIE BINARNE NUMER 5
7	WEJŚCIE BINARNE NUMER 6
8	WEJŚCIE BINARNE NUMER 7
9	WEJŚCIE BINARNE NUMER 8
10	WEJŚCIE BINARNE NUMER 9
11	WEJŚCIE BINARNE NUMER 10
12	WEJŚCIE BINARNE NUMER 11
13	WEJŚCIE BINARNE NUMER 12
14	WEJŚCIE BINARNE NUMER 13
15	WEJŚCIE BINARNE NUMER 14
16	WEJŚCIE BINARNE NUMER 15
17	WEJŚCIE BINARNE NUMER 16
18	WEJŚCIE BINARNE NUMER 17
19	WEJŚCIE BINARNE NUMER 18
20	WEJŚCIE BINARNE NUMER 19
21	WEJŚCIE BINARNE NUMER 20
22	WEJŚCIE BINARNE NUMER 21
23	WEJŚCIE BINARNE NUMER 22
24	-ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V

Na rysunku pokazano przykładowe podłączenie czujnika do wejścia binarnego. Wyłącznik krańcowy zwiiera tu wejście binarne do masy po osiągnięciu przez kontrolowany element maszyny określonego położenia. Przy pomocy zworek na module wejść można zmienić aktywny poziom każdego wejścia binarnego z niskiego (0V) na wysoki (+24V DC). Próg przełączania wejścia to standardowo ok.12V.



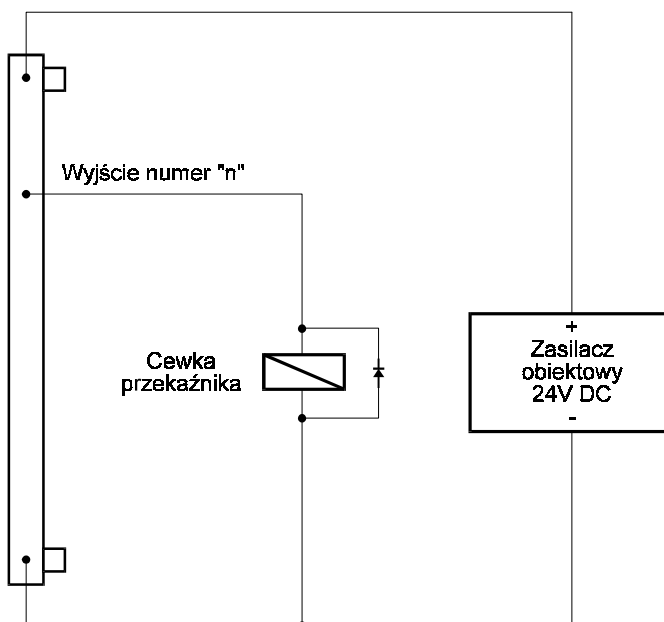
WYJŚCIA BINARNE 24V DC

Przyporządkowanie sygnałów do złącza wyjść binarnych pokazuje tabela.

Numer styku	Sygnal wyjść binarnych 24V DC
1	+ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 1
2	+ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 1
3	WYJŚCIE BINARNE NUMER 1
4	WYJŚCIE BINARNE NUMER 2
5	WYJŚCIE BINARNE NUMER 3
6	WYJŚCIE BINARNE NUMER 4
7	WYJŚCIE BINARNE NUMER 5
8	WYJŚCIE BINARNE NUMER 6
9	WYJŚCIE BINARNE NUMER 7
10	WYJŚCIE BINARNE NUMER 8
11	-ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 1
12	-ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 1
13	-ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 2
14	-ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 2
15	WYJŚCIE BINARNE NUMER 9
16	WYJŚCIE BINARNE NUMER 10
17	WYJŚCIE BINARNE NUMER 11
18	WYJŚCIE BINARNE NUMER 12
19	WYJŚCIE BINARNE NUMER 13
20	WYJŚCIE BINARNE NUMER 14
21	WYJŚCIE BINARNE NUMER 15
22	WYJŚCIE BINARNE NUMER 16
23	+ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 2
24	+ZASILANIA OBIEKTOWEGO 24V / GRUPA 2

Grupy wyjść **1-8** i **9-16** są od siebie izolowane galwanicznie. Jeśli nie jest to niezbędne dla konkretnej aplikacji sterownika, to można obie grupy zasilac ze wspólnego zasilacza obiektowego, rezygnując tym samym z wzajemnej izolacji grup.

Na rysunku pokazano przykładowe podłączenie obciążenia do wyjścia binarnego. Cewka przekaźnika, uruchamiającego dalej np. stycznik dużej mocy, dołączona jest między wyjście binarne a masę zasilania obiektowego. Rysunek pokazuje prawidłowe zabezpieczenie wyjścia binarnego diodą prostowniczą przed przepięciami indukcyjnymi powstającymi w chwili wyłączenia wyjścia. Ma to szczególne znaczenie w przypadku dużej indukcyjności cewki przekaźnika.



WYJŚCIA PRZEKAŹNIKOWE

Przyporządkowanie sygnałów do złącza wyjść przekaźnikowych pokazuje tabela.

Numer styku	Sygnal wyjść przekaźnikowych
1	+ZASILANIA CEWEK PRZEKAŹNIKÓW
2	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚĆ GRUPY 1
3	WYJŚCIE BINARNE NUMER 1
4	WYJŚCIE BINARNE NUMER 2
5	WYJŚCIE BINARNE NUMER 3
6	WYJŚCIE BINARNE NUMER 4
7	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚĆ GRUPY 2
8	WYJŚCIE BINARNE NUMER 5
9	WYJŚCIE BINARNE NUMER 6
10	WYJŚCIE BINARNE NUMER 7
11	WYJŚCIE BINARNE NUMER 8
12	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚCIA 9
13	BIEGUN 'NO' WYJŚCIA 9
14	BIEGUN 'NC' WYJŚCIA 9
15	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚCIA 10
16	BIEGUN 'NO' WYJŚCIA 10
17	BIEGUN 'NC' WYJŚCIA 10
18	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚCIA 11
19	BIEGUN 'NO' WYJŚCIA 11
20	BIEGUN 'NC' WYJŚCIA 11
21	WSPÓLNY BIEGUN WYJŚCIA 12
22	BIEGUN 'NO' WYJŚCIA 12
23	BIEGUN 'NC' WYJŚCIA 12
24	-ZASILANIA CEWEK PRZEKAŹNIKÓW

Grupy wyjść 1-4 i 5-8 oraz wyjścia 9, 10, 11 i 12 są od siebie izolowane galwanicznie. Jeśli nie jest to niezbędne dla konkretnej aplikacji sterownika, to można wszystkie wyjścia zasilać ze wspólnego napięcia obiektowego, rezygnując tym samym z ich wzajemnej izolacji.

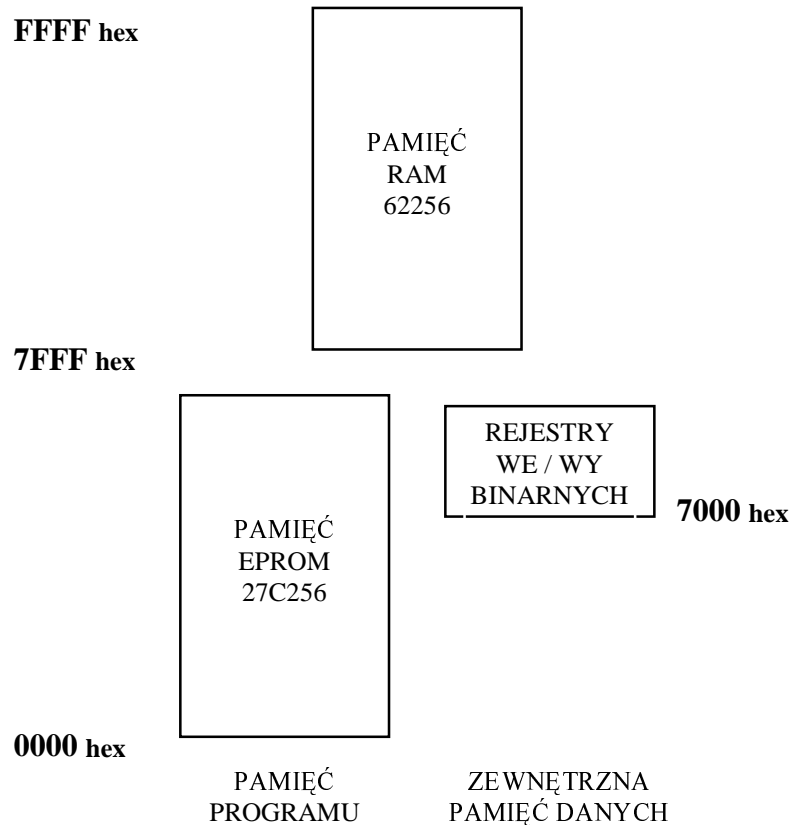
PODSTAWOWE INFORMACJE NA TEMAT PROGRAMOWANIA STEROWNIKA

Sercem sterownika BlackBOX jest mikroprocesor typu 80C535 firmy Siemens. Jest to układ oparty na architekturze i liście rozkazów rodziny mikroprocesorów Intel 8051, wyposażony w dodatkowe porty wejścia/wyjścia, powiększoną wewnętrzną pamięć RAM i rozbudowane układy peryferyjne, w tym przetwornik analogowo-cyfrowy. Standardowy oscylator kwarcowy 12MHz zapewnia wykonanie typowego rozkazu maszynowego w ciągu 1 μ s. W razie potrzeby istnieje możliwość wyposażenia sterownika w mikroprocesor w wersji 80C535A, która może pracować z wewnętrznym zegarem do 18MHz.

Program użytkownika przechowywany jest w pamięci RAM sterownika, zaś w pamięci EPROM umieszczony jest tzw. boot-loader, umożliwiający załadowanie programu z komputera nadrzędnego do pamięci RAM. W razie potrzeby można umieścić swój program również w pamięci EPROM.

Mapa pamięci sterownika

Pamięć EPROM zajmuje dolne 32kB przestrzeni pamięci programu, zaś górne 32kB są dostępne zarówno jako pamięć programu, jak i 32kB pamięci RAM w przestrzeni zewnętrznej pamięci RAM. Rejestry wejść i wyjść cyfrowych odwzorowane są w dolnej połowie przestrzeni zewnętrznej pamięci RAM. Taki podział przestrzeni pamięci pozwala na załadowanie programu w postaci binarnej jako dane do zewnętrznej pamięci RAM, a następnie wykonywaniu go z tej samej pamięci widzianej jako pamięć programu.



Adresy rejestrów wejść binarnych (*pamięć danych XDATA*):

moduł wejść binarnych #1	IN_1_1:	7010h	<i>wejścia binarne 01..08</i>
	IN_1_2:	7011h	<i>wejścia binarne 09..16</i>
	IN_1_3:	7012h	<i>wejścia binarne 17..22</i>
moduł wejść binarnych #2	IN_2_1:	7014h	<i>wejścia binarne 23..30</i>
	IN_2_2:	7015h	<i>wejścia binarne 31..38</i>
	IN_2_3:	7016h	<i>wejścia binarne 39..44</i>

Bit 7 i 8 rejestru IN_i_3 informują o poprawnej wartości napięcia zasilania obiektowego 24V DC zasilającego odpowiedni moduł wejść.

Aktywny stan wejścia: niski (0V) albo wysoki (+24V) zależnie od ustawienia zworek na module wejść, odczytywany jest jako logiczna "1" na pozycji bitu odpowiadającej danemu wejściu.

Adresy rejestrów wyjść binarnych (*pamięć danych XDATA*):

moduł wyjść binarnych #1	OUT_1_1:	7020h	<i>wyjścia binarne 01..08</i>
	OUT_1_2:	7021h	<i>wyjścia binarne 09..16</i>
moduł wyjść binarnych #2	OUT_2_1:	7022h	<i>wyjścia binarne 17..24</i>
	OUT_2_2:	7023h	<i>wyjścia binarne 25..32</i>
moduł wyjść binarnych #3	OUT_3_1:	7024h	<i>wyjścia binarne 33..40</i>
	OUT_3_2:	7025h	<i>wyjścia binarne 41..48</i>

Wpisanie logicznej "1" na pozycji bitu odpowiadającej danemu wyjściu powoduje uaktywnienie wyjścia, czyli pojawienie się wysokiego poziomu napięcia na wyjściu. Po załączeniu zasilania sterownika wszystkie wyjścia sterownika zostają automatycznie wyłączone sygnałem sprzętowego

zerowania mikroprocesora *RESET*. Programując sterownik należy pamiętać o tym, że do rejestru wyjściowego można jedynie **wpisać** informację o żądanym stanie wyjść, nie można zaś jej z niego odczytać. W związku z tym wskazane jest przechowywanie wzorca stanu każdego rejestru wyjść binarnych w osobnej komórce pamięci RAM sterownika, co umożliwi manipulację pojedynczym wyjściem bez zmiany stanu innych wyjść. Przykładowe procedury sterowania wyjściami binarnymi i testowania stanu wejść binarnych przedstawiono w dołączonym do sterownika oprogramowaniu.

Zewnętrzne źródła przerw

Sterownik BlackBOX wyposażono w specjalizowane układy kontrolne, które umożliwiają zwiększenie niezawodności aplikacji, w której jest wykorzystywany. Nieprawidłowości w pracy samego sterownika lub współpracującego z nim otoczenia mogą być sygnalizowane przerwaniem zgłaszanymi do mikroprocesora sterownika. Poniżej przedstawiono kolejne źródła takich przerw.

Zanik zasilania stabilizatora

Jeśli napięcie zasilania wewnętrznego stabilizatora sterownika opadnie poniżej bezpiecznej granicy, to generowane jest przerwanie INT0 mikroprocesora. Stan napięcia zasilania stabilizatora można też sprawdzić odczytując bit P3.2, który odzwierciedla stan linii INT0. Jeśli wykryty zostanie zanik zasilania stabilizatora - sygnalizowany logicznym "0" na linii - to pozostało kilkaset μ s pracy sterownika przed sprzętowym zablokowaniem mikroprocesora linią RESET. Czas ten można wykorzystać na zapamiętanie stanu sterowanego obiektu, zależnie od wymagań aplikacji.

Zanik zasilania sieciowego

Jeśli napięcie zasilania sieciowego sterownika opadnie poniżej bezpiecznej granicy, to generowane jest przerwanie INT1 mikroprocesora. Stan napięcia zasilania sieciowego można też sprawdzić odczytując bit P3.3, który odzwierciedla stan linii INT1. Jeśli wykryty zostanie zanik zasilania sieciowego - sygnalizowany logicznym "0" na linii - to oznaczać to może zakłócenie zasilania albo początek jego zaniku. Procedura obsługi przerwania INT1 powinna takie sytuacje rozróżniać i odpowiednio na nie zareagować. Należy tu wziąć pod uwagę, że w warunkach przemysłowych zasilanie sieciowe jest często tak mocno zakłócone, że omawiane przerwanie może być generowane bardzo często i z dużą częstotliwością. Ponieważ sterownik jest zabezpieczony przed krótkotrwałymi zanikami zasilania, najprostszym wyjściem może w takiej sytuacji być umieszczenie skutecznego filtra przeciwzakłócenieniowego przed złączem zasilania sterownika.

Przeciążenie wyjścia binarnego

Wyjścia binarne sterownika chronione są przed przeciążeniami na dwu poziomach. Na poziomie sprzętowym każde wyjście jest wyposażone w indywidualny układ ograniczania prądu wyjścia do wartości ok. 1A, zaś na poziomie programowym każdy moduł wyjść binarnych sygnalizuje zwarcie przy pomocy swojej linii przerwania dochodzącego do mikroprocesora sterownika. Ze względu na dużą moc, jaka wydziela się w tranzystorze wyjściowym w stanie ograniczania prądu wyjścia, konieczna jest możliwie szybka reakcja programu na to przerwanie. Jego najprostsza obsługa sprowadza się do wyłączenia wszystkich wyjść modułu zgłaszającego zwarcie. Możliwa jest też bardziej dokładna analiza prowadząca do wykrycia i wyłączenia jedynie zwartego wyjścia. Poszczególne moduły zgłaszają zwarcie jednego ze swoich wyjść jako:

moduł wyjść binarnych #1	przerwanie INT6	<i>linia P1.3</i>
moduł wyjść binarnych #2	przerwanie INT3	<i>linia P1.0</i>
moduł wyjść binarnych #3	przerwanie INT4	<i>linia P1.1</i>

Stan przeciążenia wyjścia sygnalizowany jest logiczną "1" na linii odpowiadającej danemu modułowi wyjść binarnych.

Przerwanie od wejścia binarnego

Przy pomocy zworek modułu wejść binarnych można zezwolić na generowanie przerwania również przez wybrane wejście binarne. Dla takiej konfiguracji po pojawieniu się aktywnego stanu na wejściu binarnym numer 22 wygenerowane zostanie przerwanie INT5, zaś stan samego wejścia można dodatkowo odczytywać programowo poprzez linię P1.2 mikroprocesora.

Dodatkowe układy modułu procesora

Moduł procesora sterownika BlackBOX zawiera kilka dodatkowych układów peryferyjnych, które ułatwiają jego stosowanie w złożonych systemach sterowania i zostały dalej krótko opisane.

Zegar czasu rzeczywistego

Odmierzanie w tle pracy programu czasu rzeczywistego umożliwia zastosowany układ scalony zegara typu Seiko 72421A. Ze względu na bateryjne podtrzymanie jego zasilania pracuje stale, nawet po wyłączeniu zasilania sterownika. Dokładnego opisu jego programowania należy szukać w odpowiednim katalogu układów scalonych, tu zaś podane zostaną jedynie informacje o sposobie jego dołączenia do mikroprocesora:

linie danych	D0 ... D3	port P5.4 ... P5.7,
linie adresu	A0 ... A3	port P5.0 ... P5.3,
linia wyboru	RTC_CS	port P4.2,
linia odczytu	RTC_RD	port P4.1,
linia zapisu	RTC_WR	port P4.0,
linia przerwania	RTC_IRQ	port P1.4, przerwanie INT2.

Zainteresowanym programistom udostępniamy przykładowe procedury zapisu/odczytu rejestrów zegara.

Pamięć EEPROM

Oprócz podtrzymywanej bateryjnie pamięci RAM o pojemności 32kB, moduł procesora sterownika BlackBOX wyposażony został dodatkowo w pamięć EEPROM o pojemności 256/512B. Jest to pamięć nieulotna, która nie wymaga baterijnego podtrzymania zasilania, przez co stanowi idealne miejsce do przechowywania najistotniejszych parametrów pracy algorytmu sterowania, bez groźby ich utraty nawet po rozładowaniu się baterii na module procesora. Komunikacja z nią odbywa się za pośrednictwem interfejsu I²C wykorzystującego port P4.3 jako linię SDA, zaś port P4.4 jako linię SCL. Opis interfejsu I²C i samej pamięci znaleźć można w katalogach firmy Philips. Zainteresowanym programistom udostępniamy przykładowe procedury interfejsu I²C.

Diody sygnalizacyjne LED

Na płycie czołowej sterownika umieszczono dwie diody LED, czerwoną i zieloną, opisane umownie jako ERROR i RUN. Są one wykorzystywane przez oprogramowanie zawarte standardowo w pamięci EPROM sterownika do sygnalizowania wyniku próby uruchomienia, po załączeniu zasilania sterownika, programu przechowywanego w pamięci RAM. Jeśli przechowywana w pamięci RAM suma kontrolna programu użytkownika jest poprawna, to sterowanie jest przekazywane do programu w pamięci RAM, od adresu 8000h poczynając. Jeśli przechowywana

suma kontrolna jest niezgodna z sumą obliczoną, to zaświecona zostaje czerwona dioda LED, zaś program zawarty w pamięci EPROM oczekuje na polecenia związane z ponownym wpisaniem programu do pamięci RAM.

Po uruchomieniu programu użytkownika obie diody LED mogą być użyte w dowolny sposób do sygnalizacji różnych stanów pracy wykonywanego algorytmu sterowania.

Sterowanie diodami jest następujące:

dioda czerwona (*ERROR*) port P4.6,

dioda zielona (*RUN*) port P4.5.

Wpisanie logicznej "1" do odpowiedniego portu powoduje świecenie związanej z nim diody LED.

Sygnalizacja stanu baterii

Linia portu P4.7 została wykorzystana do odczytu stanu baterii litowej podtrzymującej zasilanie pamięci RAM i zegara czasu rzeczywistego. Stan logicznej "1" odczytywany na linii P4.7 świadczy o sprawności baterii, stan logicznego "0" o jej wyczerpaniu i konieczności wymiany.