

Regulator silnika DC o prądzie max. 6A SDC106E0/ SDC106E1/ SDC106E2

PPH *WObit* mgr inż. Witold Ober
61-474 Poznań, ul. Gruszkowa 4
tel.061/8350-620, -800 fax. 061/8350704
e-mail: wobit@wobit.com.pl <http://www.wobit.com.pl>

WŁAŚCIWOŚCI	3
PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA (DLA SDC106E0)	4
OBSŁUGA PODSTAWOWA	5
PROGRAMOWANIE STEROWNIKA	6
<i>Ustawianie parametrów regulatora</i>	7
<i>Sterowanie w czasie rzeczywistym</i>	8
<i>Programowanie listy rozkazów</i>	8
PRZELICZANIE WARTOŚCI PARAMETRÓW	9
ROZKAZY ROZPOZNAWANE PRZEZ STEROWNIK	11
AKTUALIZACJA OPROGRAMOWANIA	12
HISTORIA ZMIAN OPROGRAMOWANIA	14
DANE ELEKTRYCZNE:	14
SYMBOL ZAMÓWIENIOWY:	14

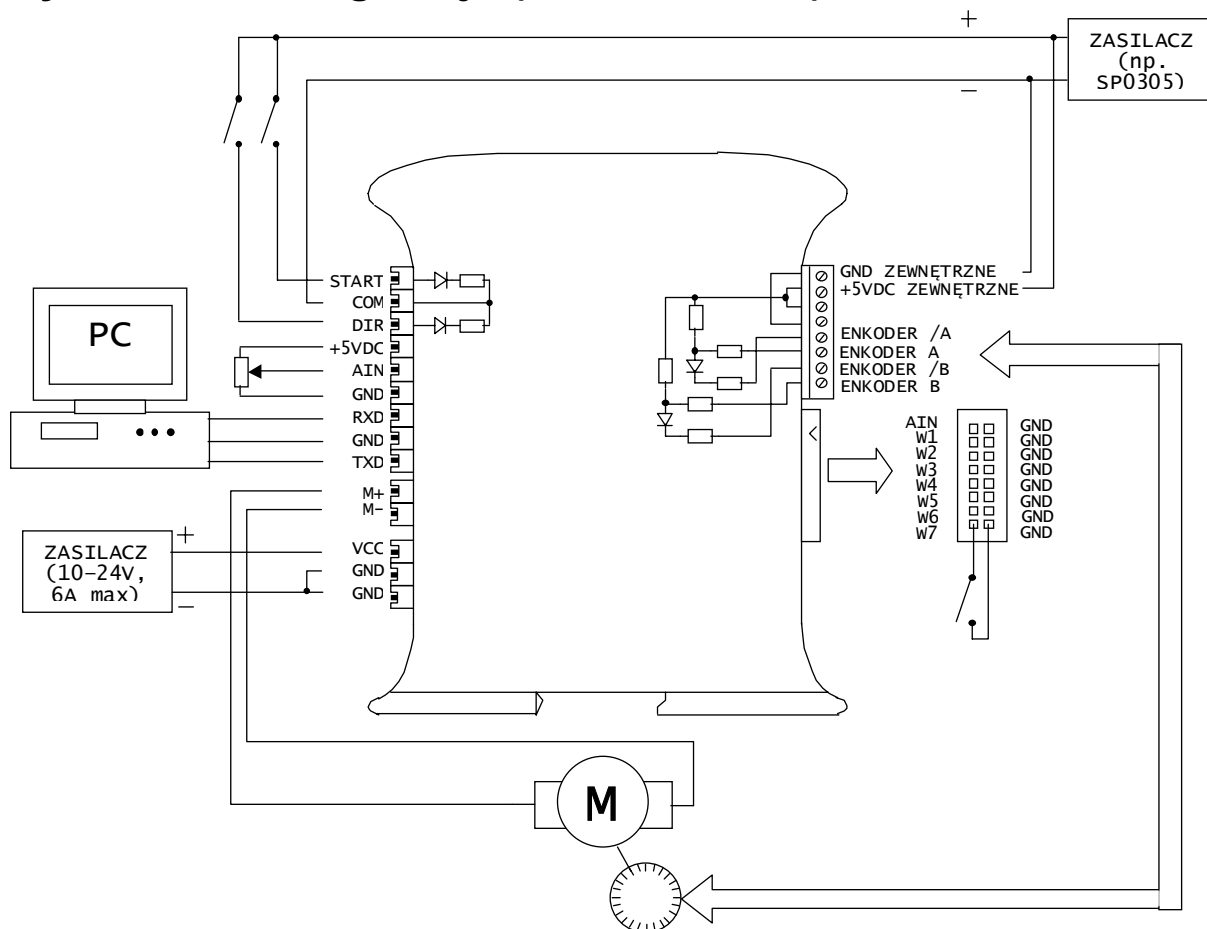
Właściwości

- 3 odmiany: SDC106E0, SDC106E1, SDC106E2 przystosowane do pracy z enkoderami o napięciu zasilania równym odpowiednio 5, 12 i 24 VDC
- 4 tryby pracy: regulacja położenia, regulacja prędkości, regulacja prędkości z prędkością zadaną potencjometrem, regulacja prędkości do wartości wybieranej trzema wejściami cyfrowymi
- obciążalność prądowa do 6 A
- napięcie zasilania 10 – 24 VDC
- napięcie znamionowe silnika 6 – 24 VDC
- PWM o częstotliwości 62.5 kHz
- zabezpieczenie przeciwzwarciowe i przeciwprzeciążeniowe przy 30 A
- zabezpieczenie termiczne
- optoizolowane wejścia enkodera
- optoizolowane wejścia START i DIR do uruchamiania/zatrzymywania silnika i zmiany kierunku wirowania
- łącze RS232 do sterowania pracą regulatora
- 3 wejścia cyfrowe do zadawania prędkości
- wejście analogowe 0 – 5 V do zadawania prędkości
- 4 wejścia cyfrowe do obsługi zewnętrznych elementów (np. wyłączniki krańcowe)
- wskaźniki LED stanu zasilania, błędu, gotowości, uruchomienia silnika i kierunku jego wirowania
- możliwość programowania listy instrukcji do wykonania (typu jedź na pozycję pierwszą, jedź na pozycję drugą, czekaj na sygnał, powtórz cykl)
- możliwość sterowania w czasie rzeczywistym z komputera PC lub innego urządzenia wyposażonego w interfejs RS232
- obudowa przystosowana do montażu na szynie DIN



SDC106E0/SDC106E1/ SDC106E2 to seria sterowników przeznaczonych dla silników prądu stałego umożliwiających regulację położenia i prędkości silnika. Sterowanie kierunkiem obrotów odbywa się za pomocą optoizolowanego wejścia DIR lub na drodze programowej. Wejście START decyduje o tym, czy silnik ma pracować (obracać się), czy być zatrzymany. Do zasilania sterownika należy stosować zasilacz niestabilizowany, o napięciu wyjściowym równym napięciu znamionowemu podłączonego silnika lub nieco wyższym (jednak nie jest to zalecane). Zasilacz powinien posiadać na wyjściu duże kondensatory elektrolityczne w celu odebrania ewentualnej energii wracającej od rozpędzonego silnika przez sterownik (*BACK EMF*). Podłączając sterownik należy zwrócić uwagę na poprawną polaryzację zasilania, gdyż zamiana + z – spowoduje uszkodzenie sterownika.

Przykładowa konfiguracja (dla SDC106E0)



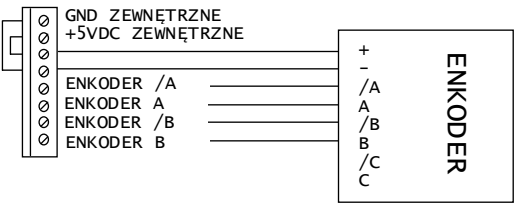
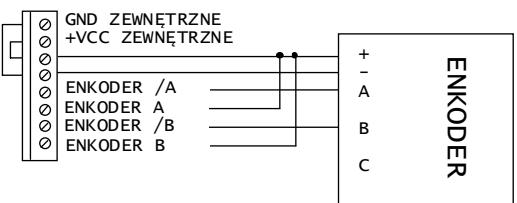
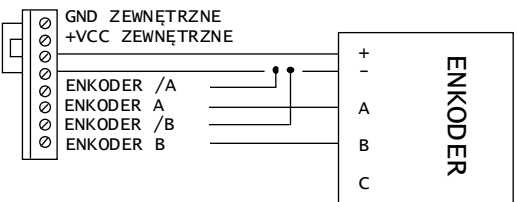
Rysunek 1 – przykładowa konfiguracja dla wersji SDC106E0

Do stworzenia napędu, oprócz samego regulatora, będą potrzebne dodatkowe elementy:

- silnik prądu stałego o napięciu nominalnym 6 – 24 V i prądzie do 6 A
- enkoder sprzężony z wałem silnika (zalecana rozdzielczość 200 działek na obrót);
- 2 przełączniki umożliwiające uruchomienie/zatrzymanie silnika oraz zmianę jego kierunku;
- zasilacz do enkodera i przełączników (napięcie zależne od napięcia zasilania enkodera), np. 5 V, 0.3 W o oznaczeniu SP0305 z oferty WObit;
- zasilacz główny dla regulatora, jego parametry powinny być dopasowane do typu silnika;
- potencjometr, jeśli użyte będzie wejście analogowe, np. 10 – obrotowy R = 5 k Ω typ WM2010;
- komputer PC wyposażony w łącze szeregowe RS232 (do programowania listy rozkazów lub sterowania w czasie rzeczywistym, jednak nie jest on niezbędny, zob. punkt Obsługa podstawowa)
- przełączniki, przyciski lub inne mechanizmy umożliwiające zwieranie do masy wejść cyfrowych w1 – w7, potrzebne do ręcznego programowania prędkości i jej wybierania w trybie !m,j oraz do stosowania rozkazów czekania !w1, !w2, !w3, !w4 (patrz tabela 1);
- odpowiednie okablowanie.

Na rysunku 1 pokazano przykładową konfigurację połączeń regulatora. W tabeli 2 pokazano sposób połączenia regulatora z enkoderem o różnych typach wyjść.

Tabela 1 - połączenie enkodera z regulatorem

Typ		modele enkoderów
Nadajnik linii		MOK40-200-5-BZ-N
Otwarty kolektor (OC)		MOK40-200-1224-BZ-K
Standardu TTL lubprzeciwsobne (push – pull)		MOK40-200-1224-BZ-PP
MOK40-200-1224-BZ-K		
Standard wyjścia: K – otwarty kolektor, PP – PushPull, N – nadajnik linii		
Znacznik zera (kanał C): B – bez znacznika, BZ – ze znacznikiem		
Zakres napięć zasilających: tutaj 12 do 24 VDC		
Rozdzielczość w działkach na obrót		
Średnica obudowy w milimetrach		
Typ		

Obsługa podstawowa

Regulator jest domyślnie zaprogramowany tak, aby działać w trybie regulacji prędkości z prędkością zadaną przez wejścia cyfrowe w5, w6 i w7. W tym trybie nie jest konieczne podłączanie komputera w celu zaprogramowania pracy sterownika. Wybór prędkości odbywa się poprzez zwieranie poszczególnych wejść cyfrowych urządzenia do masy zasilania. Aby zaprogramować poszczególne prędkości należy wykonać następującą procedurę:

- zewrzeć do masy wszystkie trzy wejścia w5, w6 i w7;
- silnik stopniowo rozpędza się od prędkości zerowej do prędkości maksymalnej po czym zatrzymuje się i ponownie rozpędza itd.;
- w czasie rozpędzania należy wybrać moment w którym prędkość osiąga pożądaną wartość i rozewrzeć jedno z wejść; do tego wejścia będzie przypisana zarejestrowana prędkość;
- po pomyślnym zaprogramowaniu prędkości, rozewrzeć wszystkie wejścia;
- w razie potrzeby powtórzyć procedurę dla pozostałych wejść.

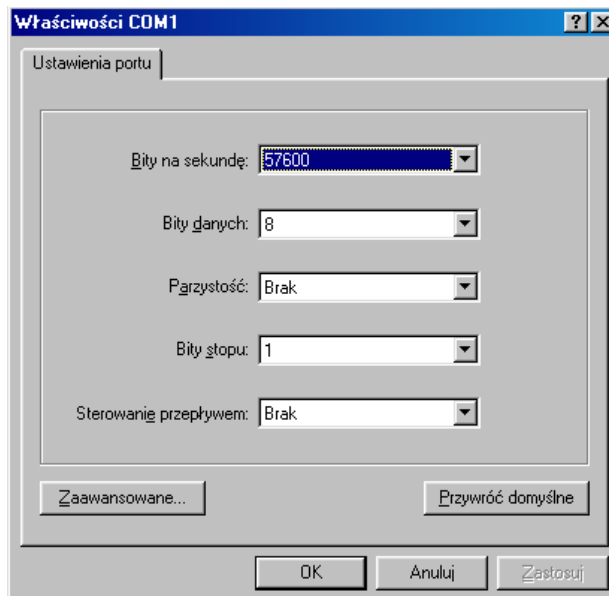
Po zaprogramowaniu prędkości można je wybierać poprzez zwieranie poszczególnych wejść. W danej chwili powinno być zwarte tylko jedno wejście. Jeśli żadne z wejść nie jest zwarte, prędkość silnika jest ustalana za pomocą wejścia analogowego (np. przy użyciu potencjometru).

Do sygnalizacji stanu pracy sterownika służą 4 diody LED. Ich funkcje są następujące:

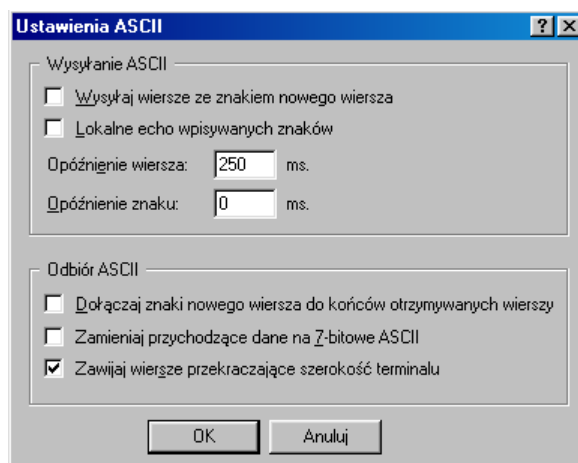
- POWER – informuje o obecności napięcia zasilającego sterownik;
- ERROR – mruganie tej diody świadczy o zadziałaniu zabezpieczenia przeciwprzeciążeniowego/przeciwzwarciovego, skasowanie błędu i powrót do normalnej pracy sterownika następuje poprzez wyłączenie zasilania, lub przełączenie na więcej, niż na pół sekundy przełącznika DIR;
- READY – ta dioda informuje o gotowości sterownika: podczas wykonywania rozkazu mruga, natomiast kiedy sterownik jest gotowy zostaje zapalona; uwaga: działanie w trybie !m_j jest również traktowane jako ciągłe wykonywanie rozkazu;
- START – zostaje zapalona jeśli przełącznik START jest w pozycji zamkniętej (zezwolenie na wirowanie silnika);
- DIR – świeci kiedy przełącznik kierunku jest w pozycji zamkniętej (zob. opisy poleceń !m_j, !m_a, !m_s i !m_p w tabeli 1).

Programowanie sterownika

Sterownik można programować przy użyciu komputera PC wyposażonego w łącze RS232. Do komunikacji można użyć dowolnego terminala przy czym należy ustawić następujące parametry (przykład dla Hyper Terminal wchodzącego w skład Windows):



Rysunek 2 - ustawienia połączenia



Rysunek 3 - ustawienia ASCII

Plik ustawień terminala można pobrać ze strony:

www.wobit.com.pl/produkty/sterowniki/sterowniki_DC/SDC106E.htm

Po poprawnym nawiązaniu połączenia możemy przejść do programowania sterownika. Programowanie poprzez terminal można podzielić na 3 kategorie: ustawianie parametrów regulatora, sterowanie w czasie rzeczywistym oraz programowanie listy rozkazów do wykonania.

Ustawianie parametrów regulatora

Użytkownik może wpływać na następujące parametry regulatora (patrz tabela 1):

- wzmocnienie regulatora położenia;
- wzmocnienie regulatora prędkości;
- wzmocnienie regulatora przyspieszenia;
- ograniczenie przyspieszenia;

- ograniczenie prędkości;
- ograniczenie napięcia zasilającego silnik.

Parametry te dobrano tak, aby regulator działał poprawnie z większością silników DC o mocach dochodzących 100 W i prędkościach nominalnych około 3000 obr/min (przyjęto, że rozdzielczość enkodera jest rzędu 200 impulsów na obrót). Największy wpływ na degradację jakości działania regulatora ma wprowadzenie dużych momentów bezwładności w napędzie. W takim przypadku należy spróbować zmniejszyć wzmocnienie regulatora prędkości.

Sterowanie w czasie rzeczywistym

Sterowanie w czasie rzeczywistym odbywa się przez wysyłanie rozkazów poprzez łącze RS232. Jednym ze sposobów korzystania z tej funkcji jest używanie terminala. Oczywiście można to zadanie powierzyć każdemu urządzeniu wyposażonemu w interfejs RS232, na którym można ustawić w/w parametry transmisji. Wydanie rozkazu polega na wpisaniu do terminala (lub przesłaniu odpowiednich wartości kodów ASCII) wszystkich znaków rozkazu i jednego znaku powrotu karetki (oznaczany przez CR, uzyskuje się go przez wciśnięcie enter lub przesłanie wartości 13 (0Dh) odpowiadającej w kodzie ASCII temu znakowi). Po wykonaniu rozkazu urządzenie odpowiada znakiem kropki. Przesyłanie rozkazów nie powinno się odbywać częściej, niż w tempie 4 rozkazów na sekundę. Sposobem na przyspieszenie działania jest oczekiwanie na znak kropki, który sygnalizuje zakończenie wykonywania rozkazu. Przykładowy fragment komunikacji wygląda następująco (należy pamiętać, że każdy rozkaz musi być zakończony znakiem CR):

```
!mp  
!V800  
!w1  
!V0
```

Przesłanie takiej sekwencji rozkazów spowoduje:

```
ustawienie trybu regulacji położenia  
rozkaz ruchu na pozycję 800  
oczekiwanie na zwarcie do masy wejścia cyfrowego w1  
rozkaz ruchu na pozycję 0
```

Programowanie listy rozkazów

Sterownik umożliwia zarejestrowanie listy rozkazów do wykonania. Lista rozkazów może zawierać wszystkie rozkazy umieszczone w tabeli 1. Maksymalna długość listy rozkazów (wliczając znaki CR) to 255 znaków. Poszczególne rozkazy rozdzielone są pojedynczym znakiem powrotu karetki (CR). Nagrywanie listy rozkazów należy przeprowadzić w następujący sposób:

- wyczyszczenie listy rozkazem !be;
- rozpoczęcie nagrywania poprzez rozkaz !br;
- wpisywanie kolejnych rozkazów;
- jeśli lista rozkazów ma być cykliczna, ostatnim rozkazem musi być !bp;
- zakończenie nagrywania rozkazem !bs;

- uruchomienie listy rozkazów poprzez polecenie !bp lub !r (zresetowanie urządzenia spowoduje automatyczne uruchomienie listy rozkazów).

Przykładowo oryginalny program sterownika zawiera tylko jeden rozkaz: !mj który powoduje wejście sterownika w tryb sterowania prędkością za pomocą zwor i potencjometru (zob. tabela 1).

Przeliczanie wartości parametrów

Ponieważ sterownik stosuje wewnętrzne jednostki dla położenia i prędkości, poniżej zostają zawarte informacje na temat przeliczania jednostek.

Oznaczenia:

T_p – okres próbkowania [s]

F_p – częstotliwość próbkowania, $F_p = 1/T_p$ [Hz]

N_4 – ilość pulsów na obrót z uwzględnieniem kwadratury, $N_4 = 4 \cdot$ rozdzielczość enkodera [imp/obr]

[imp] – jednostka jednego impulsu z dekodera kwadraturowego

$T_p = 25$ [ms],

$F_p = 400$ [Hz],

$N_4 = 800$ [imp/obr] (w zależności od enkodera)

- a) przeliczenie położenia: $n = P/N_4$
gdzie n – liczba obrotów wału silnika, P – położenie kątowe wyrażone w [imp] (jednostka używana przy wydawaniu rozkazów z terminala)
- b) określenie prędkości $\Omega = V/(T_p \cdot N_4)$
gdzie Ω - prędkość wału w [obr/s] V – prędkość w [imp/ T_p] (jednostka używana przy wydawaniu rozkazów z terminala)
- c) obliczenie prędkości rozpędu $E = 1000 \cdot V \cdot T_p / \tau$
gdzie E – szybkość narastania prędkości w [imp/ T_p^2] (jednostka używana przy wydawaniu rozkazów z terminala), V – prędkość końcowa w [imp/ T_p], τ - czas rozpędu do prędkości końcowej w sekundach
- d) obliczenie maksymalnego napięcia zasilającego silnik $U_{max} = U_{zas} \cdot U/255$
gdzie U_{max} – maksymalne napięcie zasilające silnik, U_{zas} – napięcie zasilania, U – wartość wpisana przy użyciu komendy !PU

Przykłady:

Obliczenie położenia zadanego przy $N_4 = 800$ [imp/obr] dla 12 obrotów wału:

$$n = P/N_4$$

czyli

$$P = n \cdot N_4$$

stąd

$$P = 12 \cdot N_4 = 9600 \text{ [imp]}$$

Obliczenie prędkości w obrotach na sekundę przy odczycie prędkości $V = 30$ [imp/ T_p], $N_4 = 800$ [imp/obr], $T_p = 0.0025$ [s]:

$$\Omega = V/(T_p \cdot N_4) = 30/(0.0025 \cdot 800) = 15 \text{ [obr/s]}$$

Obliczenie ustawienia E tak, aby rozbieg od zera do prędkości 50 [obr/s] trwał dwie sekundy (N_4 i T_p jak poprzednio):

obliczamy prędkość wyrażoną w [imp/ T_p]:

$$\Omega = V/(T_p \cdot N_4)$$

czyli

$$V = \Omega \cdot T_p \cdot N_4 = 50 \cdot 0.0025 \cdot 800 = 100 \text{ [imp}/T_p]$$

stąd

$$E = 1000 \cdot V \cdot T_p / \tau = 1000 \cdot 100 \cdot 0.0025 / 2 = 125 \text{ [} 0.001 \cdot \text{imp}/T_p^2 \text{]}^1$$

Obliczenie ograniczenia napięcia tak, aby przy zasilaniu 24 VDC stosować silnik o napięciu 18 VDC

$$U_{\max} = U_{\text{zas}} \cdot U / 255$$

czyli

$$U = 255 \cdot U_{\max} / U_{\text{zas}} = 255 \cdot 18 / 24 = 191.25 \approx 191$$

¹ jednostka wynosi $[0.001 \cdot \text{imp}/T_p]$ ponieważ jako rozkaz w terminalu podajemy 1000 razy większą, niż rzeczywista wartość E (por. Tabela 2)

Rozkazy rozpoznawane przez sterownik

Tabela 2 - zestawienie dostępnych rozkazów

Rozkaz	Działanie	Parametr	Wartość domyślna parametru ²
!mp	przełączenie na tryb regulatora położenia ³		
!ms	przełączenie na tryb regulatora prędkości ²		
!ma	przełączenie na tryb regulatora prędkości z prędkością zadawaną potencjometrem		
!mj	przełączenie na tryb regulatora prędkości z prędkością zadawaną wejściami cyfrowymi w5, w6, w7		
!VXXX	wpisanie wartości zadanej położenia (w trybie reg. położenia !mp) lub prędkości zadanej	wartość XXX: w regulacji położenia można podać wartości od -2 147 483 648 do 2 147 483 647, w regulacji prędkości od -PW do PW	0 dla położenia i 0 dla prędkości
?vp	odczytanie aktualnego położenia		
?vs	odczytanie aktualnej prędkości		
?Vp	odczytanie położenia zadanego		
?Vs	odczytanie prędkości zadanej		
!br	rozpoczęcie nagrywania listy rozkazów		
!be	skasowanie listy rozkazów		
!bs	zakończenie nagrywania oraz zapisanie listy rozkazów		
!bt	wypisanie na ekran listy rozkazów		
!bp	odtworzenie listy rozkazów		
!jxXXX	zadanie prędkości odpowiadającej wejściu cyfrowemu w7		
!jyXXX	zadanie prędkości odpowiadającej wejściu cyfrowemu w6		
!jzXXX	zadanie prędkości odpowiadającej wejściu cyfrowemu w5		
!PtXXX	ustawienie wzmocnienia regulatora położenia	wartość XXX: rzeczywista wartość wzmocnienia jest 1000 razy mniejsza od podanej przez użytkownika	20 (rzeczywista wartość 0.02)
!PwXXX	ustawienie wzmocnienia regulatora prędkości		12500 (rzeczywista wartość 12.5)
!PeXXX	ustawienie wzmocnienia regulatora przyspieszenia		17000 (rzeczywista wartość 17.0)

² wszystkie wartości muszą być liczbami całkowitymi

³ uwaga: w tych dwóch trybach wejście DIR jest nieaktywne (jego pozycja jest obojętna) – zmiana kierunku wirowania lub znaku położenia zadanego odbywa się przez podawanie liczb ujemnych w rozkazach !VXXX

!PEXXX	ustawienie ograniczenia szybkości narastania prędkości zadanej, dotyczy trybów regulacji prędkości (w regulacji położenia nie wykorzystywane), zmiana tego parametru umożliwia ustawienie łagodnego (po „rampie”) rozpędzania silnika		1000 (rzeczywista wartość 1.0)
!PWXXX	ustawienie wartości maksymalnej prędkości	wartość XXX: podana wartość powinna być równa lub mniejsza od prędkości nominalnej silnika w inkrementach na okres próbkowania ⁴	100
!PUXXX	ustawienia maksymalnego stopnia wysterowania mostka umożliwiające pracę silnikom o niższym nominalnym napięciu zasilania	wartość XXX: od 0 do 255, przy czym 255 odpowiada maksymalnemu wysterowaniu (napięcie zasilające silnik może się zmieniać od zera do wartości bliskiej napięciu zasilania)	255
?PX	sprawdzenie wartości rzeczywistych (więc bez współczynnika skalowania) poszczególnych parametrów (uwaga w przypadku tworzenia GUI - zawsze 8 znaków: XXX.XXX\r)	X – dowolny symbol oznaczający parametr: t, w, e, U, W, E	-
!T1	włączenie potwierdzania znaków wysyłanych z terminala (każdy znak wysłany do urządzenia jest retransmitowany z powrotem do PC) ⁵	-	
!T0	wyłączenie potwierdzania znaków ⁵		
!r	wymuszenie restartu sterownika		
!z	wyzerowanie regulatora pomocne podczas realizowania ustawienia silnika w pozycji początkowej		
?I	wyświetlenie informacji dotyczącej wersji oprogramowania		

Aktualizacja oprogramowania

Sterownik umożliwia załadowanie uaktualnionych wersji oprogramowania. Aby stwierdzić, jaka wersja oprogramowania jest zainstalowana w sterowniku, należy użyć polecenia ?I. Spowoduje ono wyświetlenie informacji na temat sterownika, w tym numeru wersji:

SDC106E, Aug 16 2005, 11:07:18

REV.: 1.5 FLASH: 0

Aktualizacje oprogramowania dostępne są pod adresem www.wobit.com.pl/produkty/sterowniki/sterowniki_DC/SDC106E.htm . Procedura aktualizacji jest następująca:

⁴ zob. punkt o nazwie Przeliczenie wartości parametrów

⁵ jest to domyślnie ustawiony tryb, wyłączenie potwierdzania znaków komendą !T0 jest aktywne tylko do czasu wyłączenia zasilania lub restartu sterownika

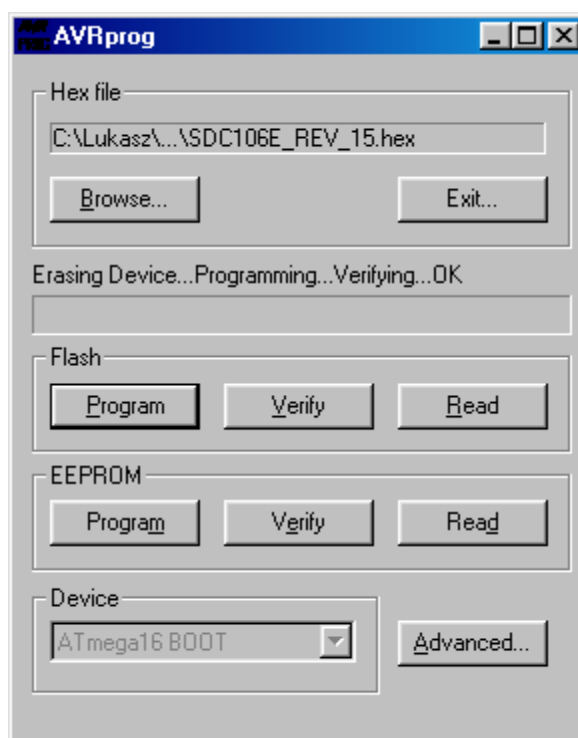
⁶ wyłączenie potwierdzania znaków jest przydatne, jeśli urządzenie będzie współpracować z oprogramowaniem sterującym

1. pobierz pliki SDC106E_rev_XX.hex oraz AVRprog.exe ze strony www.wobit.com.pl (XX oznacza numer wersji, np. 15 – wersja 1.5);
2. wyłącz sterownik, połącz sterownik i komputer PC za pomocą kabla szeregowego;
3. zewrzyj do masy wszystkie wejścia cyfrowe, np. przy użyciu zwerek, jak pokazano na rysunku 4;



Rysunek 4 - przestawienie urządzenia w tryb programowania

4. włącz zasilanie sterownika⁷;
5. uruchom program AVRprog.exe;
6. użyj przycisku Browse... dla odszukania pliku SDC106E_REV_XX.hex (rysunek 5):



Rysunek 5 - wygląd programu AVRprog

7. naciśnij przycisk Program w ramce oznaczonej Flash;

⁷ uwaga: w przypadku stosowania zasilaczy o dużych pojemnościach filtrujących na wyjściu, należy odczekać aż ulegną one rozładowaniu lub odłączyć kable zasilające sterownik

8. programowanie trwa około minuty i powinno się zakończyć wyświetleniem powyżej paska postępu komunikatu: Verifying...OK;
9. w przypadku niepowodzenia, zakończ działanie AVRprog, wyłącz zasilanie sterownika i powtórz kroki 4. – 8.;
10. wyłącz zasilanie sterownika;
11. rozewrzyj wejścia cyfrowe;
12. włącz zasilanie sterownika;
13. użyj polecenia ?I do sprawdzenia numeru wersji oprogramowania.

Zachęcamy do zgłaszania propozycji zmian/modyfikacji oprogramowania. W miarę możliwości będą one uwzględniane w kolejnych wersjach programu.

Historia zmian oprogramowania

wersja 1.5:

- wersja początkowa

wersja 1.6:

- poprawiony sposób hamowania – hamowanie natychmiastowe;
- wpisanie rozkazu resetu !r jako pierwszego na liście rozkazów nie powoduje zawieszenia sterownika;
- poprawienie wyświetlania prędkości zadanej (odwrotny znak);

Dane elektryczne:

Napięcie zasilania:	10 ÷ 24 VDC
Max prąd znamionowy silnika:	6 A
Izolowane wejścia:	4 (START, DIR, kanał A i B dla enkodera)
Częstotliwość PWM:	62.5 kHz
Wskaźnik zasilania:	LED czerwony
Temperatura pracy:	0 ÷ 60 °C
Chłodzenie:	grawitacyjne

Wymiary mechaniczne: 120x101x22.5 (obudowa)

Symbol zamówieniowy:

