

# CS - Lab s.c.

[www.cs-lab.eu](http://www.cs-lab.eu)



## Podręcznik Użytkownika **ARBAH Servo Drive v2**

*Inteligentny sterownik serwo  
silników bezszczotkowych BLDC  
oraz szczotkowych DC o mocy od  
100W do 1kW*

Model : 20A / 160V  
Seria : xxxx003xxxx

(Wydanie pierwsze)

## Informacje ogólne

Producent nie odpowiada za skutki nieodpowiedniej, niedbałej lub nieprawidłowej instalacji oraz konfiguracji parametrów napędu lub niewłaściwego dopasowania prędkości do obsługiwanej maszyny.

Ze względu na ciągły rozwój produktu, producent zastrzega sobie prawo do dokonywania zmian w specyfikacji produktu lub jego jakości, a także zmian w Podręczniku Użytkownika, bez pisemnego zawiadomienia.

Wszystkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie lub skanowanie niniejszego Podręcznika Użytkownika lub jego części bez pisemnej zgody wydawcy jest zabronione.

## Wersja oprogramowania napędu

*„ARBAH Servo Drive v2” jest dostarczany z najnowszą wersją oprogramowania. Jeżeli nowy napęd jest stosowany w nowym lub istniejącym systemie napędowym z innymi napędami „ARBAH Servo Drive v2”, mogą wystąpić różnice w wersji oprogramowania tych napędów. Te różnice mogą powodować, że niektóre funkcje w nowym napędzie będą działały odmiennie niż w istniejących napędach. Zaleca się w takim przypadku aktualizację wewnętrznego oprogramowania napędu przy pomocy dostarczonej przez producenta aplikacji kontrolno-diagnostycznej „BLDC ToolDiag”.*

*W przypadku jakichkolwiek wątpliwości należy skontaktować się z dystrybutorem napędu.*

# Spis treści

	<b>Deklaracja Zgodności .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Bezpieczeństwo pracy .....</b>	<b>6</b>
1.1	Zasady bezpieczeństwa .....	6
1.2	Projekt systemu i bezpieczeństwo obsługi .....	6
1.3	Zgodność z przepisami .....	6
1.4	Silnik .....	6
1.5	Modyfikacja parametrów konfiguracyjnych .....	7
1.6	Podłączenie elektryczne .....	7
<b>2</b>	<b>Dane znamionowe .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Instalacja napędu .....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Instalacja elektryczna .....</b>	<b>11</b>
4.1	Opis złącz napędu .....	11
4.1.1	Złącze zasilania HV .....	12
4.1.2	Złącze silnika MOTOR .....	13
4.1.3	Złącze RS485 / ENC2 .....	14
4.1.4	Złącze ENC1 / HALL .....	15
4.1.5	Złącze CONTROL .....	16
4.1.6	Złącze STEP/DIR .....	17
4.1.7	Złącza LIMIT .....	18
4.1.8	Złącze rezystora hamowania RES .....	19
4.1.9	Złącze zasilania 24V .....	19
4.1.10	Złącze wentylatora FAN .....	20
4.2	Konfiguracja adresu RS485 .....	21
<b>5</b>	<b>Instalacja aplikacji kontrolno diagnostycznej .....</b>	<b>22</b>
5.1	Instalacja aplikacji BLDC ToolDiag V2 .....	22
5.2	Instalacja sterownika konwertera USB → RS485 .....	25
<b>6</b>	<b>Funkcje aplikacji BLDC ToolDiag .....</b>	<b>27</b>
6.1	Uruchomienie programu .....	27
6.2	Główne okno programu .....	28
6.3	Konfiguracja Paneli Diagnostycznych .....	30
6.4	Okno szybkiego podglądu „Fast Scope” .....	36
6.5	Okno Konfiguracji napędu „Driver Settings” .....	36
6.5.1	Pola i przyciski okna .....	37
6.5.2	Karta „PID Settings” .....	37
6.5.3	Karta „Motor Parameters” .....	40
6.5.4	Karta „Misc Settings” .....	41
6.5.5	Karta „Connection” .....	42

6.5.6	Karta „Service” .....	43
6.5.7	Karta „Firmware Upload” .....	44
6.6	„Error Details” Przeglądanie historii błęd.....	45
<b>7</b>	<b>„Firmware Rescue” – Awaryjne ładowanie firmware’u.....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>Konwerter USB → RS485 .....</b>	<b>47</b>
8.1	Złącza konwertera .....	47
<b>9</b>	<b>Procedura uruchomienia .....</b>	<b>48</b>
9.1	Czynności podstawowe .....	48
9.2	Strojenie regulatora PID.....	49
9.3	Dostrajanie komutacji silnika.....	49
<b>10</b>	<b>Diagnostyka.....</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Przykład podłączenia.....</b>	<b>53</b>
<b>12</b>	<b>Komunikacja przez standardowy terminal.....</b>	<b>54</b>
12.1	Konfiguracja parametrów transmisji .....	54
12.2	Obsługa wielu urządzeń na jednej linii („sel”, „trst”) .....	54
12.3	Podstawowe grupy komend.....	55
12.4	Grupa komend „get” .....	55
12.5	Grupa komend „set” .....	56
12.6	Grupa komend „dctr” .....	58

## Deklaracja Zgodności

**CS-Lab s.c.** Andrzej Rogożyński, Szymon Paprocki  
ul. Sandomierska 28  
85-809 Bydgoszcz  
POLAND

Napęd **ARBAH Servo Drive v2** Został zaprojektowany oraz wyprodukowany zgodnie z przepisami dostosowanymi do wymagań europejskich:

EN 61800-5-1	Elektryczne układy napędowe sterujące prędkością obrotową silników – wymagania bezpieczeństwa – elektryczne, ciepłe i energetyczne
EN 61800-3	Systemy napędowe z regulowaną prędkością. Standard EMC oraz metody testowania.
EN 61000-6-2	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Ogólne wymogi. Zgodność ze standardami dla środowiska przemysłowego.
EN 61000-6-4	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Ogólne wymogi. Zgodność ze standardami emisji dla środowiska przemysłowego.
EN 61000-3-2	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Limity odnośnie emisji harmonicznego prądu (prąd wejściowy urządzenia <16A na fazę)
EN 61000-3-3	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Limity, ograniczenia odnośnie fluktuacji napięcia oraz zaburzeń w systemach zasilania niskonapięciowego dla sprzętu o prądzie znamionowym <16A

Wymienione produkty odpowiadają zaleceniom dyrektywy dla Urządzeń Niskiego Napięcia 73/23/ECC,  
dyrektywy odnośnie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) 89/336/ECC oraz  
dyrektywy 93/68/ECC odnośnie oznaczenia wyrobów znakiem CE.

*Andrzej Rogożyński*

Niniejszy napęd przeznaczony jest do współpracy z odpowiednimi silnikami, sterownikami, urządzeniami ochronnymi oraz innym osprzętem elektrycznym pozwalającym na budowę systemu docelowego. Zgodność względem przepisów bezpieczeństwa oraz EMC zależy od prawidłowej instalacji oraz konfiguracji napędu. Instalacja napędu powinna być wykonana jedynie przez wyspecjalizowany personel, zaznajomiony ze szczegółami odnośnie bezpieczeństwa oraz EMC. Zespół instalujący jest odpowiedzialny za parametry bezpieczeństwa oraz EMC produktu końcowego, odpowiednio do stosownych norm obowiązujących dla danego kraju.

# 1 Bezpieczeństwo pracy

## 1.1 Zasady bezpieczeństwa

Poziomy napięcie występujące wewnątrz napędu spowodować mogą poważne porażenia elektryczne oraz poparzenia, są więc niebezpieczne. Należy zachować szczególną ostrożność podczas posługiwania się napędem.

## 1.2 Projekt systemu i bezpieczeństwo obsługi

Napęd zaprojektowano jako komponent profesjonalnego systemu lub innego urządzenia. Jeśli został nieprawidłowo zainstalowany, może stanowić źródło zagrożenia. W napędzie występują wysokie napięcia i prądy, napęd gromadzi energię elektryczną. Wykorzystywany jest do sterowania urządzeniami, które mogą być niebezpieczne dla zdrowia.

Należy zwrócić szczególną uwagę na instalację elektryczną aby uniknąć narażeń zarówno w trakcie pracy normalnej jak i w przypadku awarii.

**Projekt systemu, instalowanie jak i odbiór techniczny powinny być wykonywane przez wykwalifikowany i przeszkolony personel.**

Wykorzystując funkcje napędu należy zwrócić uwagę aby nie były one niebezpieczne w przypadku nieprawidłowej ich obsługi lub uszkodzenia sterowania. W aplikacjach gdzie uszkodzenie napędu może prowadzić do niebezpiecznych sytuacji, należy aplikację wyposażać w dodatkowe urządzenia zabezpieczające (np. niezależny mechaniczny hamulec, lub ogranicznik).

## 1.3 Zgodność z przepisami

Instalator napędu odpowiedzialny jest za zapewnienie zgodności ze stosownymi przepisami, takimi jak przepisy odnośnie okablowania, ochrony przed porażeniem oraz kompatybilności elektromagnetycznej EMC. Należy zwrócić szczególną uwagę na sekcje łączeniowe kabli, stosowny dobór bezpieczników oraz innych zabezpieczeń, jak również właściwe uziemienie ochronne.

W krajach Unii Europejskiej, wszystkie układy napędowe z wykorzystaniem omawianego produktu muszą odpowiadać następującym dyrektywom:

98/37/EC	: Bezpieczeństwo Układów Maszynowych
89/336/EEC	: Kompatybilność Elektromagnetyczna

## 1.4 Silnik

Przed rozpoczęciem pracy należy upewnić się, że silnik został zainstalowany zgodnie z zaleceniami wytwórcy. Należy również sprawdzić, że wał silnika nie jest odsłonięty.

Jako, że specyfika napędu typu serwo powoduje często pracę silnika z dużym prądem i małą prędkością obrotową – nie dopuszczalne jest stosowanie chłodzenia z wentylatorem umieszczonym na osi silnika. Zaleca się stosowanie dodatkowego zabezpieczenia termicznego silnika.

Dane znamionowe wprowadzone do stosownych parametrów napędu stanowią ochronę silnika. Przede wszystkim konieczne jest wprowadzenie prądu znamionowego silnika. Ten parametr zapewnia właściwą ochronę termiczną silnika.

## 1.5 Modyfikacja nastaw parametrów

Niektóre parametry mają znaczny wpływ na pracę napędu. Modyfikacja ich wymaga szczegółowej analizy wpływu zmian na odpowiedź systemu. Należy podjąć środki zabezpieczające przed niewłaściwymi zmianami nastaw lub manipulowaniem napędem przez osoby niepowołane.

## 1.6 Podłączenie elektryczne

### 1.6.1 Ryzyko porażenia elektrycznego

Napięcia, które mogą wystąpić w miejscach podanych niżej mogą powodować porażenia elektryczne:

- Zaciski i kable zasilania napędu
- Przewody przyłączone do zacisków DC oraz przewody rezystora hamowania
- Zaciski i kable odpływowe
- Wiele części składowych napędu i opcjonalne urządzenia zewnętrzne

Należy uważać żeby nie dotykać pod napięciem zacisków przewodów ponieważ nie są one dostatecznie izolowane.

### 1.6.2 STOP napędu

Podanie sygnału na zaciski ENABLE lub RESET napędu nie powoduje rozładowania niebezpiecznych napięć z kondensatorów obwodu DC napędu, silnika lub opcjonalnych urządzeń współpracujących z napędem.

### 1.6.3 Napięcie na kondensatorach

Napęd posiada kondensatory w obwodzie DC, które w trakcie pracy naładowane są do niebezpiecznego dla człowieka napięcia. Odłączenie napędu od sieci nie gwarantuje całkowitego rozładowania kondensatorów. Przyjmuje się, że bezpieczną pracę przy zaciskach silnoprądowych można podjąć po 10 minutach od chwili odłączenia zasilania napędu.

Po odłączeniu zasilania kondensatory rozładowywane są przez wewnętrzny rezystor, jednak w specyficznych warunkach awarii, kondensatory mogą nie rozładować się w ogóle. Zaleca się sprawdzenie miernikiem napięcia panującego za złącza zasilania HV, przed rozpoczęciem pracy przy zaciskach silnoprądowych napędu.

## 2 Dane znamionowe

Napięcie zasilania	:	12 – 160V DC
Max. prąd wejściowy ciągły	:	15 A
Max. prąd wyjściowy ciągły	:	20 A
Max. prąd wyjściowy (chwilowy)	:	43 A
Min. Oporność rez. hamowania	:	55 Ohm
Częstotliwość pracy PWM	:	20 kHz
Częstotliwość pracy pętli reg.	:	4 kHz
Max. częstotliwość syg. Enkodera	:	25 MHz
Max częstotliwość syg. STEP/DIR	:	10 MHz



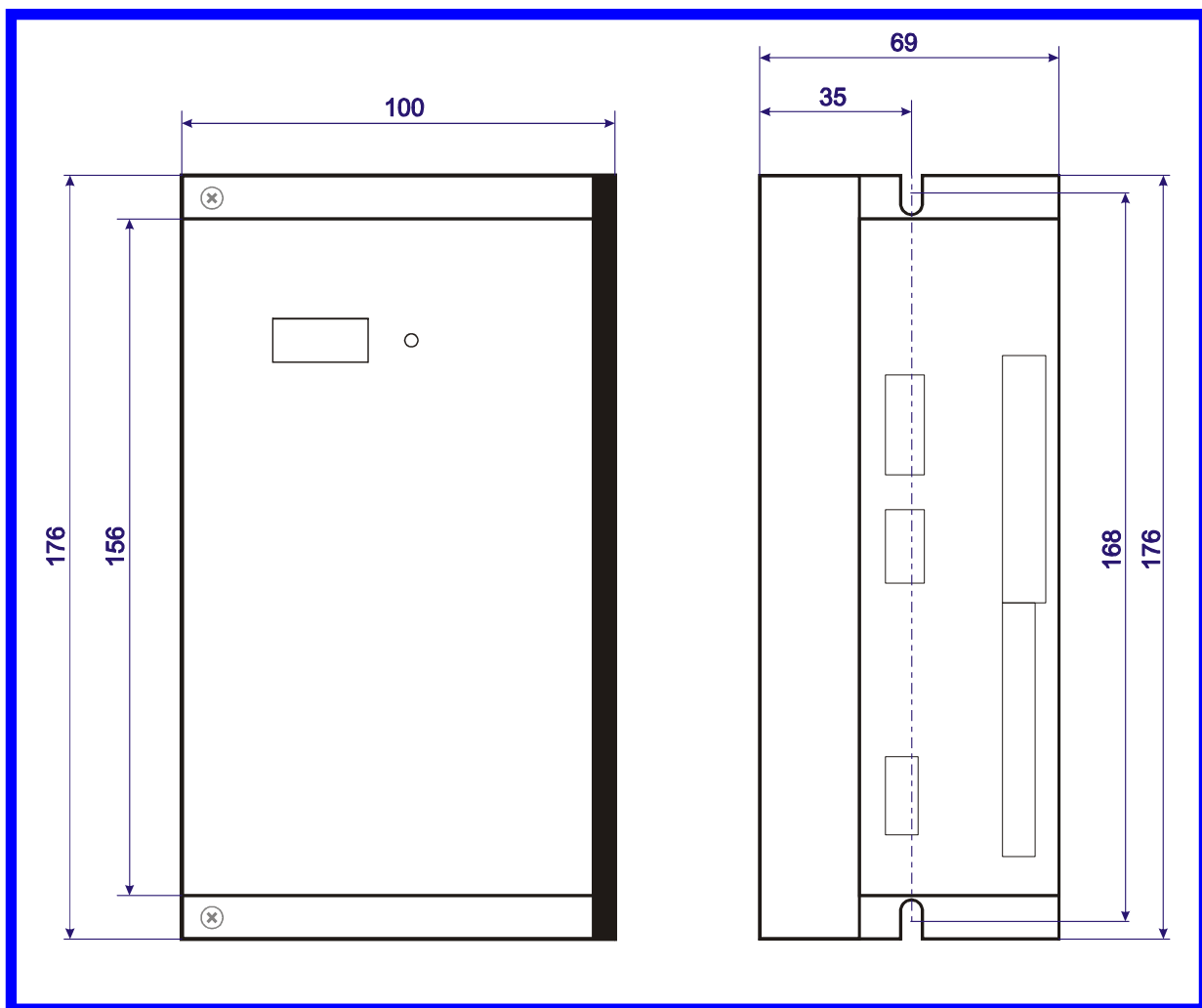
### UWAGA!

- Napięcie wyjściowe napędu może być podczas hamowania silnika powiększone o 20% względem napięcia wejściowego.
- Wartość maksymalnego prądu wejściowego jest wykorzystywana do wyznaczania przekroju kabli zasilających i bezpieczników.



### 3 Instalacja napędu

Rysunek 3-1 – Wymiary napędu ARBAH



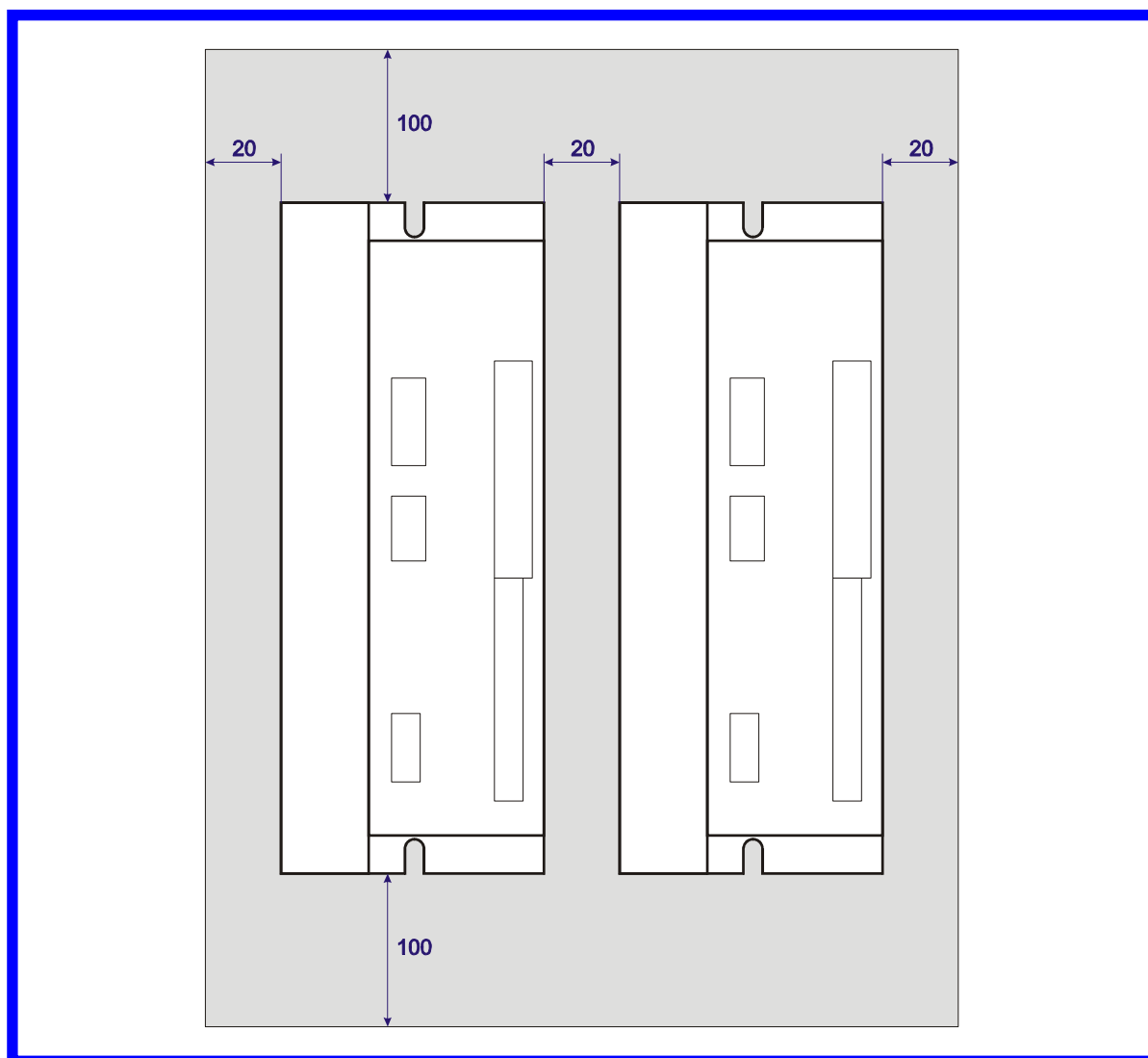
**Wcięcia pod mocowanie : pod śruby 2 x M4**



**Uwaga!**

Obudowa napędu nie zapewnia szczelności, należy więc montować go w miejscu dobrze zabezpieczonym przed działaniem czynników takich jak płyny lub drobiny metalu / grafitu.

**Rysunek 3-2 – Minimalne odstępy montażowe**

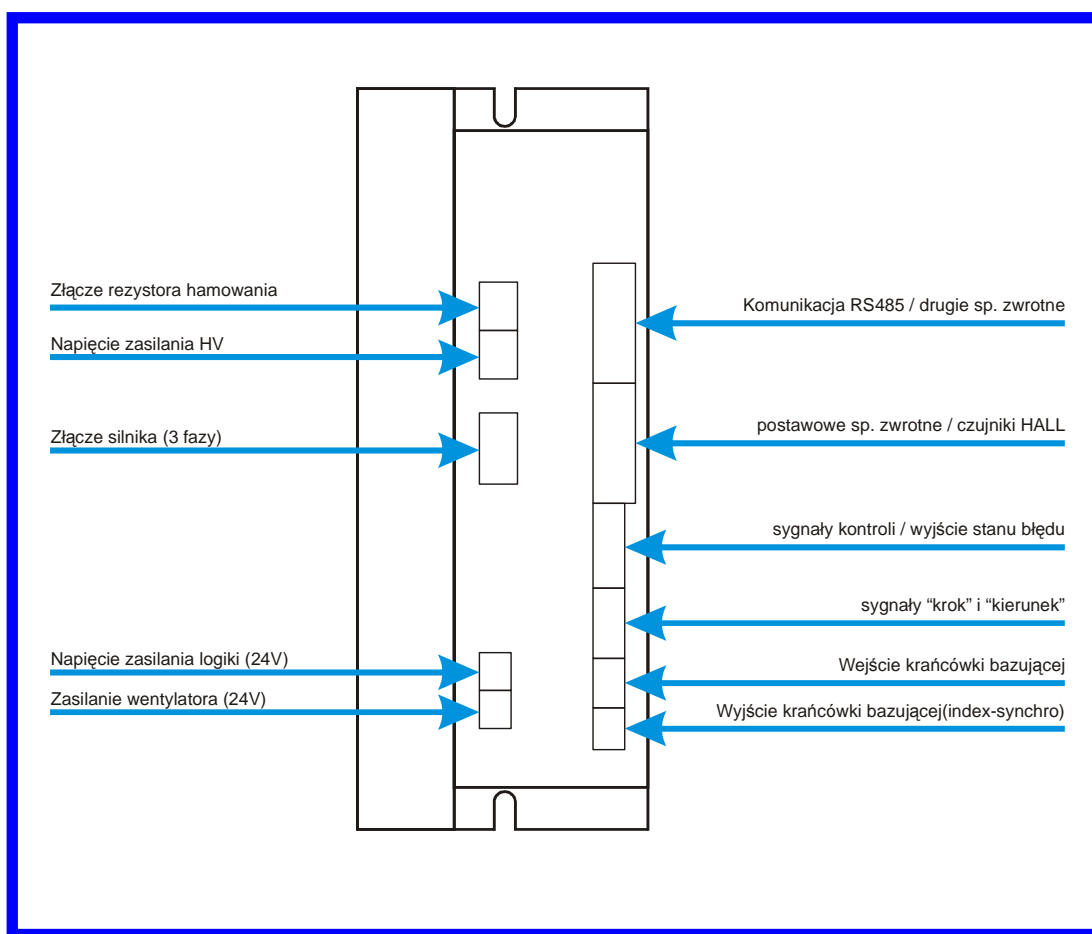


## 4 Instalacja elektryczna

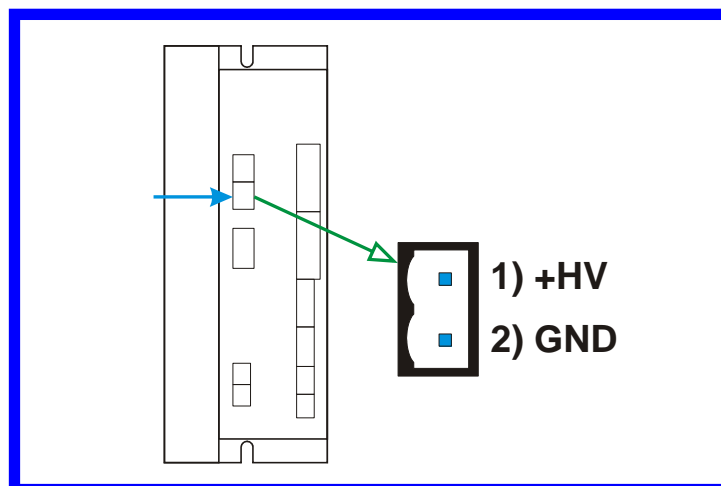
Poniżej opisane zostały wszystkie złącza napędu. W dalszej części niniejszego podręcznika można znaleźć przykładowy schemat połączeniowy oraz kilka praktycznych porad dotyczących uruchamiania systemu z wykorzystaniem napędu ARBAH.

### 4.1 Opis złącz napędu

Rysunek 4-1 – Rozmieszczenie złącz napędu



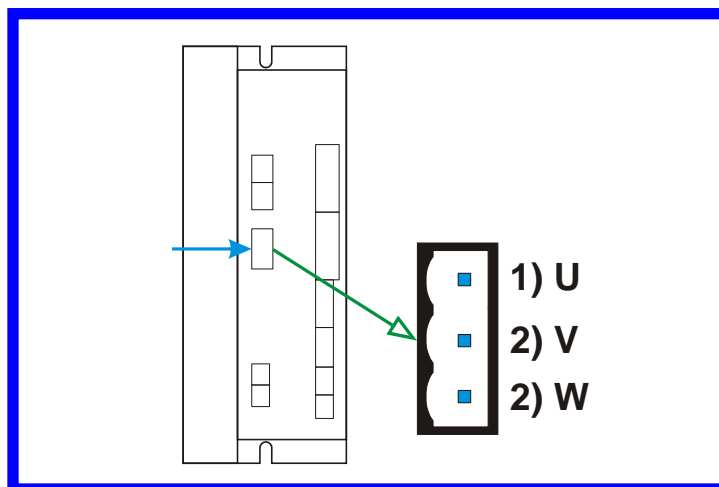
#### 4.1.1 Złącze zasilania HV



- PIN 1 (+HV), Plus zasilania końcówki mocy oraz silnika 12 – 195VDC
- PIN 2 (GND), Masa zasilania końcówki mocy oraz silnika

Do zasilania napędu należy stosować zasilacz konwencjonalny (nie impulsowy). Należy zadbać o odpowiednie do mocy przekroje przewodów, moc mostka prostowniczego oraz pojemność kondensatorów wygładzających tętnienia zasilania (przejmują one też część mocy podczas hamowania silnika). Zalecaną wartością jest minimum 10000uF na każdy podłączony do szyny DC napęd.

#### 4.1.2 Złącze silnika „MOTOR”



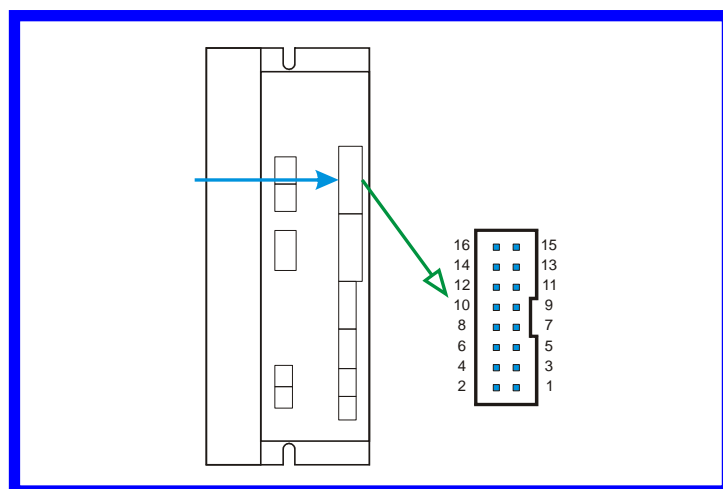
- PIN 1 (U), Faza „U” zasilania silnika
- PIN 2 (V), Faza „V” zasilania silnika
- PIN 3 (W), Faza „W” zasilania silnika

Połączenie z silnikiem powinno być wykonane przewodem ekranowanym, z ekranem podłączonym do uziemienia. Z uwagi na bardzo duże prądy (>20A), należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączeń. Przewody nie mogą być utlenione lub zbyt luźno przykręcone, ponieważ może prowadzić to do iskrzenia i stopienia obudowy złącza.

Jeśli podłączamy silnik DC, wtedy jego wyprowadzenie ujemne (-) podłączamy do PIN'u 1 (U), natomiast wyprowadzenie dodatnie (+) do PIN'u 2 (V).

Wyprowadzenia złącza MOTOR posiadają dwa niezależne zabezpieczenia nadprądowe i przeciwzwarciovowe. Działają one jednak jedynie pomiędzy wyjściami, a nie między wyjściami, a zasilaniem / masą. Należy więc starannie sprawdzić jakość połączeń podczas instalacji napędu.

### 4.1.3 Złącze RS485 / ENC2



- PIN 1 - **ENC2\_A** – wejście kwadraturowe „A” drugiego sprzężenia zwrotnego
- PIN 2 - **GND**
- PIN 3 - **ENC2\_B** – wejście kwadraturowe „B” drugiego sprzężenia zwrotnego
- PIN 4 - **GND**
- PIN 5 - **ENC2\_Z** – wejście indeksu „Z” drugiego sprzężenia zwrotnego
- PIN 6 - **GND**
- PIN 7 - **ExtVcc** – zasilanie dla enkodera/liniału pomiarowego (200mA max.)
- PIN 8 - **GND**
- PIN 9 - **GND**
- PIN 10 - **RsVcc** – zasilanie zewnętrznego konwertera RS485
- PIN 11 - **RS485\_A** – linia transmisji danych „A” magistrali RS485
- PIN 12 - **RS485\_B** – linia transmisji danych „B” magistrali RS485
- PIN 13 - **TxD** – RS232, dane transmitowane
- PIN 14 - **RxD** – RS232, dane odbierane
- PIN 15 - **NC**, nie wykorzystany
- PIN 16 - **NC**, nie wykorzystany
- 

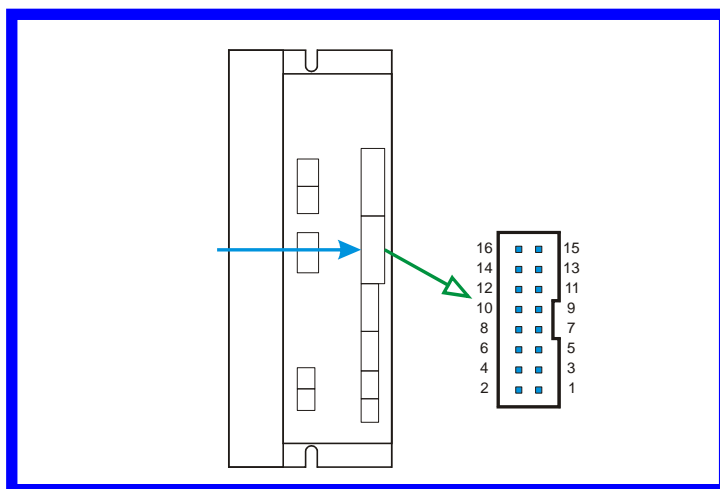
Sygnały drugiego sprzężenia zwrotnego powinny być prowadzone możliwie najkrótszym przewodem ekranowanym.

Nie należy podłączać żadnych innych urządzeń do wyjść ExtVcc i RsVcc.

Linie komunikacji RS485 (A i B) powinny być prowadzone tzw. Skrętką, chociaż jeśli odległość jest mniejsza niż 5m, zwykły przewód powinien wystarczyć.

Linie TxD i RxD służą do komunikacji z ominięciem RS485 (możliwe tylko jedno urządzenie na linii).

#### 4.1.4 Złącze ENC1 / HALL



•	PIN 1	-	<b>ENC_A+</b> , wejście kwadraturowe „A+” enkodera
•	PIN 2	-	<b>ENC_A-</b> , wejście kwadraturowe „A-” enkodera
•	PIN 3	-	<b>ENC_B+</b> , wejście kwadraturowe „B+” enkodera
•	PIN 4	-	<b>ENC_B-</b> , wejście kwadraturowe „B-” enkodera
•	PIN 5	-	<b>ENC_Z+</b> , wejście kwadraturowe „Z+” enkodera
•	PIN 6	-	<b>ENC_Z-</b> , wejście kwadraturowe „Z-” enkodera
•	PIN 7	-	<b>ExtVcc</b> , zasilanie enkodera (200mA max.)
•	PIN 8	-	<b>GND</b>
•	PIN 9	-	<b>GND</b>
•	PIN 10	-	<b>ExtVcc</b> , zasilanie czujników HALL (200mA max.)
•	PIN 11	-	<b>HALL B</b> , wejście czujnika HALL B
•	PIN 12	-	<b>HALL C</b> , wejście czujnika HALL C
•	PIN 13	-	<b>HALL A</b> , wejście czujnika HALL A
•	PIN 14	-	<b>NC</b> , nie wykorzystany
•	PIN 15	-	<b>NC</b> , nie wykorzystany
•	PIN 16	-	<b>NC</b> , nie wykorzystany

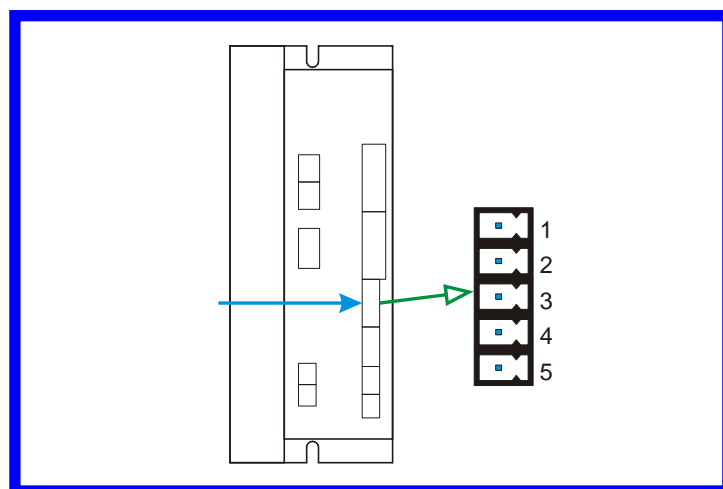
Sygnały Enkodera są wejściami różnicowymi, dlatego każdy z sygnałów A, B i Z posiada dwa zaciski wejściowe „+” i „-”.

Enkoder należy podłączyć używając tzw. „skrętki”, tak aby linie „+” i „-”, każdego sygnału szły w skręconej parze. Mimo transmisji różnicowej, która jest dużo odporniejsza na zakłócenia, zalecane jest ekranowanie przewodu, szczególnie przy długościach większych niż 5m i enkoderach wyższej rozdzielczości (powyżej 10000 impulsów / obrót).

Maksymalna częstotliwość na wejściach enkodera to 25MHz.

Sygnały z czujników HALL’a również należy wykonać przewodem ekranowanym.

#### 4.1.5 Złącze CONTROL



- PIN 1 - **+5V**, wspólna anoda dla wejść ENABLE i RESET
- PIN 2 - **RESET**, Reset napędu (wyjście ze stanu alarmowego)
- PIN 3 - **ENABLE**, Włączenie/Wyłączenie końcówki mocy
- PIN 4 - **FAULT\_C**, kolektor tranzystora sterującego FAULT
- PIN 5 - **FAULT\_E**, emiter tranzystora sterującego FAULT

+5V, jest wejściem i jest to wspólna anoda transoptora separującego dla sygnałów RESET i ENABLE. Abyysterować te sygnały należy podać na nie stan niski (0V, GND)

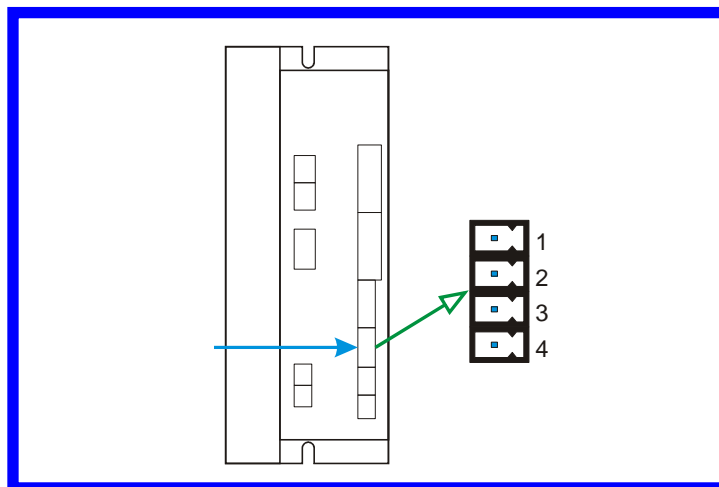
Maksymalna obciążalność tranzystora sygnalizującego stan błędu (FAULT) to 100mA. Wyjście nie jest zabezpieczone przed przeciążeniem, więc należy starannie sprawdzić, czy prąd obciążenie nie przekroczy wartości maksymalnej.

Napęd domyślnie jest tak skonfigurowany, by nie było konieczności podłączania wyżej wymienionych sygnałów. Reset w takim wypadku odbywa się jedynie podczas włączenia zasilania, a wejście RESET jest w stanie nieaktywnym gdy nic nie jest pod nie podłączone. Wejście ENABLE domyślnie jest w stanie aktywnym (końcówka mocy pracuje) gdy nic nie jest pod nie podłączone. Podanie sygnału 0V na ENABLE wyłącza końcówkę mocy.

Nawet, gdy nie wykorzystujemy wyjścia FAULT, napęd i tak wyłączy się samoczynnie w przypadku, gdy wystąpi którakolwiek z sytuacji alarmowych.



#### 4.1.6 Złącze STEP/DIR

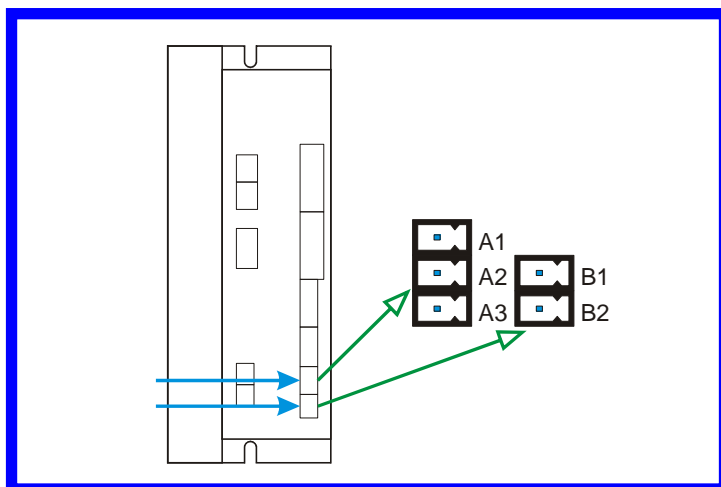


- PIN 1 - **STEP+**, anoda transoptora sygnału STEP
- PIN 2 - **STEP-**, katoda transoptora sygnału STEP
- PIN 3 - **DIR+**, anoda transoptora sygnału DIR
- PIN 4 - **DIR-**, katoda transoptora sygnału DIR

Rezystory wejściowe sygnałów STEP/DIR są tak dobrane, by sterować te sygnały poziomem napięć TTL (0V i 5V). Na życzenie klienta dostępne są również napędy przystosowane do współpracy z poziomem napięć 0V/24V. Dopuszcza się łączenie ze sobą zacisków dodatnich, bądź ujemnych, tak że np. łączymy ze sobą STEP- i DIR-, a na zaciski dodatnie podajemy sygnał sterujący.

Maksymalna częstotliwość na wejściach STEP/DIR to 10MHz.

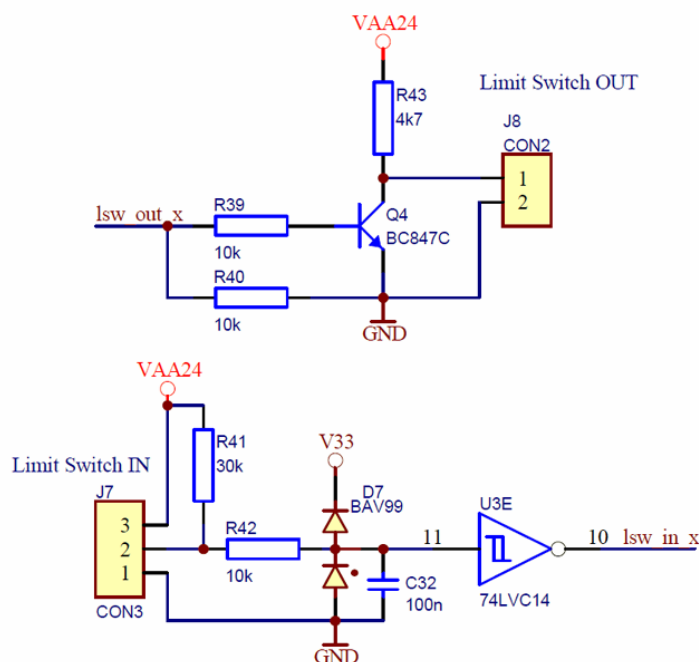
#### 4.1.7 Złącza LIMIT



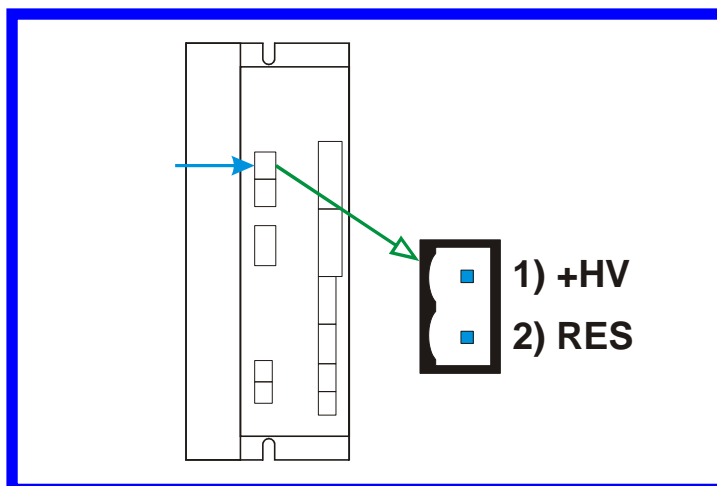
- PIN A1 - **GND**
- PIN A2 - **LIMIT\_IN**, wejście z wyłącznika krańcowego (0V/24V)
- PIN A3 - **+24V**, zasilanie wyłącznika krańcowego
- PIN B1 - **LIMIT\_OUT**, wyjście do sterownika (0V/24V)
- PIN B2 - **GND**

Złącza LIMIT umożliwiają synchronizację wyłącznika krańcowego z indeksem enkodera. Jeśli kontroler (np. CNC) używa krańcówki do bazowania pozycji, synchronizacja z enkoderem pozwala na znaczne zwiększenie precyzji i powtarzalności takiego bazowania. W praktyce wyklucza się wszelkie niedokładności wyłącznika krańcowego.

Poniżej przedstawiony jest obwód wejściowy i wyjściowy wyłącznika krańcowego:



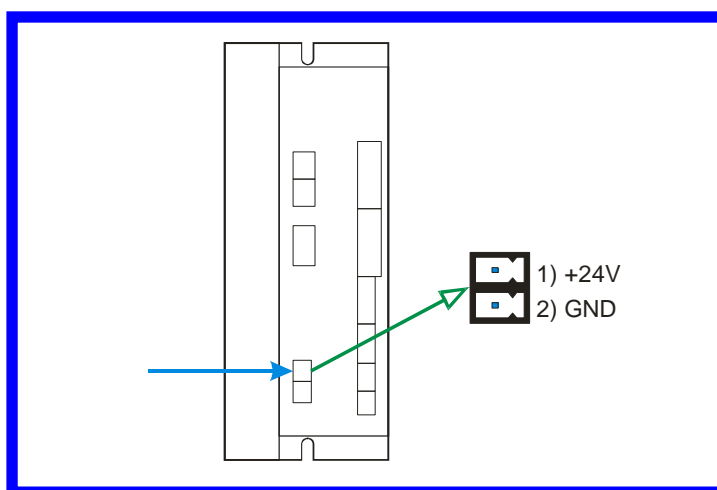
#### 4.1.8 Złącze rezystora hamowania RES



- PIN 1 - **+HV**, zasilanie (wyjście 1 rezystora)
- PIN 2 - **RES**, wyjście 2 rezystora

Należy zwrócić uwagę na rezystancję rezystora, wyjście nie jest zabezpieczone przez przeciążeniem.

#### 4.1.9 Złącze zasilania 24V

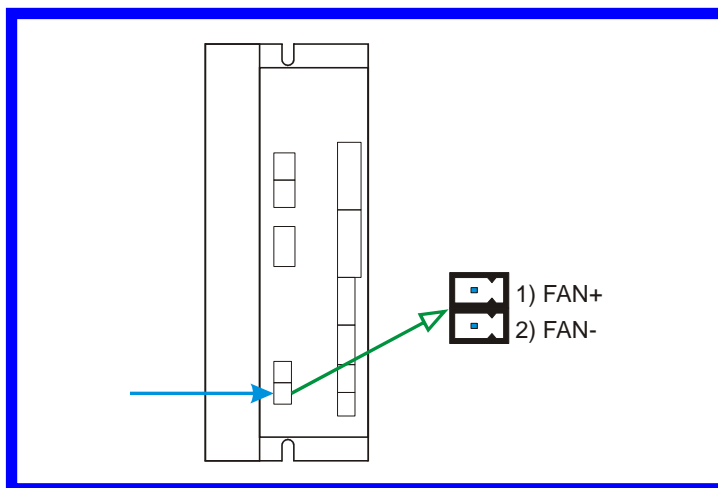


- PIN 1 - **+24V**, zasilanie części cyfrowej napędu
- PIN 2 - **GND**

Zasilanie logiki może być doprowadzone zarówno z zasilacza konwencjonalnego jak i impulsowego. Nie jest konieczne by napięcie to było stabilizowane, jednak powinno być stabilne i dobrze wygładzone dużej pojemności kondensatorem.

Napęd pobiera 10W mocy.

#### 4.1.10 Złącze wentylatora FAN



- PIN 1 - **FAN(+)**, zasilanie wentylatora (24V)
- PIN 2 - **FAN(-)**, zasilanie wentylatora

Wentylator załącza się gdy temperatura radiatora przekracza 60°C

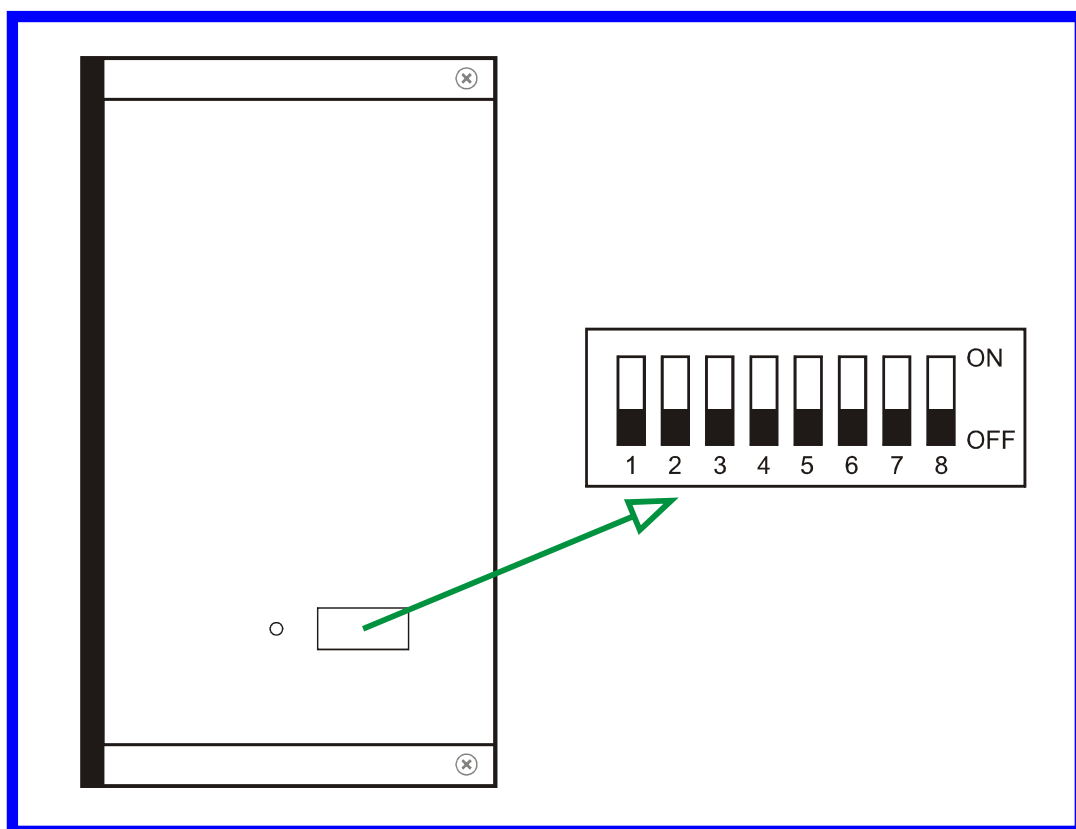
## 4.2 Konfiguracja adresu RS485

Przed rozpoczęciem pracy z napędami należy ustawić na przełącznikach konfiguracyjnych (*DIP-SW*) adres każdego urządzenia na magistrali RS485. Adresy powinny być ustawione w taki sposób, aby nie dublowały się, poza tym warunkiem można konfigurować adres wedle własnego uznania.

Każdemu napędowi można przydzielić adres w zakresie od 0 – 15.

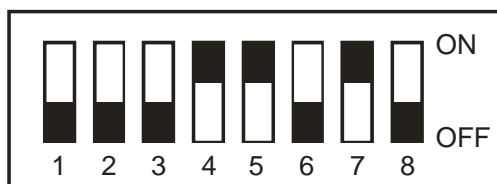
- Należy pamiętać o włączeniu „terminatora” (DIP-SW 4) w ostatnim napędzie podłączonym do szyny

Rysunek 4-2-1 – przełączniki konfiguracyjne RS485



- DIP-SW 1 – 3 - Obecnie niewykorzystywane
- DIP-SW 4 - Załączanie terminatora szyny (ustawić na ostatnim napędzie podłączonym do szyny)
- DIP-SW 5 – 8 - Adres napędu (DIP-SW(5) – BIT0, ...)

### Przykład:



W przedstawionym przykładzie konfiguracja wygląda następująco:

**Terminator** : włączony  
**Adres RS485** : 5

## 5 Instalacja aplikacji kontrolno-diagnostycznej

### 5.1 Instalacja aplikacji BLDC ToolDiag V2

Aplikacja BLDC ToolDiag V2 przeznaczona jest do pracy z systemem operacyjnym Microsoft Windows XP. Producent nie gwarantuje poprawnego jej działania na innych wersjach systemu operacyjnego, nie mniej jednak nie wyklucza takiej możliwości.

Instalację aplikacji uruchamiamy poprzez podwójne kliknięcie na ikonie instalatora „BLDC\_ToolDiagV2(.exe)” na załączonym CD (lub ściągniętego ze strony z Internetu).

Instalacja przebiega prawie całkowicie automatycznie. Poniżej znajdują się rzuty ekranowe, wraz z krótkimi opisami każdego kroku instalacji.



*Poczekaj aż instalator przygotuje dane i będzie gotowy do dalszej pracy*



*Kliknij myszką na przycisk „Next >”*



*Kliknij myszką na przycisk „Next >”  
Następnie wprowadź swoje dane i ponownie kliknij „Next >”*



*Jeśli instalujesz program na systemie operacyjnym WindowsXP, pozostaw wybór „Typical” tak jak na rysunku powyżej. Jeśli instalujesz na innej wersji systemu operacyjnego, zaznacz „Application Only”. Spowoduje to pominięcie instalacji plików sterownika USB, który mógłby powodować problemy. W sprawie sterownika dla Twojego systemu operacyjnego, skontaktuj się z producentem. Po dokonaniu wyboru, kliknij „Next >”*



*Kliknij myszką na przycisk „Install” i poczekaj na zakończenie instalacji*



*Instalacja zakończona pomyślnie! Kliknij na „Finish”*

*Na pulpicie oraz w menu „Start / Wszystkie programy / CS\_Lab /” powinna pojawić się ikona programu BLDC ToolDiag V2.*

*Nie uruchamiaj go jeszcze, gdyż przedtem należy jeszcze zainstalować sterownik konwertera USB->RS485 (patrz następny podrozdział)*

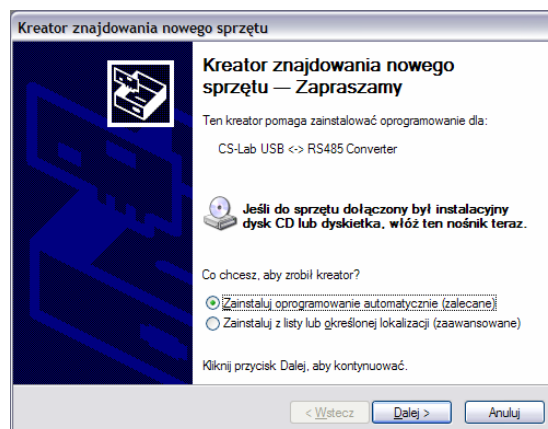
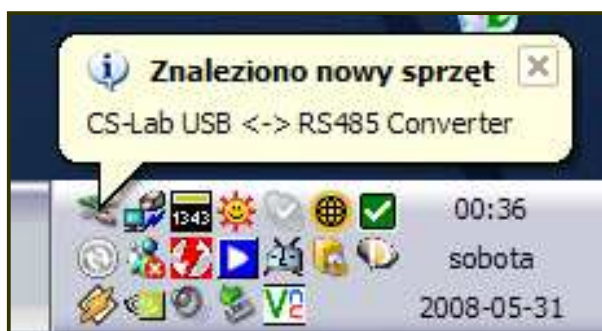


## 5.2 Instalacja konwertera USB -> RS485

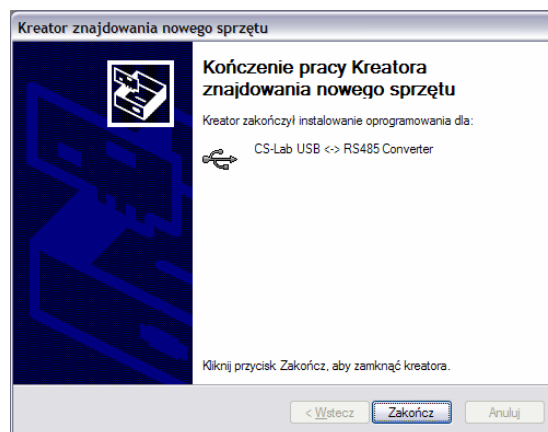
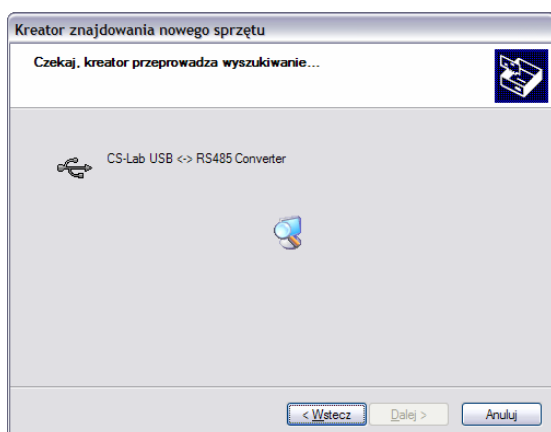
Poprzedni instalator (o ile zaznaczono opcję „Typical”) skopiował do katalogu systemu operacyjnego odpowiednie pliki sterownika.

Należy teraz podłączyć konwerter i poczekać aż system odnajdzie urządzenie i uruchomi jego sterowniki. Konwerter składa się z dwóch urządzeń logicznych: urządzenia odpowiadającego za obsługę USB oraz wirtualnego portu COM, który odpowiada za komunikację z RS485, dlatego montowane będą dwa sterowniki.

Poniżej krok po kroku przedstawione są etapy montowania sterowników.



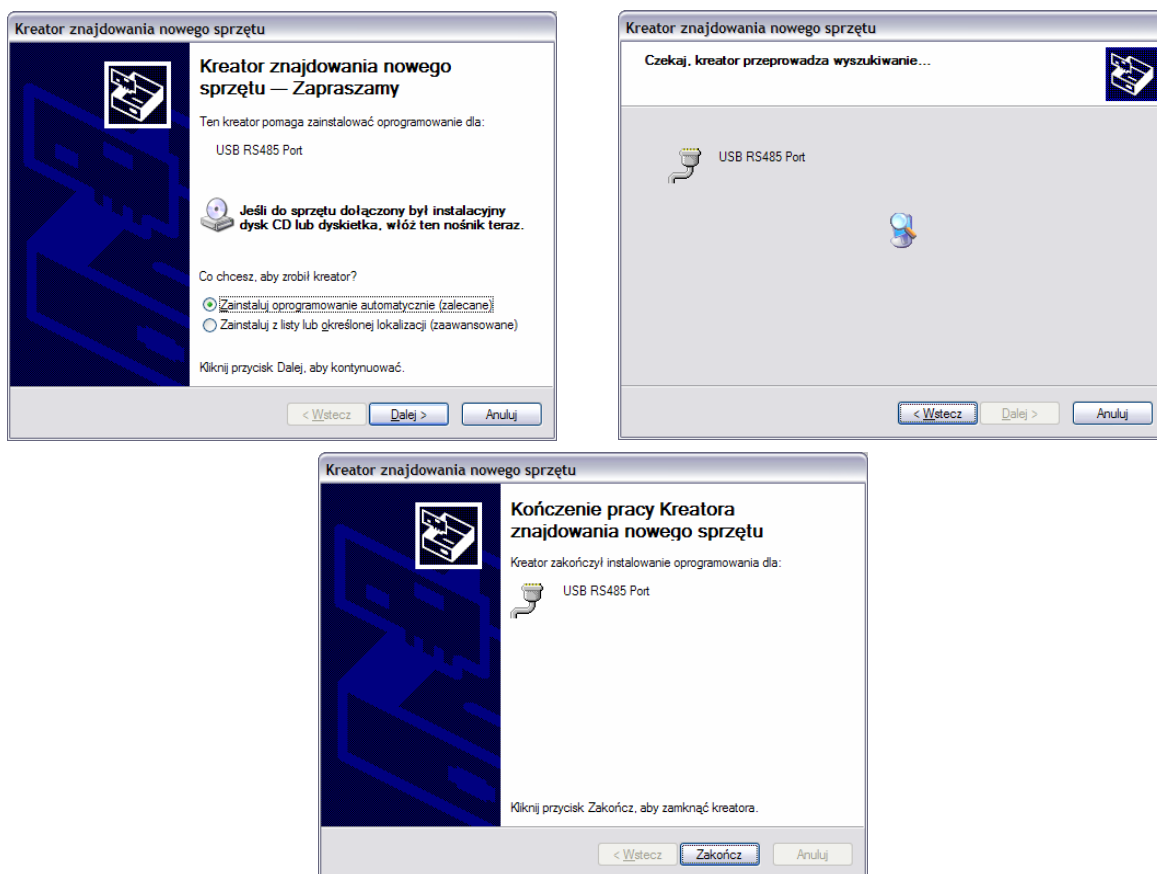
*Po wykryciu urządzenia zaznacz opcję „Zainstaluj oprogramowanie automatycznie(...)” i kliknij „Dalej”*



*Urządzenie powinno zostać zamontowane automatycznie, następnie kliknij „Zakończ”*

Część, odpowiadająca za USB jest już zainstalowana poprawnie. Po chwili powinien się zgłosić port RS485.





*Postępuj tak jak poprzednio. Urządzenie powinno zostać zamontowane automatycznie, następnie kliknij „Zakończ”*

- Teraz system jest gotowy do pracy.  
Można uruchomić program BLDC ToolDiag V2. W kolejnym rozdziale opisane są jego funkcje.
- W razie potrzeby oprogramowanie można w każdej chwili usunąć z komputera poprzez „Panel Sterowania / Dodaj lub Usuń Programy”. Z listy należy wybrać „BLDC ToolDiag v2” oraz kliknąć „usuń”.

## 6 Funkcje programu BLDC ToolDiag V2

### 6.1 Uruchomienie programu

Program uruchamiamy poprzez wywołanie go z menu „Start”, lub klikając ikonę BLDC ToolDiag V2 na pulpicie.

Po uruchomieniu powinniśmy zobaczyć okno, takie jak na rysunku obok. Przykład przedstawia sytuację z jednym podłączonym do magistrali RS485 napędem (... 1 devices detected!).

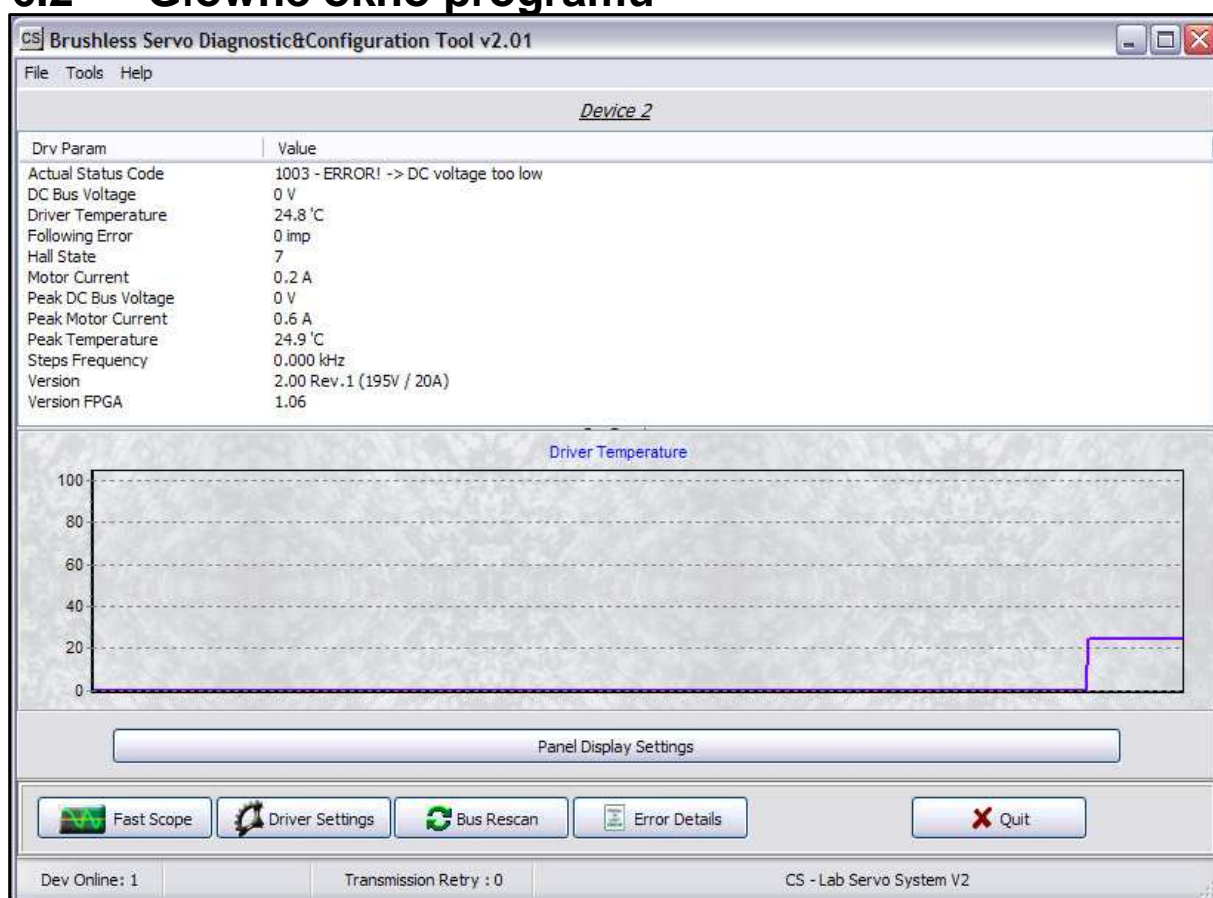


- Przed rozpoczęciem pracy z programem upewnij się, że poprawnie skonfigurowany jest adres RS485 napędu oraz terminowanie linii RS485.
- Jeśli żaden napęd nie został wykryty, sprawdź dokładnie połączenia konwertera RS485 (patrz rozdział 7 – „Konwerter USB -> RS485”). Przed zamknięciem okna inicjalizacji program zapyta się w takim wypadku czy przejść w tryb awaryjnego przywracania firmware’u. O ile nie uaktualnialiśmy przed chwilą oprogramowania napędu, należy zrezygnować z trybu awaryjnego.
- Jeśli program wyświetla okno z komunikatem „FTDI initialization critical problem..” oznacza to, że sterowniki USB->RS485 nie pracują poprawnie, lub konwerter nie jest podłączony do komputera. Można sprawdzić, czy w menadżerze urządzeń w gałęzi „Porty (COM i LPT)” znajduje się „USB RS485 Port”. Jeśli nie, należy spróbować ponownie zainstalować sterowniki ręcznie. Znajdują się one w katalogu „C:\program files\CS-Lab\ARBAH\RS485\_Driver\”



Uwaga! Bez podłączonych napędów i/lub konwertera RS485→USB program uruchomi się w trybie awaryjnego odzyskiwania Firmware’u lub nie będzie pracował w ogóle (gdy nie wykryje konwertera)

## 6.2 Główne okno programu



Po poprawnej inicjalizacji programu wyświetla się na ekranie jego okno główne. Większą część okna zajmuje *panel diagnostyczny*, w którym monitorowane są parametry napędu. W górnej części, poniżej menu wyświetlany jest adres RS485 urządzenia, którego parametry wyświetlane są w panelu.

Jeśli na szynie są 2 lub 3 napędy, okno będzie podzielone i dla każdego urządzenia będzie widoczny osobny panel.

Powyżej 3 napędów program będzie wyświetlał 3 panele, z możliwością wyboru adresów urządzeń, których dane aktualnie są wyświetlane (zobacz „Konfiguracja paneli diagnostycznych”). Oznacza to, że na raz można monitorować parametry maksymalnie trzech napędów.

- Wyłączenie aplikacji diagnostycznej, lub wyłączenie monitorowania któregośkolwiek parametru nie oznacza, zaprzestania monitorowania go przez napęd. W każdej chwili, gdy wystąpi przekroczenie wartości alarmowych napęd wyłączy zasilanie silnika. W takiej sytuacji można uruchomić aplikację BLDC\_ToolDiag\_v2 i odczytując parametry, sprawdzić co spowodowało przerwanie pracy. Można też odczytać najważniejsze parametry z momentu, w którym wystąpił błąd (będzie o tym mowa w dalszej części podręcznika)

### 6.2.1 Przyciski głównego okna aplikacji

- „Panel Settings”  
Służy do wywołania okna konfiguracji Panelu Diagnostycznego, w którym można

zmienić, dodać lub usunąć wyświetlane w panelu parametry oraz zmienić adres RS485 urządzenia, z którego pobierane są dane.

*Dla każdego wyświetlanego panelu przyporządkowany jest osobny przycisk „Panel Settings”, co umożliwia niezależną konfigurację*

- **„Fast Scope”**  
Z uwagi na to, że transmisja RS485 nie należy do najszybszych, podczas podglądu wielu parametrów napędu(ów) w Panelach Diagnostycznych dane odświeżane są cyklicznie co stosunkowo długi czas, np. raz na sekundę. W większości wypadków w niczym to nie przeszkadza, jednak czasem, w szczególności podczas konfiguracji napędu zachodzi potrzeba szybkiego podglądu któregoś z parametrów. W tym celu zaimplementowana została funkcja „Fast Scope” zatrzymująca pracę Paneli Diagnostycznych i otwierająca okno, w którym możliwe jest monitorowanie jednego tylko parametru z jednego napędu na raz, ale za to z dużo większą częstotliwością.
- **„Driver Settings”**  
Przycisk ten otwiera okno konfiguracji napędu.
- **„Bus Rescan”**  
Gdyby zdarzyła się sytuacja, że mamy podłączoną większą liczbę napędów i podczas startu aplikacji któryś z nich nie zostałby wykryty, można kliknąć ten przycisk. Spowoduje to ponowne przeskanowanie szyny RS485 w poszukiwaniu podłączonych napędów.
- **„Error Details”**  
Otwiera okno, w którym można odczytać szczegółowe informacje o przyczynie wystąpienia sytuacji alarmowej, o ile taka miała miejsce.
- **„Quit”**  
Wyjście z programu.

## 6.2.2 Menu głównego okna

W obecnej wersji programu dostępne są tylko trzy opcje w menu:

- **„File / Load Panels”**  
Odczytuje konfigurację Paneli Diagnostycznych z pliku.
- **„File / Save Panels”**  
Zapisuje konfigurację Paneli Diagnostycznych do pliku.
- **„File / Save Default Panels”**  
Zapisuje konfigurację Paneli Diagnostycznych jako domyślną, która jest wczytywana po starcie programu.

## 6.2.3 Pasek statusu

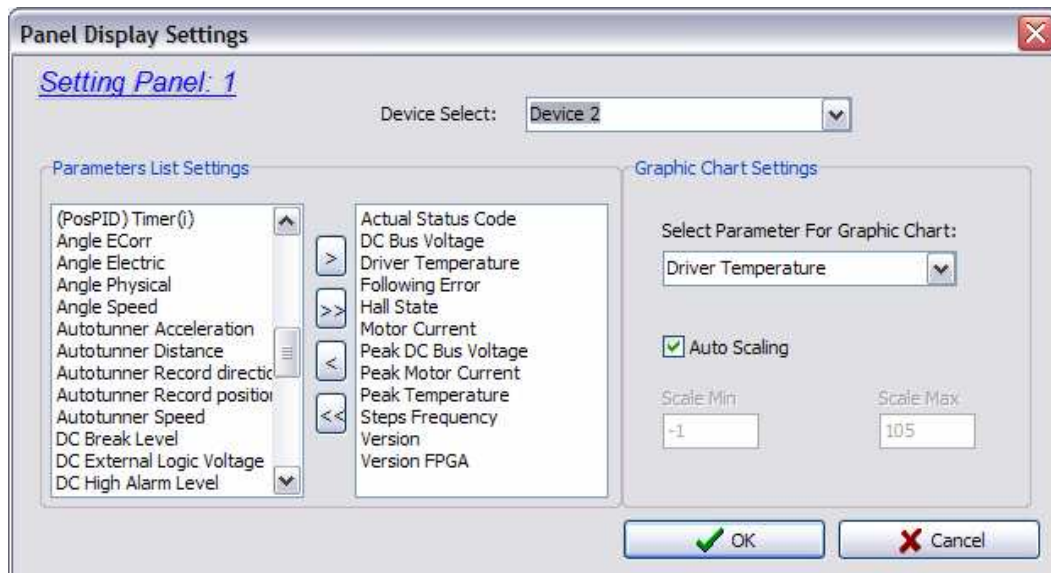
U dołu okna aplikacji widoczny jest pasek statusu, w którym kolejno od lewej znajdują się informacje o: ilości napędów na szynie RS485, trybie pracy programu, ilości ponowie transmisji RS485 oraz wersja.



## 6.3 Konfiguracja Paneli Diagnostycznych

Każdy z Paneli Diagnostycznych można dowolnie skonfigurować, tak by wyświetlał takie parametry napędu, jakie akurat chcemy monitorować. Również do prezentacji graficznej można przypisać jeden z wielu możliwych parametrów.

### 6.3.1 Okno konfiguracyjne



- W lewym górnym rogu okna wyświetlany jest numer aktualnie konfigurowanego panelu. W zależności od ilości podłączonych urządzeń i wyświetlanych paneli może to być (licząc od lewej) 1, 2 lub 3.
- „Device Select”  
Po kliknięciu na to pole, otworzy się lista z adresami RS485 napędów podłączonych do magistrali. Gdy podłączone są więcej niż trzy napędy, możemy z pomocą tej opcji wybrać, które trzy napędy będą przypisane do panelu.
- Obszar „Parameters List Settings”  
W tym miejscu można dokonać wyboru, które parametry napędu będą wyświetlane w Panelu Diagnostycznym w głównym oknie programu.  
Lista po lewej zawiera parametry dostępne do wyboru, lista po prawej elementy aktualnie wybrane. Wyboru dokonujemy w prosty sposób, przenosząc po prostu elementy z jednej strony na drugą. Przycisk „>” przenosi wybrane elementy z lewej na prawą (czyli dodaje wybrane parametry do Panelu Diagnostycznego), z kolei np. przycisk „<<” przenosi wszystkie elementy z prawej na lewą, czyli czyści listę wyświetlanych parametrów.  
Znaczenie poszczególnych parametrów jest wyjaśnione w następnym podrozdziale.
- Obszar „Graphic Chart Settings”  
Tutaj dokonujemy wyboru parametru, który będzie w Panelu Diagnostycznym prezentowany w formie graficznej. Wystarczy w tym celu kliknąć na rozwijaną listę pod napisem „Select Parameter For Graphic Chart:” i wybrać interesujący nas parametr napędu.  
Poniżej mamy możliwość włączenia lub wyłączenia domyślnego skalowania

wykresu („Auto Scaling”). Jeśli automatyczne skalowanie jest wyłączone, można ręcznie zdefiniować zakres wpisując wartości do pól „Scale Min” i „Scale Max”.

Po zakończeniu konfiguracji klikamy przycisk „Ok”, który zatwierdzi dokonane zmiany i zaktualizuje odpowiedni Panel Diagnostyczny. Klikając „Cancel” rezygnujemy z wprowadzonych zmian i wychodzimy do głównego okna bez aktualizacji Panelu Diagnostycznego.

### 6.3.2 Parametry wyświetlane w Panelach Diagnostycznych

W niniejszym podrozdziale opisane zostały wszystkie parametry napędu możliwe do monitorowania poprzez Panele Diagnostyczne.  
(kolejność alfabetyczna)

#### **Parametry regulatora PID pętli prądowej**

- (CurrPID)K(d)  
*Wzmocnienie członu różniczkującego regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)K(f)  
*Wzmocnienie ogólne wszystkich członów regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)K(i)  
*Wzmocnienie członu całkującego regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)K(p)  
*Wzmocnienie członu proporcjonalnego regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)Out - d  
*Aktualna wartość wyjściowa członu różniczkującego regulatora PID pętli prądowej*
- (CurrPID)Out – i  
*Aktualna wartość wyjściowa członu całkującego regulatora PID pętli prądowej*
- (CurrPID)Out – p  
*Aktualna wartość wyjściowa członu proporcjonalnego regulatora PID pętli prądowej*
- (CurrPID)Out Limit  
*Bieżąca wartość limitu wyjściowego regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)Peak Error  
*Maksymalna odchyłka od zadanej wartości jaka została odnotowana od momentu resetu, lub włączenia zasilania. Dotyczy regulatora PID pętli prądowej.*
- (CurrPID)Scale  
*Współczynnik skalowania wzmocnień członów PID pętli prądowej*
- (CurrPID)Timer(d)  
*Podział czasu dla członu różniczkującego regulatora PID pętli prądowej*

- (CurrPID)Timer(i)  
*Podział czasu dla członu całkującego regulatora PID pętli prądowej*

### **Parametry regulatora PID pętli pozycyjnej**

- (PosPID)K(d)  
*Wzmocnienie członu różniczkującego regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)K(f)  
*Wzmocnienie ogólne wszystkich członów regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)K(i)  
*Wzmocnienie członu całkującego regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)K(p)  
*Wzmocnienie członu proporcjonalnego regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)Out - d  
*Aktualna wartość wyjściowa członu różniczkującego regulatora PID pętli pozycyjnej*
- (PosPID)Out – i  
*Aktualna wartość wyjściowa członu całkującego regulatora PID pętli pozycyjnej*
- (PosPID)Out – p  
*Aktualna wartość wyjściowa członu proporcjonalnego regulatora PID pętli pozycyjnej*
- (PosPID)Out Limit  
*Bieżąca wartość limitu wyjściowego regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)Peak Error  
*Maksymalna odchyłka od zadanej wartości jaka została odnotowana od momentu resetu, lub włączenia zasilania. Dotyczy regulatora PID pętli pozycyjnej.*
- (PosPID)Scale  
*Współczynnik skalowania wzmocnień członów PID pętli pozycyjnej*
- (PosPID)Timer(d)  
*Podział czasu dla członu różniczkującego regulatora PID pętli pozycyjnej*
- (PosPID)Timer(i)  
*Podział czasu dla członu całkującego regulatora PID pętli pozycyjnej*



### **Pozostałe parametry**

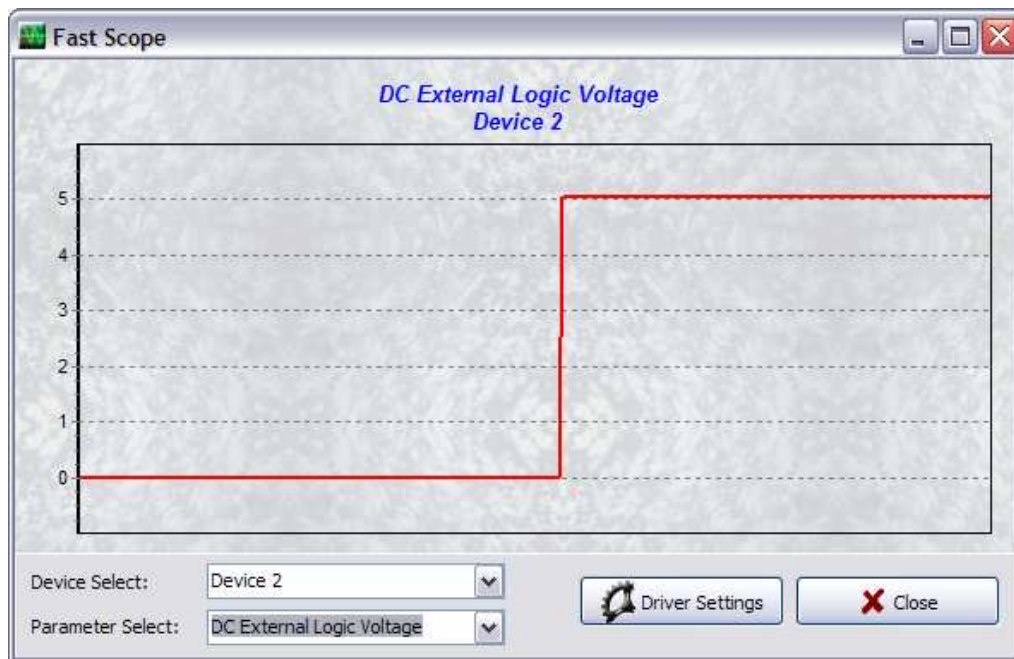
- Actual Status Code  
*Parametr ten mówi o aktualnym statusie napędu. Informuje o tym, czy napęd działa poprawnie i czy jest gotowy do pracy. Opis kodów statusu i komunikatów znajduje się w rozdziale „Diagnostyka”.*
- Angle ECorr  
*Kąt elektryczny korekcji komutacji silnika (raczej do celów serwisowych)*
- Angle Electric  
*Aktualny kąt elektryczny wirnika*
- Angle Physical  
*Aktualny kąt mechaniczny wirnika*
- Angle Speed  
*Prędkość kątowa wirnika (jednostki wewnętrzne, do celów serwisowych)*
- Autotunner Acceleration  
*Przyspieszenie podczas ruchu dla procedur auto-strojenia napędu*
- Autotunner Distance  
*Odległość ruchu dla procedur auto-strojenia napędu*
- Autotunner Record direction  
*(do celów serwisowych)*
- Autotunner Record position  
*(do celów serwisowych)*
- Autotunner Speed  
*Prędkość ruchu podczas auto-strojenia napędu*
- DC Break Level  
*próg załączenia rezystora hamowania (Volt)*
- DC Bus Voltage  
*Aktualne napięcie zasilania na szynie DC*
- DC External Logic Voltage  
*Aktualne napięcie zasilania dla urządzeń zewnętrznych takich jak np. enkoder, lub czujniki HALL'a*
- DC High Alarm Level  
*Próg zadziałania alarmu nadnapięciowego*
- DC Low Alarm Level  
*Próg zadziałania alarmu zbyt niskiego zasilania na szynie DC*

- Driver Temperature  
*Temperatura radiatora napędu w °C*
- Enhanced PID State  
*Informuje o tym, czy włączone są funkcje zaawansowanego sterowania silnikiem*
- Following Error  
*Aktualna odchyłka mierzona w impulsach enkodera od zadanej pozycji*
- Frequency PID's  
*Podaje częstotliwość pracy regulatorów PID*
- Frequency PWM  
*Podaje częstotliwość pracy PWM*
- HALL State  
*Aktualny stan na wejściach czujników HALL'a*
- Maximum Driver Current  
*Szczytowa wartość progowa prądu napędu. Po przekroczeniu tej wartości napęd przechodzi w tryb alarmowy i wyłącza silnik*
- Motor Current  
*Prąd aktualnie pobierany przez podłączony do napędu silnik*
- Motor Encoder  
*Rozdzielczość enkodera zamontowanego na silniku (wszystkie zbocza, czyli np. dla enkodera 2500 imp/obrót będzie to wartość 10000)*
- Motor Max Current  
*Maksymalny prąd silnika (wartość regulacji dla PID'a prądowego)*
- Motor Phase 1 Current  
*Prąd fazy 1 (U)*
- Motor Phase 2 Current  
*Prąd fazy 2 (V)*
- Motor Phase 3 Current  
*Prąd fazy 3 (W)*
- Motor Poles  
*Ilość par biegunów silnika (istotne dla BLDC i AC)*
- Motor Type  
*Typ podłączonego silnika (DC, BLDC, lub AC)*
- Multiplier Value  
*Wartość mnożnika kroków*

- Out Amplitude  
*Aktualna amplituda napięcia wyjściowego, czyli napięcie podawane na silnik*
- Peak Amplitude  
*Szczytowa wartość amplitudy napięcia wyjściowego (od ostatniego reset'u)*
- Peak DC Bus Voltage  
*Szczytowa wartość napięcia na szynie DC (od ostatniego reset'u)*
- Peak Motor Current  
*Szczytowy prąd pobierany przez silnik (od ostatniego reset'u)*
- Peak Temperature  
*Szczytowa temperatura radiatora (od ostatniego reset'u)*
- Position – Controller (imp)  
*Pozycja zadana przez kontroler (mierzona w impulsach)*
- Position – Controller (mm)  
*Pozycja zadana przez kontroler (mierzona w milimetrach)*
- Position – Encoder (imp)  
*Pozycja silnika (enkodera) – mierzona w impulsach enkodera*
- Position – Encoder (mm)  
*Pozycja silnika (enkodera) – mierzona w milimetrach*
- Screw Type  
*Skok śruby napędowej, lub odległość jaką przemierza oś sterowana przez napęd na obrót silnika*
- Steps Frequency  
*Aktualna częstotliwość kroków podawanych przez kontroler*
- Steps per IRQ  
*(do celów serwisowych) – Aktualna ilość kroków przypadająca na okres wywoływania procedur regulacyjnych*
- Time Since PowerUp  
*Czas jaki upłynął od ostatniego włączenia zasilania napędu lub reset'u*
- Version  
*Wersja wewnętrznego oprogramowania napędu (Firmware'u)*
- Version FPGA  
*Wersja oprogramowania układu FPGA*

Każdy z wyżej wymienionych parametrów może zostać umieszczony w liście Panelu Diagnostycznego, natomiast jako wykres graficzny wybrać można tylko niektóre z nich (dla innych przedstawienie w formie graficznej byłoby bezcelowe).

## 6.4 Okno szybkiego podglądu - „Fast Scope”



Obsługa funkcji jest niezwykle prosta i sprowadza się do:

- Wybrania urządzenia, z którego dane nas interesują (Device Select)
- Wybrania parametru (Parameter Select)

Podczas pracy „Fast Scope” blokuje całkowicie główne okno programu, aby zatrzymać odświeżanie danych w Panelach Diagnostycznych i uzyskać nie zakłócony dostęp do magistrali RS485.

Z uwagi na to, że funkcja „Fast Scope” może okazać się pomocna w dostrajaniu napędu, w jej oknie powielony został wspomniany wcześniej przycisk „Driver Settings” służący do wywołania okna konfiguracyjnego napędu.

## 6.5 Okno konfiguracji napędu „Driver Settings”

The 'Driver Settings' window is titled 'Device Address 0 Hardware Settings:'. It has a 'Select Device:' dropdown set to 'Device 0'. Below the title bar are several tabs: 'PID Settings', 'Motor Parameters', 'Misc Settings', 'Connection', 'Service', and 'Firmware Upload'. The 'PID Settings' tab is active, showing 'Basic Settings' and 'Advanced Settings'. The 'Basic Settings' section includes four vertical sliders for  $K(p)$ ,  $K(i)$ ,  $K(d)$ , and  $K(f)$ , with values 35, 5, 1000, and 1000 respectively. There are buttons for 'Safe Set', 'Default', 'Auto Tuning', and 'Apply'. A 'Realtime Update' checkbox is at the bottom. The 'Advanced Settings' section includes three vertical sliders for 'Timer (I)', 'Timer (D)', and 'Scale', with values 4, 0, and 1000 respectively. At the bottom of the window are buttons for 'Load Cfg', 'Save Cfg', 'Reset (all/page)', 'Save To Flash', 'OK', and 'Cancel'.

### 6.5.1 Pola i przyciski okna

- W górnej części po lewej stronie znajduje się informacja o adresie RS485 aktualnie konfigurowanego urządzenia
- W górnej części po stronie prawej znajduje się lista, za pomocą której możemy wybrać inne urządzenie do konfiguracji (w liście znajdują się adresy wszystkich napędów podłączonych do magistrali RS485)
- W centralnej części okna widoczne są karty ustawień
  - PID Settings      ustawienia regulatora pozycjonowania
  - Motor Parameters      ustawienia parametrów podłączonego silnika
  - Misc Settings      ustawienia różne (m.in. mnożnika kroków)
  - Connection      ustawienia parametrów połączenia
  - Service      ustawienia serwisowe / zaawansowane
  - Firmware Upload      karta aktualizacji wewnętrznego oprogramowania napędu
- Przyciski dolnej części okna
  - Load Cfg      odczyt konfiguracji napędu z pliku
  - Save Cfg      zapis konfiguracji do pliku
  - Reset(all/page)      powrót do wcześniejszych ustawień jednej lub wszystkich stron
  - Save to Flash      zapis ustawień do wewnętrznej pamięci napędu, **bez tego wprowadzone w ustawieniach zmiany zostaną utracone po wyłączeniu zasilania**
  - Ok.      Zatwierdza wprowadzone zmiany i zamyka okno konfiguracji (nie zapisuje parametrów do pamięci nieulotnej!)
  - Cancel      Zamyka okno konfiguracyjne, lecz cofa wprowadzone w napędzie zmiany

### 6.5.2 Karta „PID Settings”

Od wprowadzonych w tym miejscu ustawień bezpośrednio zależy jakość pozycjonowania i stabilność pracy napędu. Warto więc uważnie zapoznać się z dostępnymi w tej karcie opcjami, warto też poświęcić nieco czasu przy podłączonym systemie ARBAH i starannie dobrać i przetestować ustawienia.

Karta jest podzielona na dwie zasadnicze grupy: część po lewej „Basic Settings”, na której znajdują się ustawienia podstawowe regulatora PID odpowiedzialnego za pozycjonowanie oraz „Advanced Settings”, zawierająca opcje zaawansowane (z reguły nie zachodzi potrzeba modyfikacji tych parametrów).

Dobór parametrów tej karty jest wyjaśniony również na przykładzie w dalszej części tego podręcznika.

#### „Basic Settings”

- Suwak K(p)  
Jest to regulacja członu proporcjonalnego regulatora PID, im większe wzmocnienie tym silniejsza reakcja na występujące odchyłki od zadanej pozycji. Zbyt duże wartości powodują, że silnik od razu, lub po chwili wpada w wibracje o

narastającej amplitudzie i najczęściej końcówka wyłącza się z uwagi na przeciążenie. Sensowne wartości wahają się w zakresie od 50 (enkodery o dużej liczbie impulsów na obrót – np. 40000 imp./obr.) do 250 dla enkoderów o niskiej rozdzielczości.

Podane wartości są wartościami orientacyjnymi, gdyż tak naprawdę dobór odpowiedniej wartości zależy od wielu czynników takich jak wielkość silnika, rodzaj przełożenia napędu, bezwładności osi itp.

Podczas pierwszych prób z podłączonym silnikiem najlepiej zacząć od małych wartości (rzędu 50) i stopniowo zwiększać, jednocześnie obserwując zachowanie silnika. Jeśli zauważalne staną się objawy przesterowania (wibracje, buczenie) należy zmniejszyć nastawę o około 10-20%.

- Suwak K(i)

Jest to regulacja członu całkującego regulatora PID. Ta część regulatora potrafi skorygować niewielką część błędu, która pozostaje po działaniu członu proporcjonalnego. Mówiąc uproszczonym językiem człon całkujący koryguje błąd występujący w czasie, czyli nawet odchyłka od zadanej pozycji rzędu jednego impulsu enkodera, ale występująca w dłuższym czasie może wywoływać sporą reakcję korekcyjną napędu (z maksymalną włącznie).

Im większa ustawiona w tym miejscu wartość, tym reakcja napędu na odchyłkę będzie szybsza i mocniejsza. Sensowne wartości wahają się w zakresie od 5 do 30 i tak jak powyżej - mniejsze wartości stosuje się do enkoderów o wysokich rozdzielczościach.

Zbyt duże wzmocnienie K(i) powoduje wpadnięcie silnika w oscylacje o rosnącej amplitudzie i w konsekwencji wejście napędu w stan alarmowy.

Należy zmniejszyć nastawę o około 10-20% jeśli wystąpią objawy przesterowania.

- Suwak K(d)

Jest to regulacja członu różniczkującego regulatora PID. Element ten nie odgrywa bezpośrednio większej roli w korekcji błędów pozycji, ale stabilizuje pracę wcześniejszych dwóch członów, umożliwia stabilną pracę przy większych wartościach K(p), K(i), co w efekcie przekłada się również na dokładniejsze pozycjonowanie. Tak jak we wcześniejszych przypadkach, również tutaj nie można przesadzać z wielkością wzmocnienia. Zbyt duże wartości powodują z reguły gwałtowne uderzenie prądowe i wejście w tryb alarmowy, lub oscylacje dużej częstotliwości odbierane jako bardzo głośny dźwięk. Sensowne wartości to 500 – 4000.

- Suwak K(f)

Odpowiada za ogólne wzmocnienie trzech omówionych wcześniej członów. Z reguły nie ma potrzeby zmieniać jego ustawień domyślnych, choć może się okazać pomocny przy dostrajaniu napędu. Standardowo ustawioną wartością jest 1000.

- Przycisk „Default”

Powrót do ustawień domyślnych parametrów K(p), K(i), K(d), K(f).

- Przycisk „Autotuning”

Przycisk służy do wywołania procedur autostrojenia parametrów K(p), K(i), K(d), K(f). Trzeba zadbać, by najpierw poprawnie skonfigurować parametry silnika (patrz podrozdział 6.5.3) oraz odległość ruchu osi na obrót silnika. Procedury

autostrojzenia PORUSZAJĄ OSIĄ MASZYNY! Proszę zachować szczególną ostrożność i zapewnić strojonej osi swobodny ruch w zakresie -40mm/+40mm. Czas autostrojzenia zależy od wielu czynników i może trwać nawet kilkanaście minut.

- Przycisk „Apply”

Zastosowanie zmian wprowadzonych na karcie PID (również parametrów z grupy „Advanced Settings”. Przycisk ten NIE powoduje zapisu parametrów do pamięci nieulotnej napędu, można więc jeszcze powrócić do poprzednich ustawień poprzez wyłączenie i włączenie zasilania napędu.

- Opcja „Realtime Update”

Zaznaczenie tego pola powoduje natychmiastowe wysyłanie parametrów  $K(p)$ ,  $K(i)$ ,  $K(d)$ ,  $K(f)$  przy każdej zmianie któregośkolwiek z nich. Jest to niezwykle wygodne podczas precyzyjnego dostrajania napędu – np. podczas trwania ruchu osi, możemy obserwować odchyłkę pozycjonowania w oknie „Fast Scope” i jednocześnie w otwartym oknie ustawień i zaznaczoną opcją „Realtime update” zmieniać parametry regulatora i widzieć wprowadzane zmiany na wykresie.

### **„Advanced Settings”**

W grupie tej znajdują się jedynie trzy parametry. W większości wypadków nie ma potrzeby ich modyfikować, przeznaczone są raczej dla celów serwisowych.

- Suwak „Timer (i)”

Wpływa na częstotliwość pracy członu całkującego regulatora PID. Im wyższa wartość tym mniejsza częstotliwość. Optymalną i domyślną wartością jest „4”.

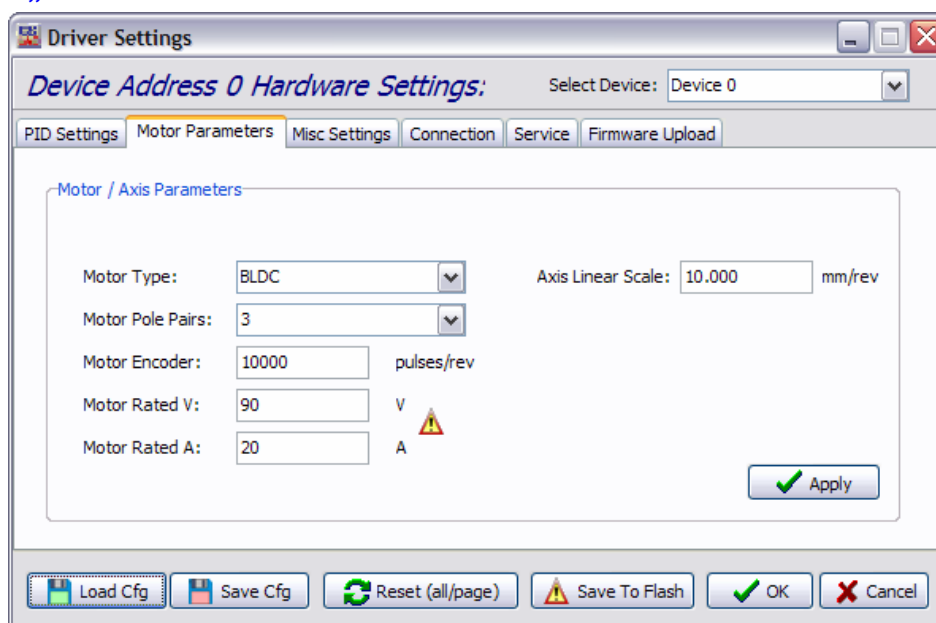
- Suwak „Timer (d)”

Wpływa na częstotliwość pracy członu różniczkującego regulatora PID. Im wyższa wartość tym mniejsza częstotliwość. Optymalną wartością jest „0”.

- Suwak „Scale”

Zmiana skalowania parametrów  $K(p)$ ,  $K(i)$ ,  $K(d)$  oraz  $K(f)$ .

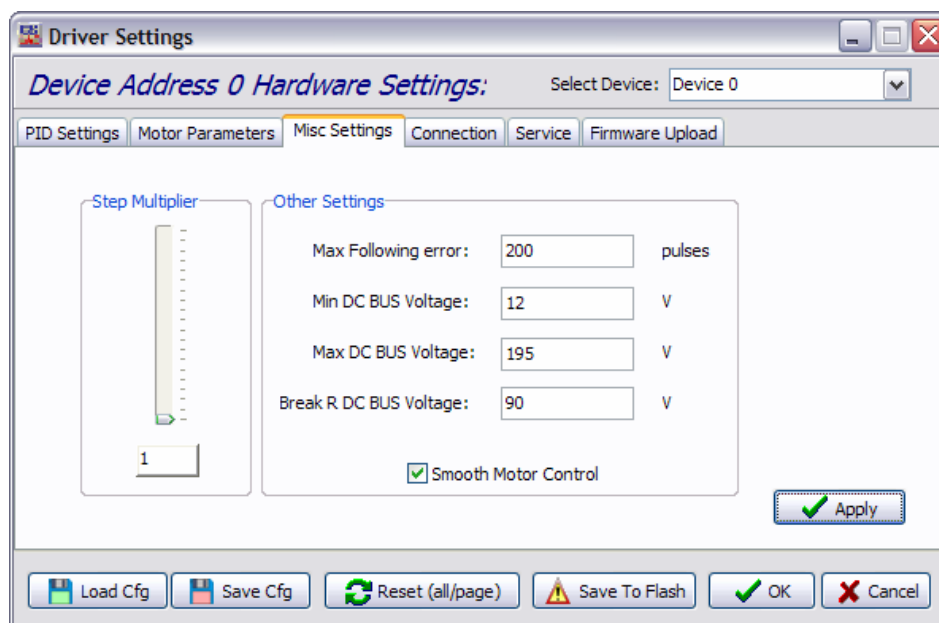
### 6.5.3 Karta „Motor Parameters”



- „Motor Type”  
Wybór typu podłączonego silnika. DC, BLDC lub synchroniczny AC. (obecna wersja napędu obsługuje na razie DC i BLDC).
- „Motor Pole Pairs”  
Ilość par biegunów silnika. Jest to bardzo ważny parametr dla silników BLDC i AC. Powinien być skonfigurowany przed uruchomieniem systemu, nie zawsze jednak łatwo odszukać tę informację, szczególnie jeśli podłączany silnik pochodzi z rynku wtórnego. W ostateczności można więc kolejno zmieniać ilość par biegunów i próbować wykonać ruch silnikiem. Z reguły silniki serwo mają od 3 – 6 par biegunów. Przy niepoprawnie ustawionym parametrze silnik poruszy się nieco, a następnie napęd wyłączy się i zgłosi błąd przeciążenia. Należy wtedy zmienić parametr, zresetować napęd i spróbować ponownie.
- „Motor Encoder”  
Rozdzielczość zainstalowanego enkodera w impulsach na obrót. Wartość powinna być podana z uwzględnieniem wszystkich zboczy sygnału kwadraturowego. Często jest to po prostu podawana na enkoderze wartość pomnożona przez 4. Czasem producenci od razu podają ilość wszystkich zboczy.
- „Motor rated V”  
Nominalne napięcie zasilania silnika (z tabliczki znamionowej lub dokumentacji)
- „Motor rated A”  
Nominalny prąd zasilania silnika (z tabliczki znamionowej lub dokumentacji)
- „Axis linear scale”  
Odległość liniowa jaką przebywa oś na jeden obrot wału silnika.
- Przycisk „Apply”  
Zastosowanie wprowadzonych zmian.



#### 6.5.4 Karta „Misc Settings”



- „Step Multiplier”

Mnożnik kroków. Funkcja bardzo przydatna, jeśli używamy silnika z enkoderem o dużej rozdzielczości, a nie dysponujemy sterowaniem, które byłoby w stanie dostarczyć sygnał kroku („step”) wystarczająco szybko by uzyskać zadowalające prędkości. Tutaj z pomocą przychodzi omawiana funkcja, która umożliwia powielanie impulsów dostarczanych z kontrolera. Dla przykładu – ustawiając w tym miejscu wartość „2” uzyskamy dwukrotnie większą prędkość posuwu przy tej samej częstotliwości sygnału step. Należy jednak pamiętać, że żadna funkcja nie zastąpi kontrolera wyższej klasy i w praktyce używając tańszych sterowań takich jak np. Mach, Gecko, czy Boenigk nie uzyska się tak dobrych efektów jak na systemach wyższej klasy.

- „Max Following error”

Określa maksymalną dozwoloną odchyłkę od zadanej pozycji (w impulsach enkodera). Po przekroczeniu tej wartości napęd wyłączy silnik i zgłosi alarm. Ustawianą wartość należy dobrać eksperymentalnie. Jeśli napęd obsługiwany jest poprzez sterownik lepszej klasy, zachowujący dużą płynność ruchu, odchyłka podczas pracy jest raczej niewielka i uwzględniając jakiś margines bezpieczeństwa można ustawić tutaj wartość około 100. Jeśli zaś maszyna jest ciężka (ma dużą bezwładność), a sterowanie nie zachowuje płynności ruchu, opisywany parametr może być określony nawet na 500 – 1000. Oczywiście podawane wartości są jedynie orientacyjne i zależą jeszcze od innych czynników.

- „Min DC BUS Voltage”

Minimalne napięcie zasilania końcówki mocy. Spadek napięcia poniżej tej wartości spowoduje przerwanie pracy napędu i wejście w stan alarmu.

- „Max DC BUS Voltage”

Maksymalne napięcie zasilania końcówki mocy. Pola służy jedynie informacji i nie można go edytować.

- „Break R DC BUS Voltage”

Napięcie załączenia rezystora hamowania. Powinno być ustawione na poziomie „Max DC BUS Voltage” – 20%.

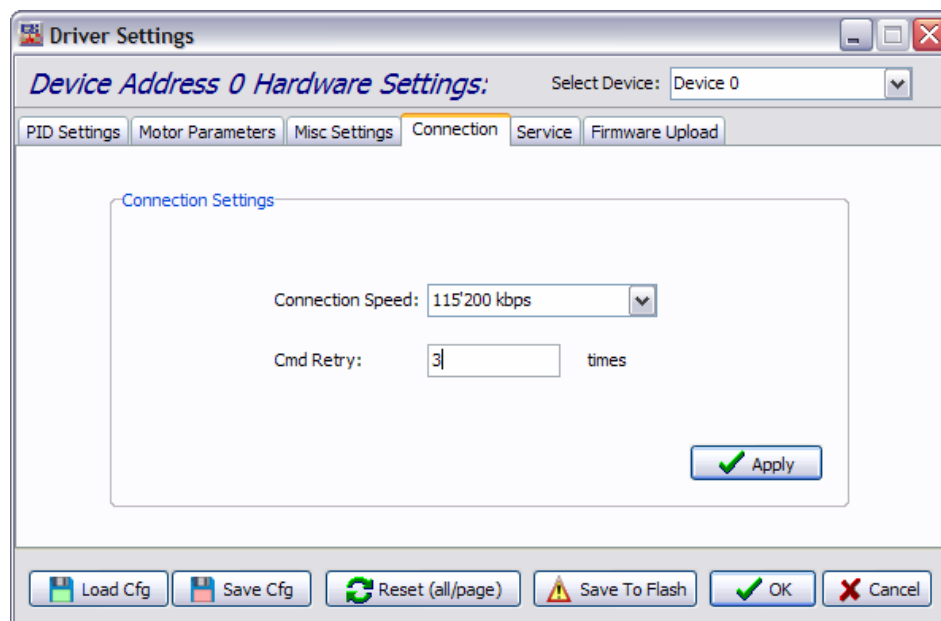
- Opcja „Smooth Motor Control”

Zaawansowane procedury poprawiania płynności ruchu silnika. Szczególnie podczas pracy z mnożnikiem kroku znacznie poprawia jakość sterowania i wycisza pracę silnika. Opcja jest domyślnie włączona.

- „Apply”

Przesłanie ustawień do napędu.

### 6.5.5 Karta „Connection”



*W obecnej wersji oprogramowania ustawienia zawarte na tej karcie są nieaktywne.*

- „Connection Speed”

Zmiana prędkości transmisji.

- „Cmd Retry”

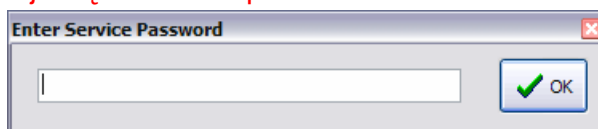
Ilość prób ponowienia komendy przed zgłoszeniem błędu transmisji.

### 6.5.6 Karta „Service”

Karta zawiera zaawansowane ustawienia napędu i opcje w niej zawarte powinny być zmieniane z rozważą, szczególnie nie zalecane są zmiany w ustawieniach regulatora PID prądu. Karta zabezpieczona jest hasłem, by osoby niepowołane nie miały do niej dostępu.

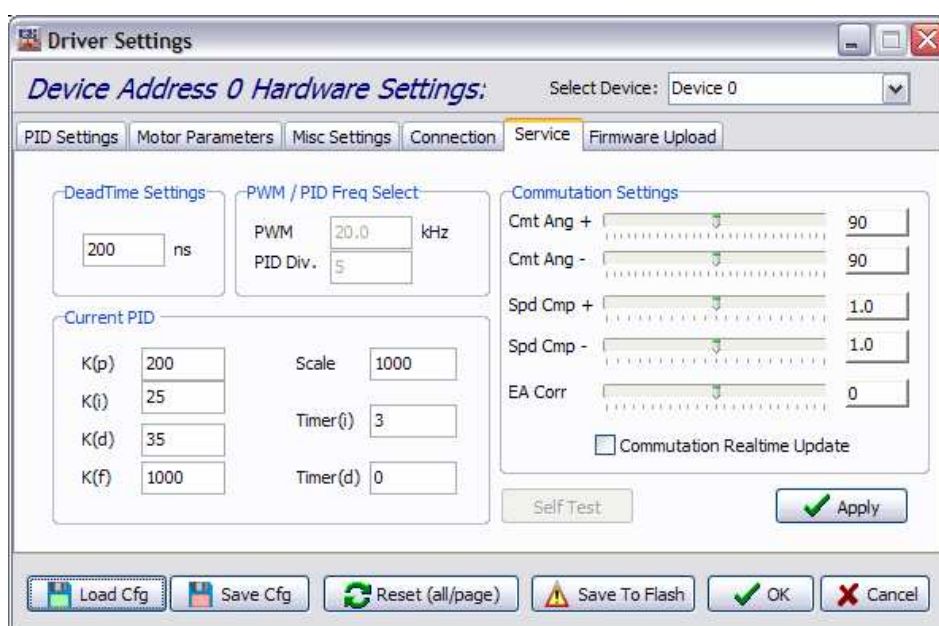
Po kliknięciu na kartę „service” ukazuje się okno do wpisania hasła.

Hasło jest ustalone na stałe, brzmi „469684”. Przy błędnym podaniu hasła komunikacja jest blokowana na kilka sekund.



Okno można też po prostu zamknąć, wtedy na karcie service nie będzie dostępnych żadnych opcji.

Po poprawnym wpisaniu hasła, karta service staje się dostępna i można dokonywać zmian poszczególnych jej opcji.



- „Deadtime”

Dodatkowy „czas martwy” pomiędzy załączeniami tranzystorów końcówki mocy. Elektronika sterująca ma sprzętowo ustawiony deadtime optymalny dla swojej konstrukcji. W tym polu można ustawić dodatkowy czas, który będzie dodany do tamtego. Opcja przydatna tylko do celów serwisowych.

- „PWM / PID freq select”

Pole informujące o częstotliwości pracy PWM i pętli regulacyjnych.

- „Current PID Settings”

Ustawienia wzmocnień poszczególnych członów regulatora PID prądu.

**WARTOŚCI POWINNY BYĆ ZMIENIANE JEDYNIĘ PO KONSULTACJI Z PRODUCENTEM.**

- „Commutation Settings”

Ustawienia parametrów komutacji silnika BLDC. W tej grupie przydatne mogą być dwa pierwsze od góry suwaki: „Cmt Ang +” i „Cmt Ang -”.

Służą one do korekcji kąta komutacji osobno dla prawych i lewych obrotów silnika. Umożliwia to dostrojenie napędu do konkretnego egzemplarza silnika i

maksymalne wykorzystanie jego parametrów oraz uzyskanie maksymalnej sprawności. Sposób dostrajania będzie opisany w dalszej części tego podręcznika.

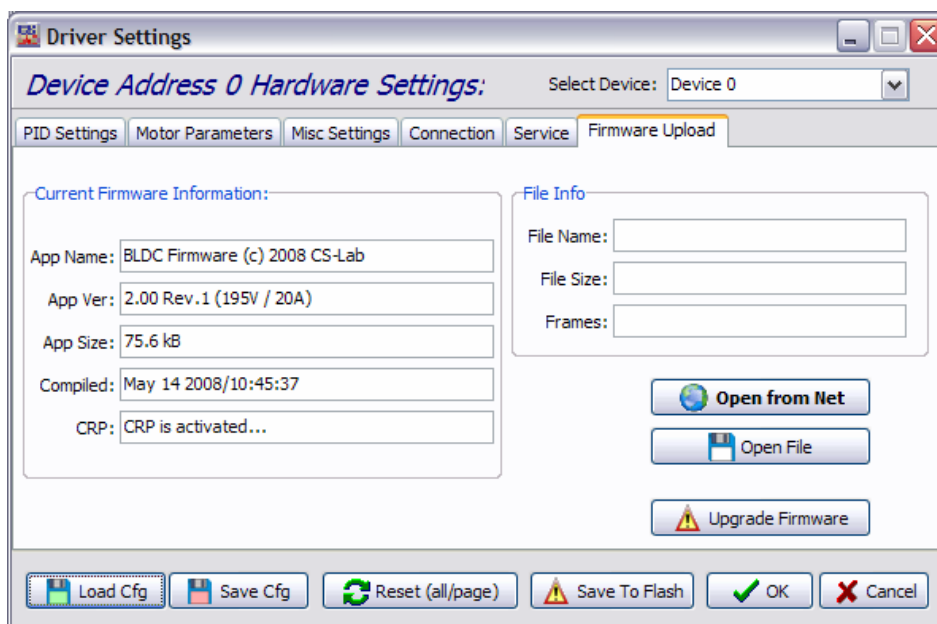
- „Commutation Realtime Update”

Zaznaczenie tego pola sprawia, że wszelkie zmiany opcji związanych z komutacją są wysyłane na bieżąco do napędu, czyli poruszając np. suwakiem „Cmt Ang +” od razu widać reakcję napędu.

- „Apply”

Przesłanie wprowadzonych zmian do napędu.

## 6.5.7 Karta „Firmware Upload”



Napęd umożliwia aktualizację wewnętrznego oprogramowania, oznacza to, że co pewien czas będzie użytkownikom udostępniana bezpłatnie nowa wersja, sukcesywnie wzbogacane o nowe funkcje i możliwości.

Aktualizacja jest niezwykle prosta i jeśli mamy połączenie z Internetem sprowadza się do dwóch kliknięć myszką.

- „Current Firmware Information”

Grupa ta zawiera informacje o wewnętrznym oprogramowaniu, którego aktualnie używamy

- App Name - Nazwa aplikacji
- App Ver - Wersja aplikacji
- App Size - Wielkość aplikacji
- Compiled - Data kompilacji
- CRP - Informacja serwisowa dla producenta

- „File Info”

W tej grupie znajduje się krótka informacja o pliku firmware'u, który mamy zamiar załadować do napędu.

- File Name - Nazwa pliku (w nazwie zawarta jest wersja)
- File Size - Wielkość pliku

- Frames - Ilość ramek danych jaka będzie wysyłana do napędu

- Przycisk „Open from Net”

Po kliknięciu tego przycisku program automatycznie sprawdzi zawartość FTP producenta i pobierze najnowsze dostępne oprogramowanie.

- Przycisk „Open File”

Otwiera okno dialogowe do wybrania pliku, w przypadku gdy firmware mamy np. na CD lub ściągnęliśmy ze strony internetowej.

- Przycisk „Upgrade Firmware”

Wysyła załadowany firmware do napędu. Pasek postępu informuje o zaawansowaniu procesu.

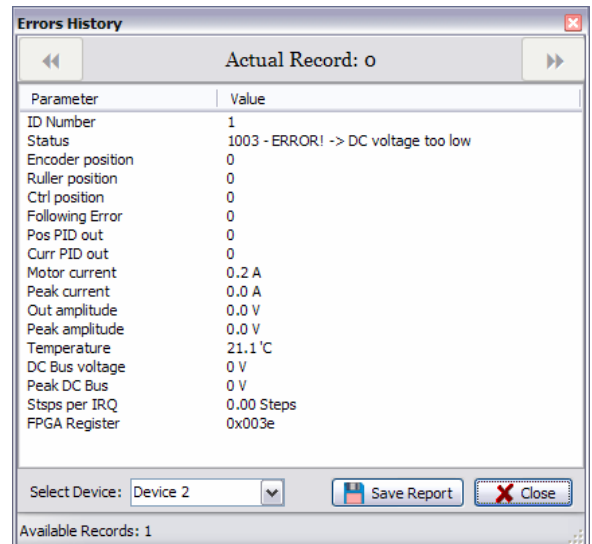
Jeśli pasek postępu stanie na czas dłuższy niż minuta oznacza to, że wystąpił problem podczas aktualizacji. Z reguły nie oznacza to poważniejszych kłopotów, ponieważ napęd posiada w oddzielnym chronionym bloku pamięci program awaryjnego loadera, przy pomocy którego można ponowić próbę przesłania firmware'u do napędu.

## 6.6 „Error Details” – przeglądanie historii błędów

Gdy napęd z jakiegoś powodu przerwie pracę i wyłączy zasilanie silnika, mamy możliwość przejrzania kolejno, co spowodowało wyłączenie oraz można sprawdzić najważniejsze parametry napędu z chwili wystąpienia awarii.

Służy do tego przycisk „Error Details” w głównym oknie aplikacji. Otworzone zostanie okno takie jak na rysunku obok. Jeśli napęd jest akurat w trybie gotowości zawartość okna będzie pusta. Obsługa sprowadza się do wybrania napędu z listy rozwijanej „Select Device” oraz wybrania interesującego nas błędu przy pomocy strzałek w górnej części okna. Z reguły najważniejszym numerem błędu jest „0”, ponieważ wystąpił jako pierwszy i przerwał pracę napędu. Widoczne w oknie parametry przedstawiają sytuację w chwili wystąpienia awarii.

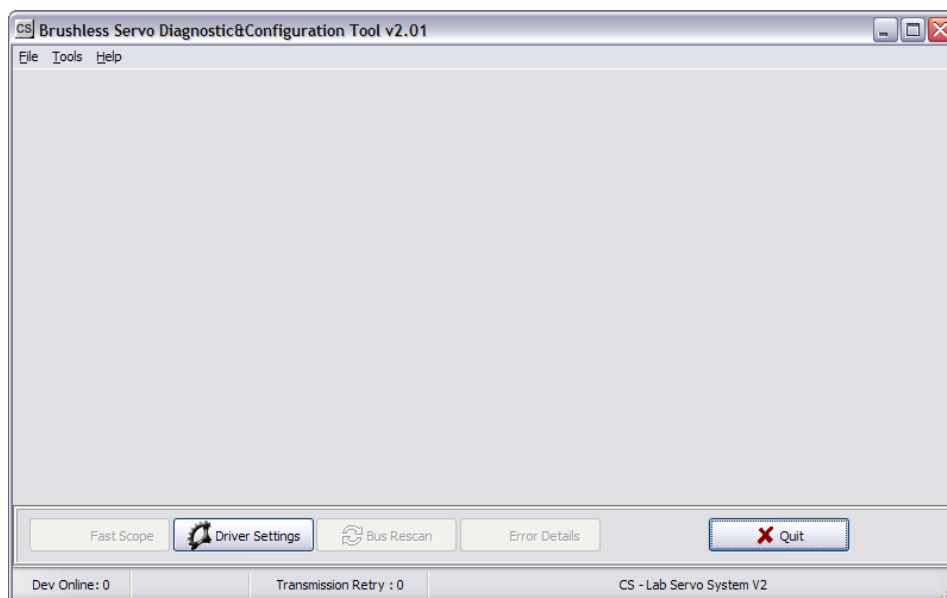
Przycisk „Save Report” służy do zapisania raportu awarii, którą można potem przelać np. email'em do producenta w celu pomocy przy diagnozowaniu problemu.



## 7 Tryb „Firmware Rescue” – awaryjne ładowanie firmware’u

Aby awaryjnie załadować do napędu wewnętrzne oprogramowanie należy najpierw upewnić się, że napęd uruchamia się w trybie awaryjnym. Należy w tym celu włączyć zasilanie napędu i obserwować dwukolorową diodę statusu urządzenia. Jeśli cyklicznie i płynnie zmienia ona kolor świecenia pomiędzy zielonym i czerwonym oznacza to, że napęd uruchomił program awaryjnego leadera i oczekuje na przesłanie oprogramowania.

Można teraz uruchomić aplikację „BLDC ToolDiag v2” i po procedurze inicjalizacji powinno ukazać się okno, takie jak na rysunku po prawej. Odpowiadamy twierdząco na pytanie i aplikacja uruchomi się w trybie awaryjnym. Nie będą widoczne „Panele Diagnostyczne” i główne okno programu będzie wyglądało jak poniżej.



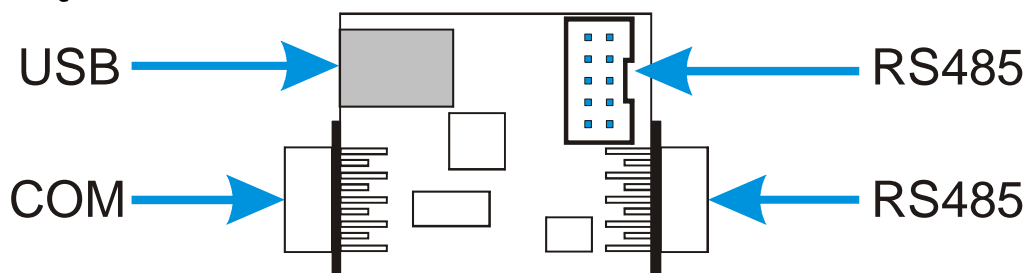
Wystarczy teraz kliknąć na „Driver Settings”. Dalsza część procedury jest identyczna jak podczas normalnego uaktualniania oprogramowania napędu i opisana jest w poprzednim podrozdziale. Jedyną różnicą jest to, że po zakończeniu wysyłania danych aplikacja „BLDC ToolDiag v2” wyłączy się, a napęd powinien być wyłączony z sieci na okres przynajmniej 10 sekund i włączony ponownie. Od tej chwili napęd powinien pracować normalnie i poprawnie zgłaszać się po uruchomieniu aplikacji diagnostycznej.

## 8 Konwerter USB -> RS485

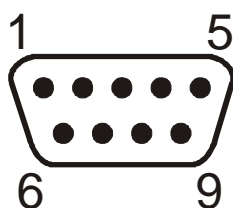
Do konfiguracji i diagnostyki napędu przy pomocy komputera PC niezbędny jest konwerter, który umożliwia konwersję przesyłanych danych z portu USB komputera PC na standard RS485.

Niektóre wersje konwertera wyposażone są dodatkowo w złącze COM, jednak przy podłączeniu przez port COM komunikować się można używając jedynie terminala, tzn. **nie zadziała** aplikacja BLDC ToolDiag.

### 8.1 złącza konwertera

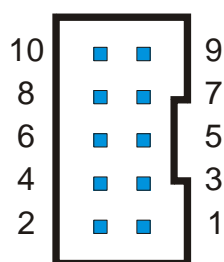


- Złącze COM



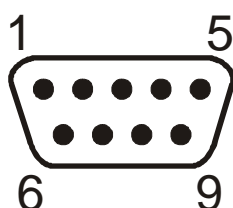
- 1 – N.C. (nie używane)
- 2 – RxD (dane odbierane)
- 3 – TxD (dane nadawane)
- 4 – N.C. (nie używane)
- 5 – GND (masa)
- 6 – 9 – N.C. (nie używane)

- Złącze RS485



- 1 – GND (masa)
- 2 – +5V , zasilanie
- 3 – RS485(A)
- 4 – RS485(B)
- 5 – 10 – N.C. (nie używane)

- Złącze RS485 (DB-9)



- 1 – +5V , zasilanie
- 2, 3, 4 – N.C. (nie używane)
- 5 – GND (masa)
- 6 – N.C.
- 7 – RS485(B)
- 8 – RS485(A)
- 9 – N.C.



## 9 Procedura uruchomienia

W rozdziale tym, krok po kroku opisana jest procedura uruchomienia systemu ARBAH.

### 9.1 Czynności podstawowe

- Ustawić adresy RS485 (patrz rozdział 4.2)
- Podłączyć napędy (na razie nie podłączać zasilania końcówki – HV)
- Włączyć zasilanie (+24V)
- Uruchomić na komputerze PC aplikację „BLDC ToolDiag”
- W „Panelu Diagnostycznym” napędu umieścić następujące pozycje:
  - „Actual Status Code” - stan napędu
  - „Angle Physical” - kąt mechaniczny wirnika
  - „DC BUS Voltage” - napięcie końcówki mocy
  - „DC External Logic Voltage” - napięcie urządzeń zewnętrznych
  - „Following Error” - odchyłka od pozycji zadanej
  - „Hall State” - stan czujników HALL’a
  - „Motor Current” - prąd silnika

Statusem napędu powinno być „1003 – ERROR! -> DC Voltage to low” (na razie nie jest podłączone napięcie zasilania końcówki).

Napięcie urządzeń zewnętrznych powinno wynosić ok. 4.7 – 5V.

Stan czujników HALL’a powinien wynosić 1-6. Wartości 0 lub 7 oznaczają błąd.

- Wywołać konfigurację napędu przyciskiem „Driver Settings” (patrz rozdział 6.5) i ustawić następujące parametry (pamiętać o zatwierdzeniu na każdej karcie przyciskiem „Apply”):
  - karta „PID Settings”
    - $K(p) = 35$ ,  $K(i) = 5$ ,  $K(d) = 1000$ ,  $K(f) = 1000$
  - karta „Motor Parameters”
    - ustawić parametry zgodnie z posiadanym silnikiem i układem mechanicznym (parametr „Axis linear scale”)
  - karta „Misc Settings”
    - ustawić mnożnik kroków na pożądaną wartość
    - „Max Following Error” na wartość jaką rozdzielczość ma zainstalowany enkoder. Podczas konfiguracji napęd będzie pozwalał na odchyłki od zadanej pozycji w dużym zakresie - +/- 1 obrót silnika
    - włączyć „Smooth motor control”
  - karta „Service”
    - „Deadtime” na „0”
- Gdy napęd jest już skonfigurowany, przekręcić ręką oś silnika o ½ obrotu. Podczas obracania powinny zmieniać się wartości „Hall State”, „Following Error” oraz „Angle Physical”. Po wykonaniu obrotu odczyt kąta mechanicznego powinien wynosić około 180 stopni (zależy na ile dokładnie wykonaliśmy ½ obrotu), a „Following Error” w przybliżeniu połowę rozdzielczości enkodera. Jeśli wartości nie odbiegają znacznie od oczekiwanych oznacza to, że sygnały silnika prawidłowo podłączone są do napędu i można przystąpić do dalszych czynności przy załączonym napięciu na końcówce mocy.
- Wyłączyć napęd



- Podłączyć zasilanie końcówki (HV) i ponownie włączyć napęd
- Jeśli wszystko działa prawidłowo dioda statusu powinna szybko mrugać kolorem zielonym.
- Napęd gotowy do strojenia regulatora PID

## 9.2 Strojenie regulatora PID

Strojenie regulatora nie jest skomplikowaną czynnością i sprowadza się do wykonania kilku kroków:

- Przygotuj w kontrolerze (np. CNC) ścieżkę ruchu, tak by oś sterowana napędem ARBAH poruszała się w sposób ciągły w zakresie od 0 – 40mm. Ruch powinien być stosunkowo wolny ( w przeliczeniu nie więcej niż ok. 500 obr/min silnika), a przyspieszenia małe.
- Upewnij się, że nie wystąpi żadna kolizja podczas ruchu i uruchom przygotowaną ścieżkę.
- Silnik powinien zacząć się poruszać.
- Otwórz kartę „PID Settings” w konfiguracji napędu i włącz „Realtime Update”
- Zwiększaj powoli parametr K(d) aż do wystąpienia oscylacji lub zgłoszenia błędu przez napęd.
- Odejmij 10% od osiągniętej wartości K(d) i zapisz konfigurację w napędzie (przycisk „Save To Flash”).
- Zatrzymaj wykonywanie ścieżki ruchu, zrestartuj napęd i ponownie uruchom ścieżkę ruchu.
- W taki sam sposób jak dla K(d) wykonaj strojenie w kolejności odpowiednio parametru K(p) oraz K(i).
- Po wykonaniu powyższych czynności napęd jest gotowy do pracy.
- Jeśli podczas ruchu będą występowały jeszcze oscylacje, można spróbować zmniejszyć o 10% parametr K(f), lub o 10% parametry K(p), K(i) i K(d).

## 9.3 Dostrajanie komutacji silnika

Napęd ARBAH steruje silnikiem generując trójfazowy prąd sinusoidalny. Aby osiągać najlepsze parametry pracy silnika prąd musi być ściśle zsynchronizowany z polem magnetycznym wytwarzanym przez wirnik. W tym celu obecna wersja oprogramowania używa czujników HALL’a, w które powinien być wyposażony silnik. Niestety czujniki te mają pewną niedokładność działania, która powoduje spadek osiągniętych wyników systemu. Obecnie trwają prace nad bezczujnikowymi algorytmami sterowania, które całkowicie wyeliminują ten problem. Po ich przetestowaniu dostępna będzie darmowa aktualizacja firmware’u dla wszystkich użytkowników. Obecnie jedyną możliwością jest ręczne dostrajanie napędu do podłączonego silnika. Przeprowadza się to w prosty sposób i tylko raz.

- Należy odłączyć silnik od mechaniki maszyny
- Przygotować ścieżkę ruchu w zakresie od 0 do 100000obr. (chodzi o to by ruch trwał długo) z dużą prędkością (blisko nominalnych obrotów silnika – np. 3000 obr./min)
- W aplikacji „BLDC ToolDiag” otworzyć okno „Fast Scope” i wybrać parametr „Motor Current” (prąd pobierany przez silnik)
- Otworzyć okno konfiguracji napędu i wybrać kartę „Service” (hasło „469684”)
- Zaznaczyć opcję „Commutation Realtime Update”

- Uruchomić ścieżkę ruchu
- Obserwować wykres prądu pobieranego przez silnik i stroić suwakiem „Cmt Ang +” w taki sposób, by pobierany przez silnik prąd był jak najniższy.
- Zatrzymać ścieżkę ruchu i zachować ustawienia (przycisk „Save To Flash”)
- W taki sam sposób dostroić napęd podczas ruchu w lewo, czyli ruch od 0 do - 100000obr. i tym razem stroimy suwakiem „Cmt Ang –”.
- Procedura dostrajania jest zakończona

Można oczywiście przy pewnej wprawie wykonać strojenie bez odłączania mechaniki maszyny od silnika, uruchamiając cykliczny ruch w lewo i w prawo.

Można też pominąć tą procedurę i pracować na domyślnych parametrach, jednak w takim wypadku trzeba liczyć się ze zwiększonym zużyciem energii i niższych osiągnięciach systemu.

## 10 Diagnostyka

W niniejszym rozdziale przedstawione są często występujące problemy oraz ich przyczyny i rozwiązania.

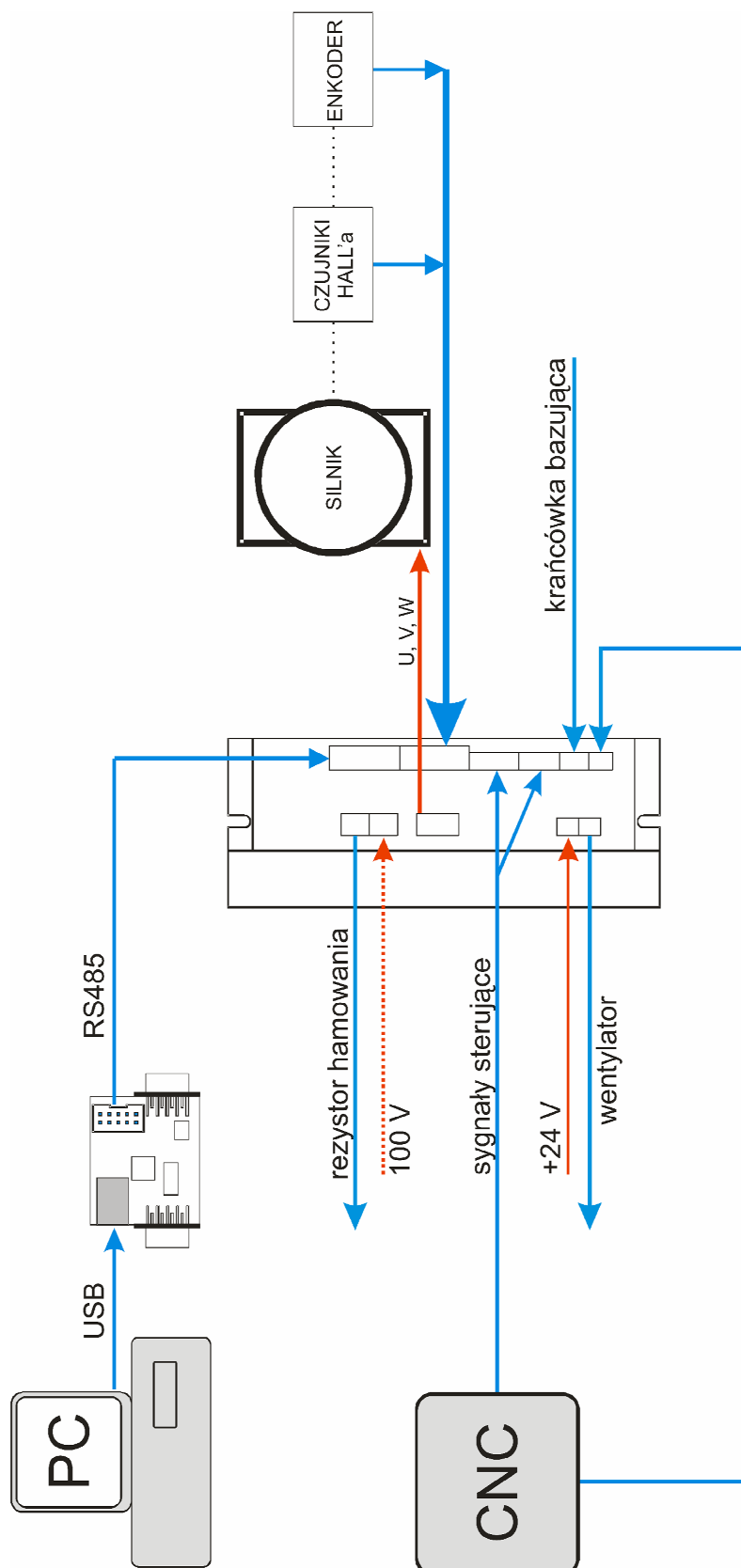
- **Napęd nie działa, nie świeci się dioda statusu oraz brak jest komunikacji.**
- *Brak napięcia +24V zasilającego logikę napędu.*
- **Po włączeniu zasilania napęd nie przechodzi automatycznie do trybu gotowości, potrzebny jest dodatkowy „reset”.**
- *Napięcie +24V pojawia się dużo wcześniej niż wysokie napięcie HV zasilające końcówkę mocy. Można to sprawdzić w aplikacji BLDC\_ToolDiag odczytując aktualny status (w momencie gdy załączono zasilanie i napęd nie przeszedł to trybu gotowości).*
- **Po włączeniu zasilania napęd prawidłowo przechodzi do trybu gotowości, jednak przy próbie jakiegokolwiek ruchu słychać krótkie szarpnięcie i zgłaszany jest błąd przekroczenia dopuszczalnego prądu.**
- *Nieprawidłowo podłączony enkoder, lub (rzadziej) zamienione fazy silnika, albo źle podłączone czujniki HALL'a.*
- **Po włączeniu zasilania napęd prawidłowo przechodzi w tryb gotowości, ale przy próbie wykonania jakiegokolwiek ruchu silnik obraca się o ułamek obrotu po czym napęd zgłasza przekroczenie maksymalnego prądu. (najlepiej diagnozować ten przypadek przy ustawionej bardzo małej prędkości, wtedy można zaobserwować w aplikacji diagnostycznej, że wraz z obracaniem się wału silnika szybko narasta prąd, po czym napęd się wyłącza)**
- *Nieprawidłowo skonfigurowany parametr „Motor Encoder” i/lub „Motor Poles” w zakładce „Motor Settings”. Należy pamiętać, że ilość impulsów enkodera na obrót podajemy licząc tzw. wszystkie zbocza, czyli często podaną przez producenta wartość mnożymy x4. Czasem też przyczyną podobnego zachowania może być nieprawidłowe podłączenie czujników HALL'a lub faz silnika.*
- **Po włączeniu zasilania i przy próbach „reset'u” napęd od razu zgłasza przekroczenie maksymalnego prądu.**
- *Najczęściej oznacza to zwarcie na przewodach zasilających silnika. Należy sprawdzić okablowanie oraz połączenia. Przyczyną może też być uszkodzony silnik.*
- **Silnik nie osiąga prędkości nominalnej, przy próbie jej uzyskania napęd wyłącza się i zgłasza jako pierwszy błąd przekroczenie maksymalnej odchyłki pozycji.**
- *Przyczyną takiego zachowania może być zbyt niskie napięcie zasilania HV. Jeśli napięcie HV zasilania napędu jest już bliskie wartości dopuszczalnej sytuację może poprawić przeprowadzenie strojenia komutacji opisane w poprzednim rozdziale.*
- **Silnik ma tendencje do wpadania w drgania, czasem tak duże, że powodują wyłączenie napędu.**
- *Nieprawidłowo dostrojony regulator PID. Przy objawach takich jak powyżej należy o 10% zwiększyć Kp, o 10% zmniejszyć Ki i o 10% zwiększyć Kd. Jeśli po tej operacji nie widać poprawy bądź zauważalne jest pogorszenie pracy, należy wrócić do poprzednich nastaw, a następnie o 10% zmniejszyć Kp, Ki oraz Kd.*

*Napęd powinien pracować lepiej, w razie potrzeby można jeszcze zmniejszyć współczynniki o dalsze 10%.*

- **Napęd pracował prawidłowo z nieobciążonym silnikiem, natomiast po zamontowaniu silnika w układzie mechanicznym (np. w obrabiarce) silnik podczas ruchu wpada w drgania lub napęd się wyłącza.**
- *Jest to zjawisko normalne. Przy znaczącej zmianie parametrów takich jak obciążenie mechaniczne czy bezwładność, należy wyregulować nastawy regulatora PID pozycji.*
- **Podczas gwałtownego, lub długiego hamowania z dużej prędkości napęd wyłącza się i jako pierwszy błąd zgłasza przekroczenie maksymalnej wartości napięcia zasilania HV.**
- *Podczas hamowania silnik działa jak prądnica i oddaje energię do napędu, może okazać się, że konieczne będzie podłączenie rezystora hamowania. Skontaktuj się z producentem w celu skonsultowania problemu i doboru odpowiedniego rezystora hamowania.*
- **Przy próbie ruchu silnik szarpie i napęd się wyłącza, a przy ustawionej małej prędkości silnik obraca się ale szybciej niż powinien.**
- *Sprawdź ustawienia mnożnika kroków w zakładce „Misc Settings”*
- **Silnik podczas pracy, szczególnie na małych obrotach wydaje głośnie piski.**
- *Prawdopodobnie nie jest włączona opcja „Smooth motor control” w zakładce „Misc Settings”*
- **Odczytywana pozycja w aplikacji BLDC\_ToolDiag nie zgadza się ze stanem faktycznym.**
- *Sprawdź ustawienie parametru „Axis linear scale”. Powinna być tam wpisana droga jaką przebywa układ mechaniczny maszyny po wykonaniu jednego obrotu przez silnik. (przy stosowaniu śruby tocznej jest to skok tejże śruby)*
- **Aplikacja BLDC\_ToolDiag prawidłowo łączy się i komunikuje tylko wtedy gdy do szyny RS485 podłączony jest jeden napęd. W innym wypadku nie wykrywany jest żaden napęd.**
- *Najprawdopodobniej nieprawidłowo ustawione są adresy napędów na przełącznikach konfiguracyjnych. Należy pamiętać, że adresy nie mogą się dublować.*
- **Często zrywana jest komunikacja RS485.**
- *Przyczyną może być niezakończony terminowanie linii RS485 w ostatnim napędzie podłączonym do szyny (przełącznik konfiguracyjny nr 4), lub załączone na więcej niż jednym napędzie.*

## 11 Przykład połączenia

Poniżej znajduje się poglądowy schemat połączenia napędu.



## 12 Komunikacja przez standardowy terminal

Z napędami komunikować się poprzez standardowy terminal. Konwerter USB→RS485 jest widziany w systemie również jako standardowy port COM, aby sprawdzić numer portu należy skorzystać z menadżera urządzeń – w gałęzi „porty (Com i Lpt)” będzie pozycja „USB RS485 Port (COMx)”, gdzie x to numer portu.

Do komunikacji można użyć standardowego terminala systemu Windows® - HyperTerminal. Jeśli używamy systemu operacyjnego Linux, można skorzystać z Putty, lub minicom.

### 12.1 Konfiguracja parametrów transmisji

Port należy skonfigurować w następujący sposób:

- Prędkość 115200 bps
- StopBit 1
- DataBits 8
- Parity none
- FlowControl none

Gdy port jest już skonfigurowany, można sprawdzić poprawność połączenia poprzez włączenie napędów. W oknie terminala powinny się zgłosić podłączone napędy. Na przykład jeśli podłączone są trzy napędy o adresach 1,3,8 – w terminalu powinno pojawić się:

```
device on address : 1 present  
device on address : 3 present  
device on address : 8 present
```

Jeśli napędy się zgłaszają, oznacza to, że połączenie jest skonfigurowane prawidłowo.

### 12.2 Obsługa wielu urządzeń na jednej linii („sel” i „trst”)

Aby zapobiec konfliktom na szynie komunikacyjnej przed rozpoczęciem właściwej komunikacji z danym napędem trzeba wprowadzić go w stan komunikacji, czyli mówiąc prościej – wybrać go.

Służy do tego komenda „sel” – dla przykładu – jeśli chcemy konfigurować napęd o adresie „2”, wpisujemy w oknie terminala (znaki nie będą się pojawiać na ekranie, proszę pisać wolno by uniknąć literówek):

„sel 2” i zatwierdzić klawiszem enter.

Powinien pojawić się komunikat:

```
confirmed select device nr: 2
```

oraz poniżej znak zachęty (prompt):

```
#Dev.2(user) >
```

Od tej chwili wpisywane znaki będą widoczne (echo), a napęd o wybranym adresie jest gotowy do komunikacji z użytkownikiem.

Jeśli chcemy przerwać komunikację z bieżącym napędem i wybrać napęd o innym adresie należy najpierw wydać komendę zakończenia transmisji – „trst”. W oknie terminala ostatnio wybrany napęd powinien potwierdzić zakończenie wymiany danych komunikatem:

**transmission reset, deselect all drivers.**

Po tej operacji można wybrać kolejny napęd komendą „sel”.

## 12.3 Podstawowe grupy komend

Napęd rozpoznaje trzy podstawowe grupy komend:

- „get <argument>” - diagnostyka, czyli pobieranie informacji z napędu
- „set <argument(y)>” - ustawianie parametrów napędu
- „dctr <argument(y)>” - kontrola pracy napędu

Dla osób, które lubią porządek na ekranie jest też komenda „cls”, która czyści okno terminala.

## 12.4 Grupa komend „get”

Jako argument komendy „get” możemy podać następujące parametry:

- "perr" - aktualna odchyłka pozycji
- "dc" - aktualne napięcie zasilania HV
- "curr" - aktualny prąd pobierany przez silnik
- "pcurr" - prądy faz silnika
- "temp" - aktualna temperatura radiatora napędu
- "ampl" - aktualna amplituda
- "hall" - aktualny stan czujników HALL'a
- "pangle" - kąt fizyczny wirnika
- "eangle" - kąt elektryczny wirnika
- "angspd" - prędkość kątowa
- "spirq" - ilość kroków w okresie przerwania
- "sfreq" - częstotliwość impulsów na linii STEP
- "eangle\_corr" - korekcja kąta elektrycznego
- "ax\_pos" - pozycja osi
- "ax\_pos\_mm" - pozycja osi w mm
- "ct\_pos" - pozycja zadana
- "ct\_pos\_mm" - pozycja zadana w mm
- "mult" - wartość mnożnika kroku
- "advc" - stan opcji „smooth motor control” (patrz ustawienia)
- "peak\_dc" - szczytowe napięcie na szynie DC (HV)
- "peak\_curr" - szczytowy prąd pobierany przez silnik
- "peak\_temp" - szczytowa temperatura radiatora napędu
- "peak\_ampl" - szczytowa amplituda napięcia na silniku
- "fpga\_v" - wersja układu FPGA
- "status" - aktualny status urządzenia
- "s\_history" - dokładne informacje o danym alarmie

*(potrzebny dodatkowy argument – nr alarmu, „0” to pierwszy alarm, który wystąpił, czyli w wielu przypadkach najważniejszy, bo to on jako pierwszy spowodował przerwanie pracy napędu. Jeśli było więcej alarmów – można*

kolejno wyświetlać informacje o nich poprzez podawanie w argumencie kolejnych numerów).

Przykład: „**get s\_history 0**” – wyświetli informacje o pierwszym alarmie który wystąpił i spowodował przerwanie pracy napędu.

- "stim\_list" - lista tasków
- "pid\_list" - lista regulatorów PID
- "pwm\_f" - częstotliwość PWM
- "pid\_f" - częstotliwość pętli regulacyjnej
- "dc\_low" - dolny próg alarmowy napięcia zasilania końcówki (HV)
- "dc\_high" - górny próg alarmowy napięcia HV
- "dc\_bron" - próg załączenia rezystora hamowania
- "m\_type" - typ podłączonego silnika
- "m\_poles" - liczba par biegunów silnika
- "m\_encoder" - ilość impulsów na obrót enkodera
- "m\_cmax" - znamionowy prąd silnika
- "m\_cpanic" - górny próg alarmowy prądu silnika
- "screw" - skok śruby (posuw liniowy / obrót silnika)
- "pid\_p1" - PID pozycji / str.1
- "pid\_p2" - PID pozycji / str.2
- "pid\_p3" - PID pozycji / str.3
- "pid\_c1" - PID prądu / str.1
- "pid\_c2" - PID prądu / str.2
- "pid\_c3" - PID prądu / str.3
- "at\_speed" - prędkość autotunnera
- "at\_acc" - przyspieszenie autotunnera
- "at\_dist" - odległość ruchu autotunnera
- "at\_recdir" - kierunek nagrywania autotunnera
- "at\_recpos" - pozycja nagrywania autotunnera
- "at\_recbuff" - bufor nagrywania autotunnera
- "xvoltage" - napięcie urządzeń zew. (enkoder, hall)
- "ontime" - czas od ostatniego włączenia zasilania

## 12.5 Grupa komend „set”

- **"pid\_p1"**  
Składnia:  
„set pid\_p1 <kp> <ki> <kd> <kf>”
- **"pid\_p2"**  
Składnia:  
„set pid\_p2 <coeff\_scaling> <timer\_i> <timer\_d>”
- **"m\_type"**  
Składnia:  
„set m\_type <typ>”  
Typ może przyjmować wartości:  
0 – silnik DC  
1 – silnik BLDC



- **"m\_pole"**  
Składnia:  
„set m\_pole <Arg>”  
Gdzie <Arg> to liczba par biegunów silnika.
- **"m\_encoder"**  
Składnia:  
„set m\_encoder <Arg>”  
Gdzie <Arg> to liczba impulsów enkodera / obrót.
- **"m\_cmax"**  
Składnia:  
„set m\_cmax <Arg>”  
Gdzie <Arg> to prąd nominalny silnika.
- **"m\_voltage"**  
Składnia:  
„set m\_voltage <Arg>”  
Gdzie <Arg> to napięcie nominalne silnika.
- **"screw"**  
Składnia:  
„set screw <Arg>”  
Gdzie <Arg> to skok śruby
- **"max\_error"**  
Składnia:  
„set max\_error <Arg>”  
Gdzie <Arg> to dozwolona odchyłka pozycji w impulsach enkodera
- **"mult"**  
Składnia:  
„set mult <Arg>”  
Gdzie <Arg> to wartość mnożnika kroków
- **"advc"**  
Składnia:  
„set advc 0” → wyłącza opcję „smooth motor control”  
„set advc 1” → włącza opcję „smooth motor control”
- **"dc\_low"**  
Składnia:  
„set dc\_low <Arg>”  
Gdzie <Arg> to dolny próg alarmowy napięcia zasilania HV
- **"dc\_bron"**  
Składnia:  
„set dc\_bron <Arg>”  
Gdzie <Arg> to próg załączenia rezystora hamowania
- **"echo"**  
Składnia:  
„set echo <Arg>”  
Gdzie <Arg> = 1 lub 0. (echo włączone, lub wyłączone)
- **"service"**  
Składnia:  
„set service <Pass>”  
Gdzie <Pass> to hasło dostępu do opcji zaawansowanych („469684”)

- **"cmt\_ang(-)"**  
Składnia:  
„set cmt\_ang(-) <Arg>”  
Gdzie <Arg> to ujemny kąt komutacji.
- **"cmt\_ang(+)"**  
Składnia:  
„set cmt\_ang(+) <Arg>”  
Gdzie <Arg> to dodatni kąt komutacji.

## 12.6 Grupa komend „dctr”

- **"cfg\_load"**  
Składnia:  
„dctr cfg\_load”  
- ładuje konfigurację zapisaną w pamięci flash.
- **"cfg\_save"**  
Składnia:  
„dctr cfg\_save”  
- nagrywa bieżące ustawienia napędu w pamięci flash.
- **"cfg\_default"**  
Składnia:  
„dctr cfg\_default”  
- ładuje fabryczne ustawienia, ale NIE nagrywa ich do pamięci flash.  
Można to zrobić ręcznie komendą „dctr cfg\_save”
- **"drv\_on"**  
Składnia:  
„dctr drv\_on”  
- przełącza napęd w tryb gotowości (włącza zasilanie silnika)
- **"drv\_off"**  
Składnia:  
„dctr drv\_off”  
- wyłącza zasilanie silnika.
- **"clr\_peak"**  
Składnia:  
„dctr clr\_peak”  
- kasuje wartości szczytowe parametrów.