

Konfiguracja parametrów sterownika miControl po CAN

Jędrzej Malcherek

Korekta Michael Starok

Styczeń 2022

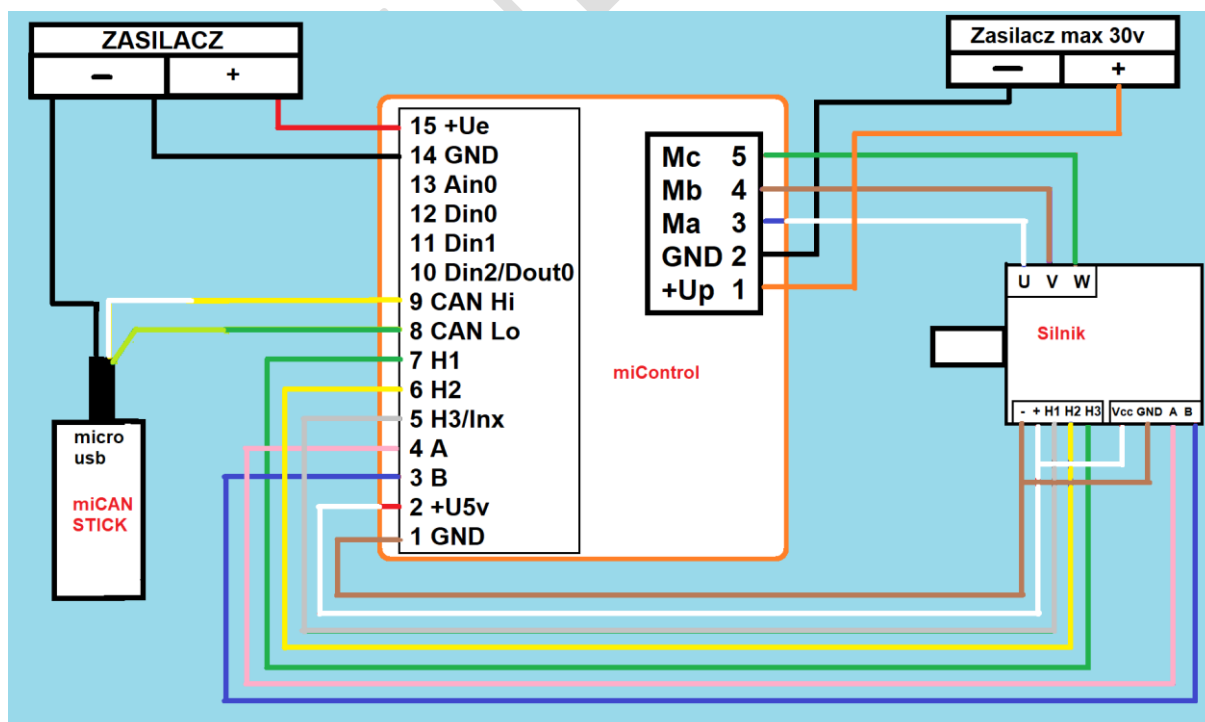
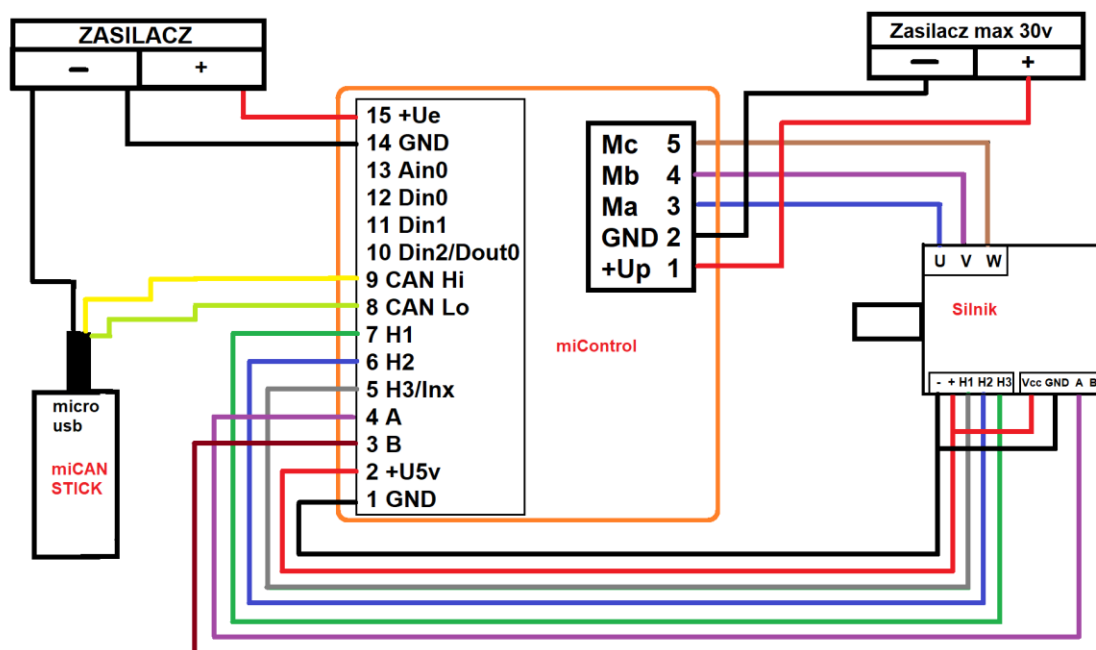
V1.0

Spis treści

1. Podłączenie.....	3
2. Połączenie z kontrolerem.....	4
2.1 Aktualizacja oprogramowania.....	5
3. Wprowadzanie parametrów silnika	6
3.1 Strojenie	7
4. Tryb momentowy	8
5. Tryb Svelocity	9
6. Tryb prędkościowy (Velocity)	10
7. Tryb pozycyjny	12
8. Bazowanie	16
9. Strojenie PID (DSA PID).....	17

1. Podłączenie

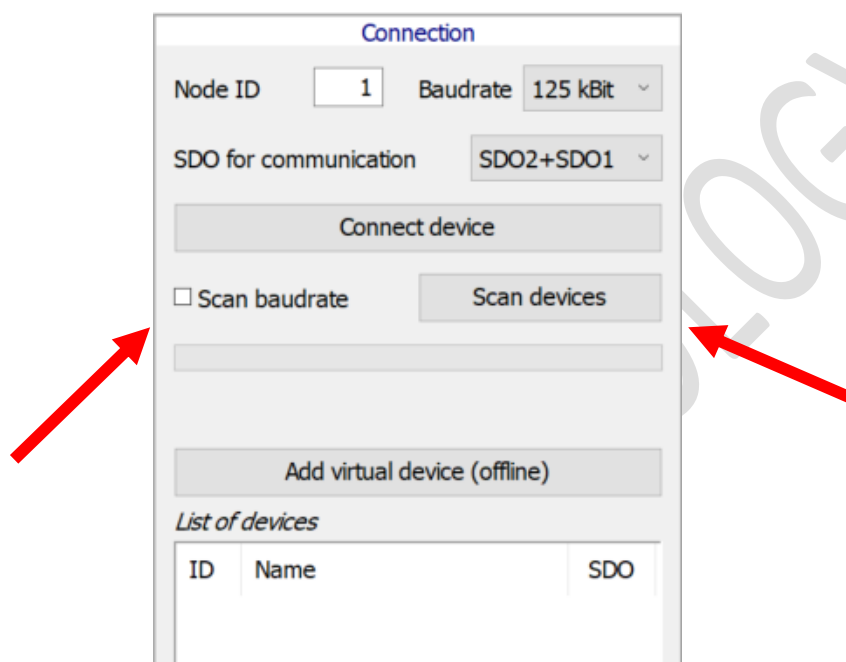
Sterownik należy podłączyć do zasilania zgodnie z kartą katalogową. **Ważne aby logika podłączona była do napięcia nieprzekraczającego 30V.** Przewody powinny zostać podłączone jak na poniższej grafice, lub w konkretnym przypadku (dla odpowiednich wtyczek) jak dwa zdjęcia poniżej.



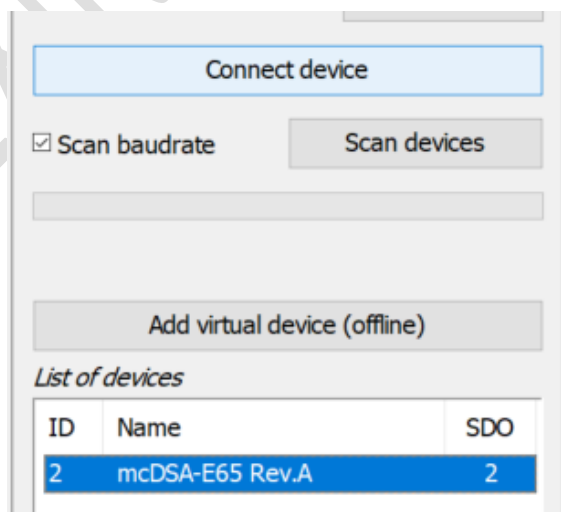
Oznaczenia wyjść enkodera oraz z czujników Halla nie zawsze są oznaczone w ten sam sposób, mogą wystąpić drobne różnice.

2. Połączenie z kontrolerem.

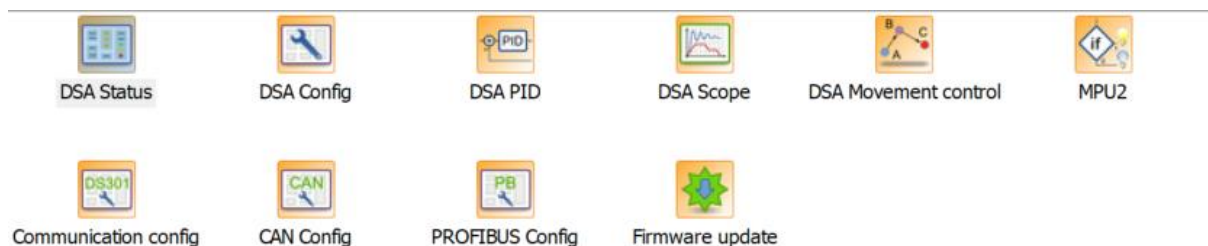
Do połączenia z kontrolerem służy program mcTools. Po uruchomieniu pojawi się okno z wieloma funkcjami. W tym momencie interesuje nas lewa część czyli **Connection**. Aby poprawnie połączyć kontroler z komputerem należy zaznaczyć opcję **scan baudrate**, a następnie nacisnąć przycisk **scan devices**. Można to również zrobić podając ręcznie parametry o ile je znamy, w przeciwnym wypadku lepiej zastosować opcję scan devices.



Po chwili w oknie **List of devices** powinno się pokazać znalezione urządzenie. Zaznaczamy je i klikamy przycisk **Connect device**.



Po połączeniu się wszystkie opcje w oknie Tools nabiorą kolorów, oznacza to, że urządzenie zostało połączone prawidłowo.

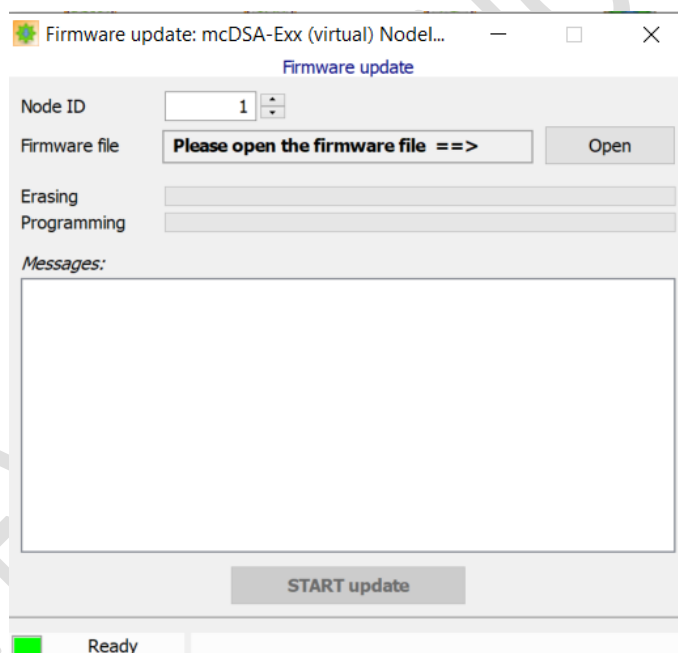


Możliwe iż będzie potrzeba zaktualizowania firmware'u. Plik z aktualizacją dostępny jest w folderze.

2.1 Aktualizacja oprogramowania

Ważne – jest to plik konkretnie pod model E65

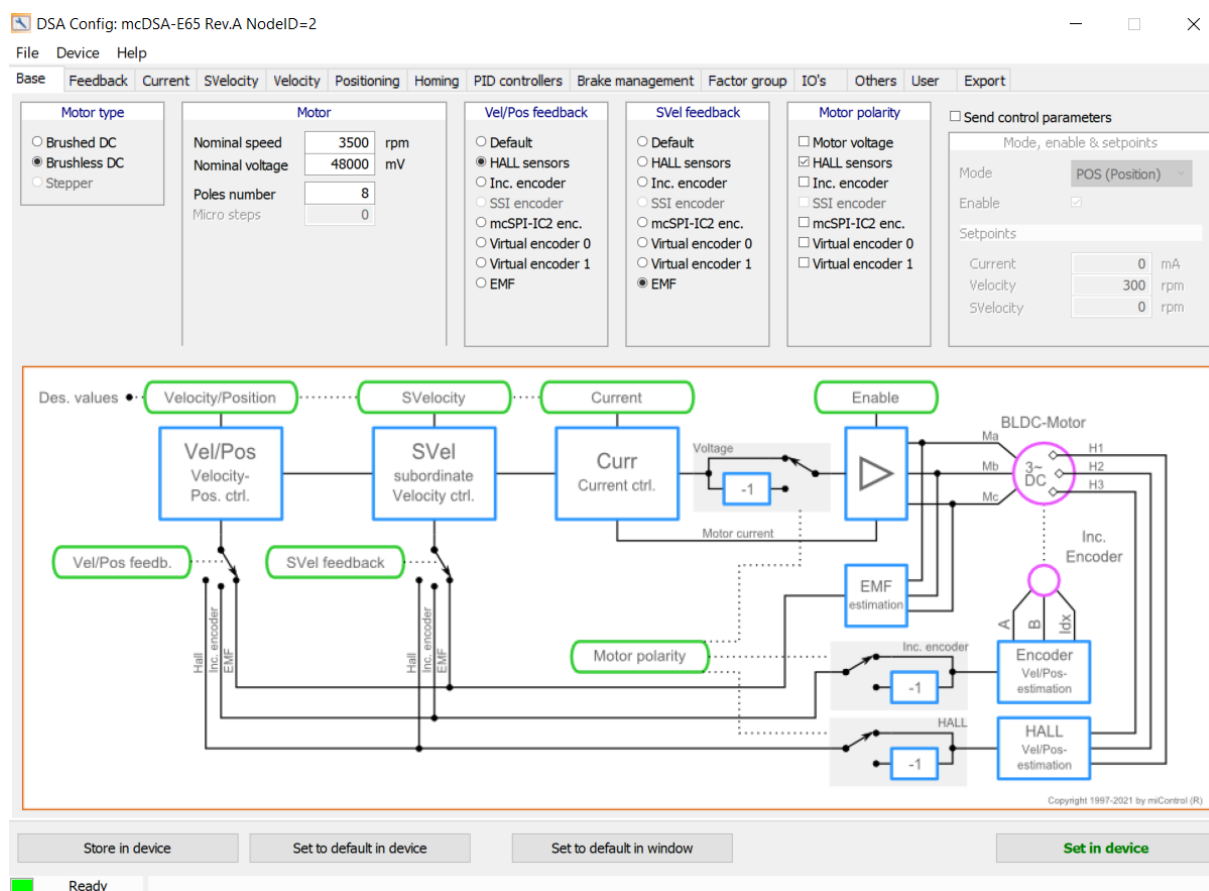
Jeśli posiadamy plik z aktualizacją możemy przejść do **Firmware update** znajdującej się w widoku głównym. Pokaże się poniższe okno.



Klikamy w **Open** i wybieramy odpowiedni plik, następnie klikamy **START update**. Po zakończonej aktualizacji zamykamy okno i możemy działać.

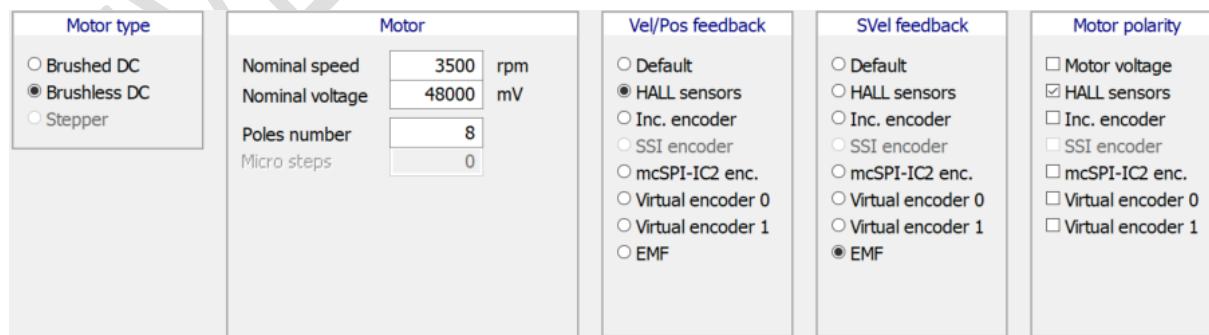
3. Wprowadzanie parametrów silnika

W celu wprowadzenia parametrów należy kliknąć w DSA Config. Powinno pojawić się następujące okno:



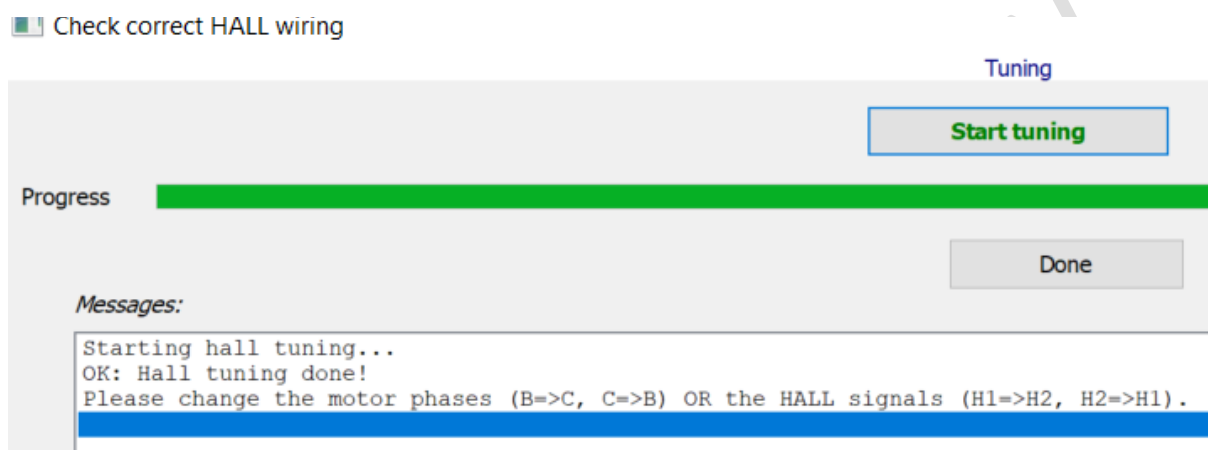
W tym miejscu opisujemy jaki rodzaj silnika mamy oraz jakie parametry dany silnik posiada (parametry silnika znaleźć można w karcie katalogowej lub instrukcji obsługi).

W tym przykładzie parametry są następujące.



3.1 Strojenie

Kolejnym krokiem jest przejście do zakładki **Feedback**. W tej zakładce deklaruje się parametry enkodera. Poniżej widnieje zakładka **Tuning**, w której sprawdzić można odchylenie rzeczywistej prędkości od prędkości zadanej, sprawdzenie połączenia czujników HALLA/faz silnika. Przed rozpoczęciem strojenia należy ustawić prąd strojenia. Nie powinien być on większy od dopuszczalnego maksymalnego natężenia. Zaczniemy od sprawdzenia poprawności podłączenia czujników HALLA/faz silnika.

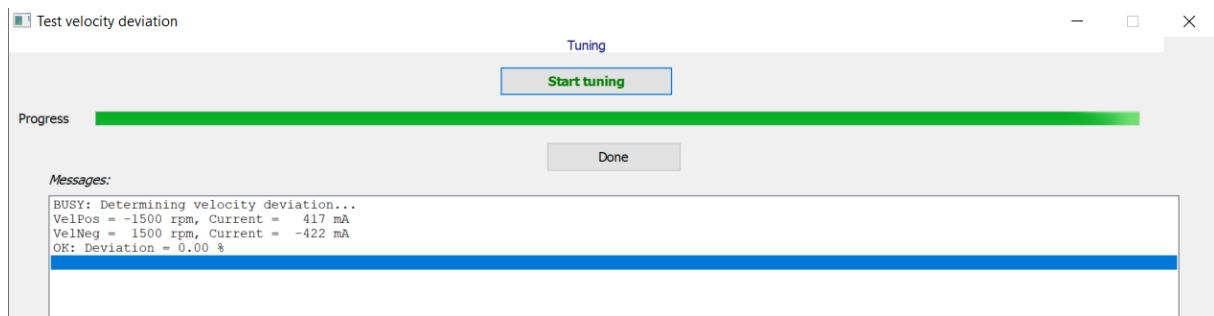


Oprogramowanie wykonuje test poprawności podłączenia uzwojeń silnika i czujników. W przypadku nieprawidłowego połączenia program informuje, które fazy silnika/czujniki HALLA trzeba zamienić. Istnieje również możliwość zmiany przyporządkowania czujników w oprogramowaniu (przycisk **Determine HALL signal assignment**), jednakże jest to zalecane tylko w przypadku kiedy nie ma możliwości zamiany kolejności przewodów.

Przewody enkodera zostały zamienione zgodnie z zaleceniem programu. Ponowne sprawdzenie nie wykazało błędów.

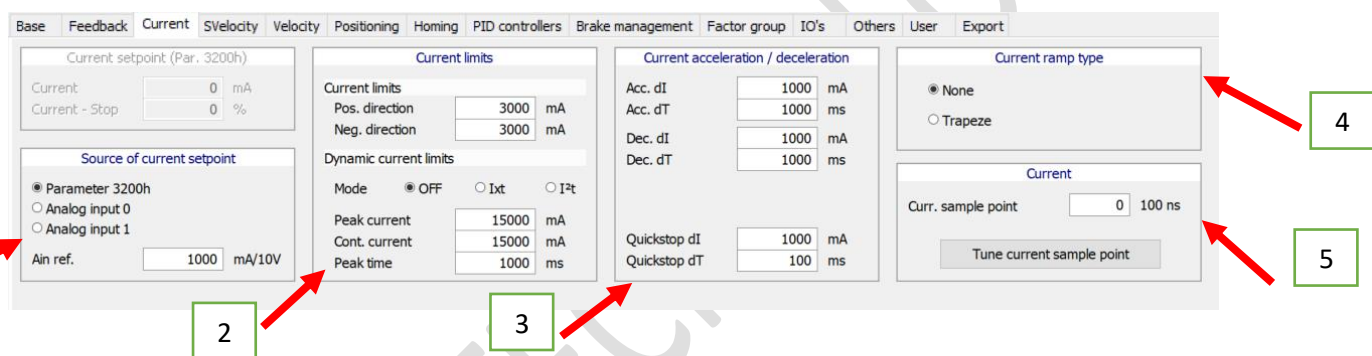
```
Starting hall tuning...
OK: Hall tuning done!
No change of the phases or hall sensors needed!
```

W przypadku strojenia mamy również możliwość sprawdzić odchylenie prędkości zadanej od prędkości rzeczywistej. Sprawdza się to przy pomocy funkcji **Test velocity deviation**. Podczas testu silnik wykonuje obroty w obie strony, a następnie wylicza odchylenie prędkości. W tym przypadku odchylenie to wynosi 0%.



4. Tryb momentowy

Tryb momentowy umożliwia sterownie przy pomocy natężenia prądu. Ważne, aby limity prądowe były niższe lub takie same jak limit silnika/kontrolera (wybrać niższe z tych dwóch). W rozpatrywanym przypadku parametry zostały wpisane jak poniżej.



1) Okno **Source of current setpoint** zawiera następujące elementy:

- Parameter 3200h oznacza, że wartość ta jest podana cyfrowo przy pomocy parametru 3200h.
- Analog input 0 oraz Analog input 1 oznacza iż sterowanie odbywa się przez wejście Analogowe.
- Ain ref. Jest przelicznikiem z woltów na ampery. Definiuje jak wysokie natężenie ma wystąpić dla 10v.

2) W oknie **Current limits** podaje się wartości prądowe występujące podczas ruchu:

- Pos. Direction – wartość prądu dla kierunku CW.
- Neg. Direction – wartość prądu dla kierunku CCW.
- Mode – tą opcję włączamy jeśli chcemy zastosować dynamicznie zmienne prądy.

- d) Peak current – jest to natężenie chwilowe szczytowe. Może ono być większe niż prąd znamionowy, jednak tylko przez pewien okres czasu.

Przykład: W przypadku silnika używanego w tej instrukcji prąd znamionowy wynosi 6,5A, natomiast prąd szczytowy 20A. Prąd szczytowy sterownika wynosi 15A, w związku z czym w polu **Peak current** należy wpisać 15000mA.

- e) Cont. current – jest to wartość do której wraca natężenie po tym jak obniży wartość z wartości szczytowej chwilowej.
- f) Peak time – czas, w którym wartość natężenia może osiągać wartość szczytową.

3) Current acceleration/deceleration:

- a) Acc. dl – natężenie prądu podczas przyspieszania
- b) Acc. dT – czas przyspieszania
- c) Dec. dl – natężenie prądu podczas hamowania
- d) Dec. dT – czas hamowania
- e) Quickstop dl – prąd podczas szybkiego hamowania
- f) Quickstop dT – czas szybkiego hamowania

4) Current ramp type – rodzaj ramp przyspieszania i hamowania

5) Current - Za pomocą tego parametru można ustawić poprawkę w punkcie próbkowania pomiaru prądu. Może to prowadzić do lepszej regulacji prądu silnika. Wartość tego parametru należy określić empirycznie.

5. Tryb Svelocity

Jest to uproszczony tryb prędkościowy, który nie wymaga podawania wielu parametrów.

The screenshot shows the Svelocity configuration interface with the following fields and callouts:

- 1** SVelocity setpoint (Par. 3500h): SVelocity [] rpm
- 2** Source of SVelocity setpoint: ☒ Parameter 3500h, ☐ Analog input 0. Ain ref. [1000] rpm /10V
- 3** SVelocity scale: Numerator [1], Denominator [1]
- 4** SVelocity limits: Pos. direction [65535] rpm, Neg. direction [65535] rpm
- 5** SVelocity max. velocity range: Scale [16383] rpm

- 1) SVelocity setpoint – w tym miejscu ustawia się cyfrowo żądaną wartość prędkości
- 2) Source of SVelocity setpoint – w tym miejscu można wybrać źródło pomiędzy cyfrowym ustawieniem prędkości lub przy pomocy **Analog input 0** sterowanie poprzez wejście analogowe. Ain ref. Jest przelicznikiem z woltów na obroty na minutę. Definiuje jak wysokie obroty mają wystąpić dla 10v.
- 3) SVelocity scale
 - a) Numerator - Ten parametr określa licznik skali SVEL.
 - b) Denominator - Ten parametr określa mianownik skali SVEL.
- 4) SVelocity limits
 - a) Pos. Direction – maksymalna prędkość w kierunku CW
 - b) Neg. Direction – maksymalna prędkość w kierunku CCW
- 5) SVelocity max. Velocity range - Definiuje skalowanie wewnętrzne lub rozdzielczość prędkości kontrolera SVelcontroller.

6. Tryb prędkościowy (Velocity)

1	Velocity setpoint (Par. 3300h) Velocity 0 rpm	6	Velocity limits Pos. direction 2147483647 rpm Neg. direction 2147483647 rpm
2	Source of velocity setpoint ☒ Parameter 3300h ☐ Analog input 0 ☐ Analog input 1 Ain ref. 2000 rpm /10V	7	Velocity acceleration / deceleration Acc. dV 1000 rpm Acc. dT 100 ms Dec. dV 1000 rpm Dec. dT 1000 ms Quickstop dV 1000 rpm Quickstop dT 100 ms
3	Velocity scale Numerator 1 Denominator 1	8	Velocity ramp type ☐ None ☒ Trapeze
4	Velocity dimension Numerator 1 Denominator 1		
5	Blockage guarding Low velocity OFF rpm High velocity DEFAULT rpm Time 1000 ms Not set error ☐		

- 1) Velocity setpoint - w tym miejscu ustawia się cyfrowo żadaną wartość prędkości
- 2) w tym miejscu można wybrać źródło pomiędzy cyfrowym ustawieniem prędkości lub przy pomocy **Analog input 0/1** sterowanie poprzez wejście analogowe. Ain ref. Jest przelicznikiem z woltów na obroty na minutę. Definiuje jak wysokie obroty mają wystąpić dla 10v.
- 3) Velocity scale
 - a) Numerator - Ten parametr określa licznik skali SVEL.
 - b) Denominator - Ten parametr określa mianownik skali SVEL.
- 4) Velocity dimension:
 - a) Numerator -Ten parametr ustawia licznik skali wymiaru
 - b) Denominator - Ten parametr określa mianownik skali wymiaru
- 5) Blockage guarding: ochrona przed blokadą. Sprawdzanie czy silnik osiągnął daną prędkość w odpowiednim czasie
 - a) Low Velocity – Ten parametr aktywuje ochronę przed blokadą i ustawia dolną granicę prędkości.
 - b) High velocity - Ten parametr aktywuje ochronę przed blokadą i ustawiam dolną granicę prędkości.
 - c) Time - Ten parametr aktywuje ochronę przed blokadą i ustawia dolną granicę prędkości.
 - d) Not set error – Za pomocą tego parametru możesz skonfigurować ochronę przed blokadą.
- 6) Velocity limits
 - c) Pos. Direction – maksymalna prędkość w kierunku CW
 - d) Neg. Direction – maksymalna prędkość w kierunku CCW
- 7) Velocity acceleration/deceleration:
 - a) Acc. dV; Acc. dT – określa w jakim czasie (Acc.dT) silnik ma osiągnąć zadaną prędkość przyspieszania (Acc.dV)
 - b) Dec. dV; Dec. dT - określa w jakim czasie (Dec.dT) silnik ma osiągnąć zadaną prędkość hamowania(Dec.dV)
 - c) Quickstop dV; Quickstop dT – - określa w jakim czasie (Quickstop dT) silnik ma osiągnąć zadaną prędkość hamowania(Quickstop dV) dla polecenia Quickstop
- 8) Velocity ramp type – określa rodzaj ramp. W przypadku **None** sterownik używa najszybszej możliwej rampy, w przypadku **Trapeze** sterownik używa rampy trapezowej o nachyleniach zdefiniowanych w podpunkcie 7.

7. Tryb pozycyjny

Position mode

☒ Positioning
☐ Interpolation
☐ Modulo positioning

Following error settings

Max. following error

Window

1000 inc

Time

0 ms

Dynamic max. following error

Window

OFF inc

Time

OFF ms

Following error limiting

Max. value

OFF inc

Position dead window

Dead window off

Window

OFF inc

Time

0 ms

Dead window on

Window

OFF inc

Time

0 ms

Position software limits

Min. position

-2147483648 inc

Max. position

2147483647 inc

Gear backlash compensation

Path

OFF inc

Velocity

100 rpm

Interpolation

Interpolation configuration

Reference

1 rev

Time

2000 μ s

Buffer configuration

☐ Data as relative target position
☐ Data not normalized
☐ Use factor group settings

Modulo positioning

Modulo method

☒ Shortest path
☐ Positive only
☐ Negative only

Modulo value

1 inc

Ramp type

☒ Trapeze
☐ S²

Position reached settings

Position reached

Window

OFF inc

Time

0 ms

Timeout

OFF ms

Config of "position reached status bit"

"CmdPos": Command position

"TrgPos": Target position

☐ Set only if position command was executed
☐ Set only if "CmdPos" is equal to "TrgPos"
☐ Do not set "TrgPos" = "CmdPos" after halt command
☐ Do not set "TrgPos" = "CmdPos" after quickstop command
☐ Set "TrgPos" = "CmdPos" on power stage enable
☐ Check timeout after power stage enable

1) Position mode:

- a) Positioning – pozycjonowanie standardowe
- b) Interpolation - Pożądane pozycje są okresowo wysyłane przez hosta (master) do kontrolera. Jeśli częstotliwość odświeżania jest większa niż częstotliwość próbkowania kontrolera pozycjonowania, pozycje pomiędzy są obliczane przez interpolację. Częstotliwość odświeżania mastera musi być wielokrotnością częstotliwości próbkowania kontrolera.
- c) Modulo positioning – Silnik wybiera kierunek obrotów tak, aby przebyć najkrótszą drogę do zadanej pozycji

2) Following error settings:

- a) Max. Following error – w tych oknach podaje się w jakim czasie (Time), jak bardzo zadany dystans może się różnić od rzeczywistego (Window)
- b) Dynamic max. Following error - w tych oknach podaje się w jakim czasie (Time), jak bardzo zadany dystans **podczas ruchu** może się różnić od rzeczywistego (Window)
- c) Following error limiting - Za pomocą tego parametru można ograniczyć błąd podążania (Max value). Jeśli rzeczywisty błąd podążania jest większy niż wartość tego parametru, ustawienie prędkości jest zmniejszane, aż błąd podążania będzie mniejszy. (więcej w helpie)

3) Position dead window:

- a) Dead window off - Ten parametr może wyłączyć wzmacniacz, gdy silnik osiągnie cel i pozostanie przez określony czas (**Time**) w danym oknie (**Window**) wokół celu. Może to zaoszczędzić energię i zmniejszyć obciążenie termiczne wzmacniacza i silnika.
- b) Dead window on - Ten parametr może włączyć wzmacniacz, jeśli przypadkowo opuści na pewien czas zdefiniowane okno wokół pozycji docelowej i przesunie go z powrotem do pozycji docelowej.

4) Position software limits:

- a) Min. Position - Ten parametr ogranicza pozycję docelową i określa dolny limit pozycji. Wartość parametru odnosi się do punktu zerowego maszyny
- b) Max. Position - Ten parametr ogranicza pozycję docelową i określa górny limit pozycji. Wartość parametru odnosi się do punktu zerowego maszyny

5) Gear backlash compensation:

- a) Path - Parametr określa odległość kompensacji luzu. Jeżeli wartość nie jest równa zero, dojazd do pozycji docelowej odbywa się zawsze z jednego kierunku. Kierunek najazdu jest określony przez znak wartości parametru.
- b) Velocity - Parametr określa prędkość kompensacji luzu.

6) Interpolation:

a) Interpolation configuration:

- 1. Reference - Ten parametr określa relację między danymi interpolacji a obrotem enkodera.
- 2. Time - Ten parametr określa czas interpolacji. Master (np. PLC) może okresowo wysyłać nowy zestaw punktów interpolacji do sterowników z własnym cyklem. Do następnego zestawu każdy sterownik musi obliczyć punkty pomiędzy (interpolować).

b) Buffer configuration - Za pomocą tego parametru możesz skonfigurować bufor dla pozycji interpolacji:

- 1. Data as relative target position: **Bit = 0** - Dane są traktowane jako bezwzględne pozycje docelowe. Cel zostanie osiągnięty najkrótszą drogą. **Bit = 1** - Dane są traktowane jako względne pozycje docelowe.
- 2. Data not normalized: **Bit = 0** – Dane są interpretowane jako znormalizowane. **Bit = 1** – Dane nie są znormalizowane
- 3. Use factor group settings: **Bit = 0** - Dane są interpretowane przyrostowo. **Bit = 1** - Dane są interpretowane w jednostkach określonych przez ustawienia grupy czynników.

7) Modulo positioning:

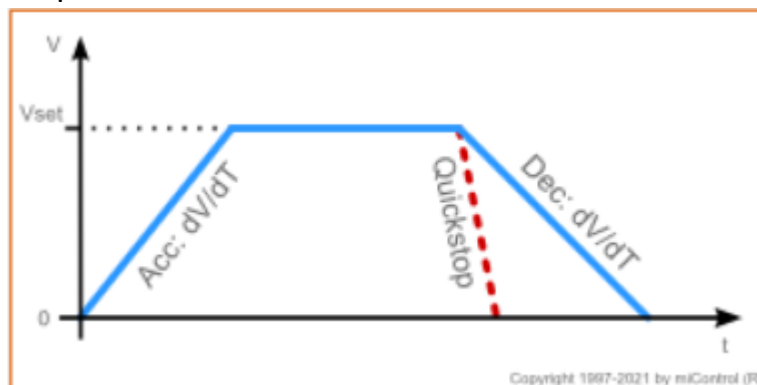
a) Modulo method - Ten parametr określa tryb modulo funkcji pozycjonowania.

- 1. Shortest path - Napęd pokonuje najkrótszą drogę do celu.
- 2. Positive only - Napęd porusza się tylko w kierunku dodatnim (CW).
- 3. Negative only - Napęd porusza się tylko w kierunku ujemnym (CCW).

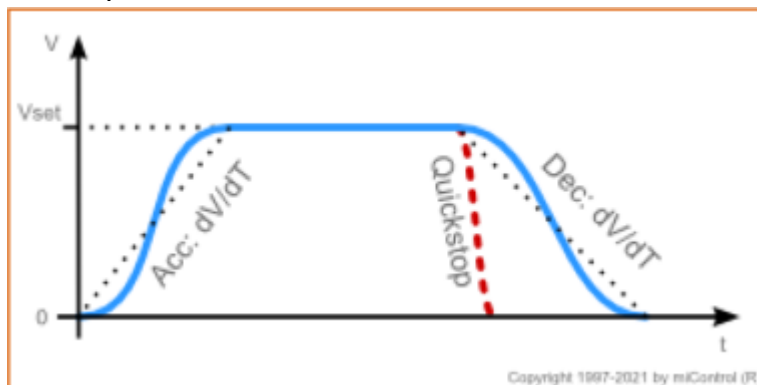
b) Modulo value - Ten parametr definiuje tak zwaną wartość modulo dla pozycjonowania.

8) Ramp Type - Ten parametr określa typ rampy w trybie pozycjonowania:

a) Trapezowa:



b) S- rampa –



9) Position reached settings:

- a) Window - Okna pozycji są symetrycznie wokół celu pozycji. Jeśli pozycja docelowa znajduje się w tym oknie przez pewien czas (**Time**) pojawi się komunikat **STAT_Reached** (osiągnięto wymaganą wartość)
- b) Time - Używając tego parametru można uniknąć ustawienia bitu statusu **STAT_Reached** (osiągnięto wymaganą wartość), gdy silnik przesteruje cel tylko na krótki czas. Rzeczywista pozycja musi znajdować się w oknie pozycji przez pewien czas, zanim bit stanu zostanie ustawiony.
- c) Timeout – jest to czas, który ma silnik na ustawienie się w pozycji. Jeśli po tym czasie nie pojawi się komunikat **STAT_Reached** (osiągnięto wymaganą wartość) automatycznie pojawi się błąd.

8. Bazowanie

Homing method

No.	Description
0	Homing not required
1	Homing on negative limit switch and index pulse
2	Homing on positive limit switch and index pulse
3	Homing on falling edge of positive reference switch and index pulse
4	Homing on rising edge of positive reference switch and index pulse
5	Homing on falling edge of negative reference switch and index pulse
6	Homing on rising edge of negative reference switch and index pulse
7	Homing on falling edge of positive reference switch and index pulse, positive initial motion
8	Homing on rising edge of positive reference switch and index pulse, positive initial motion
9	Homing on rising edge of negative reference switch and index pulse, positive initial motion

Homing general parameters

Vel for switch rpm

Vel for zero rpm

Acceleration rpm²

Deceleration rpm²

Offset inc

Max index path inc

Index offset inc

Homing on blockage

☐ Enable

☐ Use std. parameters

Low velocity rpm

High velocity rpm

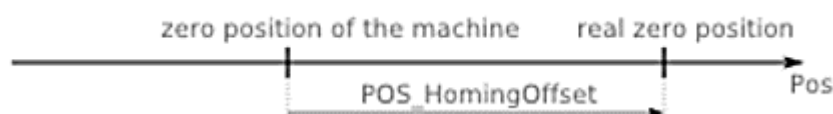
Time 100ms

Following error inc

1. Homing method – wybór spośród 34 metod bazowania.

2. Homing general parameters:

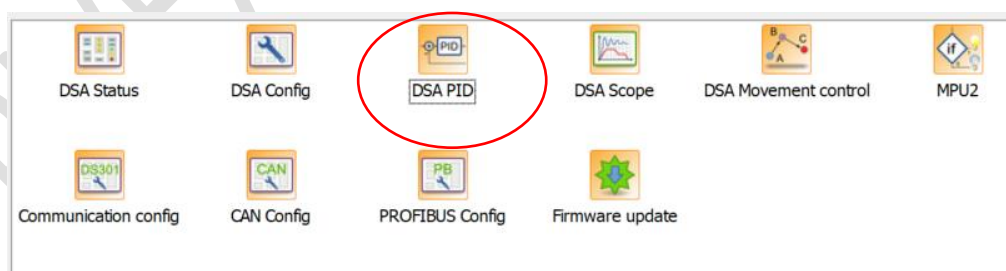
- a) Vel for switch - Ten parametr określa prędkość wyszukiwania krańcówki bazowania podczas bazowania. Ta prędkość jest również nazywana prędkością szybkiego naprowadzania (quick homing velocity).
- b) Vel for zero - Ten parametr określa prędkość wyszukiwania pozycji zerowej podczas bazowania. Ponieważ ta prędkość jest zwykle mniejsza niż **Vel for switch**, ta prędkość jest również nazywana powolną prędkością naprowadzania.
- c) Acceleration - Ten parametr określa przyspieszenie dla bazowania.
- d) Deceleration - Ten parametr określa opóźnienie dla bazowania. Domyślna wartość to 0, co oznacza, że jest taka sama jak przyspieszenie
- e) Offset - Przesunięcie bazowania to różnica między pozycją zerową dla aplikacji, a zerem maszyny, znaną podczas bazowania.



- f) Max index path - Ten parametr określa maksymalną odległość między przełącznikiem referencyjnym a najbliższym impulsem indeksującym. Bazowanie musi znaleźć impuls indeksujący w tym zakresie. W przeciwnym razie bazowanie zostanie przerwane i zostanie wystawiony błąd (**parametr POS_HomingError = -4201**). **Max index path** jest ważny tylko dla metod bazowania z impulsem indeksującym.
 - g) Index offset - Po znalezieniu przełącznika referencyjnego silnik przejeżdża co najmniej tę odległość → **POS_HomingIndexOffset**. Następnie kolejny impuls indeksujący zostanie przyjęty jako punkt zerowy maszyny.
3. Homing on blockage – opcja bazowania z blokadą.:
- a) Enable - Włącza blokadę bazowania. Metoda bazowania (**POS_Homing Method**) decyduje, który wyłącznik krańcowy zostanie zastąpiony przez blokadę.
 - b) Low velocity - Definiuje dolny limit prędkości dla blokady bazowania.
 - c) High velocity - Określa górny limit prędkości dla blokady bazowania.
 - d) Time - Określa czas blokady naprowadzania.
 - e) Following error - Definiuje maksymalny dopuszczalny błąd podążania (odchylenie między pozycją polecenia a pozycją rzeczywistą) dla blokady bazowania.

9. Strojenie PID (DSA PID)

Zakładka ta służy do ustawienia wartości parametrów PID. Można ją również uruchomić z punktu menu głównego.



Jak widać na grafice poniżej, w zakładce tej występują trzy różne okna.

The image shows three separate windows for configuring motor control parameters:

- Vel/Pos PID-Controller (labeled 1):** Contains fields for Kp (15), Kvff (1000), Ki (1), Kaff (0), Kd (0), KIxR (0), and ILimit (10000).
- SVel PI-Controller (labeled 2):** Contains fields for Kp (421), Ki (421), and KIxR (0).
- Current PI-Controller (labeled 3):** Contains fields for Kp (10) and Ki (3), along with 'Calculate' and 'Auto tune' buttons.

- Kp – współczynnik proporcjonalności
- Ki – współczynnik całkujący
- Kd – współczynnik różniczkujący
- Kvff – parametr określa sterowanie prędkością ze sprzężeniem w ruchu do przodu. Jest to stosowane w trybie prędkości oraz pozycyjnym z enkoderem lub sprzężeniem zwrotnym Halla.
- Kaff – parametr określa sprzężenie zwrotne przyspieszenia w trybie prędkości i położenia ze sprzężeniem zwrotnym z enkodera i czujników Halla.
- KIxR - Parametr ten pozwala skompensować negatywny wpływ rezystancji pochodzącej z uzwojenia silnika i przewodu zasilającego na jakość sterownika

1. Vel/Pos PID Controller – okno to odpowiada za kontrolę w trybie prędkościowym.

2. SVel/ PI-Controller – okno to odpowiada za kontrolę w trybie SVel

3. Current PI-Controller – okno to odpowiada za kontrolę w trybie momentowym

W przypadku trybu momentowego istnieje możliwość obliczenia parametrów przez program. Wystarczy nacisnąć przycisk **calculate**, a następnie podać wymagane parametry zgodnie z katalogiem silnika. W rozpatrywanym przypadku dla podanych parametrów Kp oraz Ki są następujące.

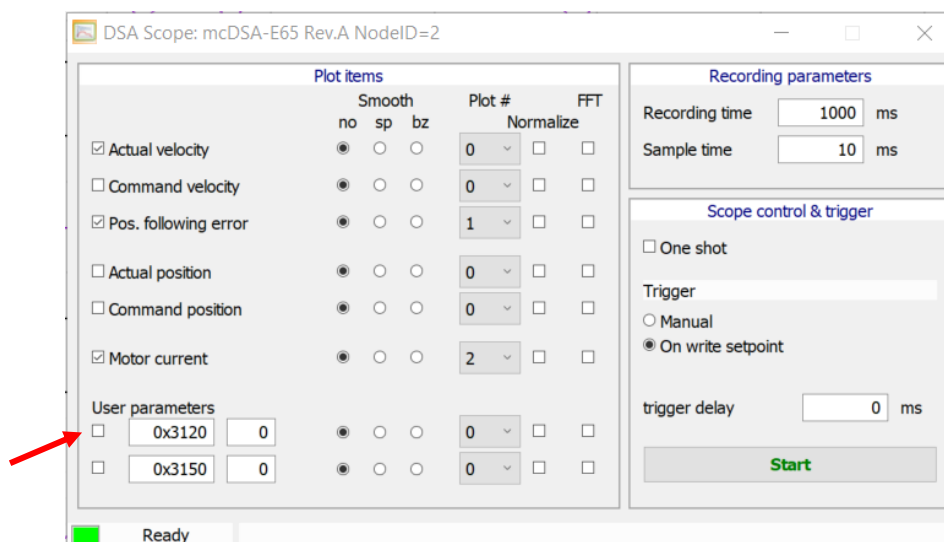
The 'PI CURR controller optimum' dialog box displays the following input parameters and calculated results:

Parameter	Value	Unit
Motor inductance	1000	uH
Motor resistance	340	mOhm
Power supply voltage	48000	mV
CURR controller cycle time	125	us
PWM frequency	32	kHz
Calculated CURR Kp	94	
Calculated CURR Ki	29	

The dialog includes 'Calculate', 'Apply', and 'Cancel' buttons, and a 'Ready' status indicator at the bottom.

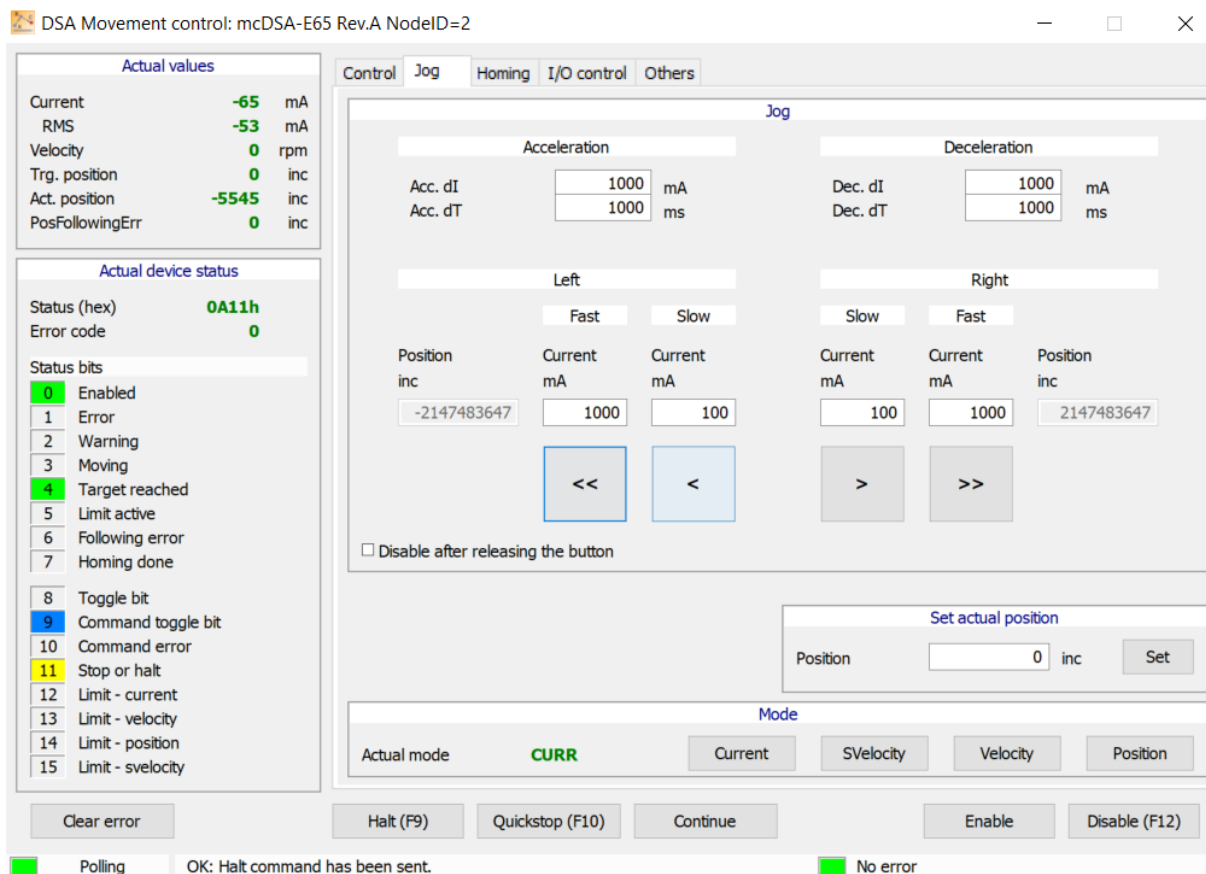
Wybieramy opcję w prawym dolnym rogu – **Set in device**, możemy teraz sprawdzić jaką charakterystykę prądową ma nasz silnik. W tym celu przechodzimy do menu głównego i wybieramy opcję **DSA Scope**.

Pojawi się nam następujące okno. To co nas głównie interesuje to Motor current, ale zaznaczyliśmy także prędkość oraz Pos. Following error.



Parametr **Actual Velocity** nie podaje wartości w obrotach na minutę. Żeby parametr ten został uwzględniony na wykresie należy w **User parameters** zaznaczyć **kwadracik**, wpisać 0x3A04, a w kolejnym polu 01, następnie **Plot** wybrać jako 3. Dzięki temu uzyskaliśmy wykres prędkości podawanej w obrotach na minutę.

Dodatkowo ustawiamy jako trigger **on write setpoint** i naciskamy start. Pozostało nam wejść do zakładki **DSA Movement control** z menu głównego. Przechodzimy do zakładki **Jog**. Z zakładki **Mode** wybieramy tryb **Current** i uzupełniamy parametry jak na załączonym zrzucie ekranu.



Pozostało anulować **Halt** za pomocą przycisku **Continue** i nacisnąć strzałkę w lewo lub w prawo. Otrzymany wykres wygląda następująco.



Jak widać charakterystyka prądowa dość mocno „skacze”. Plusem jest fakt iż wartości natężenia znajdują się w jednej połówce wykresu. Ważne aby strojenie PID przeprowadzać pod obciążeniem, z jakim silnik będzie pracować, lub możliwie zbliżonym (nawet większym).