

Instrukcja ćwiczenia

Ćwiczenie nr.	21.1.
Temat :	Programowanie silnika krokowego
Stanowisko laboratoryjne	Napędy elektryczne - silnik krokowy- przekładnia liniowa
Opracował :	A. Mielewczyk

Instrukcja ćwiczenia nr 21.1

Temat: Programowanie silnika krokowego

Typ EMMS-ST-57-S-SE-G2

Kontroler – CMMS-ST-C8-7-G2

1. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest poznanie układu sterowania ze silnikiem krokowym i wykonanie podstawowego programu załączania pozycjonowania i regulacji prędkości za pomocą programu **FCT – Festo Configuration Tool** v.1.2.1.3 z przekładnią liniową.

2. Zakres wymaganych wiadomości:

- sygnały cyfrowe i analogowe,
- regulator PID,
- budowa silnika krokowego, własności i charakterystyki,
- programowanie w FCT,
- sterownik CMMS-ST,

3. Przebieg ćwiczenia:

Skonfigurować układ sterowania , wprowadzić parametry do programu FCT w wersji regulacja prędkości oraz pozycjonowanie, wykreślić przebieg regulacji, przedstawić wnioski.

4. Stanowisko laboratoryjne:

Sterownik CMMS-ST-C8-7-G2, silnik krokowy EMMS-ST-57-S-SE-G2, program FCT, przekładnia liniowa.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia:

Część wstępna, opis elementów, parametry konfigurowane poprzez FCT, sterowanie ręczne i sekwencyjne, przebieg regulacji pozycjonowanie i prędkości – linia trendu.

Spis treści

Instrukcja ćwiczenia nr 21.1	2
1. Wprowadzenie	4
2. Opis stanowiska – panelu sterującego	5
2.1 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X21].....	6
2.2 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X22].....	7
2.3 Przydział zacisków dla interfejsu analogowego [X20].....	8
3. Zakładanie projektu w programie FCT	10
4. Programowanie przez FCT	17
4.1 Programowanie przez FCT - pozycjonowanie.....	17
4.2 Programowanie przez FCT - prędkość obrotowa	25
5. Przebieg ćwiczenia	28
Spis ilustracji.....	29

Silnik krokowy

Konfiguracja i sterowanie

1. Wprowadzenie



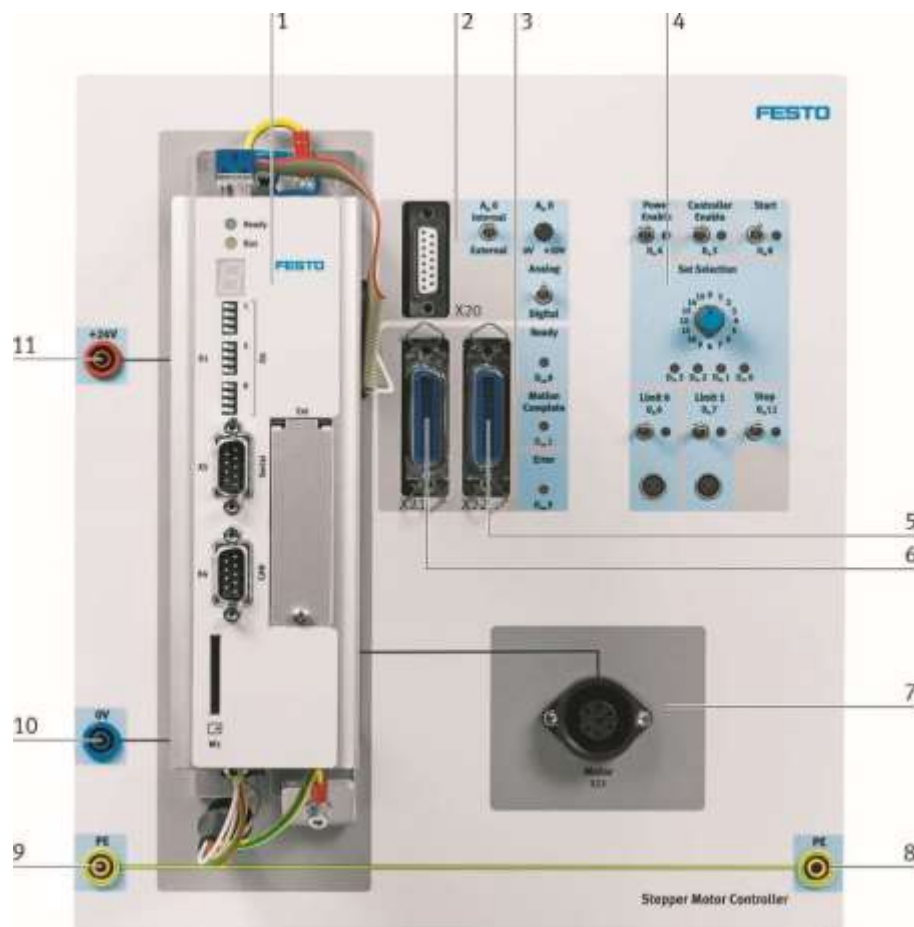
Rys. 0.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem krokowym

Z podanych komponentów należy zbudować układ z silnikiem krokowym, Rys. 0.1. W tym celu podłączamy zasilanie do układu oraz łączymy sterownik silnika z silnikiem krokowym, napęd obrotowy, zadajnik i czujnik zbliżeniowy.

Tabela 1.1 Oznakowanie kolorami połączeń zasilania i sygnałów na elementach

Kolor	Oznaczający	Kolor	Oznaczający
	Napięcie większe niż SELV np. napięcie zasilania od 90 do 400 V AC na przewód (szary)		24 V prądu stałego (czerwony)
	Przewód neutralny (szaro-niebieski)		0 V prądu stałego (niebieski)
	Przewód PE (zielony żółty)		
	Zacisk uziemienia ochronnego jako styk PE+		

2. Opis stanowiska – panelu sterującego



Rys. 1.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem

Tabela 2.1 Porty i przełączniki panelu ze sterownikiem

Punkt	Opis
1	Sterownik silnika krokowego, typu CMMS-ST-C8-7-G2, opis w załączniku
2	Interfejs analogowy, [X20] punkt 2.3
3	Interfejs cyfrowy: gotowość, ruch zakończony, błąd
4	Pole kontrolne, schemat obwodów stanowiska
5	Interfejs cyfrowy SysLink 2, [X22] punkt 2.2
6	Interfejs cyfrowy SysLink 1, [X21] punkt 2.1
7	Podłączenie silnika, [X23]
8	Zacisk przyłączeniowy (PE+) dla przewodu PE
9	Zacisk przyłączeniowy (PE-) dla przewodu PE
10	Podłączenie -DC 0 V (bezpieczne, bardzo niskie napięcie ochronne)
11	Podłączenie +DC 24 V (bezpieczne, bardzo niskie napięcie ochronne)

2.1 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X21]

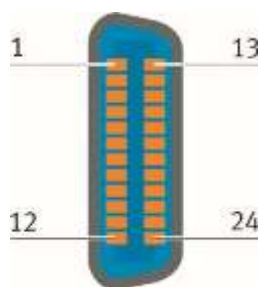


Tabela 2.2 Opis pinów interfejsu cyfrowego SysLink[X21]

Pin	Funkcja SysLink Digital Interfejs, [X21]	Panel operatora	Połączenie z silnikiem kontrolera	Opis, połączenie
1	Wejście cyfrowe 0	Dioda LED Ready	24	DOOUT 0, sterownik gotowy do pracy ¹
2	Wejście cyfrowe 1	Dioda LED Motion Complete	12	DOOUT 1, ruch ukończony ¹
3	Wejście cyfrowe 2		25	DOOUT 2, start potwierdzony ¹
4	Wejście cyfrowe 3	Dioda błędu	13	DOOUT 3, powszechny błąd ²
5-8	nc			
9.10	24 V prądu stałego		18	Wyjście 24 V DC, 100 mA
11.12	GND (potencjał odniesienia dla 24 V prądu stałego)		6	GND (potencjał odniesienia dla 24 V DC)
13	Wyjście cyfrowe 0	Przełącznik obrotowy	19	DIN 0, ustaw bit wyboru 0 (wysoki poziom aktywności)
14	Wyjście cyfrowe 1	Do ustawienia wyboru	7	DIN 1, ustaw bit wyboru 1 (wysoki poziom aktywności)
15	Wyjście cyfrowe 2		20	DIN 2, ustaw bit wyboru 2 (wysoki poziom aktywności)
16	Wyjście cyfrowe 3		8	DIN 3, ustaw bit wyboru 3 (wysoki poziom aktywności)
17	Wyjście cyfrowe 4	Przełącznik włączania zasilania	21	DIN 4 Włącz stopień wyjściowy DIN4 (wysoka aktywność)
18	Wyjście cyfrowe 5	Przełącznik włączający kontroler	9	DIN 5, zezwolenie sterownika (wysoka aktywność)
19	Wyjście cyfrowe 6	Uruchom przełącznik	23	DIN8, początek procedury pozycjonowania
20	nc			
21.22	24 V prądu stałego		18	Wyjście 24 V DC, 100 mA
23.24	GND (potencjał odniesienia dla 24 V prądu stałego)		6	GND (potencjał odniesienia dla 24 V DC)

2.2 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X22]

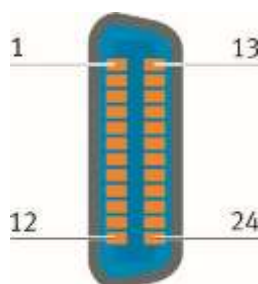


Tabela 2.3 Opis pinów interfejsu cyfrowego SysLink[X22]

Pin	Funkcja SysLink Digital Interfejs, [X22]	Panel operatora	Połączenie z silnikiem kontrolera	Opis, połączenie
1	Wejście cyfrowe 0	Gotowa dioda LED	24	DOUT 0, sterownik gotowy do pracy ¹
2	Wejście cyfrowe 1	Dioda LED Motion Complete	12	DOUT 1, ruch ukończony ¹
3	Wejście cyfrowe 2		25	DOUT 2, start potwierdzony ¹
4	Wejście cyfrowe 3	Dioda błędu	13	DOUT 3, częsty błąd ²
5-8	nc			
9.10	24 V prądu stałego		18	Wyjście 24 V DC, 100 mA
11.12	GND (potencjał odniesienia dla 24 V prądu stałego)		6	GND (potencjał odniesienia dla 24 V DC)
13	Wyjście cyfrowe 0	Przełącznik „Limit0” Złącze M8 „Limit 0”	22	DIN 6, Wyłącznik krańcowy 0
14	Wyjście cyfrowe 1	Przełącznik „Limit1” Złącze M8 „Limit 1”	10	DIN 7, Wyłącznik krańcowy 1
15	Wyjście cyfrowe 2		11	DIN 9, szybkie wejście
16	Wyjście cyfrowe 3	Przełącznik wyboru „Analog/ Cyfrowy”	(2)	DIN 12, AIN0, możliwość podłączenia za pomocą przełącznika wyboru „Wewnętrzne / Zewnętrzne” z DIN12 i AIN0
17	Wyjście cyfrowe 4		3	DIN 10, ustaw bit wyboru 4 (wysoki poziom aktywności)
18	Wyjście cyfrowe 5		16	DIN 11, ustaw bit wyboru 5 (wysoki poziom aktywny)
19.20	nc			
21.22	24 V prądu stałego		18	Wyjście 24 V DC, 100 mA
23.24	GND (potencjał odniesienia dla 24 V prądu stałego)		6	GND (potencjał odniesienia dla 24 V DC)

¹Wysoka aktywność, 24 V/100 mA; ²Niski poziom aktywności, 24 V/100 mA

2.3 Przydział zacisków dla interfejsu analogowego [X20]

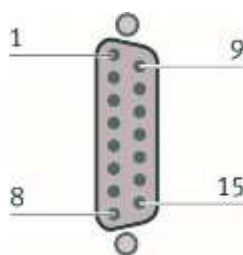
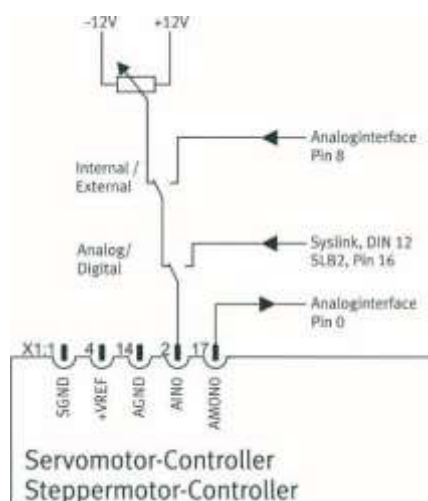


Tabela 2.4 Opis pinów interfejsu analogowego [X20]

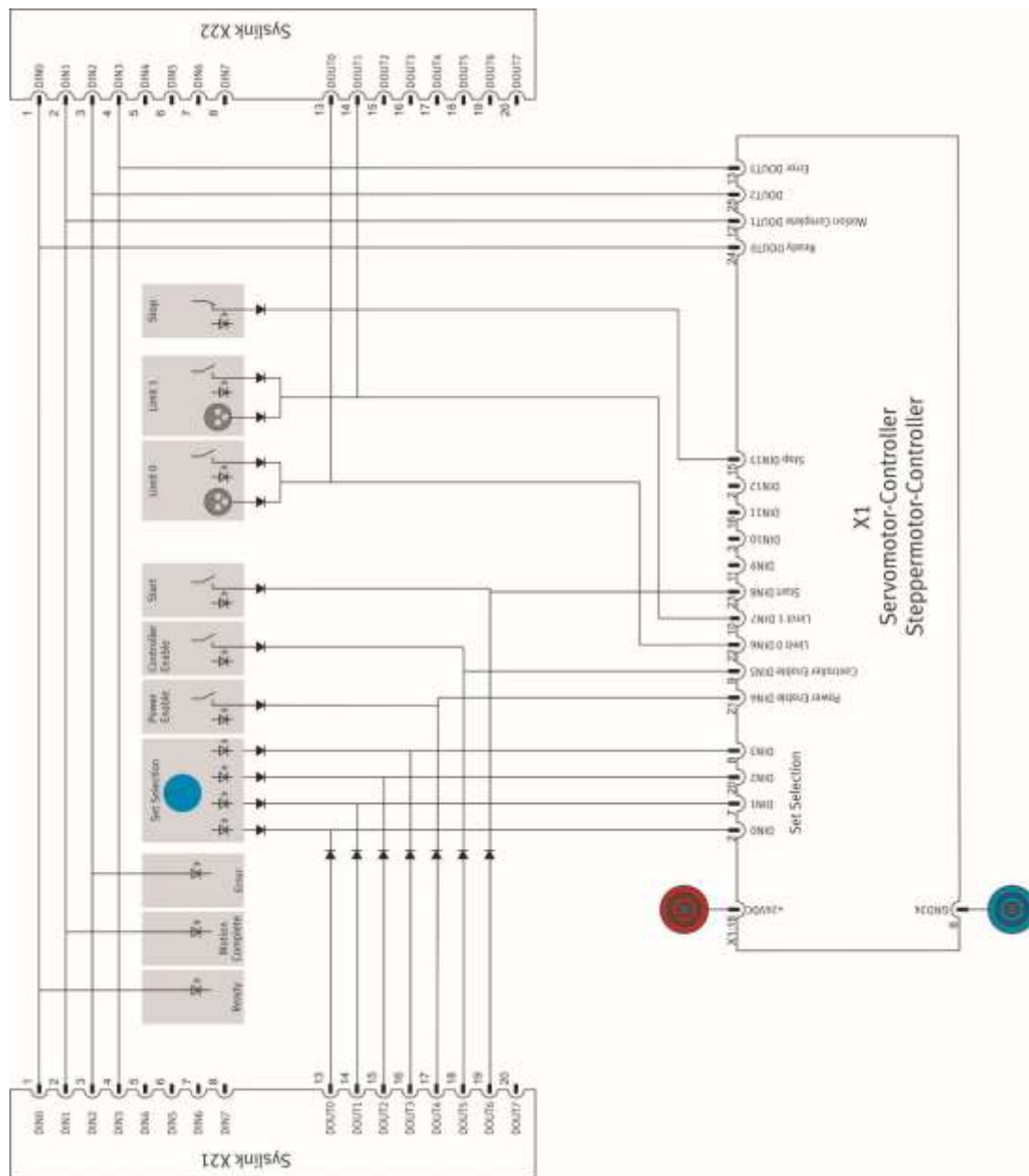
Pin	Funkcja interfejsu analogowego [X20]	Połączenie do sterownika silnika	Opis
1	Wyjście analogowe 0	17	Wyjście symulatora analogowego 0, +10 V ± 10 %
2	nc	5	nc
3	GND analogowe	14	GND analogowe
4	nc		
5	nc		
6	GND analogowe	14	GND analogowe
7	nc		
8	Wejście analogowe 0	(2)	Można połączyć z AIN0 za pomocą przełącznika wyboru.
9 - 15	nc		

Podłączanie sygnałów analogowych na panelu sterującym przedstawia Rys. 2.2.



Rys. 2.2 Schemat połączeń sygnałów analogowych panelu sterującego

Podłączanie sygnałów cyfrowych na panelu sterującym przedstawia Rys. 2.3.



Rys. 2.3 Schemat połączeń sygnałów cyfrowych panelu operatorskiego

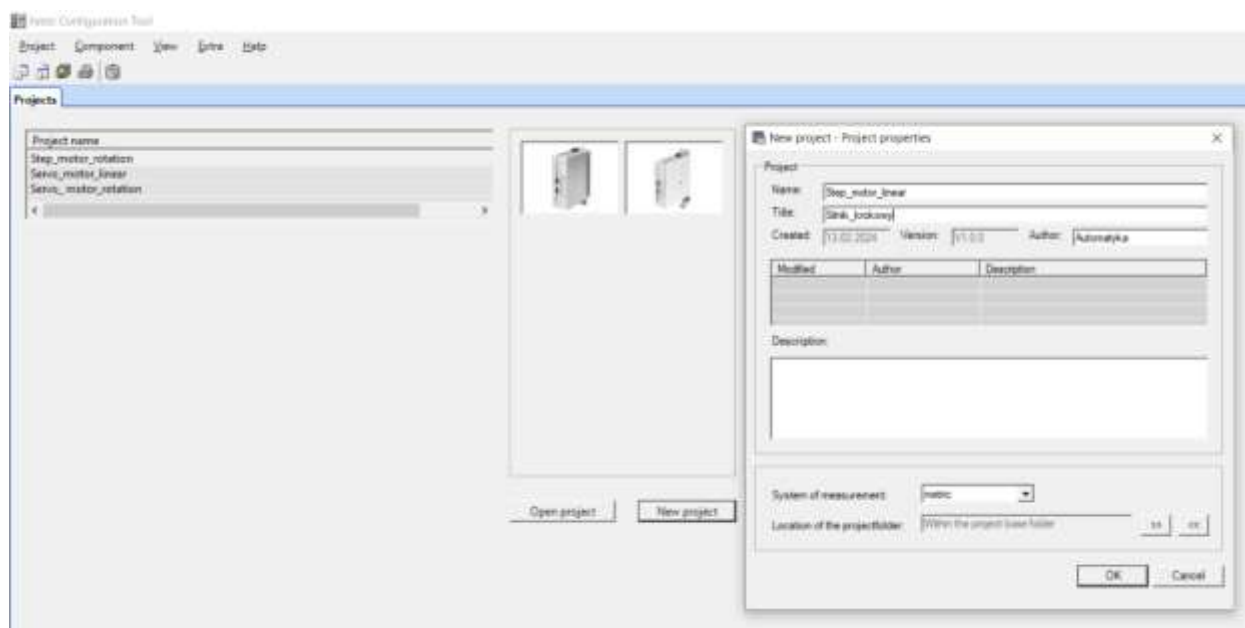
Przygotowanie stanowiska pomiarowego:

- podłącz zasilacz 24VDC oraz przewód uziemiający
- podłącz silnik krokowy do panelu sterowania, port [X23]
- połącz przewód enkodera silnika krokowego do portu kontrolera, port kontrolera [X2]
- połącz czujniki graniczne z panelem sterowania, wejście Limit0 [Din6] i Limit 1[Din7]
- połącz komputer ze sterownikiem złączem szeregowym RS232, port kontrolera [X5]
- załącz zasilanie 24VDC
- na panelu sterującym załącz Power Enable i Controller Enable

Układ jest przygotowany do pracy i programowania z komputera

3. Zakładanie projektu w programie FCT

Załączamy na komputerze program FCT, wybieramy z Menu kartę Project i opcję New. Wprowadzamy dane autora i nazwę projektu, Rys. 3.1.



Rys. 3.1 Zakładanie projektu sterowania w programie FCT

Wybieramy kontroler CMMS-ST, Rys. 3.2.



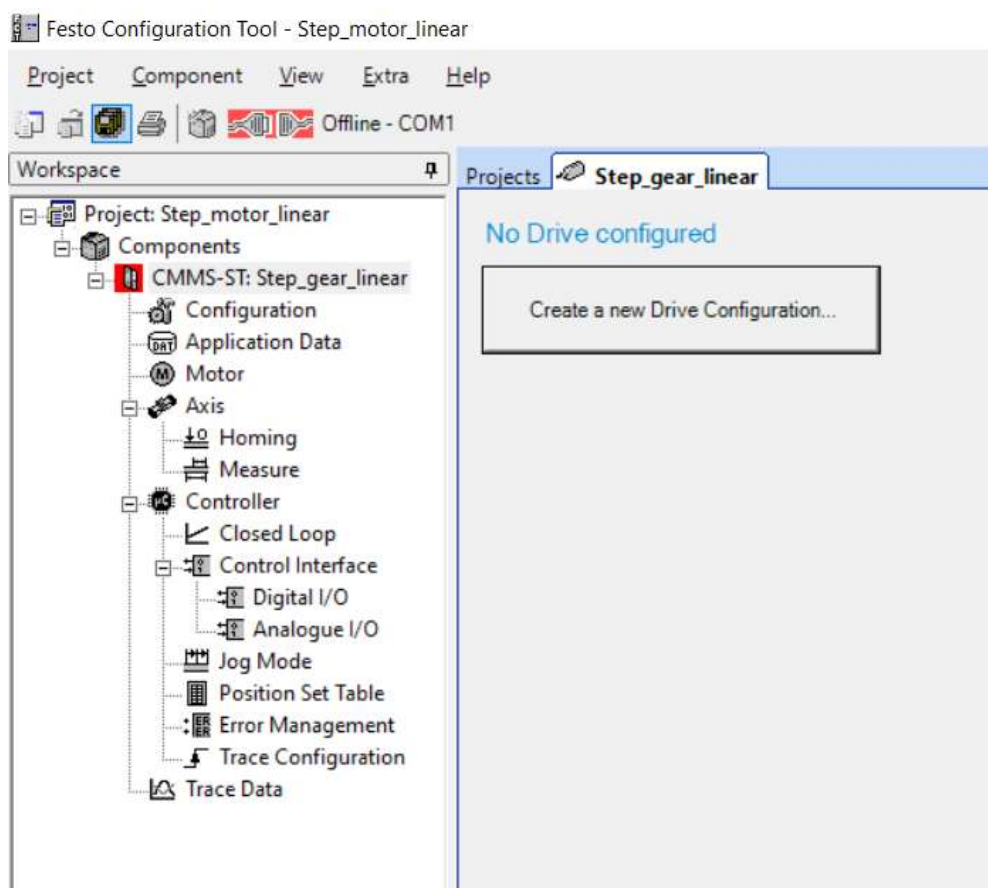
Rys. 3.2 Wybór sterownika silnika krokowego w programie FCT

Tabela 3.1 Parametry stanowiska ze silnikiem krokowym

Parametry	Wybór nastawy
Kontroler	Typ CMMS-ST-C8-7-G2, opis w załączniku
Wejście	Puste
Zasilanie	24VDC
Silnik krokowy	Typ EMMS-ST-57-S-SE-G2
Rozmiar silnika krokowego	57 - S
Wariant silnika krokowego	SE - G2

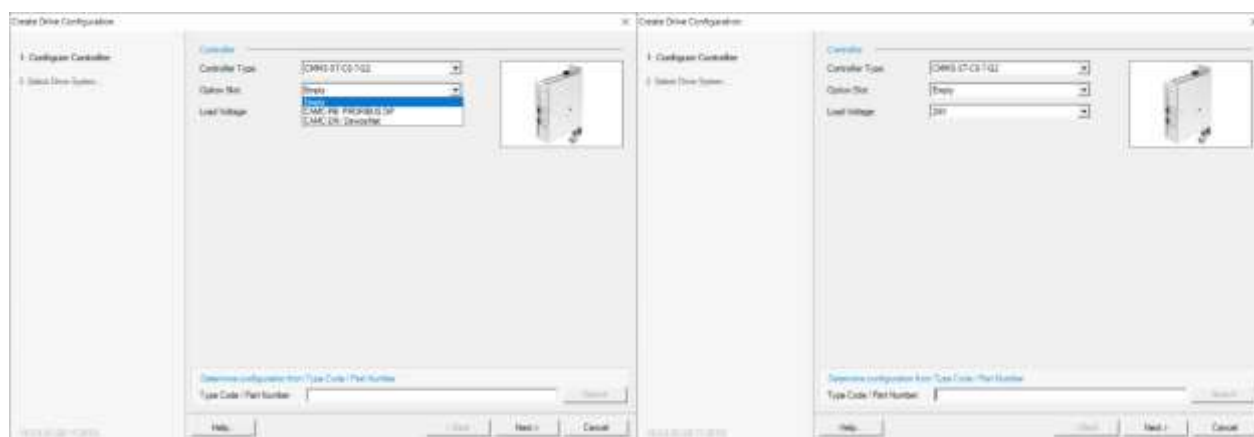
Przekładnia	Brak
Typ osi	Liniowa EGC - 50
Obszar pozycjonowania	600mm
Typ wyłącznika krańcowego	NC – normalnie zamknięty

Przeprowadzamy konfigurację układu napędowego Components według danych z tabeli 3.1 i Rys. 3.3.



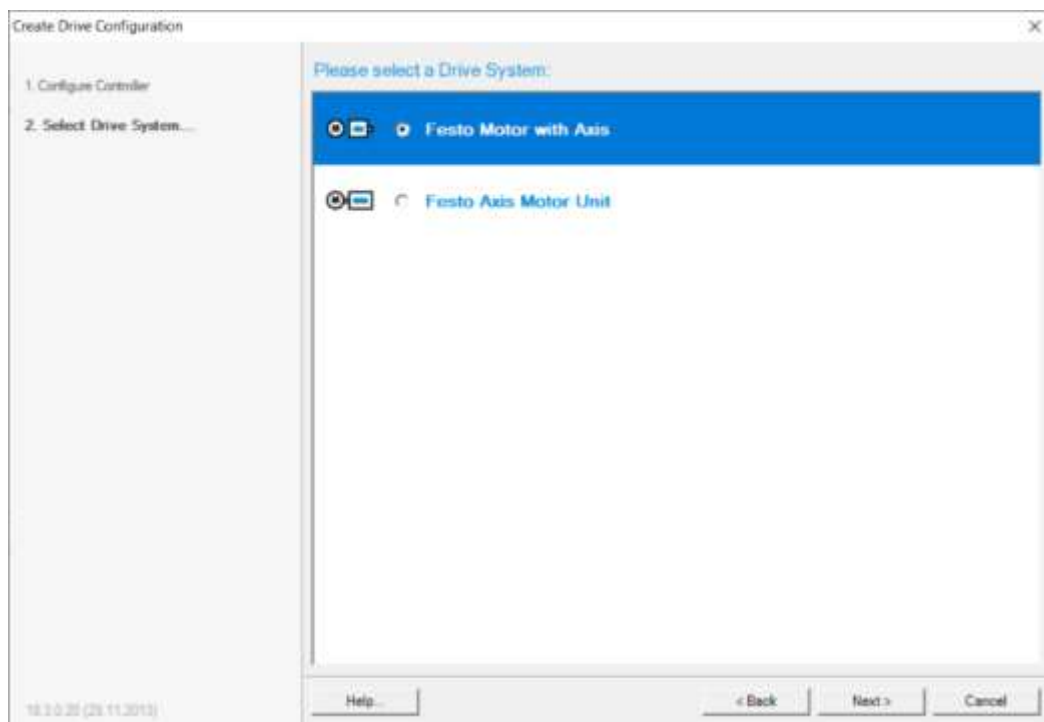
Rys. 3.3 Przejście do konfiguracji programu FCT

W pierwszym punkcie jest wybór sterownika silnika krokowego, Rys. 3.4.



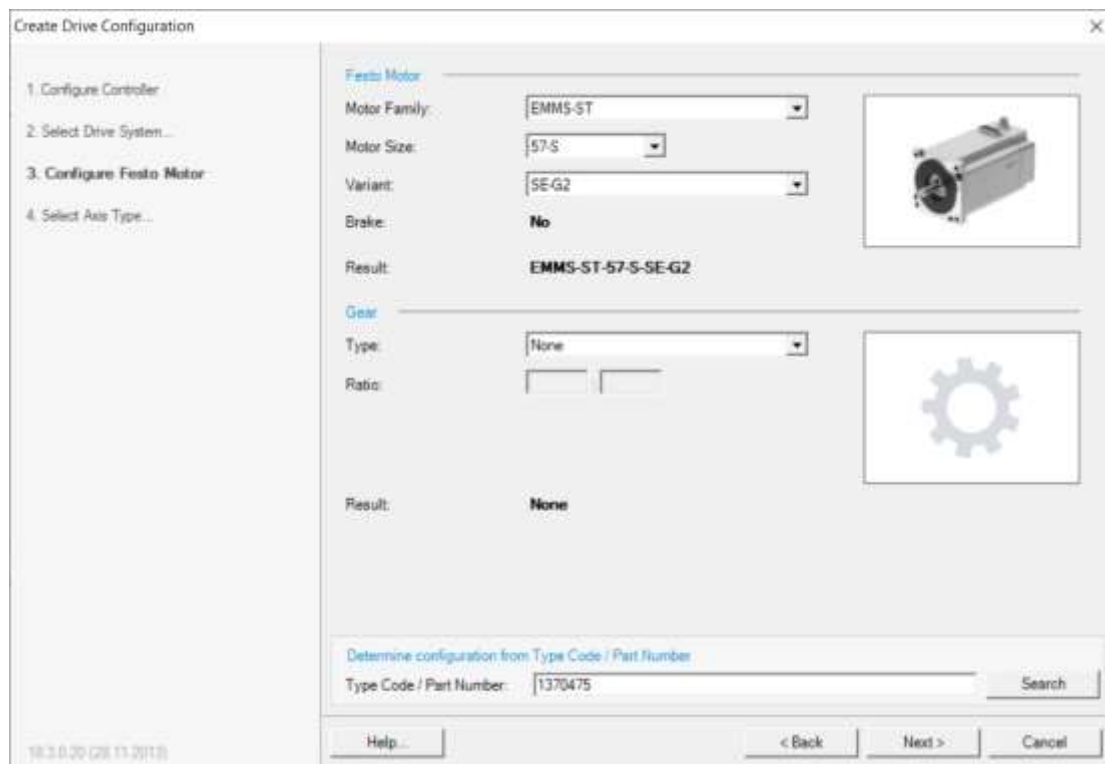
Rys. 3.4 Wybór sterownika silnika krokowego w programie FCT

W drugim punkcie wybieramy układ napędowy firmy Festo, Rys. 3.5.



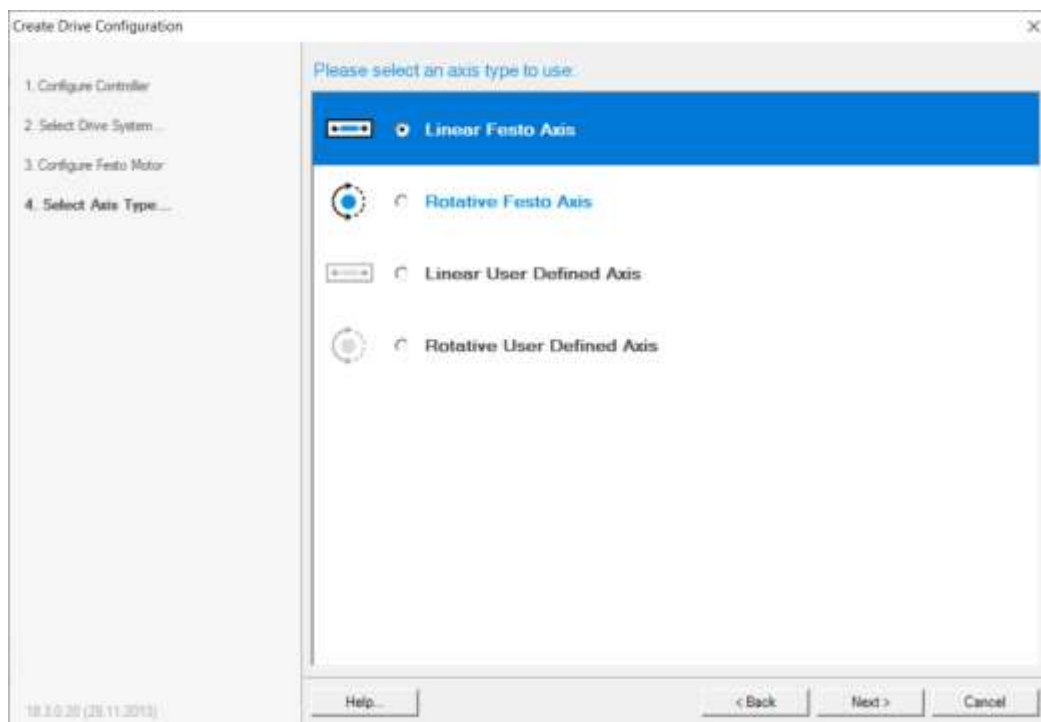
Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo

Program przechodzi do zdefiniowania parametrów silnika krokowego według danych z tabeli 3.1 i bez przekładni, Rys. 3.6.



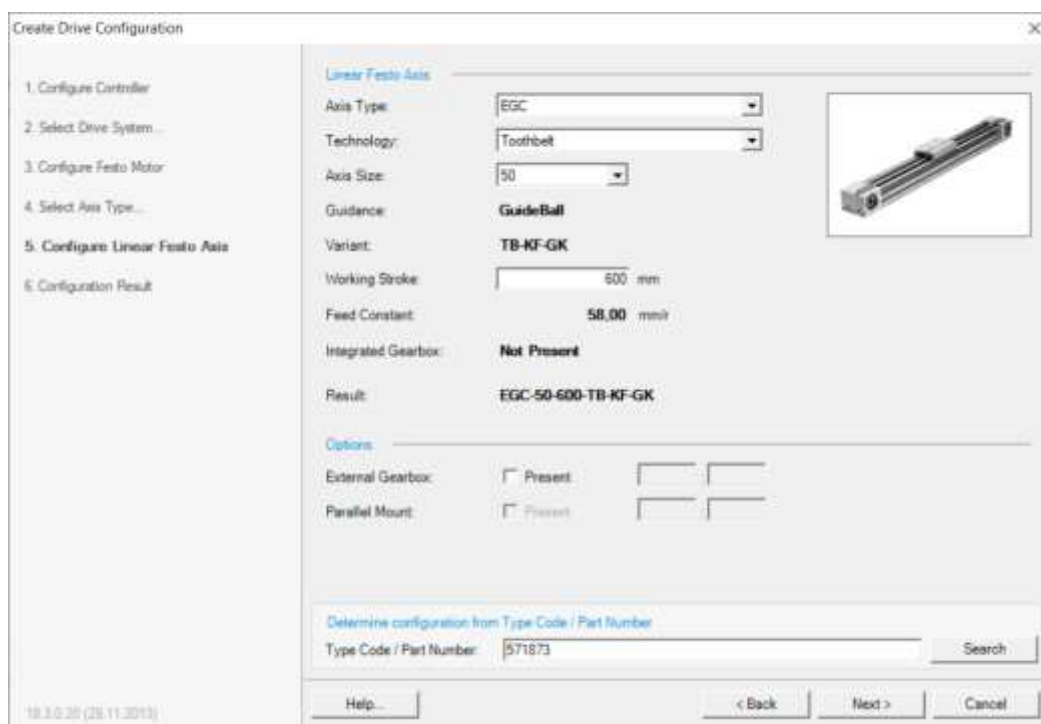
Rys. 3.6 Parametry silnika krokowego

W kolejnym kroku wybieramy odbiornik w formie liniowej, Rys. 3.7.



Rys. 3.7 Wybór układu napędowego liniowego

Następnie wpisujemy parametry przekładni, która nie występuje w katalogu Festo. Wpisujemy przekładnię typu EGC -5 0 i zakresie 600mm, Rys. 3.8.



Rys. 3.8 Parametry odbiornika liniowego

Napędy z paskiem zębatym EGC-TB-KF, prowadzenie na łożyskach kulkowych

Kody typów

FESTO

	EGC	-	70	-	500	-	TB	-	KF	-		-	GK
Typ													
EGC	Napęd z paskiem zębatym												
Wielkość													
Skok [mm]													
Funkcja napędu													
TB	Pasek zębaty												
Prowadzenie													
KF	Prowadzenie na łożyskach kulkowych												
Rezerwa skoku													
Wózek													
GK	Standardowy wózek												
GV	Wydłużony wózek												
GP	Standardowy wózek, z osłoną												
GQ	Wydłużony wózek, z osłoną												

Rys. 3.9 Parametry napędu z paskiem zębatym

W następnym kroku dostępne jest podsumowanie wprowadzonych parametrów, Rys. 3.10.

Create Drive Configuration

1. Configure Controller
2. Select Drive System...
3. Configure Festo Motor
4. Select Axis Type...
5. Configure Linear Festo Axis
6. Configuration Result

Controller

Controller Type: CMMS-ST-C8-7-G2

Option Slot: Empty

Load Voltage: 24V

Motor

Motor Type: EMMS-ST-57-S-SE-G2

Gear: None

Brake: No

Axis

Axis Type: EGC-50-600-TB-KF-GK

Gearbox: None

Parallel Mount: No

18.10.20 (28.11.2013)

Help... < Back Finish Cancel

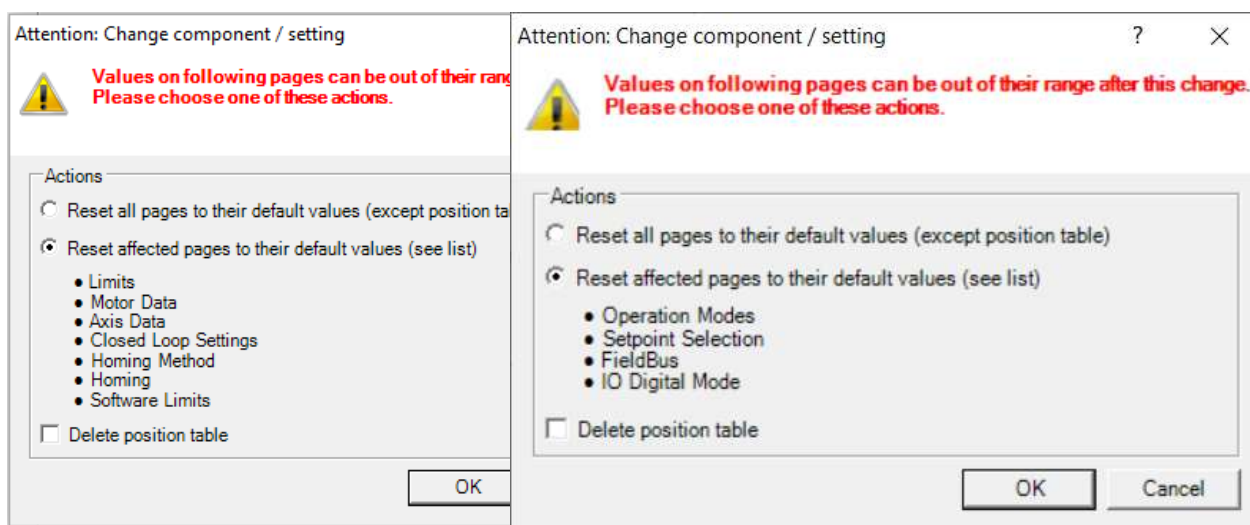
Rys. 3.10 Podsumowanie konfiguracji układu napędowego

Zakończenie etapu konfiguracji sprzętowej przedstawia Rys. 3.11. Wszystkie parametry mogą być zmienione poprzez opcję Change lub usunięte przez Delete.



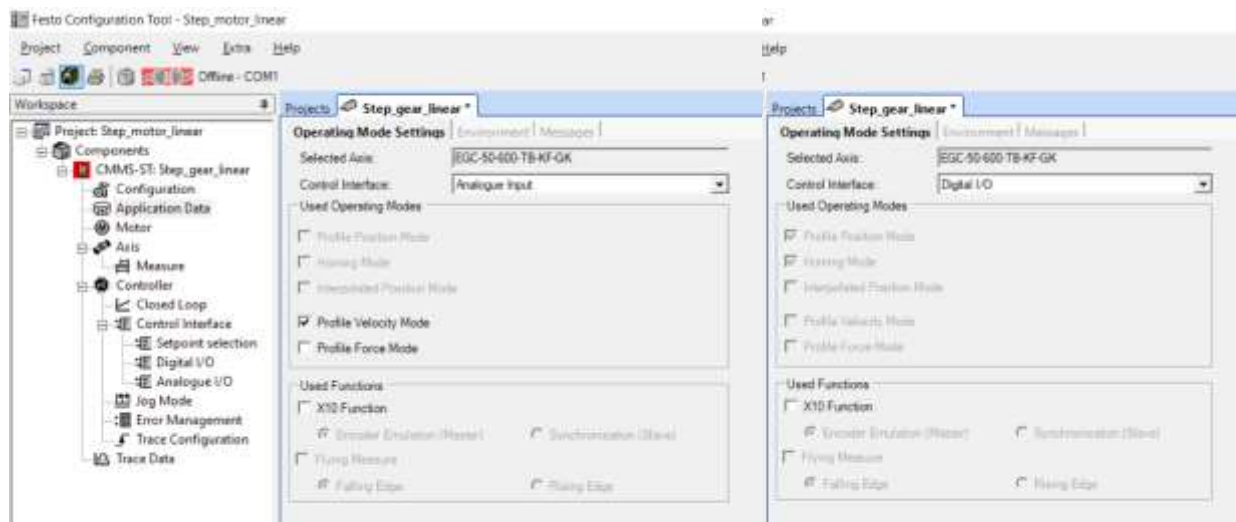
Rys. 3.11 Wprowadzone parametry konfiguracyjne układu napędowego

Po każdym wprowadzeniu zmian w konfiguracji system wymaga zatwierdzenia, Rys. 3.12



Rys. 3.12 Potwierdzić zmiany do programu

Konfiguracja sprzętowa została zakończona. Następnie konfigurujemy parametry sterujące do układu Application Data, Rys. 3.13 .

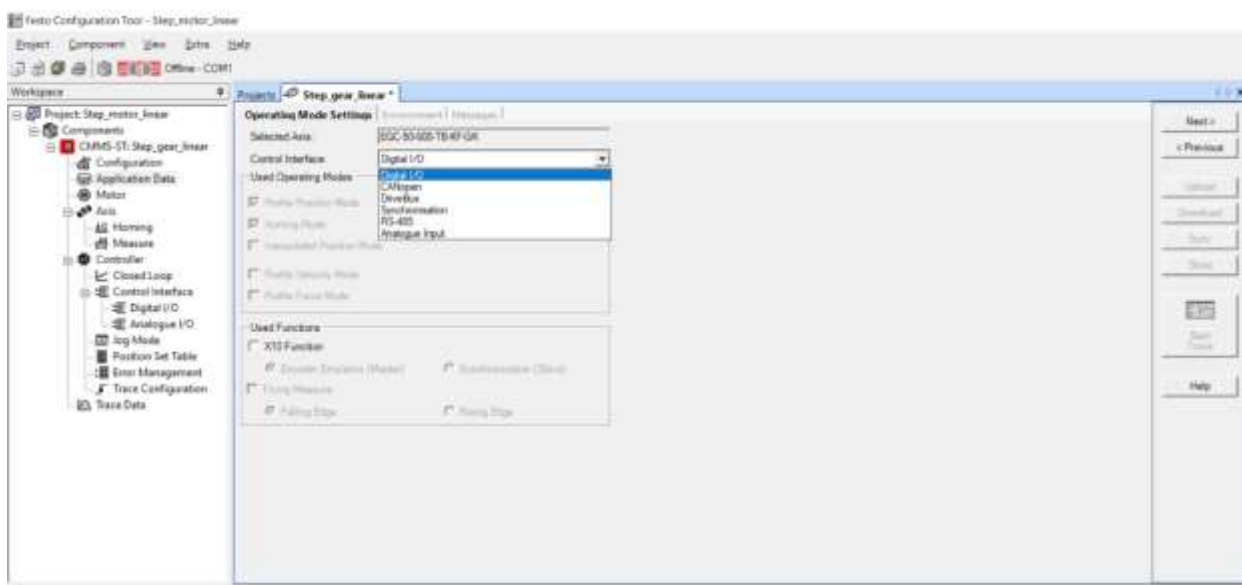


Rys. 3.13 Wybór sterowania cyfrowego lub analogowego

W zakładce Operating Mode Settings wybieramy sygnał sterujący. Z listy wyboru dostępne są opcje zdalnego sterowania poprzez złącza sieciowe i sterowanie bezpośrednie ze sterownika – opcja Digital I/O lub Analogue Input, Rys. 3.14. Sterowanie cyfrowe włącza opcję regulacji pozycji osi lub przekładni i pozycjonowanie. Sterowanie analogowe wprowadza regulację prędkości lub momentu. Jeżeli na panelu sterującym (Rys. 1.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem punkt 2) wybierzemy sterowanie wewnętrzne i sygnał analogowy to prędkość ustawiamy potencjometrem A_{in0} .

Funkcja [X10] załącza sterowanie Master/Slave.

Wybieramy sterowanie sygnałem cyfrowym, Rys. 3.14.



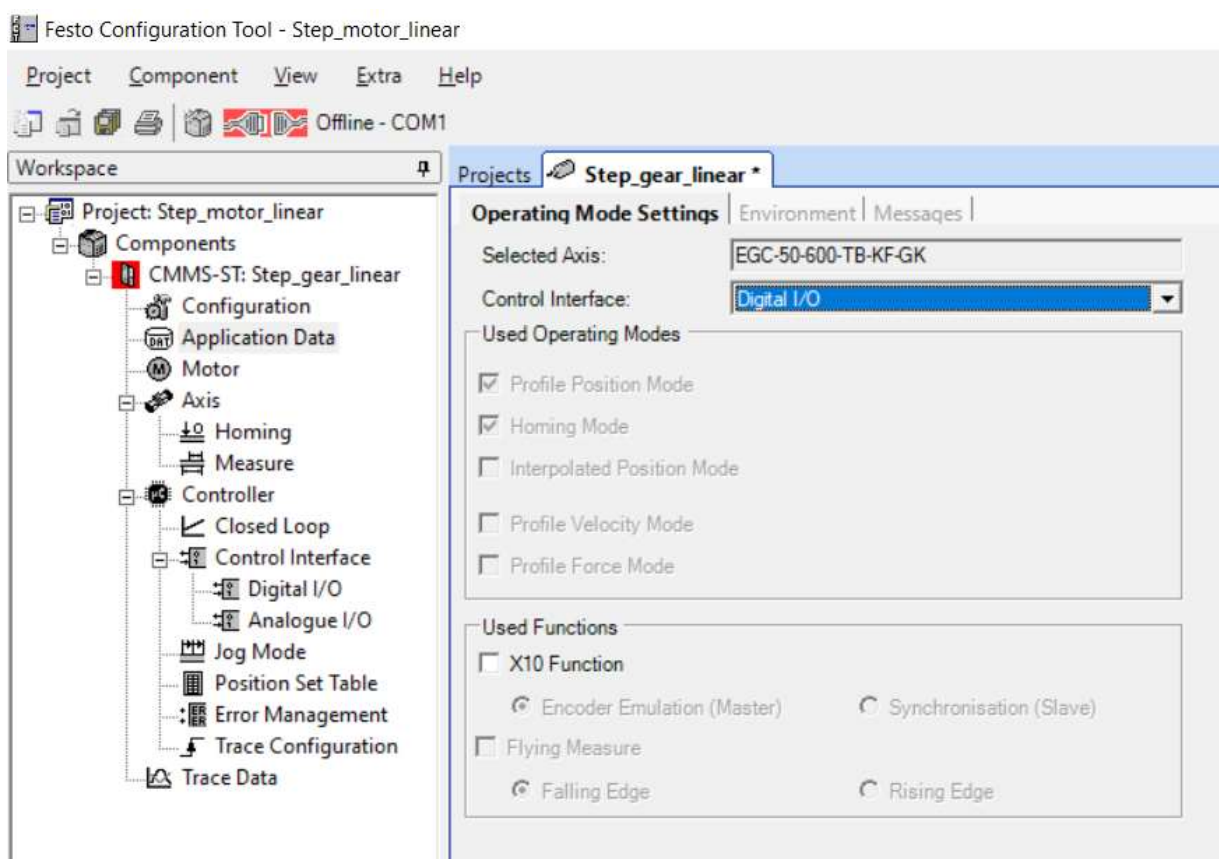
Rys. 3.14 Parametry sterowania punktu Control Interface

4. Programowanie przez FCT

Sterownik silnika krokowego wymaga programowania i połączenia z komputerem przez program FCT. Po przesłaniu programu do sterownika możliwa jest praca silnika krokowego według wybranych opcji. Jeżeli nie zapisujemy programu w pamięci trwałej ani na karcie pamięci SD, to każdy start układu rozpoczyna się od programowania przez FCT, nawiązania połączenia z kontrolerem i przesłania programu Download.

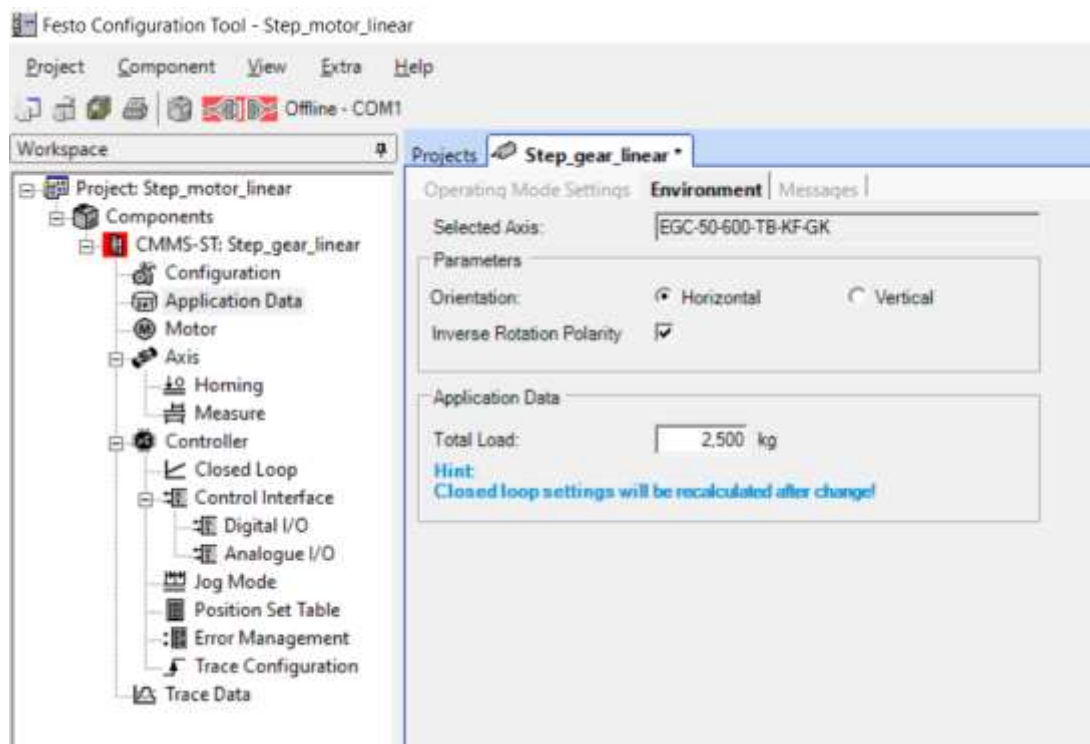
4.1 Programowanie przez FCT - pozycjonowanie

W zakładce Application Data i Operating Mode Settings wybieramy sygnał sterujący – Control Interface, Rys. 4.1. Z listy wyboru zaznaczamy opcję Digital I/O. Domyślnie włącza się podpunkt Profile Position Mode i Homing Mode.



Rys. 4.1 Załączenie pozycjonowania w programie FCT

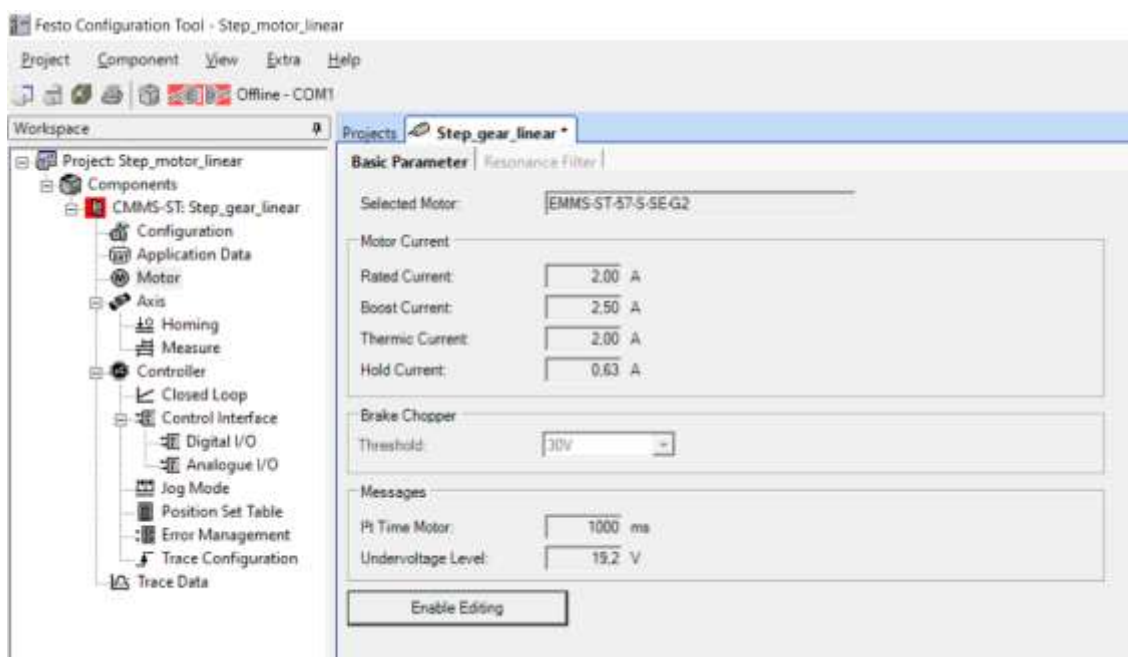
W zakładce Environment zaznaczamy odwrócony kierunek obrotów – Inverse Rotation Polarity, Rys. 4.2.



Rys. 4.2 Włączenie opcji odwrócony kierunek obrotów w programie FCT

Moment bezwładności masy wirującej (masa wirnika silnika, przekładni i elementów podwieszonych) możemy korygować. Jest to istotne dla programu do wyznaczania dopuszczalnych przyspieszeń w procesie regulacji. Masa wirująca ulega przyspieszaniu i zatrzymaniu, a moment dynamiczny generuje silnik krokowy, w szczególności jest to prąd sterujący uzwojeniami silnika krokowego ustawiany przez sterownik. Duży moment bezwładności może przeciążać silnik krokowy, przez co zacznie on gubić kroki – pozycję.

Przechodzimy kolejno do opcji silnika krokowego – Motor, Rys. 4.3.

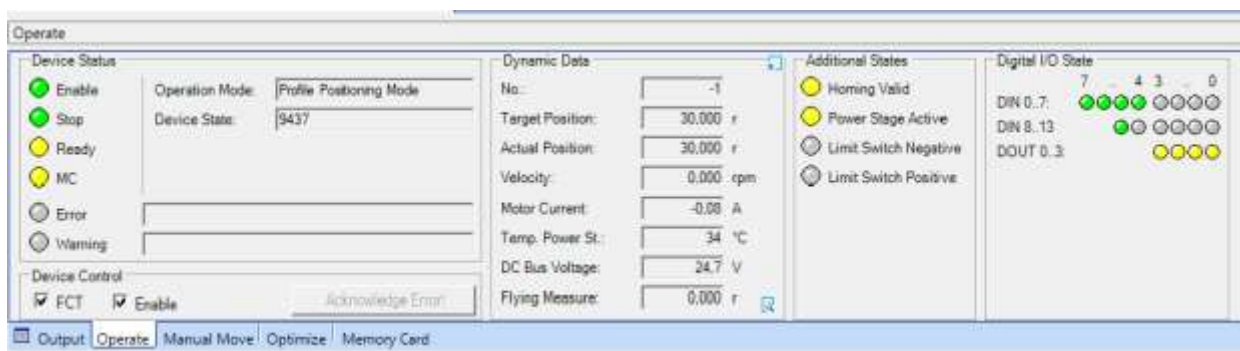


Rys. 4.3 Ograniczenie prądu silnika krokowego w programie FCT

Wskazane jest ograniczenie prądu skrajnego jak na Rys. 4.3. W naszym wypadku jest to podyktowane napięciem zasilania 24VDC oraz momentem przeciążenia paska przekładni, według parametrów silnika krokowego zasilanie pełne wynosi 48VDC.

Po wstępnych ustawieniach łączymy program z panelem sterowania za pomocą ikony  Offline - COM3, zmiana koloru ikony na zielony oznacza nawiązanie połączenia  Online - COM3.

Po wgraniu programu do sterownika układ jest przygotowany do pracy. W celu załączenia układu do pracy ustawiamy przełącznik Power Enable i Controller Enable w pozycję włączony na panelu sterującym. Przechodzimy do programu FCT i zaznaczamy w oknie Operate opcję FCT i Enable,



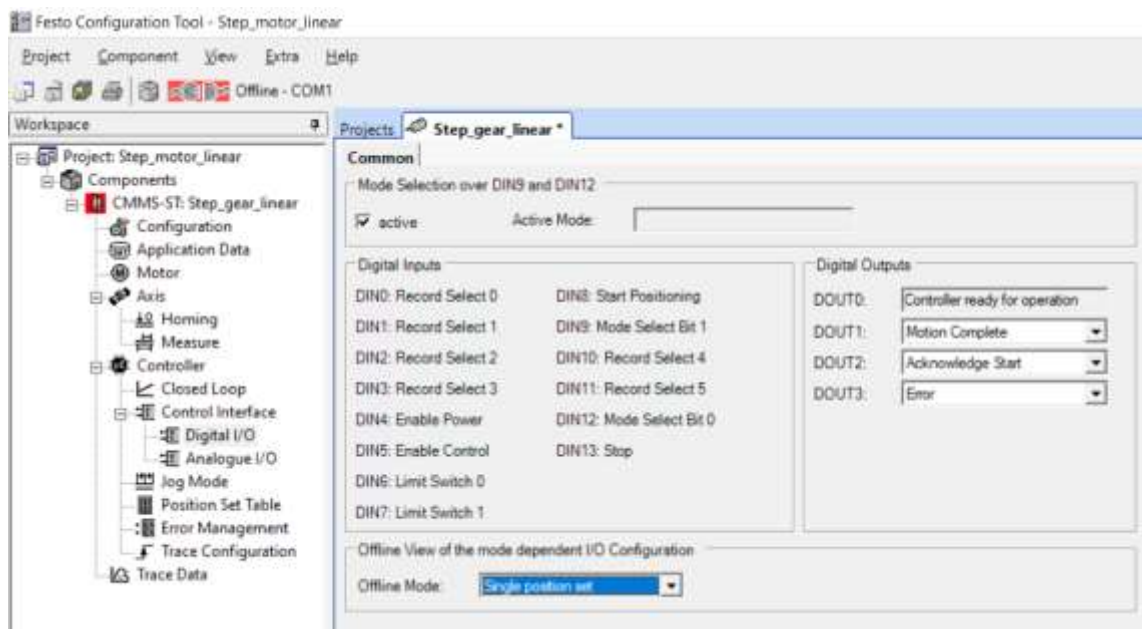
Rys. 4.4 Załączenie sterowania silnikiem krokowym z program FCT

Rys. 4.4.

Od danej chwili silnik krokowy pracuje i jest gotowy do pozycjonowania. Zatrzymanie układu jest przez włącznik Stop na panelu sterowania lub odznaczenie punktu Enable w programie.

Program FCT w oknie Operate i Dynamic Data wyświetla bieżące parametry pracy silnika krokowego, których odczyt pozwala narysować charakterystyki silnika krokowego.

Znaczenie kontrolerek z okna Digital I/O State wyjaśnione jest w zakładce Digital I/O, Rys. 4.5.

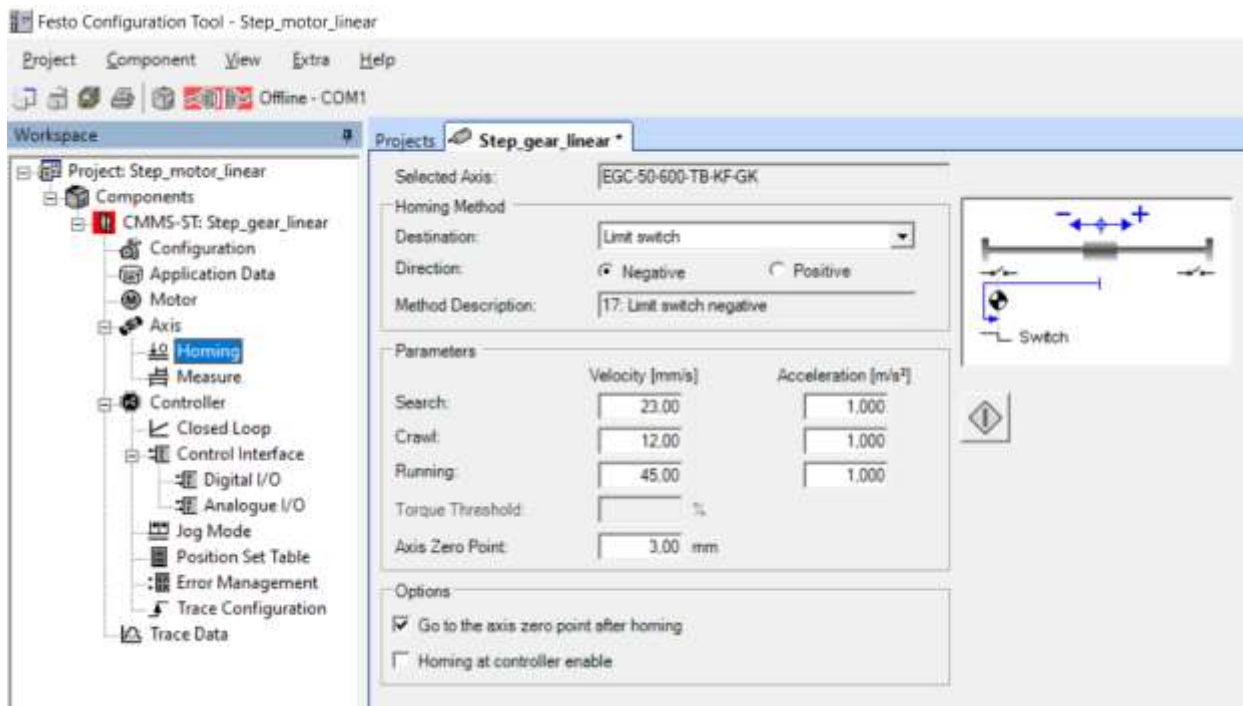


Rys. 4.5 Zakładka Digital I/O w programie FCT

Homing czyli bazowanie jest pierwszym krokiem pracy w trybie pozycjonowania. Do obliczania kolejnych pozycji w układzie z silnikiem krokowym wymagany jest punkt referencyjny. Dla zapewnienia precyzyjnego pozycjonowania należy przeprowadzić procedurę najazdu na punkt

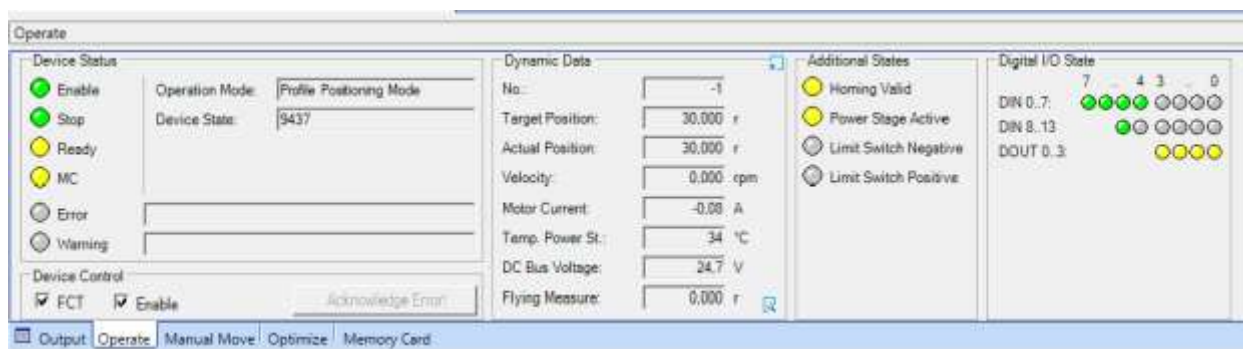
referencyjny przed przejściem do normalnej pracy. Konieczne jest także utworzenie rekordów poszczególnych pozycji, które wcześniej zostaną przetestowane.

Wybieramy zakładkę Axis i Homing, wpisujemy dane według Rys. 4.6. Zaznaczamy najazd na krańcówkę w kierunku lewym, ograniczamy prędkość najazdową do danego punktu i określamy wartość punktu zerowego.



Rys. 4.6 Zakładka pozycjonowanie w programie FCT

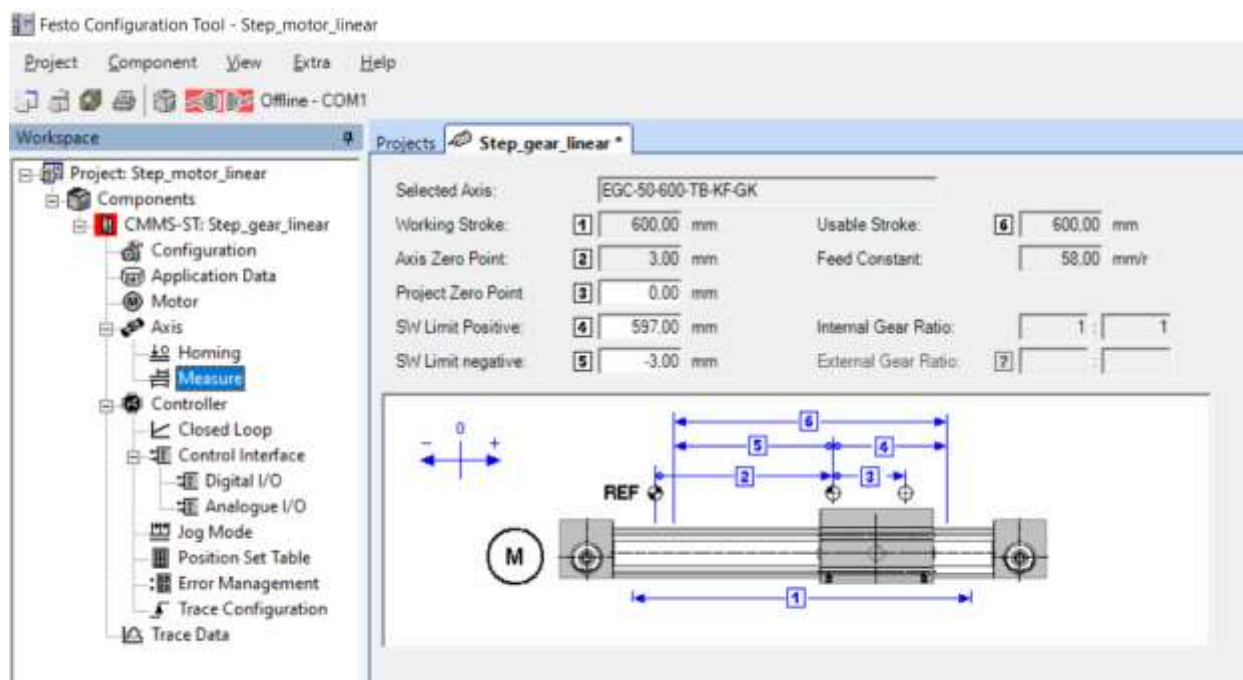
Przełącznik Stop na panelu sterującym ma być w pozycji On. Przy poprawnie załączonym układzie napędowym możemy najechać na punkt zerowy wciskając ikonę  bazowania. Okno Additional States podaje parametry przy włączonym pozycjonowaniu. Poprawnie wykonanie bazowania załączy led Homing Valid, Rys. 4.7.



Rys. 4.7 Potwierdzenie poprawnie wykonanego pozycjonowania w programie FCT

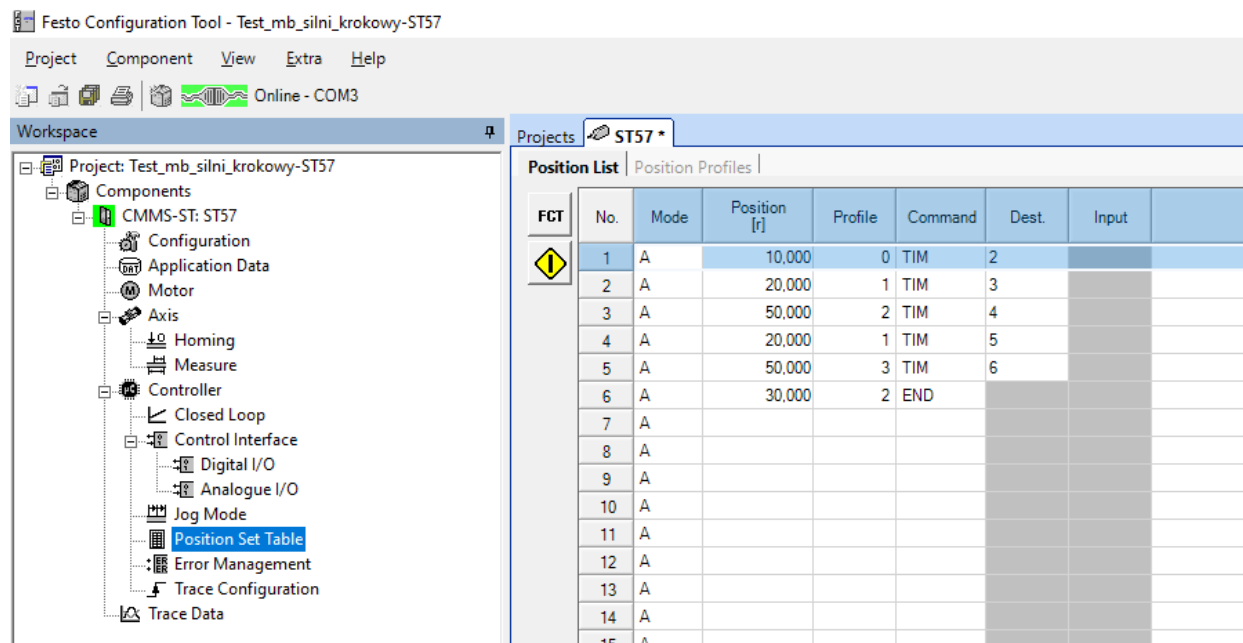
Bazowanie można wykonać inicjując go z panelu sterowania. Przełącznik wyboru rekordu ustawiamy w pozycje 0 i wymuszamy procedurę przełącznikiem Start. Wcześniej wyłączamy sterowanie z programu FCT.

Przyjęte parametry przekładni liniowej widzimy w zakładce Measure, Rys. 4.8. Wartości maksymalnych nie można przekraczać przy określaniu pozycji w tablicy rekordów.



Rys. 4.8 Zwymiarowana zakładka napędu liniowego w programie FCT

Kolejny etap to zapis listy pozycji rekordów do pozycjonowania, Rys. 4.9.



Rys. 4.9 Tablica rekordów pozycjonowania w programie FCT

W wierszach zapisujemy kolejne ustawienia pozycji, które na bieżąco możemy przetestować wciskając ikonę  pozycjonowania, kolor żółty ikony oznacza gotowość do wykonania pozycji, kolor szary ikony  oznacza brak poprawnie wykonanego bazowania. Ikona  oznacza realizację rekordu z

programu, można przełączyć na ikonę , która zmienia na wykonanie rekordu z panelu sterującego. Dostępne są 63 pozycje, każdy wiersz ma wybór kilku opcji.

Kolumna Mode ma zapis z trzema opcjami:

- A - pozycjonowanie do pozycji absolutnej,
- RN - pozycjonowanie względem pozycji względnej, w odniesieniu do pozycji zadanej,
- RA - pozycjonowanie względem pozycji względnej, w odniesieniu do pozycji rzeczywistej

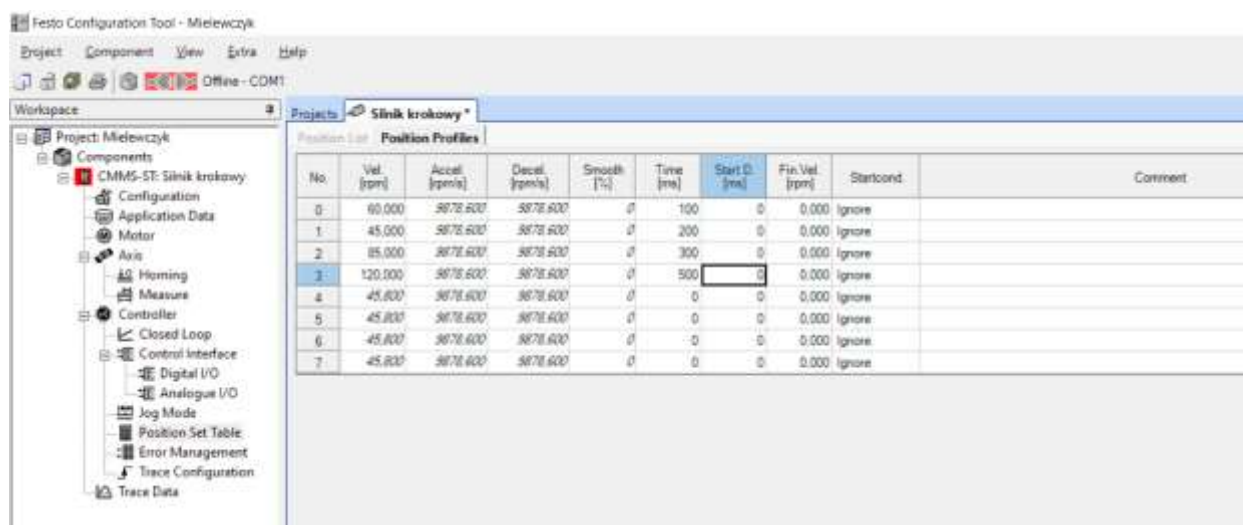
Kolumna Position[mm] zawiera przesunięcie obliczane według trybu Mode.

Kolumna Command ma następujące opcje:

- END - sekwencja rekordów kończy się tym rekordem pozycji,
- MC - kontynuacja następuje po zakończeniu ruchu,
- STS - ruch występuje, jeżeli napęd się zatrzymał i upłynął podany w profilu pozycjonowania czas na pokonanie fazy przyspieszania, zatrzymanie w tym przypadku oznacza nie tylko koniec zapisu pozycji (MC), ale także ruch do ogranicznika w dowolnym miejscu, pomiar czasu rozpoczyna się w momencie rozpoczęcia rejestrowania pozycji,
- TIM - ruch występuje po upływie czasu określonego w profilu pozycjonowania, pomiar czasu rozpoczyna się w momencie rozpoczęcia rejestrowania pozycji,
- NRI - ruch występuje natychmiast po dodatnim zboczu na DIN10 (NEXT 1) lub DIN 11 (NEXT2),
- NFI - ruch występuje bezpośrednio po ujemnym zboczu na DIN10 (NEXT 1) lub DIN 11 (NEXT2),
- NRS - ruch występuje natychmiast po komunikacie Motion Complete i dodatnim zboczu na DIN10 (NEXT1) lub DIN11 (NEXT2),
- NFS - ruch występuje natychmiast po komunikacie Motion Complete i ujemnym zboczu na DIN10 (NEXT1) lub DIN11 (NEXT2).

Kolumna Destination określa numer rekordu wykonywany po bieżącym rekordzie poprawnie zakończony.

Kolumna Profile określa parametry ruchu normalnie dostępne w zakładce Position Profile, Rys. 4.10.

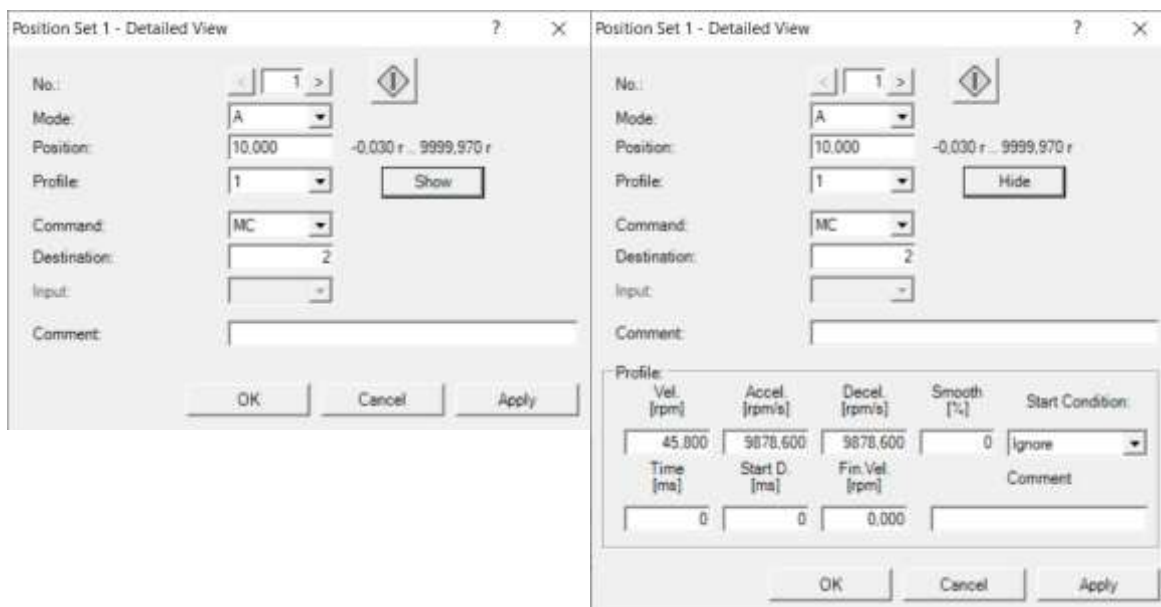


The screenshot shows the Festo Configuration Tool interface. On the left is a tree view of components including CMMS-ST: Silnik krokowy, Configuration, Application Data, Motor, Axis, Homing, Measure, Controller, Closed Loop, Control Interface, Digital I/O, Analogue I/O, Jog Mode, Position Set Table, Error Management, Trace Configuration, and Trace Data. The main window displays the 'Position Profiles' table with the following data:

No	Vel [rpm]	Accel [rpm/s]	Decel [rpm/s]	Smooth [%]	Time [ms]	Start G. [ms]	Fin.Vel. [rpm]	Startcond.	Comment
0	60.000	3678.600	3678.600	0	100	0	0.000	ignore	
1	45.000	3678.600	3678.600	0	200	0	0.000	ignore	
2	85.000	3678.600	3678.600	0	300	0	0.000	ignore	
3	120.000	3678.600	3678.600	0	500	0	0.000	ignore	
4	45.000	3678.600	3678.600	0	0	0	0.000	ignore	
5	45.000	3678.600	3678.600	0	0	0	0.000	ignore	
6	45.000	3678.600	3678.600	0	0	0	0.000	ignore	
7	45.000	3678.600	3678.600	0	0	0	0.000	ignore	

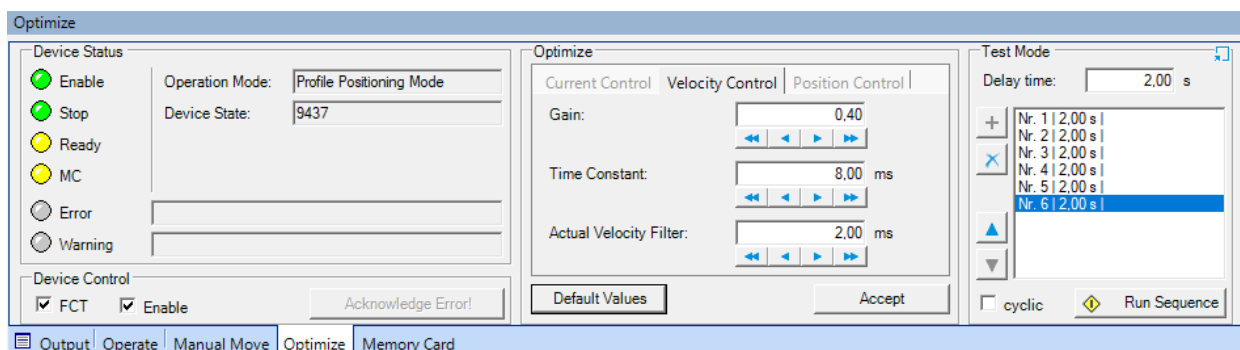
Rys. 4.10 Tablica rekordów z określeniem parametrów ruchu w programie FCT

Podwójne kliknięcie wskazanego rekordu rozwija okno dialogowe z parametrami, Rys. 4.11.



Rys. 4.11 Okno dialogowe z parametrami pozycji i ruchu w programie FCT

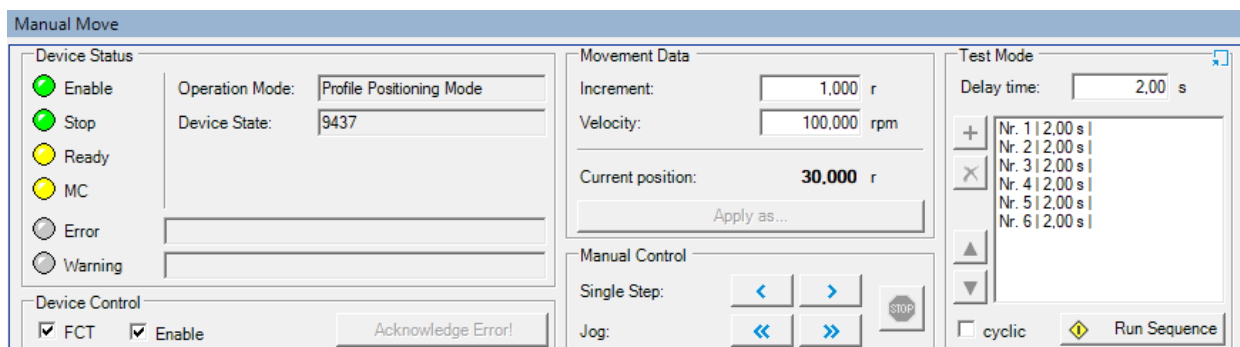
Wykonywanie sekwencyjne rekordów ustawia się i realizuje w oknie i zakładce Optimize, Rys. 4.12.



Rys. 4.12 Sekwencyjna realizacja rekordów w programie FCT

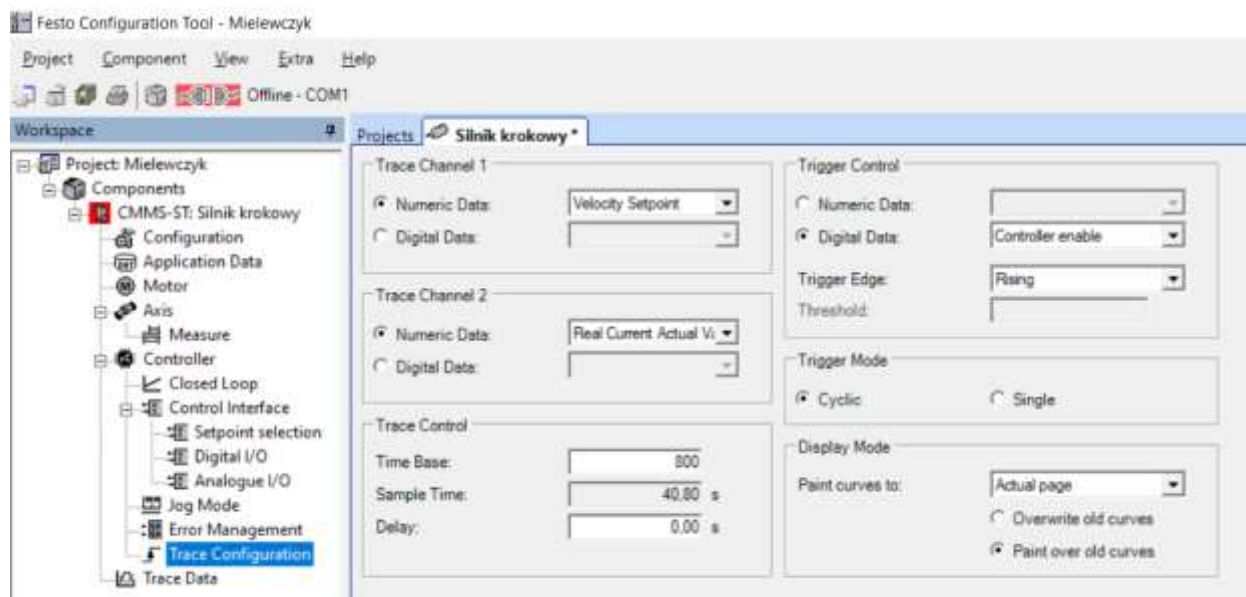
Do okna Test Mode przenosimy pozycje rekordów z tablicy pozycji, to jest zaznaczamy rekord w tablicy i naciskamy przycisk plus w trybie testowym. Kolejność nie musi się pokrywać z tablicą rekordów. Dla każdego kroku można przetestować nastawy regulatora PI lub wprowadzić nastawy domyślne – zakładka Optimize. Przycisk Run Sequence łączy całą zapisaną sekwencję testową.

Zapis rekordów w tablicy pozycji można wprowadzać do tablicy rekordów najeżdżając ręcznie na pozycje, Rys. 4.13. Zapis jest wtedy według bieżącej pozycji.



Rys. 4.13 Ręczne najeżdżanie na pozycję w programie FCT

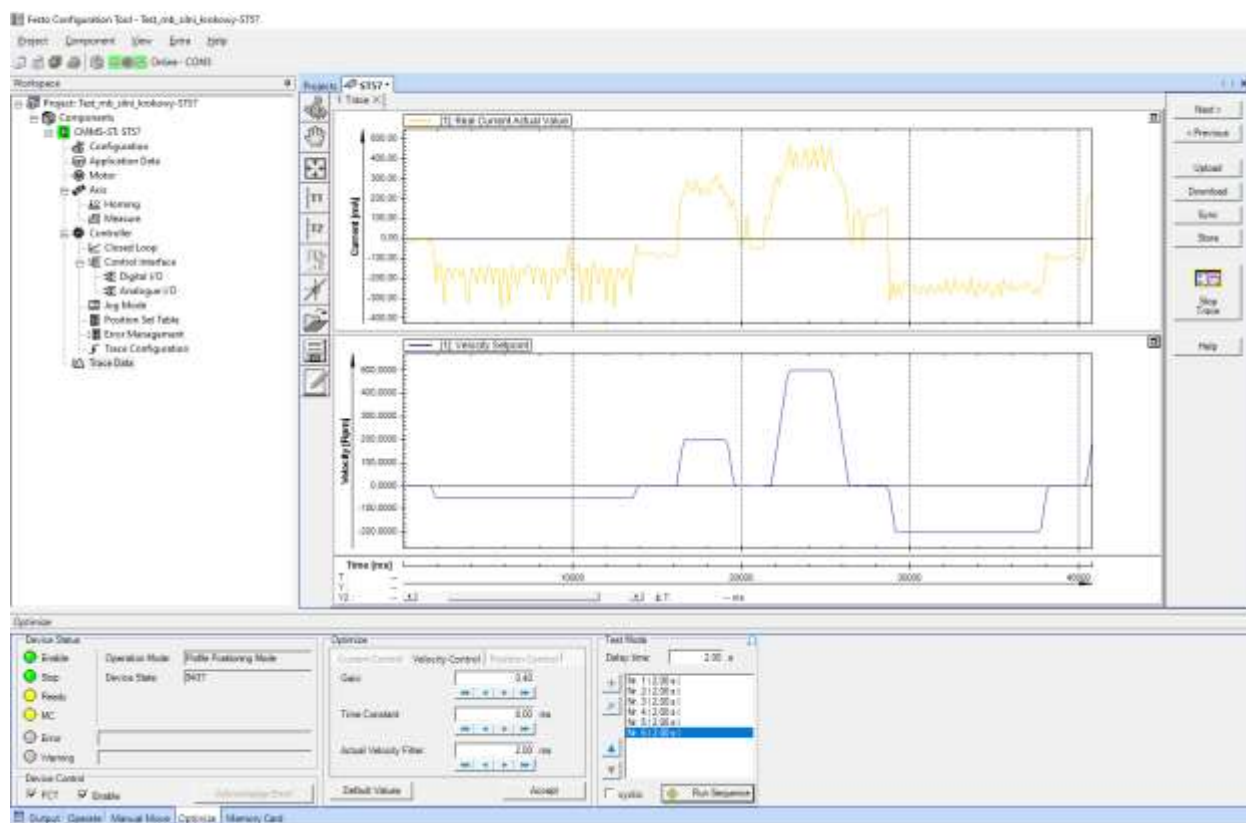
Sekwencję pozycjonowania można zarejestrować na wykresie graficznym. Program FCT umożliwia automatyczną rejestrację parametrów dynamicznych silnika krokowego. W tym celu otwieramy zakładkę Trace Configuration, Rys. 4.14.



Rys. 4.14 Parametry rejestracji wykresu graficznego w programie FCT

Program rejestruje dwa kanały, dla kanału pierwszego ustawiamy prędkość zadaną, a dla kanału drugiego jest prąd pobierany przez silnik krokowy. Wydłużamy czas rejestracji np. do 40s, start rejestracji dla włączonego sterownika oraz rejestrację na aktualnej stronie z dodawaniem kolejnych pomiarów.

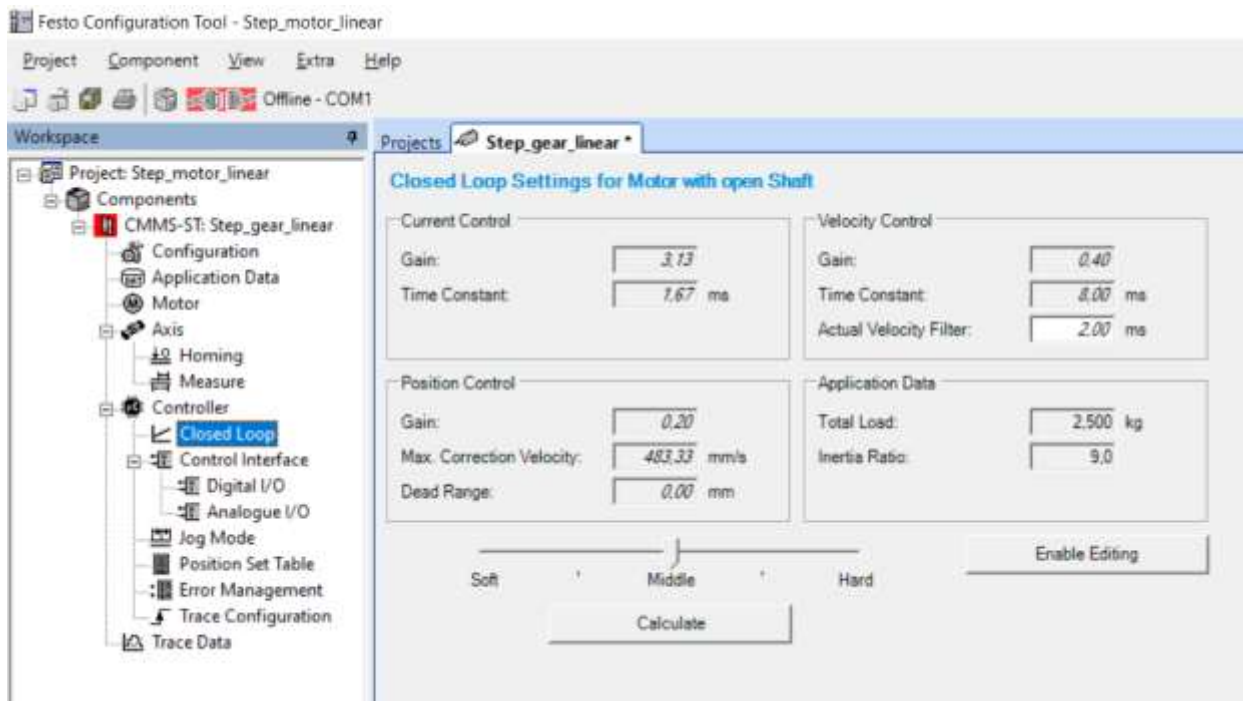
Rejestracja krzywych jest w zakładce Trace Data, Rys. 4.15.



Rys. 4.15 Rejestracja danych w programie FCT

Rejestrację załącza się w odpowiedniej sekwencji. W Device Status wyłączamy Enable, załączamy Start Trace i klikamy Enable. Wykres zostanie wykreślony po upływie czasu rejestracji lub po własnym zatrzymaniu.

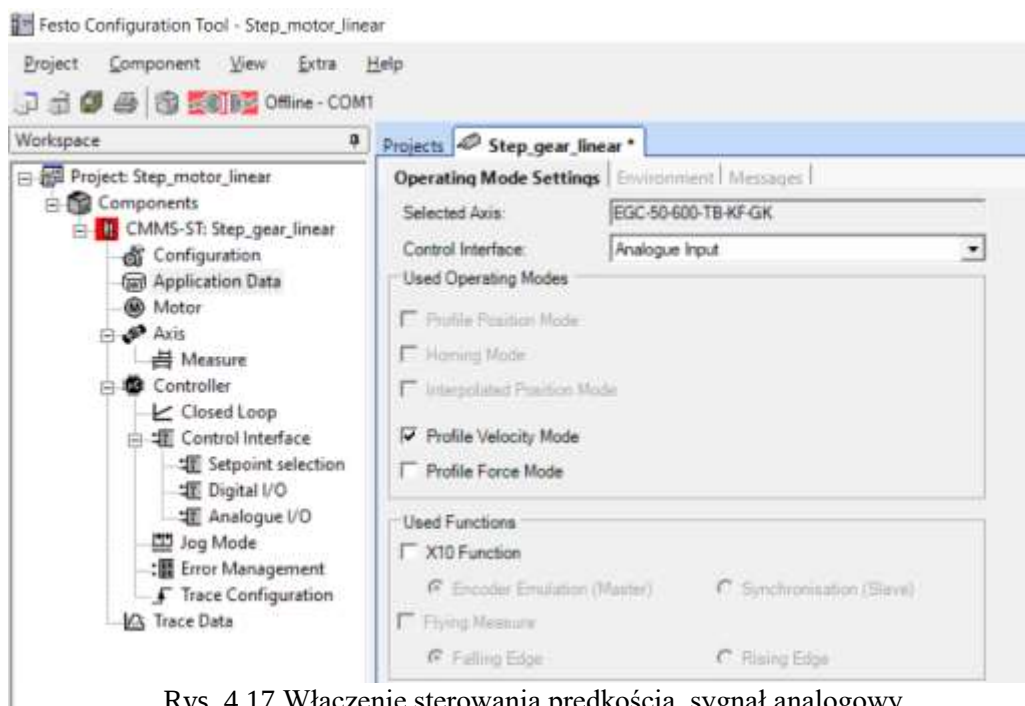
Na uwagę zasługuje okienko Optimize, gdzie możemy zmieniać nastawy regulatora PI w tym procesie. Wstępne parametry zalecane podawane przez program są w zakładce Controller i Closed Loop, Rys. 4.16. Regulacja pozycji i prędkości silnika jest realizowana poprzez regulator PI o podanych nastawach.



Rys. 4.16 Parametry regulatorów PI dla regulacji prądu, prędkości i pozycji

4.2 Programowanie przez FCT - prędkość obrotowa

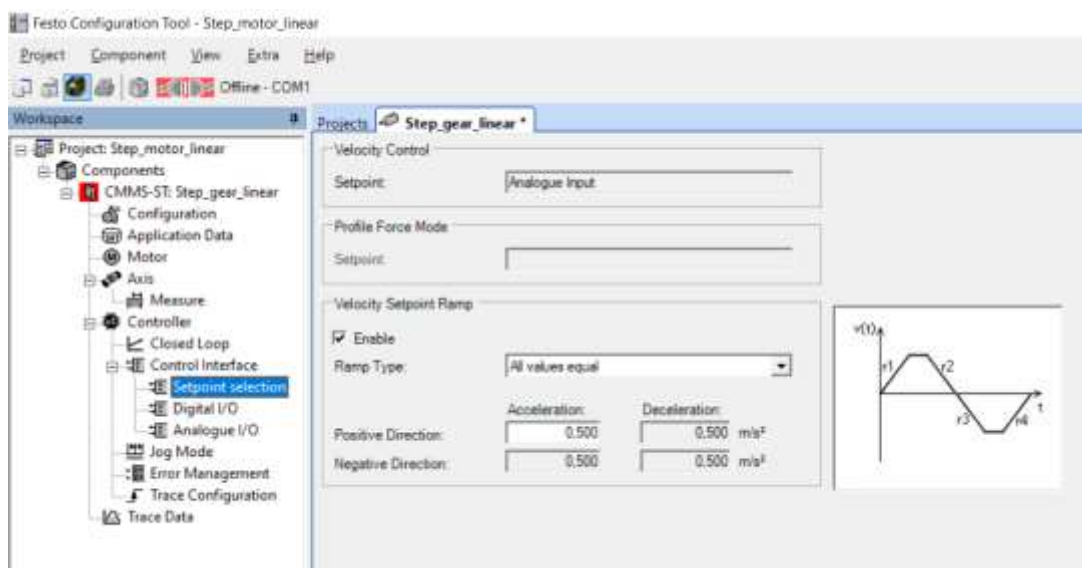
W regulacji prędkości obrotowej silnika krokowego konieczne jest wybranie opcji zmiana



Rys. 4.17 Włączenie sterowania prędkością, sygnał analogowy

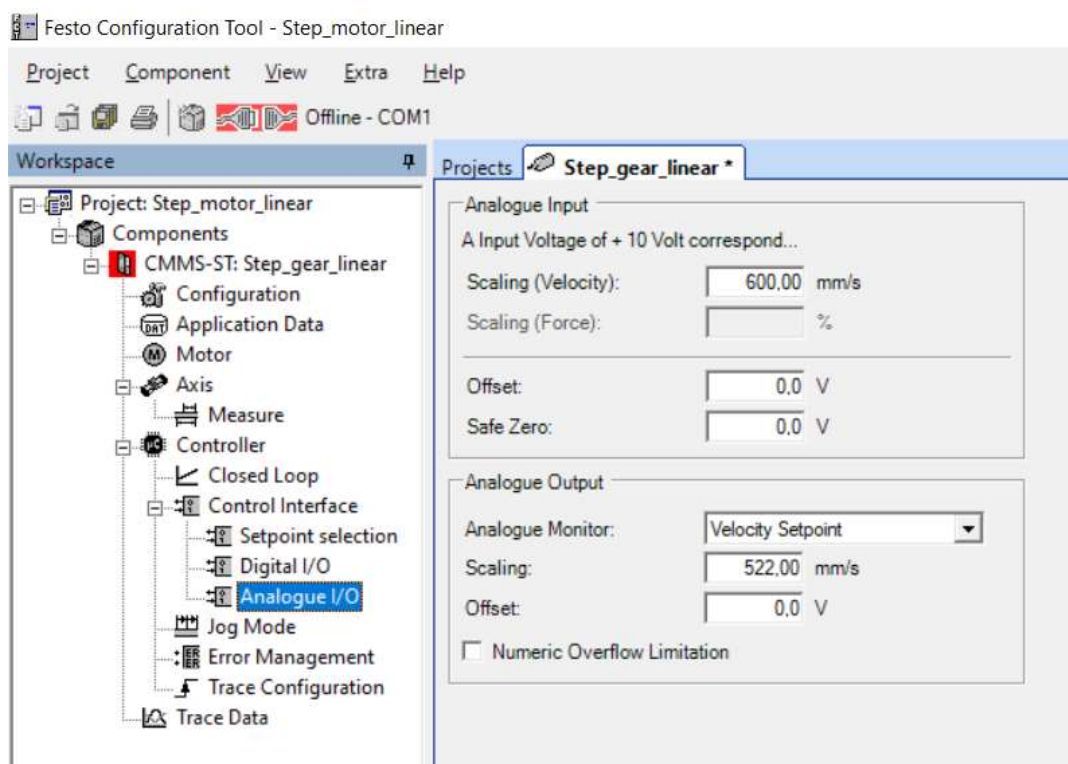
sterowania. Klikamy Application Data i w zakładce programu Operating Mode wybieramy sygnał Analogue Input, Rys. 4.17.

W punkcie Control Interface zaznaczamy opcję Enable, Rys. 4.18. Wprowadza to płynność ruchu.



Rys. 4.18 Sterowanie prędkością w dwóch kierunkach

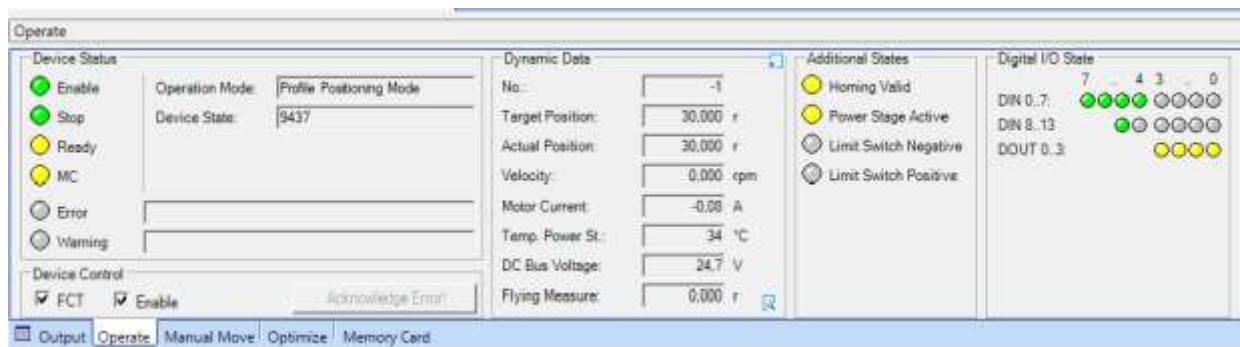
W punkcie AnalogueI/O przypisujemy funkcję do wejścia analogowego, Rys. 4.19



Rys. 4.19 Określenie prędkości ruchu w programie FCT

Parametr Scaling odpowiada za wartość zadaną prędkości obrotowej silnika krokowego dla sygnału analogowego +10V wprowadzany potencjometrem A_{in0} lub z zadajnika zewnętrznego po przełączeniu na sygnał zewnętrzny.

Po wgraniu programu do sterownika układ jest przygotowany do pracy. W celu załączenia układu do pracy ustawiamy przełącznik Power Enable i Controller Enable w pozycję włączony na panelu sterującym. Przechodzimy do programu FCT i zaznaczamy w oknie Operate opcję FCT i Enable,



Rys. 4.20 Praca napędu w trybie prędkości zadanej

Rys. 4.20.

Od danej chwili silnik krokowy pracuje z zadaną prędkością obrotową ustawianą na potencjometrze A_{in0} łącznie ze zmianą kierunku obrotów. Zatrzymanie układu jest przez włącznik Stop na panelu sterowania i odznaczenie punktu Enable w programie.

Program FCT w oknie Operate i Dynamic Data wyświetla bieżące parametry pracy silnika krokowego, których odczyt pozwala narysować charakterystyki silnika krokowego albo załączyć się rejestrację.

Rys. 4.21 przedstawia przyciski związane z zapisem programu, które mają następujące znaczenie:

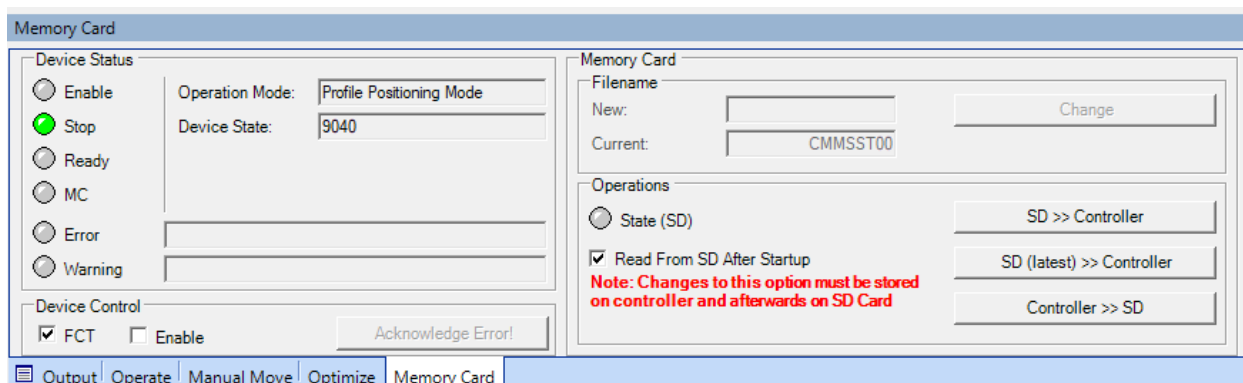
1. Upload - odczyt programu ze sterownika,
2. Download - zapis programu do sterownika, do pamięci operacyjnej,
3. Synchronisation - ustawienie synchronizacji danych w programie ze sterownikiem,
4. Store - zapis programu do pamięci trwałej sterownika.



Rys. 4.21 Parametry zapisu programu

Nie używać na laboratorium - Store

Zapis programu na kartę SD obsługuje zakładka Memory Card, Rys. 4.22.



Rys. 4.22 Zakładka Memory Card i zapis program na kartę SD

Karta pamięci SD może mieć 1 lub 2GB, w zapisie FAT16 i prędkość zapisu c2.

Elementy znajdujące się w zakładce „Memory Card” są aktywne tylko wtedy, gdy zostało nawiązane połączenie z urządzeniem i sterownik wykrył ważną kartę pamięci. Karta pamięci SD umożliwia zapisanie na karcie zestawów parametrów ze sterownika silnika lub załadowanie najbardziej aktualnego lub określonego zestawu parametrów.

Nazwy plików na karcie pamięci SD mają następującą strukturę:

x x x x x n n . D C O

Znaki 1-6 (x x x x x x) można dowolnie wybierać (pełny zestaw znaków ASCII). Znaki 7 i 8 (n n) są zwiększane w celu klasyfikacji chronologicznej, zaczynając od 00 dla pierwszego i najstarszego zestawu parametrów. Ta chronologiczna klasyfikacja odbywa się we wszystkich dostępnych plikach, niezależnie od reszty nazwy. Rozszerzenie „DCO” jest dodawane automatycznie (niewidoczne dla użytkownika FCT)

W polu „New” wprowadza się 6 znaków nazwy pliku. Ta nazwa pliku jest ustawiana w kontrolerze po kliknięciu przycisku „Change”. Wówczas nazwa pliku pojawia się w polu „Current” z cyframi siedem i osiem zaczynając od 00. Wprowadzona nazwa utworzy nowy plik lub odczyta plik o podanej nazwie.

Stan ledu SD (zielony) wskazuje, czy karta pamięci została włożona do gniazda „M1” i czy została prawidłowo wykryta przez sterownik.

Zaznaczenie kwadratu „Read from SD after startup” odczyta program z karty SD po ponownym uruchomieniu

Przycisk „SD >> Controller” zastępuje ustawienia w sterowniku ustawieniami na karcie pamięci. Odczytany zostanie plik o nazwie wyświetlanej w polu „Current”.

Przycisk „SD (latest) >> Controller” zastępuje ustawienia w sterowniku ustawieniami na karcie pamięci. Dane odczytywane są z najnowszego pliku – najwyższy numer pliku siedem i osiem.

Przycisk „Controller >> SD” zapisuje aktualne ustawienia w sterowniku na karcie pamięci. Używana jest nazwa pliku wyświetlana w polu „Current”, ale składająca się maksymalnie z 6 znaków. Znaki 7 i 8 są automatycznie zwiększane, a data pliku jest większa o 1 godzinę.

5. Przebieg ćwiczenia

- Połączyć przewody zasilające i sterujące na stanowisku,
- Załączyć program FCT, skonfigurować i połączyć ze stanowiskiem,
- Wykonać sterowanie pozycyjne silnika krokowego, zarejestrować i wydrukować,
- Wprowadzić zadane pozycje do tablicy rekordów, wykonać je z panelu sterującego,
- Wykonać sterowanie prędkościowe silnika krokowego, zarejestrować i wydrukować,
- Wykonać sprawozdanie z wnioskami.

Spis ilustracji

Rys. 1.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem krokowym	4
Rys. 3.1Rys. 1.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem krokowym	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Rys. 2.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem	5
Rys. 2.3Rys. 2.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Rys. 2.2 Schemat połączeń sygnałów analogowych panelu sterującego.....	8
Rys. 2.3 Schemat połączeń sygnałów cyfrowych panelu operatorskiego	9
Rys. 3.1 Zakładanie projektu sterowania w programie FCT	10
Rys. 3.2 Wybór sterownika silnika krokowego w programie FCT	10
Rys. 3.3 Przejście do konfiguracji programu FCT	11
Rys. 3.4 Wybór sterownika silnika krokowego w programie FCT	11
Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo	12
Rys. 3.6 Parametry silnika krokowego	12
Rys. 3.7 Wybór układu napędowego liniowego.....	13
Rys. 3.8 Parametry odbiornika liniowego	13
Rys. 3.9 Parametry napędu z paskiem zębatym	14
Rys. 3.10 Podsumowanie konfiguracji układu napędowego	14
Rys. 3.11 Wprowadzone parametry konfiguracyjne układu napędowego	15
Rys. 3.12 Potwierdzić zmiany do programu	15
Rys. 3.13 Wybór sterowania cyfrowego lub analogowego	16
Rys. 3.14 Parametry sterowania punktu Control Interface	16
Rys. 4.1 Załączenie pozycjonowania w programie FCT	17
Rys. 4.2 Włączenie opcji odwrócony kierunek obrotów w programie FCT	18
Rys. 4.3 Ograniczenie prądu silnika krokowego w programie FCT	18
Rys. 4.4 Załączenie sterowania silnikiem krokowym z program FCT.....	19
Rys. 4.5 Zakładka Digital I/O w programie FCT	19
Rys. 4.6 Zakładka pozycjonowanie w programie FCT	20
Rys. 4.7 Potwierdzenie poprawnie wykonanego pozycjonowania w programie FCT	20
Rys. 4.8 Zwymiarowana zakładka napędu liniowego w programie FCT	21
Rys. 4.9 Tablica rekordów pozycjonowania w programie FCT	21
Rys. 4.10 Tablica rekordów z określeniem parametrów ruchu w programie FCT.....	22
Rys. 4.11 Okno dialogowe z parametrami pozycji i ruchu w programie FCT	23
Rys. 4.12 Sekwencyjna realizacja rekordów w programie FCT	23
Rys. 4.13 Ręczne najeżdżanie na pozycję w programie FCT	23
Rys. 4.14 Parametry rejestracji wykresu graficznego w programie FCT.....	24
Rys. 4.15 Rejestracja danych w programie FCT	24
Rys. 4.16 Parametry regulatorów PI dla regulacji prądu, prędkości i pozycji	25
Rys. 4.17 Włączenie sterowania prędkością, sygnał analogowy	25
Rys. 4.18 Sterowanie prędkością w dwóch kierunkach	26
Rys. 4.19 Okreslenie prędkości ruchu w programie FCT	26
Rys. 4.20 Praca napędu w trybie prędkości zadanej.....	27
Rys. 4.21 Parametry zapisu programu.....	27
Rys. 4.22 Zakładka Memory Card i zapis program na kartę SD.....	28