

## Instrukcja ćwiczenia

|                          |                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Ćwiczenie nr             | 22.1.                                                            |
| Temat :                  | <b>Programowanie silnika servo</b>                               |
| Stanowisko laboratoryjne | <b>Napędy elektryczne - silnik servo<br/>przekładnia liniowa</b> |
| Opracował :              | A. Mielewczyk                                                    |

## **Instrukcja ćwiczenia nr 22.1.**

**Temat: Programowanie silnika servo**

**Typ EMMS-AS-55-M-LS-TM**

**Kontroler – CMMS-AS-C4-3A-G2**

### **1. Cel ćwiczenia:**

Celem ćwiczenia jest poznanie układu sterowania ze silnikiem servo i wykonanie podstawowego programu załączania pozycjonowania i regulacji prędkości i 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 servo, własności i charakterystyki,
- programowanie w FCT,
- sterownik CMMS-AS,

### **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-AS-C4-3A-G2, silnik servo EMMS-AS-55-M-LS-TM, 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.

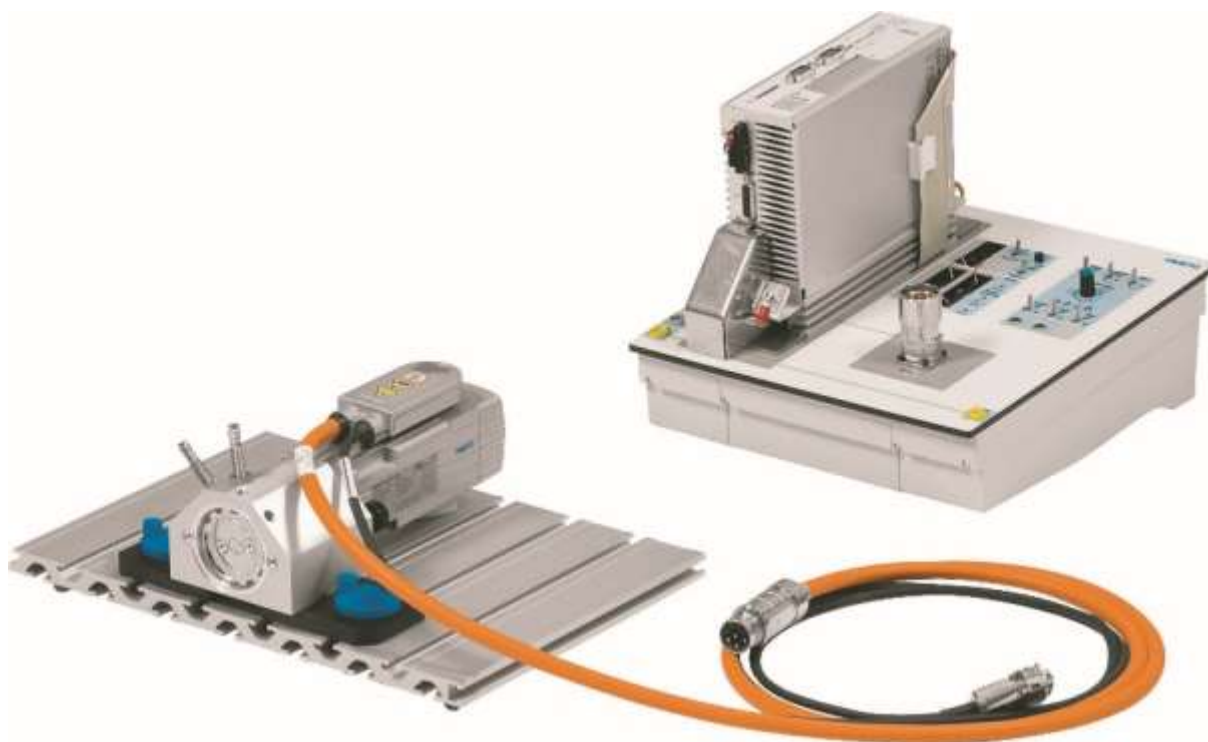
## Spis treści

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Instrukcja ćwiczenia nr 22.1</b> .....                            | 2  |
| Spis treści .....                                                    | 3  |
| 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 Servo

## Konfiguracja i sterowanie

### 1. Wprowadzenie



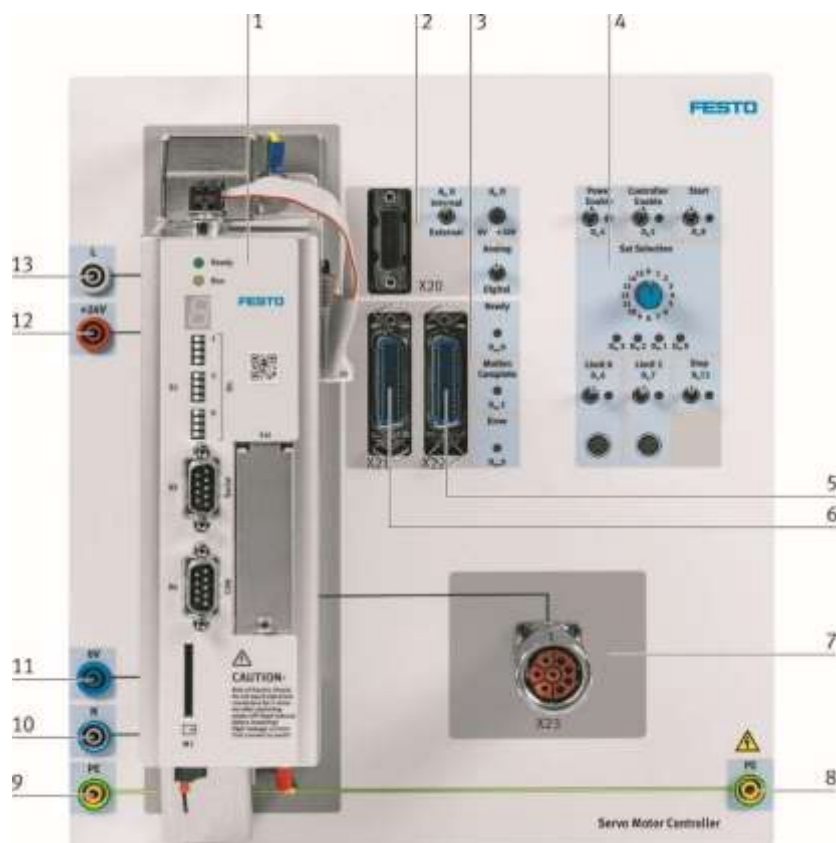
Rys. 0.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem servo

Z podanych komponentów należy zbudować układ z silnikiem servo, Rys. 0.1. W tym celu podłączamy zasilanie do układu oraz łączymy sterownik silnika z silnikiem servo, napęd liniowy oraz czujniki krańcowe.

**Tabela 1.1 Oznakowanie kolorami połączeń zasilania i sygnałów na elementach**

| Kolor                                                                               | Oznaczający                                                                              | Kolor                                                                                 | Oznaczający                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Napięcie większe niż SELV<br>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

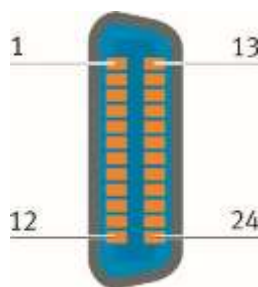


Rys. 2.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem

**Tabela 2.1 Porty i przełączniki panelu ze sterownikiem**

| Punkt | Opis                                                             |
|-------|------------------------------------------------------------------|
| 1     | Sterownik silnika serwo, typ CMMS-AS-C4-3A-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 t2.2                    |
| 6     | Interfejs cyfrowy SysLink 1, [X21] punkt 2.1                     |
| 7     | Podłączenie silnika serwo, [X23]                                 |
| 8     | Zacisk przyłączeniowy (PE+) dla 2. przewodu PE                   |
| 9     | Zacisk przyłączeniowy (PE+) dla przewodu PE                      |
| 10    | Podłączenie przewodu neutralnego                                 |
| 11    | Przyłącze -0 VDV (bezpieczne, bardzo niskie napięcie ochronne)   |
| 12    | Przyłącze +24 VDCV (bezpieczne, bardzo niskie napięcie ochronne) |
| 13    | Zewnętrzny przewód (faza) zasilanie sieciowe                     |

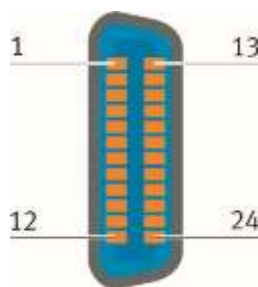
## 2.1 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X21]



**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                                | DOUT 0, sterownik gotowy do pracy <sup>1</sup>        |
| 2     | Wejście cyfrowe 1                                  | Dioda LED Motion Complete                    | 12                                | DOUT 1, ruch ukończony <sup>1</sup>                   |
| 3     | Wejście cyfrowe 2                                  |                                              | 25                                | DOUT 2, start potwierdzony <sup>1</sup>               |
| 4     | Wejście cyfrowe 3                                  | Dioda błędu                                  | 13                                | DOUT 3, powszechny błąd <sup>2</sup>                  |
| 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<br>Do ustawienia wyboru | 19                                | DIN 0, ustaw bit wyboru 0 (wysoki poziom aktywności)  |
| 14    | Wyjście cyfrowe 1                                  |                                              | 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]

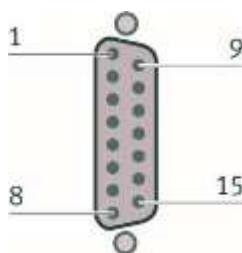


**Tabela 2.3 Opis pinów interfejsu cyfrowego SysLink[X22]**

| 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 <sup>1</sup>                                                             |
| 2     | Wejście cyfrowe 1                                  | Dioda LED Motion Complete                   | 12                                | DOUT 1, ruch ukończony <sup>1</sup>                                                                        |
| 3     | Wejście cyfrowe 2                                  |                                             | 25                                | DOUT 2, start potwierdzony <sup>1</sup>                                                                    |
| 4     | Wejście cyfrowe 3                                  | Dioda błędu                                 | 13                                | DOUT 3, częsty błąd <sup>2</sup>                                                                           |
| 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”<br>Złącze M8 „Limit 0” | 22                                | DIN 6, Wyłącznik krańcowy 0                                                                                |
| 14    | Wyjście cyfrowe 1                                  | Przełącznik „Limit1”<br>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<br>„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)                                                                    |

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

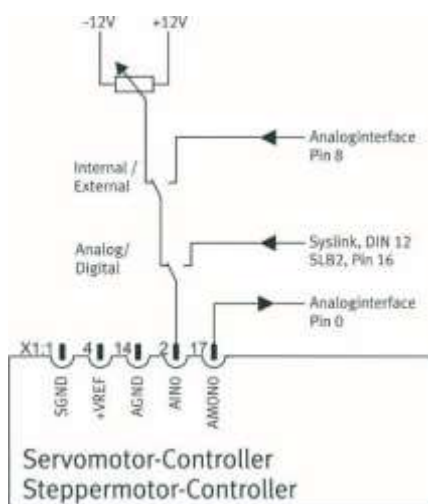
## 2.3 Przydział zacisków dla interfejsu analogowego [X20]



**Tabela 2.4 Opis pinów interfejsu analogowego [X20]**

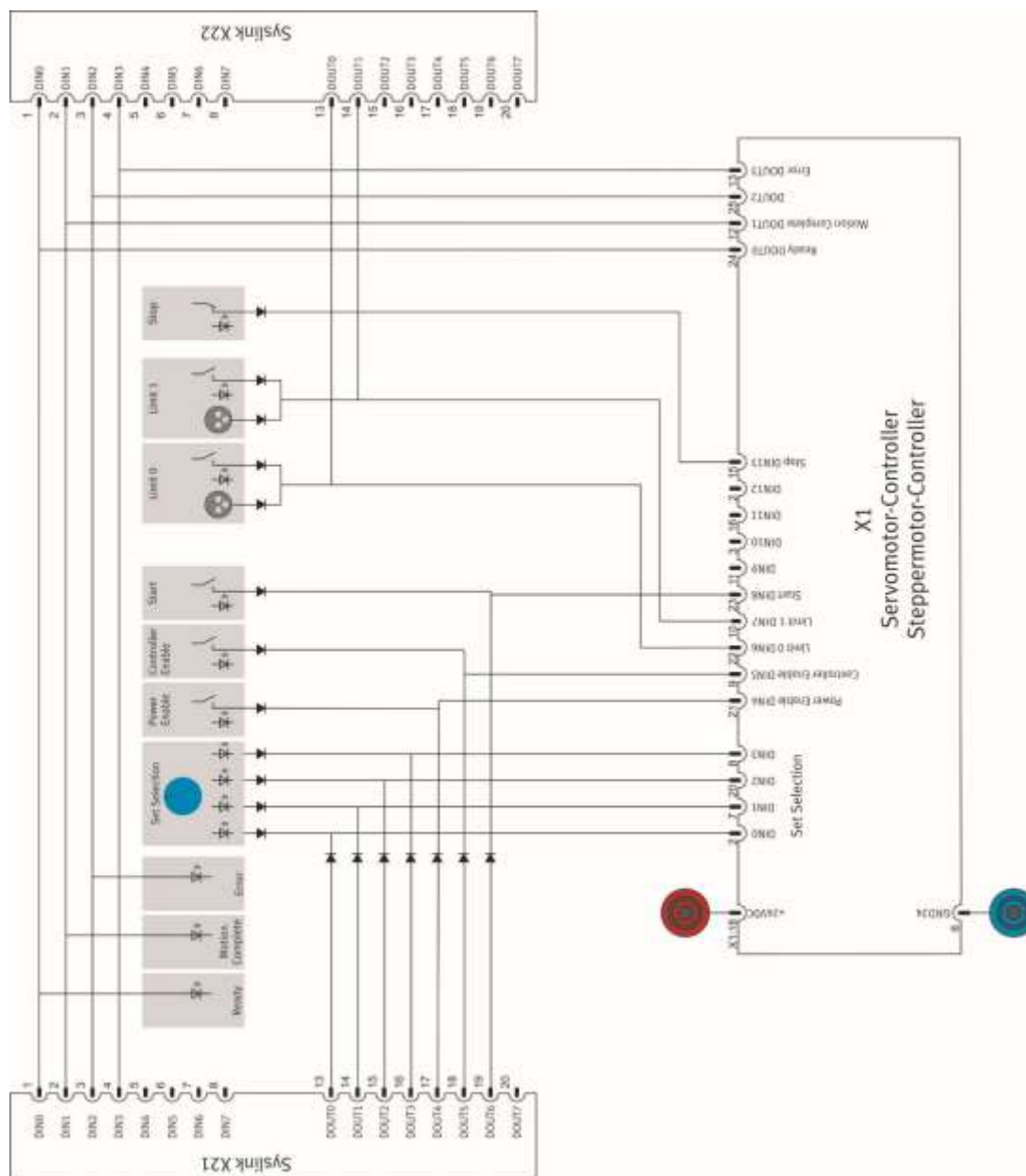
| Pin  | Funkcja interfejsu analogowego [X20] | Połączenie do sterownika silnika | Opis                                                 |
|------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1    | Wyjście analogowe 0                  | 17                               | Wyjście symulatora analogowego 0, +10 V $\pm$ 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

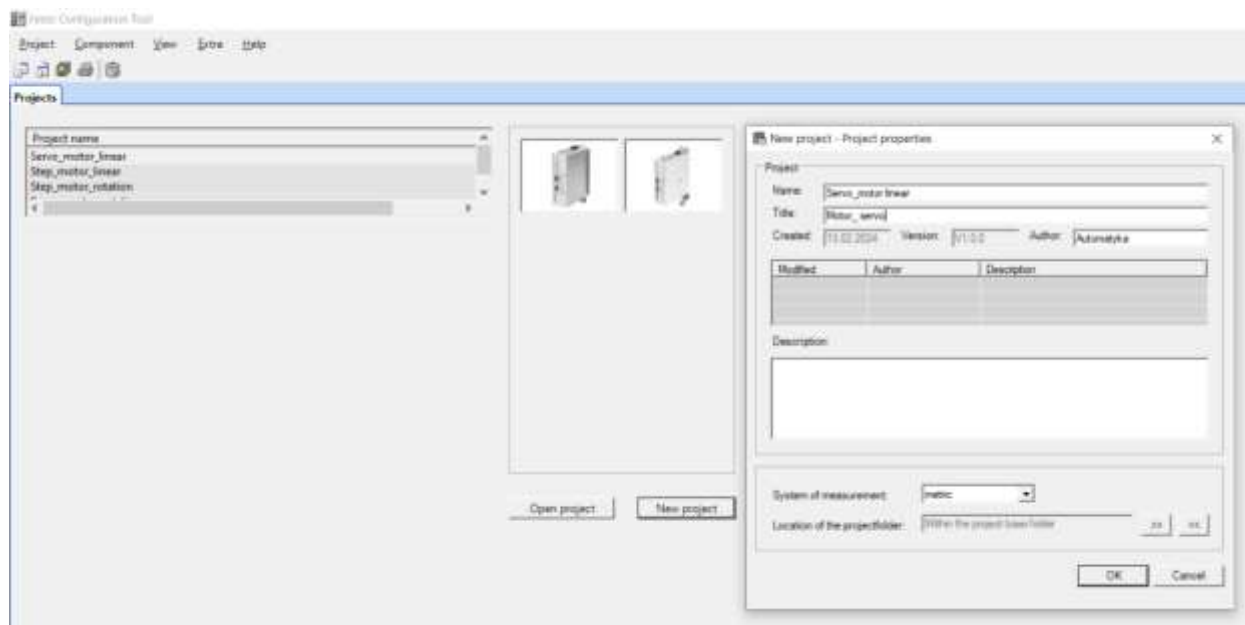
Przygotowanie stanowiska pomiarowego:

- podłącz zasilacz 24VDC oraz 230VAC i przewód uziemiający
- podłącz silnik servo do panelu sterowania, port [X23]
- połącz przewód enkodera silnika servo do portu kontrolera, port kontrolera [X2]
- połącz czujniki pozycji skrajnej z panelem sterowania, wejście Limit0 [Din6] i Limit 1[Din7]
- połącz komputer ze sterownikiem złączem szeregowym RS232, port kontrolera [X5]
- załącz zasilanie 24VDC i 230VAC
- 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 projektu i nazwę projektu, Rys. 3.1.



Rys. 3.1 Zakładanie projektu sterowania w programie FCT

Wybieramy kontroler CMMS-AS, Rys. 3.2.



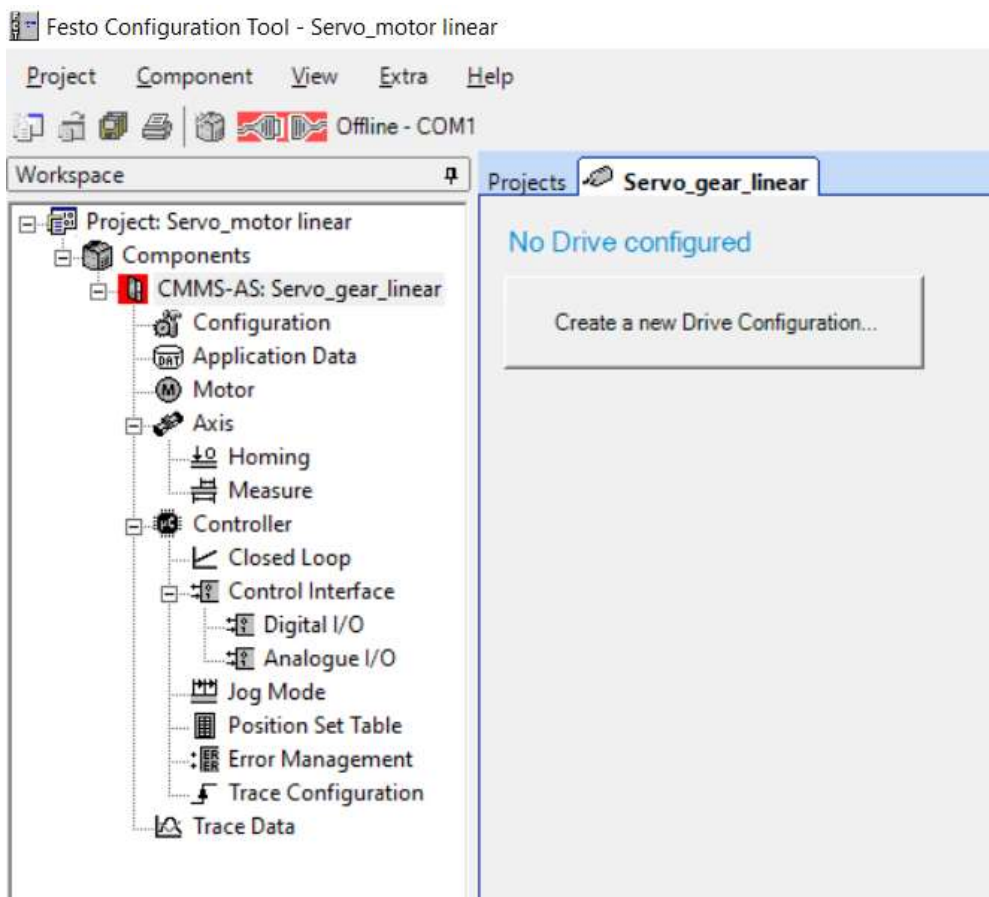
Rys. 3.2 Wybór sterownika silnika servo w programie FCT

**Tabela 3.1 Parametry stanowiska ze silnikiem servo**

| Parametry             | Wybór nastawy                           |
|-----------------------|-----------------------------------------|
| Kontroler             | Typ CMMS-AS-C4-3A-G2, opis w załączniku |
| Wejście               | Puste                                   |
| Zasilanie             | 120 - 230VAC                            |
| Silnik servo          | Typ EMMS-AS-55-M-LS-TM                  |
| Rozmiar silnika servo | 55 - M                                  |
| Wariant silnika servo | LS - TM                                 |
| Przekładnia           | Brak                                    |
| Typ osi               | Liniowa EGC - 50                        |

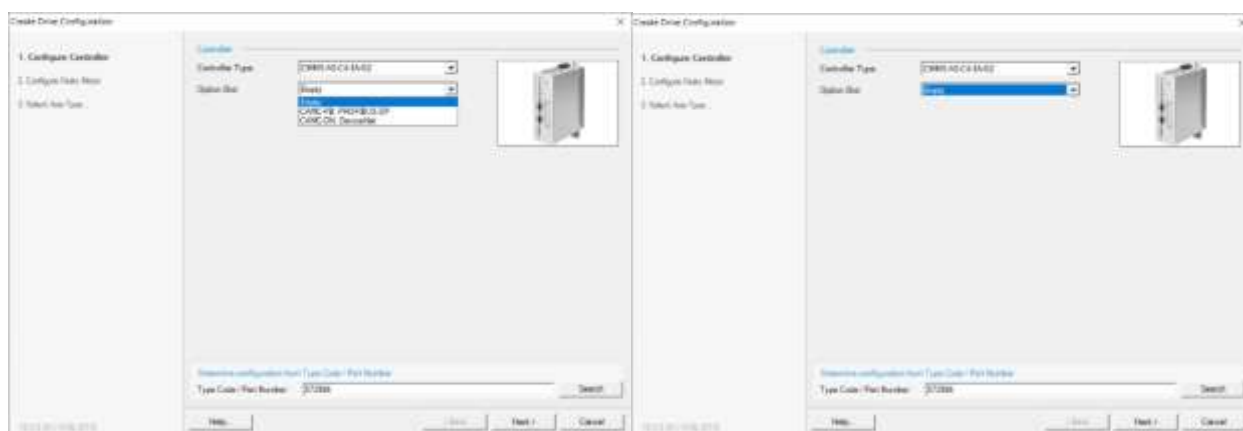
|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Obszar pozycjonowania     | 600mm                    |
| Typ wyłącznika krańcowego | NC – normalnie zamknięty |

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



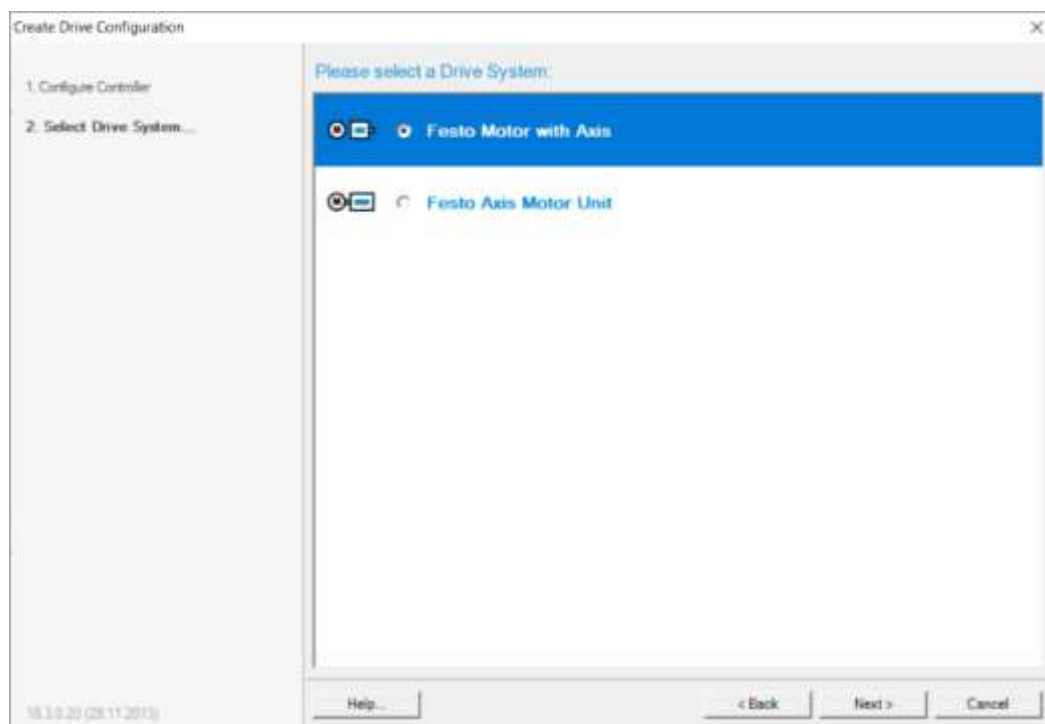
Rys. 3.3 Przejście do konfiguracji programu FCT

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



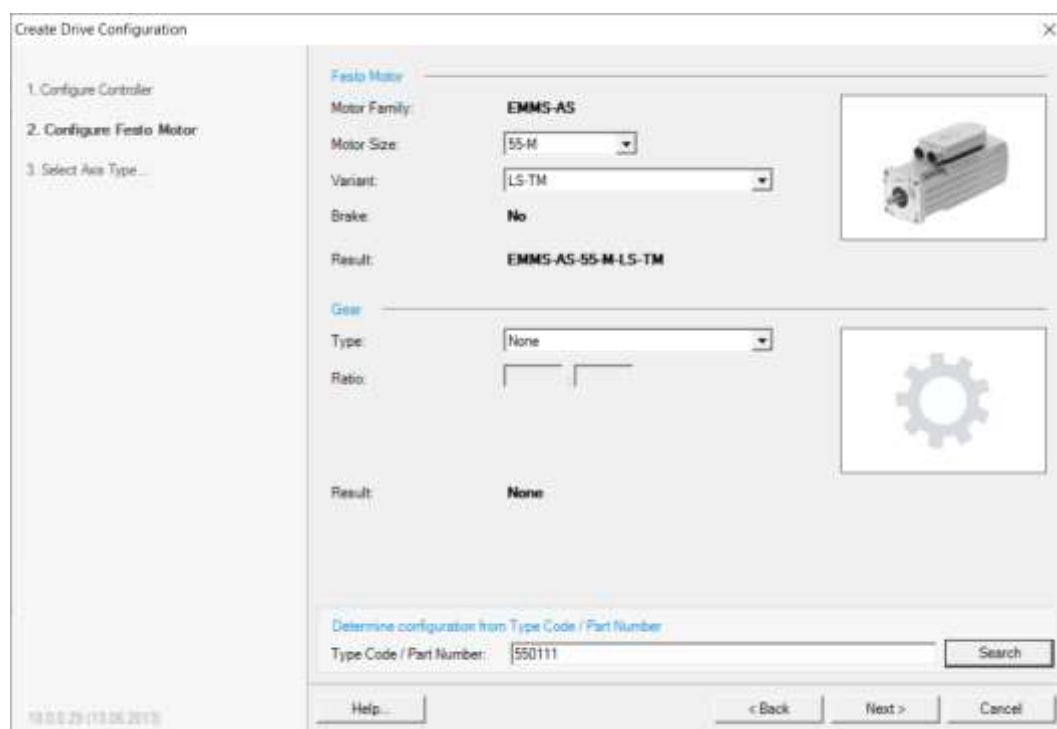
Rys. 3.4 Wybór sterownika silnika sero w programie FCT

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



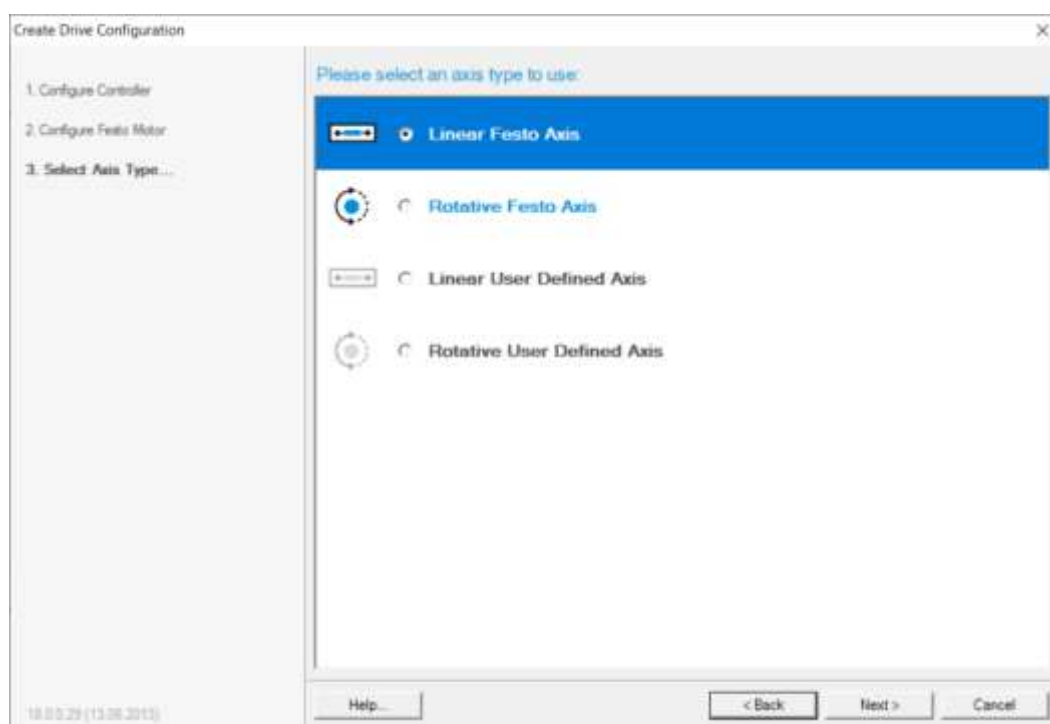
Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo

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



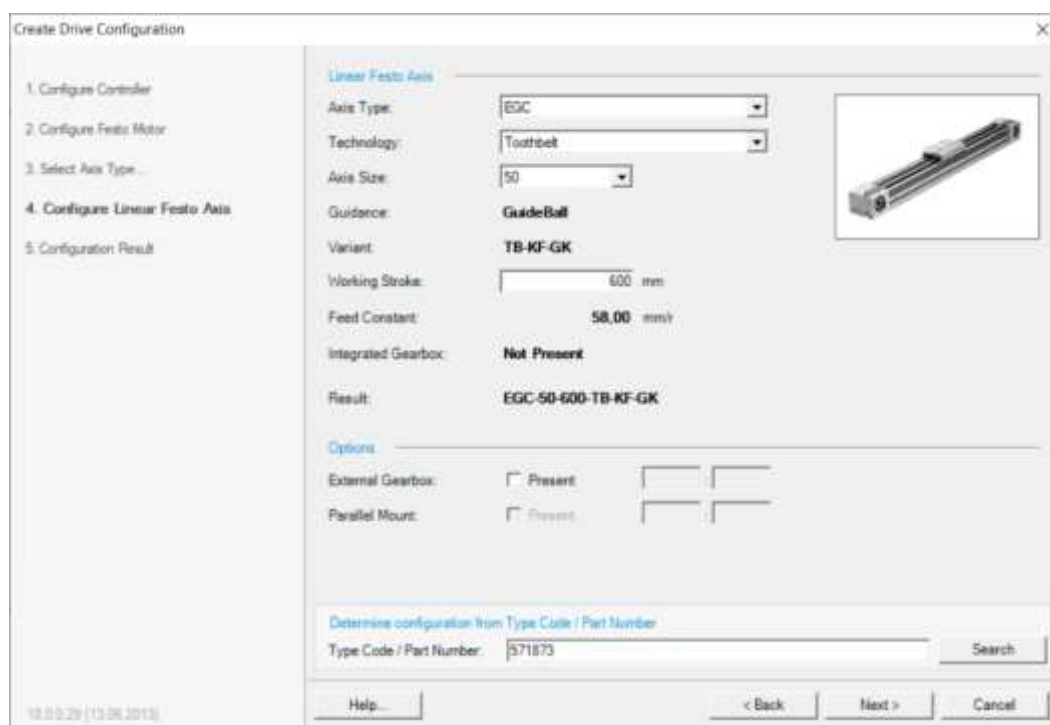
Rys. 3.6 Parametry silnika servo

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-50 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 |
| <b>Typ</b>            |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| EGC                   | Napęd z paskiem zębatym            |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Wielkość</b>       |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Skok [mm]</b>      |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Funkcja napędu</b> |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| TB                    | Pasek zębaty                       |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Prowadzenie</b>    |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| KF                    | Prowadzenie na łożyskach kulkowych |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Rezerwa skoku</b>  |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| <b>Wózek</b>          |                                    |   |    |   |     |   |    |   |    |   |  |   |    |
| 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.

1. Configure Controller  
2. Configure Festo Motor  
3. Configure Linear Festo Axis  
4. Configuration Result

**Controller**  
Controller Type: **CMMS-AS-C4-3A-G2**  
Option Slot: **Empty**



**Motor**  
Motor Type: **EMMS-AS-55-M-L5-TM**  
Gear: **None**  
Brake: **No**



**Axis**  
Axis Type: **EGC-50-600-TB-KF-GK**  
Gearbox: **None**  
Parallel Mount: **No**



Help...
< Back
Finish
Cancel

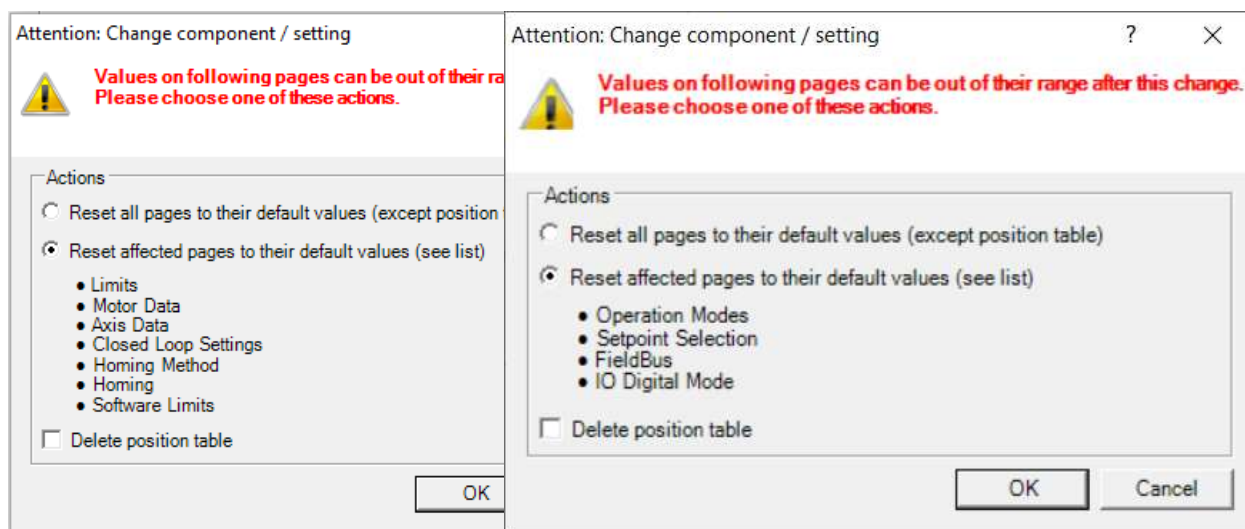
Rys. 3.10 Podsumowanie konfiguracji układu napędowego

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



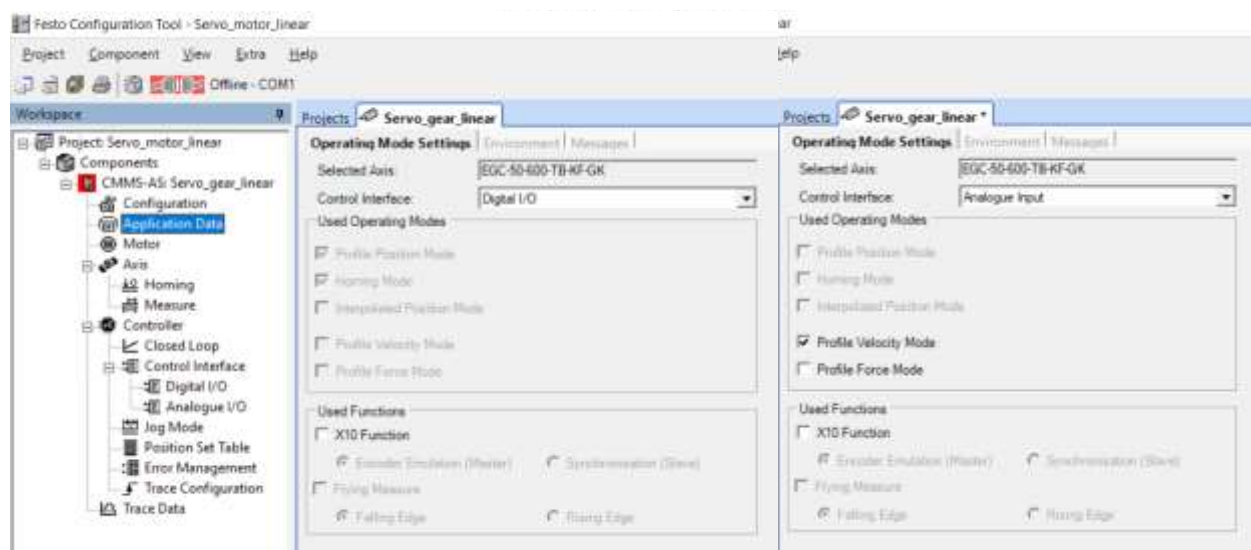
Rys. 3.11 Wprowadzone parametry konfiguracyjne układu napędowego

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 .

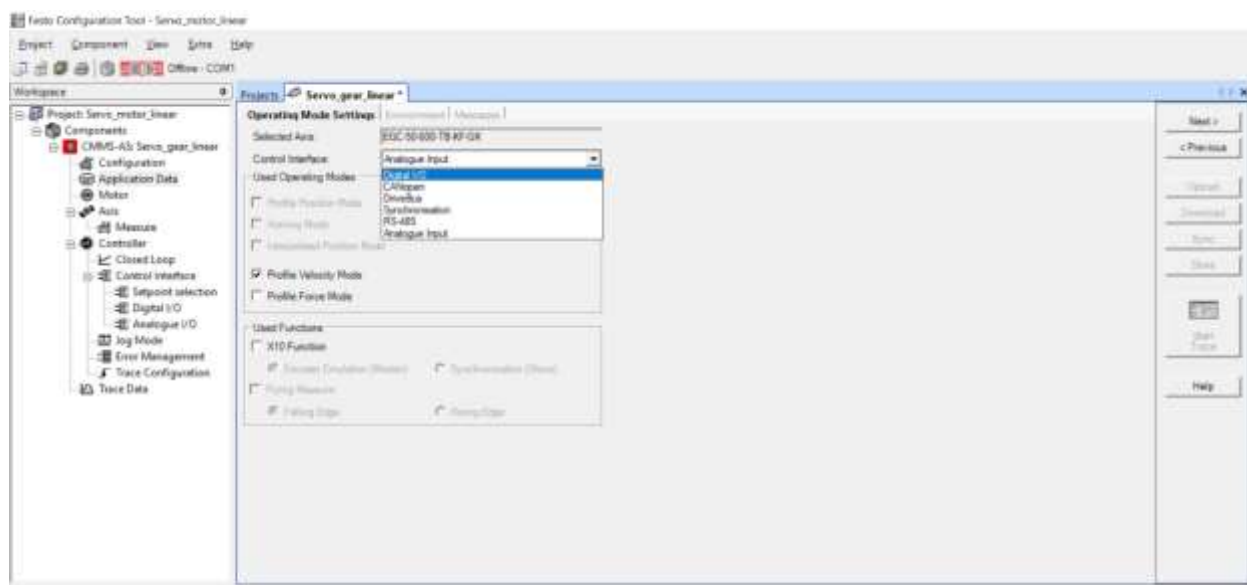


Rys. 3.13 Wybór sterowania cyfrowego lub analogowego

W zakładce Operating Mode Settings wybieramy sygnał sterujący. Z listy wyboru dostępne są opcje zdalnego sterowania poprzez złącza sieciowe i sterowanie bezpośrednio 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. 2.1 punkt 2) wybierzemy sterowanie wewnętrzne i sygnał analogowy to prędkość ustawiamy potencjometrem Ain0.

Funkcja [X10] załącza sterowanie Master/Slave.

Wybieramy sterowanie sygnałem cyfrowym, Rys. 3.14.



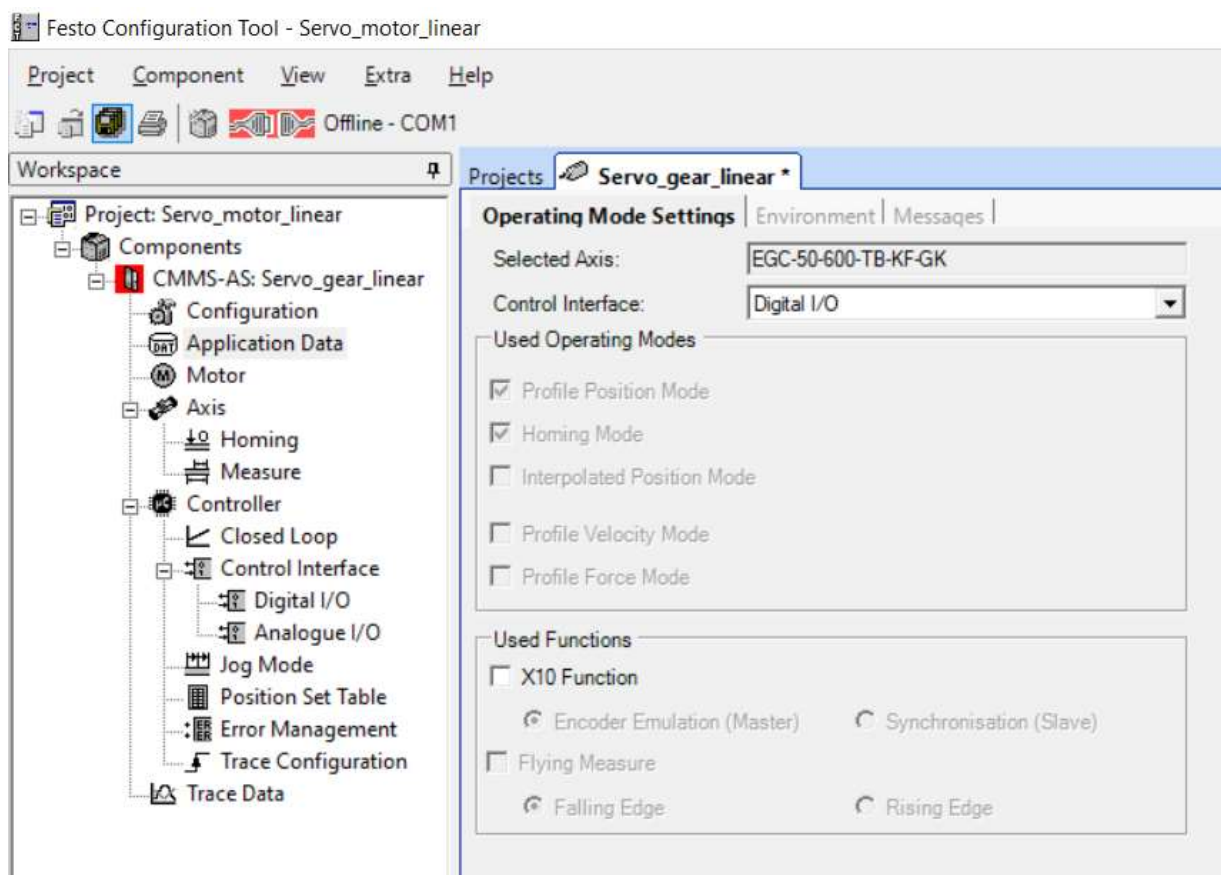
Rys. 3.14 Parametry sterowania punktu Control Interface

## 4. Programowanie przez FCT

Sterownik silnika servo wymaga programowania i połączenia z komputerem przez program FCT. Po przesłaniu programu do sterownika możliwa jest praca silnika servo 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 przez Download.

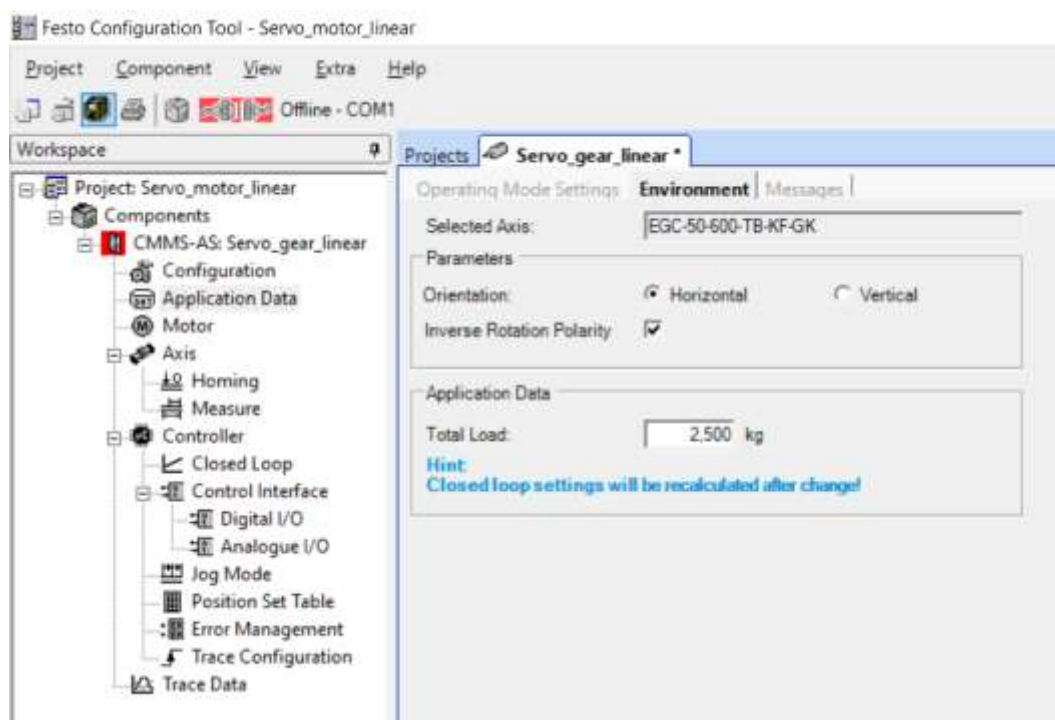
### 4.1 Programowanie przez FCT - pozycjonowanie

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

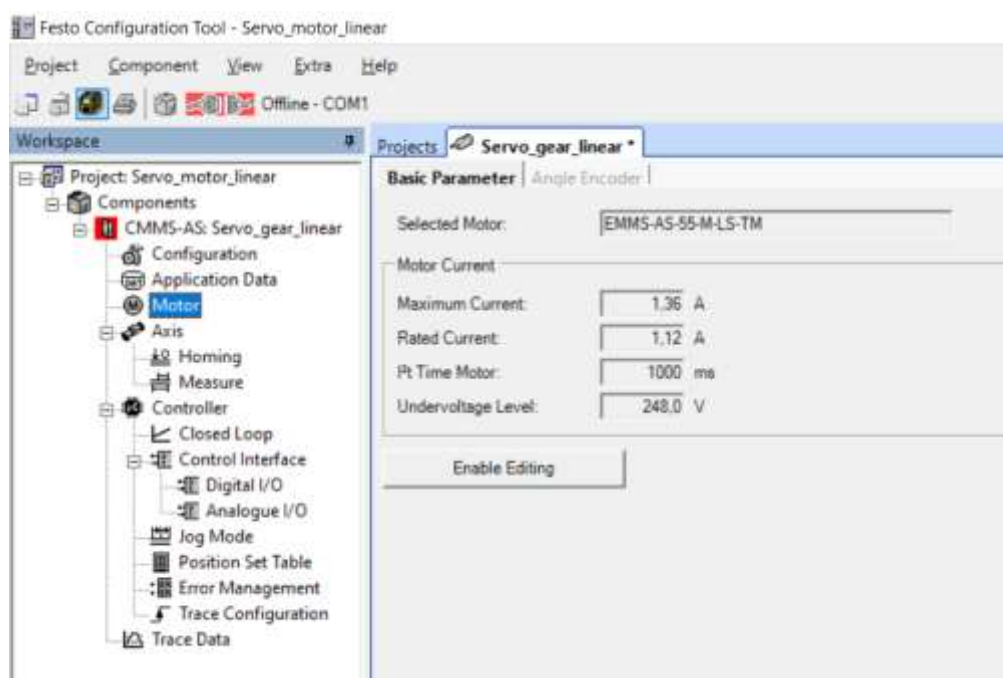
W zakładce Environment zaznaczamy odwrócony kierunek obrotów – Inverse Rotation Polarity, Rys. 4.2.



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 servo, w szczególności jest to prąd sterujący uzwojeniami silnika servo ustawiany przez sterownik. Duży moment bezwładności może przeciążać silnik servo. Silniki servo konstrukcyjnie generuje większy moment obrotowy od silnika krokowego. Z tego powodu jego zasilanie wynosi 230VAC.

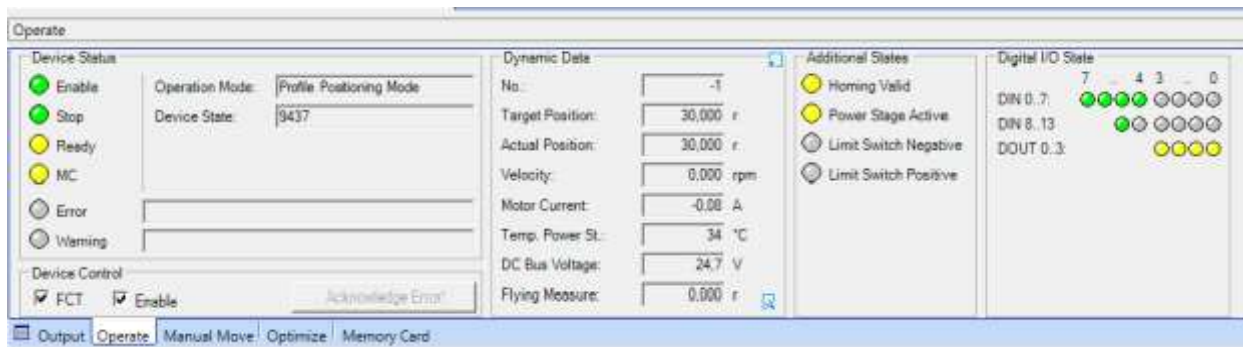
Przechodzimy kolejno do opcji silnika servo – Motor, pozostawiamy parametry domyślne, Rys. 4.3.



Rys. 4.3 Parametry domyślne prądu silnika servo w programie FCT

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

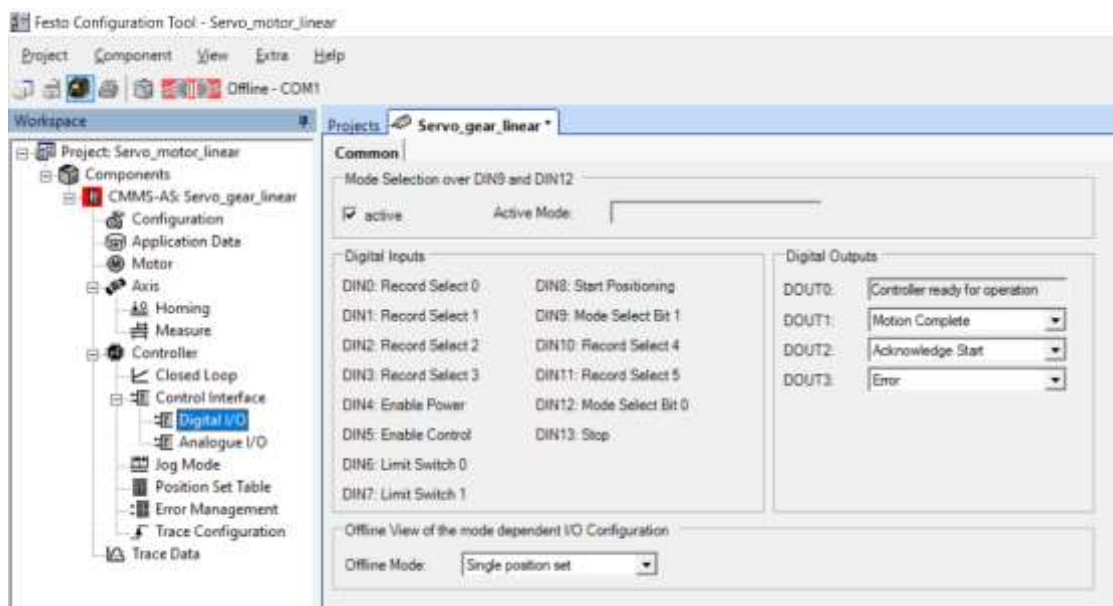
Po wgraniu programu do sterownika układ jest przygotowany do pracy. W celu załączenia układu do pracy ustawiamy przełącznik Power Enable i Controller Enable w pozycję włączony na panelu sterującym. Przechodzimy do programu FCT i zaznaczamy w oknie Operate opcję FCT i Enable, Rys. 4.4.



Rys. 4.4 Załączenie sterowania silnikiem krokowym z program FCT

Od danej chwili silnik servo 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 servo, których odczyt pozwala narysować charakterystyki silnika servo.

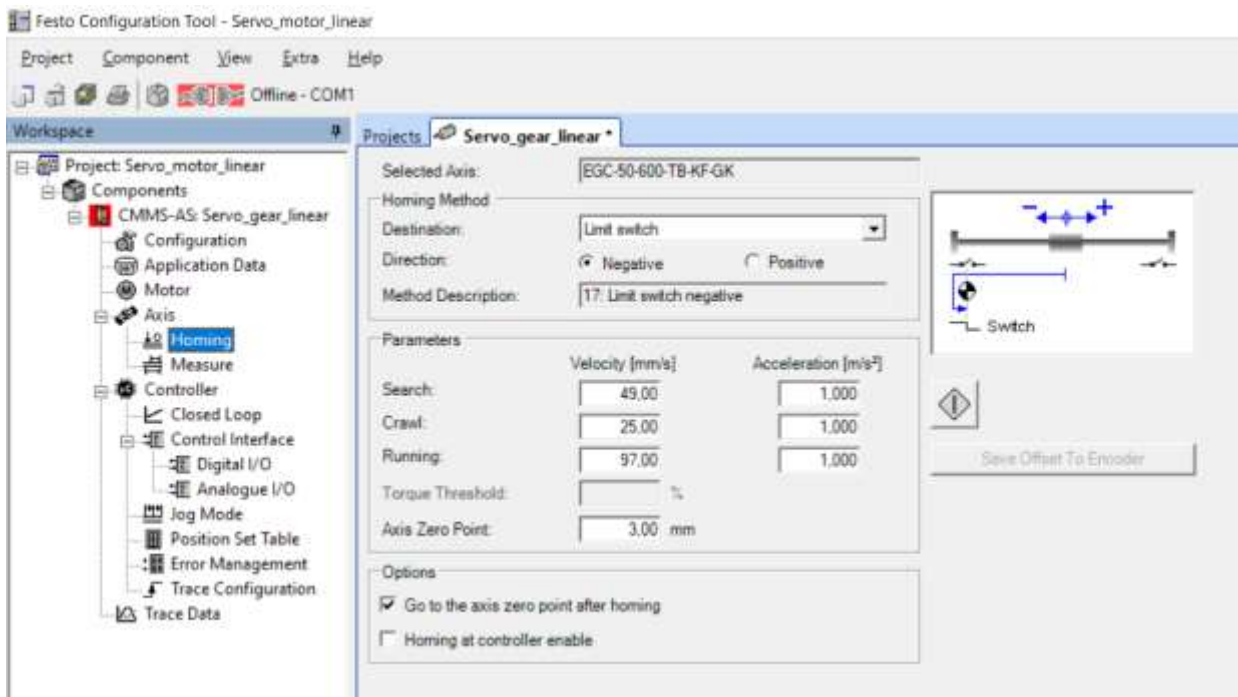
Znaczenie kontrolerek z okna Digital I/O State wyjaśnione jest w zakładce Digital I/O, Rys. 4.5.



Rys. 4.5 Zakładka Digital I/O w programie FCT

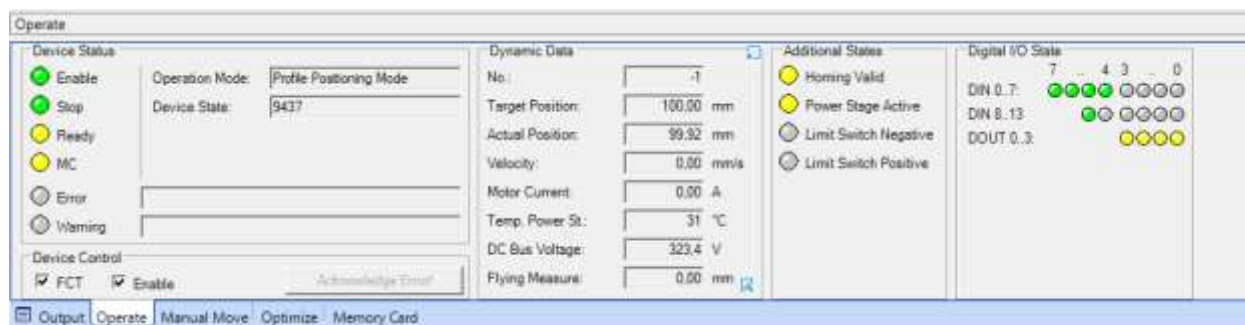
Homing czyli bazowanie jest pierwszym krokiem pracy w trybie pozycjonowania. Do obliczania kolejnych pozycji w układzie z silnikiem servo wymagany jest punkt referencyjny. Dla zapewnienia precyzyjnego pozycjonowania należy przeprowadzić procedurę najazdu na punkt referencyjny przed przejściem do normalnej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

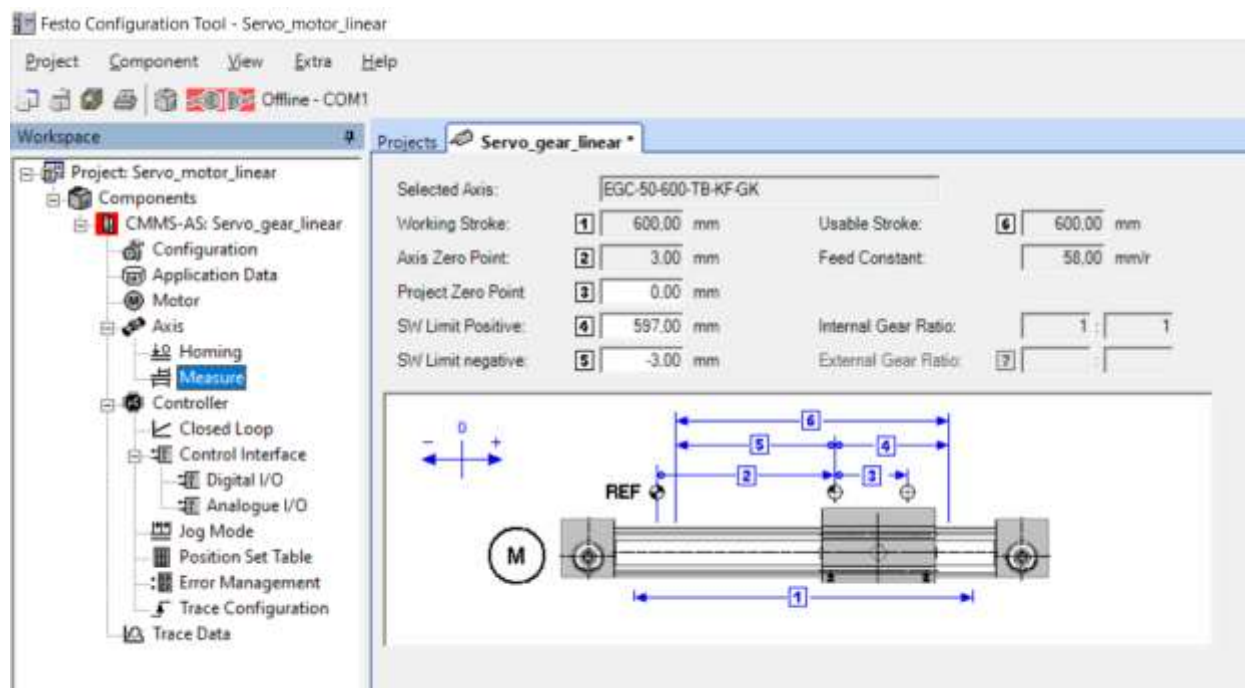
Przełącznik Stop na panelu sterującym ma być w pozycji On. Przy poprawnie załączonym układzie napędowym możemy najechać na punkt zerowy wciskając ikonę  bazowania. Okno Additional States podaje parametry przy włączonym pozycjonowaniu. Poprawnie wykonanie bazowanie załączy led Homing Valid, Rys. 4.7.



Rys. 4.7 Potwierdzenie poprawnie wykonanego pozycjonowania w programie FCT

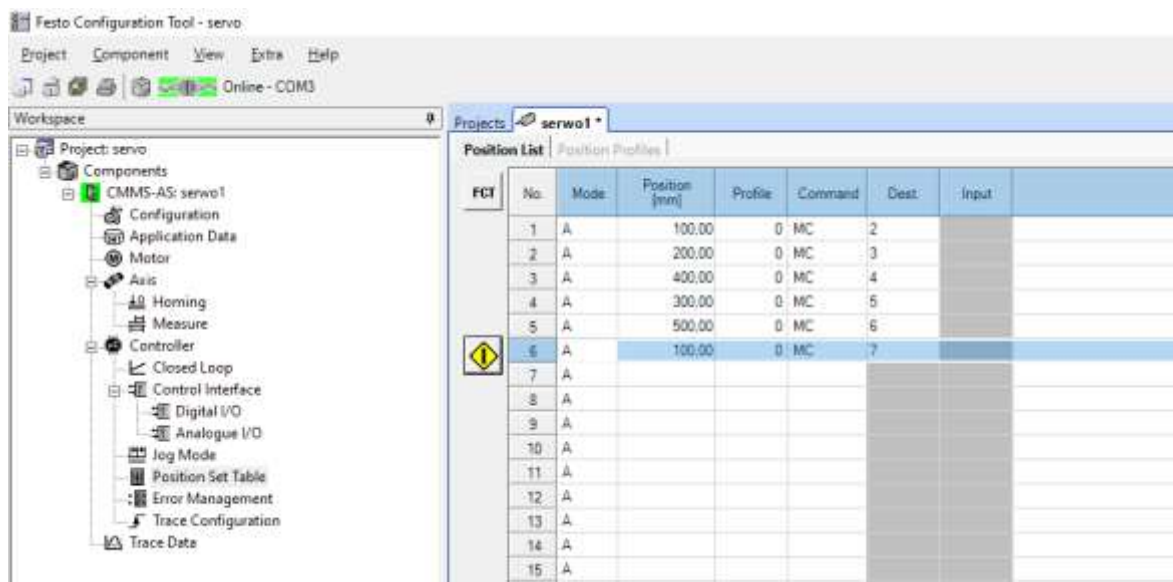
Bazowanie można wykonać inicjując go z panelu sterowania. Przełącznik wyboru rekordu ustawiamy w pozycje 0 i wymuszamy procedurę przełącznikiem Start. Wcześniej wyłączamy sterowanie z programu FCT.

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 ustawienie 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

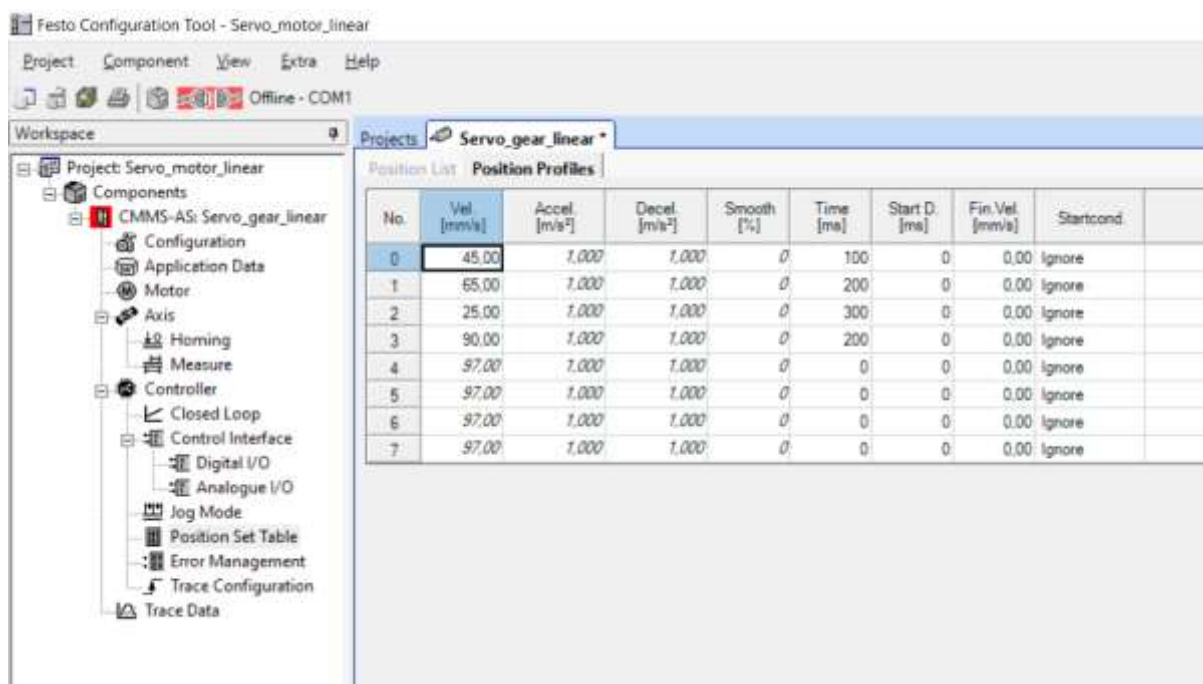
Kolumna Position[mm] zawiera przesunięcie obliczane według trybu Mode.

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.

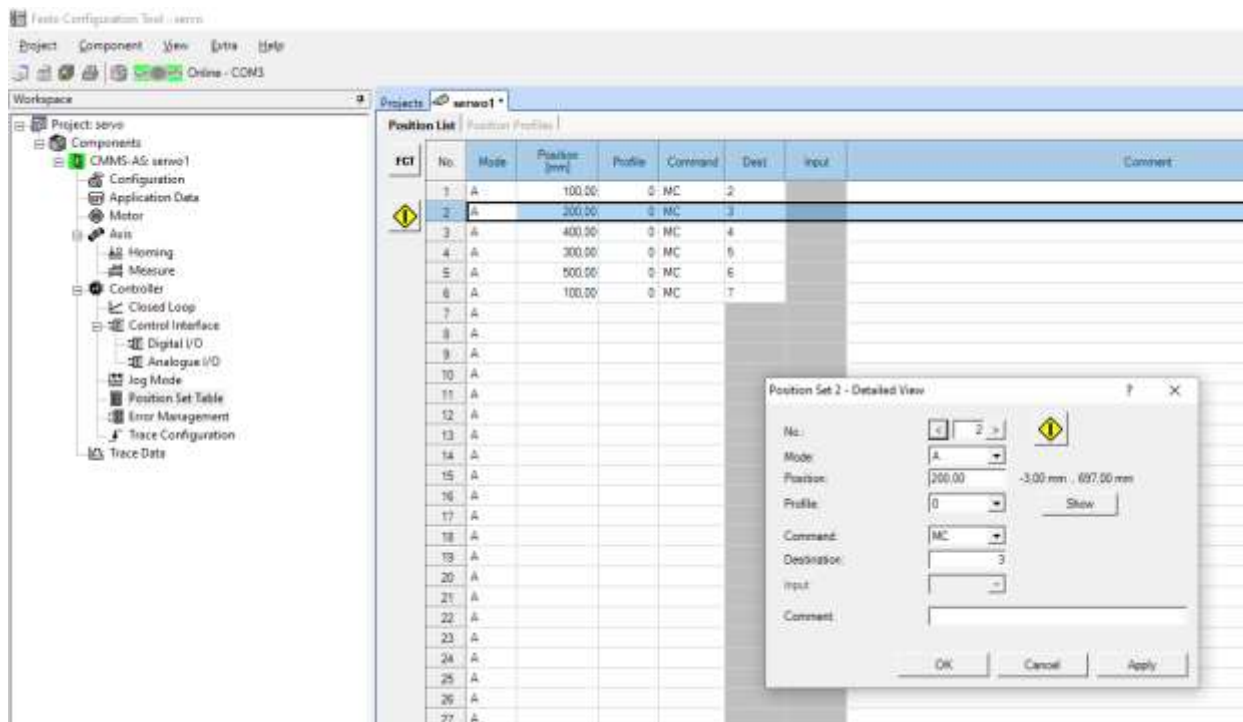
Kolumna Profile określa parametry ruchu normalnie dostępne w zakładce Position Profile, Rys. 4.10.



| No. | Vel [mm/s] | Accel [m/s²] | Decel [m/s²] | Smooth [%] | Time [ms] | Start D. [ms] | Fin. Vel. [mm/s] | Startcond. |
|-----|------------|--------------|--------------|------------|-----------|---------------|------------------|------------|
| 0   | 45,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 100       | 0             | 0,00             | ignore     |
| 1   | 65,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 200       | 0             | 0,00             | ignore     |
| 2   | 25,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 300       | 0             | 0,00             | ignore     |
| 3   | 90,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 200       | 0             | 0,00             | ignore     |
| 4   | 97,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 0         | 0             | 0,00             | ignore     |
| 5   | 97,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 0         | 0             | 0,00             | ignore     |
| 6   | 97,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 0         | 0             | 0,00             | ignore     |
| 7   | 97,00      | 1,000        | 1,000        | 0          | 0         | 0             | 0,00             | ignore     |

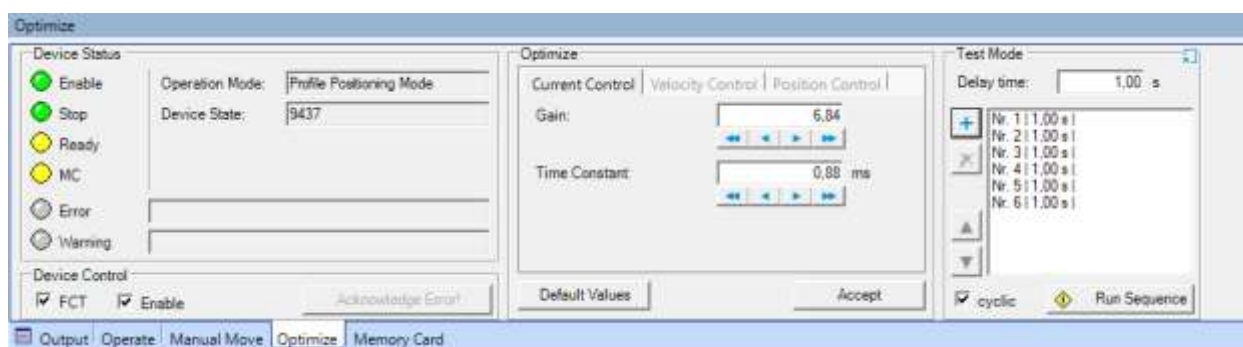
Rys. 4.10 Tablica rekordów z określeniem parametrów ruchu w programie FCT

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

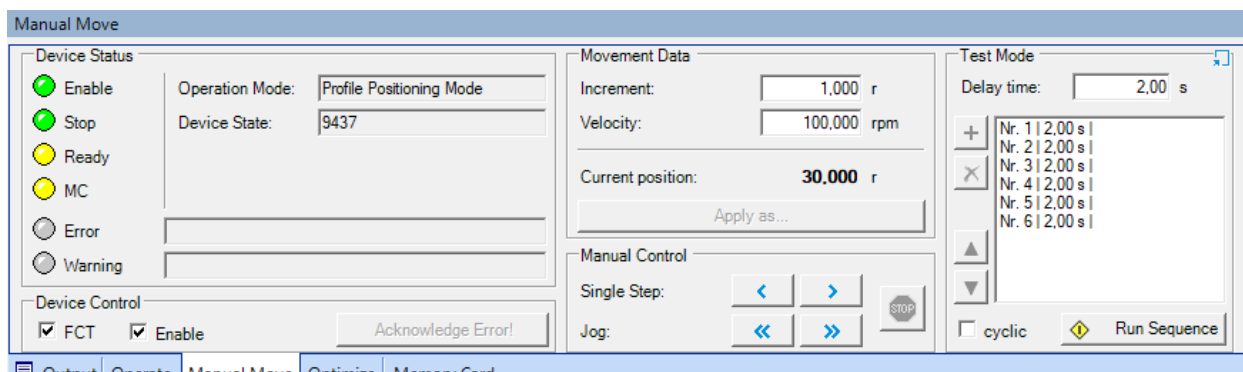
Wykonywanie sekwencyjne rekordów ustawia się i realizuje w oknie i zakładce Optimize, Rys. 4.12.



Rys. 4.12 Sekwencyjna realizacja rekordów w programie FCT

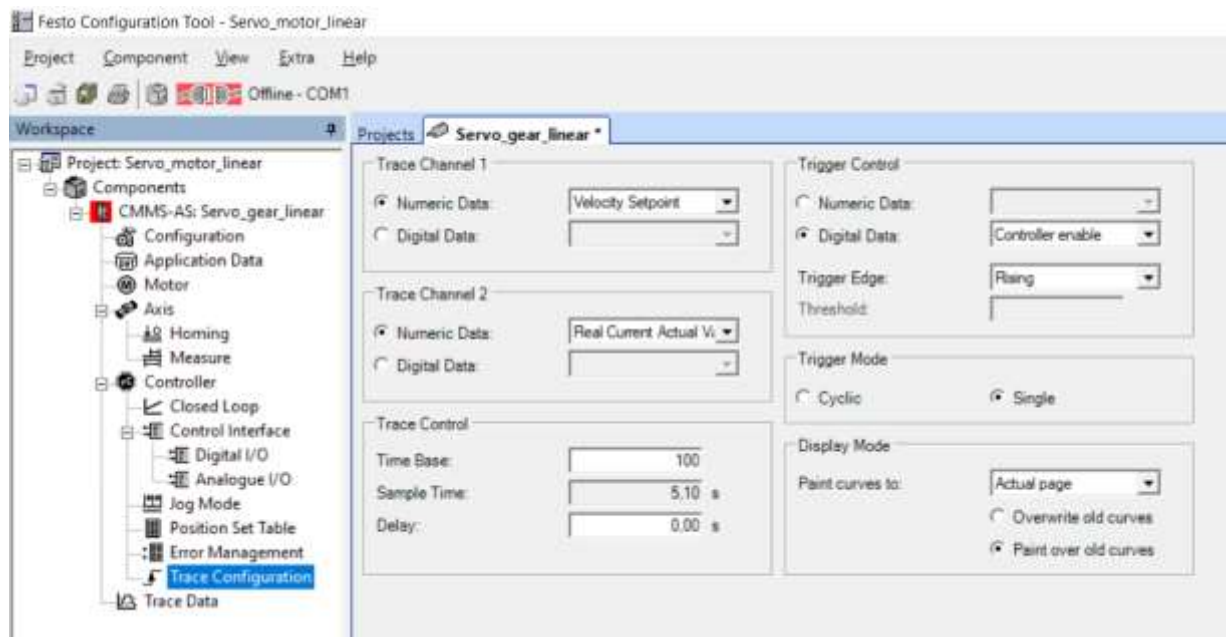
Do okna Test Mode przenosimy pozycje rekordów z tablicy kroków, to jest zaznaczamy rekord w tablicy kroków i naciskamy przycisk plus w trybie testowym. Kolejność nie musi się pokrywać z tablicą rekordów. Dla każdego kroku można przetestować nastawy regulatora PI lub wprowadzić nastawy domyślne – zakładka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

Zapis rekordów w tablicy pozycji można wprowadzać najężdżając ręcznie na pozycje, Rys. 4.13.



Rys. 4.13 Ręczne najężdżanie na pozycję w programie FCT

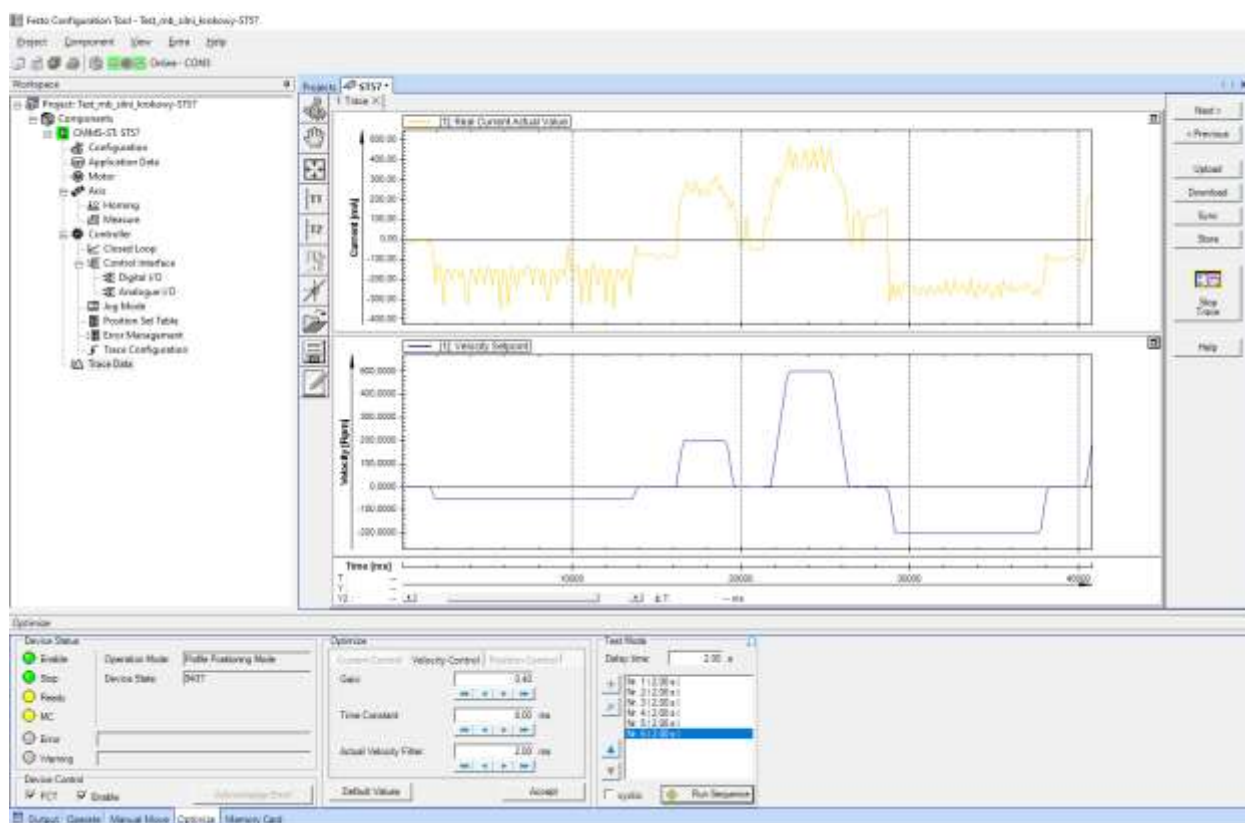
Sekwencję pozycjonowania można zarejestrować na wykresie graficznym. Program FCT umożliwia automatyczną rejestrację parametrów dynamicznych silnika servo. W tym celu otwieramy zakładkę Trace Configuration, Rys. 4.14.



Rys. 4.14 Parametry rejestracji wykresu graficznego w programie FCT

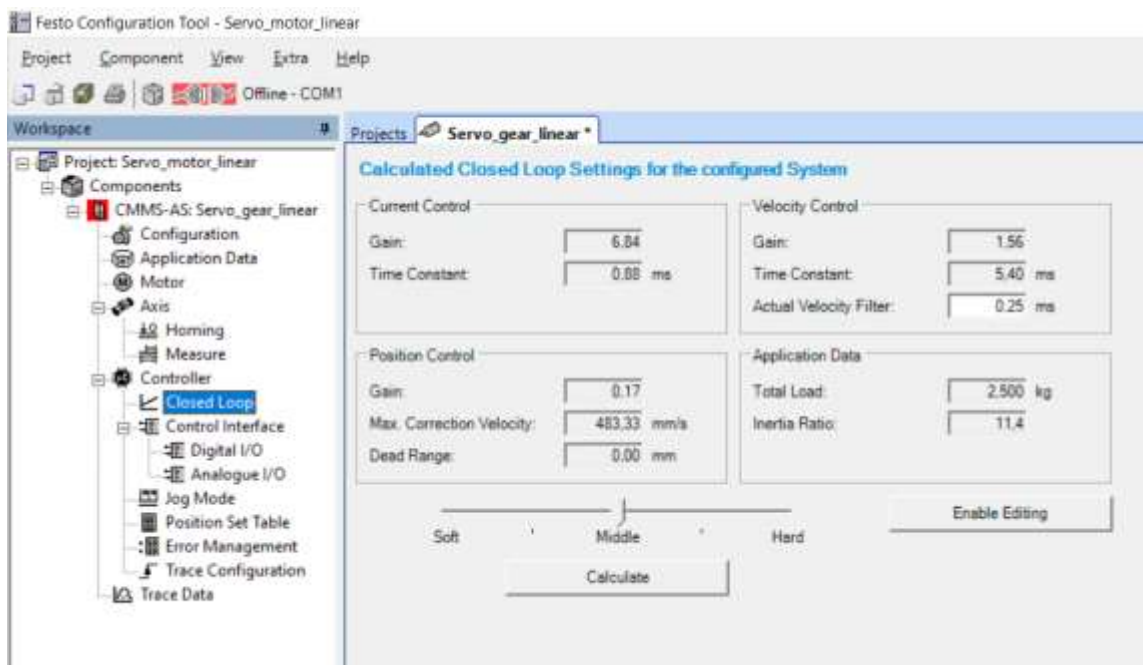
Program rejestruje dwa kanały, dla kanału pierwszego ustawiamy prędkość zadaną, a dla kanału drugiego jest prąd pobierany przez silnik servo. Wydłużamy czas rejestracji np. do 40s, start rejestracji dla włączonego sterownika oraz rejestrację na aktualnej stronie z dodawaniem kolejnych pomiarów.

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



Rys. 4.15 Rejestracja danych w programie FCT

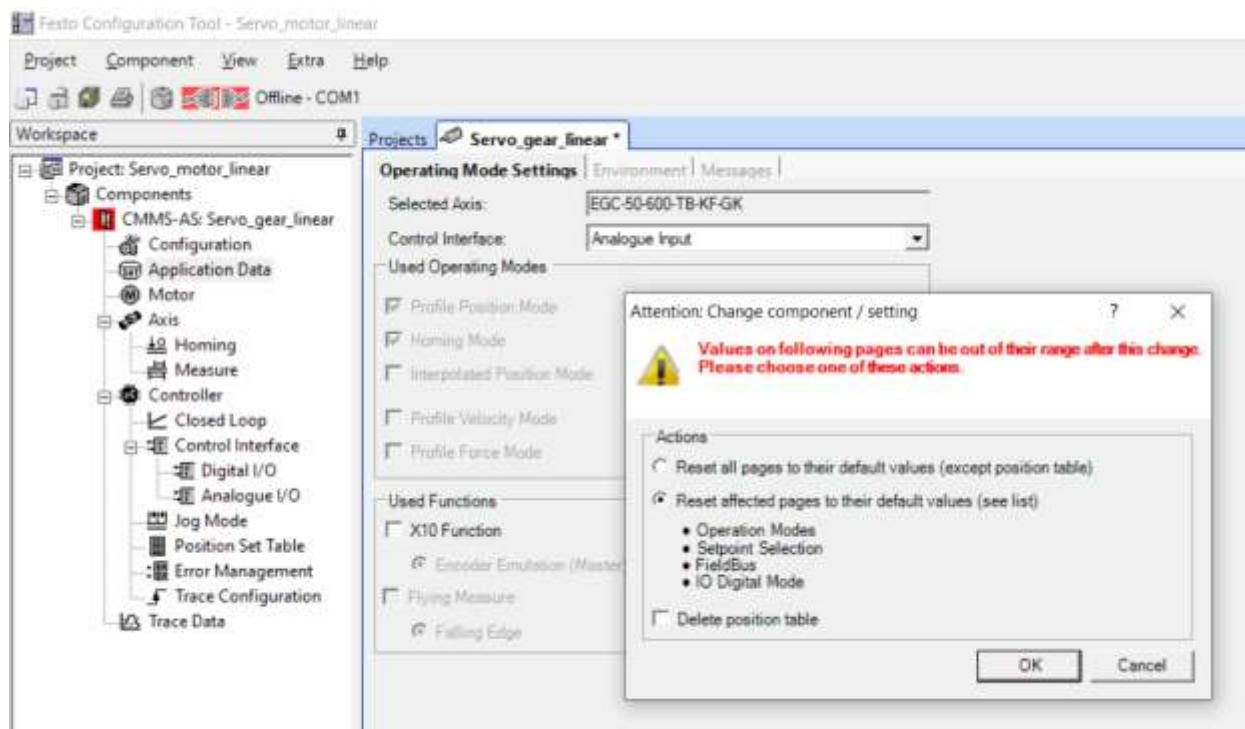
Rejestrację załącza się w odpowiedniej sekwencji. W Device Status wyłączamy Enable, załączamy Start Trace i klikamy Enable. Wykres zostanie wykreślony po upływie czasu rejestracji lub po własnym zatrzymaniu. Na uwagę zasługuje okienko Optimize, gdzie możemy zmieniać nastawy regulatora PI w tym procesie. 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

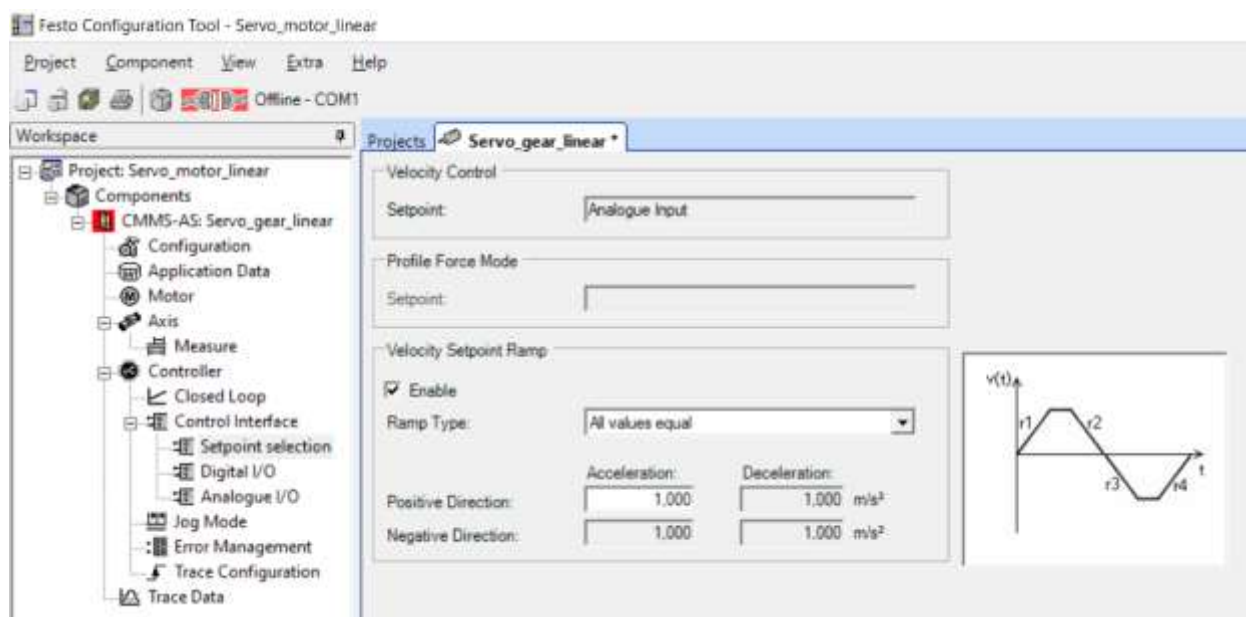
## 4.2 Programowanie przez FCT - prędkość obrotowa

W regulacji prędkości obrotowej silnika servo wskazane jest wybranie opcji zmiana sterowania. Klikamy Application Data i w zakładce programu Operating Mode wybieramy sygnał Analogue Input, Rys. 4.17.



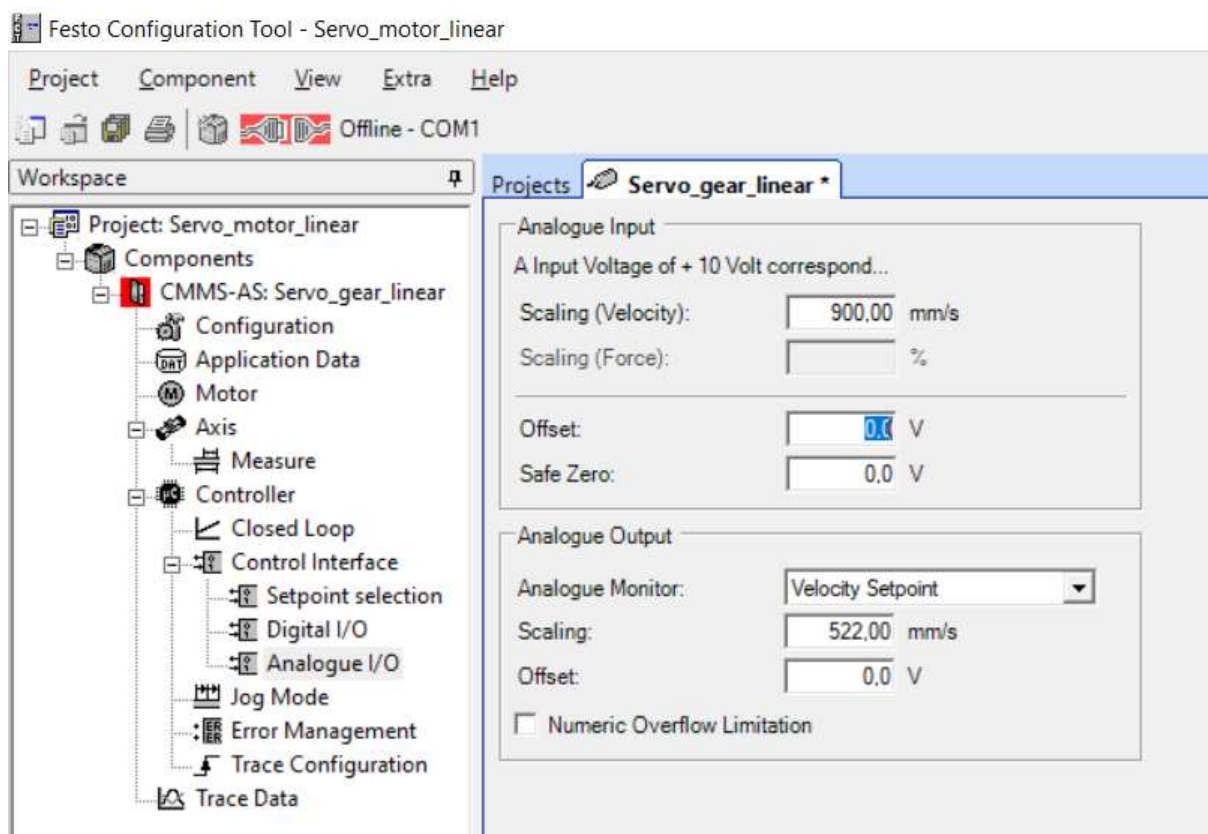
Rys. 4.17 Włączenie sterowania prędkością, sygnał analogowy

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



Rys. 4.18 Parametry sterowania prędkością w dwóch kierunkach

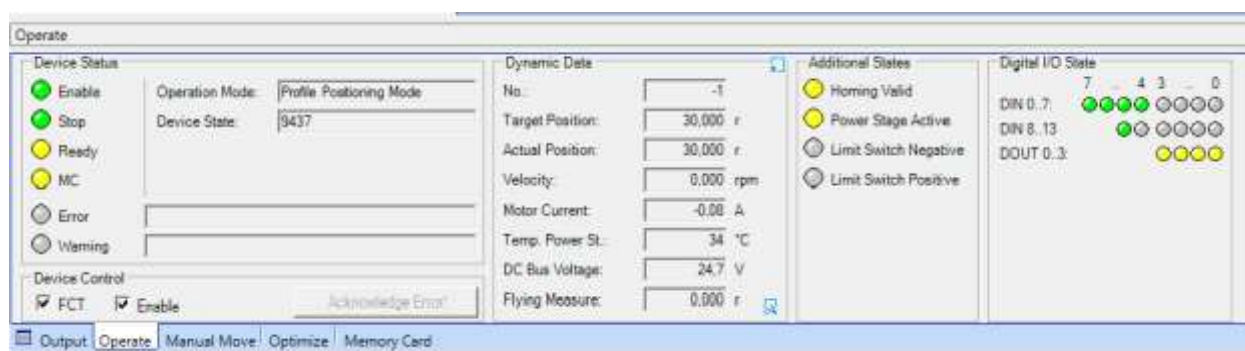
W punkcie Analogue I/O przypisujemy funkcję do wejścia analogowego, Rys. 4.19.



Rys. 4.19 Określenie prędkości ruchu w programie FCT

Parametr Scaling odpowiada za wartość zadaną prędkości obrotowej silnika servo dla sygnału analogowego +10V wprowadzany potencjometrem Ain0 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



Rys. 4.20 Praca napędu w trybie prędkości zadanej

Od danej chwili silnik servo pracuje z zadaną prędkością obrotową ustawianą na potencjometrze Ain0 łącznie ze zmianą kierunku obrotów. 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 servo, których odczyt pozwala narysować charakterystyki silnika servo albo łączyć się rejestrację.

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

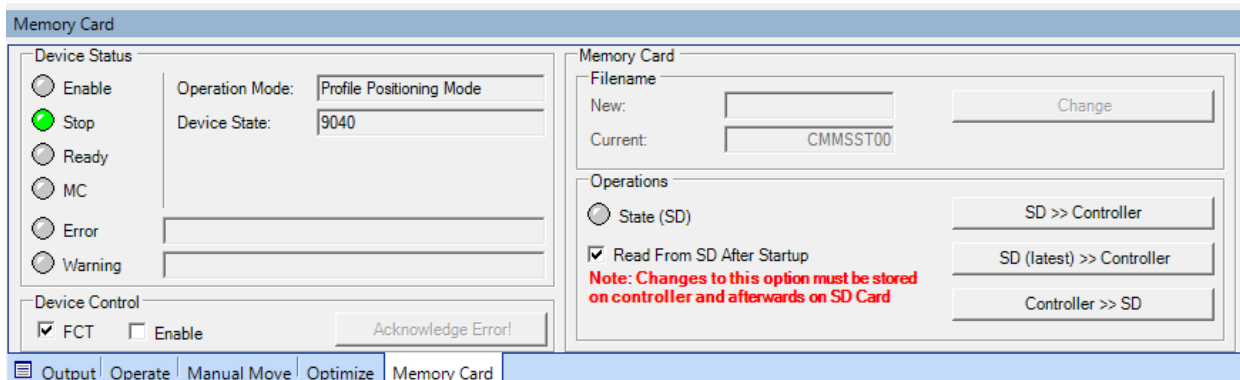
1. Upload - odczyt programu ze sterownika,
2. Download - zapis programu do sterownika, do pamięci operacyjnej,
3. Synchronisation - ustawienie synchronizacji danych w programie ze sterownikiem,
4. Store - zapis programu do pamięci trwałej sterownika.



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 servo, zarejestrować i wydrukować,
- Wprowadzić zadane pozycje do tablicy rekordów, wykonać je z panelu sterującego,
- Wykonać sterowanie prędkościowe silnika servo, zarejestrować i wydrukować,
- Wykonać sprawozdanie z wnioskami.

## Spis ilustracji

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rys. 1.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem servo .....   | 4  |
| Rys. 2.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem .....                              | 5  |
| 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 servo w programie FCT .....                    | 10 |
| Rys. 3.3 Przejście do konfiguracji programu FCT .....                            | 11 |
| Rys. 3.4 Wybór sterownika silnika sero w programie FCT .....                     | 11 |
| Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo .....                               | 12 |
| Rys. 3.6 Parametry silnika servo .....                                           | 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 Parametry domyślne prądu silnika servo 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 Parametry sterowania prędkością w dwóch kierunkach .....               | 26 |
| Rys. 4.19 Określenie 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 |