

## Instrukcja ćwiczenia

Ćwiczenie nr	51
Temat :	<b>Programowanie silnika servo</b>
Stanowisko laboratoryjne	<b>Napędy elektryczne - silnik servo przekładnia obrotowa</b>
Opracował :	A. Mielewczyk

# Instrukcja ćwiczenia nr 51

**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 regulacji prędkości i pozycjonowania za pomocą programu **FCT – Festo Configuration Tool** v.1.2.1.3 z przekładnią obrotową.

## **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 obrotowa.

## **5. Sprawozdanie z ćwiczenia:**

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

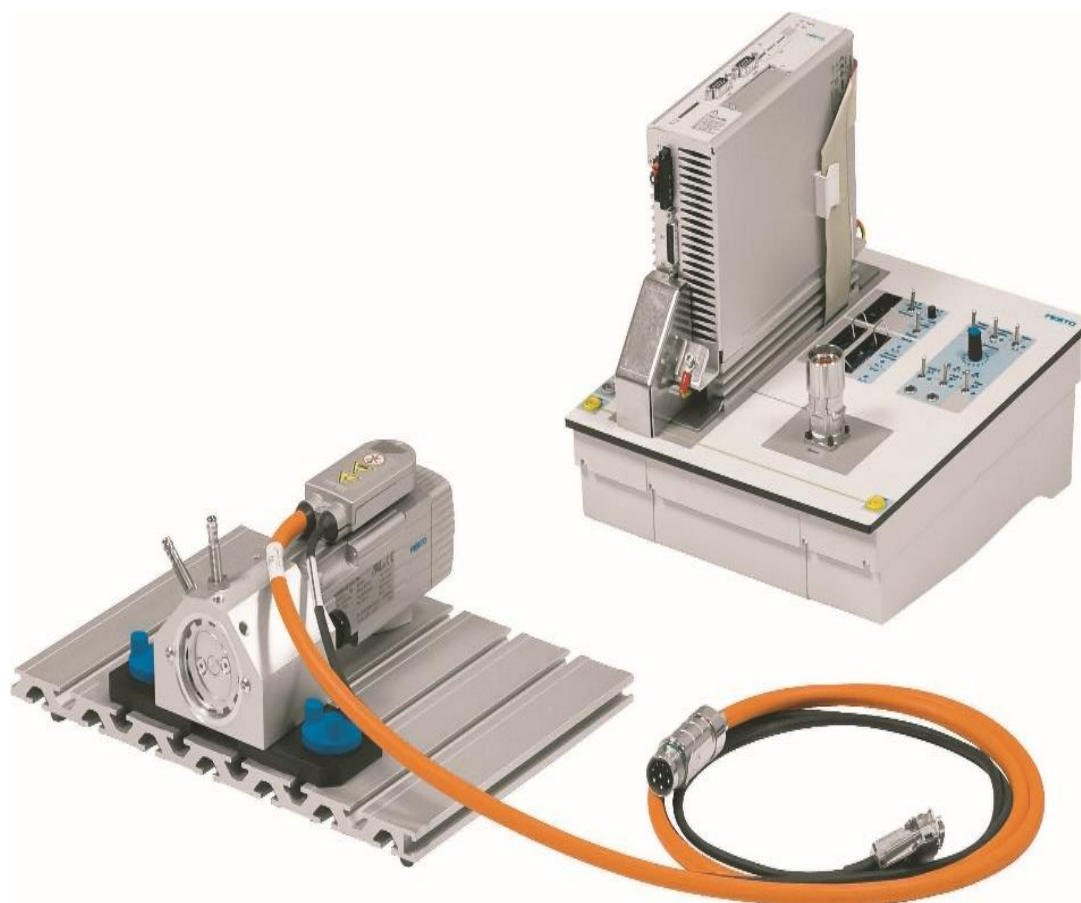
## Spis treści

Instrukcja ćwiczenia nr 51 .....	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 - prędkość obrotowa .....	17
4.2 Programowanie przez FCT - pozycjonowanie.....	22
5. Przebieg ćwiczenia .....	28

# Silnik Servo

## Konfiguracja i sterowanie







### 1. Wprowadzenie



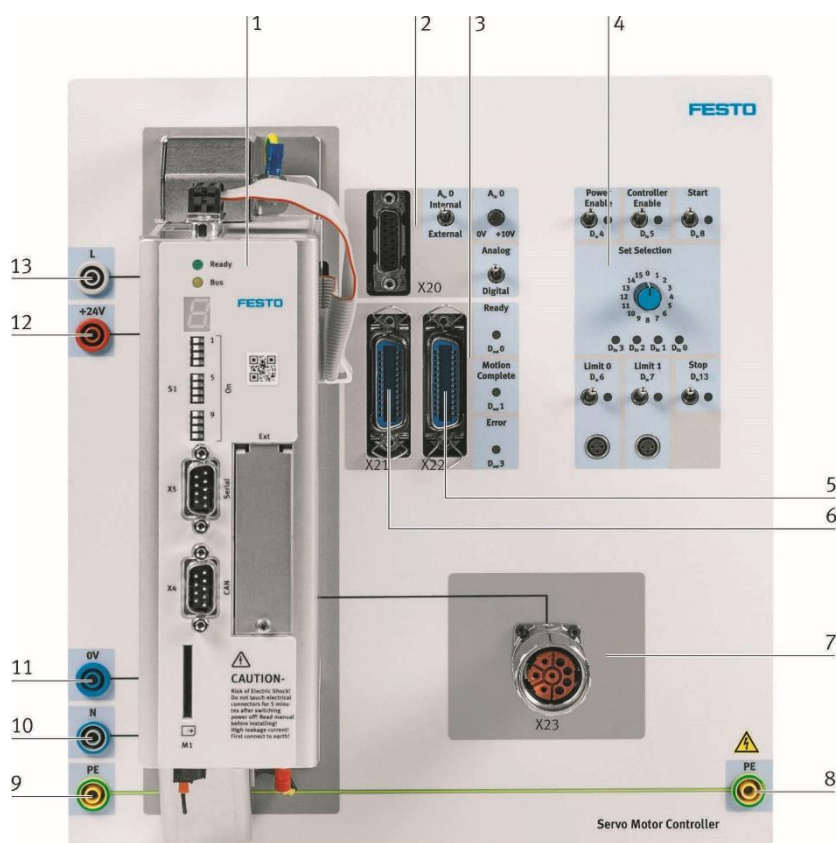
Rys. 1.1 Elementy stanowiska dydaktycznego – sterownik z silnikiem servo

Z podanych komponentów należy zbudować układ z silnikiem servo, Rys. 1.1. W tym celu podłączamy zasilanie do układu oraz łączymy sterownik silnika z silnikiem servo, napęd obrotowy oraz czujniki krańcowe.

**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

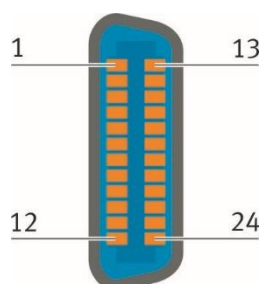


Rys. 2.1 Panel sterujący wraz ze sterownikiem

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

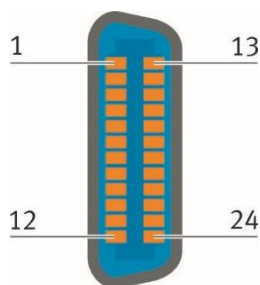
## 2.1 Przydzielanie terminali interfejsu cyfrowego SysLink [X21]



**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 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]

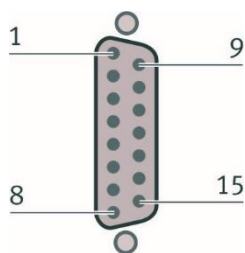


**Tabela 2.3 Opis pinów interfejsu cyfrowego SysLink[X22]**

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” 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)

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

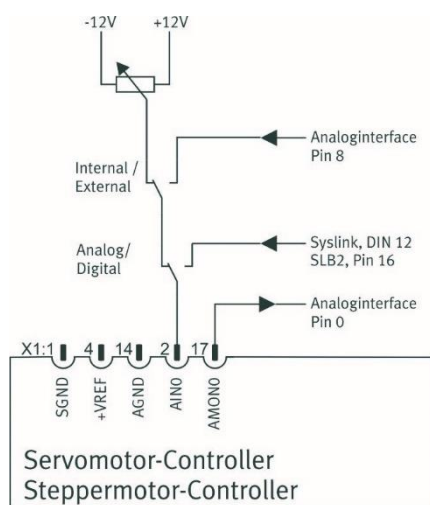
## 2.3 Przydział zacisków dla interfejsu analogowego [X20]



**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		

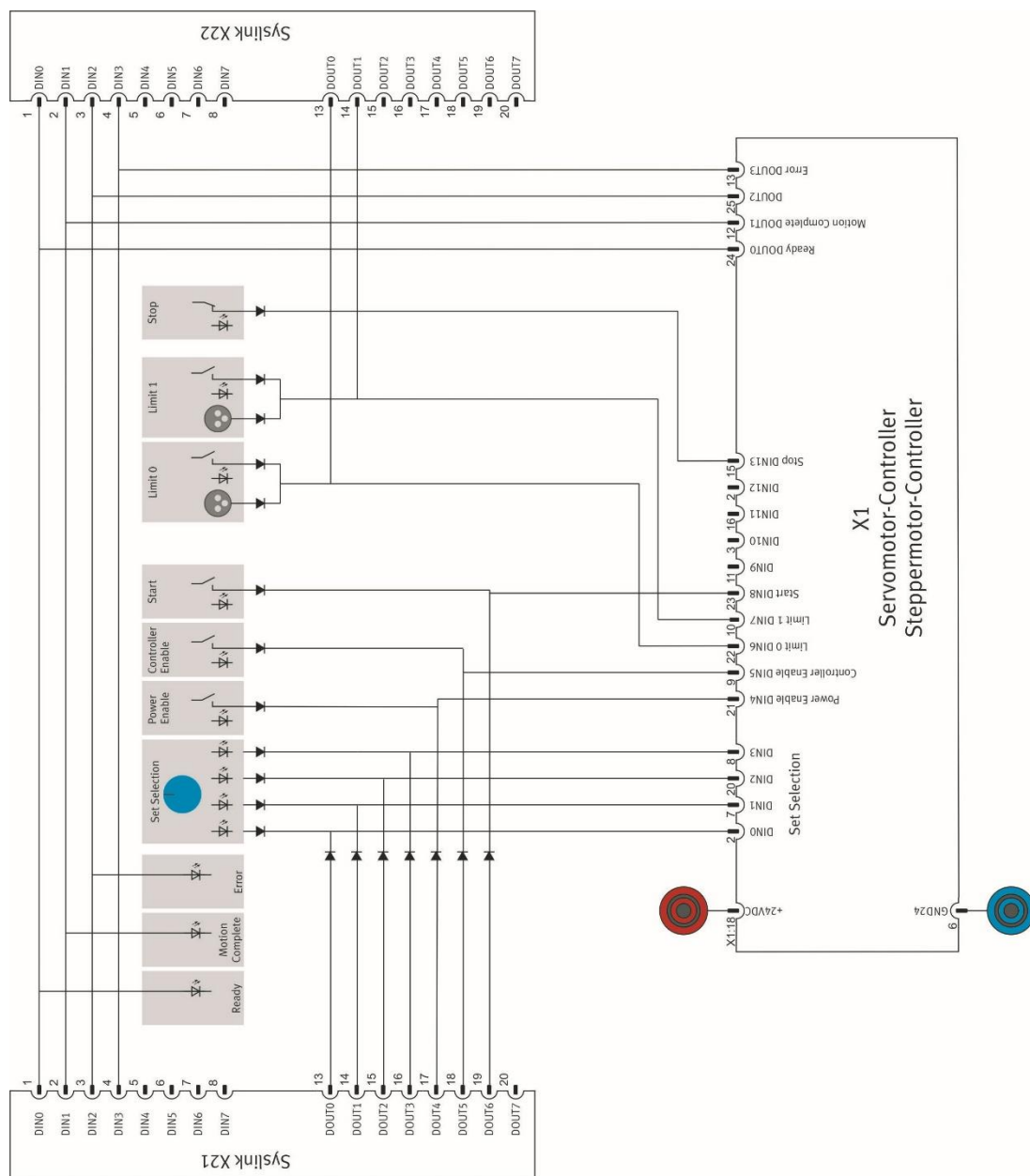
Podłączanie sygnałów analogowych na panelu sterującym przedstawia Rys. 2.2.



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 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]

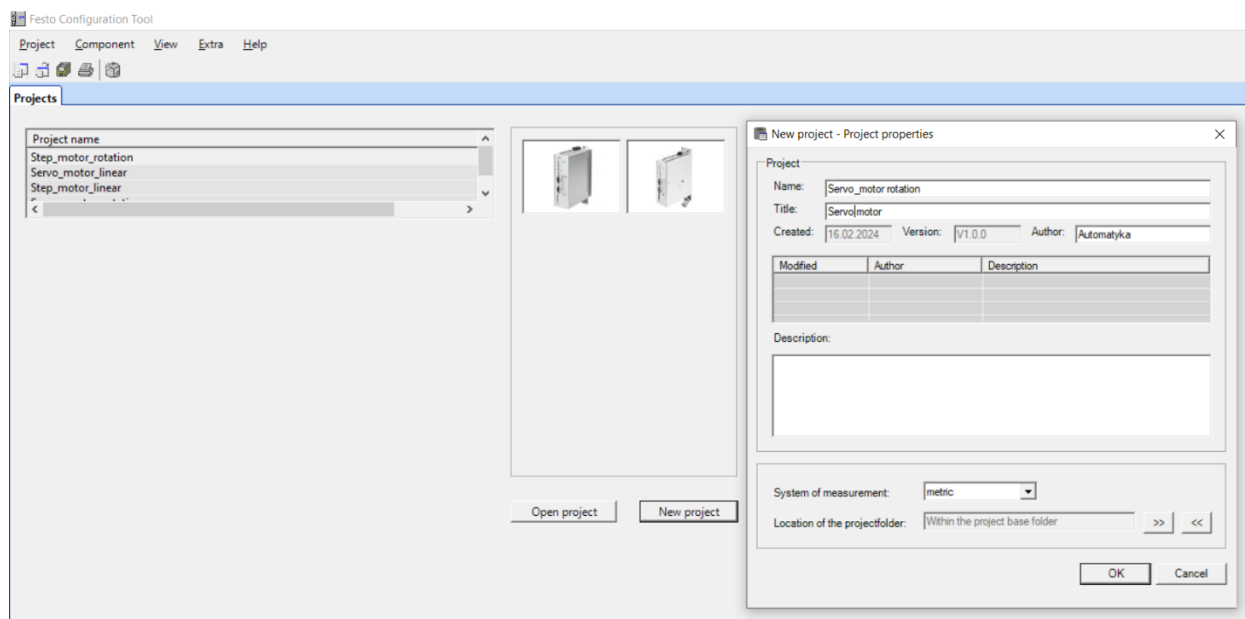
**Uwaga: do ustalenia pozycji krańcowych można wykorzystać czujniki lub przełączniki sygnału**

- 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**

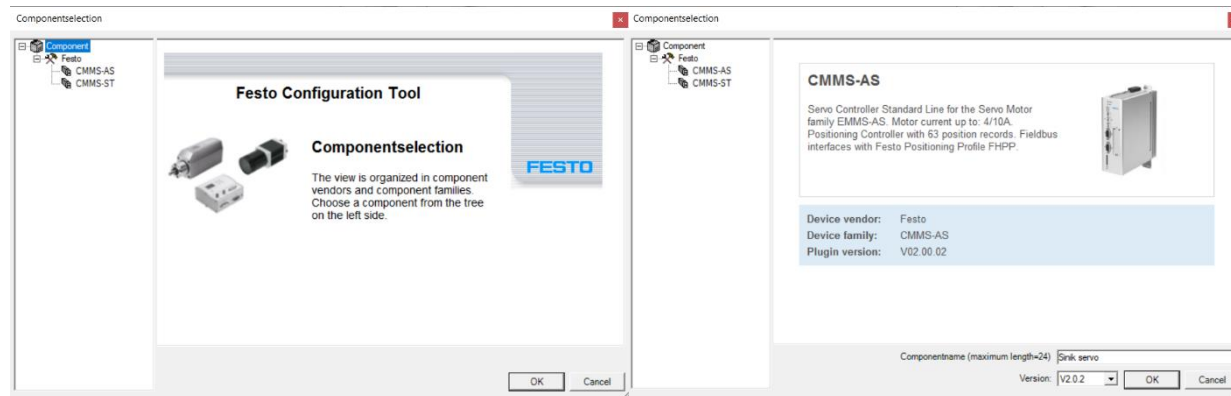
### 3. Zakładanie projektu w programie FCT

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-AS, Rys. 3.2.



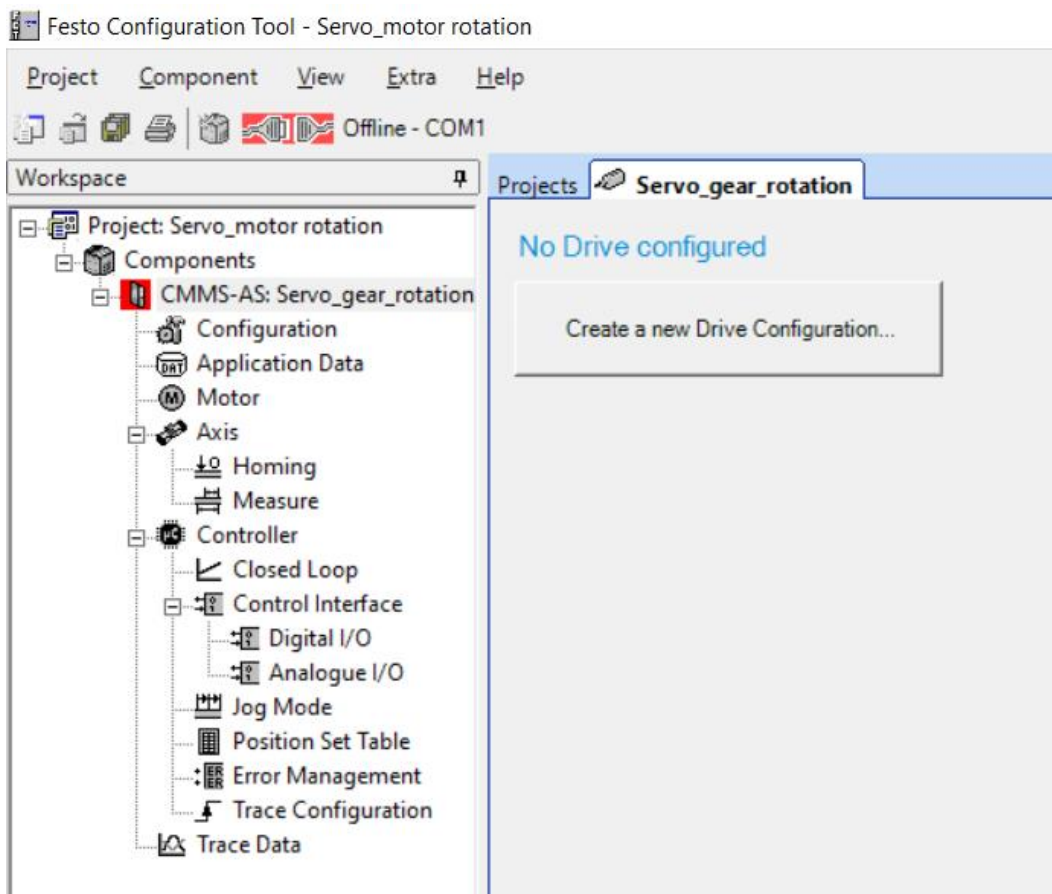
Rys. 3.2 Wybór sterownika silnika servo w programie FCT

**Tabela 3.1 Parametry stanowiska ze silnikiem sevo**

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	Niestandardowa oś obrotu

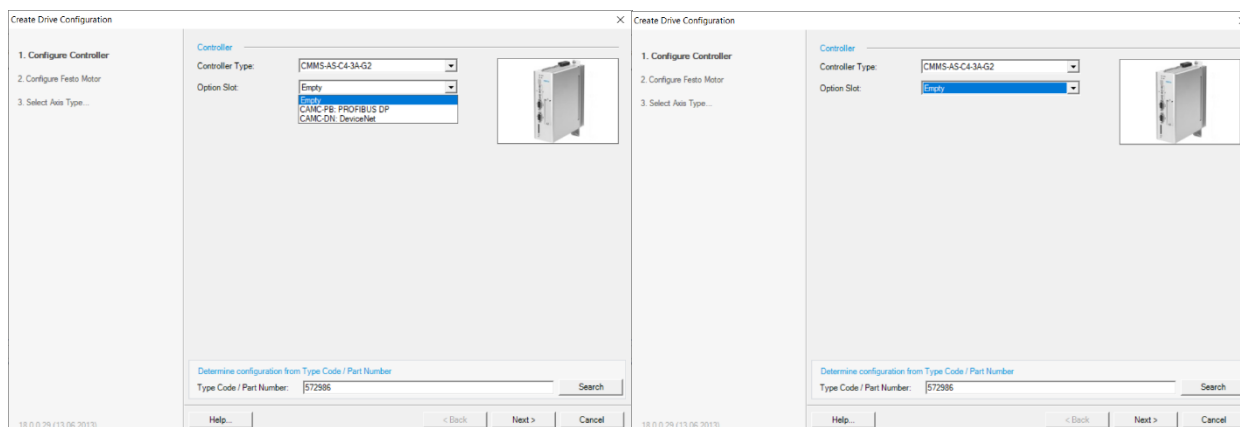
Obszar pozycjonowania	10 000 [obr] lub nielimitowany
Typ wyłącznika krańcowego	NC – normalnie zamknięty

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



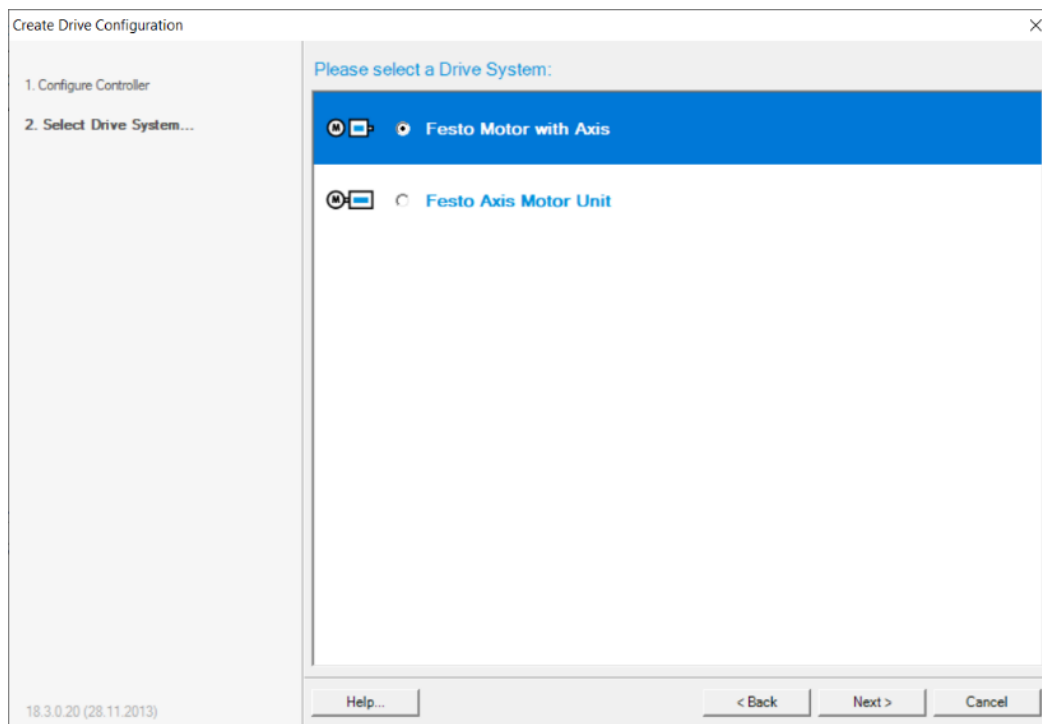
Rys. 3.3 Przejście do konfiguracji programu FCT

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



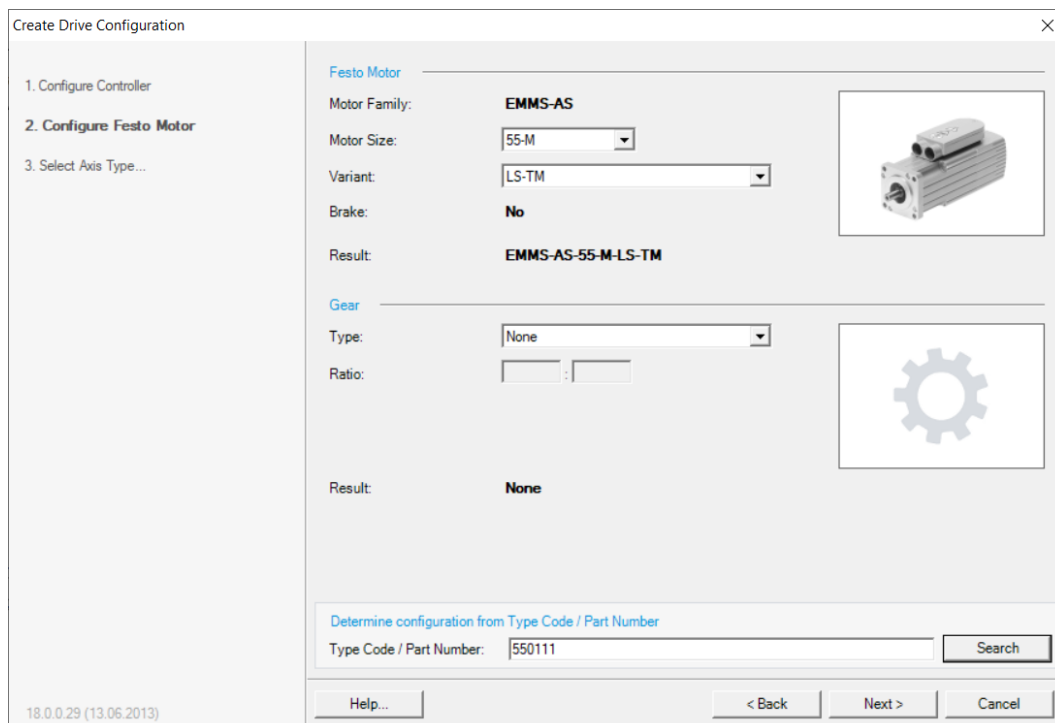
Rys. 3.4 Wybór sterownika silnika servo w programie FCT

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



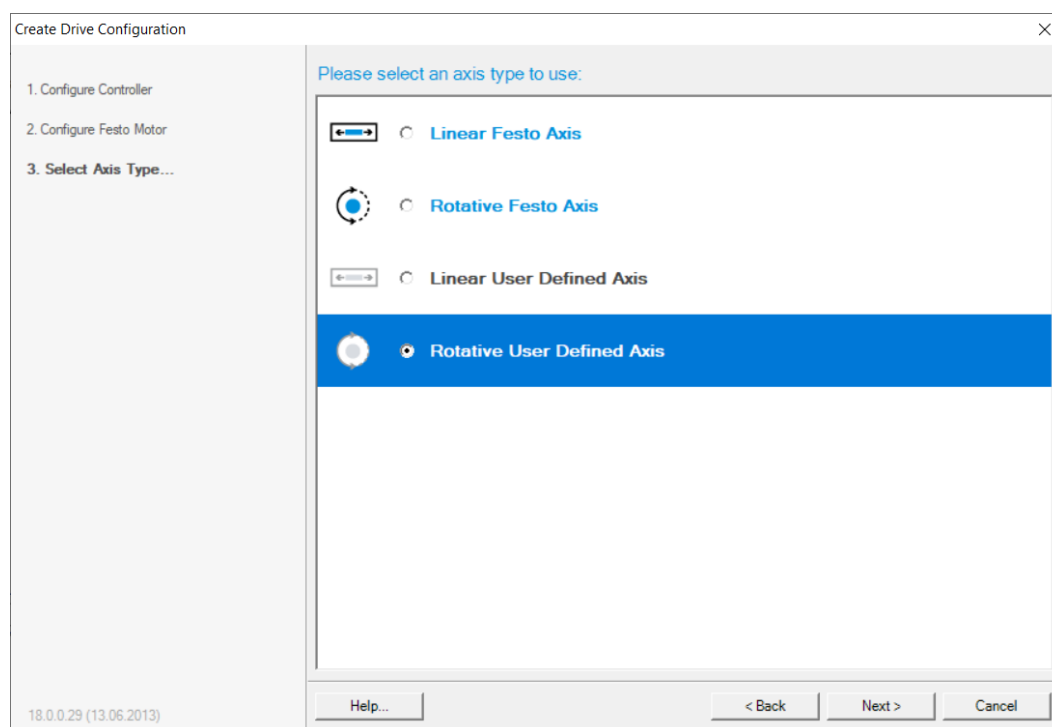
Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo

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



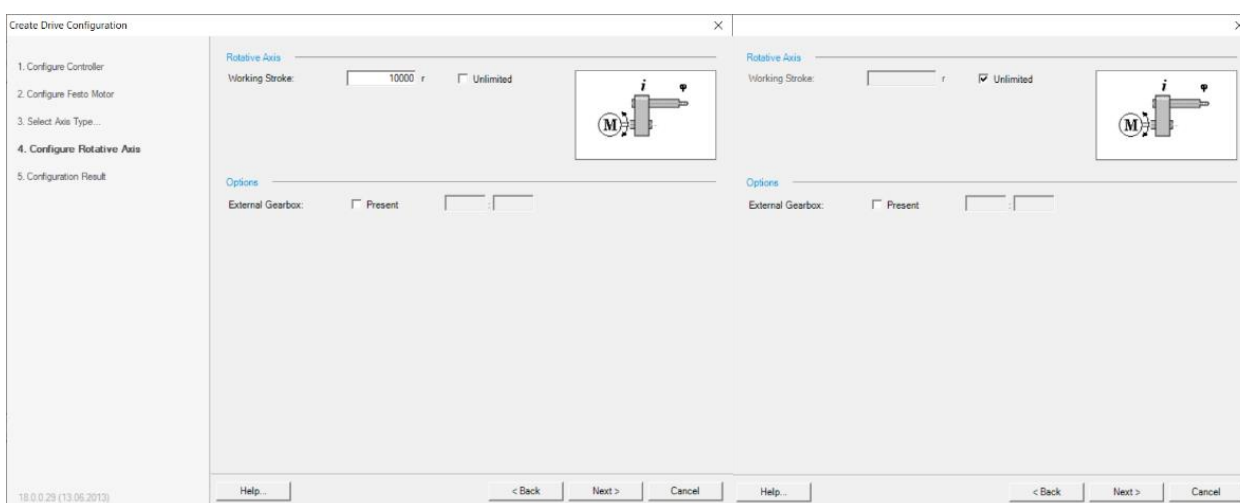
Rys. 3.6 Parametry silnika sero

W kolejnym kroku wybieramy odbiornik w formie osi obrotowej, Rys. 3.7.



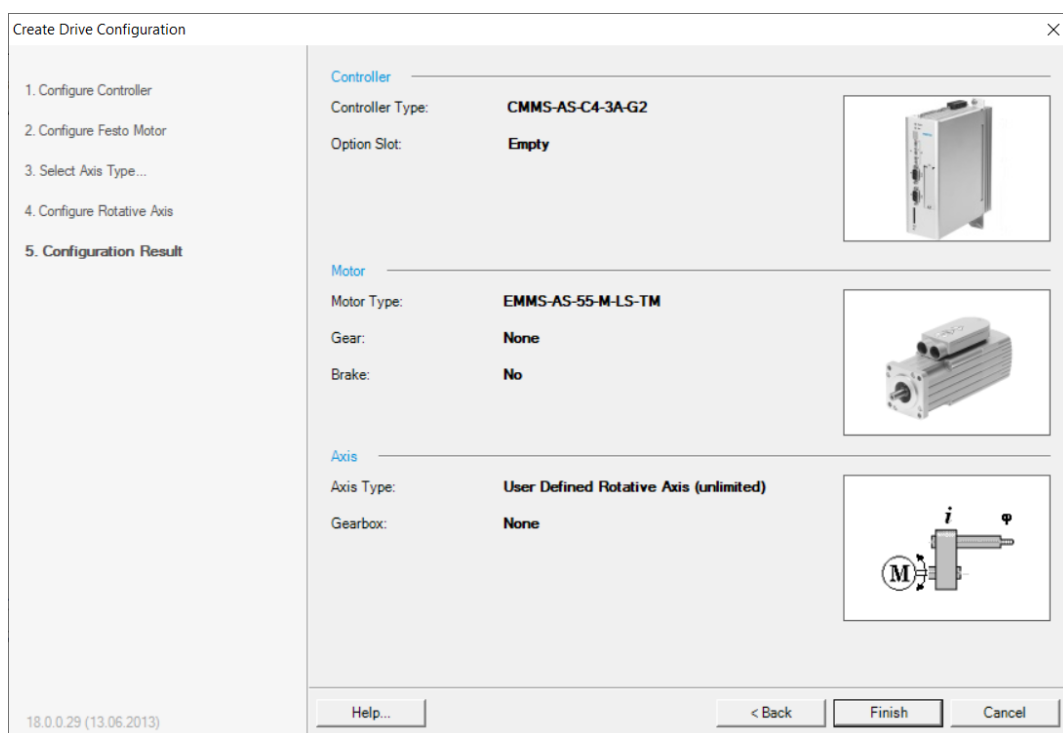
Rys. 3.7 Wybór układu napędowego obrotowego

Następnie wpisujemy parametry przekładni, która nie występuje w naszym przykładzie. Wpisujemy obowiązkowo dopuszczalny zakres obrotów lub nieograniczony zakres obrotowy. Ograniczony zakres obrotów np. 10000[obr] wybieramy w przypadku pracy układu z pozycjonowaniem. Daje to nam szeroki zakres pracy silnika servo. Nieograniczony zakres obrotowy jest wskazany przy pracy układu z regulacją prędkości silnika servo, Rys. 3.8. Punkt ten wyłącza ograniczenia związane z bieżącą pozycją i pozycji krańcowych.



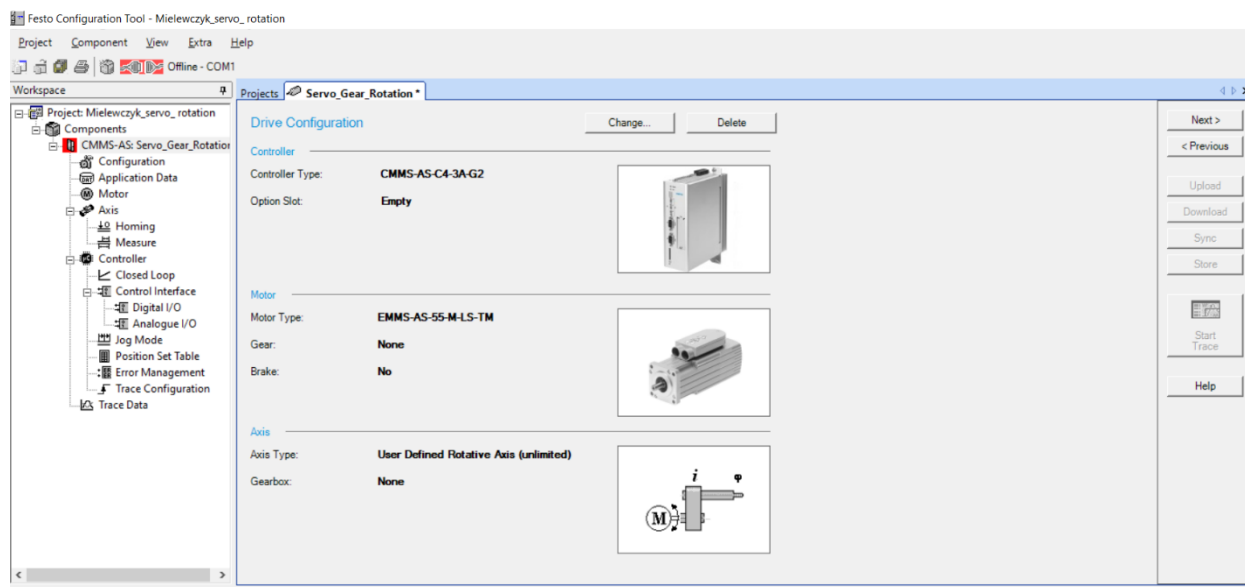
Rys. 3.8 Parametry przekładni obrotowej

W następnym kroku dostępne jest podsumowanie wprowadzonych parametrów, Rys. 3.9.



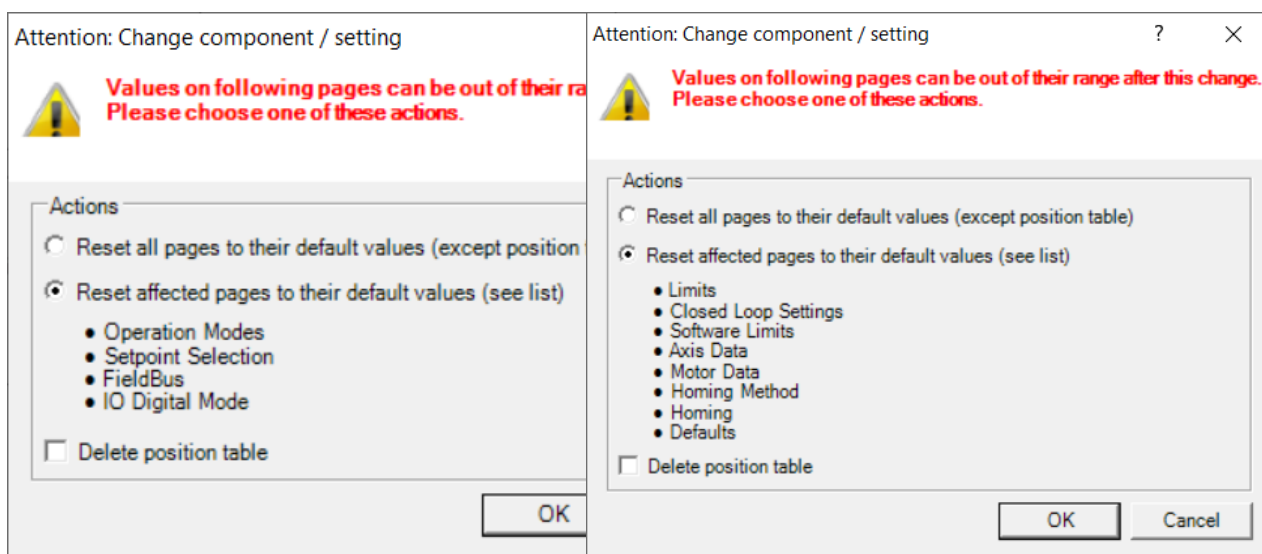
Rys. 3.9 Podsumowanie konfiguracji układu napędowego

Zakończenie etapu konfiguracji sprzętowej przedstawia Rys. 3.10. Wszystkie parametry mogą być zmienione poprzez opcję Change lub usunięte przez Delete.



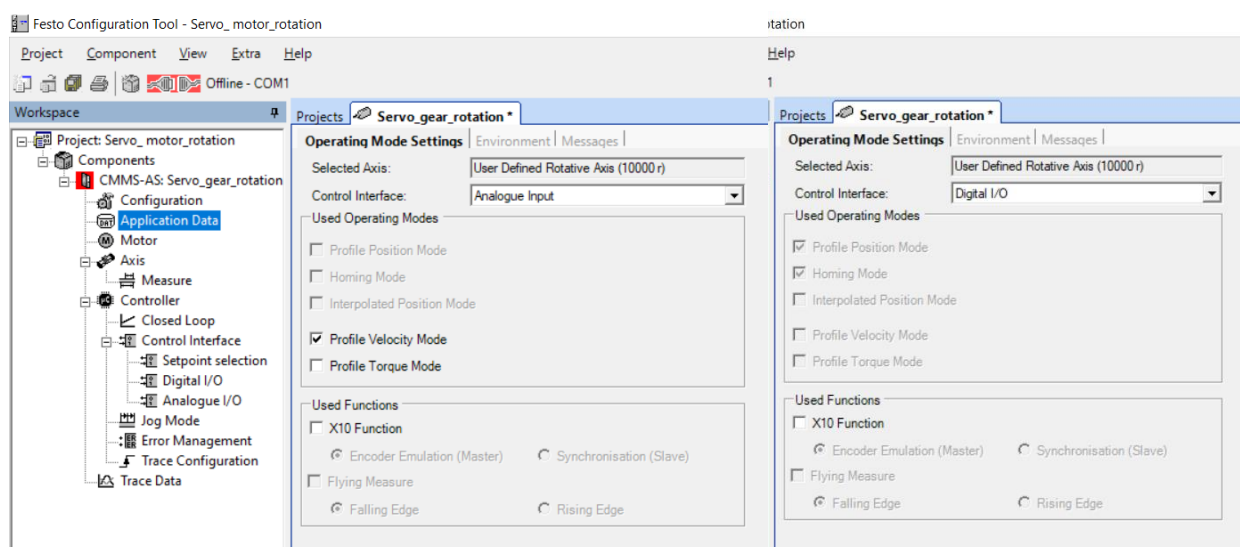
Rys. 3.10 Wprowadzone parametry konfiguracyjne układu napędowego

Po każdym wprowadzeniu zmian w konfiguracji system wymaga zatwierdzenia, Rys. 3.11.



Rys. 3.11 Potwierdzić zmiany do programu

Konfiguracja sprzętowa została zakończona. Następnie konfigurujemy parametry sterujące do układu Application Data, Rys. 3.12.

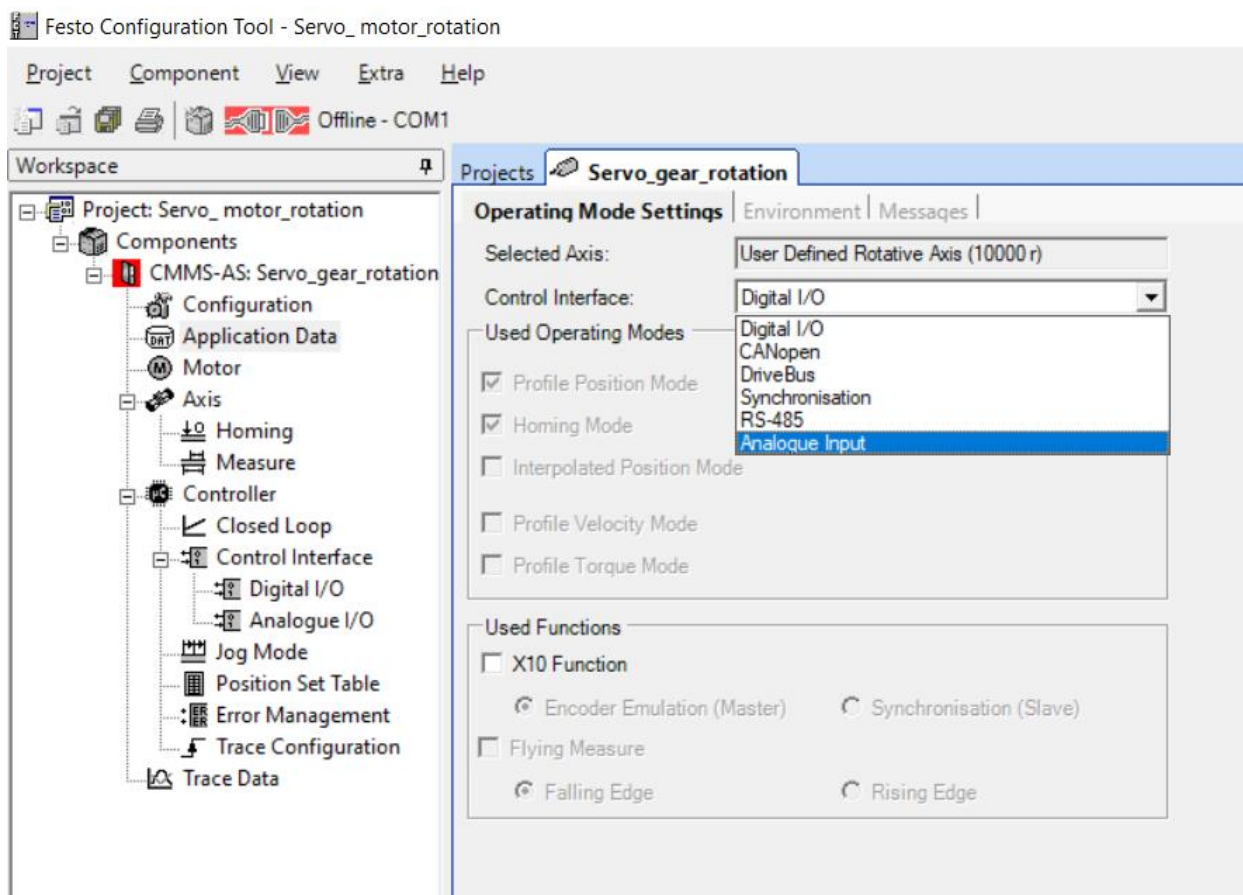


Rys. 3.12 Wybór sterowania cyfrowego lub analogowego

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. 3.13. 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  $A_{in0}$ .

Funkcja [X10] załącza sterowanie Master/Slave.

Wybieramy sterowanie sygnałem analogowym, Rys. 3.13.



Rys. 3.13 Parametry sterowania punktu Control Interface

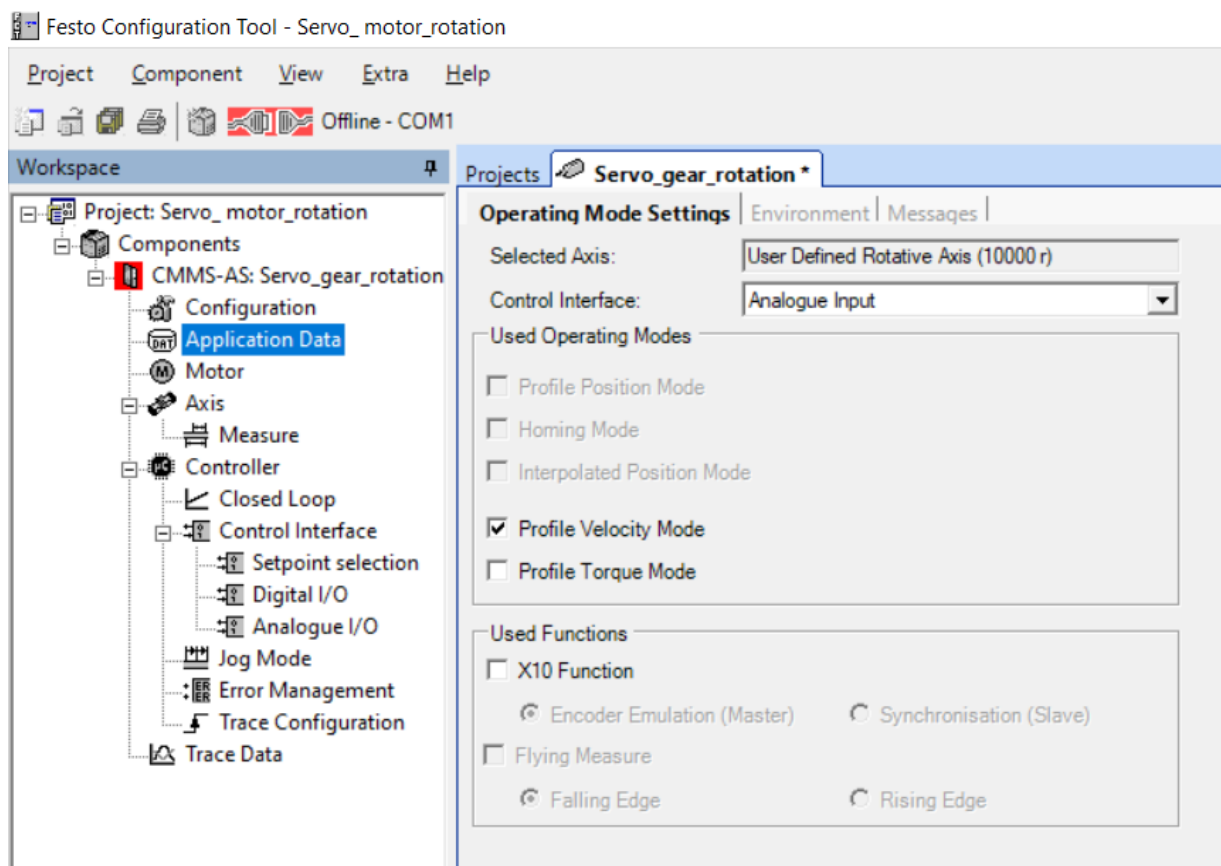


## 4. Programowanie przez FCT

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 Download.

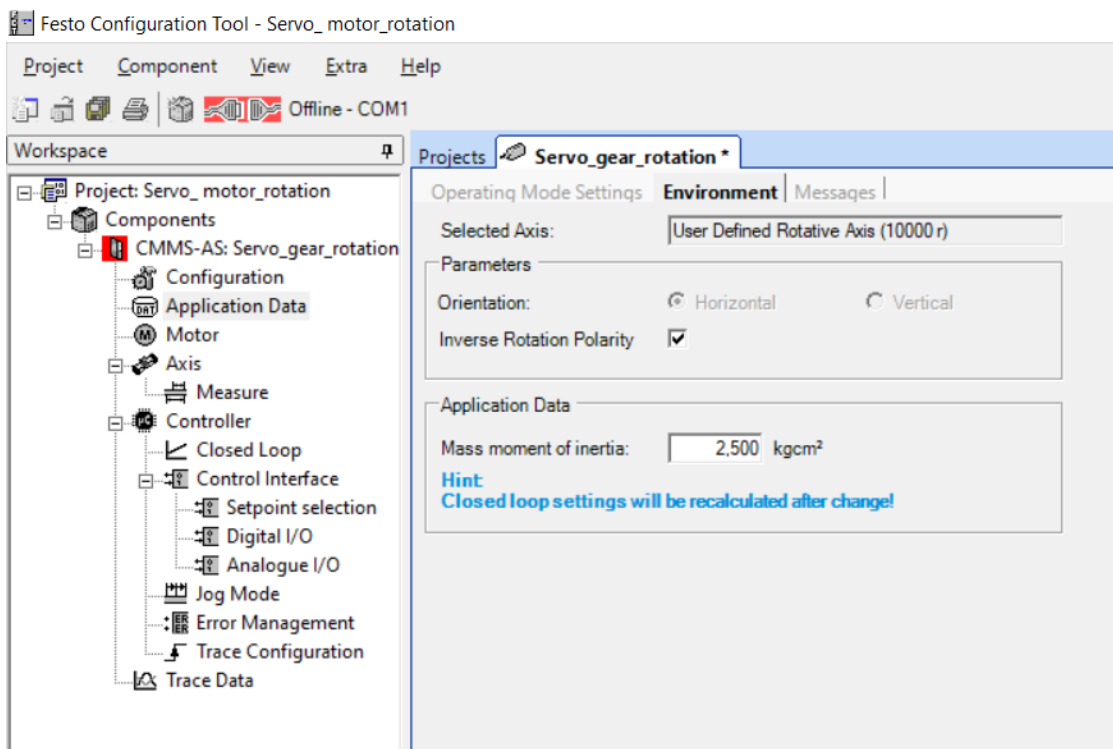
### 4.1 Programowanie przez FCT - prędkość obrotowa

Klikamy pole Application Data i w zakładce programu Operating Mode wybieramy sygnał Analogue Input, Rys. 4.1. Pozwala to na sterowanie prędkością napędu lub regulację momentem na wale.



Rys. 4.1 Włączenie sterowania prędkością, sygnał analogowy

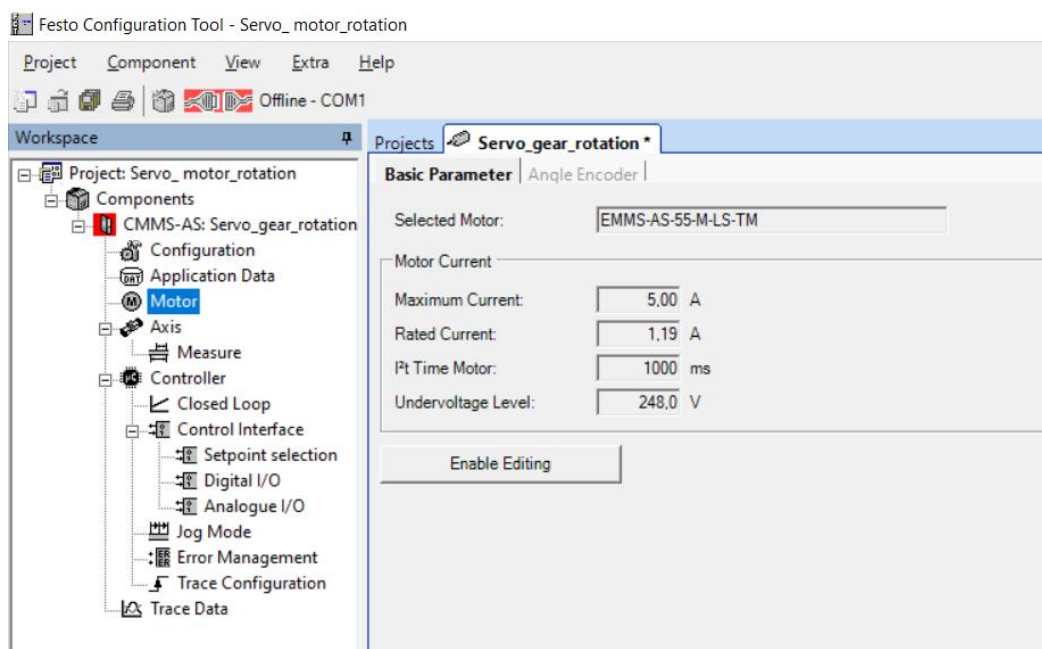
W zakładce Environment zaznaczamy odwrócony kierunek obrotów – Inverse Rotation Polarity, Rys. 4.2



Rys. 4.2 Włączenie opcji odwrócony kierunek obrotów w programie FCT

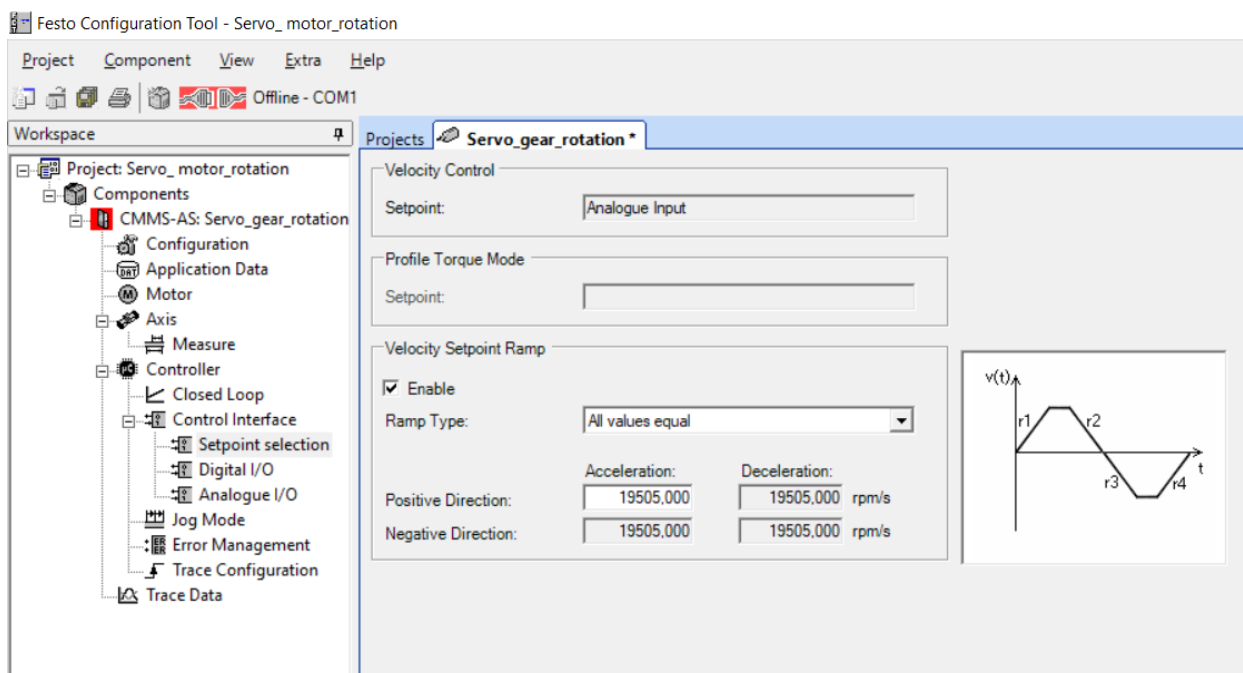
Moment bezwładności masy wirującej (masa wirnika silnika, przekładni i elementów podwieszonych) możemy korygować. Jest to istotne dla programu do wyznaczania dopuszczalnych przyspieszeń w procesie regulacji. Masa wirująca ulega przyspieszaniu i zatrzymaniu, a moment dynamiczny generuje silnik servo, 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.



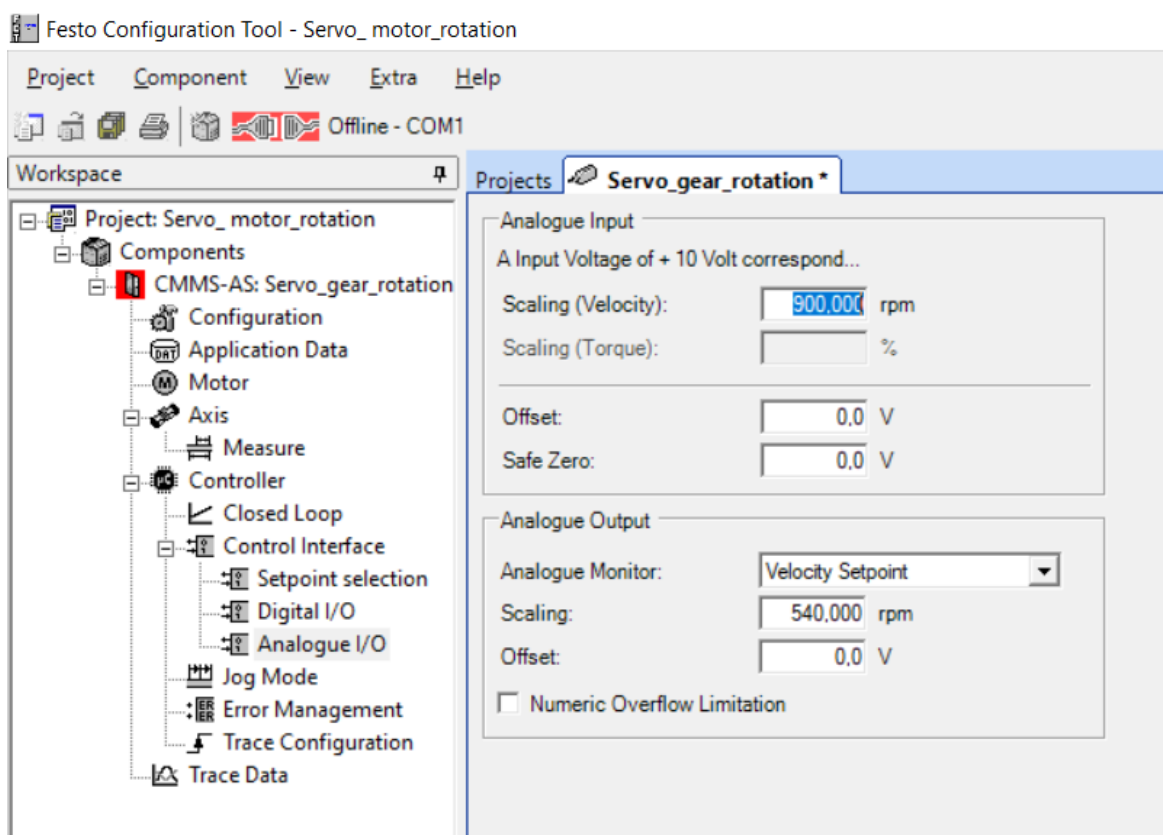
Rys. 4.3 Parametry domyślne prądu silnika servo w programie FCT

W punkcie Control Interface zaznaczamy opcję Enable, Rys. 4.4. Wprowadza to płynność ruchu.



Rys. 4.4 Parametry sterowania prędkością w dwóch kierunkach

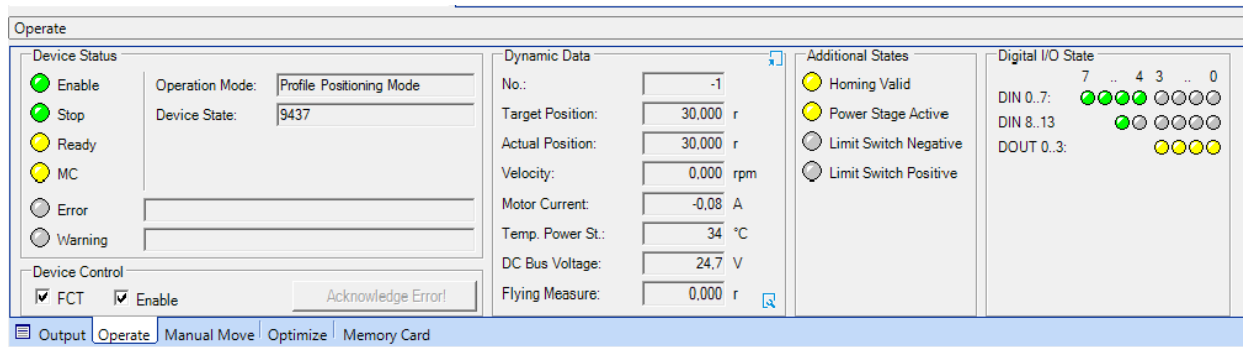
W punkcie Analogue I/O przypisujemy funkcję do wejścia analogowego, Rys. 4.5.



Rys. 4.5 Określenie prędkości ruchu w programie FCT

Parametr Scaling odpowiada za wartość zadaną prędkości obrotowej silnika servo 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. 4.6.

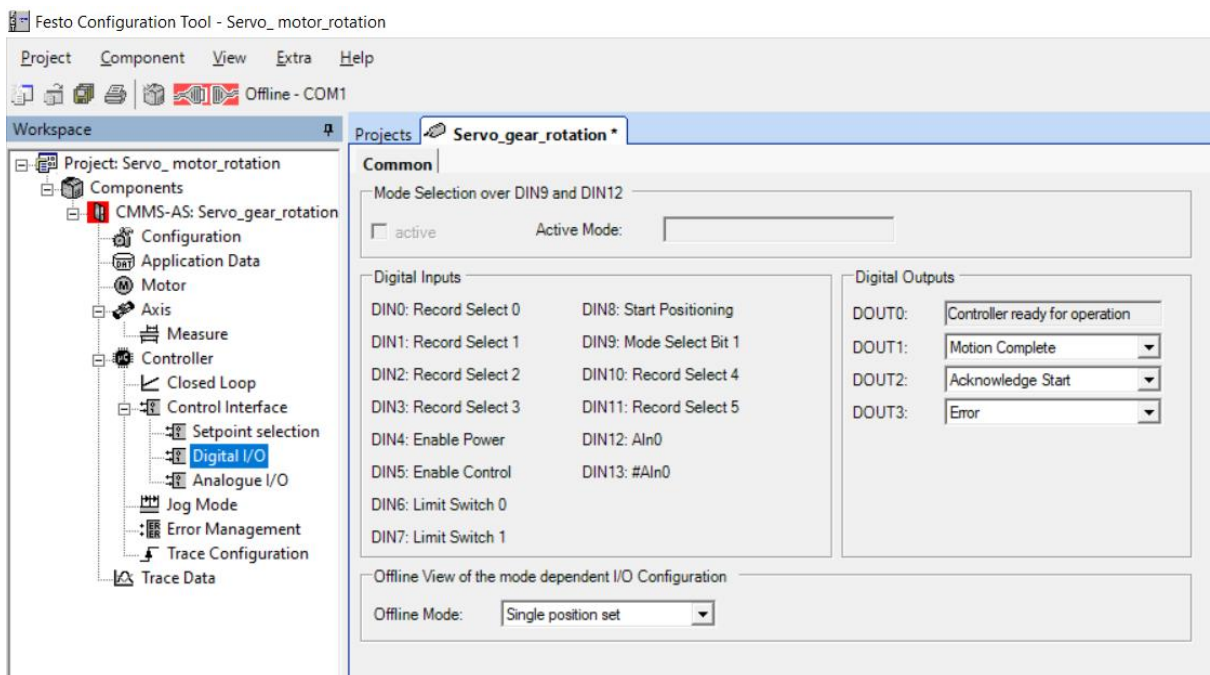


Rys. 4.6 Praca napędu w trybie prędkości zadanej

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.

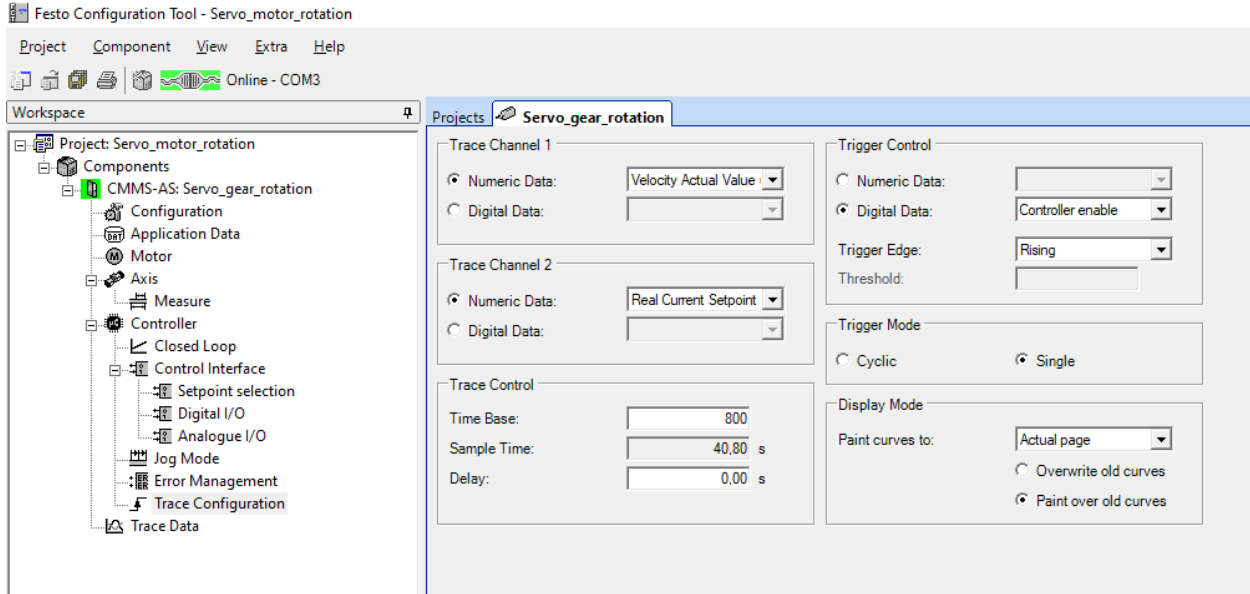
Program FCT w oknie Operate i Dynamic Data wyświetla bieżące parametry pracy silnika servo, których odczyt pozwala narysować charakterystyki silnika servo. Okno Additional States podaje parametry przy włączonym pozycjonowaniu.

Znaczenie kontrolki z okna Digital I/O State wyjaśnione jest w zakładce Digital I/O, Rys. 4.7.



Rys. 4.7 Zakładka Digital I/O w programie FCT

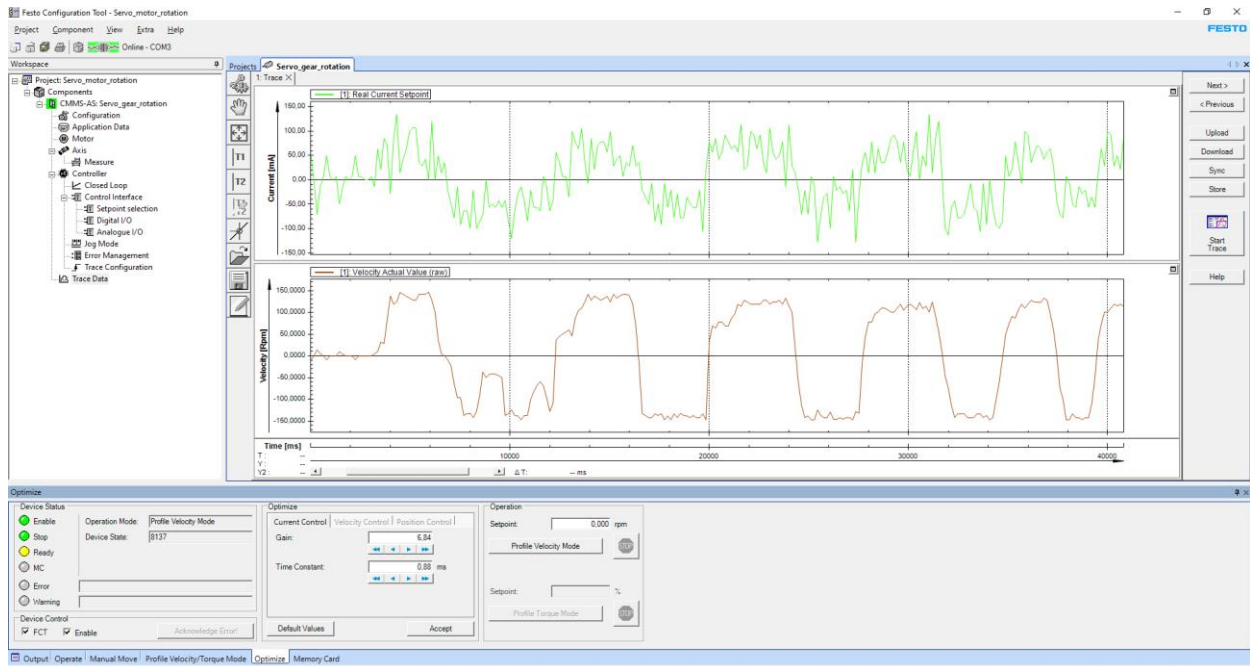
Program FCT umożliwia automatyczną rejestrację parametrów dynamicznych silnika servo. W tym celu otwieramy zakładkę Trace Configuration, Rys. 4.8.



Rys. 4.8 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.

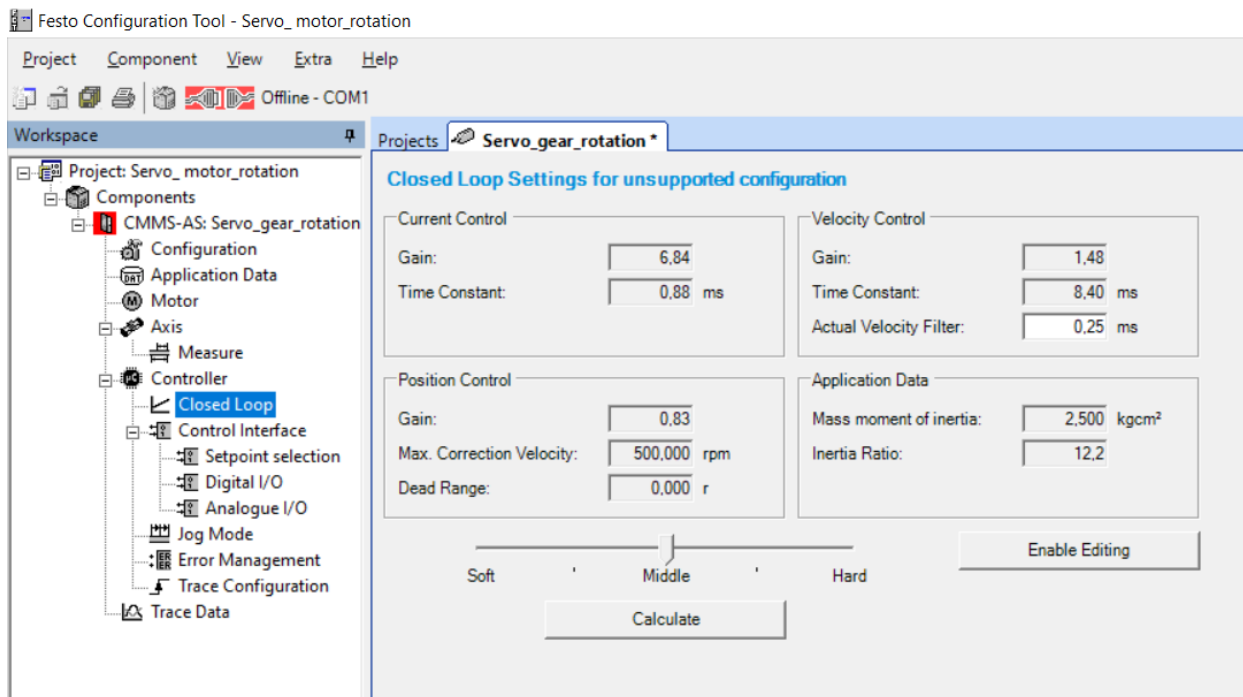
Rejestracja krzywych jest w zakładce Trace Data, Rys. 4.9.



Rys. 4.9 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,

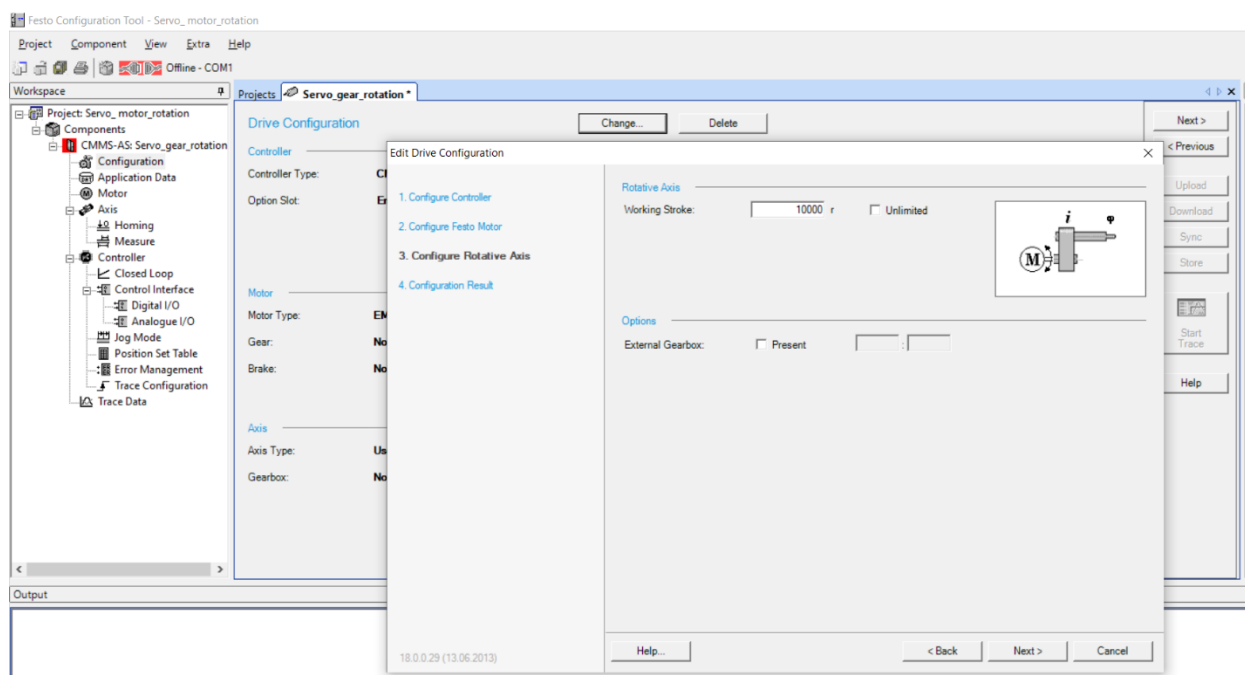
Rys. 4.10. Regulacja pozycji i prędkości silnika jest realizowana poprzez regulator PI o podanych nastawach.



Rys. 4.10 Parametry regulatorów PI dla regulacji prądu, prędkości i pozycji

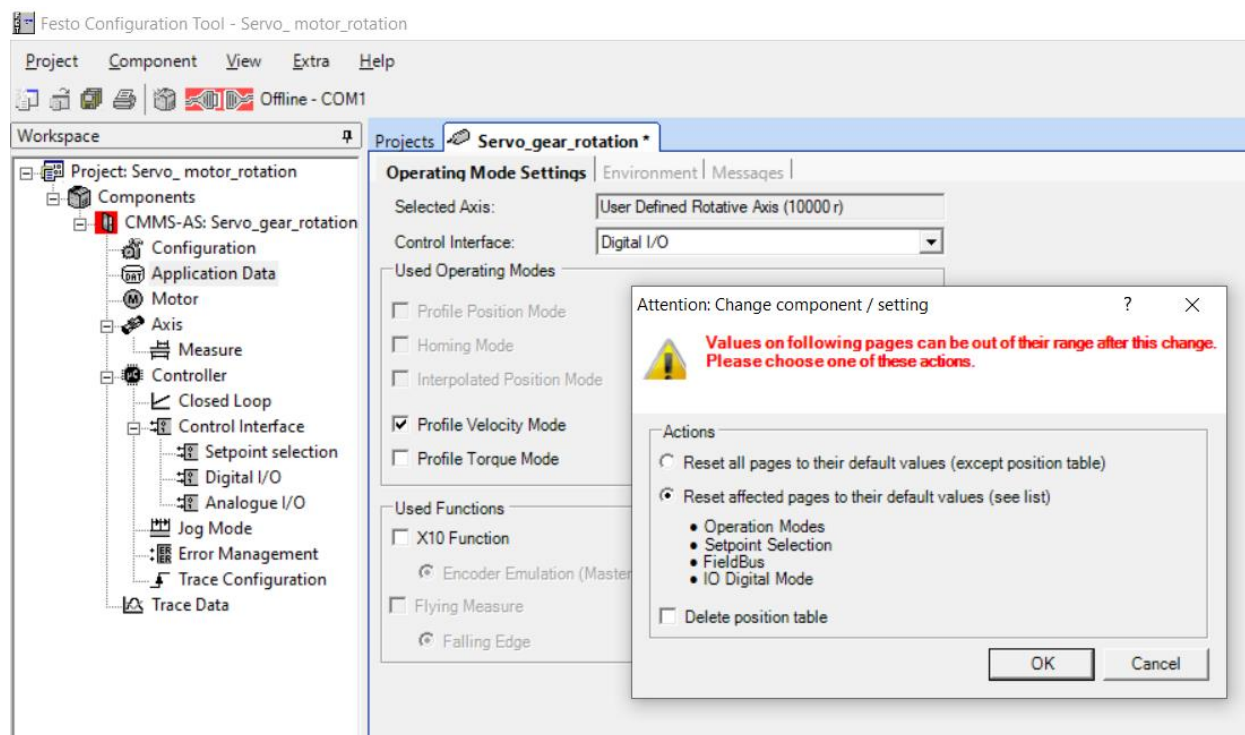
## 4.2 Programowanie przez FCT - pozycjonowanie

Program wymaga kilku zmian. W konfiguracji sprzętowej przekładni zaznaczamy przykładowo zakres 10000 obrotów, Rys. 4.11.



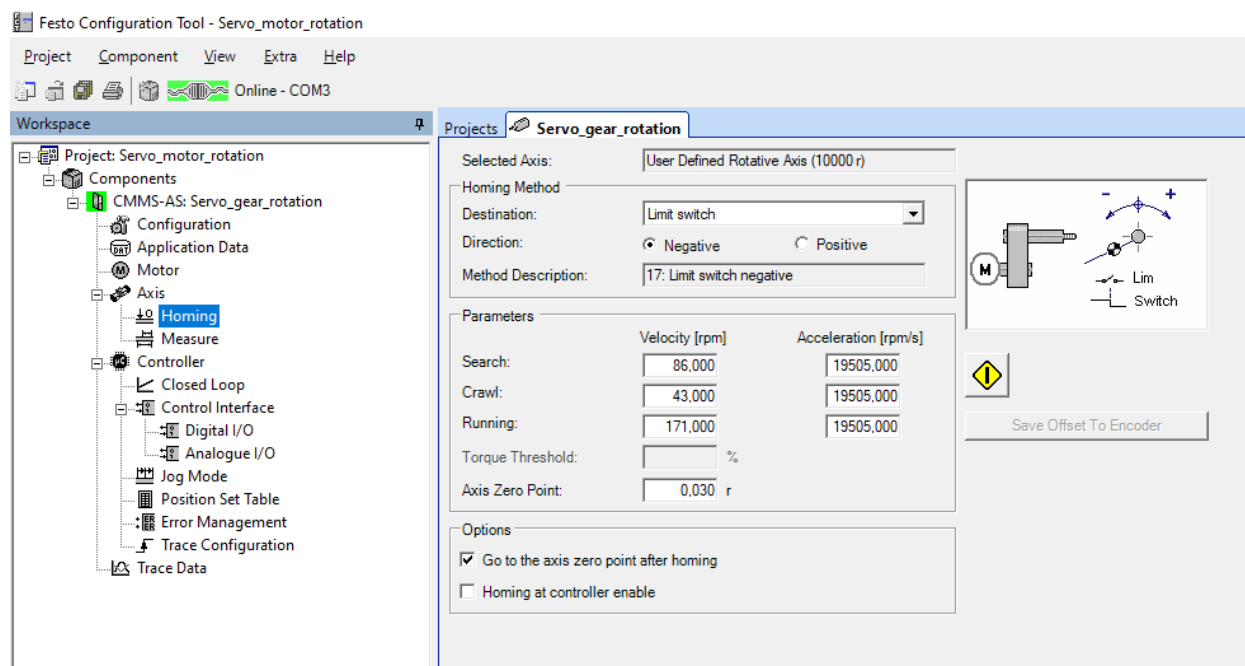
Rys. 4.11 Zmiana parametrów układu napędowego

W zakładce Application Data i Operating Mode Settings wybieramy sygnał sterujący – Control Interface, Rys. 4.12. Z listy wyboru zaznaczamy opcję Digital I/O. Domyślnie włącza się podpunkt Profile Position Mode i Homing Mode.




Rys. 4.12 Włączenie pozycjonowania, sygnał analogowy

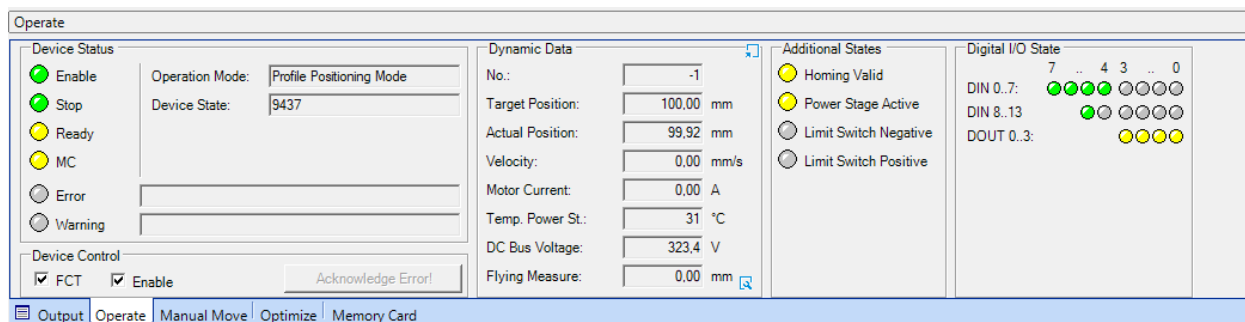
Homing czyli bazowanie jest pierwszym krokiem pracy w trybie pozycjonowania. Do obliczania kolejnych pozycji w układzie z silnikiem servo wymagany jest punkt referencyjny. Dla zapewnienia precyzyjnego pozycjonowania należy przeprowadzić procedurę najazdu na punkt referencyjny przed przejściem do normalnej pracy. Konieczne jest także utworzenie rekordów poszczególnych pozycji, które wcześniej zostaną przetestowane.



Rys. 4.13 Zakładka pozycjonowanie w programie FCT

Wybieramy zakładkę Axis i Homing, wpisujemy dane według Rys. 4.13. Zaznaczamy najazd na krańcówkę w kierunku lewym, ograniczamy prędkość najazdową do danego punktu i określamy wartość punktu zerowego.

Przełącznik Stop na panelu sterującym ma być w pozycji On. Przy poprawnie załączonym układzie napędowym możemy najechać na punkt zerowy wciskając ikonę  bazowania. Poprawnie wykonane bazowanie załączy led Homing Valid, Rys. 4.14.

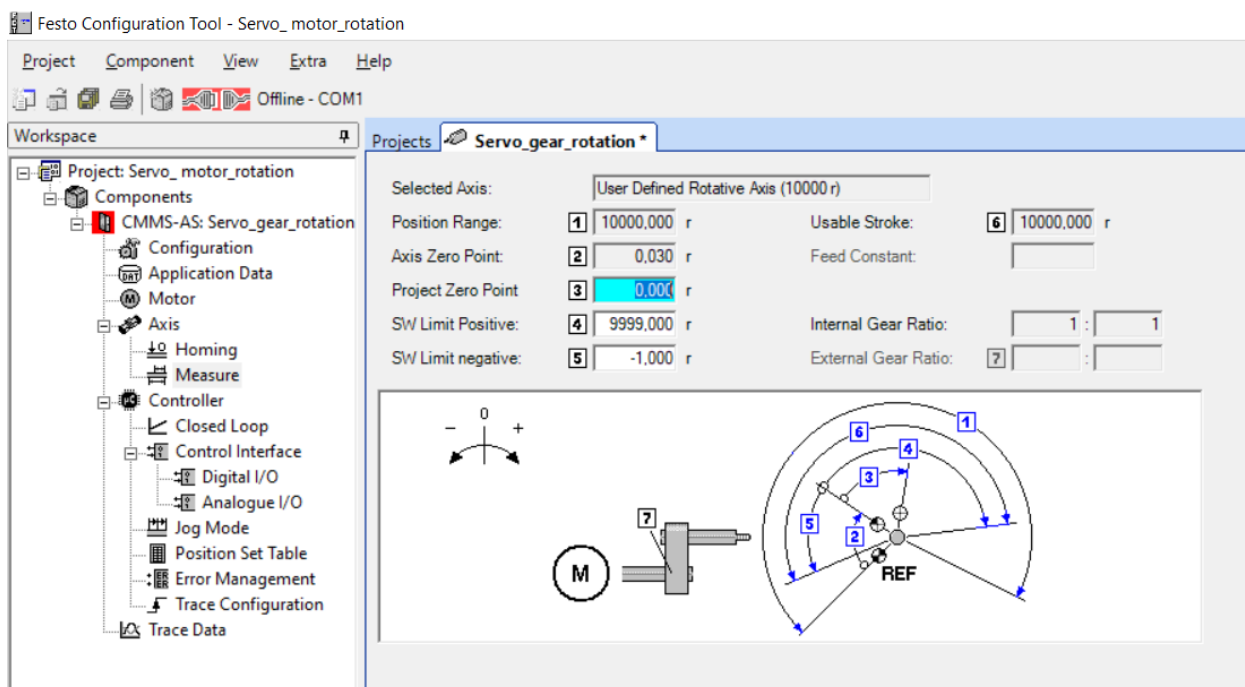


Rys. 4.14 Potwierdzenie poprawnie wykonanego pozycjonowania w programie FCT

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.

## W wyposażeniu laboratoryjnym zamieniamy czujnik indukcyjny na przełącznik stykowy w porcie Din6 Limit 0 w celu wykonania bazowania.

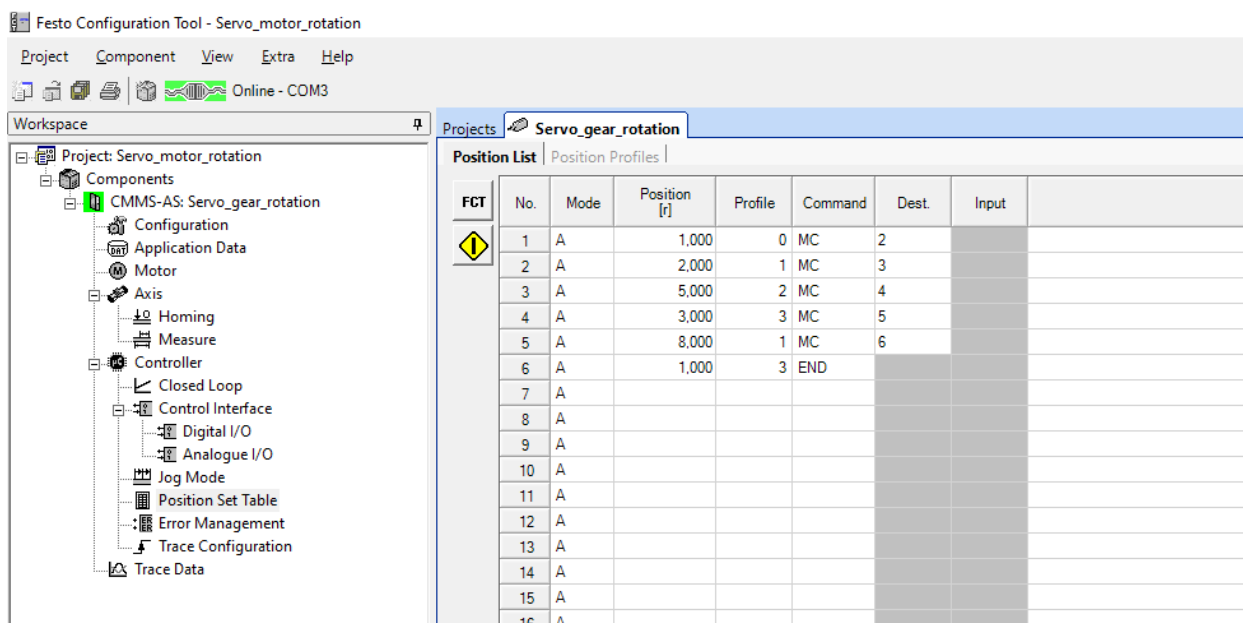
Przyjęte parametry układu napędowego widzimy w zakładce Measure, Rys. 4.15. Wartości maksymalnych nie można przekraczać przy określaniu pozycji w tablicy rekordów. Zakres 10000[obr] daje szerokie pole zmian.



Rys. 4.15 Zwymiarowana zakładka napędu obrotowego w programie FCT



Kolejny etap to zapis listy pozycji rekordów do pozycjonowania, Rys. 4.16.



Rys. 4.16 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[r] zawiera ilość obrotów obliczaną 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),

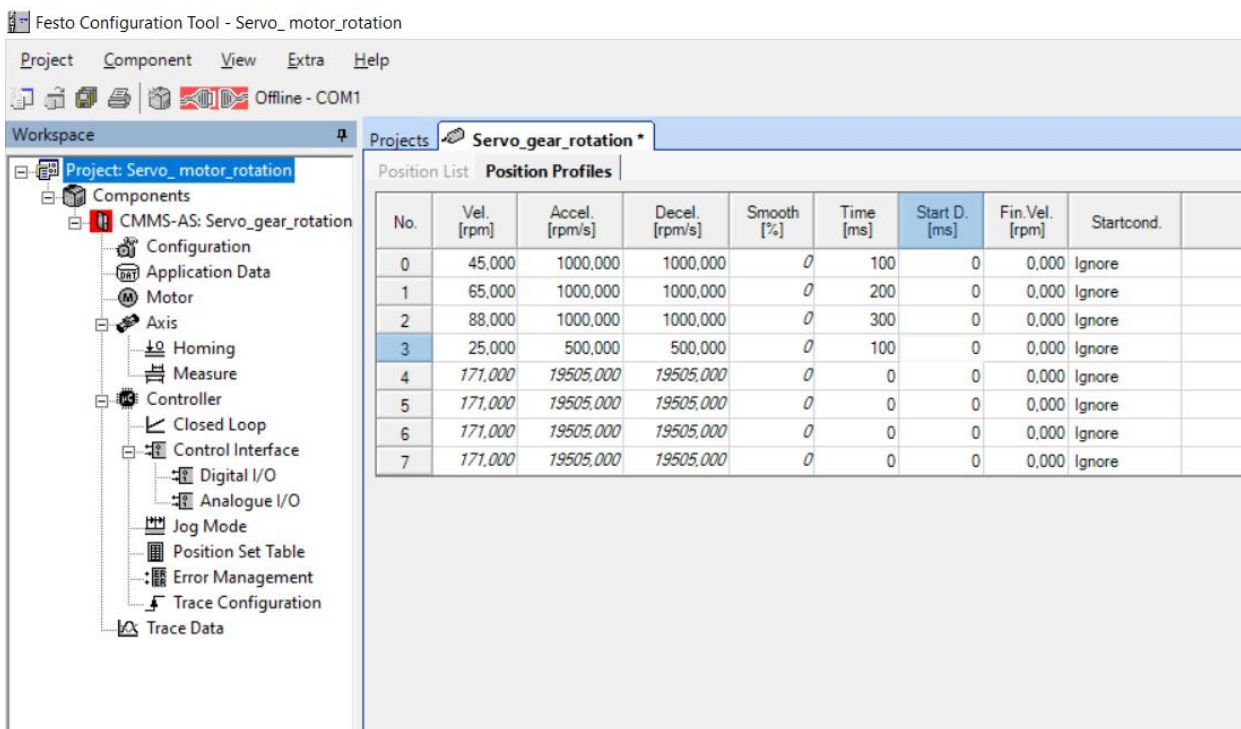
NFI - ruch występuje bezpośrednio po ujemnym zboczu na DIN10 (NEXT 1) lub DIN 11 (NEXT2).

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).

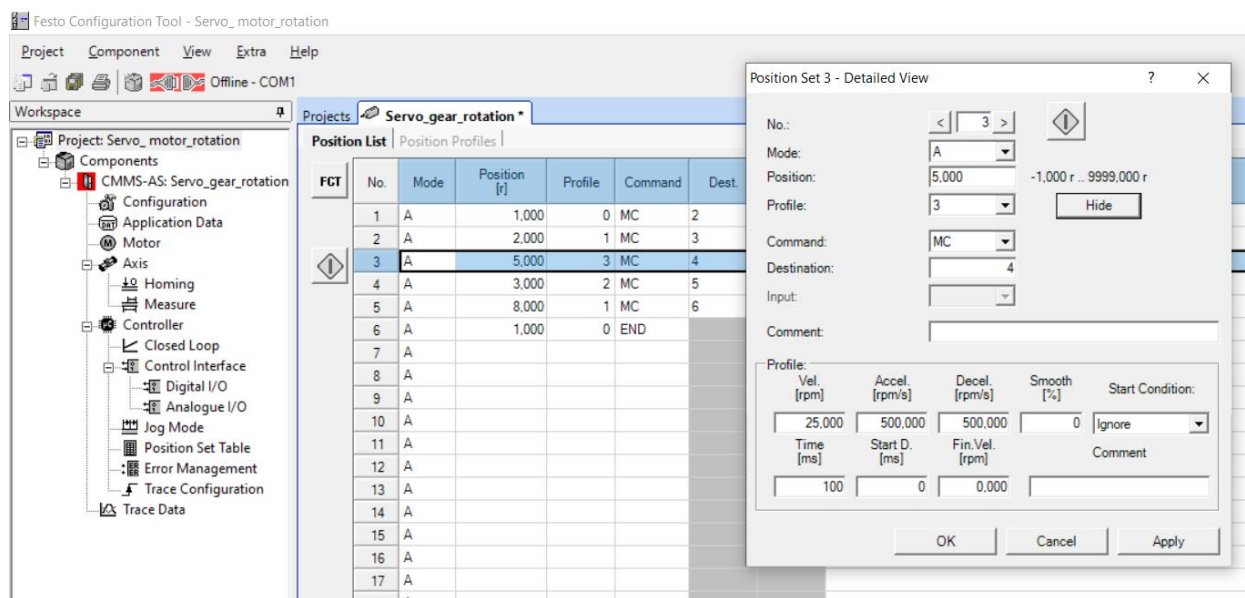
Kolumna Destination określa numer rekordu wykonywany po bieżącym rekordzie poprawnie zakończony.

Kolumna Profile określa parametry ruchu normalnie dostępne w zakładce Position Profile, Rys. 4.17.



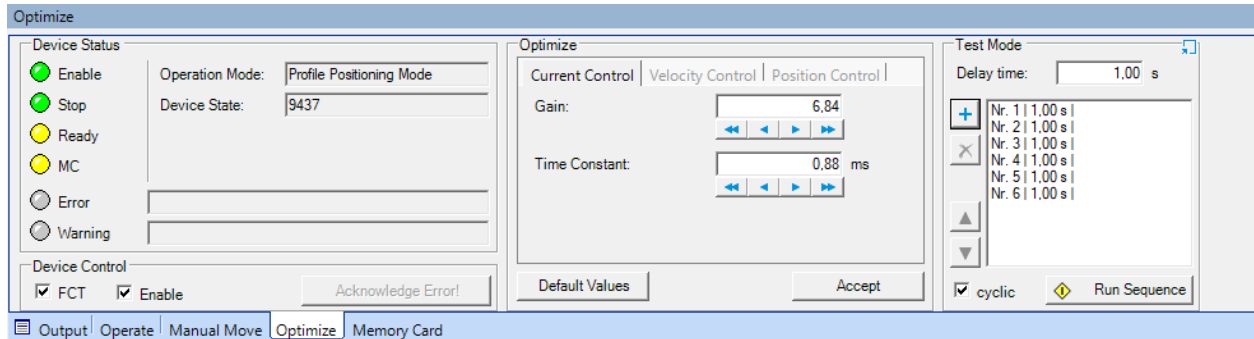
Rys. 4.17 Tablica rekordów z określeniem parametrów ruchu w programie FCT

Podwójne kliknięcie wskazanego rekordu rozwija okno dialogowe z parametrami, Rys. 4.18.



Rys. 4.18 Okno dialogowe z parametrami pozycji i ruchu w programie FCT

Wykonywanie sekwencyjne rekordów ustawia się i realizuje w oknie i zakładce Optimize, Rys. 4.19.

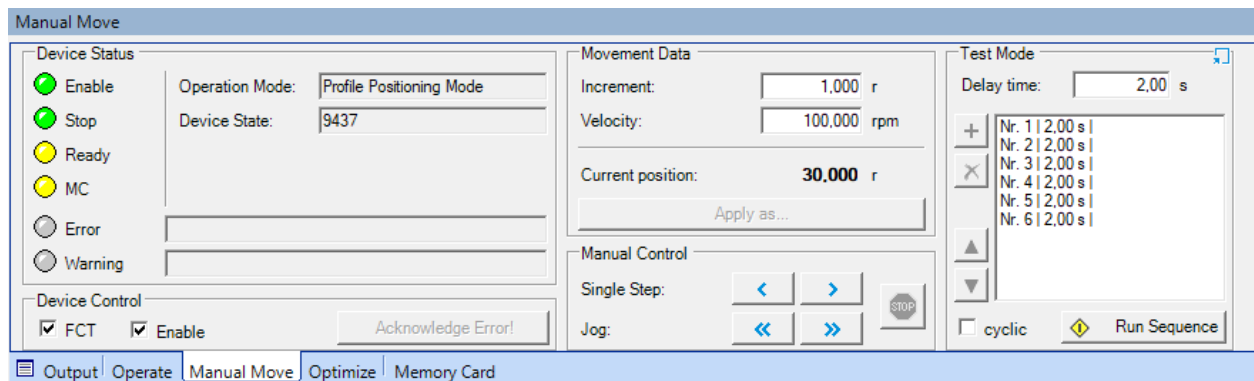


Rys. 4.19 Sekwencyjna realizacja rekordów w programie FCT

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. Przycisk Run Sequence załącza całą zapisaną sekwencję testową.

Sekwencję pozycjonowania można zarejestrować na wykresie graficznym.

Zapis rekordów w tablicy pozycji można wprowadzać najężdżając ręcznie na pozycje, Rys. 4.20.



Rys. 4.20 Ręczne najężdżanie na pozycję w programie FCT

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

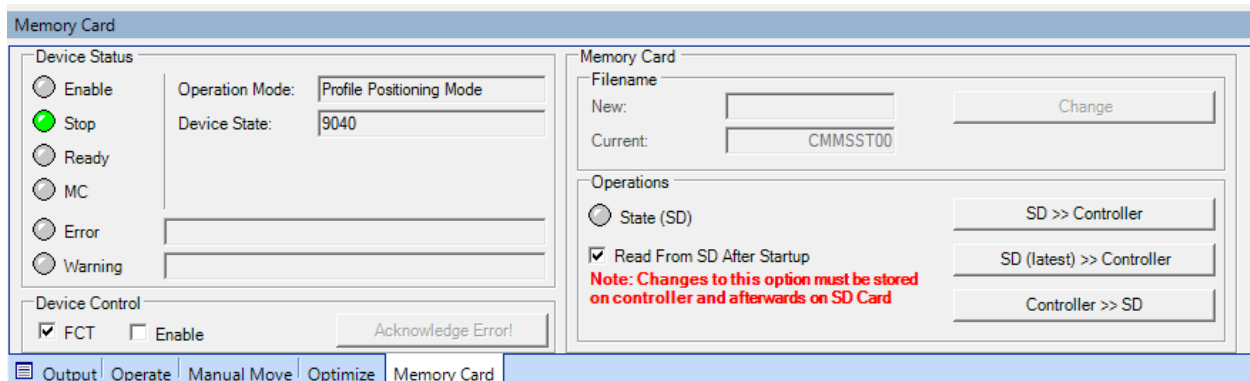
1. Upload - odczyt programu ze sterownika,
2. Download - zapis programu do sterownika, do pamięci operacyjnej,
3. Synchronisation - ustawienie synchronizacji danych w programie ze sterownikiem,
4. Store - zapis programu do pamięci trwałej sterownika.



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 prędkościowe silnika servo, zarejestrować i wydrukować,
- Wykonać sterowanie pozycyjne silnika servo, zarejestrować i wydrukować,
- Wprowadzić zadane pozycje do tablicy rekordów, wykonać je z panelu sterującego,
- 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 servo w programie FCT .....	11
Rys. 3.5 Wybór układu napędowego firmy Festo.....	12
Rys. 3.6 Parametry silnika sero .....	12
Rys. 3.7 Wybór układu napędowego obrotowego .....	13
Rys. 3.8 Parametry przekładni obrotowej.....	13
Rys. 3.9 Podsumowanie konfiguracji układu napędowego .....	14
Rys. 3.10 Wprowadzone parametry konfiguracyjne układu napędowego .....	14
Rys. 3.11 Potwierdzić zmiany do programu .....	15
Rys. 3.12 Wybór sterowania cyfrowego lub analogowego .....	15
Rys. 3.13 Parametry sterowania punktu Control Interface.....	16
Rys. 4.1 Włączenie sterowania prędkością, sygnał analogowy .....	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 Parametry sterowania prędkością w dwóch kierunkach .....	19
Rys. 4.5 Określenie prędkości ruchu w programie FCT .....	19
Rys. 4.6 Praca napędu w trybie prędkości zadanej .....	20
Rys. 4.7 Zakładka Digital I/O w programie FCT .....	20
Rys. 4.8 Parametry rejestracji wykresu graficznego w programie FCT.....	21
Rys. 4.9 Rejestracja danych w programie FCT.....	21
Rys. 4.10 Parametry regulatorów PI dla regulacji prądu, prędkości i pozycji .....	22
Rys. 4.11 Zmiana parametrów układu napędowego.....	22
Rys. 4.12 Włączenie pozycjonowania, sygnał analogowy .....	23
Rys. 4.13 Zakładka pozycjonowanie w programie FCT.....	23
Rys. 4.14 Potwierdzenie poprawnie wykonanego pozycjonowania w programie FCT.....	24
Rys. 4.15 Zwymiarowana zakładka napędu obrotowego w programie FCT .....	24
Rys. 4.16 Tablica rekordów pozycjonowania w programie FCT .....	25
Rys. 4.17 Tablica rekordów z określeniem parametrów ruchu w programie FCT .....	26
Rys. 4.18 Okno dialogowe z parametrami pozycji i ruchu w programie FCT.....	26
Rys. 4.19 Sekwencyjna realizacja rekordów w programie FCT.....	27
Rys. 4.20 Ręczne najeżdżanie na pozycję w programie FCT .....	27
Rys. 4.21 Parametry zapisu programu .....	27
Rys. 4.22 Zakładka Memory Card i zapis program na kartę SD .....	28