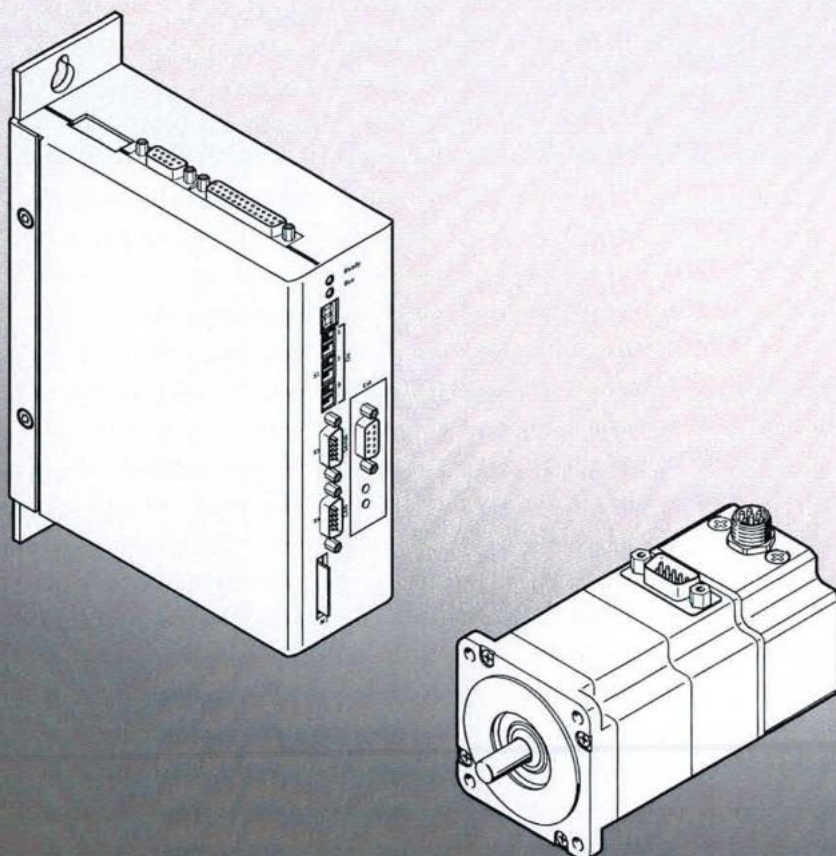


Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych

FESTO

Workbook
TP 1422



Festo Didactic
571861 PL

Nr kat.: 571859
Stan na: 04/2010
Autorzy: Frank Ebel, Markus Pany
Opracowanie graficzne: Markus Pany
Projekt układu graficznego: 05/2010, Frank Ebel

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, 2010

Strona internetowa: www.festo-didactic.com

E-mail: did@de.festo.com

Przekazywanie i powielanie niniejszego dokumentu, jak również wykorzystywanie i udostępnianie jego treści, bez wyraźnego upoważnienia jest zabronione. Naruszenie niniejszych postanowień spowoduje wszczęcie postępowania odszkodowawczego. Wszelkie prawa zastrzeżone, a w szczególności prawa do zgłaszania wniosków patentowych oraz prawa własności wzorów użytkowych i przemysłowych.

Wskazówka

Chociaż w niniejszym dokumencie używany jest tylko rodzaj męski rzeczowników takich jak „nauczyciel” czy „uczeń”, domyślnie mowa jest w takich wypadkach również o osobach płci żeńskiej, czyli nauczycielkach, uczennicach itp. Użycie tylko jednej formy gramatycznej nie jest aktem dyskryminacji płci, a służy wyłącznie uproszczeniu i zwiększeniu przejrzystości sformułowań.

Spis treści

Użycie zgodne z przeznaczeniem	IV
Przedmowa	V
Wprowadzenie	VII
Wskazówki dotyczące pracy i bezpieczeństwa	VIII
Pakiet szkoleniowy „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” (TP 1422)	IX
Cele dydaktyczne	X
Przyporządkowanie celów dydaktycznych i zadań	XI
Zestaw urządzeń w ramach pakietu „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” (TP 1422)	XII
Przyporządkowanie komponentów i zadań	XII
Wskazówki dla nauczyciela/instruktora	XIII
Struktura zadań	XIV
Zawartość płyty CD-ROM	XV

Zadania i rozwiązania

Zadanie 1 — Budowa układu z silnikiem krokowym	1
Zadanie 2 — Konfigurowanie i uruchamianie układu z silnikiem krokowym	7
Zadanie 3 — Regulowanie prędkości układu z silnikiem krokowym	19
Zadanie 4 — Bazowanie i pozycjonowanie w układzie z silnikiem krokowym	43
Zadanie 5 — Tryb pozycjonowania i kontrola sekwencji	57
Zadanie 6 — Program drogi z łączeniem rekordów	73

Zadania i arkusze pracy

Zadanie 1 — Budowa układu z silnikiem krokowym	1
Zadanie 2 — Konfigurowanie i uruchamianie układu z silnikiem krokowym	7
Zadanie 3 — Regulowanie prędkości układu z silnikiem krokowym	19
Zadanie 4 — Bazowanie i pozycjonowanie w układzie z silnikiem krokowym	43
Zadanie 5 — Tryb pozycjonowania i kontrola sekwencji	57
Zadanie 6 — Program drogi z łączeniem rekordów	73

Użycie zgodne z przeznaczeniem

Pakietu szkoleniowego „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” należy używać:

- zgodnie z przeznaczeniem do celów szkoleniowych i edukacyjnych,
- w nienagannym stanie techniki bezpieczeństwa pracy.

Komponenty pakietu szkoleniowego zostały skonstruowane zgodnie z aktualnym stanem techniki i uznanymi zasadami techniki bezpieczeństwa pracy. Pomimo tego niewłaściwe ich użytkowanie może doprowadzić do zagrożenia zdrowia i życia użytkownika lub osób trzecich, a także uszkodzenia samych komponentów.

System dydaktyczny Festo Didactic zaprojektowano i wykonano wyłącznie z myślą o szkoleniu i doskonaleniu zawodowym w dziedzinach automatyzacji i techniki. Dopilnowanie, aby uczestnicy szkolenia przestrzegali wskazówek dotyczących bezpieczeństwa zamieszczonych w tym zbiorze zadań, jest obowiązkiem placówki szkolącej i/lub instruktorów/nauczycieli.

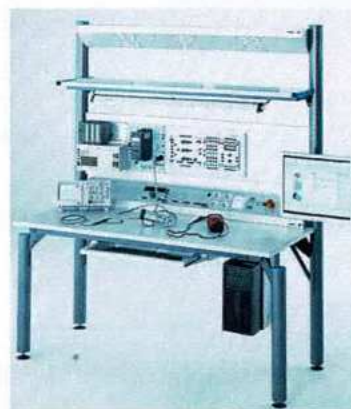
Firma Festo Didactic wyklucza niniejszym jakąkolwiek odpowiedzialność za szkody poniesione przez uczestników szkolenia, przedstawicieli/pracowników placówki szkolącej i/lub inne osoby trzecie w wyniku użycia/zastosowania tego zestawu urządzeń w okolicznościach wykraczających poza ściśle związane z trwającym szkoleniem, chyba że firma Festo Didactic spowodowała takie szkody umyślnie lub w wyniku rażącego zaniedbania.

Przedmowa

System dydaktyczny Automatykacja i technika firmy Festo Didactic jest dostosowany do różnych uwarunkowań edukacyjnych i potrzeb związanych z rynkiem pracy. Z tego względu struktura systemu obejmuje następujące elementy:

- Pakiety szkoleniowe dotyczące technologii
- Mechatronika i automatyzacja fabryki
- Automatyka procesowa i technika regulacyjna
- Pakiet Robotino® — Nauka i badania przy użyciu mobilnych robotów
- Hybrydowe fabryki szkoleniowe

W pakietach szkoleniowych dotyczących technologii rozpatrywane są zagadnienia z następujących dziedzin: pneumatyki, elektropneumatyki, hydrauliki, elektrohydrauliki, hydrauliki proporcjonalnej, programowanych sterowników logicznych (PLC), sensoryki, elektrotechniki oraz napędów elektrycznych.



Modułowa struktura systemu dydaktycznego umożliwia zastosowania wykraczające poza poszczególne pakiety szkoleniowe. Na przykład sterowniki programowane mogą być używane do sterowania napędami pneumatycznymi, hydraulicznymi i elektrycznymi.

Wszystkie pakiety szkoleniowe mają taką samą strukturę:

- Sprzęt
- Materiały dydaktyczne
- Oprogramowanie
- Seminaria

Elementy sprzętowe to przygotowane pod względem dydaktycznym komponenty i systemy przemysłowe.

Opracowanie dydaktyczno-metodyczne materiałów dydaktycznych jest dostosowane do urządzeń szkoleniowych. Materiały dydaktyczne obejmują:

- Podręczniki (z ćwiczeniami i przykładami)
- Zeszyty ćwiczeń (praktyczne zadania ze wskazówkami i rozwiązaniami)
- Zbiory zadań (praktyczne zadania z dodatkowymi wskazówkami)
- Przezroczka i materiały wideo (stanowiące urozmaicenie zajęć)

Materiały dla instruktorów i uczestników szkolenia są dostępne w wielu językach. Są one przeznaczone do zastosowania w trakcie zajęć, ale sprawdzają się również jako samouczki.

W zakresie oprogramowania udostępniono programy z następujących kategorii: dydaktyczne, symulacyjne, a także do wizualizacji, projektowania, konstruowania i programowania.

Ofertę szkoleń i doskonalenia zawodowego dopełniają liczne seminaria na tematy rozpatrywane w pakietach szkoleniowych.

Czy masz jakieś sugestie lub uwagi krytyczne dotyczące niniejszego dokumentu?

Jeśli tak, prześlij je pocztą elektroniczną na adres: did@de.festo.com.

Autorzy i firma Festo Didactic będą wdzięczni za wszelkie informacje zwrotne.

Wprowadzenie

Niniejszy zbiór zadań jest elementem systemu dydaktycznego Automatyzacja i technika firmy Festo Didactic GmbH & Co. KG. System ten zapewnia solidne podstawy do praktycznego wyszkolenia i doskonalenia zawodowego. Pakiet szkoleniowy TP 1422 obejmuje podstawowe informacje na temat techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych.

Na szczególną uwagę zasługują przy tym kwestie budowy, działania, przyłączania i obszarów zastosowań układów z silnikiem krokowym, a także kwestia sterowania takimi układami, z uwzględnieniem wymagań dotyczących konkretnych zastosowań.

Wstępne warunki do montażu komponentów obejmują stałe stanowisko pracy wyposażone w płytę profilową marki Festo Didactic i zasilacz sieciowy z zabezpieczeniem przeciwzwarceniowym o napięciu wyjściowym 24 V (prąd stały — DC).

Układy do przeprowadzenia zadań od 1 do 5 można zbudować, korzystając z zestawu urządzeń dostępnego w ramach pakietu TP 1422. Do zadania 6 potrzebne są dodatkowo symulator we/wy oraz przewód we/wy SysLink. Żaden z tych komponentów nie znajduje się w zestawie urządzeń.

Ponadto są dostępne arkusze danych poszczególnych komponentów (czujniki, napędy, sterowniki silników itd.).

Wskazówki dotyczące pracy i bezpieczeństwa



Informacje ogólne

- Uczniowie/uczestnicy szkolenia mogą pracować przy obwodach tylko pod nadzorem nauczyciela/instruktora.
- Należy przestrzegać zaleceń zamieszczonych na arkuszach danych poszczególnych komponentów, a zwłaszcza wszelkich wskazówek dotyczących bezpieczeństwa.
- W trakcie zajęć należy unikać awarii, które mogą obniżyć poziom bezpieczeństwa, a w razie ich powstania należy je natychmiast usunąć.

Mechanika

- Wszystkie elementy należy montować na płycie profilowej.
- Należy przy tym uwzględnić informacje dotyczące umiejscowienia komponentów.

Elektryka

- Należy przykładać tylko niskie napięcia, wynoszące maksymalnie 24 V DC.
- Przyłącza elektryczne można łączyć i rozłączać tylko przy odłączonym zasilaniu.
- Należy używać tylko przyłączy elektrycznych z zabezpieczonymi wtykami.
- Przy rozłączaniu przyłączy należy zawsze pociągać za zabezpieczone wtyki, a nie za przewody.

Technika mocowania

Płyty montażowe urządzeń są wyposażone w warianty mocowań A, B lub C:

- Wariant A — system zatraskowy
Lekkie, nieobciążone urządzenia (np. zawory sterujące, czujniki). Urządzenie należy po prostu zatrzasnąć w gnieździe płyty profilowej. Aby wyjąć urządzenie, należy nacisnąć niebieską dźwignię.
- Wariant B — system obrotowy
Średnio obciążone urządzenia (np. siłowniki pneumatyczne). Urządzenia te mocuje się na płycie profilowej przy użyciu śrub z łbem młoteczkowym. Do naciągania i luzowania służy niebieska radełkowana nakrętka.
- Wariant C — system śrubowy
Urządzenia z dużym obciążeniem lub takie, które są rzadko zdejmowane z płyty profilowej (np. zawór włączający z filtrującym zaworem regulacyjnym). Urządzenia te mocuje się przy użyciu śrub z łbem walcowym i nakrętek z łbem młoteczkowym.

Pakiet szkoleniowy „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” (TP 1422)

Na pakiet szkoleniowy TP 1422 składa się wiele pojedynczych zasobów szkoleniowych. W tym pakiecie znajdują się materiały dotyczące silników krokowych. Poszczególne komponenty pakietu szkoleniowego TP 1422 mogą być również częściami innych pakietów.

Ważne komponenty pakietu TP 1422

- Stałe stanowisko pracy z płytą profilową Festo Didactic
- Zestawy urządzeń lub pojedyncze komponenty (np. czujniki, silniki czy sterowniki silników)

Media

W skład materiałów dydaktycznych do pakietu szkoleniowego TP 1422 wchodzi zbiór zadań. Zbiór zadań zawiera arkusze zadań do każdego z 6 zadań oraz płytę CD-ROM, przy czym każdy arkusz zadań zawiera odpowiedzi. Do każdego zadania dołączony jest zestaw gotowych arkuszy zadań i arkuszy pracy.

Do pakietu szkoleniowego dołączane są arkusze danych komponentów sprzętowych; znajdują się one także na płycie CD-ROM.

Pakiet szkoleniowy TP 1422 obejmuje oprogramowanie konfiguracyjne Festo Configuration Tool (FCT). Oprogramowanie FCT służy do konfigurowania wymaganych funkcji napędu elektrycznego. Funkcje napędu pełni układ sterownik-silnik-oś. Oprogramowanie konfiguracyjne umożliwia wzajemne dopasowanie komponentów tego układu.

Dodatkowe materiały edukacyjne można znaleźć w naszych katalogach oraz na stronie internetowej. System dydaktyczny Automatyzacja i technika jest też na bieżąco aktualizowany i rozbudowywany. Zestawy slajdów, filmy, płyty CD-ROM, DVD i programy dydaktyczne, a także inne materiały dydaktyczne są dostępne w wielu językach.

Cele dydaktyczne

■ Silniki krokowe

- Zapoznanie się ze sposobem bezpiecznego budowania i montowania układu z silnikiem krokowym.
- Zapoznanie się z podstawami techniki podłączania i łączenia stosowanych komponentów.
- Zapoznanie się z zasadami bezpiecznego i prawidłowego uruchamiania układu z silnikiem krokowym.
- Zapoznanie się z podstawami konfigurowania i parametryzowania układu z silnikiem krokowym przy użyciu oprogramowania Festo Configuration Tool (FCT).
- Zapoznanie się ze sposobami ustawiania i regulowania prędkości układu z silnikiem krokowym.
- Zapoznanie się z możliwościami ustawiania różnych przyspieszeń i opóźnień hamowania za pomocą oprogramowania FCT.
- Zapoznanie się z podstawami konfigurowania i rejestrowania danych pomiarowych za pomocą oprogramowania FCT.
- Nauczenie się najazdu na punkt referencyjny (bazowania) w układzie z silnikiem krokowym.
- Nauczenie się ustawiania pozycji i rekordów pozycji oraz wybierania pozycji.
- Nauczenie się sterowania procesami pozycjonowania w układzie z silnikiem krokowym za pośrednictwem kontroli sekwencji.
- Nauczenie się sprawdzania rekordów pozycji za pomocą oprogramowania FCT w cyklu testowym.
- Zapoznanie się z różnymi trybami pracy sterownika silnika.
- Nauczenie się tworzenia programu drogi z łączeniem rekordów pozycji oraz sterowania tym programem.
- Nauczenie się wyuczania pozycji.

Przyporządkowanie celów dydaktycznych i zadań

Zadanie	1	2	3	4	5	6
Cel dydaktyczny						
Zapoznanie się ze sposobem bezpiecznego budowania i montowania układu z silnikiem krokowym.	•					
Zapoznanie się z podstawami techniki podłączania i łączenia stosowanych komponentów.	•					
Zapoznanie się z zasadami bezpiecznego i prawidłowego uruchamiania układu z silnikiem krokowym.		•				
Zapoznanie się z podstawami konfigurowania i parametryzowania układu z silnikiem krokowym przy użyciu oprogramowania Festo Configuration Tool (FCT).		•				
Zapoznanie się ze sposobami ustawiania i regulowania prędkości układu z silnikiem krokowym.			•			
Zapoznanie się z możliwościami ustawiania różnych przyspieszeń i opóźnień hamowania za pomocą oprogramowania FCT.			•			
Zapoznanie się z podstawami konfigurowania i rejestrowania danych pomiarowych za pomocą oprogramowania FCT.			•			
Nauczenie się najazdu na punkt referencyjny (bazowania) w układzie z silnikiem krokowym.				•		
Nauczenie się ustawiania pozycji i rekordów pozycji oraz wybierania pozycji.				•		
Nauczenie się sterowania procesami pozycjonowania w układzie z silnikiem krokowym za pośrednictwem kontroli sekwencji.					•	
Nauczenie się sprawdzania rekordów pozycji za pomocą oprogramowania FCT w cyklu testowym.					•	
Zapoznanie się z różnymi trybami pracy sterownika silnika.						•
Nauczenie się tworzenia programu drogi z łączeniem rekordów pozycji oraz sterowania tym programem.						•
Nauczenie się wyuczania pozycji.						•

Wskazówka

Do zadania 6 potrzebne są dodatkowo symulator we/wy oraz przewód we/wy SysLink. Żaden z tych komponentów nie znajduje się w zestawie urządzeń.

Zestaw urządzeń w ramach pakietu „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” (TP 1422)

Zestaw urządzeń udostępniany w ramach pakietu „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” (TP 1422) pozwala poznać podstawowe zasady działania i zastosowania silników krokowych. Znajdują się w nim wszystkie komponenty wymagane do zrealizowania przedstawionych celów dydaktycznych, jak również można go dowolnie uzupełniać przy użyciu innych zestawów urządzeń.

Do budowy funkcjonujących obwodów wymagane są dodatkowo płyta profilowa i zasilacz sieciowy zapewniający napięcie 24 V DC.

Komponent	Nr kat.	Ilość
Sterownik silnika krokowego CMMS-ST-... (z kablem połączeniowym)		1
Silnik krokowy EMMS-ST-57-... (z przewodami przyłączeniowymi)		1
Napęd obrotowy		1
Indukcyjny czujnik zbliżeniowy M8		2
Przewód przyłączeniowy czujnika		2
Oprogramowanie Festo Configuration Tool		1

Do wykonania zadania 6 są dodatkowo wymagane następujące komponenty.

Komponent	Nr kat.	Ilość
Symulator we/wy		1
Przewód we/wy SysLink		1

Przyporządkowanie komponentów i zadań

	Zadanie	1	2	3	4	5	6
Komponent							
Sterownik silnika krokowego CMMS-ST-...		1	1	1	1	1	1
Silnik krokowy EMMS-ST-57-...		1	1	1	1	1	1
Napęd obrotowy		1	1	1	1	1	1
Indukcyjny czujnik zbliżeniowy M8		2	2	2	2	2	2
Przewód przyłączeniowy czujnika		2	2	2	2	2	2
Oprogramowanie Festo Configuration Tool			1	1	1	1	1
Symulator we/wy							1
Przewód we/wy SysLink							1
Zasilacz sieciowy 24 V DC		1	1	1	1	1	1

Wskazówki dla nauczyciela/instruktora

Cele dydaktyczne

Nadrzędnym celem dydaktycznym niniejszego zbioru zadań jest zapoznanie ucznia/uczestnika szkolenia z silnikami krokowymi oraz praktyczną budową układu z silnikiem krokowym. Bezpośrednie połączenie teorii i zastosowania w praktyce zapewnia szybkie i trwałe postępy w nauce. Szczegółowe cele dydaktyczne sformułowano w tabeli. Każdy z nich jest w niej przypisany do konkretnego zadania.

Czas wykonania

Czas potrzebny do wykonania zadań zależy od wiedzy, którą uczestnik szkolenia już dysponuje. Uczniowie szkół o profilu elektrycznym lub metaloznawczym: ok. 1 tygodnia. Osoby z przygotowaniem zawodowym w tym zakresie: ok. 2 dni.

Komponenty zestawu urządzeń

Zbiór zadań i zestaw urządzeń są do siebie dostosowane. Do wykonania zadań od 1 do 5 wymagane są tylko komponenty zestawu urządzeń w ramach pakietu TP 1422. Do zadania 6 potrzebne są dodatkowo symulator we/wy oraz przewód we/wy SysLink. Żaden z tych komponentów nie znajduje się w zestawie urządzeń.

Każde zadanie można przeprowadzić przy użyciu płyty montażowej ze szczelinami lub płyty profilowej o minimalnej szerokości 350 mm.

Oznaczenia w arkuszach z rozwiązaniami

Teksty rozwiązań i uzupełnienia rysunków lub wykresów zostały oznaczone kolorem czerwonym.

Oznaczenia w arkuszach pracy

Teksty do uzupełnienia są oznaczone rastrem lub szarym kolorem komórek tabeli.

Rysunki, które należy uzupełnić, mają tło rastrowe.

Rozwiązania

Rozwiązania podane w niniejszym zbiorze zadań wynikają z pomiarów testowych. Wyniki własnych pomiarów mogą się różnić od tych danych.

Obszary szkolenia

Poniżej przedstawiono przyporządkowanie obszarów szkolenia zawodowego w temacie „Podstawy techniki napędowej z zastosowaniem silników krokowych” do wybranych zawodów.

Kurs zawodowy	Obszar szkolenia	Temat
Elektronik technik automatyzacji	1	Analizowanie i sprawdzanie funkcji systemów elektrotechnicznych
	3	Analizowanie i regulowanie układów sterowania
	6	Analizowanie instalacji i sprawdzanie ich bezpieczeństwa
Mechatronik	3	Instalowanie elektrycznych środków produkcji z uwzględnieniem aspektów techniki bezpieczeństwa
	4	Badanie przepływów energii i informacji w podzespołach elektrycznych, pneumatycznych i hydraulicznych
	7	Wykonywanie podsystemów mechatronicznych
	11	Uruchamianie, wyszukiwanie błędów i naprawy
Mechanik przemysłowy	10	Wytwarzanie i uruchamianie systemów technicznych

Struktura zadań

Wszystkie 6 zadań zbudowanych jest zgodnie z tą samą metodyką. W każdym zadaniu można wyróżnić następujące elementy:

- Tytuł
- Cele dydaktyczne
- Sformułowanie problemu
- Plan sytuacyjny
- Polecenia
- Pomoce
- Arkusze pracy

Zawartość płyty CD-ROM

Na dołączonej płycie CD-ROM znajduje się zbiór zadań w formacie PDF. Ponadto na płycie CD-ROM zapisano jeszcze inne materiały.

Katalogi zamieszczone na płycie CD-ROM obejmują:

- Instrukcje obsługi
- Arkusze danych
- Informacje o produktach
- Narzędzia programowe

Instrukcje obsługi

W tym obszarze dostępne są instrukcje obsługi różnych komponentów pakietu szkoleniowego. Instrukcje te stanowią pomoc w trakcie uruchamiania i użytkowania komponentów.

Arkusze danych

Arkusze danych komponentów są udostępniane w postaci plików PDF.

Informacje o produktach

W tym obszarze można wyszukiwać komponenty, aby wyświetlić stosowne informacje o produktach sporządzone przez producenta. Celem prezentacji i opisu komponentów w takiej formie jest przedstawienie sposobu prezentacji komponentów w katalogu przemysłowym. Ponadto znajdują się tutaj dodatkowe informacje o komponentach.

Narzędzia programowe

Narzędzia programowe wymagane do wykonania poszczególnych zadań zostały udostępnione na płycie CD-ROM.

Wskazówka

Aktualizacje i inne narzędzia programowe można znaleźć w witrynie internetowej pod adresem:
www.festo.com > Technika > Wybór i wymiarowanie.

Zadanie 1

Budowa układu z silnikiem krokowym

■ Cele dydaktyczne

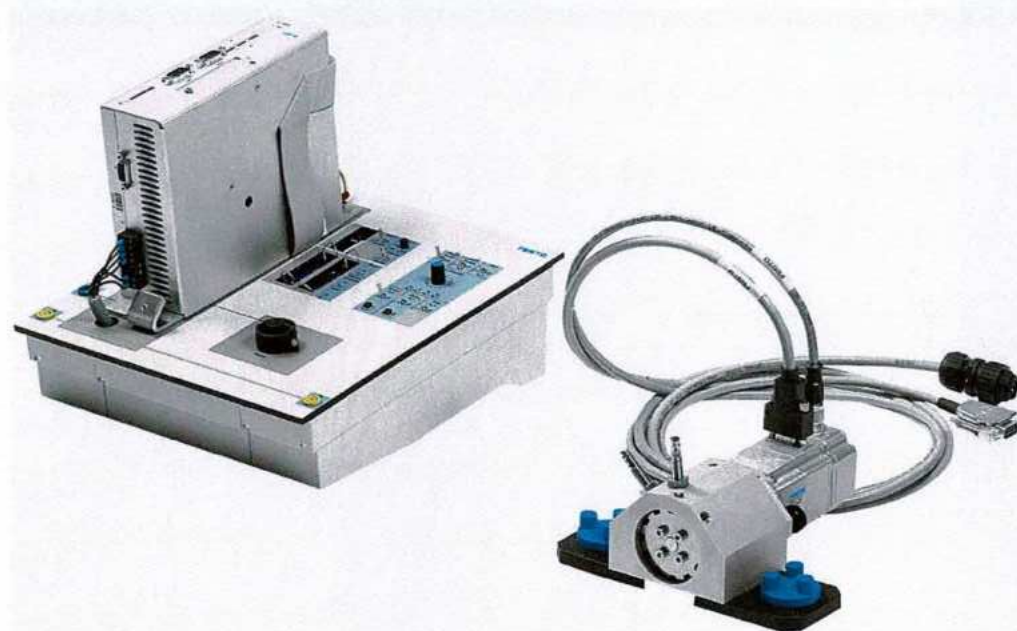
Po wykonaniu tego zadania uczestnik szkolenia zna

- sposób bezpiecznego budowania i montowania układu z silnikiem krokowym;
- podstawy techniki przyłączania stosowanych komponentów i budowania z nich obwodów.

■ Sformułowanie problemu

Z poszczególnych komponentów należy zbudować układ z silnikiem krokowym. W celu skompletowania bezpiecznego układu należy prawidłowo połączyć ze sobą sterownik silnika, silnik krokowy, napęd obrotowy, zadajnik i czujnik zbliżeniowy.

■ Plan sytuacyjny



Układ z silnikiem krokowym

Polecenia

1. Opisz budowę i funkcje zastosowanych komponentów.
2. Połącz podzespoły w celu skompletowania bezpiecznego układu.

Pomoce

- Arkusze danych
- Instrukcje obsługi



Ostrzeżenie

Zasilanie prądem elektrycznym można podłączyć dopiero po wykonaniu i skontrolowaniu wszystkich połączeń. Przed rozmontowaniem komponentów po przeprowadzeniu zadania należy odłączyć napięcie zasilające.

Opis funkcji

- Uzupełnij poniższą tabelę. Wymagane dane znajdują się w arkuszu danych dotyczącym indukcyjnego czujnika zbliżeniowego.

Parametr	Wartość
Obszar roboczy/znamięniona odległość robocza	1,5 mm
Dokładność powtarzania	0,07 mm
Napięcie robocze	10–30 V DC
Wyjście przełączające	NC, zestyk rozwierny
Częstotliwość przełączania	5000 Hz

- Uzupełnij poniższą tabelę. Wymagane dane znajdują się w arkuszu danych dotyczącym silnika krokowego.

Parametr	Wartość
Napięcie robocze	48 V DC
Znamięnowe natężenie prądu	5 A
Statyczny moment obrotowy	0,8 Nm
Kąt kroku	1,8° ±5%
Moment bezwładności masy wirnika	0,29 kgcm ²

- Uzupełnij poniższą tabelę. Wymagane dane znajdują się w arkuszu danych dotyczącym sterownika silnika.

Parametr	Wartość
Napięcie zasilające obciążenie [X9]	48 V DC
Znamięnowe natężenie prądu w module sterowania [X9]	0,2 A
Wyjściowe natężenie prądu [X6]	8 A _{eff}
Liczba cyfrowych wyjść przełączających [X1]	4
Poziom sygnału na wejściach analogowych [X1]	Od -10 do +10 V

Budowanie pełnego układu

1. Podłączanie silnika
 - Upewnij się, że dopływ prądu jest wyłączony.
 - Zasilacz sieciowy 24 V powinien być wyłączony.
 - Przymocuj silnik do napędu obrotowego przy użyciu śrub mocujących i zamontuj ten podzespół na płycie profilowej.
 - Połącz przewód silnika z modulem sterowania.
 - Wsuń i wkręć wtyk przewodu silnika do gniazda [X6] modułu sterowania.
 - Zamontuj czujnik zbliżeniowy w uchwycie na napędzie obrotowym.
 - Połącz czujnik zbliżeniowy z modulem sterowania przy użyciu przewodów czujnika (wejście D_{in}6–Limit0/wejście D_{in}7–Limit1).

Wskazówka

Do ustalenia pozycji krańcowych można wykorzystać czujniki lub przełączniki sygnału.

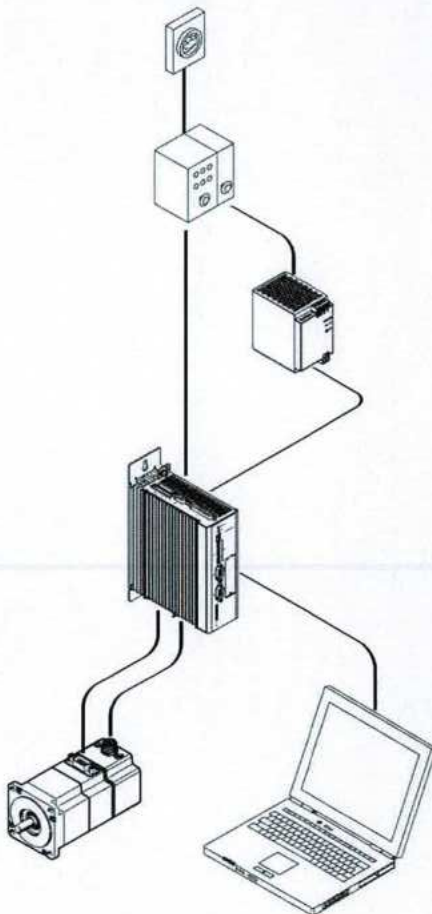
2. Podłączanie sterownika silnika
 - Podłącz moduł sterowania do zasilacza sieciowego 24 V za pomocą bezpiecznych złączy wtykowych o średnicy 4 mm.
3. Podłączanie komputera
 - Połącz moduł sterowania i komputer za pomocą szeregowego kabla połączeniowego.
 - Wsuń wtyk D-sub kabla szeregowego do gniazda [X5] RS232/COM w sterowniku silnika.
 - Dokręć śruby mocujące.
4. Sprawdzanie gotowości do pracy
 - Upewnij się, że przełącznik zwalniający regulatorów Controller Enable jest wyłączony.
 - Sprawdź ponownie połączenia wtykowe.
 - Podłącz urządzenia do źródła zasilania. Dioda gotowości z przodu sterownika silnika powinna się wówczas zaświecić.
5. Wyłączanie układu i zasilania
 - Ustaw przełączniki Power Enable, Controller Enable, Stop i Start w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).

- Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki sygnałowe Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik potencjometru $A_{in}0$ powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy powinien się znajdować w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
- Odłącz zasilacz sieciowy 24 V DC.

Wskazówka

Za pośrednictwem gniazda D-sub [X1] sterownik może rejestrować i wysyłać zewnętrzne sygnały analogowe. Do ręcznego ustawiania wartości zadanej sygnału analogowego służy przełącznik potencjometru $A_{in}0$. Upewnij się, że przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny znajduje się w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).

Jeśli dioda gotowości nie świeci, wystąpiła usterka. Ciąg cyfr widniejący na wyświetlaczu segmentowym jest numerem błędu, którego przyczynę należy usunąć. W razie wyświetlenia takiego komunikatu o błędzie należy przeczytać rozdział 8.2 podręcznika pt. „Sterownik silnika CMMS-ST-...”, zatytułowany „Komunikaty dotyczące trybu pracy i komunikaty o błędach”.



Zadanie 2

Konfigurowanie i uruchamianie układu z silnikiem krokowym

■ Cele dydaktyczne

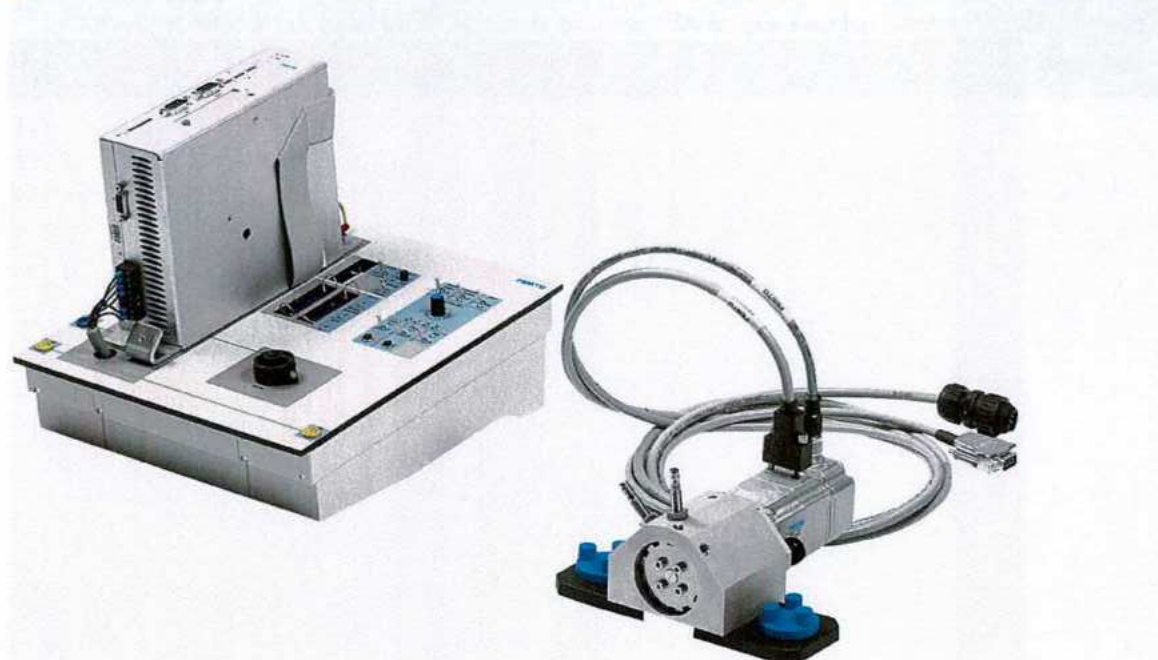
Po wykonaniu tego zadania uczestnik szkolenia zna

- zasady bezpiecznego i prawidłowego uruchamiania układu z silnikiem krokowym;
- podstawy konfigurowania i parametryzowania układu z silnikiem krokowym przy użyciu oprogramowania Festo Configuration Tool (FCT).

■ Sformułowanie problemu

Przed konkretnym zastosowaniem należy za pomocą oprogramowania FCT skonfigurować i uruchomić pełny układ zbudowany z poszczególnych podzespołów. Do tego wymagany jest wybór podstawowych ustawień w oprogramowaniu FCT.

■ Plan sytuacyjny



Układ z silnikiem krokowym

■ Polecenia

1. Opisz działanie stosowanego indukcyjnego czujnika zbliżeniowego.
2. Opisz budowę i działanie silnika krokowego.
3. Za pomocą oprogramowania FCT utwórz projekt, skonfiguruj podzespoły i uruchom kompletny układ z silnikiem krokowym.

■ Pomoce

- Arkusze danych
- Instrukcje obsługi



Ostrzeżenie

Zasilanie prądem elektrycznym można podłączyć dopiero po wykonaniu i skontrolowaniu wszystkich połączeń. Przed rozmontowaniem komponentów po przeprowadzeniu zadania należy odłączyć napięcie zasilające.

■ Opis funkcji

- Opisz działanie stosowanego indukcyjnego czujnika zbliżeniowego.

Czujnik zbliżeniowy pracuje bezdotykowo, reaguje na zbliżenie metali, a na wyjściu przełączającym jest wyposażony w zestyk rozwierny. W przypadku zestyku rozwiernego obwód prądowy w położeniu spoczynkowym jest zamknięty. Po uruchomieniu czujnika zbliżeniowego następuje otwarcie obwodu.

- Opisz zasadę działania silnika krokowego.

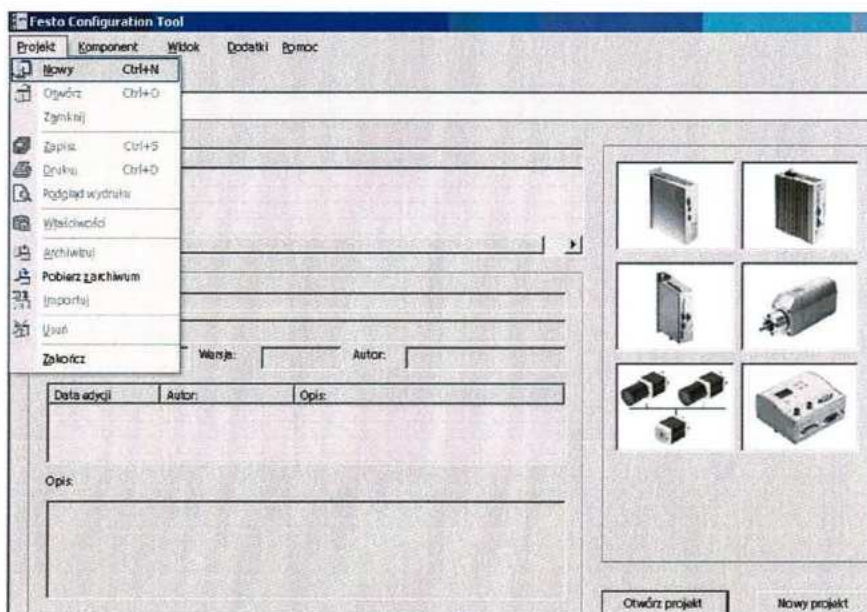
Specyficzne działanie silnika krokowego polega na krokowym obracaniu się jego wału. Silnik ten jest wyposażony w kilka cewek sterowanych niezależnie od siebie, które są nawinięte w stojanie (nieruchomej części silnika). Prąd stały może przepływać przez cewki w obydwu kierunkach; cewki mogą też nie być zasilane prądem. Za sterowanie tymi fazami w taki sposób, aby następowały po sobie w odpowiedniej kolejności, a w stojanie powstało wirujące pole magnetyczne, za którym podąży wirnik z magnesem trwałym, odpowiada układ elektroniczny.

Ogromną zaletą silnika krokowego w porównaniu z innymi napędami elektrycznymi jest to, że jego pracą można sterować z wystarczającą dokładnością pozycjonowania bez uzyskiwania informacji zwrotnej o pozycji. Dzięki takiemu rozwiązaniu układ elektroniczny jest prostszy, a tym samym tańszy.

Sterowanie silnikami krokowymi jest stosunkowo proste, chociaż nie nadają się one do zastosowań w napędach wymagających dużych prędkości obrotowych z wysokim momentem obrotowym. Gdyby moment obciążenia silnika był choćby krótkotrwale wyższy od momentu silnika, wirnik nie nadążyłby za polem wirującym cewek i silnik zacząłby „gubić” kroki.

■ Konfigurowanie i uruchamianie za pomocą oprogramowania FCT

1. Sprawdzanie wymagań dotyczących rozruchu
 - Upewnij się, że dopływ prądu jest wyłączony.
 - Zasilacz sieciowy 24 V powinien być wyłączony.
 - Upewnij się, że komputer, moduł sterowania, sterownik, silnik i zadajnik są ze sobą prawidłowo połączone kablami (zob. Zadanie 1).
 - Sprawdź zadajnik.
 - Przełączniki Power Enable, Controller Enable, Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik potencjometru A_{in}0 powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy powinien się znajdować w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
2. Włączanie zasilania
 - Włącz zasilacz sieciowy 24 V.
 - Poczekaj na zakończenie automatycznego autotestu, tj. aż na przednim panelu sterownika zaświeci się dioda gotowości.
3. Uruchamianie oprogramowania FCT i tworzenie projektu
 - Uruchom oprogramowanie FCT i w menu głównym wybierz kolejno opcje Projekt i Nowy lub kliknij przycisk Nowy projekt.



- Wprowadź nazwę projektu, tytuł i nazwisko autora, a następnie potwierdź te dane, klikając przycisk OK.
- Wybierz typ sterownika CMMS-ST, wprowadź nazwę komponentu i potwierdź te dane, klikając przycisk OK.

Nowy projekt — właściwości projektu

Projekt

Imię i nazwisko:

Tytuł:

Data utworzenia: 19.01.2010 Wersja: V1.0.0 Autor:

Data edycji	Autor	Opis

Opis:

Układ jednostek:

Folder projektu: >> <<

OK Anuluj

Wybór komponentów

Komponent

- Festo
 - CMMP-AS
 - CMMS-AS
 - CMMS-ST**
 - MTR-DCI
 - SBO...H Network
 - SFC-DC

Opis urządzenia

Producent urządzenia	Festo
Rodzina urządzenia	CMMS-ST
Wersja dodatku plug-in	V01.01.00



FESTO

Krótki opis:
 Sterownik serw — linia standardowa do serwowatorów typu EMMS-AS. Stopień mocy 4, natężenie prądu w silniku 10 A. Sterownik pozycjonowania z 64 relacjami. Interfejsy magistrali polowej z profilem pozycjonowania Festo FHPP.

Nazwa komponentu (maksymalna długość = 24)

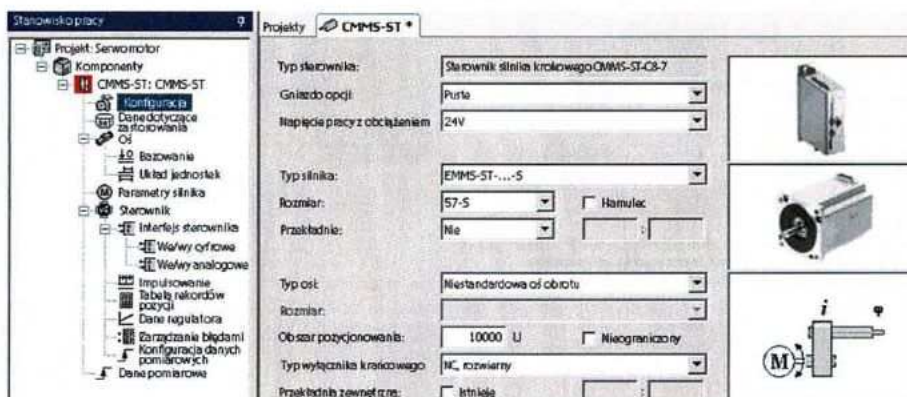
OK Anuluj

4. Wybieranie ustawień opcji w oprogramowaniu FCT
- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Konfiguracja i określ najważniejsze komponenty.

Parametry na stronie Konfiguracja	Wybór
Gniazdo opcji	Puste
Napięcie pracy z obciążeniem	24 V
Typ silnika	EMMS-ST...xS
Rozmiar	57-S
Przekładnie	Nie
Typ osi	Niestandardowa oś obrotu
Obszar pozycjonowania	10 000 obr.
Typ wyłącznika krańcowego	NC, rozwierny

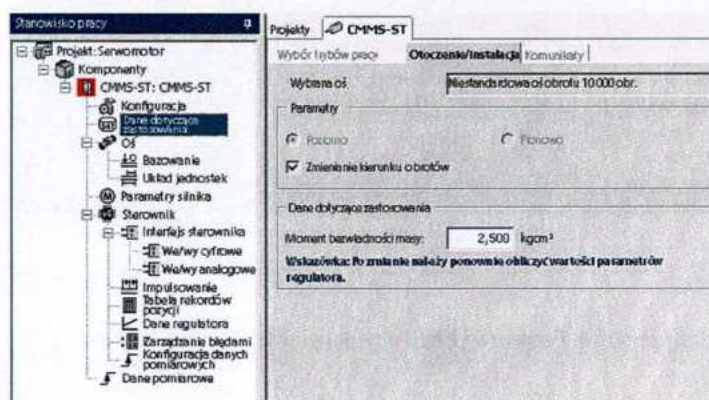
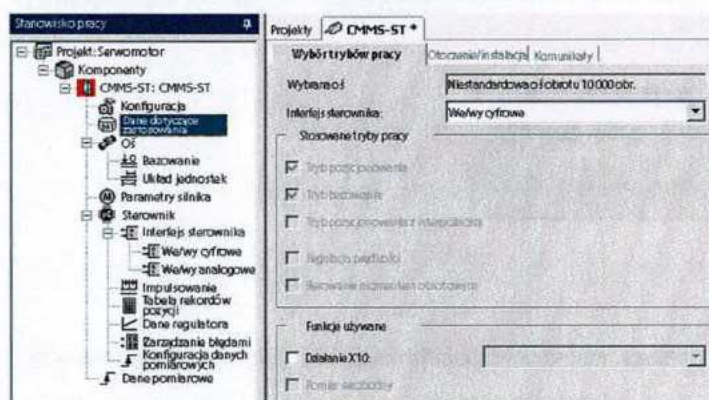
Wskazówka

Do pracy silnika krokowego EMM-ST-57-S-SE bez kabla enkodera wymagana jest konfiguracja typu silnika EMM-ST-57-S.

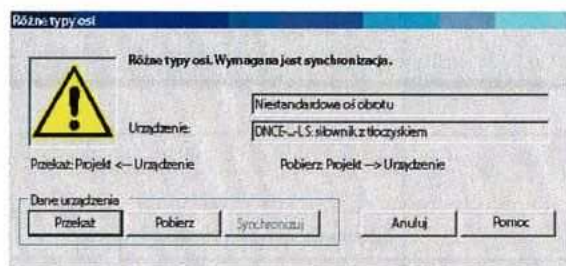


- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane dotyczące zastosowania, aby wprowadzić ogólne dane dotyczące montażu i obciążeń, a także interfejsu sterownika i stosowanych trybów pracy.

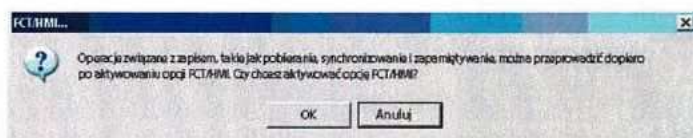
Parametry na stronie Dane dotyczące zastosowania	Karta Wybór trybów pracy	Karta Otoczenie/instalacja
Interfejs sterownika	We/wy cyfrowe	—
Stosowane tryby pracy	Tryb pozycjonowania Tryb bazowania	—
Parametr	—	Zmienianie kierunku obrotów aktywne
Dane dotyczące zastosowania masy całkowitej	—	2,500 kgcm ²



- Zapisz projekt i uruchom komunikację pomiędzy komputerem a sterownikiem.
- Upewnij się, że wszystkie podstawowe ustawienia są prawidłowe, i wczytaj projekt do sterownika.

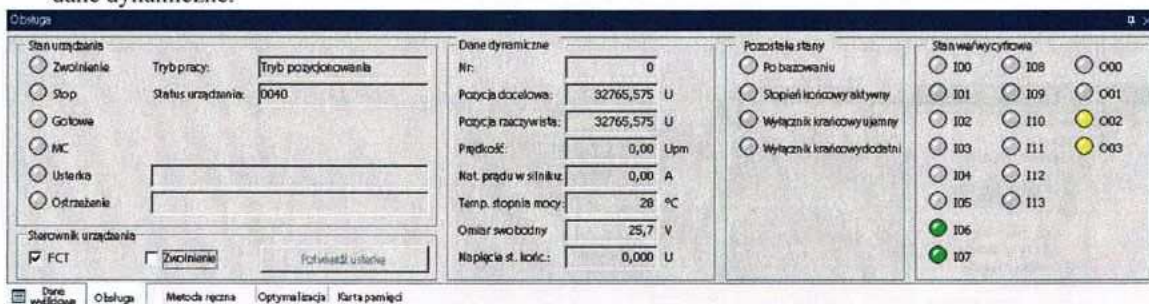


- Włącz sterowanie urządzeniami za pomocą panelu sterowniczego FCT (opcja FCT/HMI), aby obsługiwać sterownik za pomocą oprogramowania FCT.



5. Sprawdzanie błędów

- W oknie Wydanie projektu otwórz kartę Obsługa, aby sprawdzić informacje takie jak status urządzenia czy dane dynamiczne.



- W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij przycisk Potwierdź błąd, aby potwierdzić zapoznanie się z błędami i ostrzeżeniami.

Wskazówka

Sterowanie podłączonymi urządzeniami jest możliwe dopiero wówczas, gdy w obszarze Status urządzenia nie widnieją żadne błędy. Sposoby usuwania błędów opisano w rozdziale 8.2, „Komunikaty o błędach”, podręcznika „Sterownik silnika CMMS-ST-...” oraz w części Festo→CMMS-ST sekcji poświęconej zawartości zainstalowanych dodatków w Pomocy dla programistów.

6. Ręczne sprawdzanie sprzętu

- Sprawdź sprawność wyłączników krańcowych.
 - W razie najazdu na dodatnią pozycję końcową świeci się wskaźnik dodatniego wyłącznika krańcowego, a wskaźnik IO7 nie wykazuje sygnału.

Dane dynamiczne		Rozpoznane stany		Stan wejściowy	
Nr:	0	☐ Po bieżeniu	☐ IO0	☐ IO8	☐ O00
Pozycja docelowa:	32765,575 U	☐ Stopień końcowy aktywny	☐ IO1	☐ IO9	☐ O01
Pozycja rzeczywista:	32765,575 U	☐ Wyłącznik krańcowy ujemny	☐ IO2	☐ IO10	☒ O02
Prędkość:	0,00 Upm	☒ Wyłącznik krańcowy dodatni	☐ IO3	☐ IO11	☒ O03
Nat. prądu w silniku:	0,00 A		☐ IO4	☐ IO12	
Temp. stopnia mocy:	29 °C		☐ IO5	☐ IO13	
Omiar swobodny:	25,8 V		☒ IO6		
Napięcie st. końc.	0,000 U		☐ IO7		

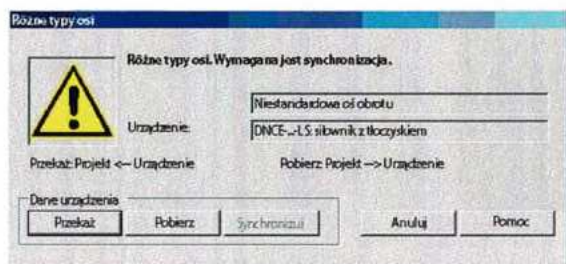
Wskazówka

Wartości przedstawione w obszarze Dane dynamiczne są obliczane za pomocą oprogramowania FCT. Synchronizacja danych pomiędzy silnikiem a sterownikiem odbywa się tylko w konfiguracji silnika EMM-ST-57-S-SE z kablem enkodera.

- Wyszukiwanie błędów

Problem	Sposób postępowania
Po najechaniu na pozycję końcową nie świeci się wskaźnik wyłącznika krańcowego.	Sprawdzenie przyłączy Sprawdzenie sprawności wyłączników krańcowych Sprawdzenie układów logicznych wyłączników krańcowych Sprawdzenie przełączników zadajnika (Limit0, Limit1: przełącznik w górę)

7. Aktywowanie systemu przy użyciu zadajnika i oprogramowania FCT
 - Aktywuj zadajnik i sterownik silnika.
 - Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji ON/WŁ. (przełącznik na dole).
 - Aktywuj sterownik za pomocą oprogramowania FCT.
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami zaznacz opcje FCT/HMI oraz Zwolnienie.



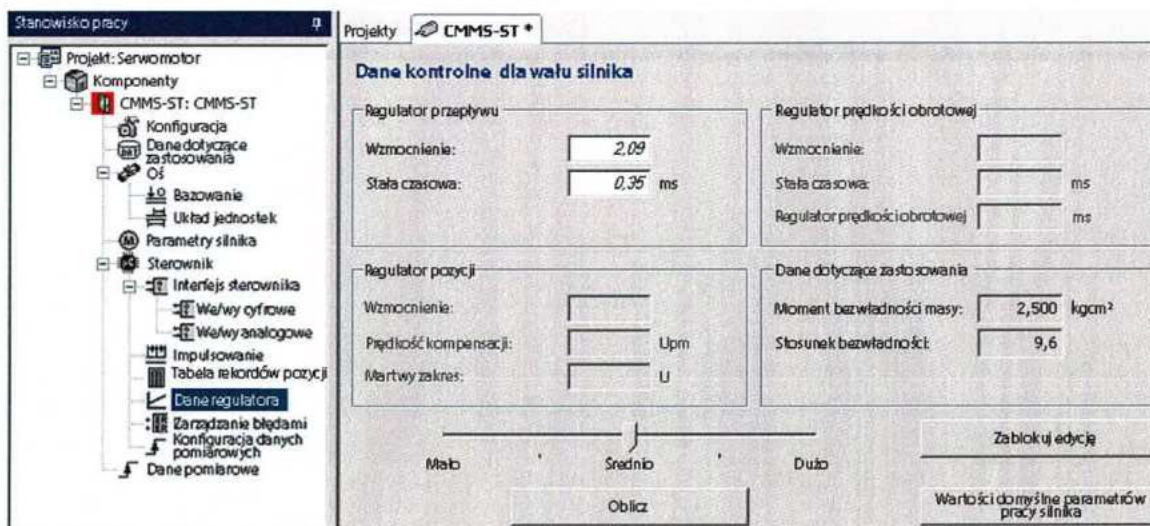
8. Sprawdzanie parametrów regulatora
 - W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane regulatorów, aby sprawdzić i/lub zoptymalizować dane regulatorów w sterowniku.

Wskazówka

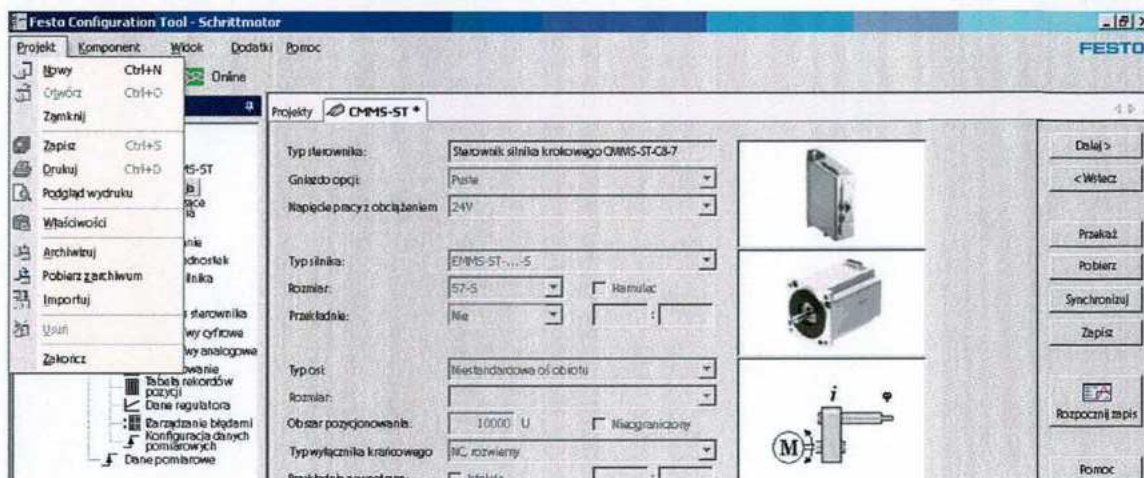
Zmiana danych regulatorów może spowodować uszkodzenie lub zniszczenie silnika.

Należy dokładnie sprawdzić poprawność danych regulatorów.

Wartości domyślne we wszystkich polach wprowadzania danych można przywrócić za pomocą przycisku Domyślne wartości silnika.



9. Zapisywanie danych projektu i zamykanie sesji oprogramowania FCT
 - W obszarze roboczym kliknij przycisk Zapisz, aby trwale zapamiętać wczytane dane w sterowniku.
 - W menu głównym wybierz kolejno polecenie Projekt i opcję Zapisz lub Archiwizuj, aby zapisać projekt.
 - Zdeaktywuj połączenie transmisji danych i zamknij sesję oprogramowania FCT.



10. Wyłączanie układu i zasilania

- Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
- Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik potencjometru A_{in0} powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy powinien się znajdować w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
- Odłącz zasilacz sieciowy 24 V DC.

Zadanie 3

Regulowanie prędkości układu z silnikiem krokowym

■ Cel dydaktyczny

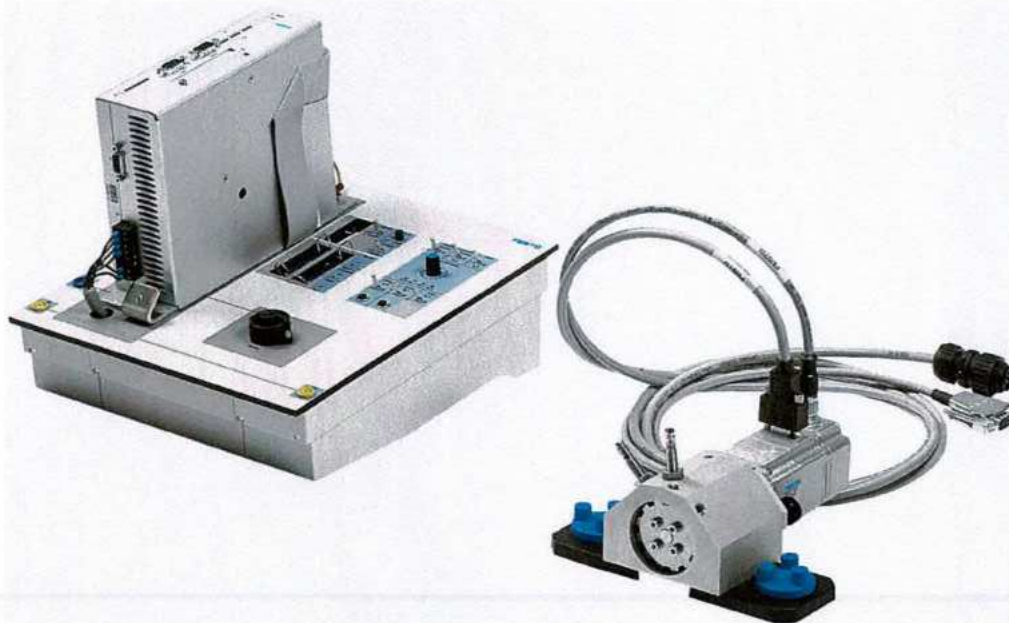
Po wykonaniu tego zadania uczestnik szkolenia zna

- sposoby ustawiania i regulowania prędkości układu z silnikiem krokowym;
- możliwość ustawiania różnych przyspieszeń i opóźnień hamowania za pomocą oprogramowania FCT;
- podstawy konfigurowania i rejestrowania danych pomiarowych za pomocą oprogramowania FCT.

■ Sformułowanie problemu

Regulacja prędkości silnika jest jego podstawowym zastosowaniem, wymagany nie tylko ze względu na bezpieczeństwo. Dlatego ważne jest dostosowanie zadanego przebiegu zmian prędkości obrotowej silnika krokowego do zmian trasy silnika i obciążenia przez ustawienie różnych przyspieszeń i opóźnień hamowania. Stopniowy wzrost/spadek zadanej wartości prędkości obrotowej należy każdorazowo zarejestrować w formie wykresu zgodnego z zasadami techniki pomiarowej. Do tego wymagany jest wybór podstawowych ustawień w oprogramowaniu FCT.

■ Plan sytuacyjny



Układ z silnikiem krokowym

■ **Polecenia**

1. Skonfiguruj dane pomiarowe i zarejestruj przebieg zmian prędkości obrotowej na wykresie.
2. Zoptymalizuj przebieg regulacji.

■ **Pomoce**

- Arkusze danych
- Instrukcje obsługi



Ostrzeżenie

Zasilanie prądem elektrycznym można podłączyć dopiero po wykonaniu i skontrolowaniu wszystkich połączeń. Przed rozmontowaniem komponentów po przeprowadzeniu zadania należy odłączyć napięcie zasilające.

■ Próba 1a: Silnik krokowy bez kabla enkodera — konfigurowanie danych pomiarowych i rejestrowanie przebiegu zmian wartości prędkości obrotowej

1. Sprawdzanie wymagań dotyczących rozruchu (zob. Zadanie 2)
2. Uruchamianie zasilania (zob. Zadanie 2)
3. Uruchamianie oprogramowania FCT i otwieranie projektu „Silnik krokowy” lub pobieranie go z archiwum (zob. Zadanie 2)
4. Wybieranie ustawień opcji w oprogramowaniu FCT
 - W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Konfiguracja i określ najważniejsze komponenty.

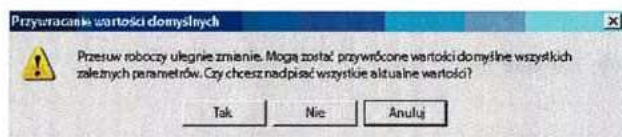
Parametry na stronie Konfiguracja	Wybór
Gniazdo opcji	Puste
Napięcie pracy z obciążeniem	24 V
Typ silnika	EMMS-ST-...-S
Rozmiar	57-S
Przekładnie	Nie
Typ osi	Niestandardowa oś obrotu
Obszar pozycjonowania	Nieograniczony
Typ wyłącznika krańcowego	NC, rozwierny

Wskazówka

Do pracy silnika krokowego EMM-ST-57-S-SE bez kabla enkodera wymagana jest konfiguracja typu silnika EMM-ST-57-S.

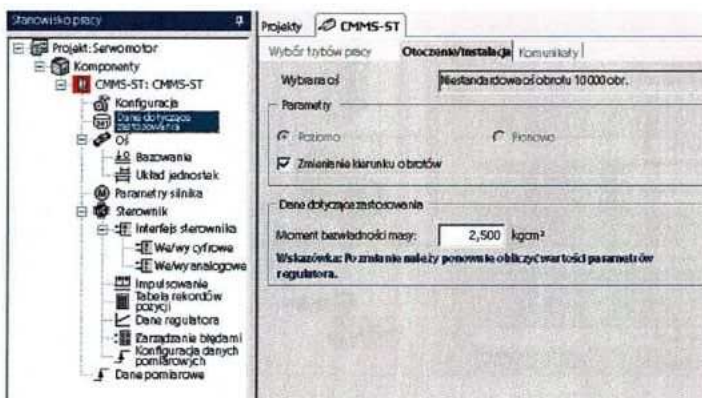


- Potwierdź przyciskiem OK następujący komunikat „Przywracanie wartości domyślnych”.

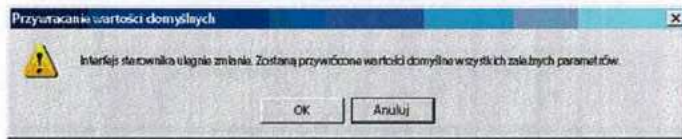


- Otwórz stronę Dane dotyczące zastosowania, aby wprowadzić ogólne dane dotyczące montażu i obciążeń, a także interfejsu sterownika i stosowanych trybów pracy.

Parametry na stronie Dane dotyczące zastosowania	Karta Wybór trybów pracy	Karta Otoczenie/installacja
Interfejs sterownika	Wejście analogowe	—
Stosowane tryby pracy	Regulacja prędkości	—
Parametr	—	Odwrócenie kierunku obrotów aktywne
Dane dotyczące zastosowania masy całkowitej (moment bezwładności masy)	—	2,500 kgcm ²



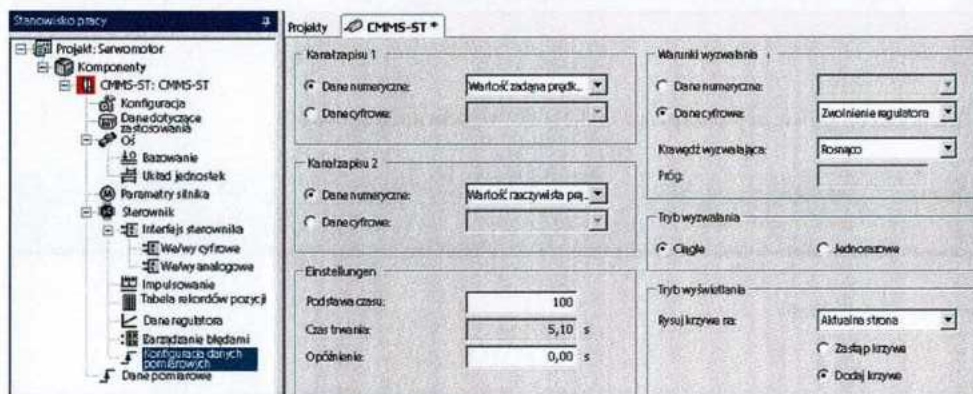
- Potwierdź przyciskiem OK następujący komunikat „Przywracanie wartości domyślnych”.



5. Konfigurowanie danych pomiarowych

- W oknie Stanowisko pracy kliknij stronę Konfiguracja danych pomiarowych, aby zdefiniować parametry funkcji rejestrowania.

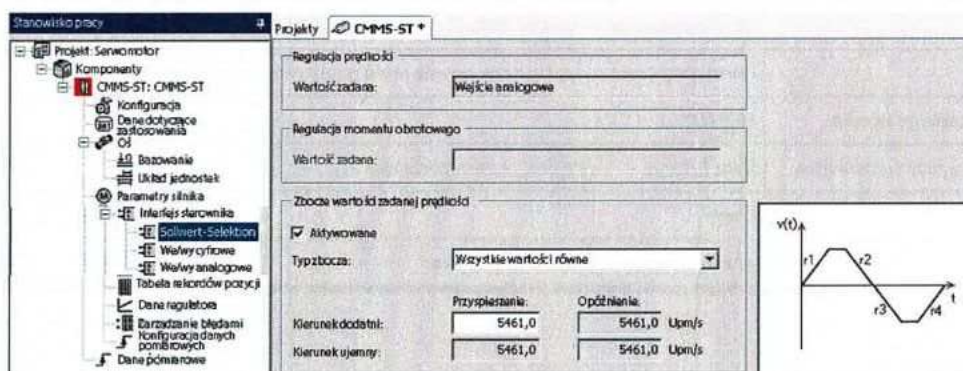
Parametry na stronie Konfiguracja danych pomiarowych	Wybór
Kanał zapisu 1	Dane numeryczne — wartość zadana prędkości
Kanał zapisu 2	Dane numeryczne — wartość rzeczywista prądu przepływającego przez silnik
Ustawienia podstawy czasu/opóźnienia	100/0,00
Warunki wyzwalania/krawędź wyzwalająca	Dane cyfrowe — zwolnienie regulatora/rosnąco
Tryb wyzwalania	Ciągły
Tryb wyświetlania	Aktualna strona — dodawanie krzywych



6. Parametryzowanie interfejsu sterownika

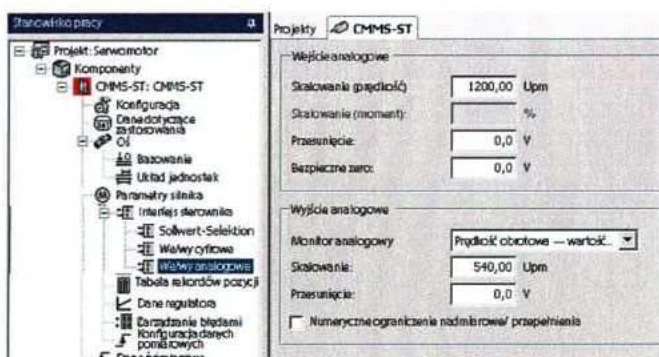
- Otwórz stronę Wybór wartości zadanej, aby skonfigurować funkcję sterowania prędkością.

Parametry na stronie Wybór wartości zadanej	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Regulacja prędkości obrotowej – Wartość zadana – Wartość kompensacji	Wejście analogowe Nieaktywne	Wejście analogowe Nieaktywne	Wejście analogowe Nieaktywne
Zbocze wartości zadanej prędkości obrotowej – Typ zbocza – Przyspieszenie	Aktywowane Wszystkie wartości równe 25 000,0	Aktywowane Wszystkie wartości równe 5461,0	Aktywowane Wszystkie wartości równe 2500,0



- Otwórz stronę We/wy analogowe, aby przypisać funkcję do wejścia analogowego.

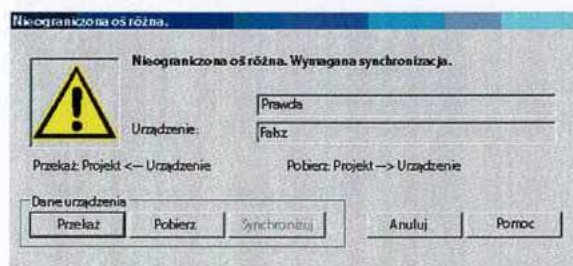
Parametry na stronie We/wy analogowe	Wybór
Wejście analogowe – Skalowanie (prędkość) – Przesunięcie – Bezpieczne zero	1200,00 0,0 0,0



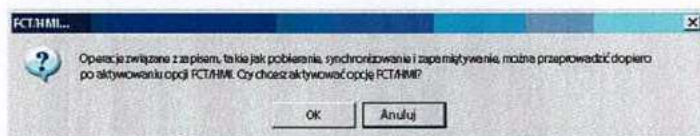
Wskazówka

W razie zastosowania zasilacza sieciowego o napięciu wyjściowym 24 V (4,5 A) firmy Festo należy zmniejszyć wartości natężenia prądu i wartości graniczne pracy silnika na stronie Parametry silnika. Znamionowe natężenie prądu: 2,5 A; prąd przewodzenia: 3,0 A; prąd cieplny: 2,5 A.

7. Zapisywanie projektu i wczytywanie danych do urządzenia
 - Zapisz projekt i uruchom komunikację pomiędzy komputerem a sterownikiem.
- Upewnij się, że wszystkie podstawowe ustawienia są prawidłowe, i wczytaj projekt do sterownika.



- Włącz sterowanie urządzeniami za pomocą panelu sterowniczego FCT (opcja FCT/HMI), aby obsługiwać sterownik za pomocą oprogramowania FCT.



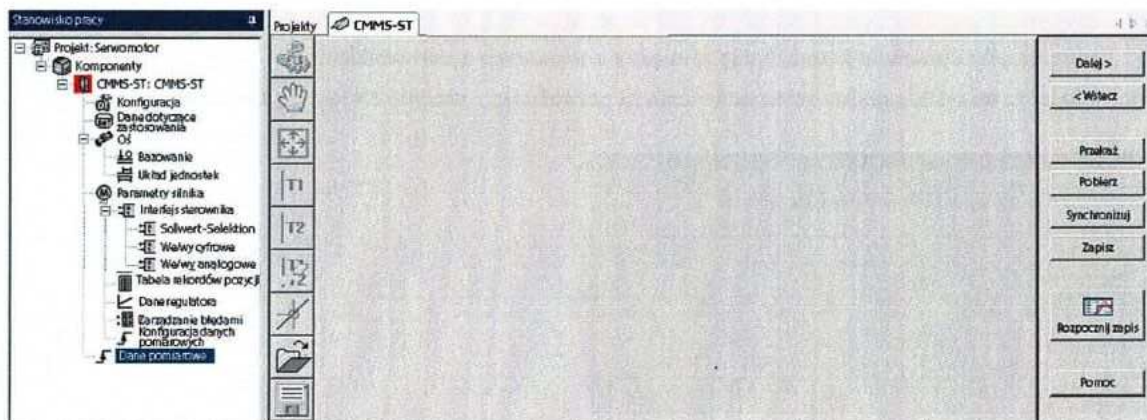
8. Aktywowanie systemu przy użyciu zadajnika
 - Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik potencjometru $A_{in}0$ powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy powinien się znajdować w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
9. Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji ON/WŁ.

Sprawdzanie elementów sprzętowych przy użyciu zadajnika

 - Ustaw przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy w pozycji Analogowy (przełącznik w górze).
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami zaznacz opcję Zwolnienie.
 - Przeprowadź ręczną regulację prędkości i zmianę kierunku obrotów za pomocą przełącznika potencjometru $A_{in}0$.
 - Po wykonaniu testu dezaktywuj opcję Zwolnienie.

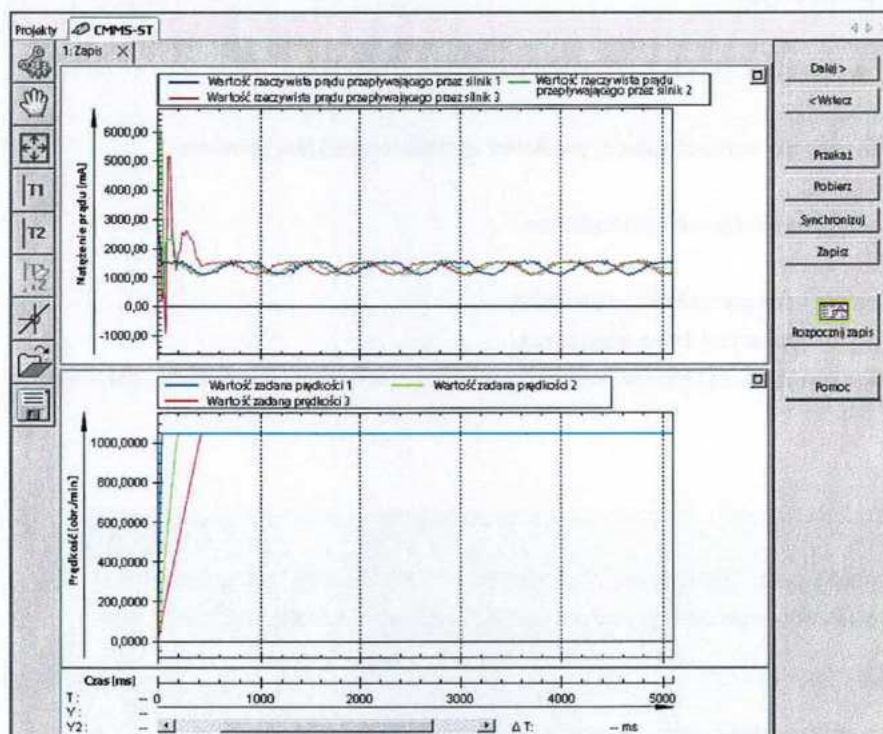
10. Rozpoczynanie zapisu sygnału i przeprowadzanie pomiarów

- Ustaw przełącznik potencjometru A_{m0} w pozycji 10 V.
- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
- Kliknij przycisk Rozpocznij zapis, aby rozpocząć rejestrowanie danych.
- W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
- Zdezaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar.



11. Zmienianie parametrów regulacji prędkości i powtarzanie zapisu sygnału

- Otwórz stronę Wybór wartości zadanej i skonfiguruj funkcję sterowania prędkością w trakcie pomiaru 2 lub pomiaru 3 (zob. punkt 6).
- Zapisz projekt i wczytaj dane do urządzenia (zob. punkt 7).
- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
- W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
- Zdezaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar, i kliknij przycisk Zatrzymaj zapis, aby zakończyć rejestrowanie danych.



■ Próba 1b: Silnik krokowy z kablem enkodera — optymalizowanie przebiegu regulacji

Wskazówka

To zadanie można wykonać tylko w konfiguracji silnika EMM-ST-57-S-SE z kablem enkodera.

1. Konfigurowanie danych pomiarowych
 - Otwórz stronę Konfiguracja danych pomiarowych i zmień ustawienie funkcji rejestrowania Kanał zapisu 2 na Dane numeryczne — wartość rzeczywista prądu przepływającego przez silnik.
2. Wprowadzanie parametrów zbocza wartości zadanej prędkości zgodnie z wynikami pomiaru 1
3. Zapisywanie projektu i wczytywanie danych do urządzenia
4. Rozpoczynanie zapisu sygnału i przeprowadzanie pomiarów
 - W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
 - W oknie Wydanie projektu otwórz kartę Optymalizacja i skonfiguruj przebieg zmian prędkości obrotowej w trakcie pomiaru 1.

Wskazówka

W trakcie konfiguracji parametry pracy regulatora są dopasowywane do parametrów pracy silnika. Ręczne dostosowywanie parametrów regulatora przepływu nie jest konieczne i nie stanowi części tego zadania.

Zmiana danych regulatorów może spowodować uszkodzenie lub zniszczenie silnika.

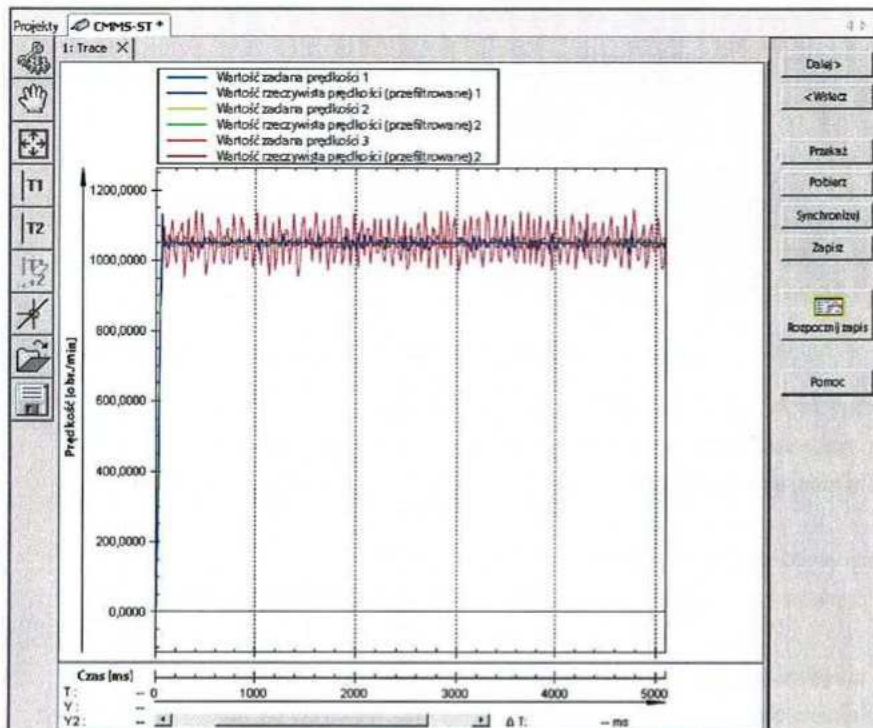
Należy dokładnie sprawdzić poprawność danych regulatorów.

Wartości domyślne we wszystkich polach wprowadzania danych można przywrócić za pomocą przycisku Domyślne wartości silnika.

Parametry na stronie Regulator prędkości obrotowej	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Regulacja prędkości obrotowej – Wzmocnienie	0,1	1,0	1,8



- Kliknij przycisk Rozpocznij zapis, aby rozpocząć rejestrowanie danych.
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
 - Zdezaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar.
5. Zmień parametry regulacji prędkości obrotowej i powtórz zapis sygnału.
- Otwórz kartę Regulator prędkości obrotowej i skonfiguruj przebieg regulacji w trakcie pomiaru 2 lub pomiaru 3.
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
 - Zdezaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar, i kliknij przycisk Zatrzymaj zapis, aby zakończyć rejestrowanie danych.
6. Porównywanie wyników pomiaru i przejmowanie optymalnego ustawienia
- Porównaj wyniki pomiaru pod kątem reakcji regulatora prędkości obrotowej na skoki wartości zadanej i kliknij przycisk Zastosuj, aby zapisać optymalne ustawienie.



7. Zapisywanie danych projektu i zamykanie sesji oprogramowania FCT

- W obszarze roboczym kliknij przycisk Zapisz, aby trwale zapamiętać wczytane dane w sterowniku.
- W menu głównym wybierz kolejno polecenie Projekt i opcję Zapisz lub Archiwizuj, aby zapisać projekt.
- Zdeaktywuj połączenie transmisji danych i zamknij sesję oprogramowania FCT.

8. Wyłączanie układu i zasilania

- Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji OFF/WYL.
- Ustaw przełącznik potencjometru A_{m0} w pozycji 0.
- Ustaw przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
- Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYL. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
- Odłącz zasilacz sieciowy 24 V DC.

Próba 2a: Silnik krokowy bez kabla enkodera — konfigurowanie danych pomiarowych i rejestrowanie przebiegu zmian wartości prędkości obrotowej

1. Sprawdzanie wymagań dotyczących rozruchu (zob. Zadanie 2)
2. Uruchamianie zasilania (zob. Zadanie 2)
3. Uruchamianie oprogramowania FCT i otwieranie projektu „Silnik krokowy” lub pobieranie go z archiwum (zob. Zadanie 2)
4. Wybieranie ustawień opcji w oprogramowaniu FCT
 - W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Konfiguracja i określ najważniejsze komponenty.

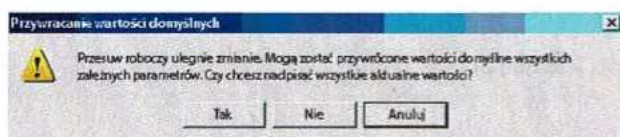
Parametry na stronie Konfiguracja	Wybór
Gniazdo opcji	Puste
Napięcie pracy z obciążeniem	24 V
Typ silnika	EMMS-ST...xS
Rozmiar	57-S
Przekładnie	Nie
Typ osi	Niestandardowa oś obrotu
Obszar pozycjonowania	Nieograniczony
Typ wyłącznika krańcowego	NC, rozwierny

Wskazówka

Do pracy silnika krokowego EMM-ST bez kabla enkodera wymagana jest konfiguracja typu silnika EMM-ST-57-S.

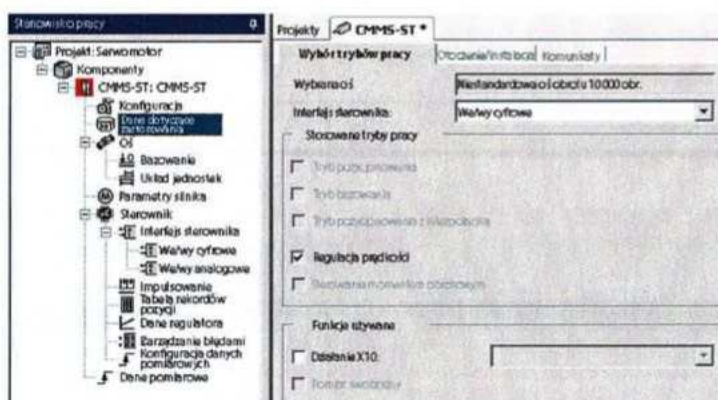


- Potwierdź przyciskiem OK następujący komunikat „Przywracanie wartości domyślnych”.

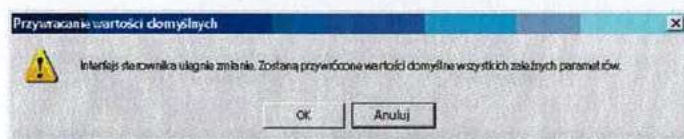


- Otwórz stronę Dane dotyczące zastosowania, aby wprowadzić ogólne dane dotyczące montażu i obciążeń, a także interfejsu sterownika i stosowanych trybów pracy.

Parametry na stronie Dane dotyczące zastosowania	Karta Wybór trybów pracy	Karta Otoczenie/installacja
Interfejs sterownika	Wejście analogowe	—
Stosowane tryby pracy	Regulacja prędkości obrotowej	—
Parametr	—	Zmienianie kierunku obrotów aktywne
Dane dotyczące zastosowania masy całkowitej (moment bezwładności masy)	—	2,500 kgm ²



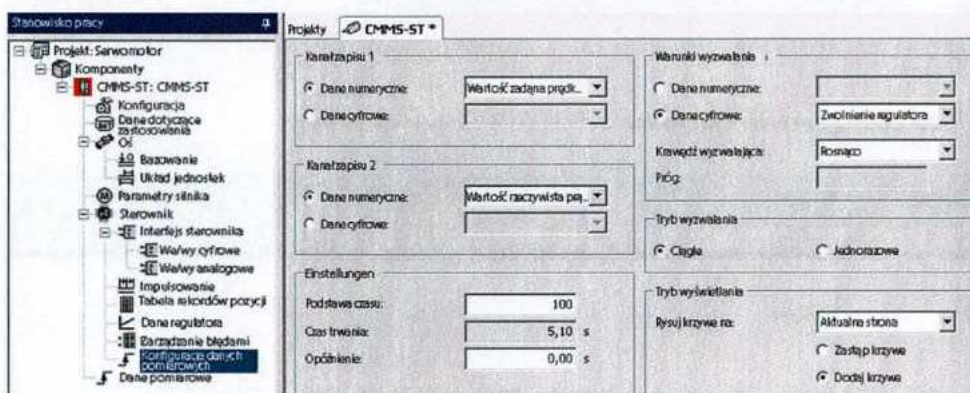
- Potwierdź przyciskiem OK następujący komunikat „Przywracanie wartości domyślnych”.



5. Konfigurowanie danych pomiarowych

- W oknie Stanowisko pracy kliknij stronę Konfiguracja danych pomiarowych, aby zdefiniować parametry funkcji rejestrowania.

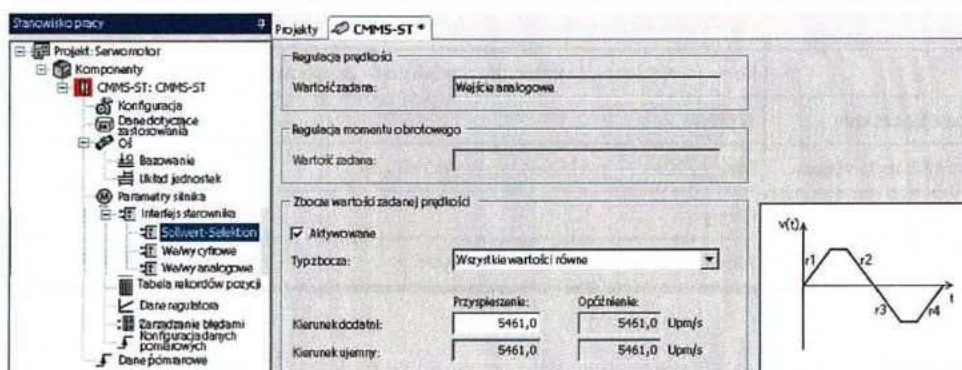
Parametry na stronie Konfiguracja danych pomiarowych	Wybór
Kanał zapisu 1	Dane numeryczne — wartość zadana prędkości
Kanał zapisu 2	Dane numeryczne — wartość rzeczywista prądu przepływającego przez silnik
Ustawienia podstawy czasu/opóźnienia	100/0,00
Warunki wyzwalań/krawędź wyzwalająca	Dane cyfrowe — zwolnienie regulatora/rosnąco
Tryb wyzwalań	Ciągły
Tryb wyświetlania	Aktualna strona — dodawanie krzywych



6. Parametryzowanie interfejsu sterownika

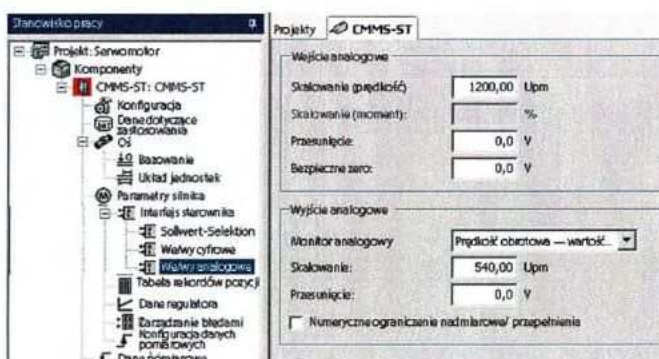
- Otwórz stronę Wybór wartości zadanej, aby skonfigurować funkcję sterowania prędkością.

Parametry na stronie Wybór wartości zadanej	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Regulacja prędkości obrotowej – Wartość zadana – Wartość kompensacji	Wejście analogowe Nieaktywne	Wejście analogowe Nieaktywne	Wejście analogowe Nieaktywne
Zbocze wartości zadanej prędkości obrotowej – Typ zbocza – Przyspieszenie	Aktywowane Wszystkie wartości równe 25 000,0	Aktywowane Wszystkie wartości równe 5461,0	Aktywne Przyspieszenia równe 5461,0/2500,0



- Otwórz stronę We/wy analogowe, aby przypisać funkcję do wejścia analogowego.

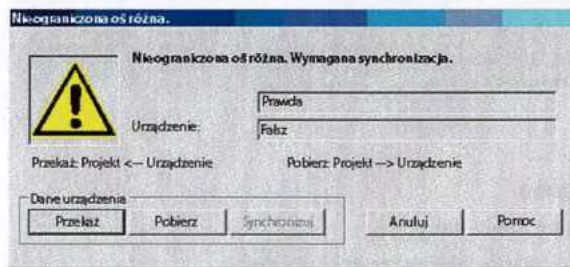
Parametry na stronie We/wy analogowe	Wybór
Wejście analogowe – Skalowanie (prędkość) – Przesunięcie – Bezpieczne zero	1200,00 0,0 0,0



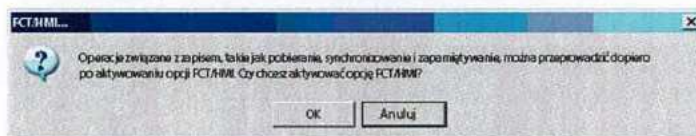
Wskazówka

W razie zastosowania zasilacza sieciowego o napięciu wyjściowym 24 V (4,5 A) firmy Festo należy zmniejszyć wartości natężenia prądu i wartości graniczne pracy silnika na stronie Parametry silnika. Znamionowe natężenie prądu: 2,5 A; prąd przewodzenia: 3,0 A; prąd cieplny: 2,5 A.

7. Zapisywanie projektu i wczytywanie danych do urządzenia
 - Zapisz projekt i uruchom komunikację pomiędzy komputerem a sterownikiem.
 - Upewnij się, że wszystkie podstawowe ustawienia są prawidłowe, i wczytaj projekt do sterownika.



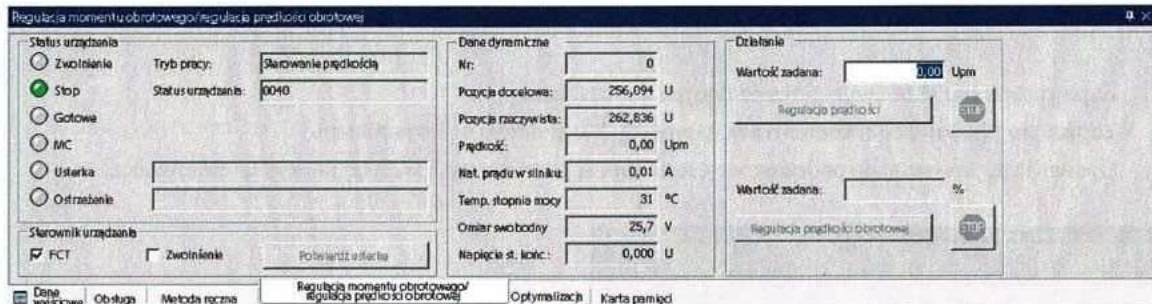
- Włącz sterowanie urządzeniami za pomocą panelu sterowniczego FCT (opcja FCT/HMI), aby obsługiwać sterownik za pomocą oprogramowania FCT.



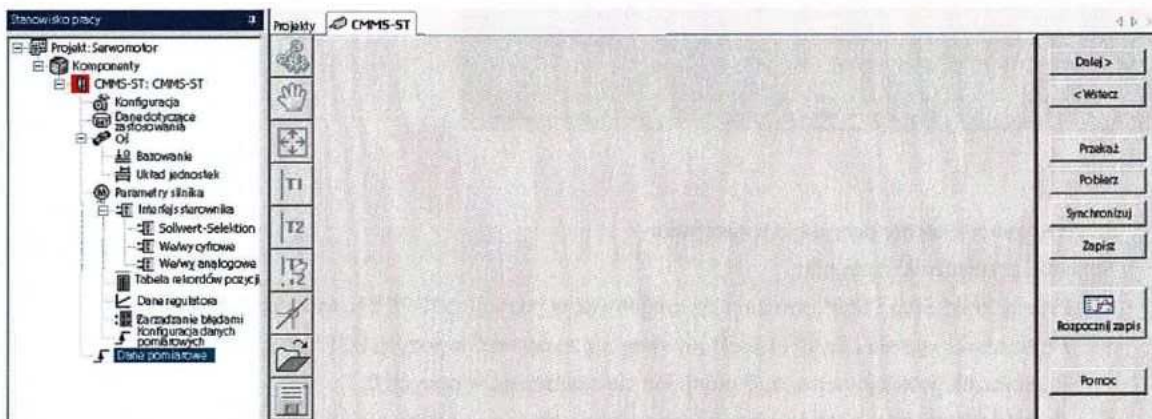
8. Aktywowanie systemu przy użyciu zadajnika
 - Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik potencjometru A_{in0} powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy powinien się znajdować w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
 - Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji ON/WŁ.
9. Sprawdzanie elementów sprzętowych przy użyciu zadajnika
 - Ustaw przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy w pozycji Analogowy (przełącznik w górze).
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami zaznacz opcję Zwolnienie.
 - Przeprowadź ręczną regulację prędkości i zmianę kierunku obrotów za pomocą przełącznika potencjometru A_{in0} .
 - Po wykonaniu testu dezaktywuj opcję Zwolnienie.

10. Rozpoczynanie zapisu sygnału i przeprowadzanie pomiarów

- Ustaw przełącznik potencjometru A_{in0} w pozycji 10 V.
- W oknie Wydanie projektu otwórz kartę Praca siłowa/regulacja prędkości obrotowej i zmień wartość zadaną na 0 obr./min.

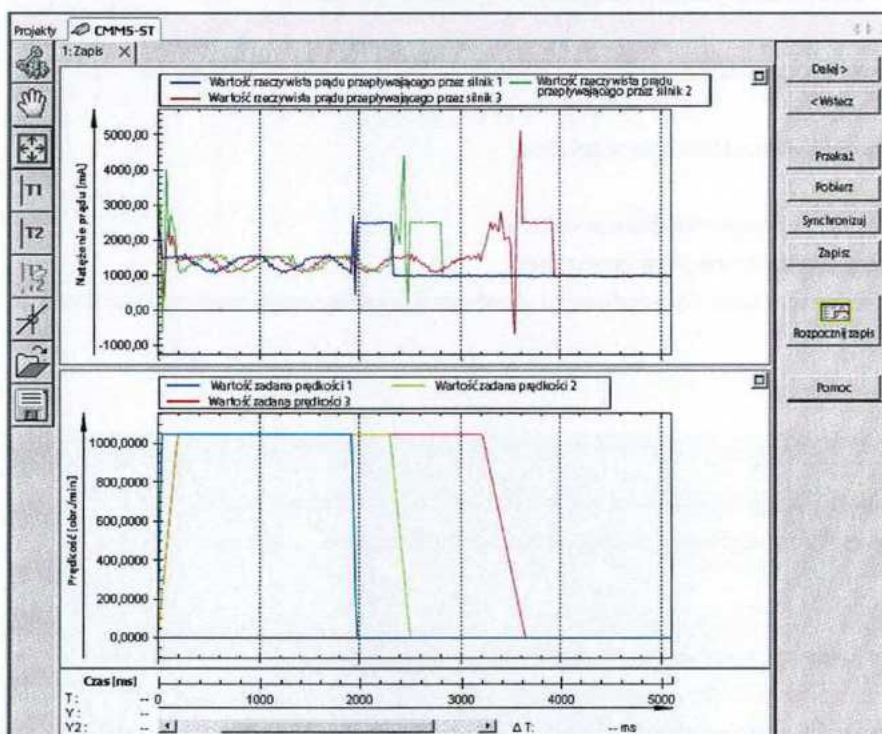


- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
- Kliknij przycisk Rozpocznij zapis, aby rozpocząć rejestrowanie danych.
- W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
- Gdy prędkość obrotowa silnika osiągnie najwyższą wartość, kliknij przycisk Regulacja prędkości obrotowej na karcie Praca siłowa/regulacja prędkości obrotowej, aby aktywować wartość zadaną 0 obr./min za pomocą oprogramowania FCT.
- Zdeaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar.



11. Zmienianie parametrów regulacji prędkości i powtarzanie zapisu sygnału

- Otwórz stronę Wybór wartości zadanej i skonfiguruj funkcję sterowania prędkością w trakcie pomiaru 2 lub pomiaru 3 (zob. punkt 6).
- Zapisz projekt i wczytaj dane do urządzenia (zob. punkt 7).
- W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
- W obszarze Sterowanie urządzeniami aktywuj opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
- Gdy prędkość obrotowa silnika osiągnie najwyższą wartość, kliknij przycisk Regulacja prędkości obrotowej na karcie Praca siłowa/regulacja prędkości obrotowej, aby aktywować wartość zadaną 0 obr./min.
- Zdeaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar, i kliknij przycisk Zatrzymaj zapis, aby zakończyć rejestrowanie danych.



■ Próba 2b: Silnik krokowy z kablem enkodera — optymalizowanie przebiegu regulacji

Wskazówka

To zadanie można wykonać tylko w konfiguracji silnika EMM-ST-57-S-SE z kablem enkodera.

1. Konfigurowanie danych pomiarowych
 - Otwórz stronę Konfiguracja danych pomiarowych i zmień ustawienie funkcji rejestrowania Kanał zapisu 2 na Dane numeryczne — wartość rzeczywista prądu przepływającego przez silnik.
2. Wprowadzanie parametrów zbocza wartości zadanej prędkości zgodnie z wynikami pomiaru 1
3. Zapisywanie projektu i wczytywanie danych do urządzenia
4. Rozpoczynanie zapisu sygnału i przeprowadzanie pomiarów
 - W oknie Stanowisko pracy otwórz stronę Dane pomiarowe.
 - W oknie Wydanie projektu otwórz kartę Optymalizacja i skonfiguruj przebieg zmian prędkości obrotowej w trakcie pomiaru 1.

Wskazówka

W trakcie konfiguracji parametry pracy regulatora są dopasowywane do parametrów pracy silnika. Ręczne dostosowywanie parametrów regulatora przepływu nie jest konieczne i nie stanowi części tego zadania.

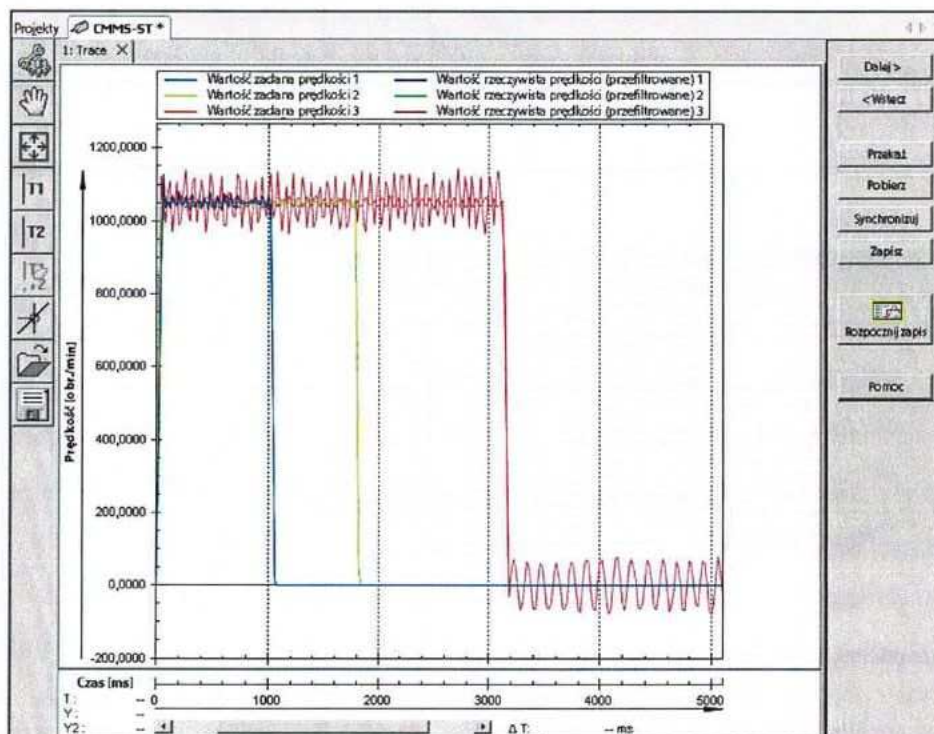
Zmiana danych regulatorów może spowodować uszkodzenie lub zniszczenie silnika.

Należy dokładnie sprawdzić poprawność danych regulatorów.

Wartości domyślne we wszystkich polach wprowadzania danych można przywrócić za pomocą przycisku Domyślne wartości silnika.

Parametry na stronie Regulator prędkości obrotowej	Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
Regulacja prędkości obrotowej – Wzmocnienie	0,1	1,0	1,8

- Kliknij przycisk Rozpocznij zapis, aby rozpocząć rejestrowanie danych.
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
 - Gdy prędkość obrotowa silnika osiągnie najwyższą wartość, kliknij przycisk Regulacja prędkości obrotowej na karcie Praca siłowa/regulacja prędkości obrotowej, aby aktywować wartość zadaną 0 obr./min za pomocą oprogramowania FCT.
 - Zdeaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar.
5. Zmienianie parametrów regulacji prędkości obrotowej i powtarzanie zapisu sygnału
- Otwórz kartę Regulator prędkości obrotowej i skonfiguruj przebieg regulacji w trakcie pomiaru 2 lub pomiaru 3.
 - W obszarze Sterowanie urządzeniami kliknij opcję Zwolnienie, aby rozpocząć pomiar.
 - Gdy prędkość obrotowa silnika osiągnie najwyższą wartość, kliknij przycisk Regulacja prędkości obrotowej na karcie Praca siłowa/regulacja prędkości obrotowej, aby aktywować wartość zadaną 0 obr./min za pomocą oprogramowania FCT.
 - Zdeaktywuj opcję Zwolnienie, aby zakończyć pomiar, i kliknij przycisk Zatrzymaj zapis, aby zakończyć rejestrowanie danych.
6. Porównywanie wyników pomiaru i przejmowanie optymalnego ustawienia
- Porównaj przebiegi zmian prędkości obrotowej i kliknij przycisk Zastosuj, aby zapisać optymalne wartości.



7. Zapisywanie danych projektu i zamykanie sesji oprogramowania FCT

- W obszarze roboczym kliknij przycisk Zapisz, aby trwale zapamiętać wczytane dane w sterowniku.
- W menu głównym wybierz kolejno polecenie Projekt i opcję Zapisz lub Archiwizuj, aby zapisać projekt.
- Zdeaktywuj połączenie transmisji danych i zamknij sesję oprogramowania FCT.

8. Wyłączanie układu i zasilania

- Ustaw przełączniki Power Enable i Controller Enable w pozycji OFF/WYŁ.
- Ustaw przełącznik potencjometru A_{in0} w pozycji 0.
- Ustaw przełącznik wyboru Analogowy/Cyfrowy w pozycji Cyfrowy (przełącznik na dole).
- Sprawdź przełączniki zadajnika.
 - Przełączniki Stop i Start powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełączniki sygnału Limit0 i Limit1 powinny się znajdować w pozycji OFF/WYŁ. (przełącznik w górze).
 - Przełącznik wyboru Wybór rekordu powinien się znajdować w pozycji 0.
 - Przełącznik wyboru Wewnętrzny/Zewnętrzny powinien się znajdować w pozycji Wewnętrzny (przełącznik w górze).
- Odłącz zasilacz sieciowy 24 V DC.

■ **Odpowiedz na następujące pytania.**

- Oprogramowanie FCT umożliwia optymalizację danych regulatorów w sterowniku (strona Dane regulatorów, karta Optymalizacja). Wyjaśnij następujące pojęcia.

Regulator przepływu

Regulator przepływu ułatwia uzyskanie wartości zadanej natężenia prądu w uzwojeniach podłączonego silnika. Właściwe ustawienie regulatora przepływu jest warunkiem koniecznym do późniejszego dopasowania parametrów pracy regulatora prędkości obrotowej do stosowanego silnika.

Regulator prędkości obrotowej

Regulator prędkości obrotowej służy do wyboru ustawień parametrów regulacji prędkości obrotowej. Wybierając odpowiednie ustawienia, należy mieć na względzie zachowanie umiarkowanych wartości sztywności napędu, stabilności i poziomu zakłóceń. Warunkiem wstępnym do przeprowadzenia takiej regulacji jest uprzednie zoptymalizowanie działania regulatora przepływu. W dalszej kolejności należy wybrać ustawienie filtra synchronicznej prędkości obrotowej.

Wzmocnienie

Ustawienie tego parametru oznacza stopień, w jakim w regulatorze PI jest uwzględniana różnica między wartością zadaną a rzeczywistą.

Stała czasu

Ustawienie tego parametru oznacza stopień, w jakim w regulatorze PI jest uwzględniana rozciągnięta w czasie różnica między wartością zadaną a rzeczywistą.

- Jakie ustawienia parametrów zapewniają najlepszy przebieg regulacji prędkości obrotowej? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Wzmocnienie: 1,0

Regulator prędkości obrotowej należy zaprogramować w taki sposób, aby następowało tylko jedno przeregulowanie wartości rzeczywistej prędkości obrotowej. Przeregulowanie to powinno następować po przekroczeniu zadanej prędkości obrotowej o ok. 15%. Opadająca krawędź przeregulowania powinna być jednak nie niższa lub tylko nieznacznie niższa od zadanej prędkości obrotowej, aby osiągnięcie tej wartości było możliwe. Ustawienie to dotyczy większości silników, które mogą pracować w układach ze sterownikami silników krokowych.

- Co się dzieje, gdy zaprogramowane wzmocnienie regulacji prędkości obrotowej jest zbyt małe/duże?

Zbyt duże wzmocnienie powoduje niestabilność działania regulatora prędkości obrotowej.

Ograniczenie wzmocnienia wynika przy tym z dużego prawdopodobieństwa wystąpienia drgań napędu przy dużej prędkości obrotowej.

Jeśli wzmocnienie jest zbyt małe, napęd nie reaguje dostatecznie sztywno na skoki wartości zadanej, co skutkuje błędami opóźnienia w trakcie pracy.

- Co się dzieje, gdy zbocze wartości zadanej prędkości jest nieaktywne?

Jeśli silnik krokowy jest przeciążony przez zewnętrzny moment obciążenia lub przez napędzaną masę przy skokowych zmianach wartości zadanej (moment obciążenia > moment silnika), wirnik nie podąża precyzyjnie za polem wirującym. Następuje wówczas przeskok kroków i utrata informacji o aktualnej pozycji wirnika. W przypadku dłuższej pracy dochodzi do kumulacji błędów pozycjonowania, a pozycjonowanie jako takie staje się niedokładne.