Uniwersytet Morski w Gdyni

Katedra Podstaw Techniki

Laboratorium Automatyki Cyfrowej

Instrukcja do ćwiczenia 45

Ćwiczenie nr	**45**
Temat :	**Programowanie cyfrowe Falownik G120 – PLC**
Stanowisko laboratoryjne	**Falownik G120, Sterownik Siemens S7 – 1200, Panel HMI**
Opracował :	A. Mielewczyk

UNIWERSYTET MORSKI
Gdynia 2024

Spis treści

Instrukcja do ćwiczenia 45 1

1. **Wprowadzenie** 4
2. **Programowanie parametrów falownika** 9
3. **Przygotowanie programu na sterowniku S7-1200** 22
4. **Przygotowanie programu na panelu graficznym HMI** 26
5. **Pytania kontrolne** 32
6. **Literatura** 32
7. **Spis ilustracji** 33

Instrukcja nr. 45

1. Temat ćwiczenia:

Dodawanie, konfiguracja i programowanie falownika G120.

2. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z konfiguracją i programowaniem falownika G120 oraz zapoczątkowanie połączenia ze sterownikiem **Siemens** i panelem graficznym **HMI** za pomocą programu **TIA Portal v14** z dodatkiem **Drives** .

3. Zakres wymaganych wiadomości:

- sterowniki,
- komunikacja Ethernet i adres IP,
- panel sterowania HMI – human machine interface
- falownik G120

4. Przebieg ćwiczenia:

Skonfigurować sterownik S7-1200, panel HMI typu **KPT700 Basic PN oraz Falownik G120** i połączyć urządzenia we wspólnej sieci . Zaprogramować sterownik do obsługi falownika, dodać strony ekranu graficznego i przyciski sterujące panelu. Zaprogramować okienka edycyjne dla zmiennych dostępnych na sterowniku i wyświetlić dane.

5. Stanowisko laboratoryjne:

Sterownik Siemens SIMATIC S7-1200, program TIA Portal v14, panel HMI KPT700 Basic PN, falownik SINAMICS G120.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia:

Część wstępna, konfiguracja komponentów, adresowanie sieciowe, programowanie sterownika do obsługi falownika, funkcja i parametry procedury SINA_SPEED.

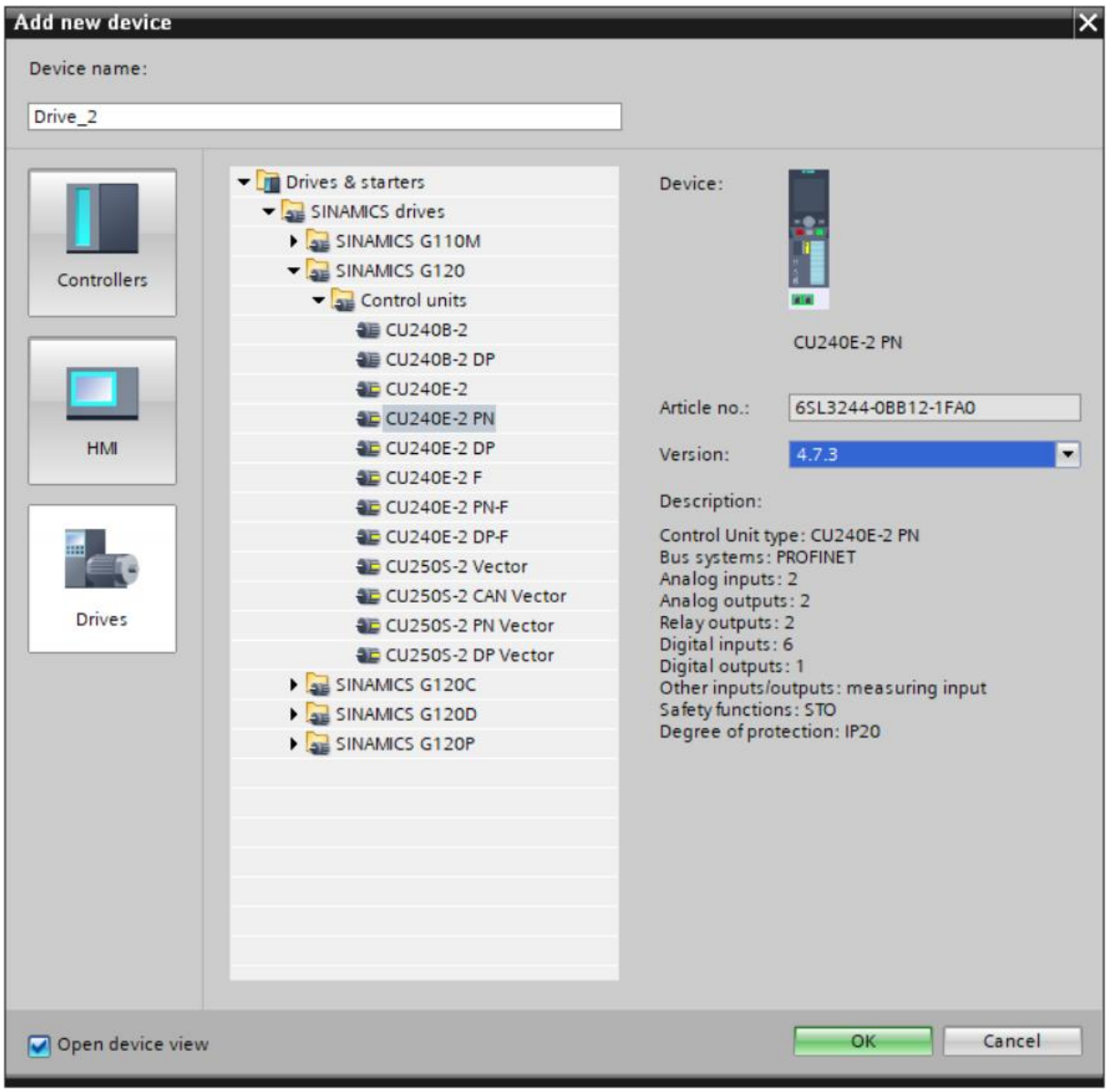
1. Wprowadzenie

Zakładamy projekt sterowania w programie TIA Portal v14.

Do projektu dodajemy sterownik według instrukcji nr 40. Dostępny jest sterownik z procesorem **CPU 1214C DC/DC/DC**, wersja **6ES7 214-1AG40-0XB0.** Zalecany adres IP sterownika to **192.168.111.xxx**.

Następnie dodajemy w projekcie panel HMI według instrukcji nr 41. Dostępny jest panel HMI typu **KPT700 Basic PN** o numerze 6AV2 123-2GB03-0AX0. Zalecany adres IP panelu to **192.168.111.xxx**, którego adresowanie należy ustawić bezpośrednio w menu panelu. W trakcie dodawania panelu graficznego należy zaplanować połączenie go ze sterownikiem i ekran do obsługi falownika.

Trzecim elementem, który dodajemy do projektu jest falownik G120, Rys. 1.1.

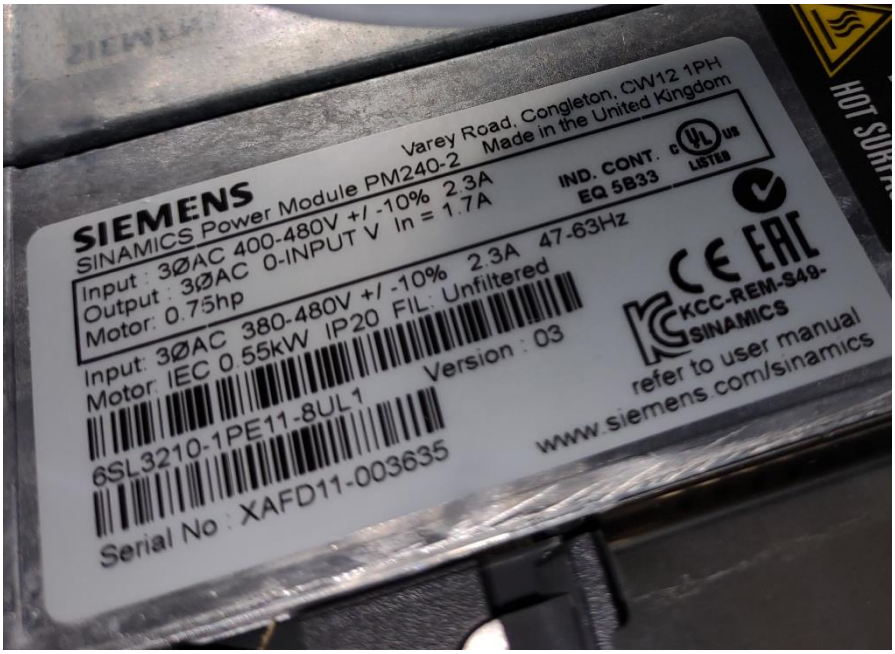


Rys. 1.1 Dodawanie falownika SINAMICS G120 – moduł sterowania

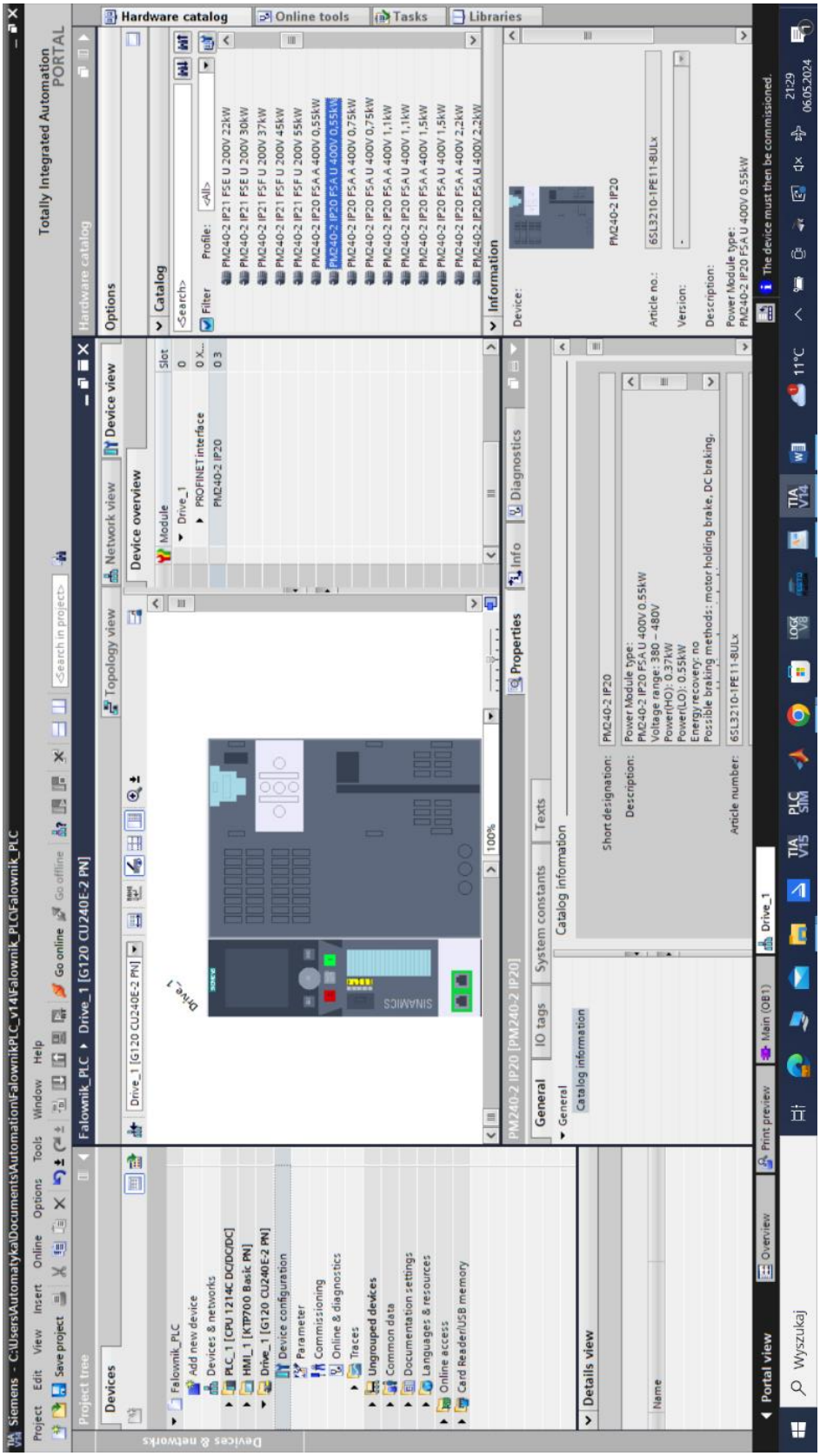
Standardowo TIA Portal nie ma rozszerzenia do obsługi falowników. W tym celu instaluje się dodatkowo program StartDrive zgodny z wersją TIA Portal. Po instalacji widoczna jest ikona Drives po zainicjowaniu dodaj nowy sprzęt. Falownik składa się z dwóch komponentów. Jako pierwszy dodajemy moduł sterowania dostępny w laboratorium – SINAMICS G120, Control Unit typu CU240E-2 PN, numer artykułu 6SL3244-OBB12-1FAO i obniżamy wersję oprogramowania V4.7.3 zgodnie z tabliczką znamionową, Rys. 1.2.

Rys. 1.2 Tabliczka znamionowa modułu sterowania falownika G120

Przechodzimy do konfiguracji falownika w oknie inspektora, Rys. 1.4, w katalogu wybieramy Power Unit PM240-2 i moduł PM240-2 FSA U 400V 0.55kW, numer artykułu 6SL3210-1PE11-8ULx, zgodnie z tabliczką znamionową, Rys. 1.3

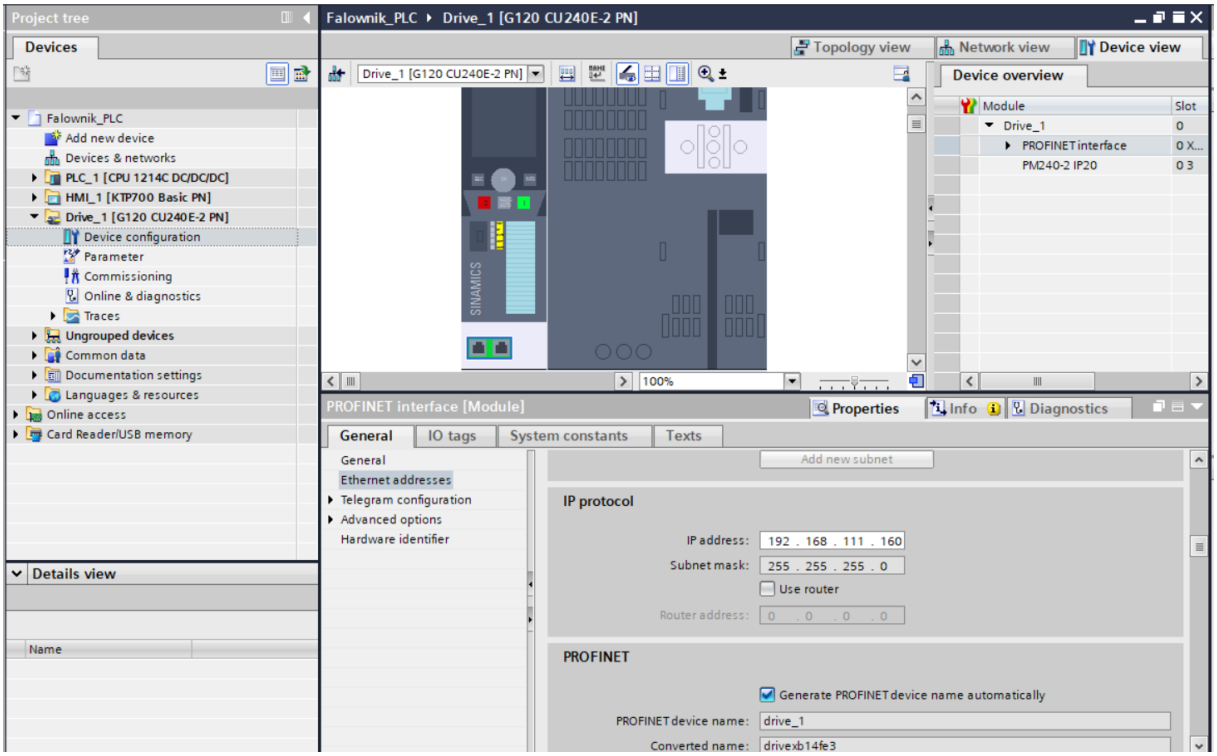


Rys. 1.3 Tabliczka znamionowa modułu mocy falownika G120



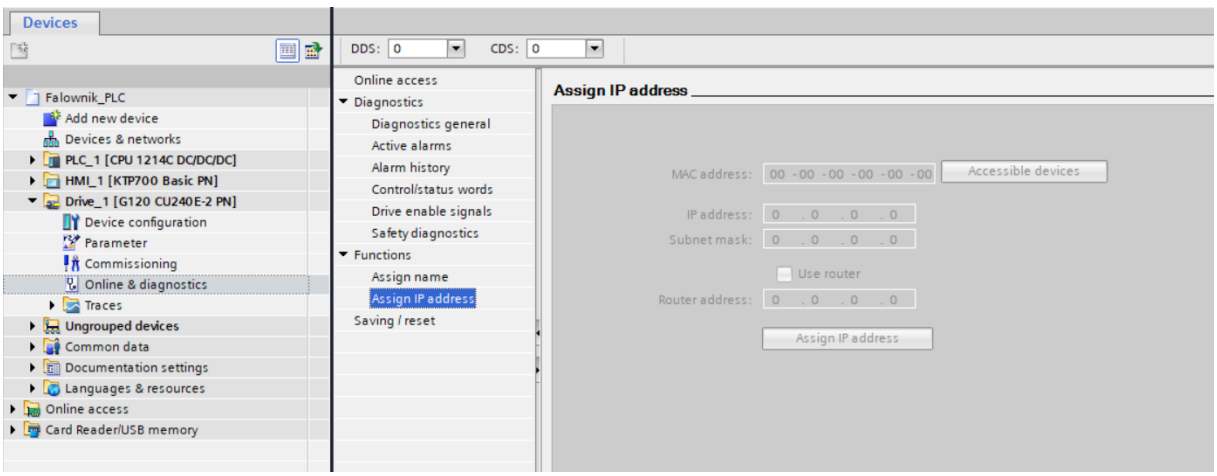
Rys. 1.4 Dodawanie falownika SINAMICS G120 – moduł mocy

Każde urządzenie w sieci i również falownik wymaga adresu IP według wcześniej poznanych zasad. Falownik laboratoryjny ma zapisany adres 192.168.111.160, Rys. 1.5. W programie stosuje się nadane parametry i zapisane w pamięci.



Rys. 1.5 Wprowadzenie lub zmiana adresu IP falownika oraz jego nazwa

Jeżeli wymagamy zmiany adresu IP i nazwy falownika, należy zmiany wprowadzić i zapisać do pamięci falownika, realizuje się to w punkcie Online & Diagnostic – Function – Assign name i Assign IP Address, **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** i **Błąd! Nie mo**

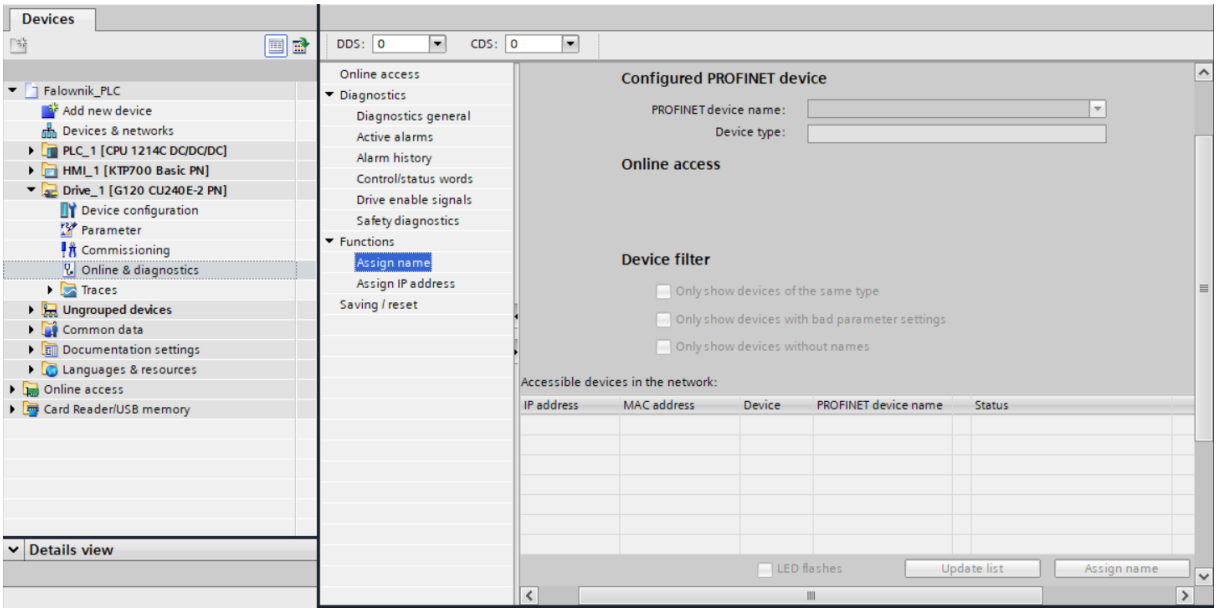


Rys. 1.6 Zapisanie nowego adresu IP do falownika

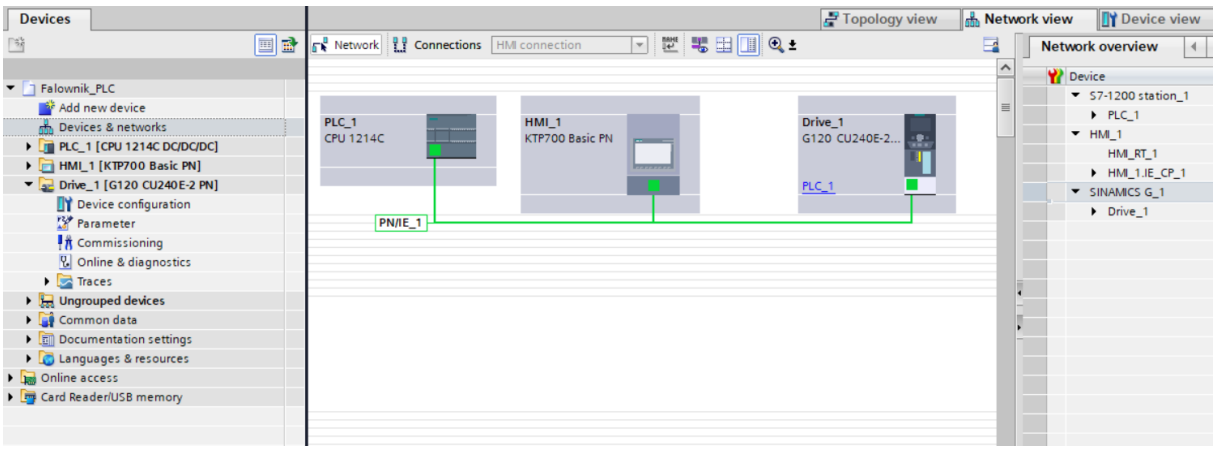
żna odnaleźć źródła odwołania..

Nowy adres IP i nazwa zostanie przypisany do urządzenia dopiero po ponownym uruchomieniu falownika. Nadane parametry od teraz mogą być używane w projekcie.

Wszystkie wprowadzone urządzenia do projektu muszą być ze sobą połączone, co jest widoczne w topologii sieciowej,



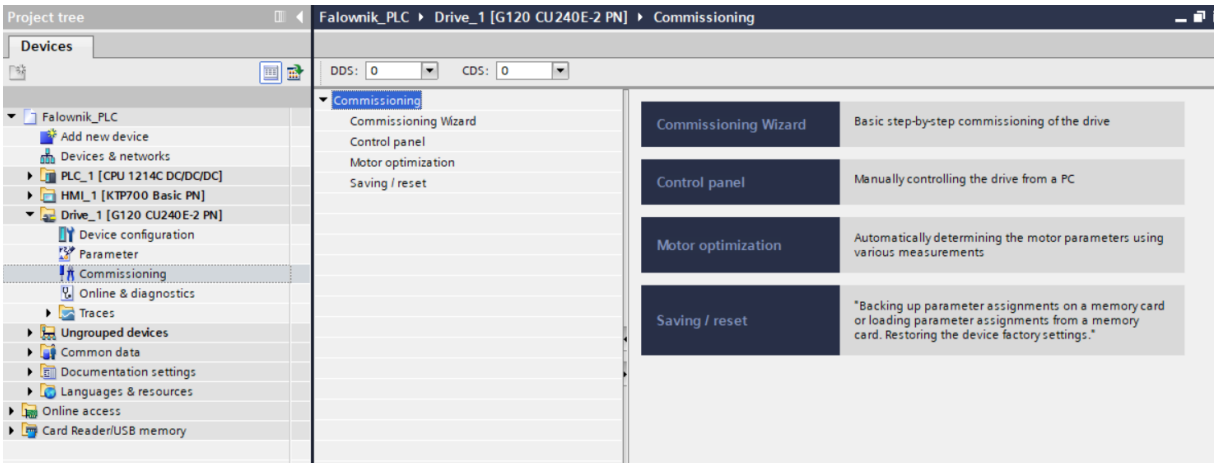
Rys. 1.7 Zapisanie nowej nazwy do falownika



Rys. 1.8 Konfiguracja sprzętowa urządzeń w sieci PROFINET

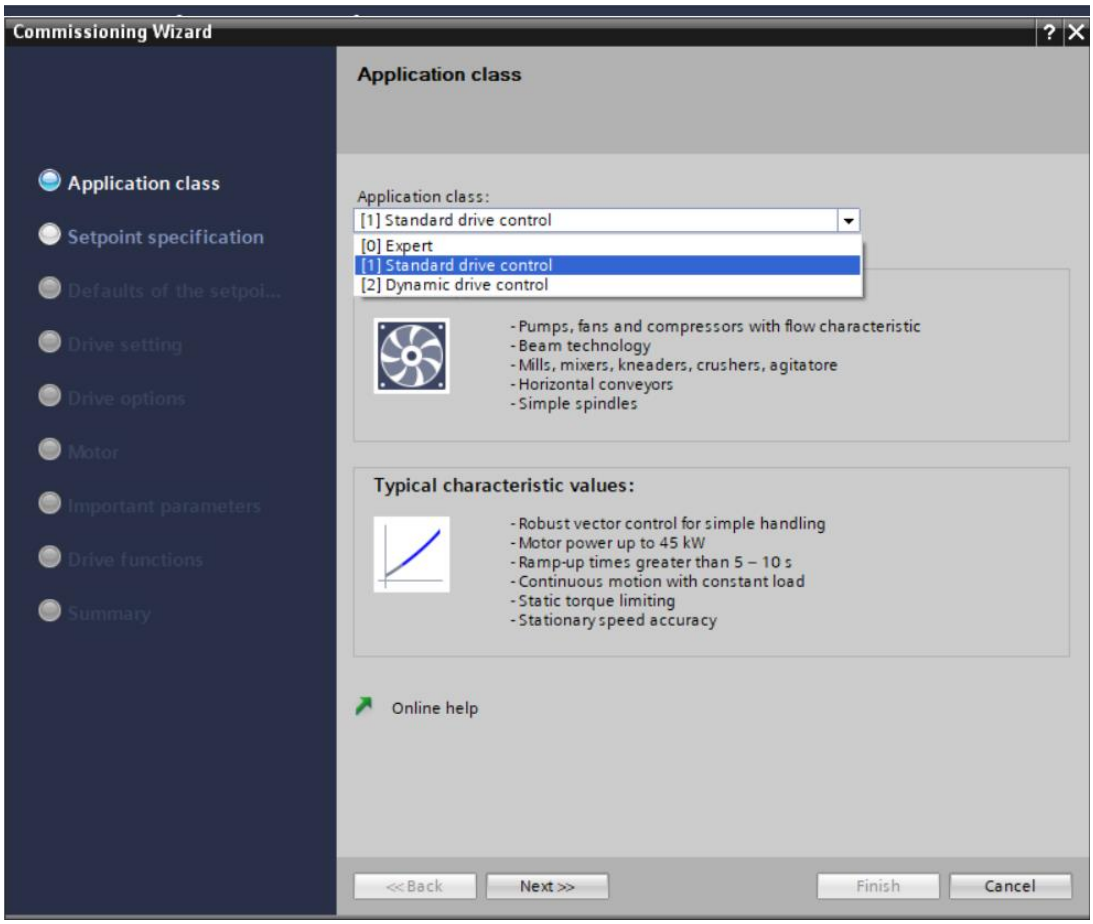
2. Programowanie parametrów falownika

Kreator ustawienia napędu znajdziemy w zakładce Commissioning Wizard, Rys. 2.1.



Rys. 2.1 Zakładka ustawienia napędu – Commissioning Wizard

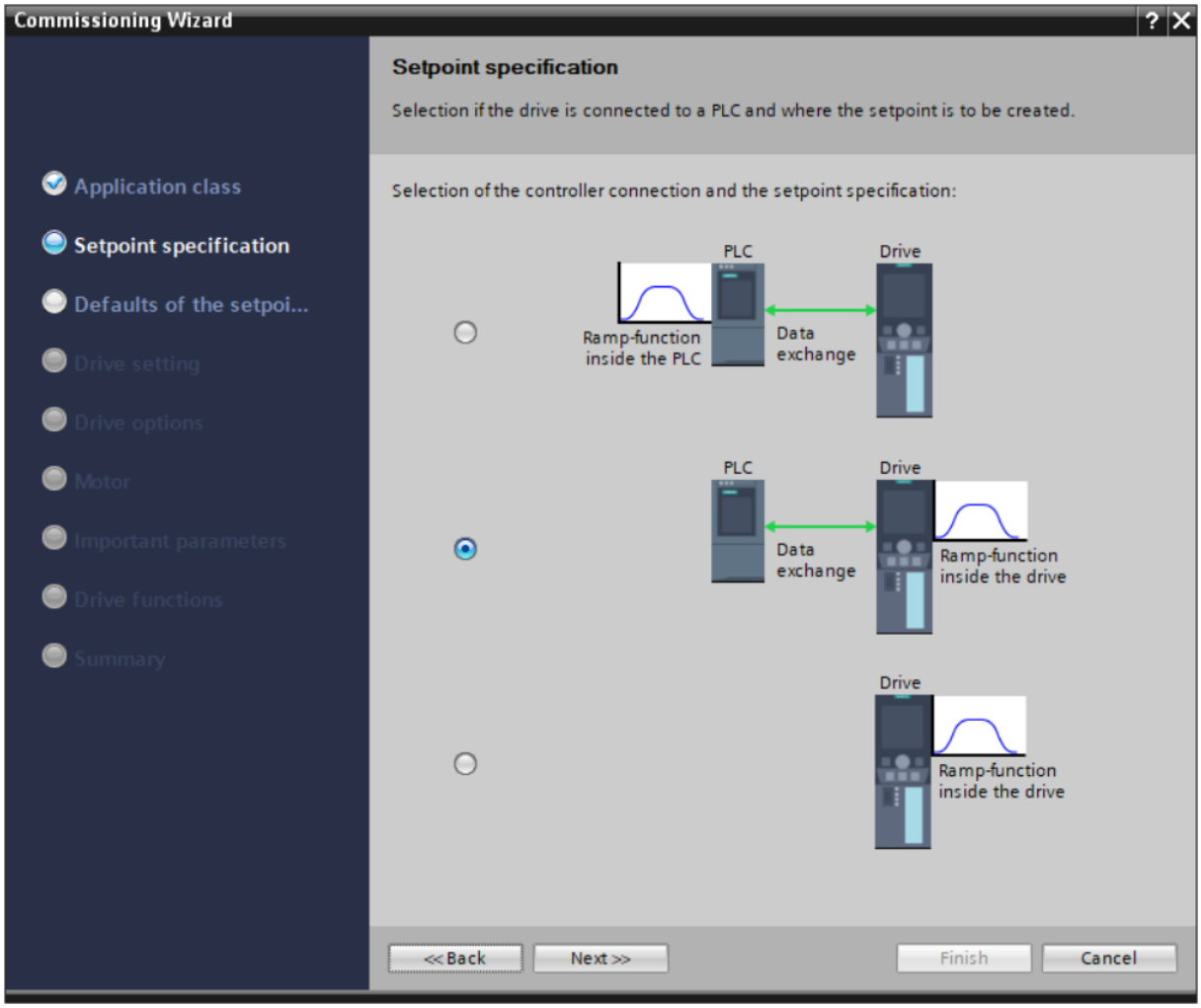
W pierwszym punkcie wybieramy napęd standardowy typowy dla wielu odbiorników, Rys. 2.2



Rys. 2.2 Wybór charakterystyki napędu w stosunku do odbiornika

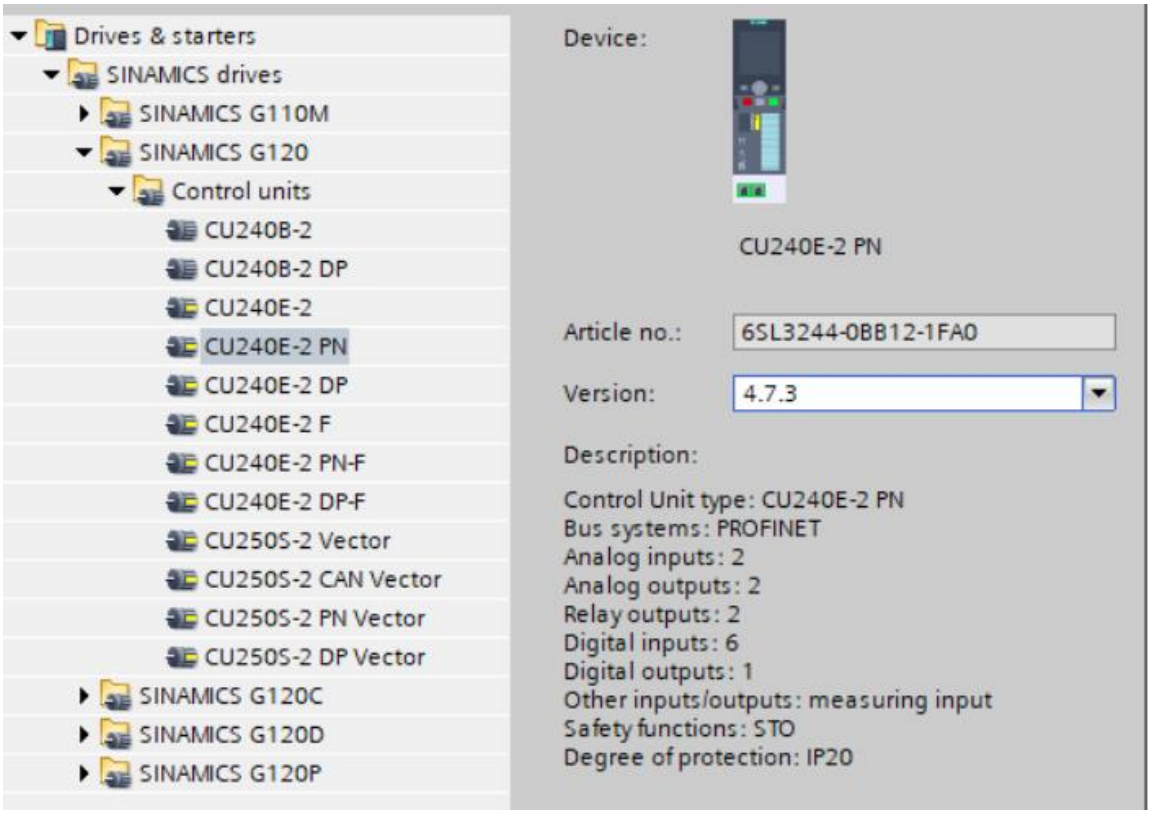
W drugim punkcie wybieramy miejsce zadawania wartości prędkości silnika oraz miejsce kształtowania szybkości narastania sygnału – zwolnione rozkręcanie silnika elektrycznego jest jednoznaczne z ograniczeniem prądu rozruchu, Rys. 2.3. Do wyboru jest:

a) Sterownik PLC odpowiada za pełne sterowanie falownikiem,
b) Sterownik PLC odpowiada sterownie falownikiem, ale szybkość narastania sygnału kształtuje falownik,
c) Sterowanie silnikiem w pełni odpowiada tylko sterownik.

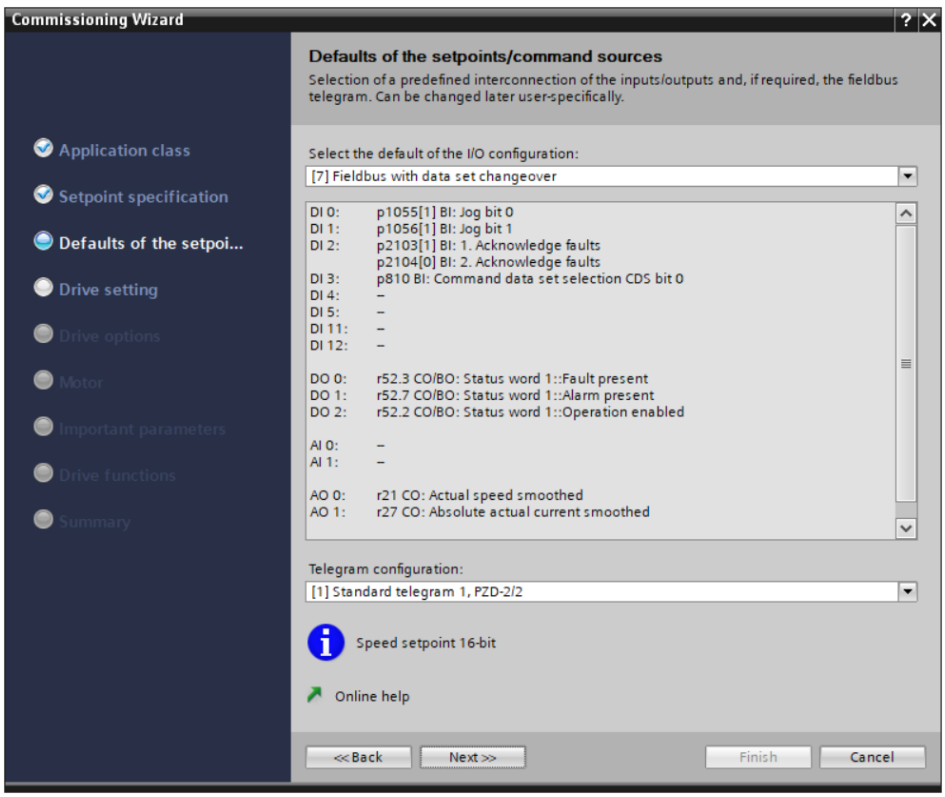


Rys. 2.3 Opcje wyboru miejsca sterowania

Falownik ma kilka wejść/wyjść binarnych i 2wejścia/wyjścia analogowe, Rys. 2.4. Ich funkcje nie są stałe, zmieniają się zależnie od wyboru miejsca sterowania. Jeżeli za sterownie odpowiada sterownik PLC to znaczenie sygnałów podaje Rys. 2.5. Dodatkowo występuje komunikacja i protokół wymiany danych Standard Telegram 1.

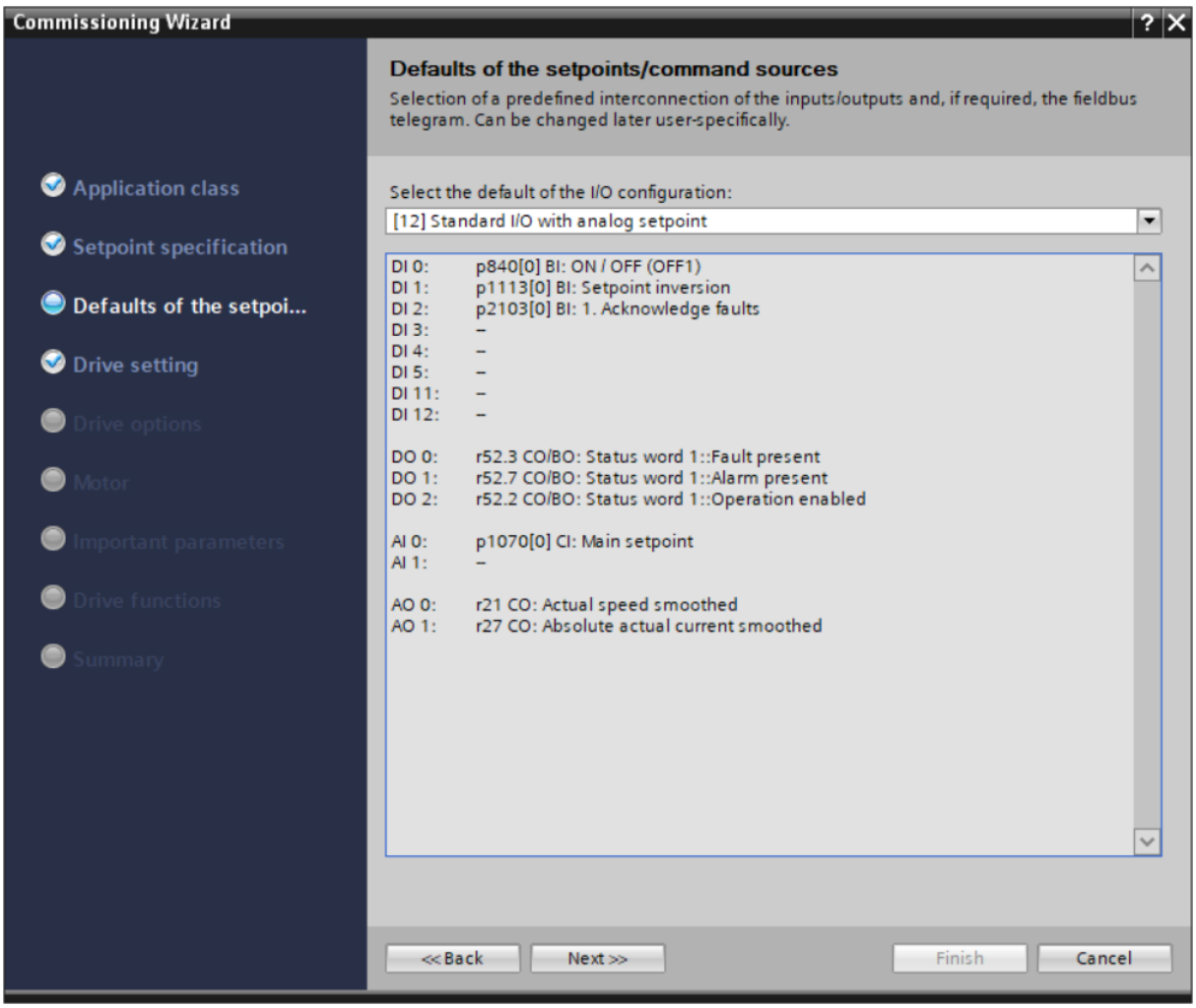


Rys. 2.4 Wejścia i wyjścia binarne i analogowe falownika G120



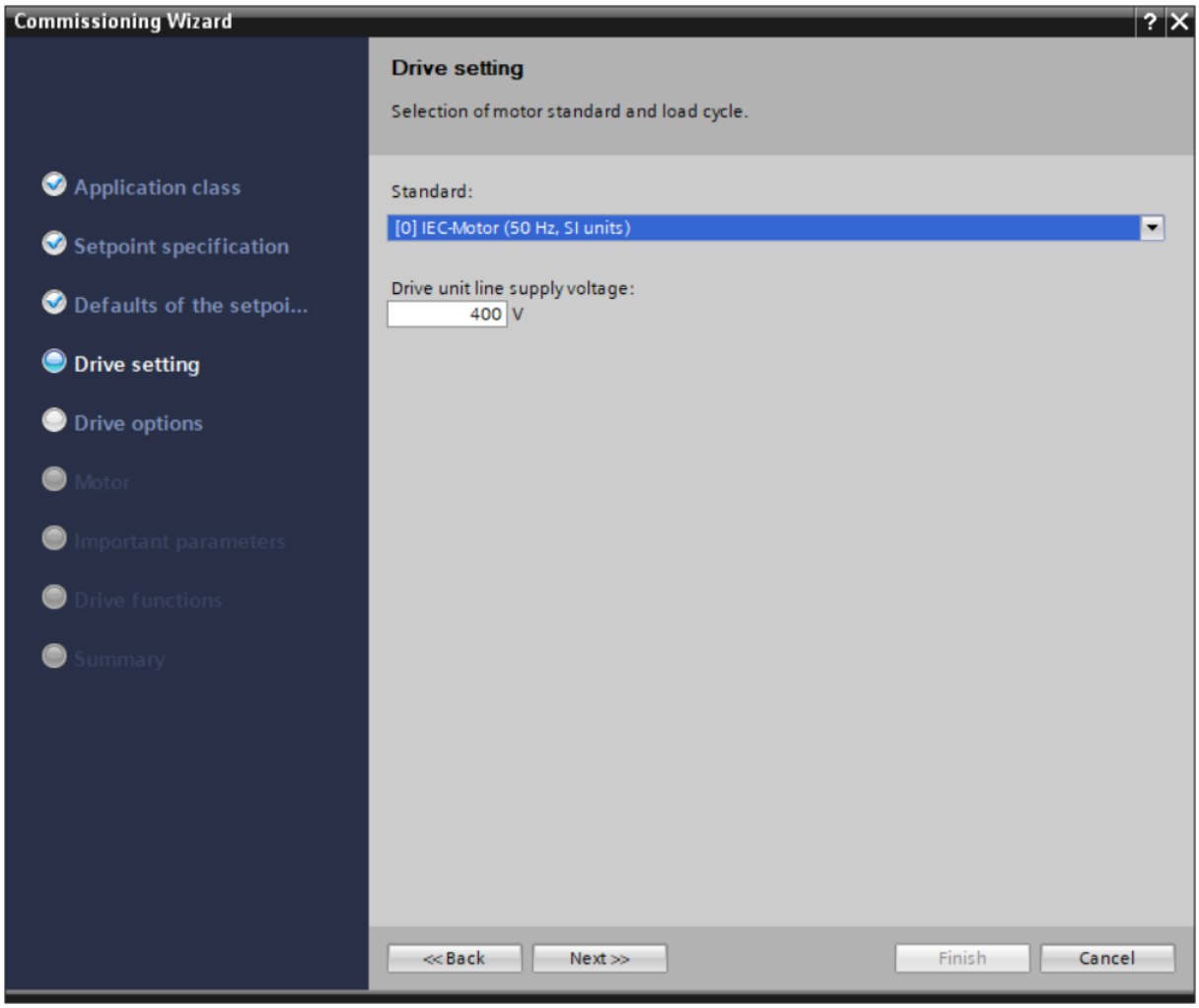
Rys. 2.5 Znaczenie wejść i wyjść dla sterowania ze sterownika

Jeżeli sterowanie silnikiem realizuje tylko falownik to znaczenie sygnałów podaje Rys. 2.6. Nie występuje komunikacja i protokół wymiany danych Standard Telegram 1. Wprowadzanie wartości zadanej prędkości silnika jest lokalne wejściem AI0 na falowniku. Załączenie silnika wywołuje się wejściem cyfrowym DI0, Drugie wejście DI1 zmienia kierunek obrotów silnika bez ręcznej zamiany faz.



Rys. 2.6 Znaczenie wejść i wyjść dla sterowania z falownika

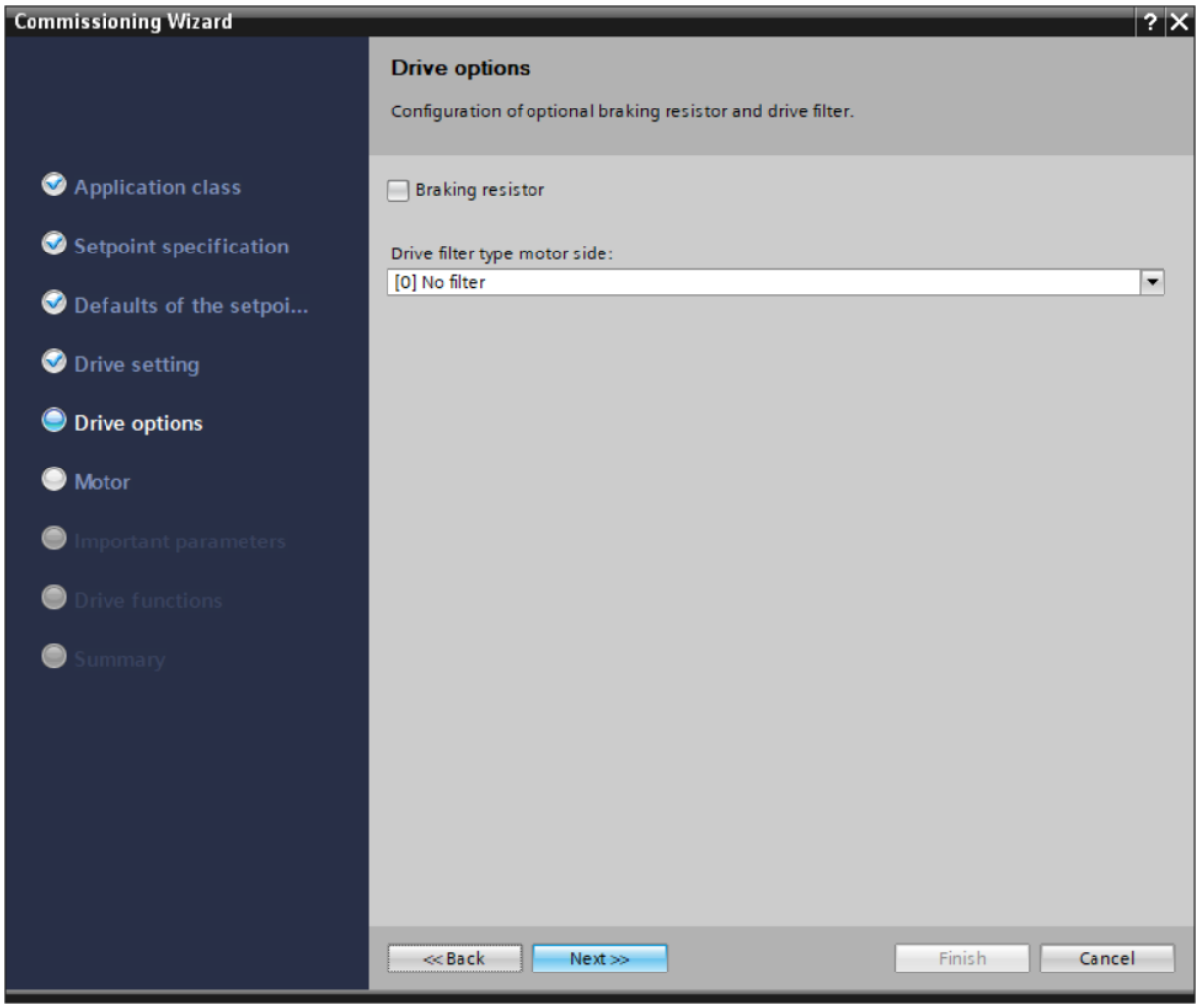
W kroku Drive setting - stawienia napędu wybieramy silnik standardowy i częstotliwość sieci zasilania 50Hz oraz napięcie zasilania jednostki napędowej, Rys. 2.7.



Rys. 2.7 Parametry Drive setting

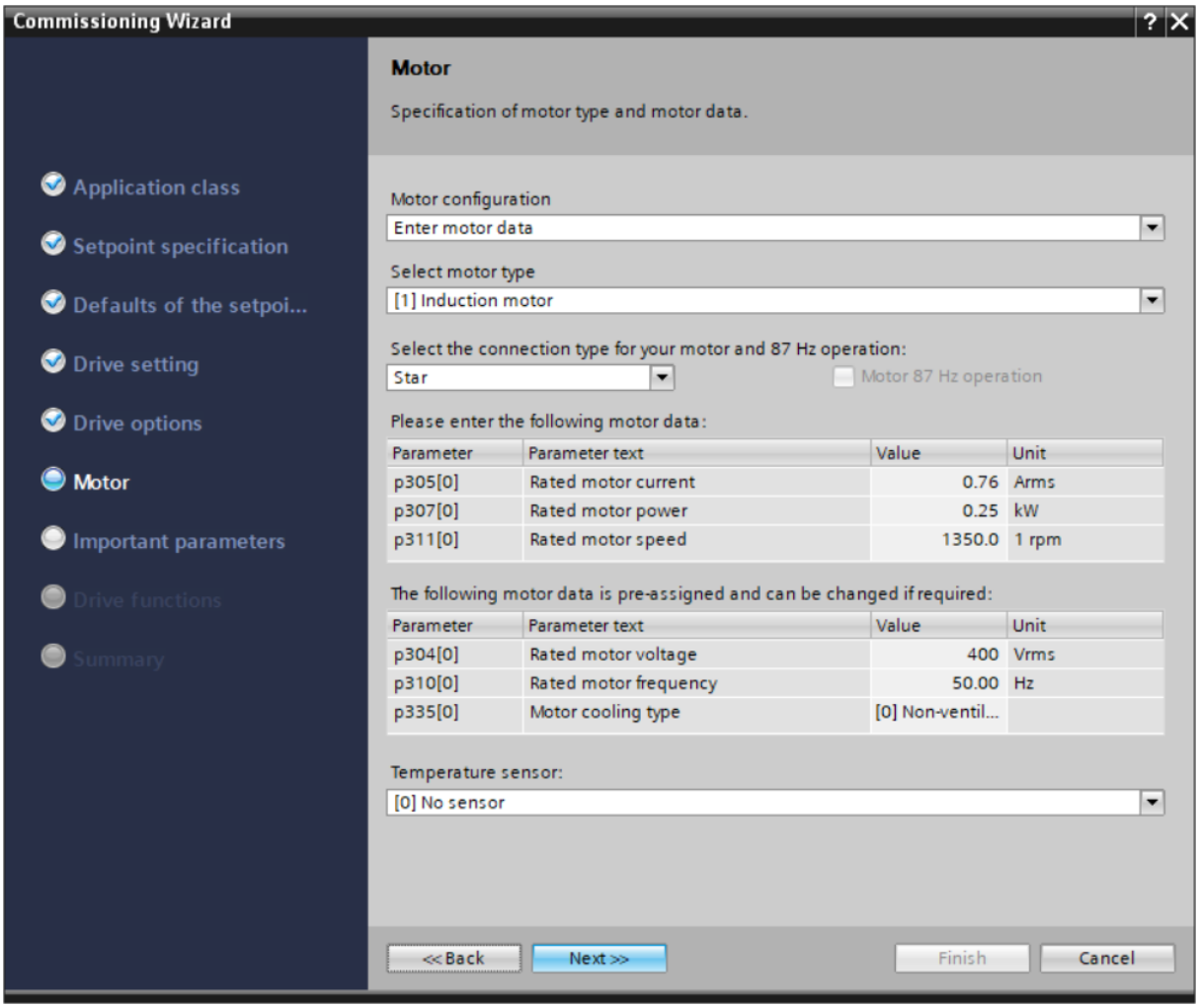
Napięcie sieciowe ustawiamy na wartości z tabliczki znamionowej, standardowo używa się napięcie 400V jako napięcie międzyfazowe.

Na kolejnej stronie możemy wskazać na używanie rezystora hamowania silnika oraz filtr napędu – normalnie bez rezystora i bez filtru, Rys. 2.8.



Rys. 2.8 Parametry bez rezystora hamowania i bez filtru napędu

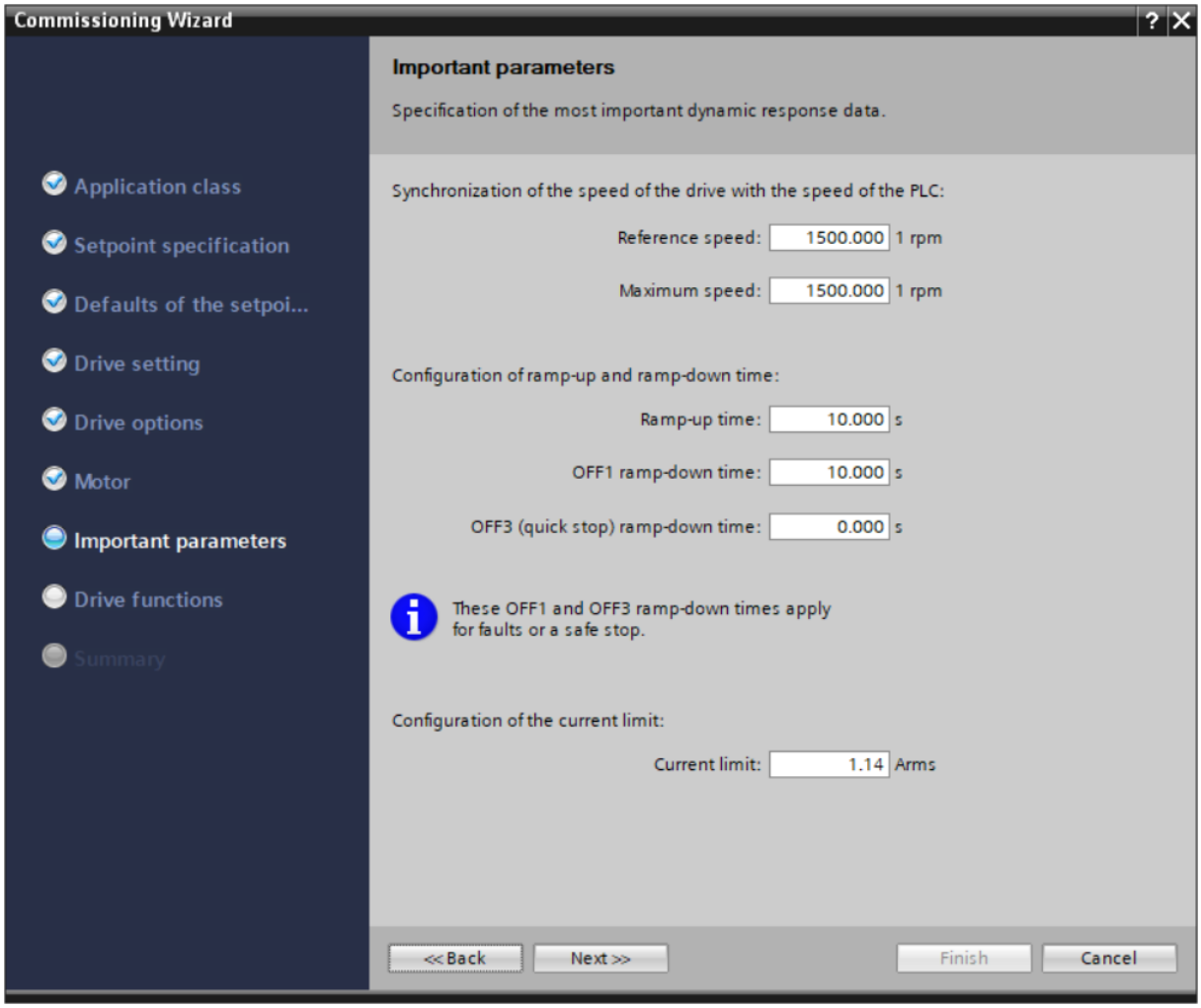
W kroku Motor definiujemy parametry i typ silnika, który będzie zasilany z falownika według tabliczki znamionowej, Rys. 2.9.



Rys. 2.9 wprowadzenie parametrów znamionowych silnika elektrycznego

Definiujemy również rodzaj podłączenia silnika do sieci – gwiazda/delta, i zabezpieczenie silnika przed przegrzaniem – sensor temperatury.

W zakładce important parameters określamy prędkość maksymalną i referencyjną, czas hamowania silnika przy zatrzymaniu normalnym i awaryjnym oraz maksymalną wartość prądu zasilania, Rys. 2.10. Parametr prądowy ogranicza prąd rozruchu i nie dopuszcza do przeciążenia silnika.

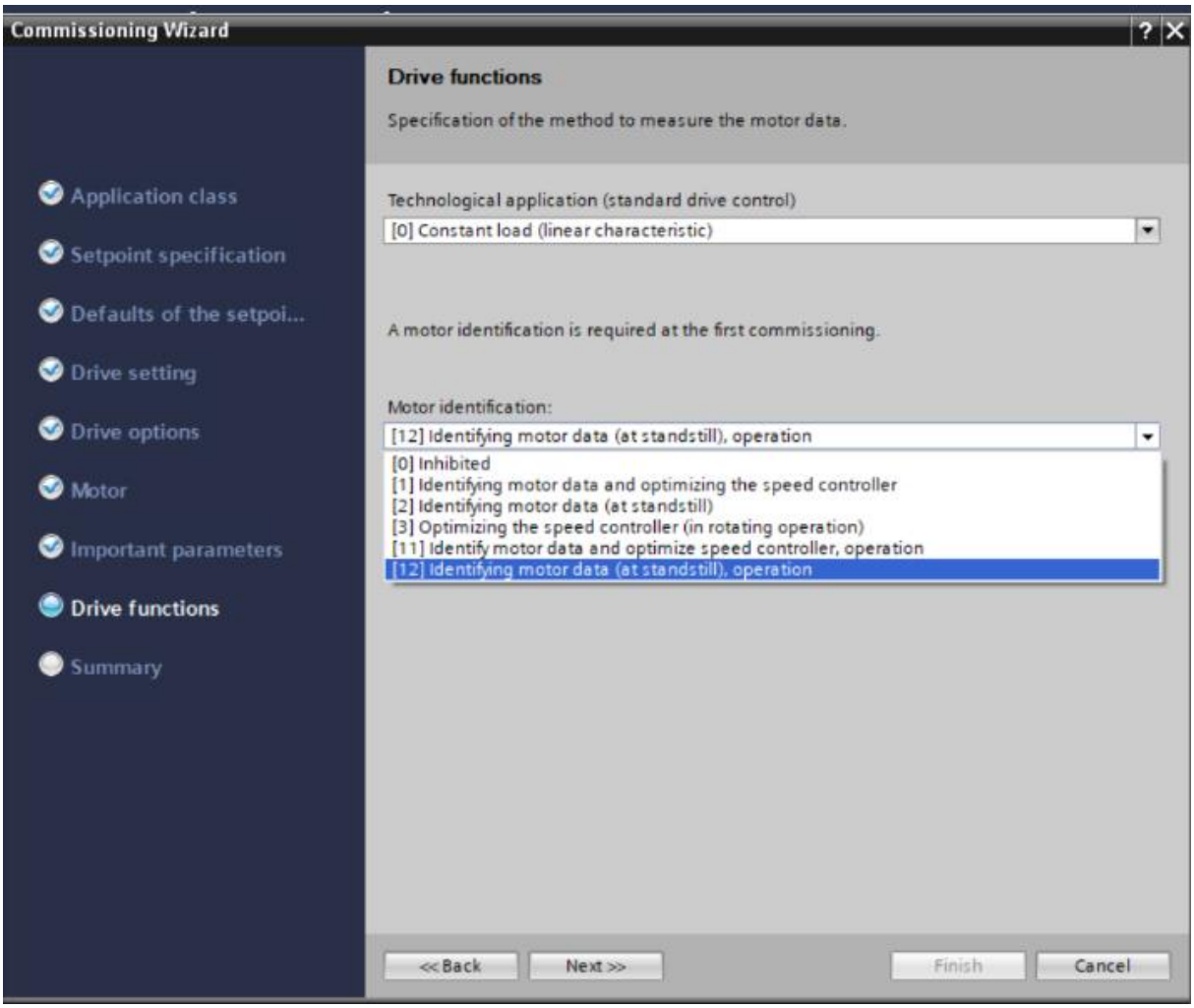


Rys. 2.10 Parametry zabezpieczenia silnika

Wartość prędkość referencyjna - p2000, jest zmienną odniesienia dla prędkości obrotowej i częstotliwości. Wszystkie prędkości lub częstotliwości określone jako wartości względne odnoszą się do tej zmiennej odniesienia.

Maksymalna prędkość obrotowa - p1082 wprowadza wartość maksymalnej możliwej prędkości obrotowej dla danego silnika i może być wyższa od prędkości referencyjnej, o ile pozwalają na to dane producenta silnika.

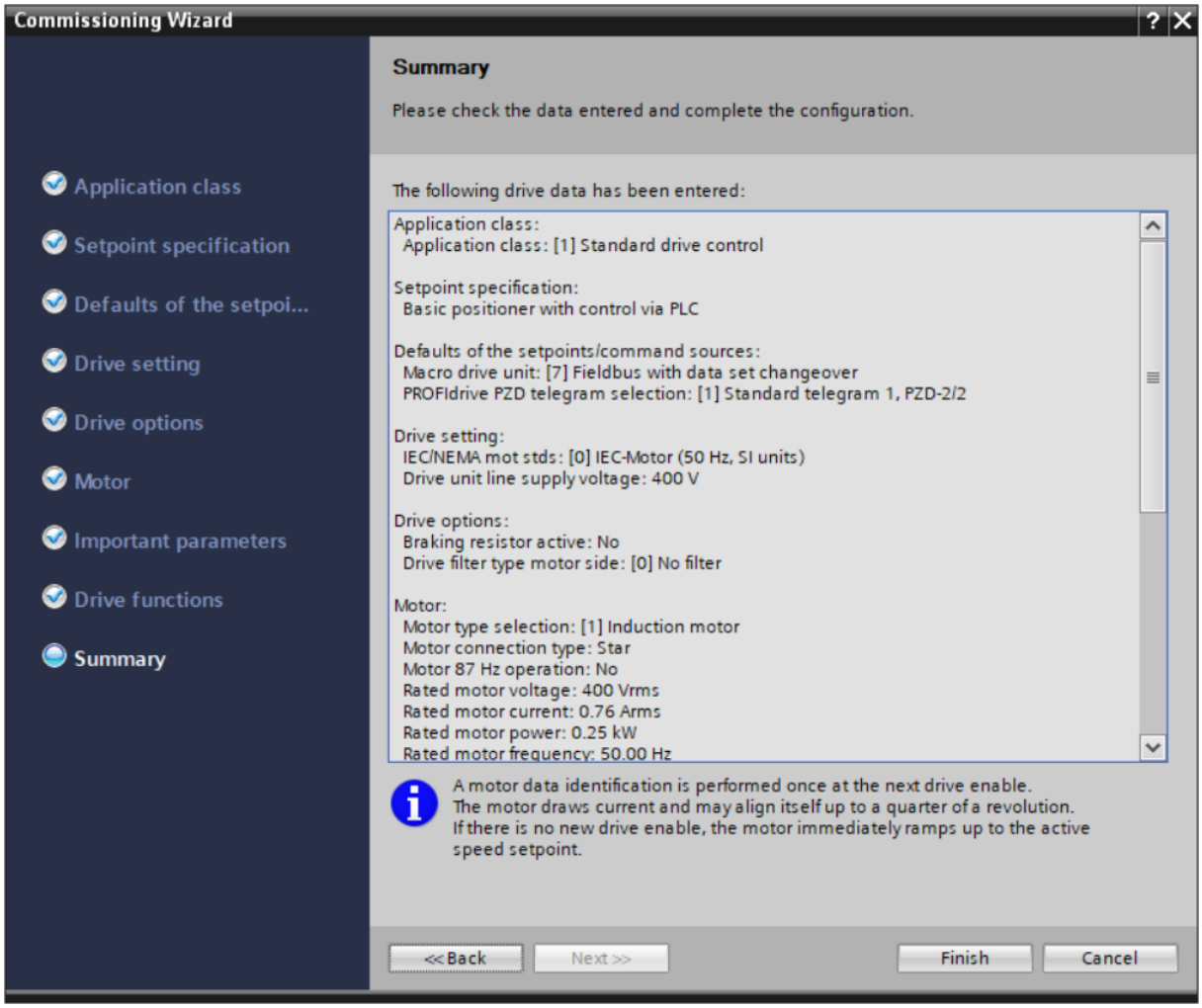
W kroku Drive functions wybieramy zastosowanie technologiczne i sposób identyfikacji silnika, Rys. 2.11.



Rys. 2.11 Sposób identyfikacji silnika przez falownik

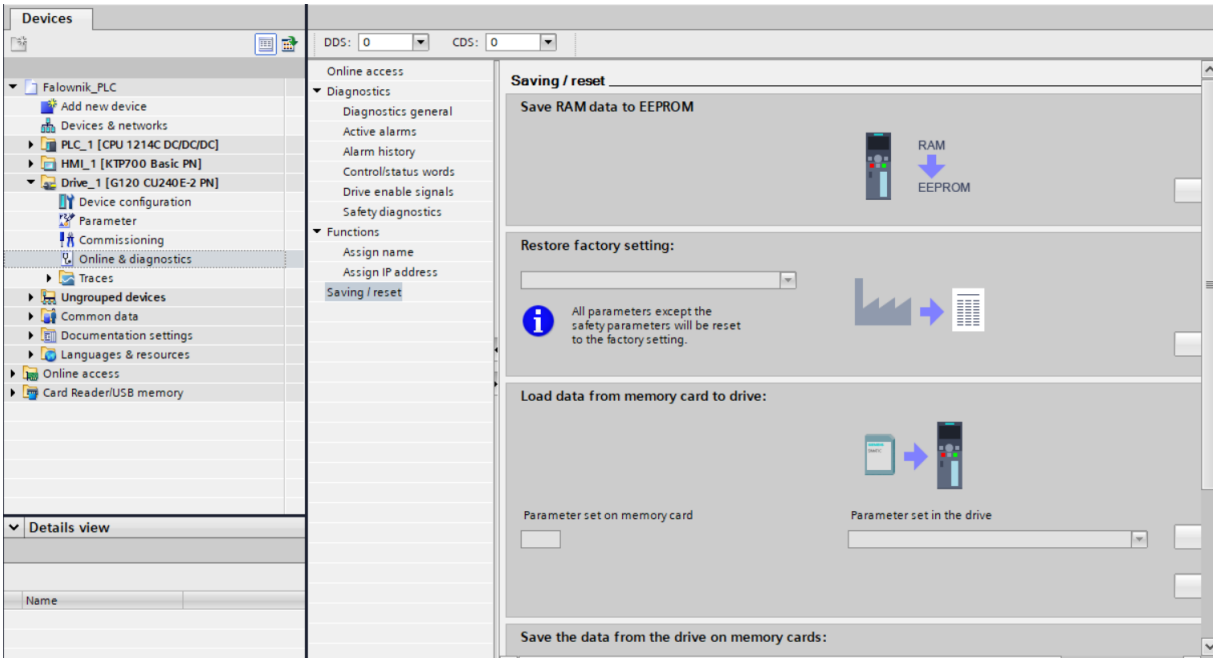
Dla opcji 12 silnik jest identyfikowany na niskich obrotach i jeśli stan pracy jest poprawny to szybko rozkręca się do obrotów zadanych.

Ostatnia strona jest podsumowaniem wprowadzonych parametrów, co wymaga zatwierdzenia, Rys. 2.12.



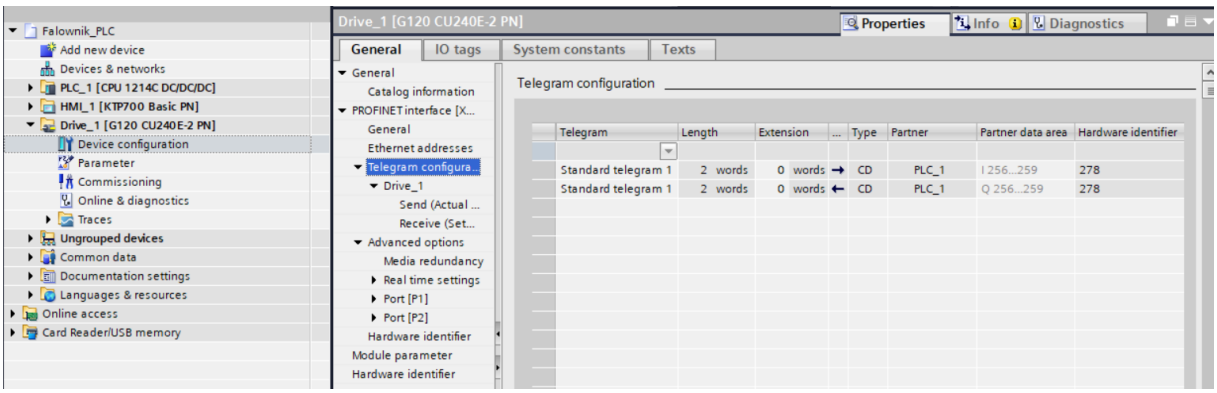
Rys. 2.12 Podsumowanie wprowadzonych parametrów

Przygotowane dane następnie wprowadzamy do falownika z opcją zapisu do pamięci EPROM. W ten sposób parametry nie są tracone po wyłączeniu falownika. Dodatkowe opcje zapisu programu znajdziemy punkcie Online & diagnostic – Function – Saving/Reset, Rys. 2.13.

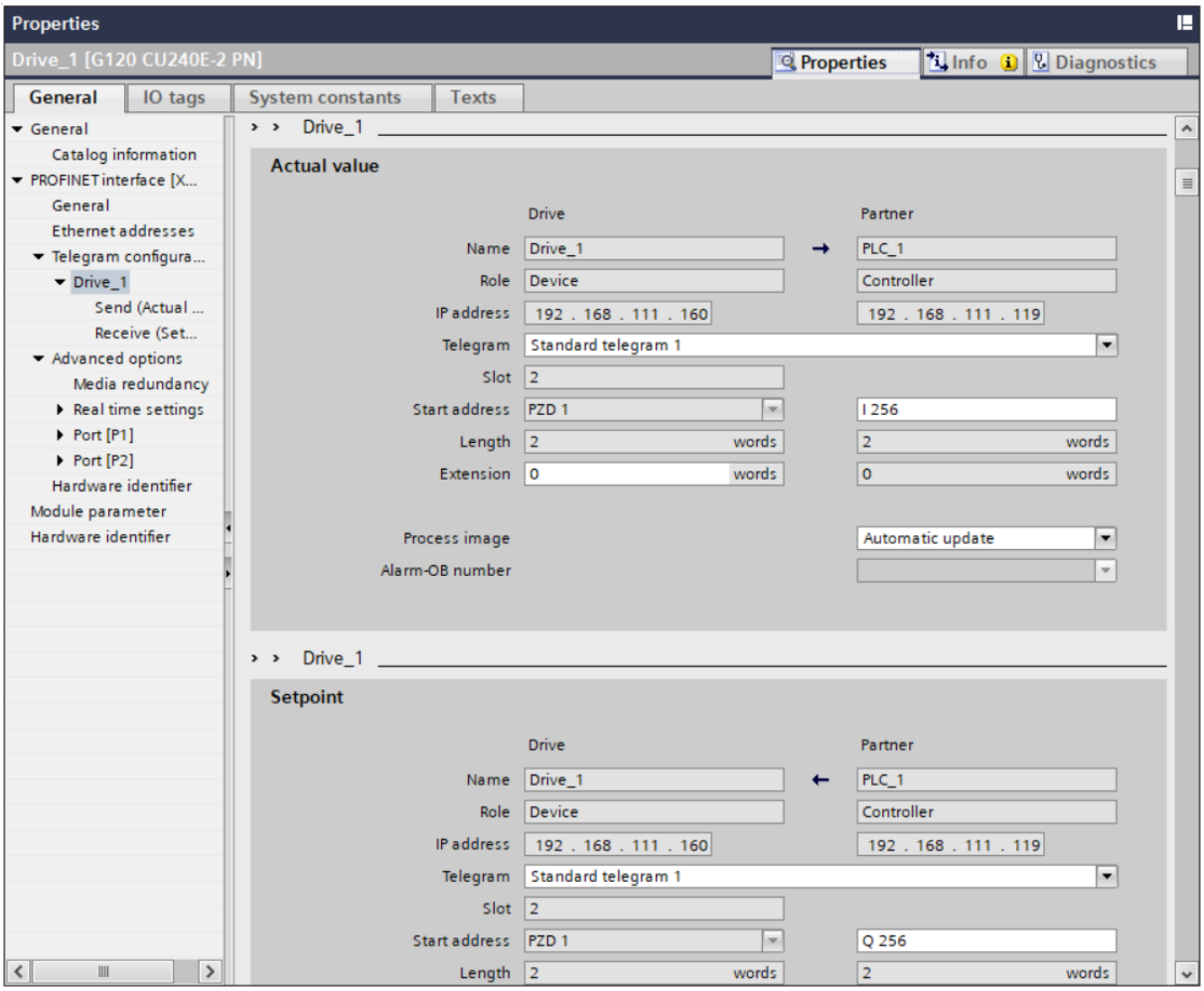


Rys. 2.13 Dodatkowe punkty zapisu programu z resetem falownika włącznie

Do komunikacji cyklicznej pomiędzy falownikiem a sterownikiem konieczne jest skonfigurowanie telegramu. Telegram został już wybrany, korzystając z kreatora podczas uruchomienia napędu. W tym przypadku użyty został standard telegram 1. W widoku parametrów napędu możemy wyświetlić oraz skonfigurować zakres adresów telegramu w formularzu Communications, Rys. 2.14. Osobne okno służy do konfiguracji wysyłania - Send direction, a osobne do odbierania - Receive direction, Rys. 2.15. Zaleca się pozostanie przy ustawieniach domyślnych, to znaczy adresy IP zostały wprowadzone w programie i odpowiadają wybranym urządzeniom.

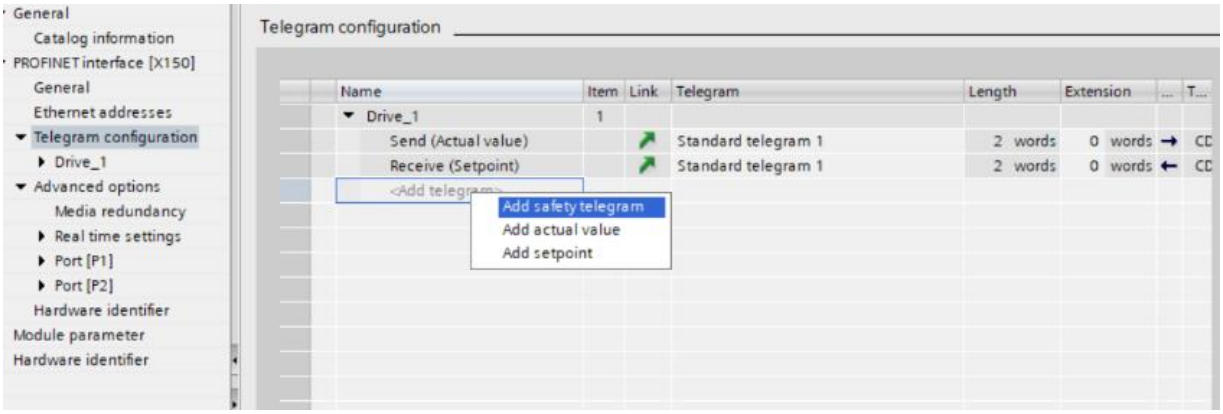


Rys. 2.14 Parametry standard telegram 1 i przydzielony numer harware identifier 278

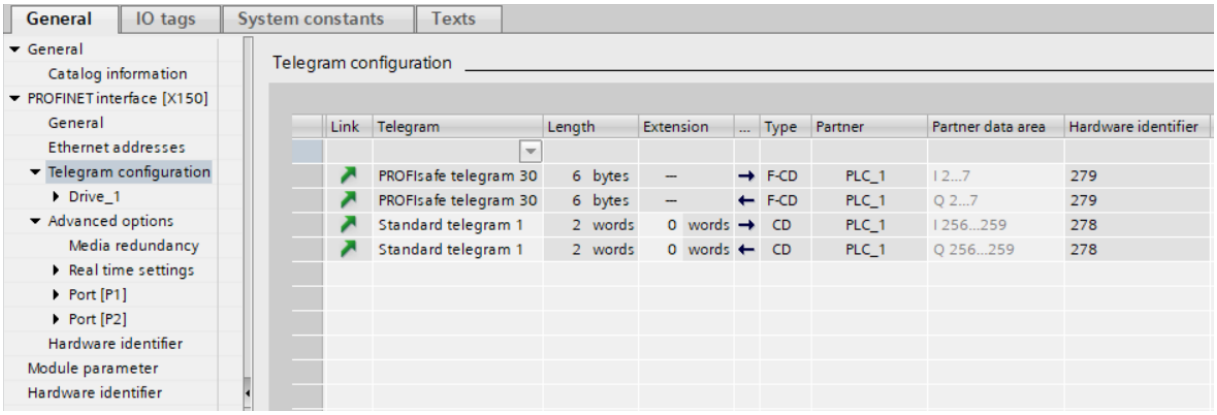


Rys. 2.15 Ustawienie domyślne telegramu

Jeśli chcemy skonfigurować napęd z funkcjami safety, to dodajemy telegram safety w Telegram configuration, Rys. 2.16 i Rys. 2.17.

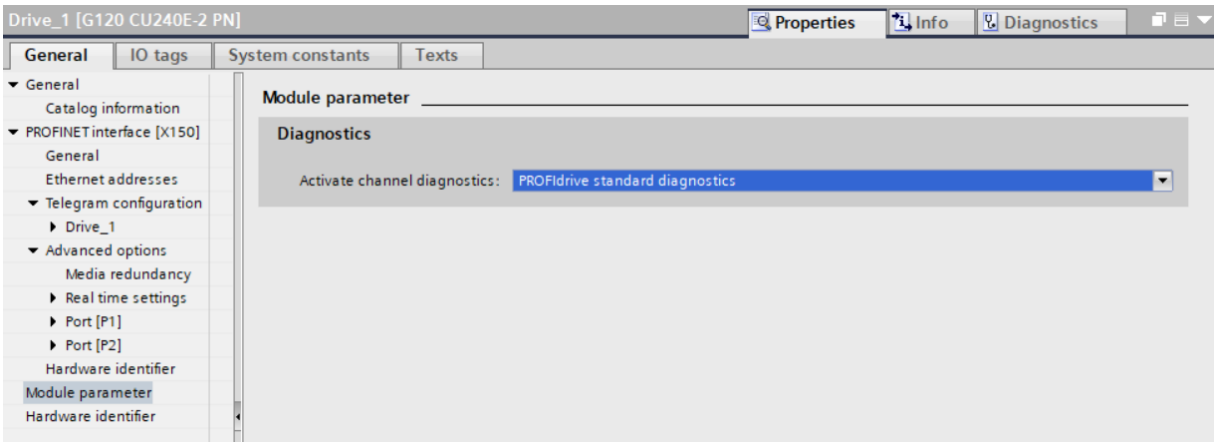


Rys. 2.16 Dodanie telegramu Safety



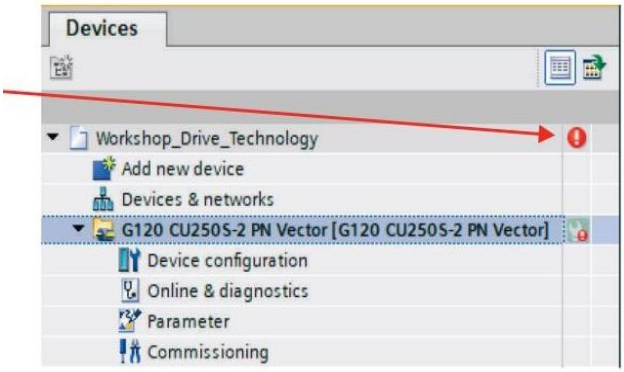
Rys. 2.17 Wprowadzony telegram Safety

Wcześniej należy włączyć kanał Profidrive channel diagnostics, Rys. 2.18.



Rys. 2.18 Wprowadzenie kanału aktywnej diagnostyki

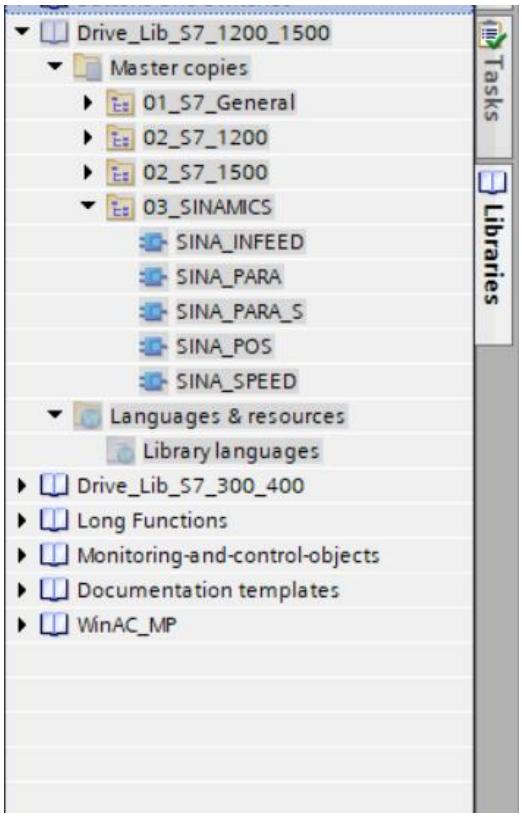
W niektórych wypadkach po wprowadzeniu danych do falownika na ekranie startowym pojawi się ostrzeżenie, a wyświetlacz IOP zacznie migać. Należy rozpocząć identyfikację przez załączenie DI0, po zakończeniu pomiaru ponownie wyłączyć DI 0. Falownik i silnik wydaje gwiżdżący dźwięk przez około 1 minutę. Identyfikacja silnika usuwa błąd.



Rys. 2.19 Ostrzeżenie po wprowadzeniu danych do falownika

3. Przygotowanie programu na sterowniku S7-1200

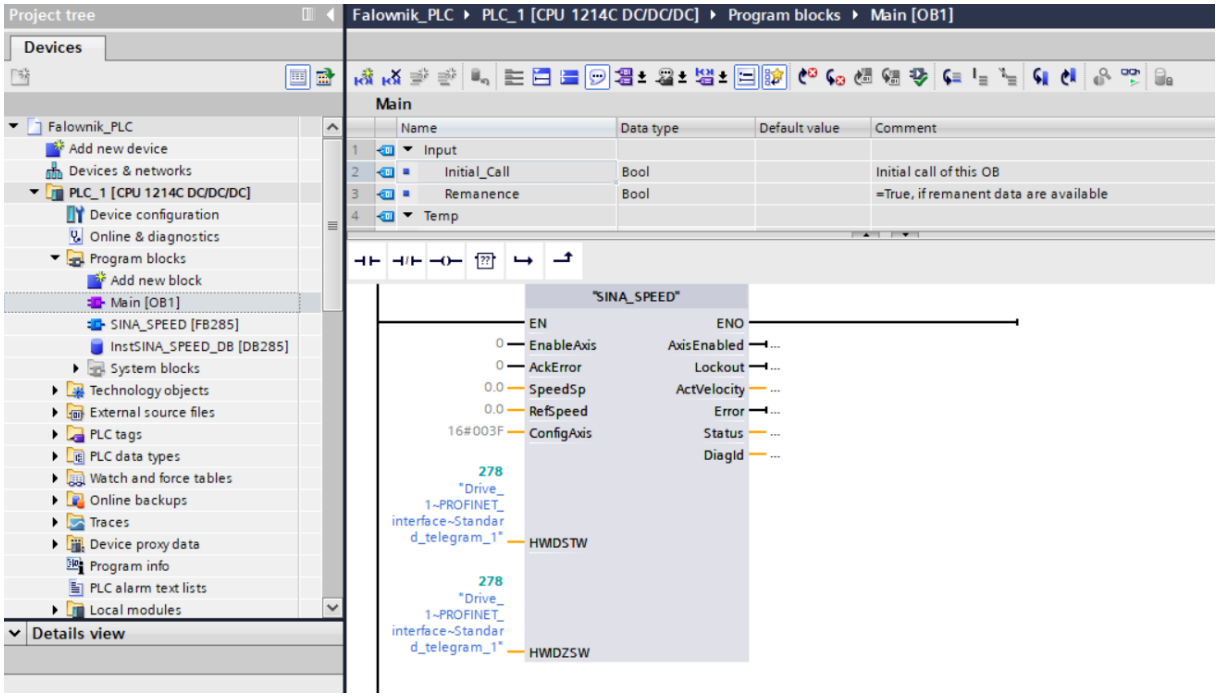
Firma Siemens dostarcza biblioteki zewnetrzne do programowania falownika. Są one dostepne w programie TIA Portal po zainstalowaniu StartDrive, Rys. 3.1.



Rys. 3.1Dodatkowa biblioteka do falownika

Procedura SINA_SPEED inaczej Function Blok o danej nazwie i numerze bloku [FB285] został napisany języku SFC SIMATIC for S7. Procedura za pomocą bloku funkcyjnego załącza cykliczną wymianę danych pomiędzy PLC i Drives, można cyklicznie aktywować napęd SINAMICS za pomocą standardowego telegramu 1. Dany telegram składa się z dwóch słów wysyłanych i odbieranych, a ich znaczenie jest określone. Procedurę umieszczamy w bloku gównym OB1 lub bloku przerwania cyklicznego OB32.

Blok SINA_SPEED przeciągamy do drzewa Program Blok, następnie wprowadzamy do bloku głównego OB1, blok danych DB jest zakładany automatycznie, możemy mu nadać ręcznie numer 285, tłumaczy to jego zastosowanie, Rys. 3.2.



Rys. 3.2 Procedura SINA_SPEED

Silnik jest gotowy do włączenia, jeśli nie ma aktywnego błędu – Error = 0, i nie ma blokady włączenia – Lockout = 0. Wartość zadana prędkości obrotowej SpeedSp jest podawana bezpośrednio na wejściu bloku w formacie real. Aby przeprowadzić niezbędną normalizację wartości zadanej, należy wprowadzić prędkość referencyjną na wejście RefSpeed – odpowiada to parametrowi p2000 w napędzie SINAMICS, Rys. 2.10. Rzeczywista wartość prędkości jest wyprowadzana na wyjście ActVelocity w formacie real. Parametry HWDSTW i HWDZSW są uchwytem do standard telegram 1, Rys. 2.14.

Tabela Parametry funkcji SINA_SPEED

Wejście	Typ	Wartość domyslna	Znaczenie
EnableAxis	Bool	0	"EnableAxis" = 1 – załącza napęd
AckError	Bool	0	AckFlt =1 – potwierdzenie błędu
SpeedSp	Real	0.0[rpm]	Speed setpoint
RefSpeed	Real	0.0[rpm]	Reference speed of the drive - p2000
ConfigAxis	Word	16#003F	
HWIDSTW	HW_IO	0	Symbolic name or HW ID/IO address on the SIMATIC S7-1200 of the setpoint slot.
HWIDZSW	HW_IO	0	Symbolic name or HW ID/IO address on the SIMATIC S7-1200 of the actual value slot.

Tabela Bity słowa ConfigAxis

Bit	Znaczenie	PZD	Parametr	Domyślnie
Bit0	OFF2	1	r2090.1 = p 844[0]	1
Bit1	OFF3	1	r2090.2 = p 848[0]	1
Bit2	Inverter enable	1	r2090.3 = p 852[0]	1
Bit3	Ramp-function generator enable	1	r2090.4 = p1140[0]	1
Bit4	Continue ramp-function generator	1	r2090.5 = p1141[0]	1
Bit5	Speed setpoint enable	1	r2090.6 = p1142[0]	1
Bit6	Direction of rotation	1	r2090.11 = p1113[0]	0
Bit7	Holding brake must be opened	1	r2090.12 = p855[0]	0
Bit8	Motorized pot. setpoint higher	1	r2090.13 = p1035[0]	0
Bit9	Motorized pot. setpoint lower	1	r2090.14 = p1036[0]	0
Bit10	Reserve - can be used as required (bit 8)	1	r2091.0	0
Bit11	Reserve - can be used as required (bit 9)	1	r2091.1	0
Bit12	Reserve - can be used as required (bit 15)	1	r2091.7	0
Bit13				0
Bit14				0
Bit15				0

Tabela Parametry wyjściowe funkcji SINA_SPEED

Wyjście	Typ	Wartość domyslna	Znaczenie
AxisEnabled	Bool	0	Operating mode is executed or enabled
Lockout	Bool	0	1 = switch-on inhibit active
ActVelocity	Real	0.0[rpm]	Actual speed depending on the normalization factor RefSpeed
Error	Bool	0	1 = group fault present
Status	Int	0	16#7002: No error – block is being processed 16#8401: Error in drive 16#8402: Switching on inhibited 16#8600: Error DPRD_DAT 16#8601: Error DPWR_DAT

DiagID	Word	0	Expanded communication error -> SFB call error

Błąd grupowy Error jest ustawiany, jeśli napęd SINAMICS jest uszkodzony lub aktywna jest blokada załączenia napędu SINAMICS lub jeśli wywołanie SFB zgłasza błąd. Wyświetlany jest również odpowiedni „Status”:

Tabela Wybrane wartości słowa STATUS

Error number Status	Meaning	Remedy
16#7002	No fault active	
16#8401	Drive fault active	Evaluate active errors of the SINAMICS per acyclic communication
16#8402	Switching on of drive inhibited active	Check for parking axis, safety active, parameter p10 ≠ 0
16#8600 16#8601	SFB call error active	Clearing the communication fault

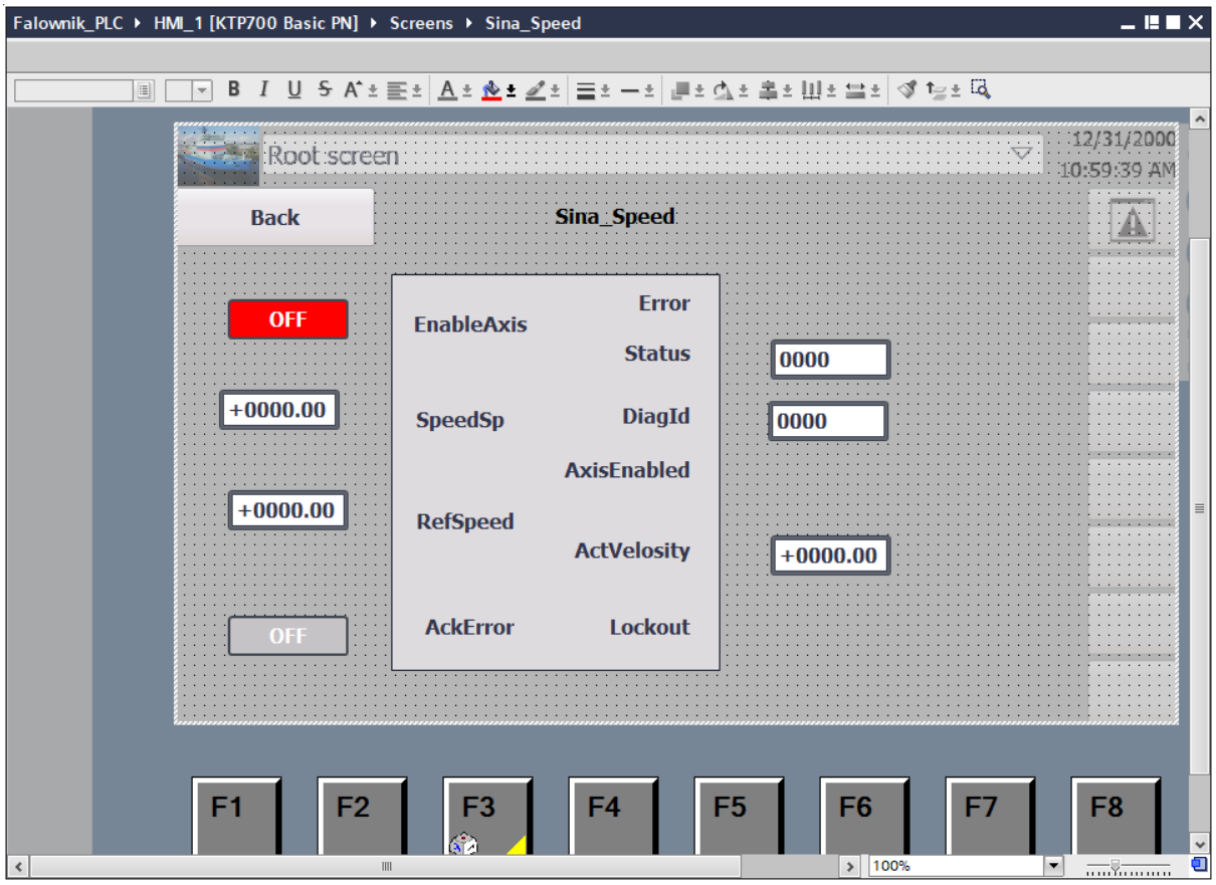
Błędy napędu SINAMICS można potwierdzić poprzez wejście AcktError. Błąd wywołania SFB jest sygnalizowany na wyjściu DiagID i musi zostać sprawdzony przez użytkownika. Gdy usterka zostanie usunięta lub zniknie, błąd grupowy Error zostanie w razie potrzeby anulowany, a identyfikator błędu „Status” zostanie zaktualizowany.

4. Przygotowanie programu na panelu graficznym HMI

Stronę graficzną można przygotować na panelu HMI według własnego uznania. Ekran służy do wprowadzenia danych koniecznych dla procedury SINA_SPEED. Procedura ma przypisany blok danych InstSinaSpeed_DB, gdzie należy wprowadzać nowe dane. Dane napędu są tam już zdefiniowane po wprowadzeniu kreatora Commissioning Wizard, Rys. 2.12. Z punktu widzenia pracy silnika, do jego załączenia niezbędne są sygnały :

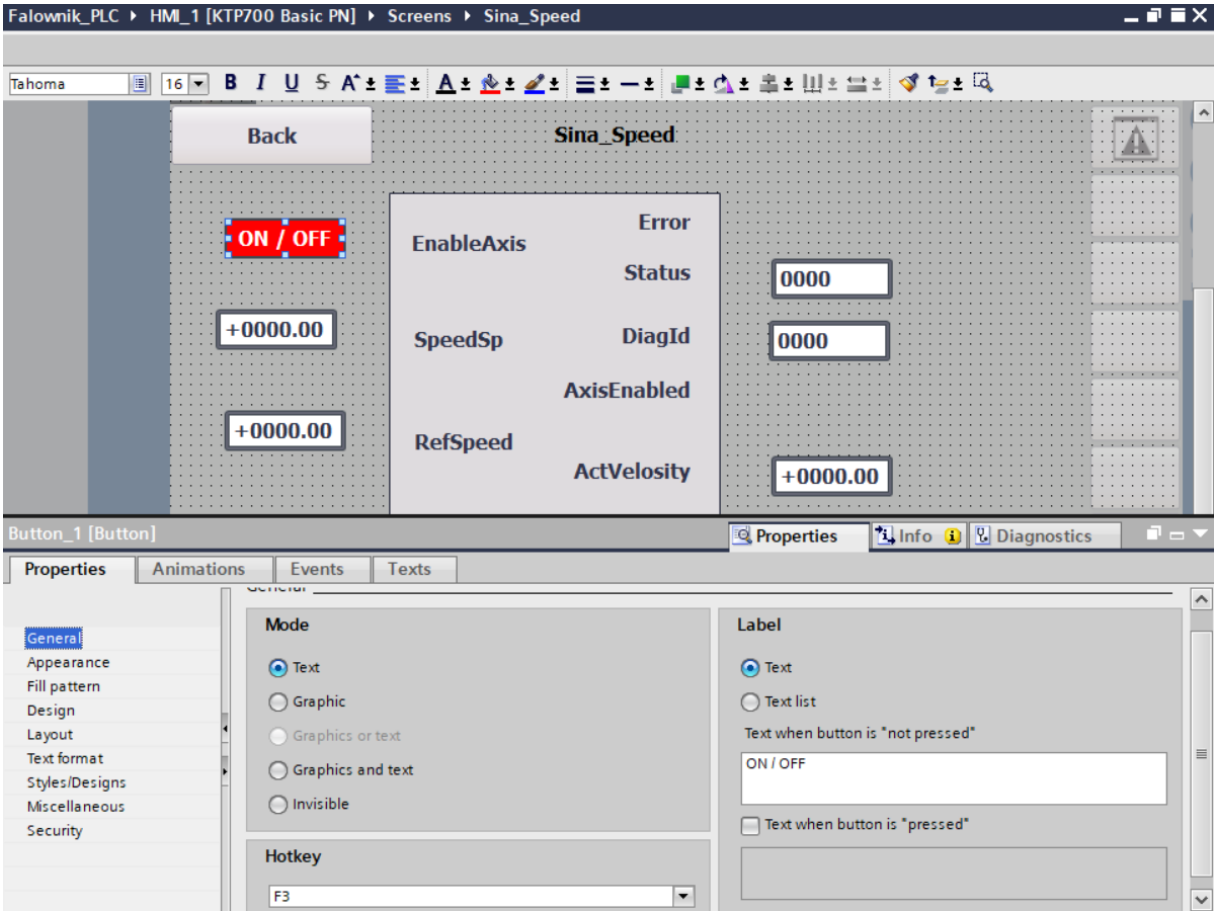
- EnableAxis – załaczenie napędu
- AckError – skasowanie alarmu
- SpeedSp – prędkość zadana
- RefSpeed – prędkość referencyjna

Przykładową grafikę przedstawia Rys. 4.1.

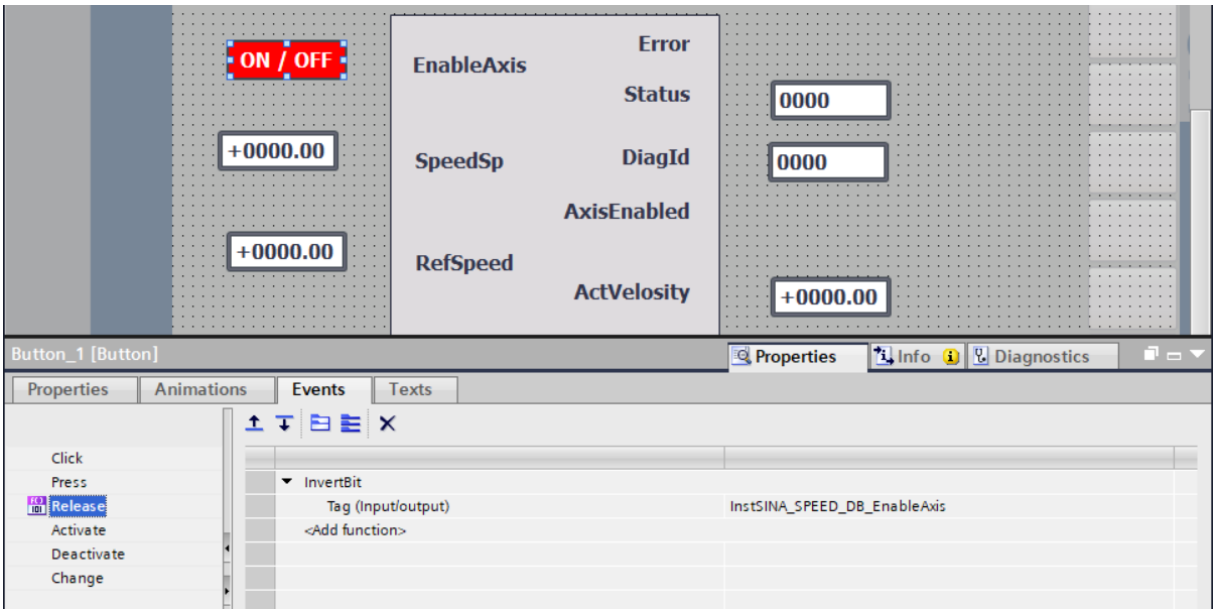


Rys. 4.1 Przykładowy ekran graficzny do obsługi procedury SINA_SPEED

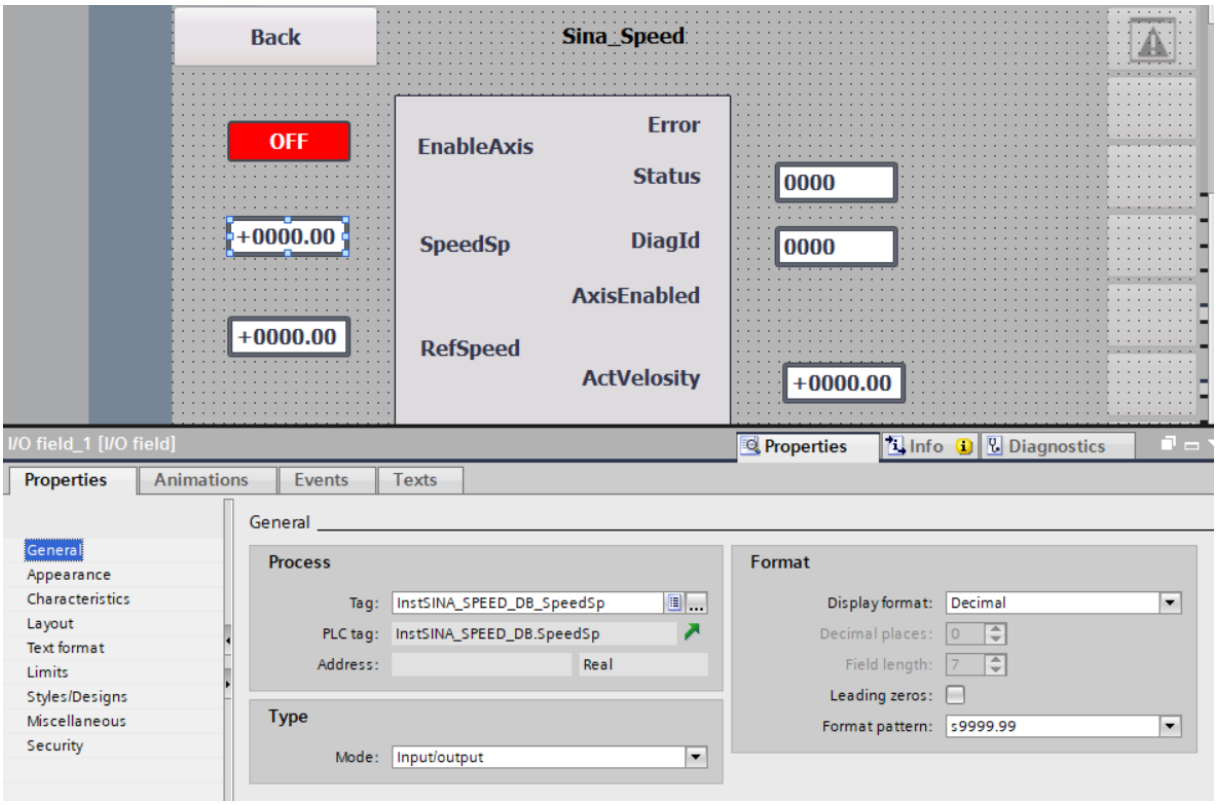
Obsługę prametrów wejściowych ekranu SINA_SPEED przedstawia rysunek od Rys. 4.2 do Rys. 4.8.



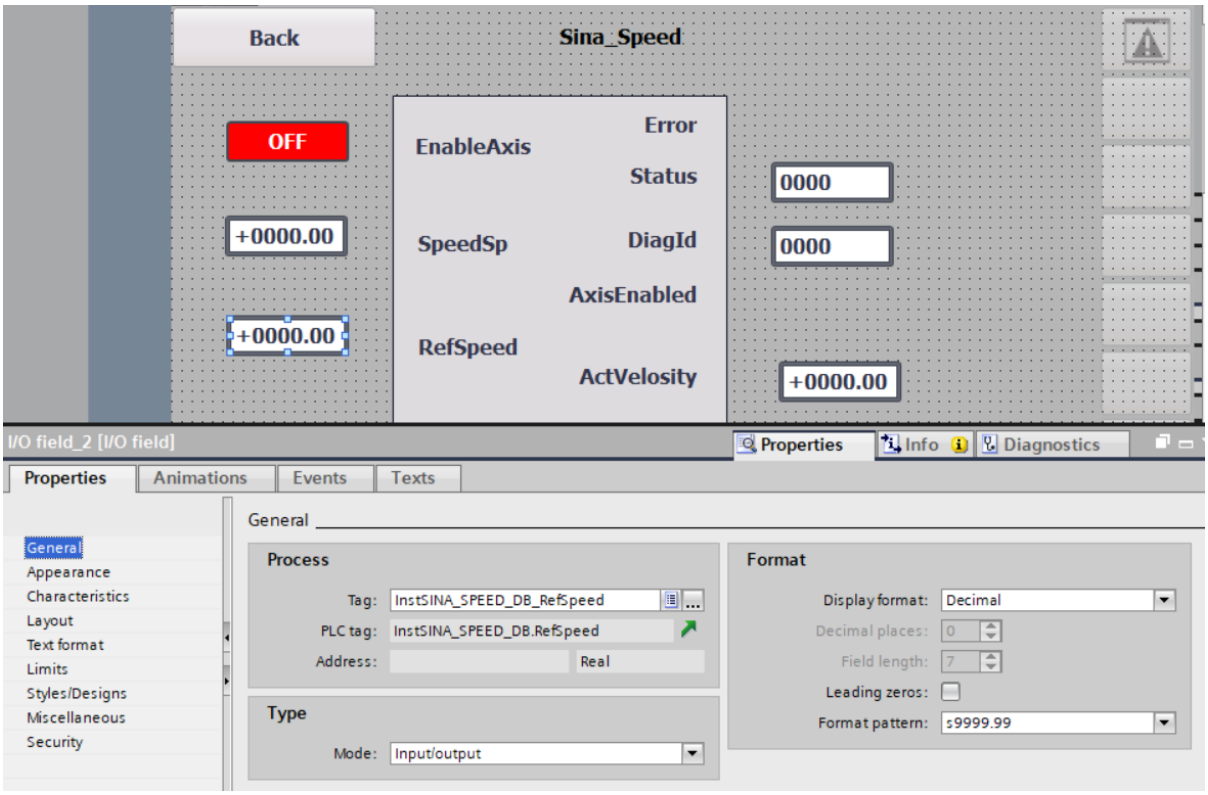
Rys. 4.2 Zdefiniowanie przycisku ON/OFF napędu



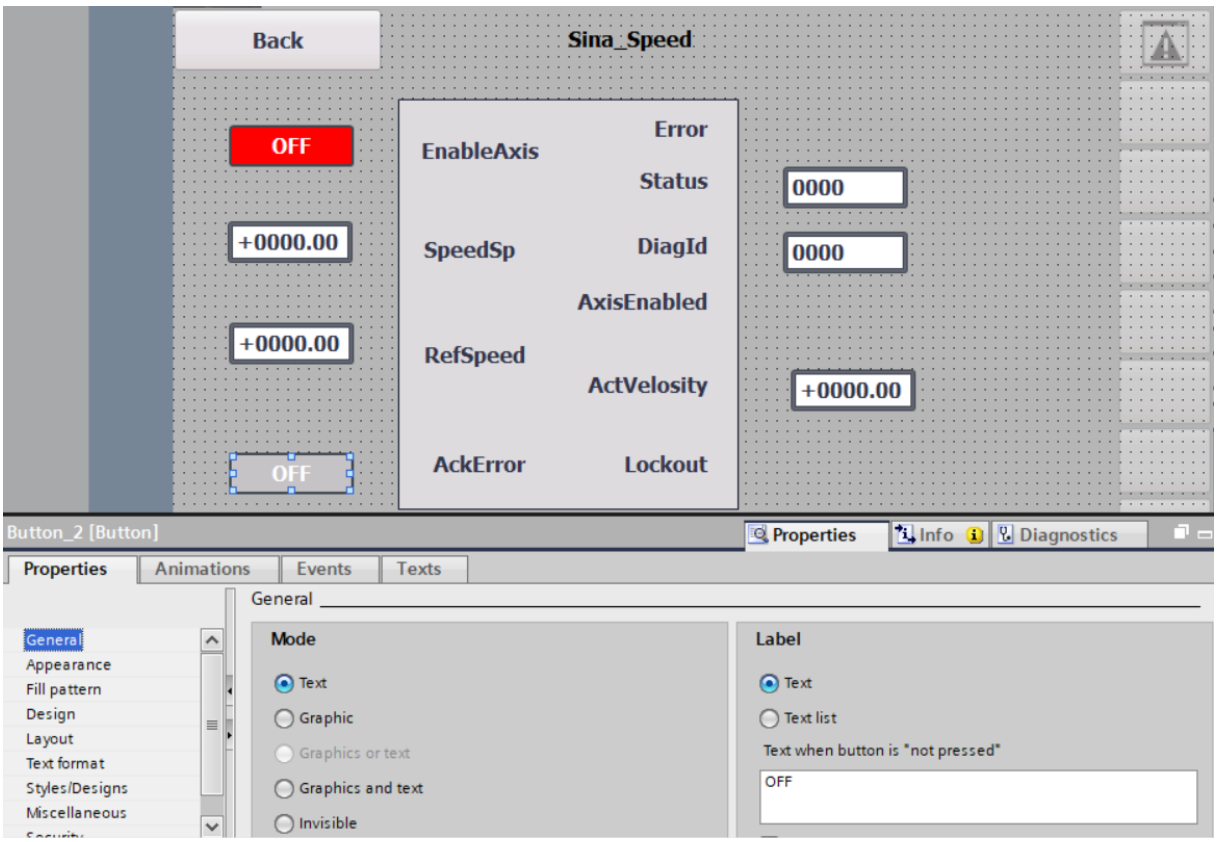
Rys. 4.3 Obsługa przycisku ON/OFF



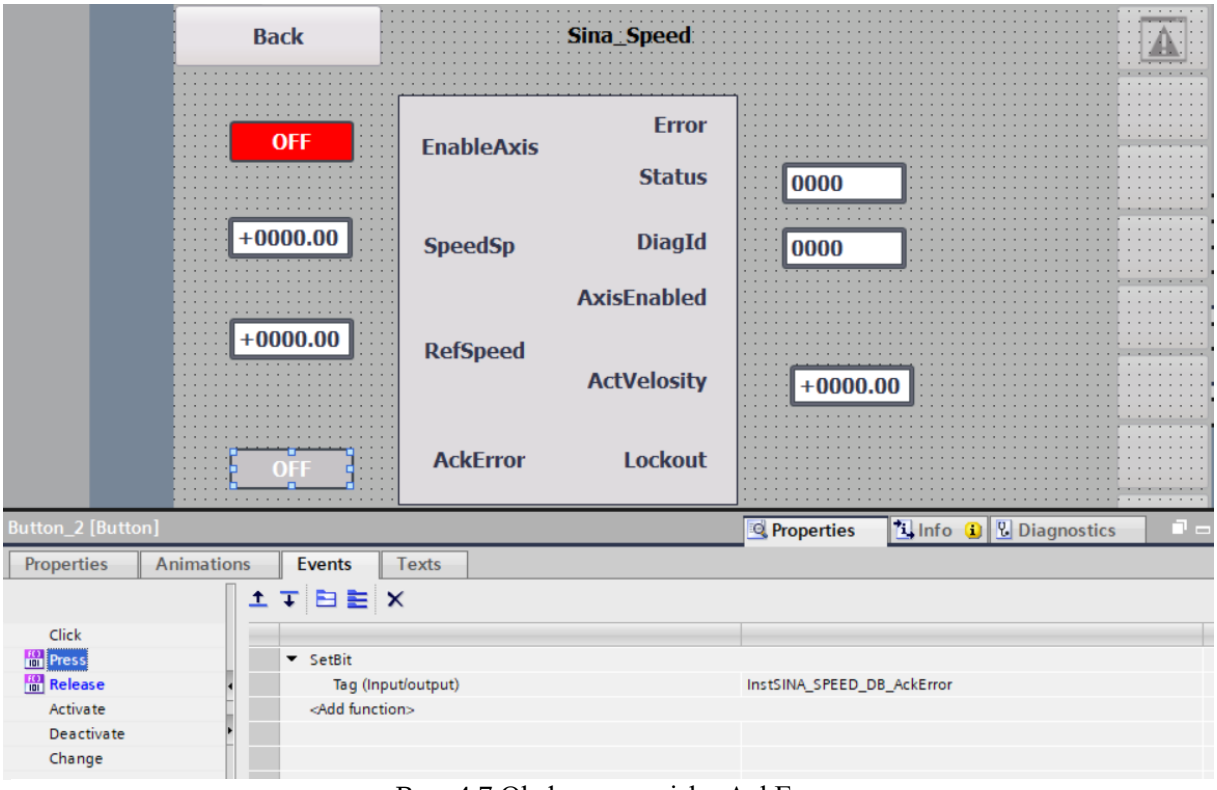
Rys. 4.5 Wprowadzenie wartości zadanej SpeedSp



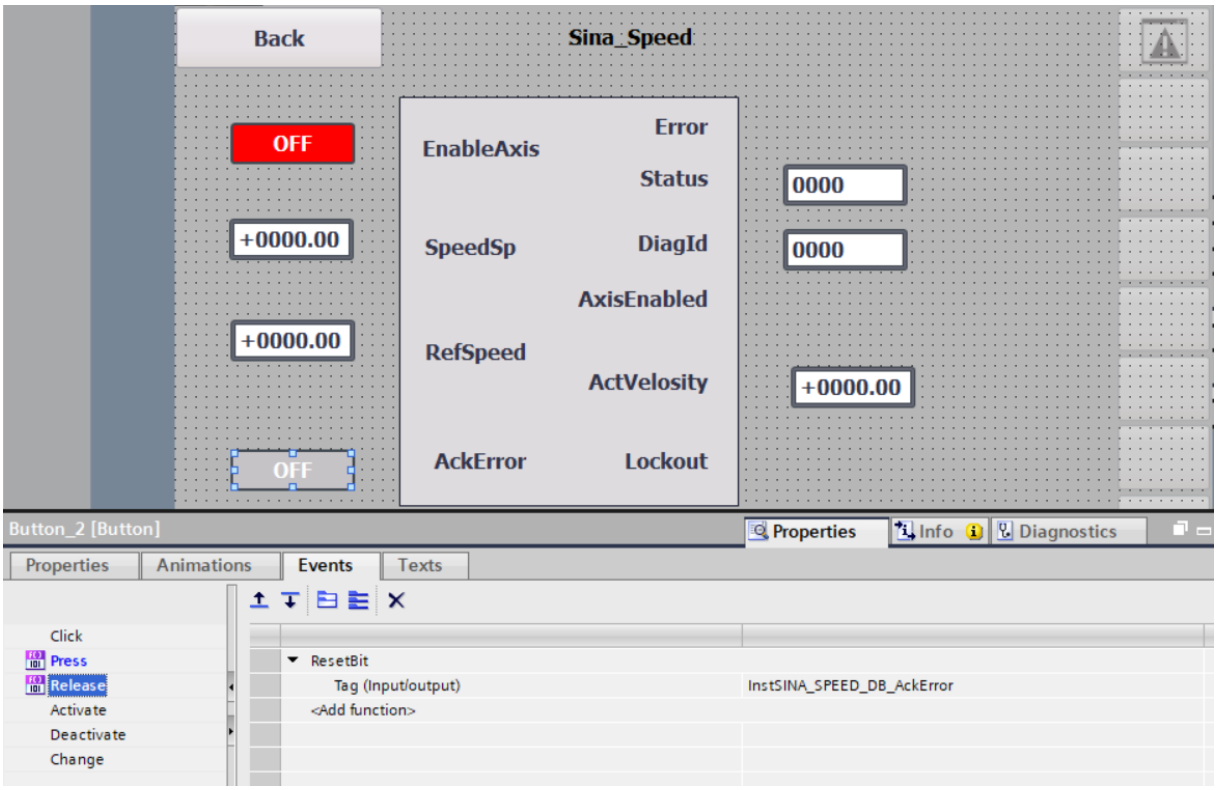
Rys. 4.4 Wprowadzenie wartości referencyjnej RefSpeed



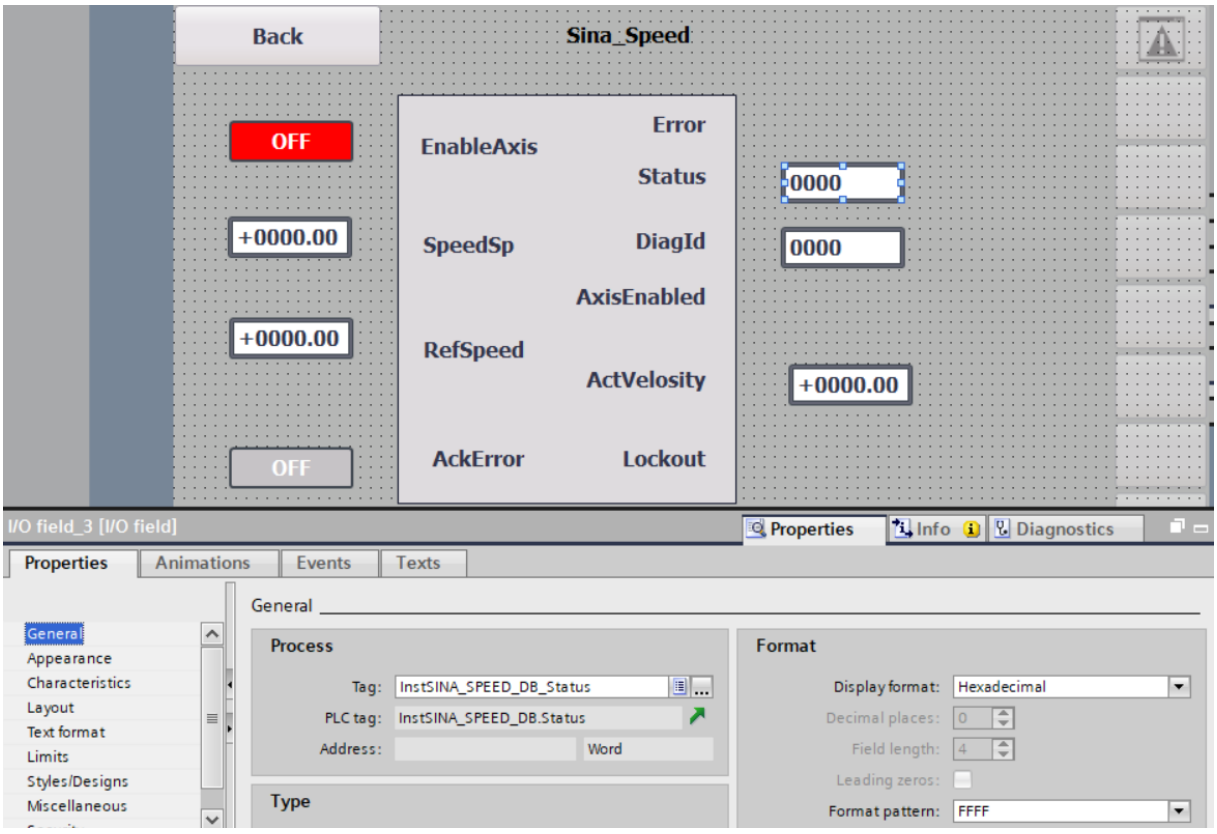
Rys. 4.6 Zdefiniowanie przycisku AckError



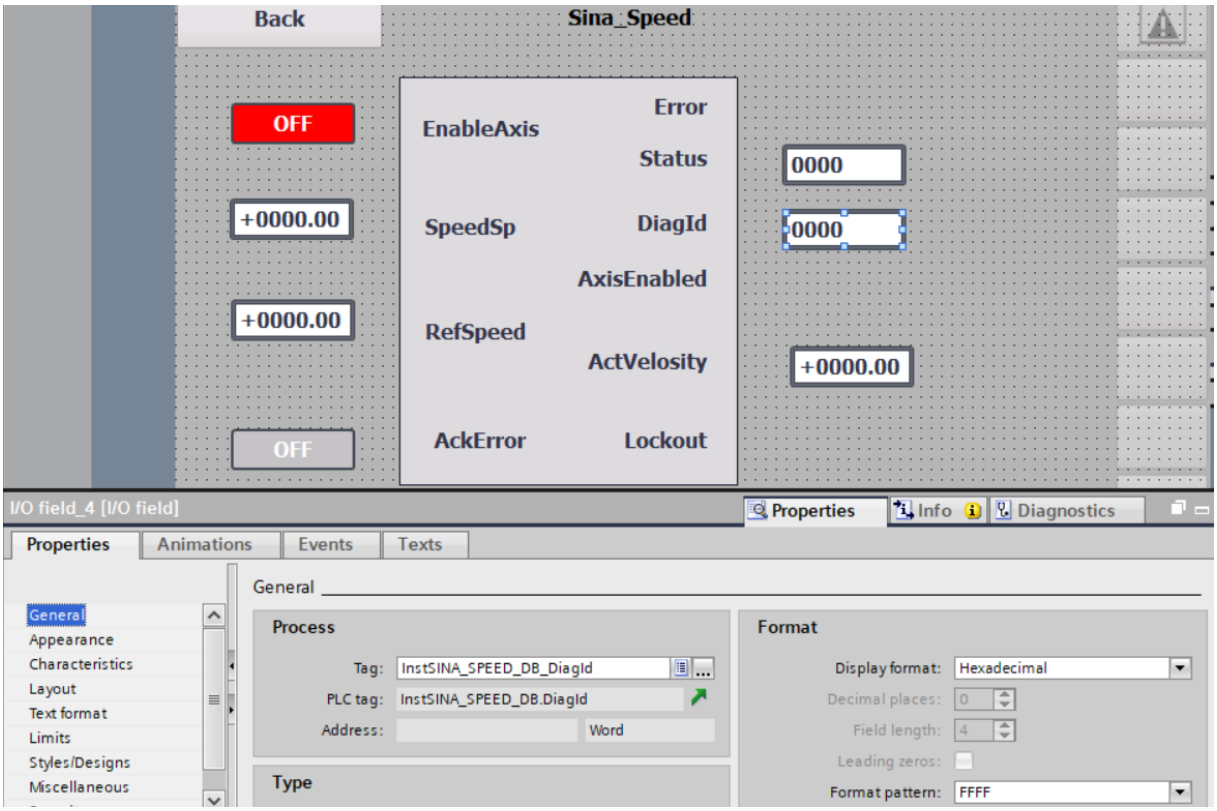
Rys. 4.7 Obsługa przycisku AckError



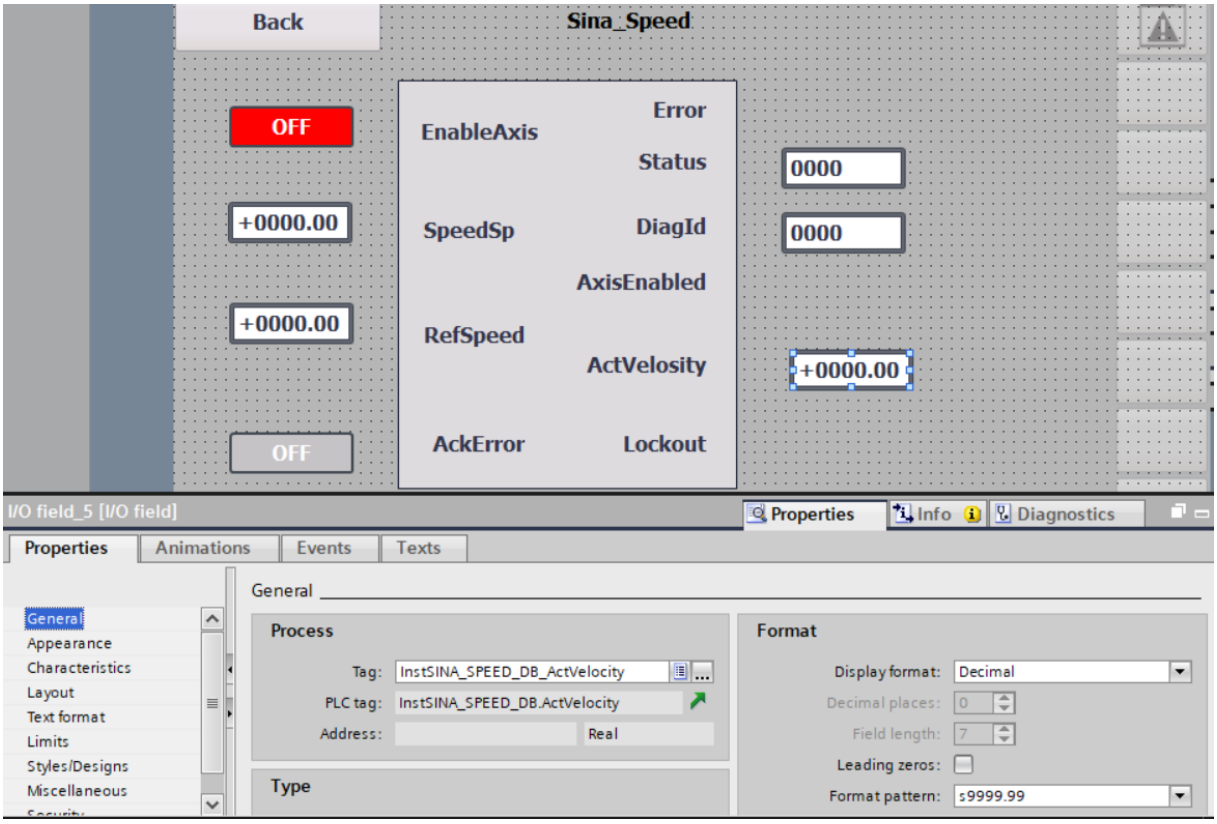
Rys. 4.8 Obsługa przycisku AckError



Rys. 4.9 Prezentacja wartości Status



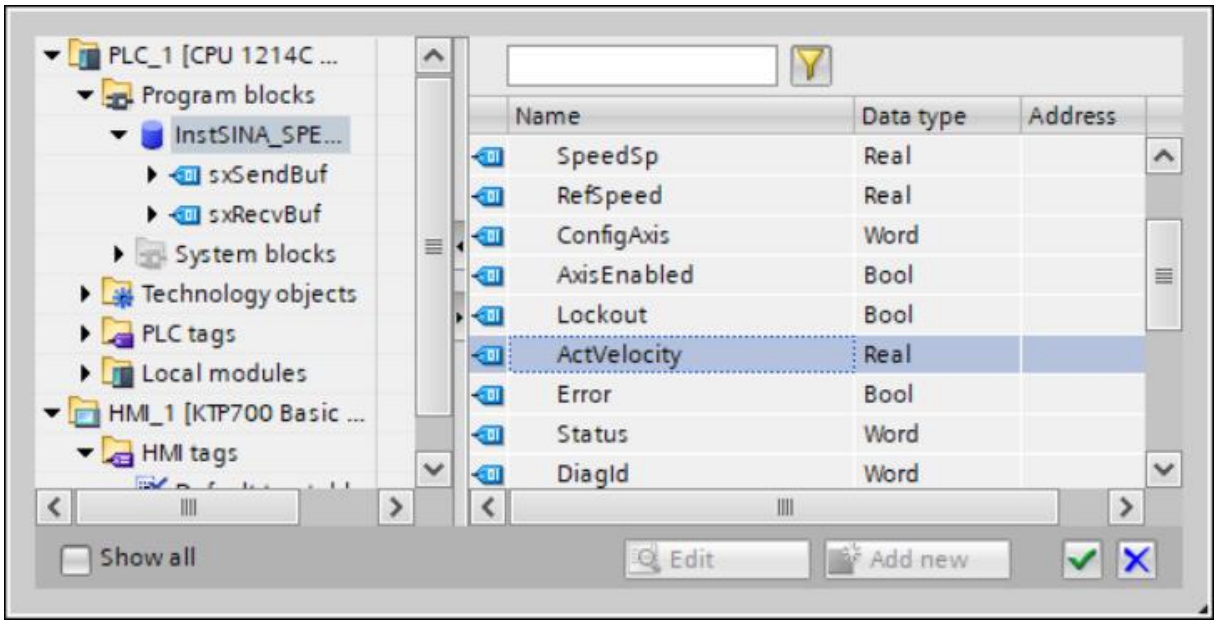
Rys. 4.10 Prezentacja wartości DiagId



Rys. 4.11Prezentacja wartości prędkości rzeczywistej ActVelosity

Obsługę prametrów wyjściowych ekranu SINA_SPEED przedstawia rysunek od Rys. 4.9 do Rys. 4.11.

We wszystkich okienkach sterujących panelu HMI wybieramy połączenie ze zmienną określoną w bloku InstSINA_SPEED_DB zapisaną na sterowniku, Rys. 4.12.



Rys. 4.12 Łączenie danych panelu HMI ze sterownikiem PLC

5. Pytania kontrolne

- Konfiguracja sterownika S7-1200.
- Konfiguracja panelu HMI.
- Konfiguracja falownika G120
- Parametry napedu.
- Parametry procedury SINA_SPEED.
- Parametry Standard Telegram 1.

6. Literatura

1. Podręcznik programowania dla S7-1200/S7-1500.
2. Podręcznik pierwsze kroki z SIMATIC S7-1200.
3. Programowalny sterownik SIMATIC S7-1200.
4. Programowanie panelu HMI.
5. Programowanie napędu SINAMICS G120

7. Spis ilustracji

Rys. 1.1 Dodawanie falownika SINAMICS G120 – moduł sterowania 4
Rys. 1.2 Tabliczka znamionowa modułu sterowania falownika G120 5
Rys. 1.3 Tabliczka znamionowa modułu mocy falownika G120 5
Rys. 1.4 Dodawanie falownika SINAMICS G120 – moduł mocy 6
Rys. 1.5 Wprowadzenie lub zmiana adresu IP falownika oraz jego nazwa 7
Rys. 1.6 Zapisanie nowego adresu IP do falownika 7
Rys. 1.7 Zapisanie nowej nazwy do falownika 8
Rys. 1.8 Konfiguracja sprzętowa urządzeń w sieci PROFINET 8
Rys. 2.1 Zakładka ustawienia napędu – Commissioning Wizard 9
Rys. 2.2 Wybór charakterystyki napędu w stosunku do odbiornika 9
Rys. 2.3 Opcje wyboru miejsca sterowania 10
Rys. 2.4 Wejścia i wyjścia binarne i analogowe falownika G120 11
Rys. 2.5 Znaczenie wejść i wyjść dla sterowania ze sterownika 11
Rys. 2.6 Znaczenie wejść i wyjść dla sterowania z falownika 12
Rys. 2.7 Parametry Drive setting 13
Rys. 2.8 Parametry bez rezystora hamowania i bez filtru napędu 14
Rys. 2.9 wprowadzenie parametrów znamionowych silnika elektrycznego 15
Rys. 2.10 Parametry zabezpieczenia silnika 16
Rys. 2.11 Sposób identyfikacji silnika przez falownik 17
Rys. 2.12 Podsumowanie wprowadzonych parametrów 18
Rys. 2.13 Dodatkowe punkty zapisu programu z resetem falownika włącznie 19
Rys. 2.14 Parametry standard telegram 1 i przydzielony numer harware identifier 278 19
Rys. 2.15 Ustawienie domyślne telegramu 20
Rys. 2.16 Dodanie telegramu Safety 20
Rys. 2.17 Wprowadzony telegram Safety 21
Rys. 2.18 Wprowadzenie kanału aktywnej diagnostyki 21
Rys. 2.19 Ostrzeżenie po wprowadzeniu danych do falownika 21
Rys. 3.1Dodatkowa biblioteka do falownika 22
Rys. 3.2 Procedura SINA_SPEED 23
Rys. 4.1 Przykładowy ekran graficzny do obsługi procedury SINA_SPEED 26
Rys. 4.2 Zdefiniowanie przycisku ON/OFF napędu 27
Rys. 4.3 Obsługa przycisku ON/OFF 27
Rys. 4.4 Wprowadzenie wartości referencyjnej RefSpeed 28
Rys. 4.5 Wprowadzenie wartości zadanej SpeedSp 28
Rys. 4.6 Zdefiniowanie przycisku AckError 29
Rys. 4.7 Obsługa przycisku AckError 29
Rys. 4.8 Obsługa przycisku AckError 30
Rys. 4.9 Prezentacja wartości Status 30
Rys. 4.10 Prezentacja wartości DiagId 31
Rys. 4.11Prezentacja wartości prędkości rzeczywistej ActVelosity 31
Rys. 4.12 Łączenie danych panelu HMI ze sterownikiem PLC 32