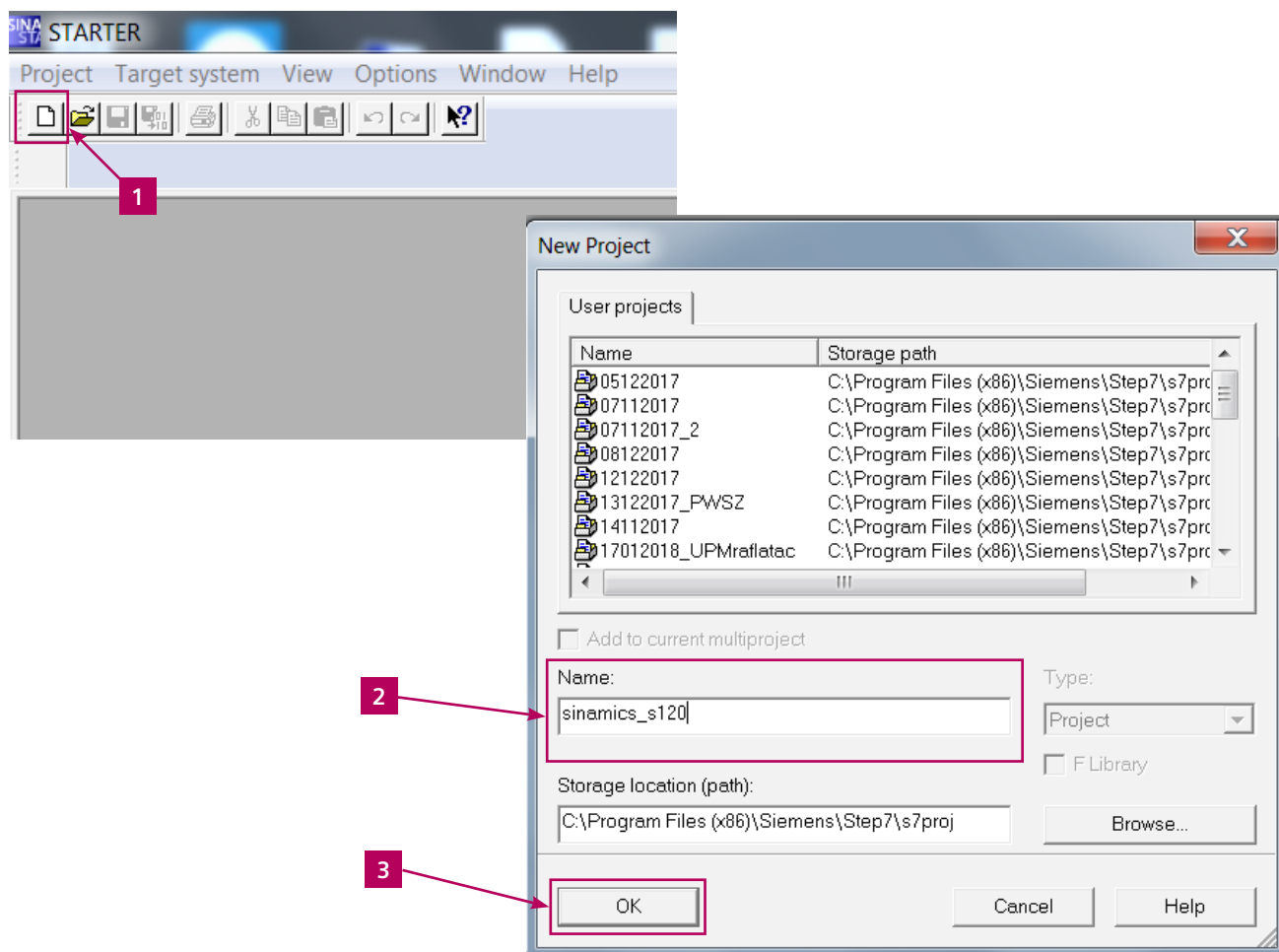




Omawiany przykład uruchomienia przekształtnika częstotliwości realizowany jest poprzez program narzędziowy STARTER.

Alternatywnym sposobem uruchomienia układów napędowych SINAMICS G120 oraz S120 jest program będący częścią integralną platformy TIA Portal V15 → STARTDRIVE V15 (wymagania programowe oraz sposób konfiguracji układu napędowego poprzez TIA Portal przedstawia kolejny rozdział instrukcji).

Po uruchomieniu programu STARTER przystępujemy do tworzenia nowego projektu. W tym celu wybieramy z menu „Project” polecenie „New....” (1).

W wyświetlonym asystencie zakładania nowego projektu (2) należy wprowadzić nazwę „Name”, w prezentowanym przykładzie jest to nazwa „SINAMICS_S120”.

Następnie możemy zmienić lokalizację przechowywania projektu – w tym celu należy posłużyć się przyciskiem „Browse...” Przykład bazuje na domyślnej lokalizacji zapisu projektów. Wprowadzone informacje akceptujemy przyciskiem „OK” (3).

4

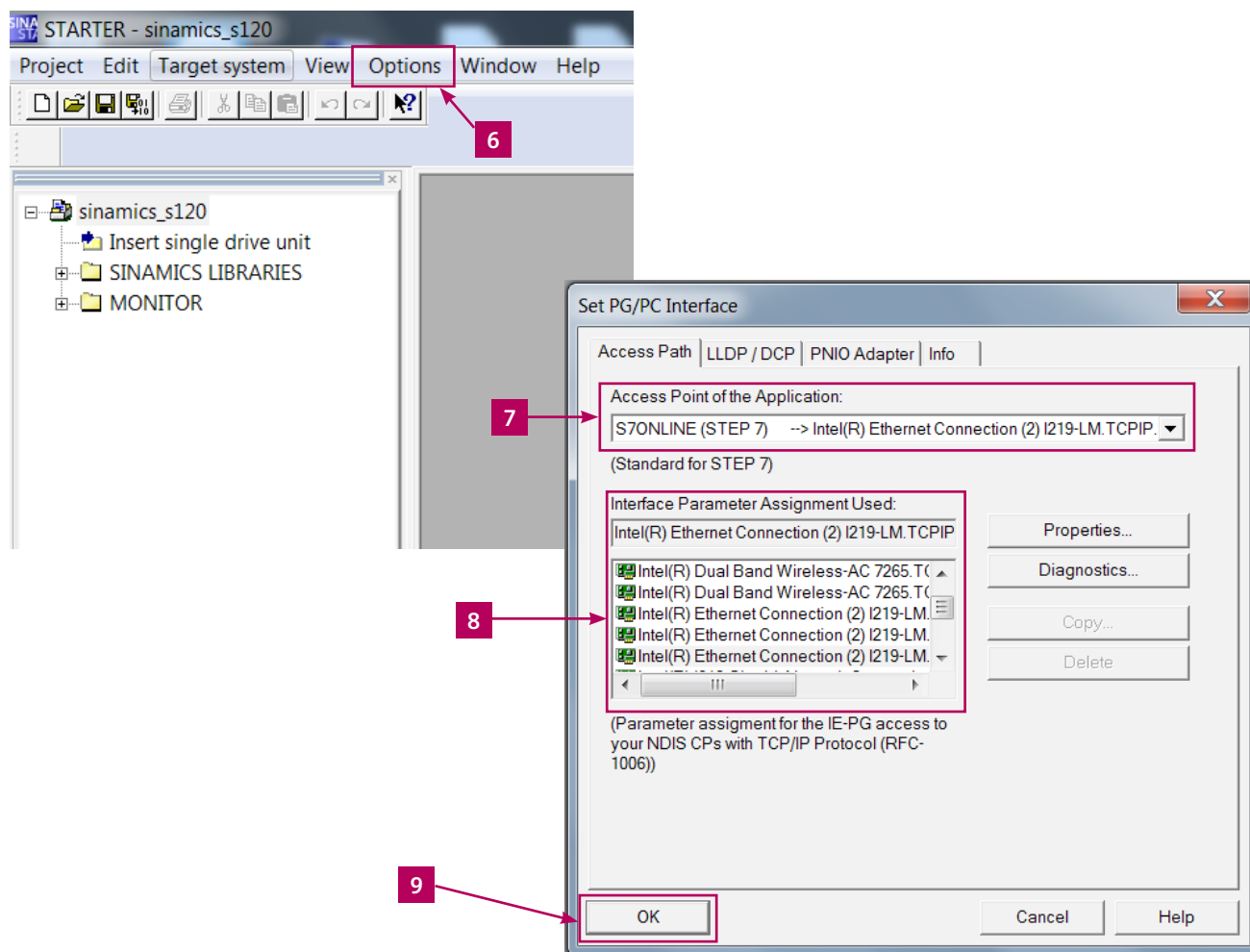
brak grafiki

5

Jednostki sterujące układu napędowego SINAMICS S120 – **CU310-2** (jednoosiowa) oraz **CU320-2** (wiełooosiowa) posiadają **dedykowany interfejs uruchomieniowy (4)**. Interfejs ten posiada predefiniowaną nazwę oraz adres IP – dostępny jest bez względu na typ jednostki sterującej oraz wybraną magistralę komunikacyjną.

Innym sposobem nawiązania komunikacji z jednostką sterującą jest **interfejs sieciowy (5)** – w zależności od wybranej wersji jednostki sterującej może to być **PROFIBUS** lub **PROFINET**.

W takiej sytuacji przed pierwszą konfiguracją należy zadeklarować odpowiednią adresację układu napędowego (**brak adresacji narzuconej przez producenta** – w przypadku magistrali **PROFINET** urządzenie nie zostanie rozpoznane).



W kolejnym kroku określamy sposób komunikacji stacji roboczej PG/PC z przekształtnikiem częstotliwości.

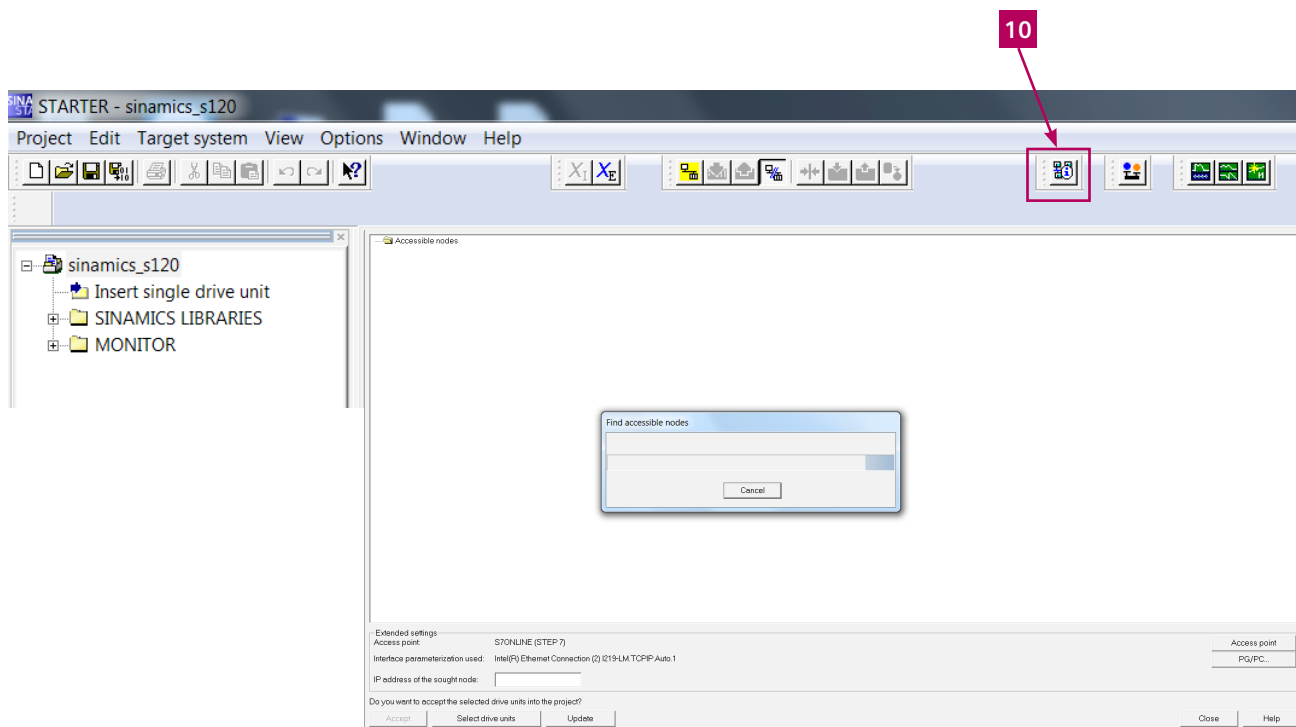
Z menu „Options” wybieramy polecenie „Set PG/PC interface” (6).

W wyświetlonym oknie kontekstowym wybieramy „Access Point of the Application” -> punkt dostępowy.

Jeżeli połączenie uwzględnia magistrale komunikacyjną przykładowo PROFIBUS/PROFINET należy wybrać opcję S7ONLINE.

W przypadku połączenia bezpośrednio do przekształtnika częstotliwości – przykładowo poprzez interfejs USB, należy wybrać polecenie DEVICE.

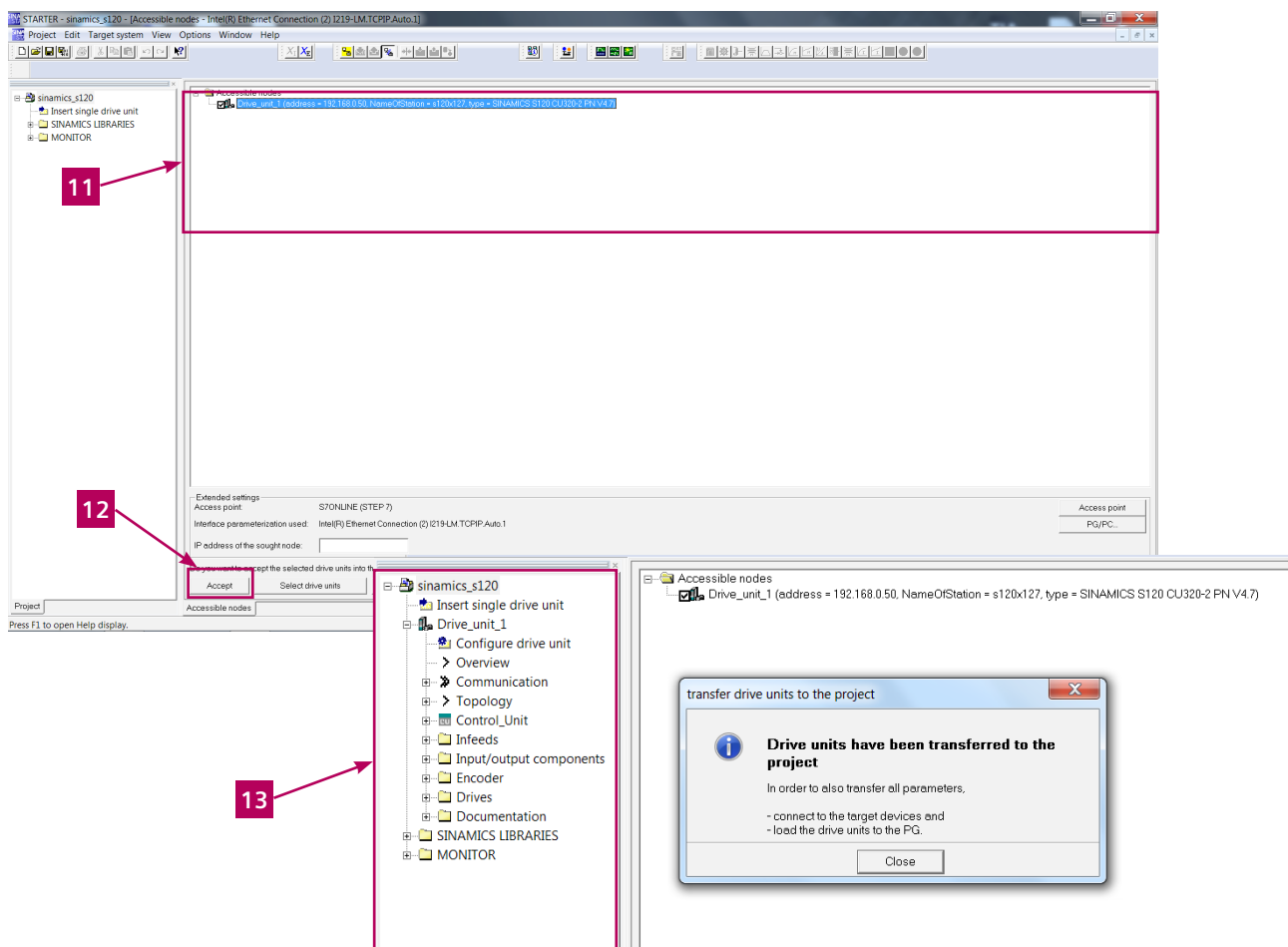
Interfejs komunikacyjny (6) ustawiamy zgodnie ze sposobem komunikacji, w przykładzie posługujemy się przewodową kartą sieciową ETHERNET.



Po zadeklarowaniu sposobu komunikacji stacji roboczej PG/PC z przekształtnikiem częstotliwości należy przeszukać sieć w celu odnalezienia podłączonych komponentów.

W tym celu posługujemy się poleceniem „**Accessible Nodes**” (10).

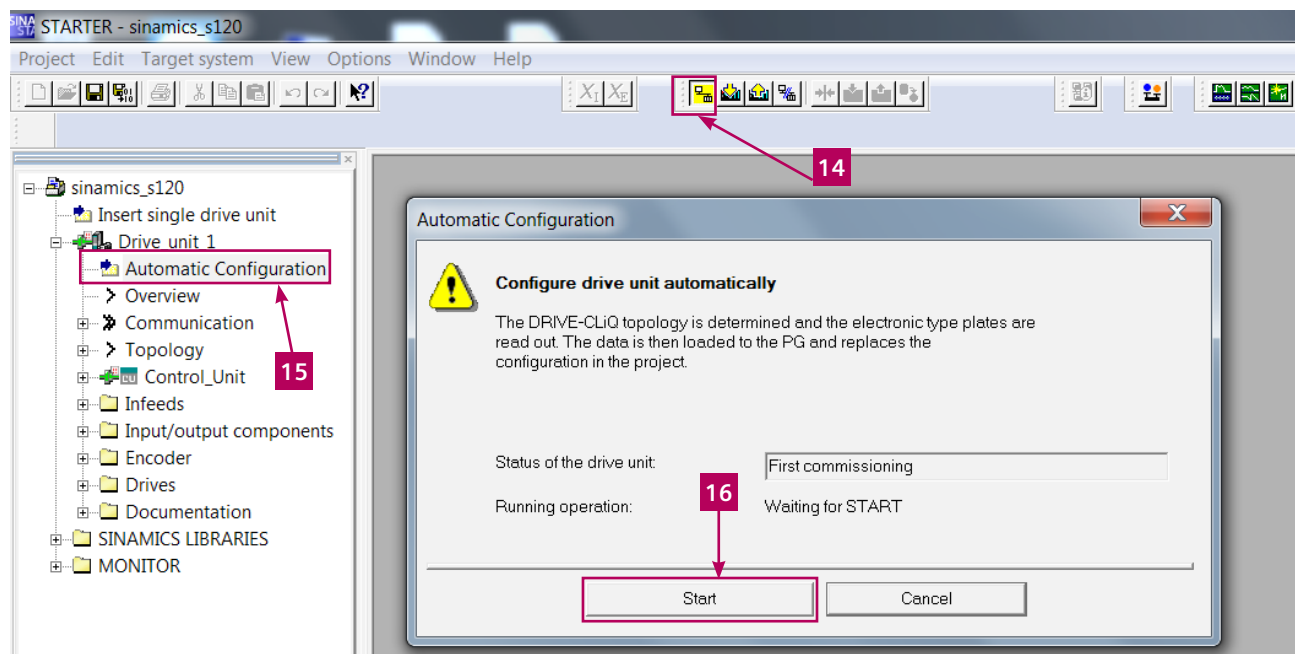
Po kliknięciu w wyżej wymieniony przycisk program STARTER rozpoczyna przeszukiwanie magistrali sieciowej.



Rozpoznane zostaną wyłącznie przekształtniki częstotliwości – pozostałe urządzenia będą widoczne, nie będziemy mogli jednak dodać ich do struktury projektu programu STARTER.

Z wyświetlonej **listy urządzeń (11)** zaznaczamy właściwy obiekt napędowy poprzez umieszczenie „dziubka” z jego lewej strony, następnie klikamy w przycisk „Accept” (12).

Wskazane przez nas urządzenie lub urządzenia zostaną dodane do struktury projektu programu STARTER (13).

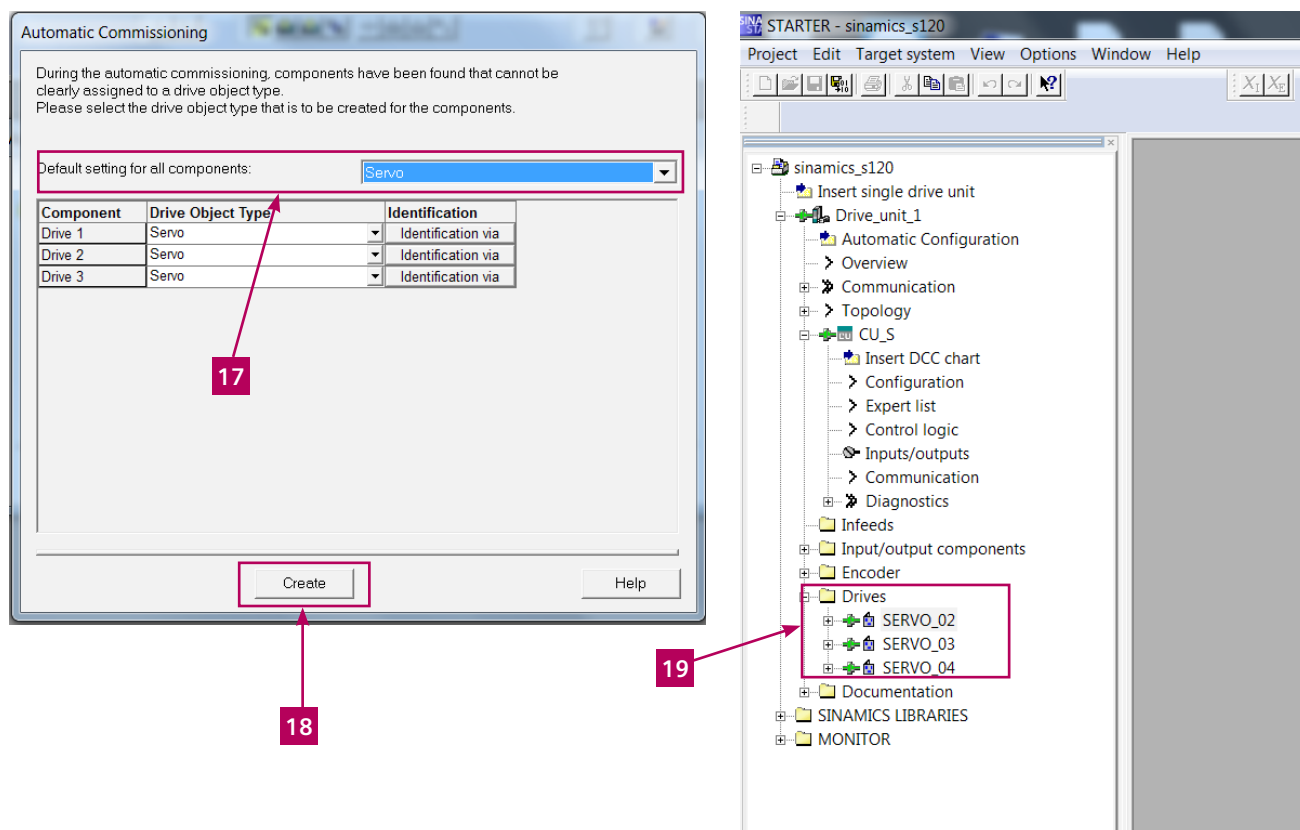


Konfiguracja sprzętowa uruchamianego zestawu napędowego bazuje głównie o komponenty dostępne w architekturze **Drive CLiQ** (nie wszystkie komponenty muszą posiadać interfejs Drive CLiQ – przykładowo prostowniki wykonane w formie **Smart Line Modules** w zakresie niskich mocy nie posiadają takiego interfejsu).

Takie podejście zapewnia możliwość automatycznego rozpoznania poszczególnych elementów składowych układu napędowego, bez konieczności wprowadzania numerów zamówieniowych, wyboru typoszeręgu mocy czy wprowadzania parametrów znamionowych stosowanych silników.

Podczas pierwszego uruchomienia topologia układu napędowego w wersji programowej nie istnieje – fizyczne połączenia **Drive CLiQ** wykonujemy zgodnie z istniejącymi zasadami zawartymi w dokumentacji technicznej przekształtnika.

Przechodzimy do trybu **On line** (14), następnie w drzewie projektowym wybieramy opcję „**Automatycznej konfiguracji**” (15) oraz aktywujemy proces rozpoznawania topologii komponentów przyciskiem **START** (16).



Określamy tryb pracy układu napędowego (do wyboru tryb **servo** lub **wektor**) (17).

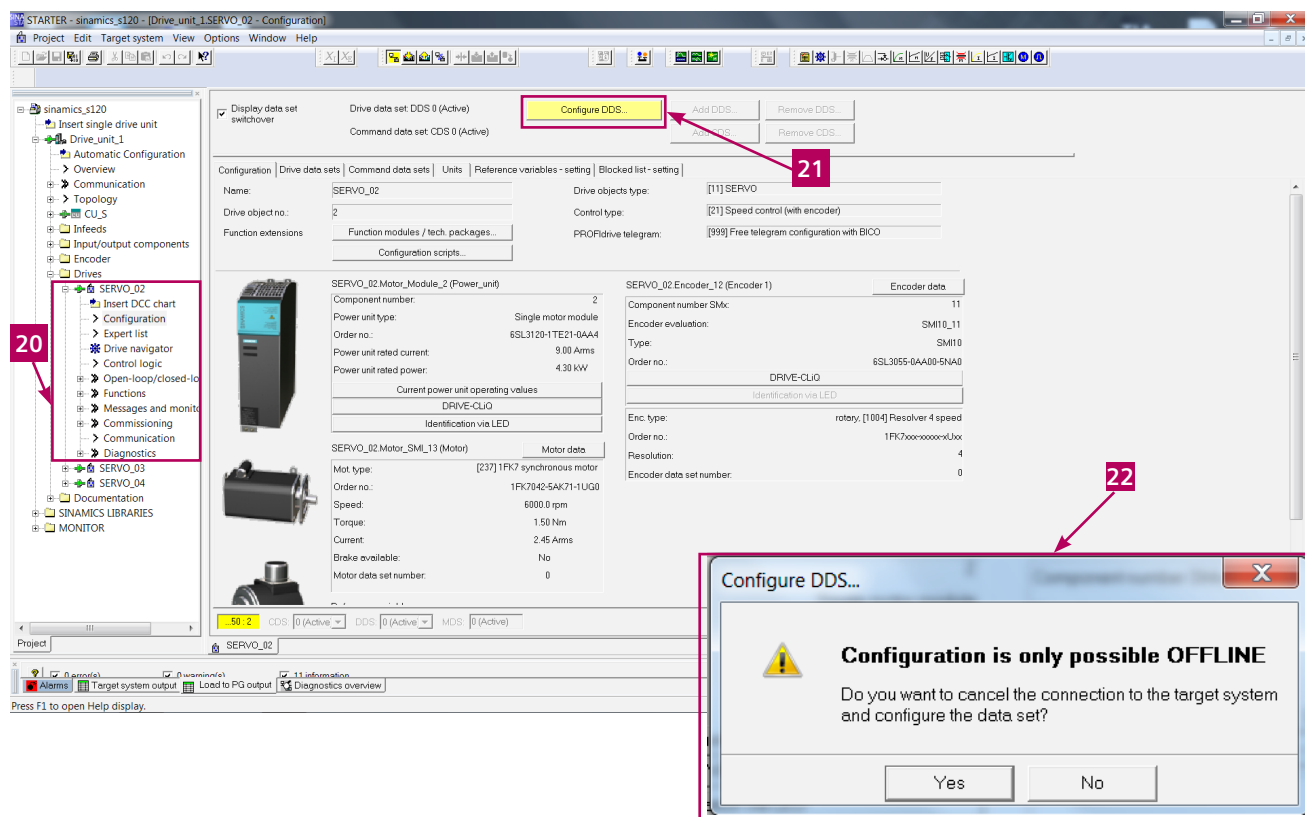
Nie możemy łączyć dwóch różnych trybów pracy w jednej jednostce sterującej – wszystkie osie zarządzane poprzez jedną jednostkę sterującą muszą pracować w takim samym trybie pracy.

Następnie przechodzimy dalej przyciskiem „**Create**” (18).

Po zakończeniu procesu rozpoznawania topologii w drzewie projektowym pojawią się wszystkie rozpoznane urządzenia.

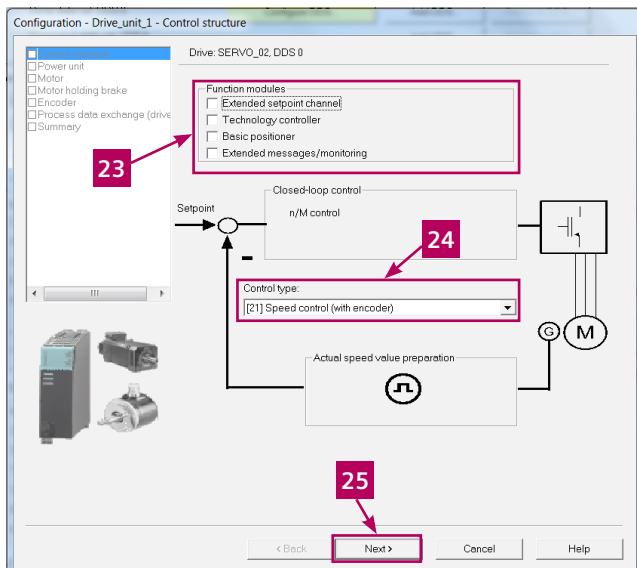
W przykładowym projekcie możemy zaobserwować rozpoznane trzy osie silnikowe (19) oraz brak modułu prostownika (zastosowany prostownik nie posiada interfejsu **Drive CLiQ**).

Rozpoznana struktura układu napędowego zostaje zapisana w sposób odporny na zanik napięcia zasilającego w przetworniku częstotliwości jak również pobrana na dysk twardy stacji roboczej. Występuje pełna spójność danych projektu w trybie offline z wersją online (o czym informują nas zielone połączenia(19) w drzewie projektu).



W odróżnieniu od układów napędowych standardowych w których podczas uruchomienia konieczne jest wprowadzanie kilku – kilkunastu parametrów określających sposób sterowania, typ oraz dane znamionowe silnika jak i enkodera, proces automatycznej konfiguracji pobiera pełne informacje odnośnie budowy układu napędowego. Rozwijając w drzewie projektowym jedną z osi napędowych – „SERVO_02” wybieramy polecenie „Configuration” poprzez dwukrotne kliknięcie (20). W oknie głównym programu wyświetlona zostanie struktura konfiguracji osi zawierająca informacje odnośnie zastosowanego modułu mocy, silnika oraz enkodera. Wszelkie parametry elektryczne zostały pobrane podczas procesu konfiguracyjnego.

Jeżeli występuje potrzeba dodatkowej parametryzacji lub wglądu do obecnej konfiguracji osi w strukturze parametrów uruchomieniowych, należy wybrać opcję „Configure DDS..” (21). Konfiguracja możliwa jest wyłącznie w trybie offline – wybieramy chęć rozpoczęcia rekonfiguracji osi napędowej oraz automatyczne przejście do trybu **offline** (22).



Uruchomiony asystent poprowadzi nas krok po kroku przez podstawową konfigurację funkcji przekształtnika częstotliwości.

W pierwszym etapie uruchomienia określamy wybór rozszerzenia technologicznego z którego chcemy skorzystać (23).

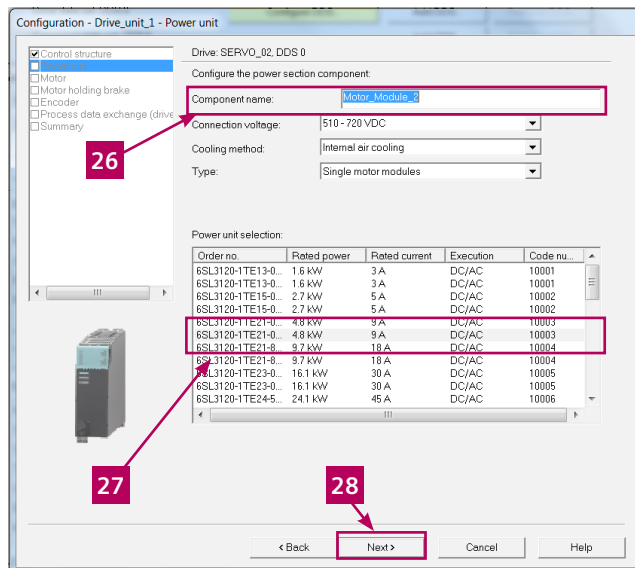
Extended setpoint channel – generator rampy, podstawowa konfiguracja układu serwo zakłada brak generatora rampy po stronie przekształtnika częstotliwości. Występuje wyłącznie parametr definiujący rampę hamowania – nie znajdziemy parametru definiującego rampę startu.

Technology controller – regulator technologiczny PID

Basic Positioner – prosty pozycjoner, funkcje umożliwiające kontrolę pozycji (JOG, pozycjonowanie relatywne, absolutne, bazowanie, trawers oraz MDI)

Extended messages/monitoring – rozszerzone funkcje kontrolne.

Podczas pierwszego uruchomienia nie załączamy żadnego z dodatkowych rozszerzeń technologicznych – chcemy sprawdzić podstawową funkcjonalność układu napędowego.



Enkoder silnika podczas automatycznej konfiguracji układu napędowego został rozpoznany – z tego powodu tryb sterowania został określony nadrzędnie na sterowanie prędkościowe z czujnikiem prędkości (24).

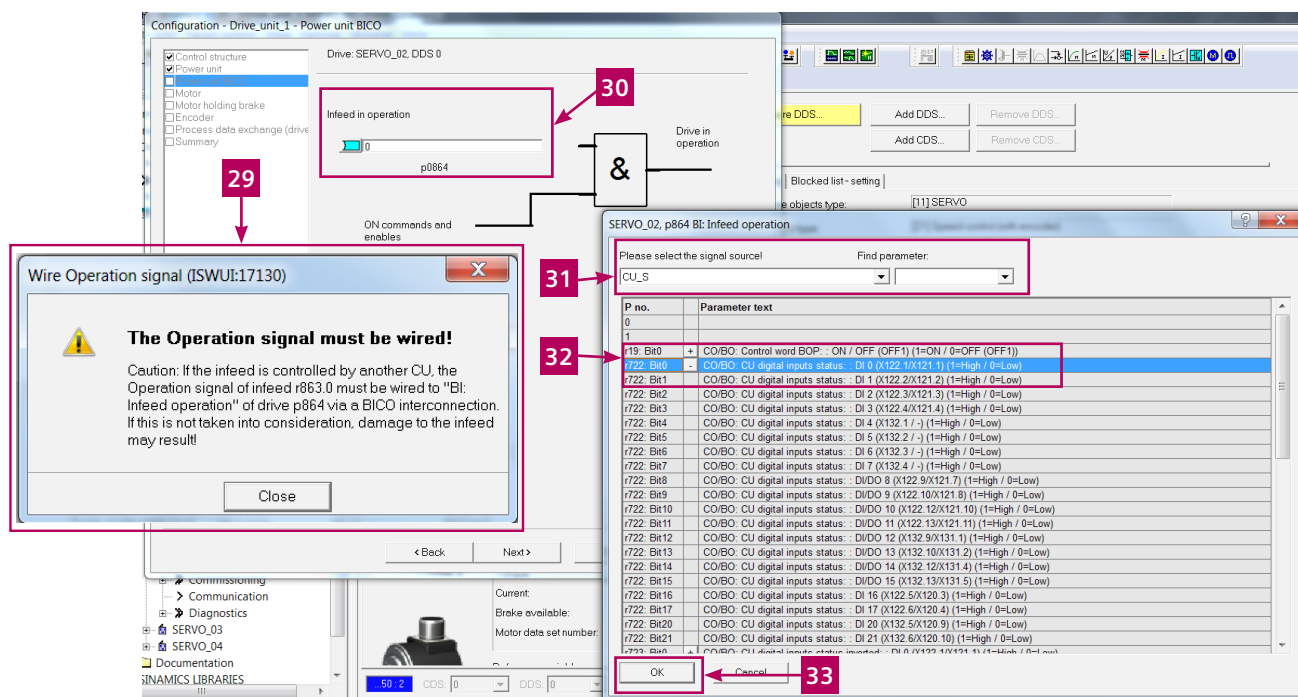
W trybie serwo nie występuje możliwość wskazania pracy w trybie u/f – do dyspozycji mamy wyłącznie tryb sterowania oparty o wektor pola (sterowanie wektorowe prędkościowe lub momentowe).

Konfiguracja sterowania wektorowego w trybie serwo jest znacznie bardziej dynamiczna względem sterowania wektorowego znanego z platformy napędów standardowych.

Enkoder na etapie produkcji silnika został sparowany z silnikiem – kierunki obrotowe wału silnika oraz enkodera są zgodne, z tego powodu od samego początku konfiguracji możemy założyć pracę z czujnikiem prędkości.

Przechodzimy do kolejnego etapu konfiguracji poprzez kliknięcie przycisku „Next” (25).

Możemy dokonać modyfikacji nazwy modułu silnikowego (falownika) (26) oraz sprawdzić poprawność rozpoznanego numeru zamówieniowego (27), następnie klikamy w przycisk „Next” (28).



W wyświetlonym oknie kontekstowym (29) otrzymujemy informację związaną z koniecznością podłączenia sygnału pracy modułu prostownikowego oraz właściwym cyfrowym podłączeniu tego sygnału do logiki sterowania pracą falownika.

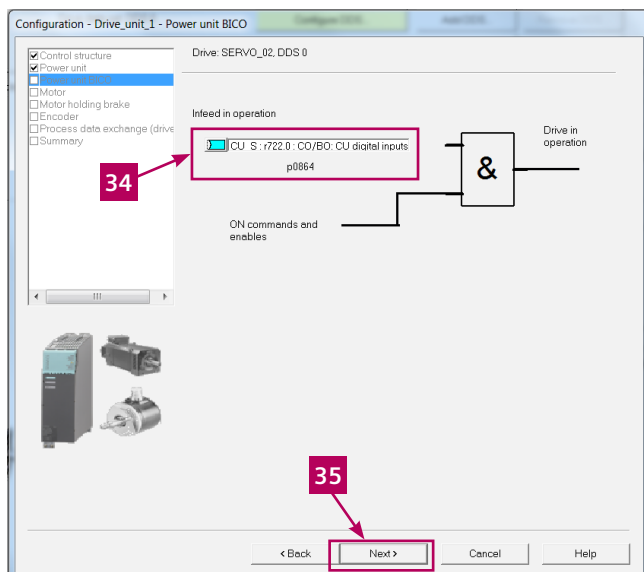
Zastosowany prostownik nie posiada złącza Drive CLiQ – nie występuje możliwość odczytu stanu prostownika poprzez jednostkę sterującą. Prostownik jest niezależnym elementem w strukturze układu napędowego.

Przed załączeniem do pracy falownika należy sprawdzić status prostownika – czy element pracuje, zgłasza błędy, zapewnia właściwy poziom napięcia szyny DC.

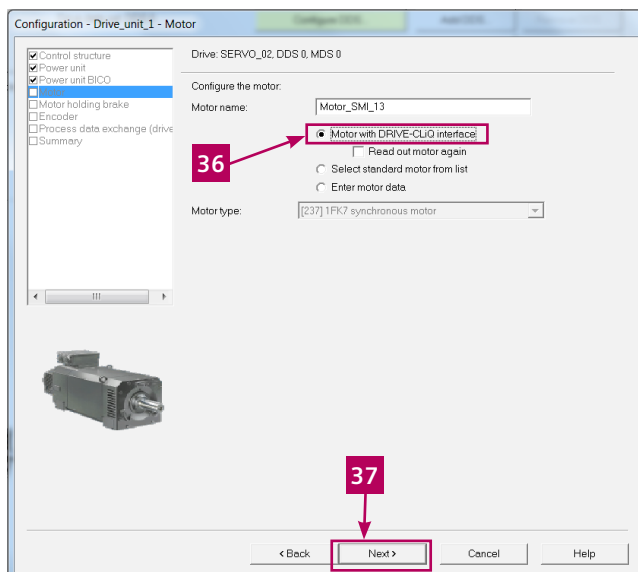
Prostownik udostępnia sygnał pracy poprzez wyjście cyfrowe którego należy wprowadzić na jedno z wolnych wejść jednostki sterującej CU320-2 – w naszym przykładzie będzie to wejście **DIO listwa X122 zacisk 1**.

Status wejścia jednostki sterującej podłączamy do konektora **Infeed in operation** (30).

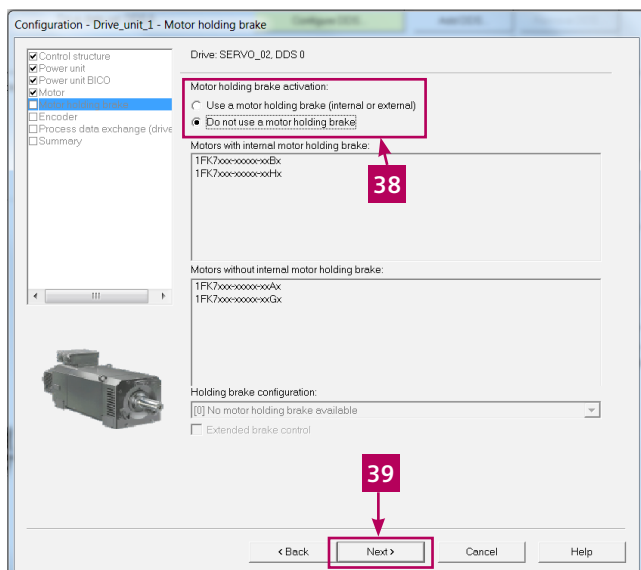
Klikamy w niebieską flagę połączenia **BICO**, wybieramy z listy polecenie „**Further interconnections**”, następnie w wyświetlonym oknie zmieniamy obiekt którego parametry chcemy wyświetlać na **CU_S** (31). Z listy parametrów zaznaczamy status wejścia cyfrowego jednostki sterującej **r722.0** (32), wybór zatwierdzamy przyciskiem **OK**. (33).



Zdeklarowany wybór sygnału widoczny jest w polu (34), przechodzimy do kolejnego etapu konfiguracji (35).



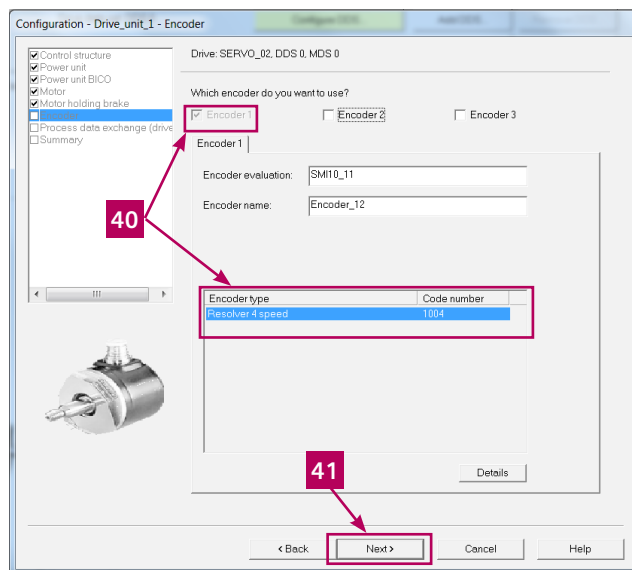
Rozpoznano silnik w technologii Drive CLiQ (36) – alternatywnie mamy możliwość nadania własnej nazwy, przechodzimy do kolejnego okna konfiguratora (37).



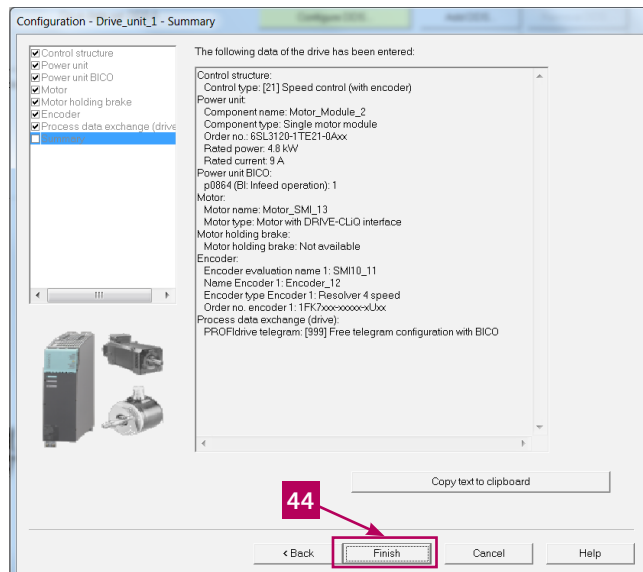
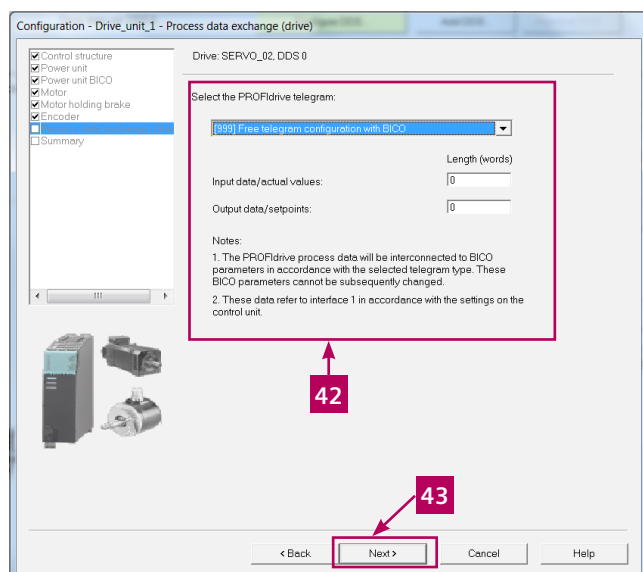
Jeżeli silnik posiada hamulec lub posiadamy zewnętrzny hamulec którym chcielibyśmy sterować, należy zaznaczyć „Use a motor holding brake (internal or external)” (38).

W przedstawianej konfiguracji silniki nie posiadają opcji hamulca zewnętrznego.

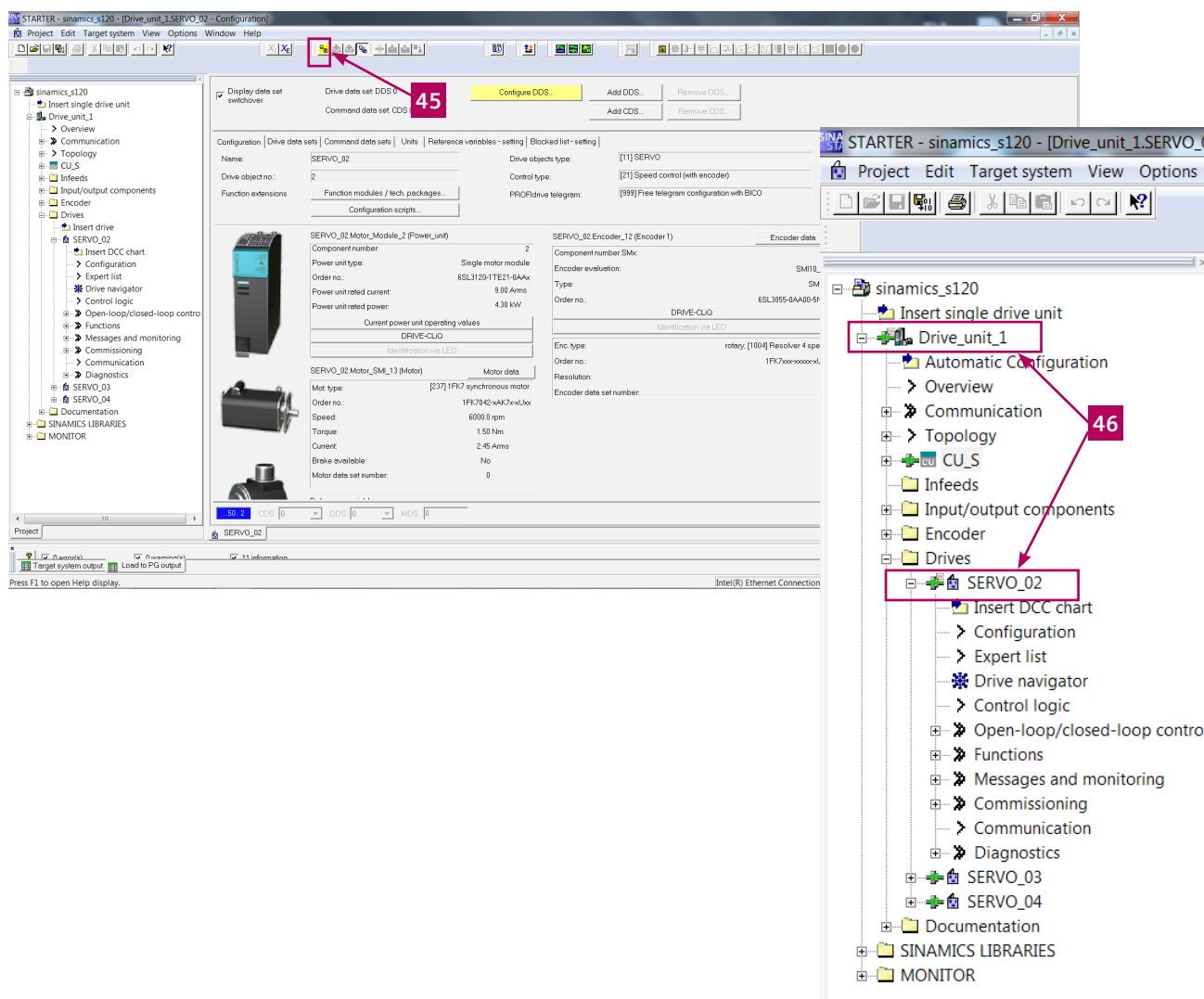
Następnie klikamy przycisk **Next** (39).



Konfiguracja enkodera (40) również została rozpoznana, w przykładowej aplikacji nie stosujemy zewnętrznego enkodera (pola Encoder 2 oraz 3 nie są znaczone), przechodzimy do kolejnego etapu konfiguracji (41).

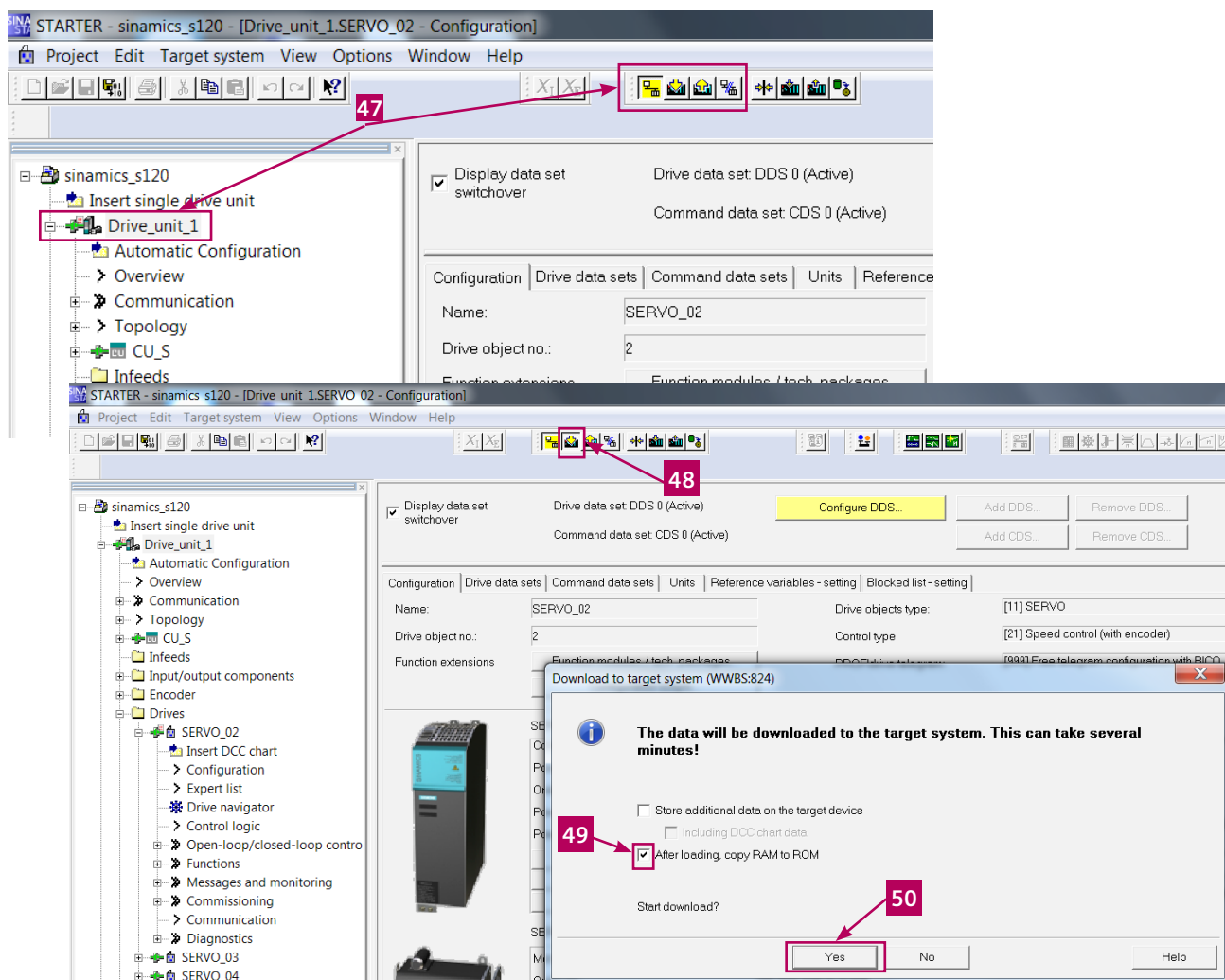


Podczas pierwszego uruchomienia możemy zadeklarować odpowiedni telegram komunikacyjny – wybór telegramu dostosuje logikę sterowania pracą przekształtnika do wybranego standardu. Sposób konfiguracji komunikacji z systemem nadrzędnym przedstawia kolejny rozdział dokumentacji. Przechodzimy do ostatniego widoku uruchomienia (43) proces kończymy poprzez kliknięcie w przycisk **Finish** (44).



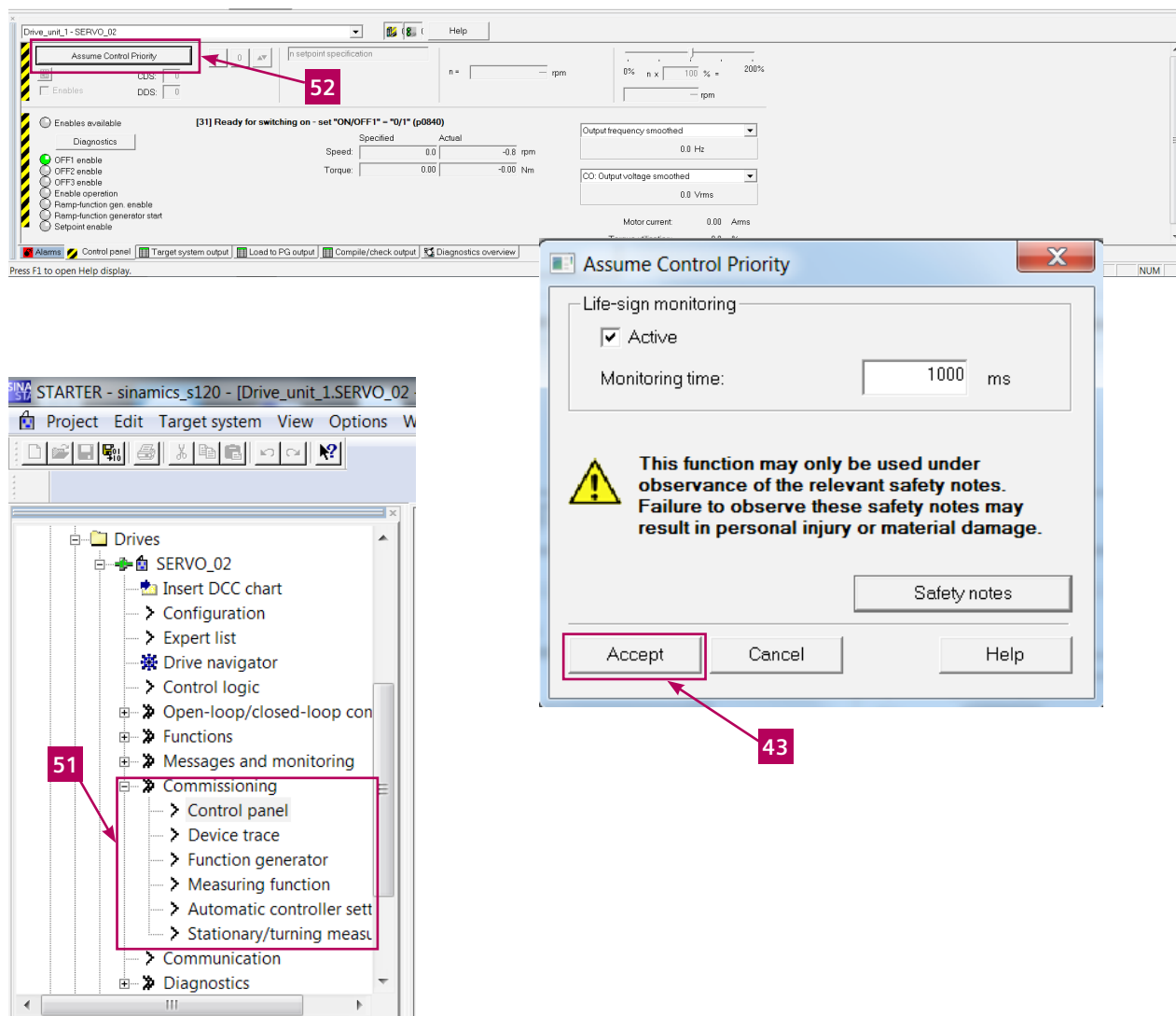
W kolejnym kroku zapisujemy projekt w trybie offline a następnie przechodzimy do połączenia online (45).

Starter informuje nas o różnicach w obszarze parametrów przekształtnika częstotliwości – wskazując obiekty w których różnice występują (46).



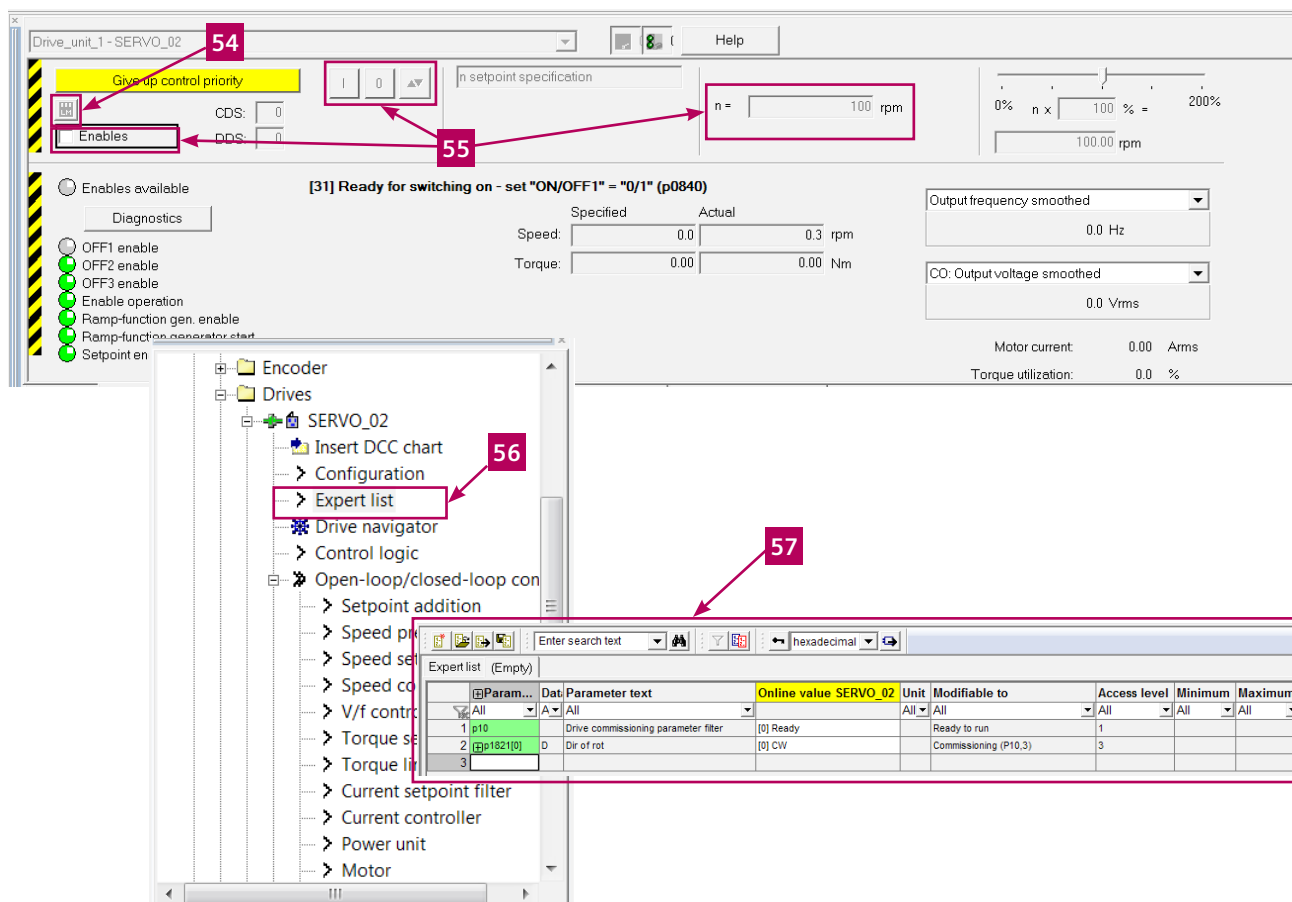
W drzewie projektu zaznaczamy układ napędowy (47), następnie z grupy zaznaczonych ikon wybieramy polecenie „Download project to target system” (48).

Zaznaczamy opcję przeniesienia pamięci ulotnej do trwałej po zakończeniu transferu danych (49), a następnie klikamy w przycisk „Yes” (50).



W kolejnym kroku należy sprawdzić poprawność kierunku wirowania silnika. W tym celu z menu „**Commissioning**” z drzewa projektu wybieramy opcję sterowania lokalnego „**Control Panel**” (51). W widoku „**Control Panel**” przejmujemy pierwszeństwo sterowania przekształtnikiem częstotliwości (52) oraz akceptujemy bezpieczeństwo monitoringu aktywności sterowania przyciskiem **OK**. (53).

Jeżeli oknem aktywnym systemu Windows stanie się inna aplikacja, po upływie zadeklarowanego czasu – 1000ms, przekształtnik zostanie zatrzymany.

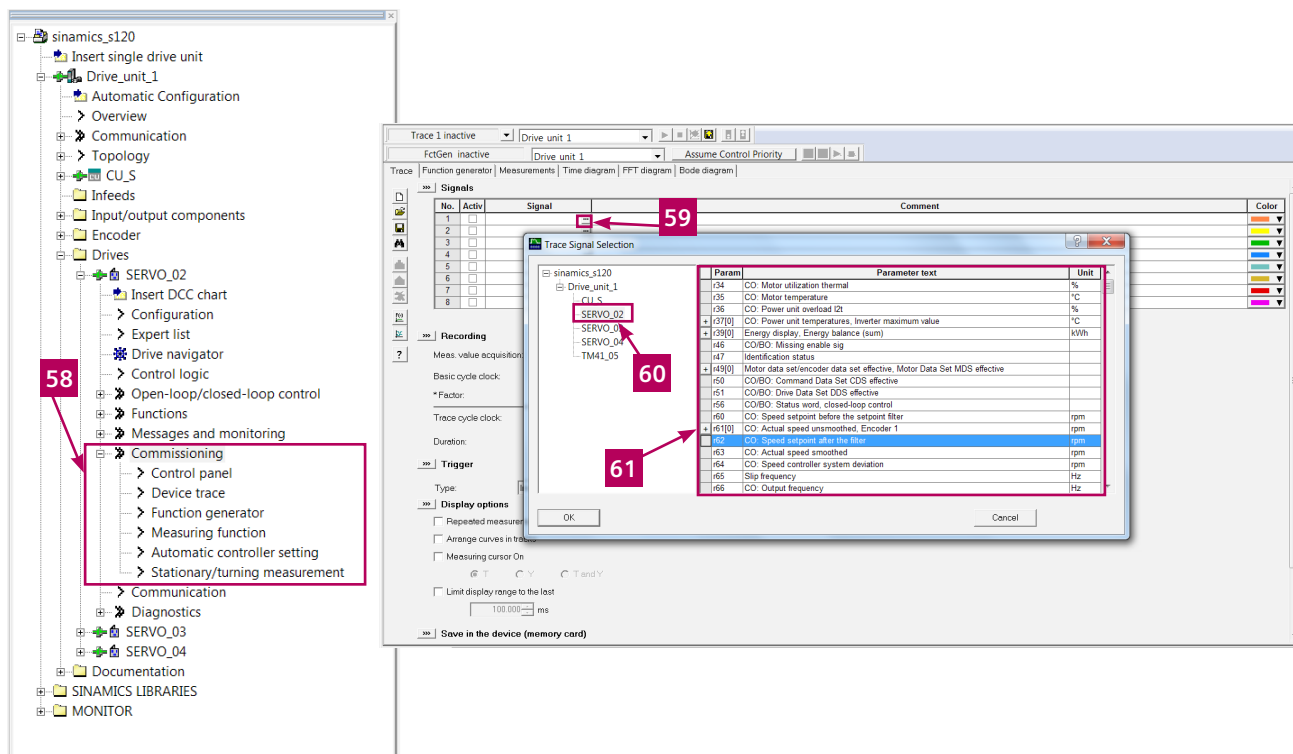


W przypadku gdy prostownik układu napędowego SINAMICS S120 zarządzany jest poprzez magistralę **Drive CLiQ** (sterowany poprzez jednostkę **CU320-2**) należy załączyć go do pracy przyciskiem (54). W naszym przykładzie prostownik sterowany jest niezależnie od jednostki sterującej, nie mamy więc możliwości załączenia go poprzez opcję **Control Panel**. Następnie zaznaczamy opcję nadrzędnej aktywacji wszystkich zwolnień związanych ze sterowaniem pracą falownika, załączamy go do pracy zadając niską prędkość roboczą (55).

Jeżeli kierunek wirowania silnika jest przeciwny od zakładanego, należy dokonać inwersji kierunku wirowania silnika oraz enkodera – przechodzimy do listy eksperckiej (56).

W aplikacjach pracujących w trybie servo modyfikujemy wartość parametru **P1821** z **0** na **1**. Parametr ten może zostać zmieniony **wyłącznie w trybie szybkiego uruchomienia** – modyfikacja danych silnika. Taki status uzyskujemy ustawiając **P10** w wartość **3**.

Po dokonaniu modyfikacji kierunku wirowania silnika oraz enkodera należy ponownie **P10** ustawić w wartość **0** – gotowość (57).



Kolejnym krokiem uruchomienia jest optymalizacja regulatora prędkości.

Wyłącznie właściwie sparametryzowany układ napędowy pod względem pracy regulatora prędkości będzie prawidłowo pracował w trybie pozycjonowania.

Nastawy domyślne nie są właściwymi nastawami!!

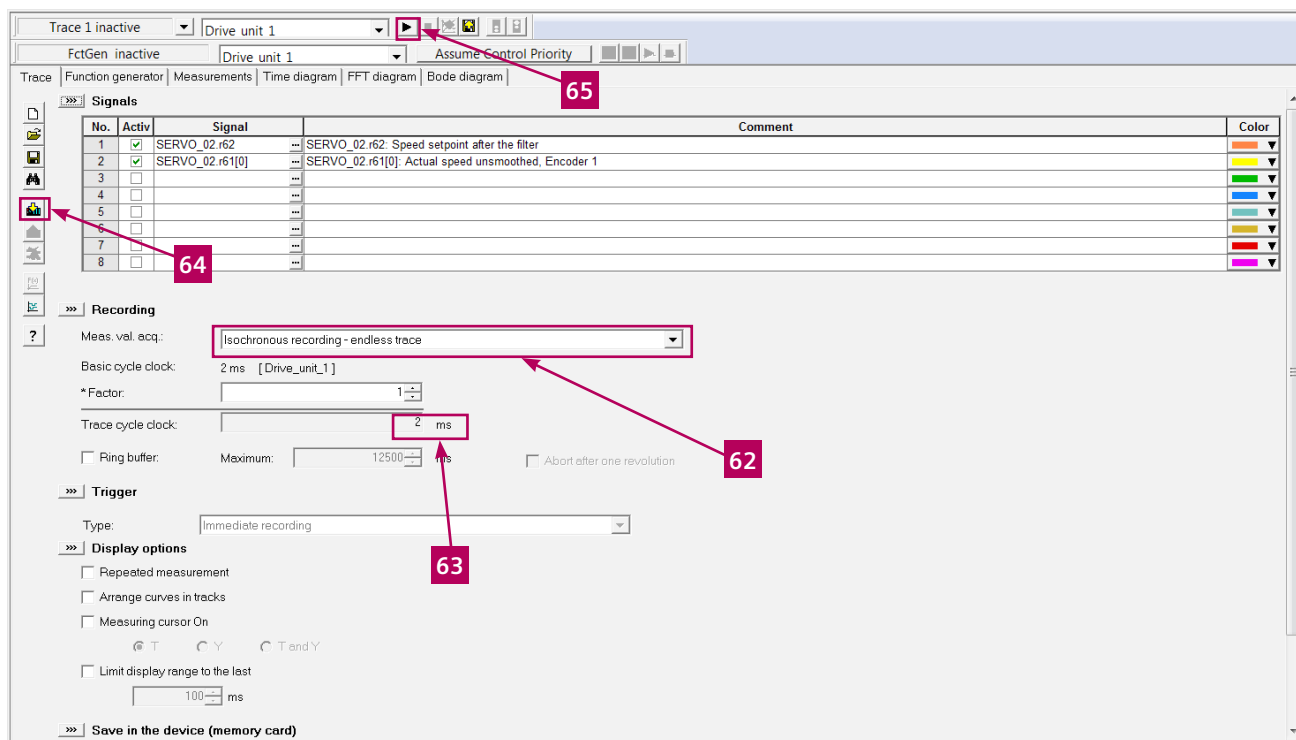
Optymalizację regulatora wykonujemy pod obciążeniem w warunkach normalnej pracy aplikacji. W celu przedstawienia istoty strojenia regulatora prędkości sprawdzimy status pracy układu napędowego bazujący na nastawach domyślnych. W tym celu z menu „Commissioning” wybieramy polecenie „Device trace” (58).

W oknie głównym rejestratora wskazujemy poprzez kliknięcie w przycisk (59) sygnały oraz stany napędu które chcemy monitorować. W naszym przykładzie wszystkie sygnały pochodzą z osi „SERVO_02” (60).

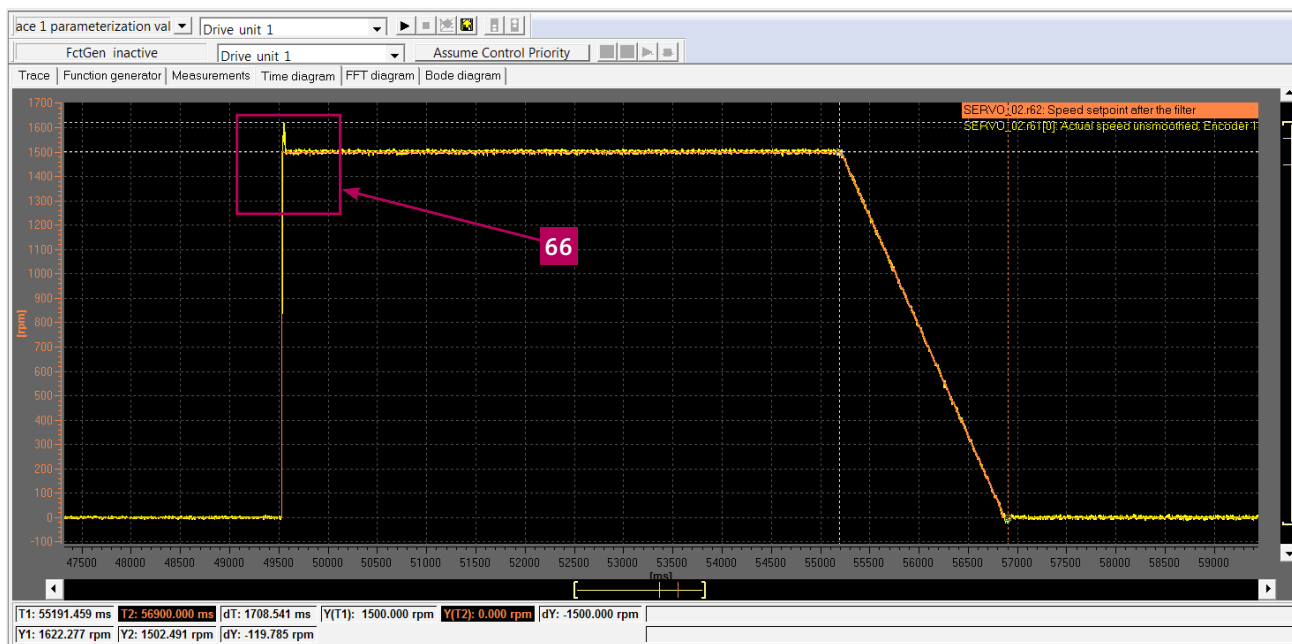
Wybierane sygnały do rejestracji wskazywać będą (61):

A – wartość zadaną prędkości **r62**

B – wartość aktualną mierzoną poprzez enkoder silnika **r61 index 0**

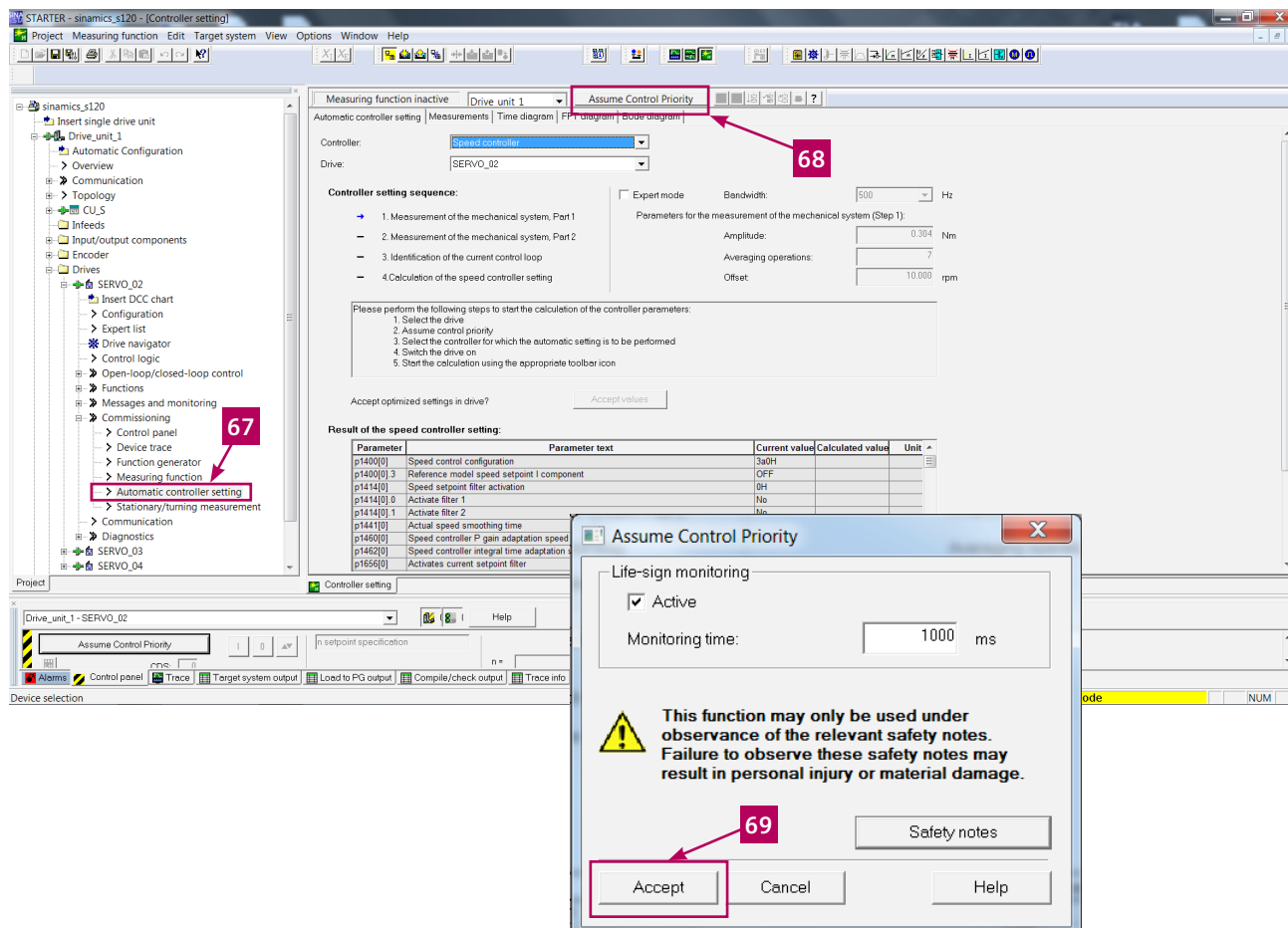


Następnie zmieniamy sposób rejestracji na zapis ciągły (62) dla którego próbkowanie sygnałowe ma wartość minimalną wynoszącą 2ms (63) – wartości tej nie można zmniejszyć. Jeżeli chcemy rejestrować sygnały szybko zmienne, powinniśmy posługiwać się opcją rejestracji sygnałów bezpośrednio w napędzie. Po wprowadzeniu odpowiedniej parametryzacji **Trace**, konfigurację wgrywamy do napędu (64) oraz załączamy rejestrator do pracy (65).



Przebieg czasowy rejestrowanych przebiegów dostępny jest w zakładce „Time diagram”.

Efektom finalnym rejestracji jest obserwacja przeregulowania wartości rzeczywistej prędkości względem wartości zadanej (**66**) – w naszym przykładzie przeregulowanie wynosi 120rpm.



Sprawdźmy co stanie się z przeregulowaniem po przeprowadzeniu automatycznego strojenia nastaw regulatora prędkości. W tym celu z menu „Commissioning” wybieramy polecenie „Automatic controller setting” (67). W oknie głównym programu STARTER przejmujemy pierwszeństwo pracy nad osią SERVO_02 (68), akceptujemy warunki bezpieczeństwa, przycisk „Accept” (69).

Measuring function inactive Drive unit 1 Give up control priority

Automatic controller setting | Measurements | Time diagram | FFT diagram | Bode diagram

3. Identification of the current control loop

4. Calculation of the speed controller setting

Averaging operations: 10

Offset: 0.000 Arms

The calculation of the controller settings is completed. If you want to transfer the parameters to the drive, click the "Accept values" button. To calculate the controller parameters again, proceed as follows:

1. Click the "Drive off" button
2. Click the "Drive on" button

You can then start the calculation again.

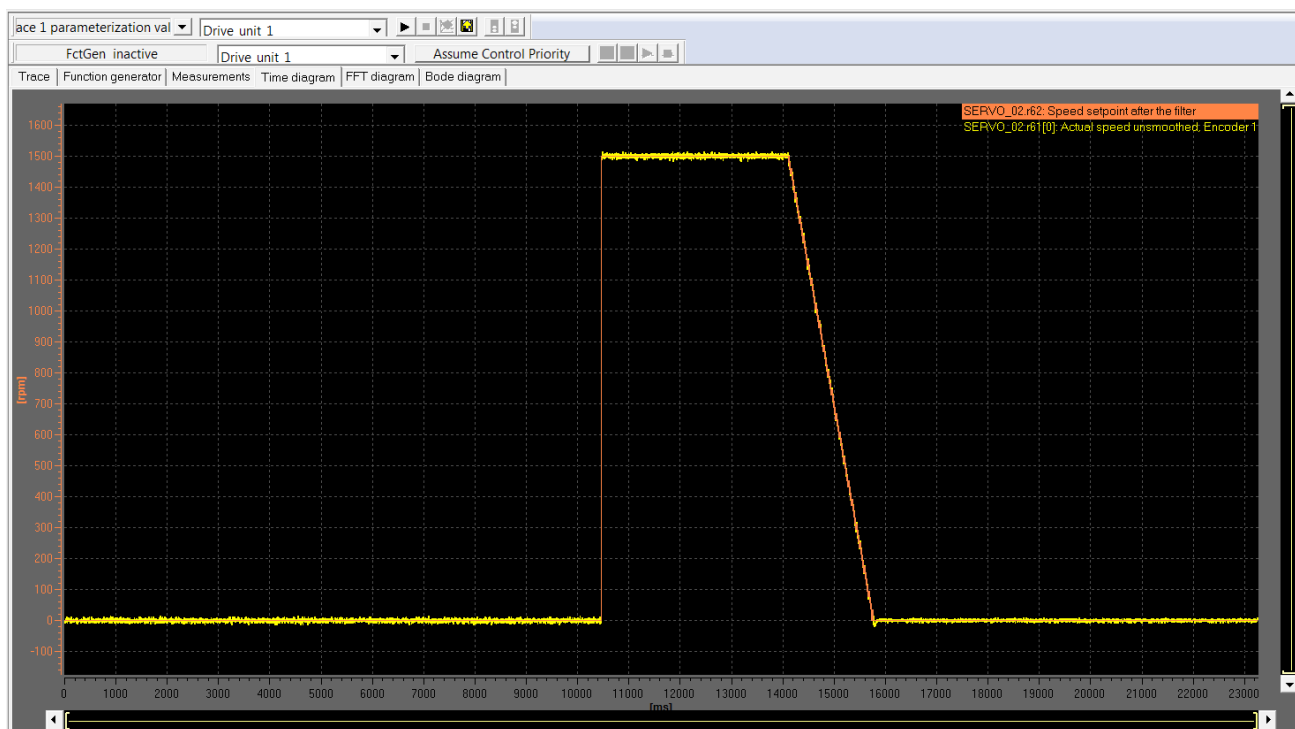
Accept optimized settings in drive? Accept values

Result of the speed controller setting:

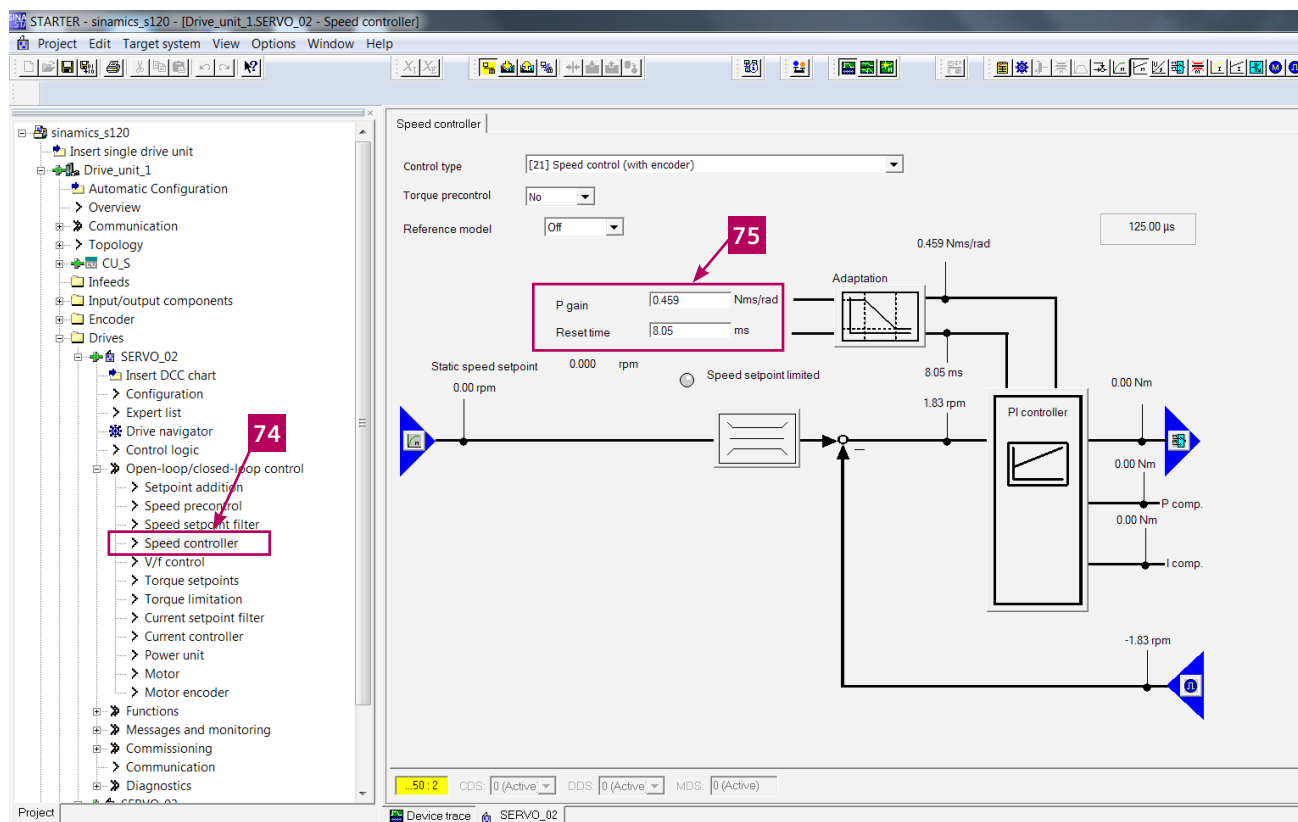
Parameter	Parameter text	Current value	Calculated value	Unit
p1400[0]	Speed control configuration	3a0H	3a0H	
p1400[0].3	Reference model speed setpoint I component	OFF	OFF	
p1414[0]	Speed setpoint filter activation	0H	0H	
p1414[0].0	Activate filter 1	No	No	
p1414[0].1	Activate filter 2	No	No	
p1441[0]	Actual speed smoothing time	0.000	0.000	ms
p1460[0]	Speed controller P gain adaptation speed lower	0.093	0.459	Nms/rac
p1462[0]	Speed controller integral time adaptation speed lower	10.000	8.053	ms
p1656[0]	Activates current setpoint filter	1H	1H	
p1657[0]	Current setpoint filter 1 type	[1] PT2 low pa	[1] PT2 low pass	
p1658[0]	Current setpoint filter 1 denominator natural frequency	1999.000	1999.000	Hz
p1659[0]	Current setpoint filter 1 denominator damping	0.700	0.700	
p1660[0]	Current setpoint filter 1 numerator natural frequency	1999.000	1999.000	Hz
p1661[0]	Current setpoint filter 1 numerator damping	0.700	0.700	
p1662[0]	Current setpoint filter 2 type	[1] PT2 low pa	[1] PT2 low pass	
p1663[0]	Current setpoint filter 2 denominator natural frequency	1999.000	1999.000	Hz

Załączamy oś do pracy (70) oraz aktywujemy proces automatycznego strojenia (71). Silnik wykonuje podczas automatycznej onfiguracji dwa obroty w lewo oraz w prawo – należy zapewnić możliwość swobodnego ruchu aplikacji. Wartości jakie otrzymujemy po zakończeniu procesu wyznaczenia nastaw regulatora prędkości reprezentuje tabela (72).

Kolumna z wartościami „Calculated values” jest efektem strojenia regulatora, możemy porównać wyznaczone nastawy z wartościami domyślnymi, bieżącymi „Current values”. Akceptacja wyznaczonych nastaw odbywa się poprzez kliknięcie w przycisk „Accept values” (73).



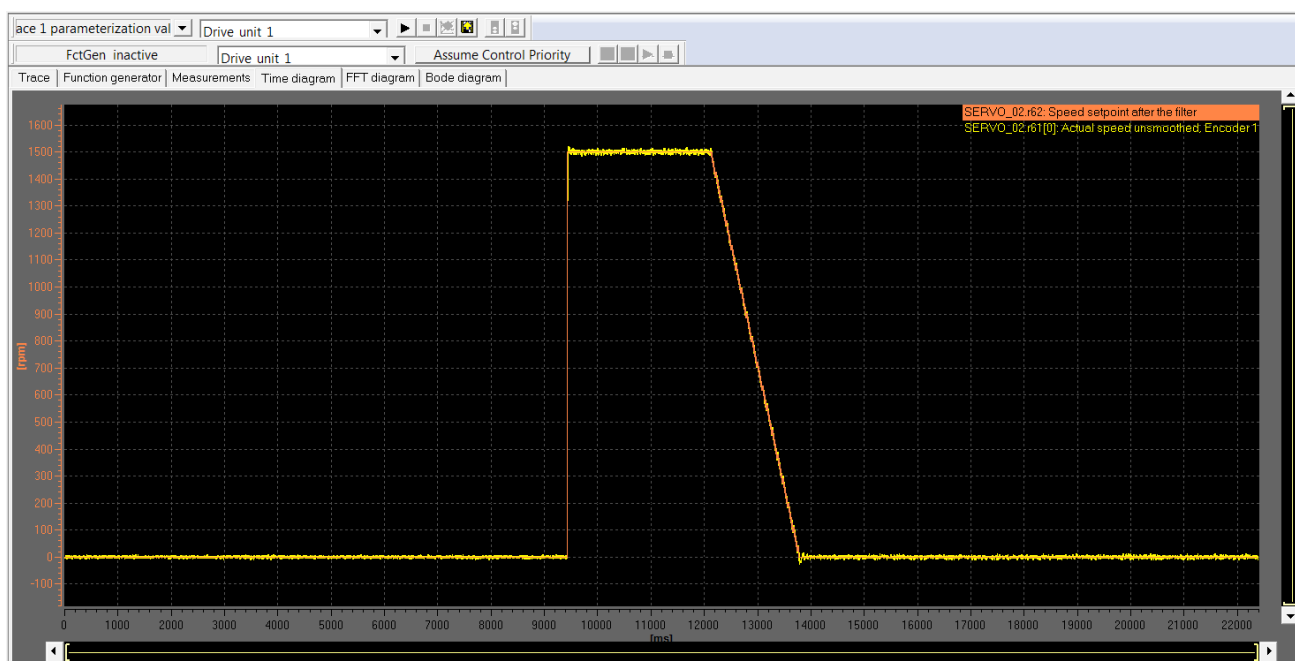
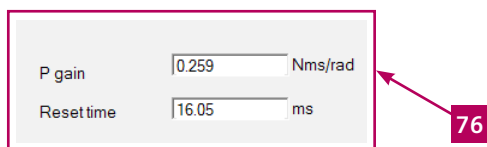
Ponownie dokonujemy rejestracji przebiegu wartości zadanej oraz aktualnej prędkości dla SERVO_02 – efekt zaprezentowano powyżej. Dobrą zasadą jest dodatkowo ręczna modyfikacja wyznaczonych nastaw w obrębie wzmocnienia oraz czasu całkowania regulatora prędkości. Nastawy wyznaczone drogą automatyczną mocno wpływają na pobór prądu przez silnik – aplikacja ustawiona zostaje w granicach maksymalnych osiągnięć dynamicznych dostosowanych do warunków mechanicznych. Nie zawsze jest to konieczne.



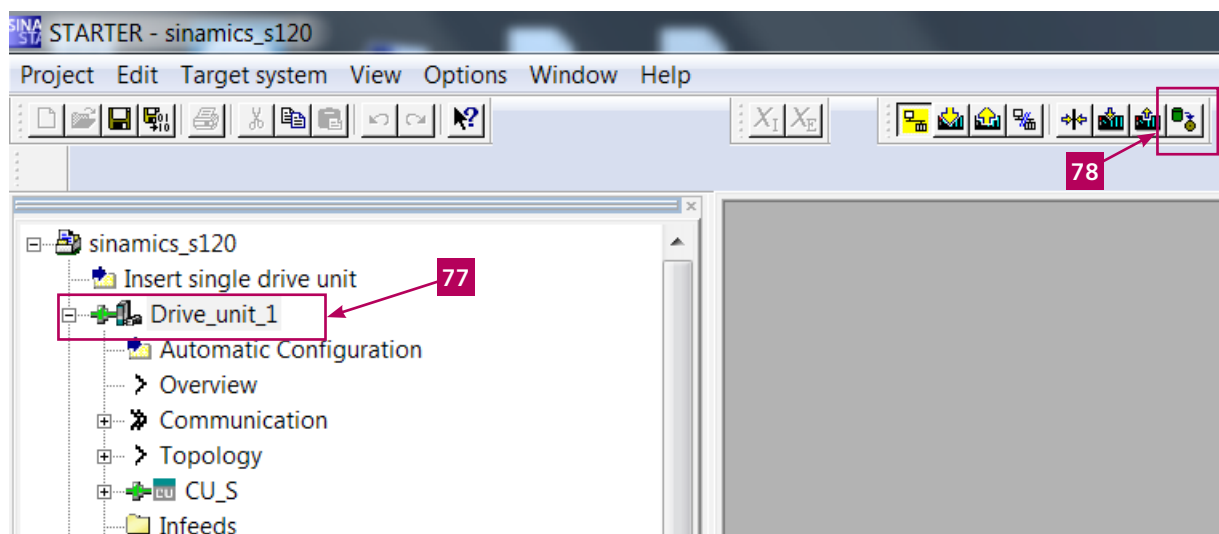
Modyfikacja ręczna nastaw regulatora prędkości odbywa się poprzez menu „Open-loop/Closed-loop control”
 → Speed Controller (74). Wyznaczone parametry (75) modyfikujemy zgodnie z zasadą:

P (gain) wzmacnienie zwiększamy dwukrotnie,
 Czas całkowania (Reset time) wydłużamy dwukrotnie.

Po wprowadzeniu korekty dokonujemy ponownej rejestracji sygnałów w Device Trace.



Nowe nastawy regulatora prędkości (76) znacząco nie wpływają na obraz skoku jednostkowego zadawania prędkościowego, uchyb regulacji jest niewielki w granicach tolerancji.



Wprowadzone nastawy zapisujemy w sposób odporny na zanik napięcia zasilającego.

Zaznaczamy w drzewie projektu układ napędowy (77) a następnie z grupy aktywnych ikon klikamy w przycisk „Copy Ram to ROM” (78).