



# Pozycjonowanie napędu SINAMICS (2)

*W przykładzie pokażemy, w jaki sposób można pozycjonować silnik serwomechanizmu za pomocą sterownika napędu Siemens Sinamics S110 z użyciem interfejsu impulsowego sterownika S7-1200 CPU1214C. Zarówno napęd serwomechanizmu, jak i S7-1200 CPU mają indywidualne wewnętrzne liczniki impulsów, których zawartość reprezentuje bieżącą pozycję napędu. Przed przemieszczeniem do pozycji bezwzględnej, licznik w S7-1200 CPU musi zostać zsynchronizowany z pozycją fizyczną osi silnika.*

## Obliczanie maksymalnej częstotliwości dopuszczalnej dla silnika

W celu zapewnienia, że nie nastąpi wymuszenie pracy silnika z prędkością większą niż nominalna, trzeba określić maksymalną częstotliwość silnika, która może zostać wygenerowana przez interfejs impulsowy modułu S7-1200 CPU. Do wykonania tego trzeba znać nominalną prędkość pracy silnika oraz liczbę impulsów przypadającą na jeden obrót.

Szczególną cechą modułu Sinamics S110 jest możliwość zmiany liczby impulsów na jeden obrót silnika. Możliwy jest więc wybór między większą dokładnością pozycjonowania a największą możliwą

### Dodatkowe materiały na CD/FTP:

<ftp://ep.com.pl>, user: 10925, pass: 87thc181

- pierwsza część artykułu

dynamiką napędu. Oznacza to, że gdy dokładność pozycjonowania wzrasta (większa liczba impulsów na obrót), to wał silnika porusza się mniejszymi skokami kąta. Występuje w tym przypadku ograniczenie maksymalnej prędkości.

Jeżeli dynamika jest większa (mniejsza liczba impulsów na obrót), to szybciej można osiągnąć nominalną prędkość obrotową silnika (a nawet ją przekroczyć). Jednakże wiąże się to ze wzrostem kąta obrotu silnika na jeden impuls. Pozycjonowanie jest wówczas mniej dokładne.

W tym przykładzie konfiguracji celem jest osiągnięcie nominalnej prędkości silnika. Zatem należy obliczyć liczbę impulsów na obrót. Rezultatem tego powinna być maksymalna częstotliwość silnika (nominalna prędkość) równa 3000 obrotów na minutę, co odpowiada maksymalnej możliwej dla S7-1200 częstotliwości impulsów wynoszącej 100000 impulsów na sekundę.

W tym wypadku obliczenie liczby impulsów dla napędu przebiega następująco:

#### Dane:

Nominalna prędkość silnika serwomechanizmu ( $T_{Motor}$ ) = 3000 rpm

Maksymalna częstotliwość impulsów z CPU ( $f_{CPU}$ ) = 100000 pps

#### Obliczenia:

$$P_{Motor} = \frac{f_{CPU}}{T_{Motor}} = \frac{f_{CPU} \times 60s}{60s}$$

$$P_{Motor} = \frac{100000pps \times 60s}{3000rpm}$$

$$P_{Motor} = 2000ppr$$

**Wynik:**

Aby osiągnąć nominalną prędkość silnika, biorąc pod uwagę maksymalną częstotliwość 100 000 impulsów na sekundę, należy ustalić 2000 impulsów na obrót. W rezultacie dokładność pozycjonowania wynosi 0,18° na impuls.

Mniejsza liczba impulsów na obrót oznaczałaby, że może wystąpić przekroczenie nominalnej prędkości. Ograniczenie maksymalnej prędkości wyjściowej S7-1200 zapobiega przekroczeniu nominalnej prędkości przy mniejszej liczbie impulsów na obrót.

**Przykład obliczeń dla większej dokładności pozycji**

Jeżeli trzeba zwiększyć dokładność pozycjonowania, musi zostać powiększona liczba impulsów przypadających na jeden obrót. Dla maksymalnej częstotliwości 100 000 impulsów na sekundę oznacza to następującą wartość dla nominalnej prędkości silnika:

$$T_{Motor} = \frac{F_{CPU} \times 60s}{P_{Motor}}$$

**Obliczenia:**

$$T_{Motor} = \frac{100000pps \times 60s}{4000ppr}$$

$$T_{Motor} = 1500rpm$$

Zwiększamy liczbę impulsów na obrót do 4000 ppr.

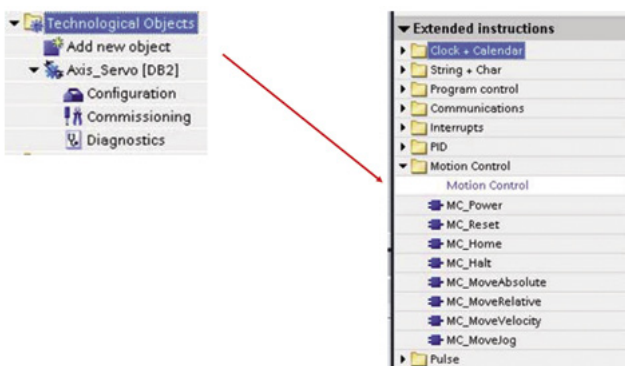
**Wynik:**

Przy dwukrotnie zwiększonej do 0,09° dokładności pozycjonowania nominalna prędkość silnika wynosi 1500 obrotów na minutę dla ustalonej maksymalnej częstotliwości 100 000 impulsów na sekundę.

**Obiekt technologiczny „axis” i bloki funkcyjne „motion control”**

Obiekt technologiczny „axis” (rysunek 14) reprezentuje oś obiektu sterowania i umożliwia sterowanie napędem serwo-mechanizmu za pomocą interfejsu impulsowego modułu S7-1200 CPU1214C. Obiekt „axis” jest sterowany za pomocą instrukcji „motion control”.

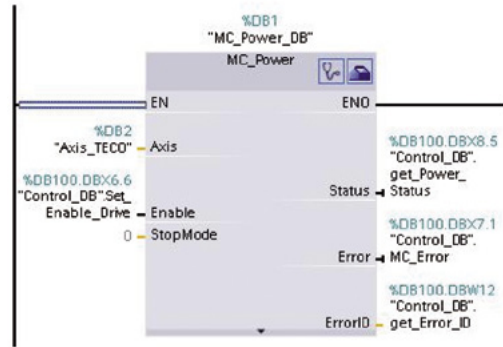
Dla zrealizowania wszystkich funkcji niniejszego przykładu konfiguracji konieczne są bloki programowe zestawione w tabeli 2, które muszą być wywoływane cyklicznie w programie użytkownika.



Rysunek 14. Obiekt technologiczny „axis”

**Uwaga**

Zastosowanie dodatkowej płytki sygnałowej SB 1222 DC pozwala na zwiększenie maksymalnej częstotliwości impulsów sterujących PLC do 200000 impulsów na sekundę.



Rysunek 15. Pomoc programu STEP 7 Basic

Tabela 2. Wykaz bloków programowych		
Nr	Blok programowy	Funkcja
1.	MC_Power	Aktywacja/dezaktywacja osi
2.	MC_Reset	Potwierdzenie wszystkich ujawnionych błędów
3.	MC_MoveJog	Tryb ręczny (Jog mode)
4.	MC_Move Velocity	Przesunięcie osi z określoną prędkością i kierunkiem
5.	MC_Home	Stan spoczynkowy osi (Homing)
6.	MC_Halt	Kasowanie wszystkich ruchów, zatrzymanie osi
7.	MC_MoveAbsolute	Pozycjonowanie bezwzględne osi
8.	MC_MoveRelative	Pozycjonowanie względne osi



Rysunek 16. Wejście „Execute” bloku „MC\_Reset”

**Aktywacja/dezaktywacja osi (MC\_Power)**

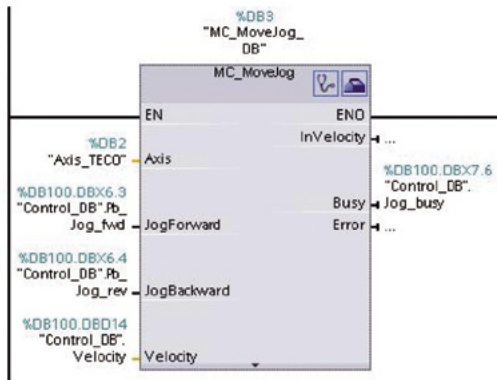
Zanim można będzie przesunąć oś, musi nastąpić jej uaktywnienie. Po podaniu na wejście „Enable” bloku „MC\_Power” sygnału „TRUE” następuje ustawienie stanu wyjścia obiektu technicznego „axis” skonfigurowanego modułu S7-1200 i włączenie napędu serwo-mechanizmu. Wejście „StopMode” wskazuje, czy ruch osi powinien być po osiągnięciu pozycji „emergency stop” zatrzymany z opóźnieniem i następnie wyłączony („0”), czy też oś ma być zatrzymana natychmiast („1”). Napęd serwo-mechanizmu sygnalizuje gotowość na wyjściu „Status” bloku. Błędy powstające podczas działania urządzenia są wyświetlane na wyjściu „Error”, a ich identyfikacja – na wyjściu „ErrorID”. Wykaz opisów ErrorID można znaleźć w pomocy programu STEP 7 Basic (rysunek 15).

**Potwierdzenie błędu (MC\_Reset)**

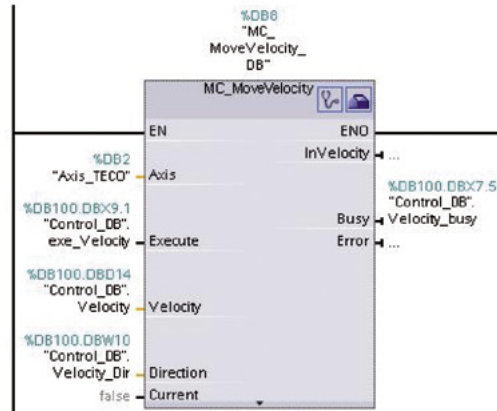
Jeżeli jest aktywny sygnał błędu wymagający potwierdzenia, można go wyzerować dodatnim zboczem sygnału na wejściu „Execute” bloku „MC\_Reset” (rysunek 16).

**Przesuwanie ręczne – tryb ręczny (MC\_MoveJOG)**

W celu umożliwienia przesuwania w trybie ręcznym (jog mode) dostępny jest blok „MC\_MoveJog”. Po określeniu prędkości na wejściu „Velocity” i uaktywnieniu wejścia „JogForward” lub „JogBackward”, na wyjściu impulsów sterowania bloku pojawia się ciąg impulsów



Rysunek 17. Blok „MC\_MoveJog”



Rysunek 18. Blok „MC\_MoveVelocity”

trwający aż do chwili dezaktywacji odpowiedniego wejścia. Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku (rysunek 17).

### Przesuwanie ręczne – z ustaloną prędkością (MC\_Velocity)

Do przemieszczania z określoną prędkością jest dostępny blok „MC\_MoveVelocity”. Po ustaleniu prędkości na wejściu „Velocity” i podaniu dodatniego zbocza na wejście „Execute”, na wyjściu impulsów sterowania bloku pojawia się ciąg impulsów trwający aż do chwili, gdy zostanie uaktywniony blok „MC\_Halt”.

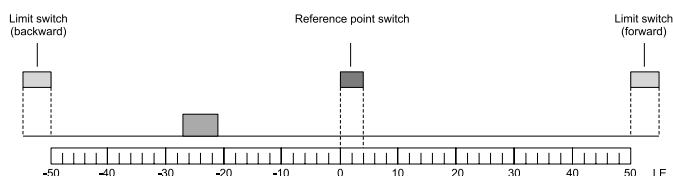
Wejście „Direction” jest używane do określenia kierunku obrotu i może przyjmować następujące trzy wartości:

- 0: kierunek obrotu jest sterowany znakiem (+/-) wartości zadanej prędkości,
- 1: dodatni kierunek obrotu (wartość prędkości bez znaku),
- 2: ujemny kierunek obrotu (wartość prędkości bez znaku).

Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku (rysunek 18).

### Pozycja spoczynkowa (MC\_Home)

Zanim rozpocznie się poruszanie silnikiem serwo mechanizmu, sterownik musi znać pozycję fizyczną osi. Sprawdzanie pozycji fizycznej (homing) będzie wyjaśnione na przykładzie osi liniowej. Ta oś ma postać, na przykład, listwy połączonej z silnikiem serwo mecha-



Rysunek 19. Zależność przesunięcia liniowego LU od liczby impulsów

### Niebezpieczeństwo!

Aby zapewnić pozycjonowanie wewnątrz dozwolonego obszaru, należy przedtem sprawdzić oś do położenia spoczynkowego.

nizmu. Jeden obrót silnika odpowiada 2000 impulsów i przesunięciu listwy o jednostkową długość [LU] – rysunek 19.

Zakładamy, że oś oznaczona na rysunku na zielono jest domyślnie położona na lewo od wyłącznika punktu odniesienia w pozycji „0”. Oś jest poruszana po podaniu dodatniego zbocza sygnału na wejście „Execute” bloku „MC\_Home” przy określonej prędkości i kierunku ruchu. Kierunek i prędkość poruszania są definiowane przy konfiguracji obiektu technicznego. Ruch osi jest zgodny z tą konfiguracją tylko wtedy, gdy na wejście „Mode” bloku „HC\_Home” jest podana wartość „3”.

Można wyróżnić trzy przypadki mające wpływ na sprowadzanie osi do położenia spoczynkowego.

**Przypadek 1:** pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia; spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza

Na dodatnim zboczu sygnału z wyłącznika punktu odniesienia silnik zaczyna zwalniać aż do osiągnięcia mniejszej prędkości. Następnie oś przesuwa się dalej i zatrzymuje przy ujemnym zboczu sygnału z wyłącznika punktu odniesienia. Licznik pozycji zostaje ustawiony na wartość bezwzględną wprowadzoną na wejście „Position”.

**Przypadek 2:** pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia; spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości nie jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza

W przypadku, gdy spowolnienie ruchu do minimalnej prędkości nie jest zakończone przed osiągnięciem ujemnego zbocza sygnału z wyłącznika punktu odniesienia, oś zostaje zatrzymana. Następnie oś porusza się powoli wstecz aż do pojawienia się dodatniego zbocza sygnału z wyłącznika punktu odniesienia. Następuje ponowne zatrzymanie osi, a następnie jej powolne przesunięcie do osiągnięcia ujemnego zbocza.

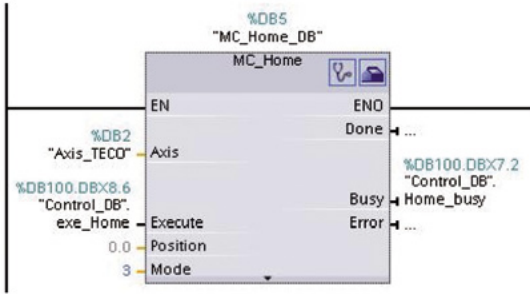
**Przypadek 3:** pozycja początkowa na prawo od punktu odniesienia

Jeżeli oś znajduje się w punkcie wyłącznika punktu odniesienia lub za nim, wykrycie ruchu następuje nie przez wyłącznik punktu odniesienia, lecz wyłącznik krańcowy i oś zostaje zatrzymana. Następnie oś zostaje przesunięta wstecz z określoną prędkością aż do osiągnięcia punktu odniesienia, po czym następuje zwykły proces ustawiania w punkcie spoczynkowym.

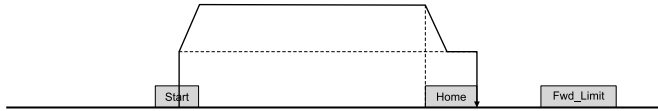
Wyjście „Busy” jest aktywne przez cały czas poruszania osi za pośrednictwem tego bloku. Po pomyślnym zakończeniu funkcji bloku bit statusu „HomingDone” przyjmuje wartość „TRUE” w bloku danych obiektu technologicznego „axis”.

REKLAMA

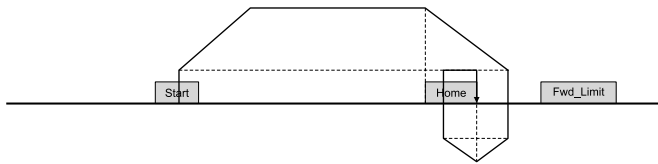




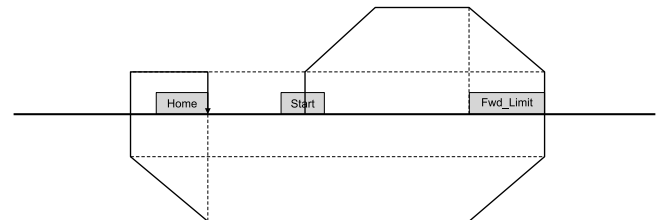
Rysunek 20. Blok „MC\_Home”



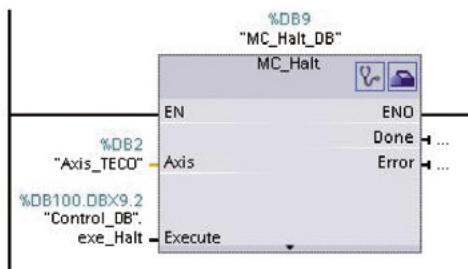
Rysunek 21. Pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia, a spowolnienie ruchu przed osiągnięciem zbocza ujemnego



Rysunek 22. Pozycja początkowa na lewo od punktu odniesienia, a spowolnianie ruchu nie jest zakończone przed osiągnięciem zbocza ujemnego



Rysunek 23. Pozycja początkowa na prawo od punktu odniesienia



Rysunek 24.

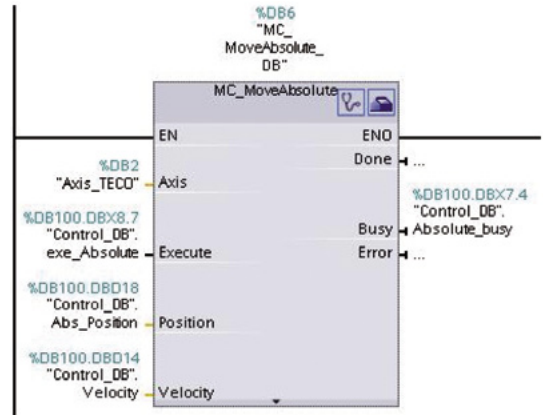
### Przerwanie zadania (MC\_Halt)

Każde aktywne zadanie, tzn. każdy aktywne przesuwanie osi, może zostać zatrzymane za pomocą bloku „MC\_Halt” (rysunek 24). Na dodatnim zboczku sygnału na wejściu „Execute” oś zostaje zatrzymana z pewnym opóźnieniem. Pozycja, w której oś się zatrzyma, nie jest określona.

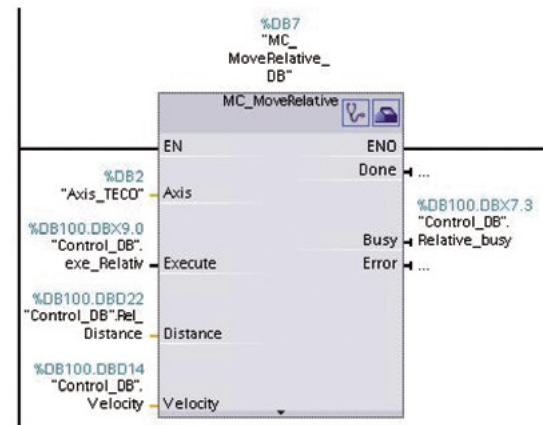
Poza tym każde aktywne zadanie może zostać przerwane przez uruchomienie nowego zadania. Zawsze tylko ostatnio uruchomione zadanie jest aktywne. Przykład: oś porusza się z określoną prędkością. Jeżeli zostanie uaktywnione zadanie sterowania ręcznego, to zadanie ze stałą prędkością zostaje skasowane, a uaktywnione zadanie z ręcznym sterowaniem.

### Pozycjonowanie bezwzględne (MC\_MoveAbsolute)

Dzięki możliwości ustawienia w pozycji spoczynkowej, znana jest bieżąca pozycja osi. Za pomocą bloku „MC\_MoveAbsolute” (rysunek 25) można osiągnąć dowolną pozycję w [mm] w granicach



Rysunek 25. Blok MC\_Halt



Rysunek 26. Blok MC\_MoveRelative

krańców mechanicznych, specyfikując rzeczywistą pozycję. Poza tym trzeba podać wartość prędkości ruchu.

Jeżeli wykonanie bloku rozpoczyna się dodatnim zboczem sygnału podanego na wejście „Execute”, następuje obliczenie wymaganej liczby impulsów, koniecznej do przemieszczenia osi do pozycji docelowej. Następnie silnik zostaje przyspieszony, jeśli to możliwe, do określonej prędkości, a następnie zatrzymany, z pewnym opóźnieniem, w pozycji docelowej.

### Pozycjonowanie względne (MC\_MoveRelative)

Oprócz pozycjonowania bezwzględnego, istnieje też opcja przesunięcia względnego na dowolną odległość, w wybranym kierunku i z wybraną prędkością za pośrednictwem bloku „MC\_MoveRelative” (rysunek 26).

Po uruchomieniu bloku dodatnim zboczem na wejściu „Execute”, oś przesuwa się na określoną odległość z wybraną prędkością. Kierunek jest określany na podstawie znaku (+/-) wartości odległości.

### Zerowanie pozycji (Clear Position)

Zerowanie pozycji napędu jest stosowane dla osi obrotowych w celu uniknięcia przemieszczenia poza maksymalną możliwą pozycję, a więc uniknięcia powodowanych tym zakłóceń. Jeżeli aktywne jest wyjście „Clr”, liczniki dla nastawionej i aktualnej pozycji napędu zostają ustawione na „0”. Jest to konieczne dla eliminacji możliwej różnicy zawartości tych liczników.

Jeżeli pojawi się błąd pozycjonowania wynikający ze znacznej różnicy między nastawioną i aktualną pozycją, jedyną możliwością korekcy tego błędu jest zresetowanie pozycji. Przy włączeniu napędu, wyjście cyfrowe „CLR” jest automatycznie uaktywniane przez jedną sekundę, ponieważ, w zależności od typu enkodera, po włączenia zasilania może pojawić się różnica między wartością ustawioną i aktualną.

Andrzej Gawryluk

Opracowano na podstawie materiałów firmy Siemens.