

mgr inż. Marek WADECKI
Przemysłowy Instytut Automatyki
i Pomiarów MERA—PIAP
Warszawa

PROGRAMOWANIE PRACY SILNIKÓW KROKOWYCH STEROWANYCH MIKROPROCESOROWYM STEROWNIKIEM MSEP

Artykuł stanowi kontynuację opisu języka FAST i metod programowania przemysłowego sterownika mikroprocesorowego MSEP. Podane informacje dotyczą możliwości programowania silników krokowych i sterowania stołem współrzędnościowym.

1. WPROWADZENIE

Przed rozpoczęciem lektury poniższego tekstu zalecałbym zapoznanie się z artykułem „Sposób programowania mikroprocesorowego sterownika MSEP” zamieszczonym w niniejszym numerze Biuletynu MERA—PIAP. Opisany jest tam język FAST służący do pisania programów sterujących maszynami i urządzeniami technologicznymi, których sygnały wejściowe i wyjściowe mają charakter dwustanowy. Tematem niniejszego artykułu jest interesująca właściwość sterownika MSEP i języka FAST, a mianowicie możliwość wygodnego programowania silników krokowych. Możliwość tę daje każdy sterownik MSEP w wykonaniu standardowym po przełączeniu na tryb sterowania silnikami. Co więcej, sterownik jest przystosowany do kontynuowania pracy po zaniku napięcia i pozwala dokończyć przerwana pracę silnika nawet po wielogodzinnej przerwie w zasilaniu.

2. DOSTOSOWANIE STEROWNIKA MSEP DO MOŻLIWOŚCI STEROWANIA SILNIKAMI KROKOWYMI

Przełączenia sterownika MSEP na tryb sterowania silnikami krokowymi dokonuje się zmieniając położenie dźwigienny mikroprzełącznika umieszczonego na zabudowanej w sterowniku tzw. płycie zespołu rozszerzającego. Innym mikroprzełącznikiem zmienia się funkcje pełnione przez dwa wyjścia binarne sterownika oznaczone symbolami IX i IY. Dzięki temu z obu tych wyjść można odbierać impulsy powodujące obrót silników. Z kolei sygnały pojawiające się na wyjściach oznaczonych symbolami X0 i Y0 umożliwiają zablokowanie obrotów silników na czas postoju.

Prędkość obrotową i liczbę obrotów wykonywanych przez silnik można w sterowniku MSEP zadawać dwoma sposobami. Jedną z możliwości jest umieszczenie w programie sterującym instrukcji języka FAST opisanych w dalszej części artykułu. Drugim sposobem jest wybór parametrów pracy silników za pomocą ręcznych zadajników dekadowych, które mogą być umieszczone na pulpicie sterowniczym i połączone przewodami ze sterownikiem. Przełączenia sterownika na tryb współpracy z ręcznym zadajnikiem dokonuje się dźwigienką wspomnianego powyżej mikroprzełącznika. W tym trybie pracy trzy wyjścia sterownika oznaczone symbolami G0, H1, H0 oraz cztery wejścia o symbolach n, o, w, z pełnią rolę szyny adresowej oraz szyny danych zadajnika i nie mogą być wykorzystywane do innych celów. Odczytywanie nastaw z zadajników zachodzi automatycznie, gdy sterownik pracuje w trybie sterowania ręcznego z pulpitu operatorskiego i nie wymaga programowania przez użytkownika sterownika. Bardziej szczegółowe informacje dotyczące połączeń sterownika z zadajnikami ręcznymi i silnikami krokowymi oraz sposobu przełączania trybów pracy za pomocą mikroprzełączników znaleźć można w instrukcji obsługi sterownika MSEP.

3. INSTRUKCJE JĘZYKA FAST WYKORZYSTYWANE DO PROGRAMOWANIA PRACY SILNIKÓW KROKOWYCH

Pisząc program sterujący układem automatyki wyposażonym w silniki krokowe można postugiwać się prawie wszystkimi instrukcjami języka FAST. Wyjątek stanowią instrukcje zmieniające stan wyjść IX, IY, XO i YO, ponieważ w tym trybie pracy wyjścia te spełniają inne zadania ściśle związane z pracą silników. Również wykorzystując zadajniki ręczne należy pamiętać o zmianie funkcji wyjść sterownika oznaczonych symbolami G0, H1, H0 oraz wejść oznaczonych symbolami: n, o, w, z. W trybie współpracy z zadajnikami instrukcje związane z obsługą tych wyjść i wejść nie mogą być stosowane. Podczas pracy z silnikami zaleca się ponadto, aby wyjścia oznaczone symbolami X1 i Y1 przesterowywane za pomocą instrukcji X1_1, X1_0, Y1_1, Y1_0 decydowały o kierunku obrotu silników. Poniżej podane są instrukcje dodatkowe służące wyłącznie do programowania pracy silników krokowych.

- SX1** — uruchomienie silnika X w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego na odległość równą nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAX.
- SY1** — uruchomienie silnika Y w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego na odległość równą nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAY.
- SX1/2** — uruchomienie silnika X w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego na odległość równą połowie nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAX.

SY1/2 – uruchomienie silnika Y w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego na odległość równą połowie nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAY.

SX1/4 – uruchomienie silnika X w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego o 1/4 odległości nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAX.

SY1/4 – uruchomienie silnika Y w celu przesunięcia stołu współrzędnościowego o 1/4 odległości nastawionej na zadajniku dekadowym lub podanej w instrukcji DROGAY.

U w a g a : Wartości nastawione na zadajnikach dekadowych w danym kierunku (X lub Y) uznaje się za obowiązujące do chwili wykonania pierwszej instrukcji: PREDKX, DROGAX (lub, odpowiednio PREDKY, DROGAY) podczas pracy w trybie automatyki.

SX0 – uruchomienie silnika X i przesuwanie stołu współrzędnościowego do czasu wykonania instrukcji SXSTOP.

SY0 – uruchomienie silnika Y i przesuwanie stołu współrzędnościowego do czasu wykonania instrukcji SYSTOP.

SXSTOP – zatrzymanie silnika

SYSTOP – zatrzymanie silnika

PREDKX /liczba/ – ustawienie nowej prędkości obrotowej silnika X poprzez podanie liczby równej częstotliwości impulsów generowanych na wyjściu IX sterownika.

PREDKY /liczba/ – ustawienie nowej prędkości obrotowej silnika Y poprzez podanie liczby równej częstotliwości impulsów generowanych na wyjściu IY sterownika.

DROGAX /liczba/ – ustawienie wartości przesunięcia stołu współrzędnościowego napędzanego silnikiem X.

DROGAY /liczba/ – ustawienie wartości przesunięcia stołu współrzędnościowego napędzanego silnikiem Y.

silx – argument wyrażeni logicznych przyjmujący wartość PRAWDA tylko podczas pracy silnika krokowego X.

sily – argument wyrażeni logicznych przyjmujący wartość PRAWDA tylko podczas pracy silnika krokowego Y.

CZEST η /liczba/ – deklaracja przypisująca wybieranej za pomocą zadajnika ręcznego częstotliwości o numerze η podaną wartość liczbową.

4. SPOSÓB PISANIA PROGRAMU STERUJĄCEGO PRACĄ SILNIKÓW KROKOWYCH

Instrukcje podane w punkcie 3 pozwalają napisać program sterujący równoległą pracą dwóch silników krokowych. Uruchomienie silnika X lub Y i wykonanie liczby obrotów umożliwiającej przesunięcie stołu współrzędnościowego na odległość równą nastawionej na zadajniku dekadowym lub zmienionej po wykonaniu instrukcji DROGAX /odległość/ albo DROGAY /odległość/ następuje w wyniku wykonania instrukcji SX1 i SY1. Możliwe jest również uzyskanie przesunięć równych połowie lub jednej czwartej ustalonej wartości przy wykorzystaniu instrukcji SX1/2, SY1/2, SX1/4, SY1/4. Praktycznie nieograniczony skok uzyskać można uruchamiając silniki poleceniami SX0 lub SY0. Wtedy jednak należy je w odpowiedniej chwili zatrzymać posługując się instrukcjami SXSTOP lub SYSTOP. Dziesięć różnych wartości częstotliwości, z jaką emitowane są impulsy pojawiające się na wyjściach IX i IY, może być deklarowanych na początku programu za pomocą instrukcji złożonych z symbolu CZEST zakończonych numerem 0...9 i liczby z zakresu 1...65535. Na przykład umieszczenie w programie następujących deklaracji:

CZEST0 800

CZEST1 1000

CZEST9 2600

a następnie ustawienie cyfry 1 na pozycji zadajnika wybierającej numer częstotliwości spowoduje, że po uruchomieniu któregośkolwiek z silników impulsy emitowane będą z częstotliwością 1000 Hz (jeśli pominąć wolniejszą fazę rozruchową). Numer częstotliwości i wartość przesunięcia nastawione na zadajniku dekadowym są odczytywane w trybie sterowania ręcznego i zapamiętywane na czas pracy automatycznej. Podczas pracy automatycznej częstotliwość impulsów emitowanych przez sterownik zmieniać można tylko za pomocą instrukcji umieszczonych w programie. W zależności od tego, czy chodzi o silnik X czy Y, są to instrukcje składające się z symbolu: PREDKX lub PREDKY oraz z wartości liczbowej z zakresu 1...65535 (określającej częstotliwość w Hz). W podobny sposób można zaprogramować liczbę emitowanych impulsów, a co za tym idzie również wielkość przesunięcia stołu współrzędnościowego napędzanego przez silnik krokowy. Umożliwiająca to instrukcja składa się z symbolu DROGAX lub DROGAY i wartości liczbowej z zakresu 1...16383 równej pożądanemu przesunięciu stołu wyrażonemu w dziesiątych częściach milimetra. Wpisanie wartości 1 odpowiada emisji 4 impulsów sterujących ukazujących się na wyjściu IX lub IY. Wartości te wynikają z przyjętego założenia, że silnik krokowy i śruba w stole współrzędnościowym są tak dobrane, że dają przełożenie 40 impulsów na 1 mm przesunięcia stołu. Przełożenie takie stosowane było dotychczas w układach opracowanych w MERA-PIAP. W przypadku zastosowania w układzie konstrukcji o innym przełożeniu należałoby to uwzględnić wstawiając skorygowaną wartość liczbową do instrukcji DROGAX i DROGAY.


```

; a0 - chwytak znajduje się nad miejscem pobierania elementów
; a1 - chwytak znajduje się nad miejscem układania elementów
;       t.zn. nad stołem współrzędnościowym
; b0 - chwytak jest uniesiony do góry
; b1 - chwytak jest opuszczony nad pozycje pobierania
;       lub układania elementów
; d1 - kolejny element jest gotowy do odebrania przez chwytak
; x0 - stół współrzędnościowy znajduje się
;       w położeniu początkowym dla kierunku X
; y0 - stół współrzędnościowy znajduje się
;       w położeniu początkowym dla kierunku Y
;
; wykorzystywane sygnały wyjściowe:
; A0 - wycofanie chwytaka nad miejsce pobierania elementów
; A1 - przesunięcie chwytaka nad miejsce układania elementów
;       t.zn. nad stół współrzędnościowy
; B0 - podniesienie chwytaka w celu przemieszczenia poziomego
; B1 - opuszczenie chwytaka nad pozycję pobierania lub układania
;       elementów
; C1 - załączenie chwytaka
; X1 - wybór kierunku obrotu silnika X
; X0 - sygnał unieruchamiający silnik X
; Y1 - wybór kierunku obrotu silnika Y
; Y0 - sygnał unieruchamiający silnik Y
; SX - wyjście impulsowe dla silnika X
; SY - wyjście impulsowe dla silnika Y
;
; wykorzystywane przyciski:
; start
; pa0 - wycofanie chwytaka nad miejsce pobierania elementów
; pa1 - przesunięcie chwytaka nad miejsce układania elementów
;       t.zn. nad stół współrzędnościowy
; pb0 - podniesienie chwytaka w celu przemieszczenia poziomego
; pb1 - opuszczenie chwytaka nad pozycję pobierania lub układania
;       elementów
; pc0 - wyłączenie chwytaka
; pc1 - załączenie chwytaka
; px0 - przesuwanie stołu współrzędnościowego w kierunku X ujemnym
; px1 - przesuwanie stołu współrzędnościowego w kierunku X dodatnim
; py0 - przesuwanie stołu współrzędnościowego w kierunku Y ujemnym

```



```

HAND   IF pa1 THEN AO_0 A1_1 ;wyjście A1 sterownika wyłącza się sa
        IF pa0 THEN AO_1      ;po nastawionym czasie !
        IF pb1 THEN BO_0 B1_1
        IF pb0 THEN B1_0 BO_1
        IF pc1 THEN C1_1
        IF pc0 THEN C1_0

```

```

        IF px0 AND NOT x0 THEN GOTO PX0
        IF px1 THEN GOTO PX1
        IF silx THEN SXSTOP GOTO Y ELSE GOTO Y
PX0:   IF silx THEN GOTO Y ELSE X1_0 SX0 GOTO Y
PX1:   IF silx THEN GOTO Y ELSE X1_1 SX0

```

```

Y:     IF py0 AND NOT y0 THEN GOTO PY0
        IF py1 THEN GOTO PY1
        IF sily THEN SYSTOP GOTO KONKLAW ELSE GOTO KONKLAW
PY0:   IF sily THEN GOTO KONKLAW ELSE Y1_0 SY0 GOTO KONKLAW
PY1:   IF sily THEN GOTO KONKLAW ELSE Y1_1 SY0
KONKLAW:

```

ENDS

```

; * * * * *
;DODATKOWA CZĘŚĆ PROGRAMU WYKONYWANA
;W TRYBIE PRACY AUTOMATYCZNEJ NIEZALEŻNIE OD PRACY W CYKLU

```

AUTO

```

IF x0 AND NOT f15 AND silx THEN SXSTOP ;zatrzymanie silnika x
      ;natychmiast po powrocie stołu do punktu początkowego
IF y0 AND NOT f15 AND sily THEN SYSTOP ;zatrzymanie silnika y
      ;natychmiast po powrocie stołu do punktu początkowego

```

ENDS

```

; * * * * *
;PROGRAM PRACY W CYKLU AUTOMATYCZNYM:

```

```

START: WHEN start AND a0 AND b0 AND x0 AND y0 DO
      ;rozpoczęcie pracy po wciśnięciu przycisku start
      ;oraz po spełnieniu warunków początkowych
      AO_1 B1_0 BO_1 C1_0 FL2_1 FL3_1 FL4_1 FL5_1

```



```

        Y1_1 ;ustawienie dodatniego kierunku ruchu stołu w osi y
        X1_1 ;ustawienie dodatniego kierunku ruchu stołu w osi x
    PREDKX 1000 DROGAX 200 ;ustawienie parametrów ruchu stołu dla osi X
    PREDKY 1000 DROGAY 100 ;ustawienie parametrów ruchu stołu dla osi Y
        WHEN NOT silx DO SX1 ;przesunięcie stołu wzdłuż osi x na 1 poz.
        WHEN NOT sily DO SY1 ;przesunięcie stołu wzdłuż osi y na 1 poz.
    PETLA: WHEN d1 DO B0_0 ;jeśli kolejny element jest gotowy do odebrania
            B1_1 ;następuje opuszczenie chwytaka
    CHWYT: WHEN b1 DO C1_1 ;po opuszczeniu następuje chwycenie elementu
            B1_0 B0_1 ;i uniesienie chwytaka z elementem
    WYSUN: WHEN b0 DO A0_0 ;po uniesieniu chwytaka następuje
            A1_1 ;przesunięcie go nad stół współrzędnościowy
    KLAD:  WHEN a1 AND NOT ( silx OR sily ) DO ;po przesunięciu chwytaka
            B0_0 B1_1 ;i zatrzymaniu stołu opuszczenie chwytaka
    PUSC:  WHEN b1 DO C1_0 ;po opuszczeniu chwytaka puszczenie elementu
            B1_0 B0_1 ;i uniesienie chwytaka bez elementu
    COFN:  WHEN b0 DO A0_1 ;po uniesieniu chwytaka następuje jego
            ;wycofanie nad miejsce pobierania elementów
    IF fl2 THEN DROGAY 400 SY1 FL2_0 GOTO PETLA
            ;przesunięcie stołu o +40 mm wzdłuż osi Y na 2 poz.
    IF fl3 THEN DROGAX 200 SX1 FL3_0 GOTO PETLA
            ;przesunięcie stołu o +20 mm wzdłuż osi Y na 3 poz.
    IF fl4 THEN DROGAX 100 SX1
            Y1_0 DROGAY 200 SY1 FL4_0 GOTO PETLA
            ;przesunięcie stołu o +10 mm wzdłuż osi X
            ;i o -20 mm wzdłuż osi Y na 4 poz.
    IF fl5 THEN DROGAY 200 SY1
            X1_0 DROGAX 100 SX1 FL5_0 GOTO PETLA
            ;przesunięcie stołu o -20 mm wzdłuż osi Y
            ;i o -10 mm wzdłuż osi X na 5 poz.
    ELSE SY0 SX0 GOTO START
            ;po położeniu ostatniego elementu
            ;przesunięcie stołu w położenie wyjściowe
            ;i skok na początek programu
END
;koniec programu
; * * * * *

```