

Silnik krokowy z kontrolerem ruchu jako alternatywa dla drogich serwonapędów

Serwonapędy to jedne z podstawowych elementów wykonawczych stosowanych w automatyce. Dzięki pracy w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego, są stosowane wszędzie tam, gdzie jest potrzebna duża dynamika ruchu, pozycjonowanie, praca przy małych prędkościach, duże dokładności regulacyjne czy precyzyjne przemieszczanie z jednej pozycji do drugiej. Obecnie jako serwonapędy stosuje się najczęściej silniki synchroniczne prądu zmiennego AC lub prądu stałego BLDC. Niejednokrotnie są to niestety rozwiązania dość kosztowne lub nie zawsze pokrywające się z wymaganiami aplikacji. Alternatywą dla takich rozwiązań jest silnik krokowy sterowany ze sterownika PLC i „końcówki mocy” lub dedykowanego kontrolera ruchu.

Budowa i zasada działania serwonapędu

Serwonapęd to nic innego jak silnik prądu stałego lub przemiennego, który w połączeniu z dedykowanym sterownikiem oraz elementem odczytującym rzeczywistą prędkość obrotową czy pozycję silnika (np. enkoder) pozwala w dokładny sposób wykonać określoną ilość obrotów z zadaną prędkością i przyspieszeniem. Jest to możliwe dzięki pracy w tak zwanej **zamkniętej pętli regulacji** (rysunek 1).

Serwonapęd składa się z następujących członów:

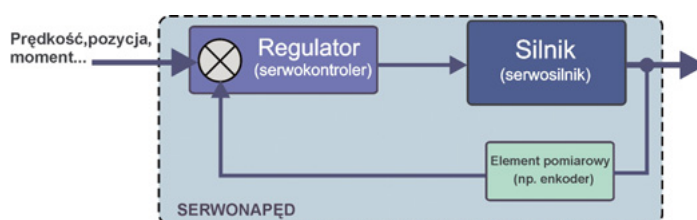
- **Urządzenia wykonawczego** nazywanego często serwsilnikiem, np. silnik synchroniczny AC,
- **Regulatora/sterownika** nazywanego serwokontrolerem – realizującego określony algorytm sterujący silnikiem (np. PID, kontrola prędkości, prądu, momentu, pozycji) na podstawie parametrów zadanych oraz odczytanych z elementu sprzężenia zwrotnego,

- **Elementu sprzężenia zwrotnego** - służącego do odczytu aktualnej pozycji czy prędkości elementu wykonawczego (silnika) – zazwyczaj jest to enkoder, rezolwer lub tachometr.

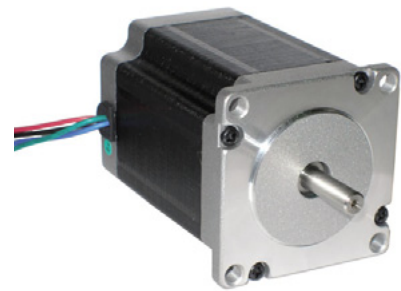
Zadaniem **regulatora** jest takysterować **silnikiem**, na podstawie danych z **elementu pomiarowego** (np. enkodera), by uzyskać wymagany efekt – np. przemieszczenie wału silnika o konkretny kąt, uzyskanie zadanej liczby obrotów lub prędkości wału silnika. W zależności od zastosowanej metody algorytmu regulacji, silnik może utrzymywać zadaną pozycję, prędkość obrotową czy moment niezależnie od zakłóceń (np. obciążenie wału silnika, spadek napięcia zasilania).

Silnik krokowy jako alternatywa dla serwonapędu

Silniki krokowe zyskały sporą popularność w układach napędowych, głównie dzięki nie-



Rysunek 1. Schemat blokowy zamkniętego układu regulacji w serwonapędzie



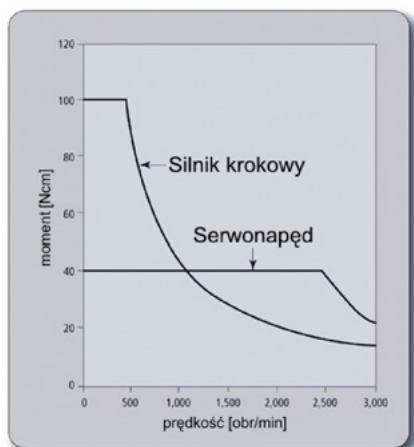
Rysunek 2. Silnik krokowy hybrydowy

skomplikowanej budowie, dużym momentem wyjściowym bez przekładni i prostemu sterowaniu. Mimo gorszych parametrów ruchu w wielu układach z powodzeniem mogą konkurować z serwonapędami DC czy znacznie lepszymi pod względem parametrów ruchu nowoczesnymi serwonapędami AC/BLDC, a w niektórych przypadkach są nawet niezastąpione. Obecnie najbardziej popularne są silniki krokowe hybrydowe (rysunek 2)

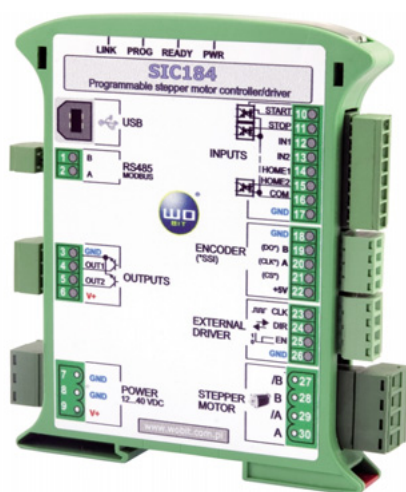
Największymi zaletami silnika krokowego jest duży moment oraz sposób jego sterowania, który umożliwia zadanie prędkości czy pozycji silnika z dokładnością do ułamków stopni bez stosowania dodatkowych elementów sprzężenia zwrotnego jak np. enkoder.

W silniku krokowym, podawane na uzwojenia impulsy powodują, że wirnik nie obraca się ruchem ciągłym, lecz wykonuje za każdym razem skok o ściśle ustalonym kącie. Dla typowych silników jest to 1,8 stopnia. Dzięki temu kąt obrotu wirnika jest zależny od liczby dostarczonych impulsów, a prędkość jest równa częstotliwości podawania tych impulsów.

Silnik krokowy do prawidłowej pracy wymaga zastosowania sterownika mocy do zadawania impulsów prądowych na jego uzwojenia. Nowoczesne sterowniki silników krokowych pozwalają pracować w trybie „mikrokrokowym” dzieląc podstawowy skok (krok) silnika na mniejsze wartości. Przykładowo sterownik silnika krokowego z podziałem kroku 1/256 pozwala na ustalenie pozycji wału silnika z do-



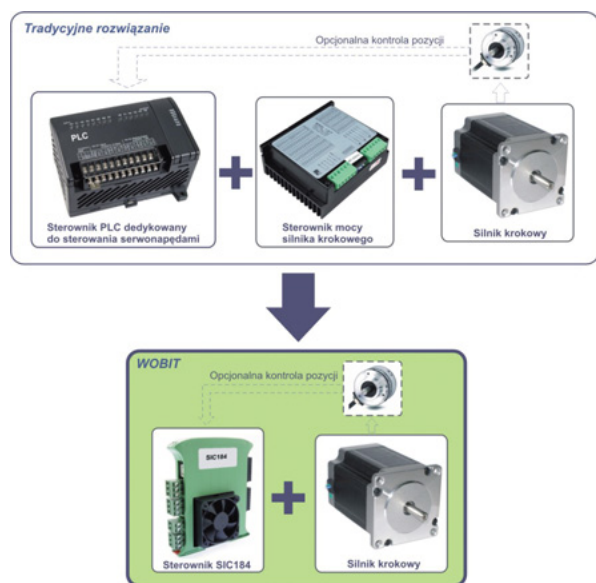
Rysunek 3. Charakterystyka porównawcza moment-prędkość



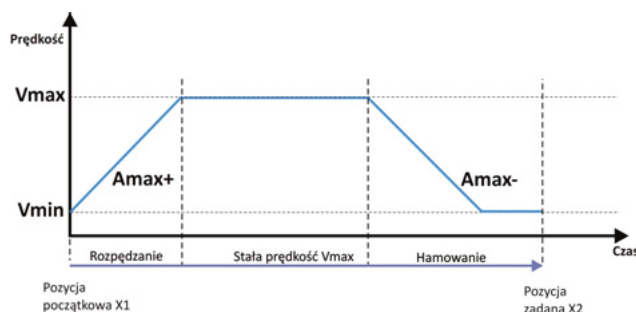
Rysunek 4. Programowalny sterownik silnika krokowego SIC184

kładnością do 360/200/256 → **0,007 stopnia!** bez dodatkowych elementów kontrolujących pozycję jak np. enkoder.

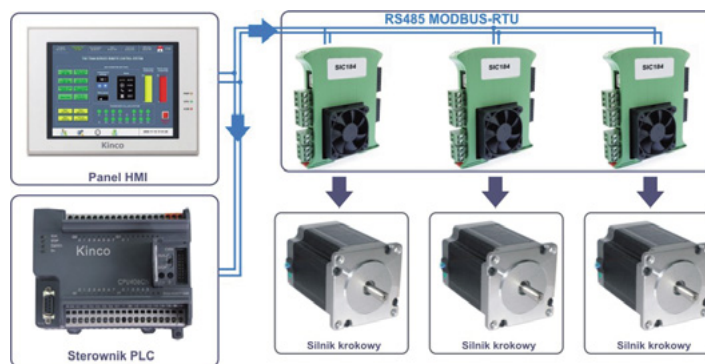
Silniki krokowe charakteryzują się mniejszą prędkością obrotową niż silniki komutatorowe i bezszczotkowe, jednak znacz-



Rysunek 5. Sterownik SIC184 jako kompleksowe rozwiązanie w sterowaniu silnikiem krokowym



Rysunek 6. Przykład trajektorii ruchu generowanej przez sterownik SIC184



Rysunek 7. Praca sterowników SIC184 w sieci RS485 MODBUS-RTU

nie **większym momentem obrotowym**, a także dość **dużą dynamiką ruchu**. Dla silnika krokowego trzymanie pełnym momentem przy zerowej prędkości jest stanem normalnym, a nie zabronionym stanem zwarcia, jak dla innych typów silników.

Na **rysunku 3** pokazano zależność momentu od prędkości obrotowej silnika krokowego w porównaniu do innych napędów. Wyraźnie widać, że użyteczna prędkość dla silnika krokowego zamyka się w wartości do około 500 [obr/min], gdzie dla tych prędkości moment obrotowy jest czasami kilkukrotnie wyższy niż w przypadku innego typu silników.

Dzięki sporym momentom i mniejszym prędkościom obrotowym silniki krokowe często zastępują napędy złożone z serwonapędu i przekładni pracującej z małymi prędkościami obrotowymi.

Precyzyjna kontrola ruchu silnika krokowego

Silnik krokowy do pracy wymaga zastosowania sterownika mocy silnika krokowego (końcówka mocy) oraz urządzenia zadającego sygnały ruchu typu Krok/Kierunek. Urządzeniem zadającym te impulsy może być prosty generator sygnału prostokątnego, sterownik PLC z wysokoczęstotliwościowymi wyjściami, lub dedykowany generator trajektorii ruchu.

Firma **WOBIT** ma w swojej ofercie sterownik **SIC184**, który łączy w sobie zarówno

sterownik mocy jak i programowalny generator trajektorii z indekserem, pozwalający realizować dowolny ruch silnika, a także może spełniać rolę małego sterownika PLC, wykonując program ze swojej pamięci.

Sterownik SIC184 pozwala na całkowite wyeliminowanie sterownika PLC i bezpośrednie sterowanie silnikiem krokowym o mocy do 4 A. Jeśli wbudowany sterownik mocy okaże się za słaby dla stosowanego silnika można podłączyć zewnętrzny sterownik o większej mocy lub np. dwa sterowniki sterujące równolegle pracą dwóch silników.

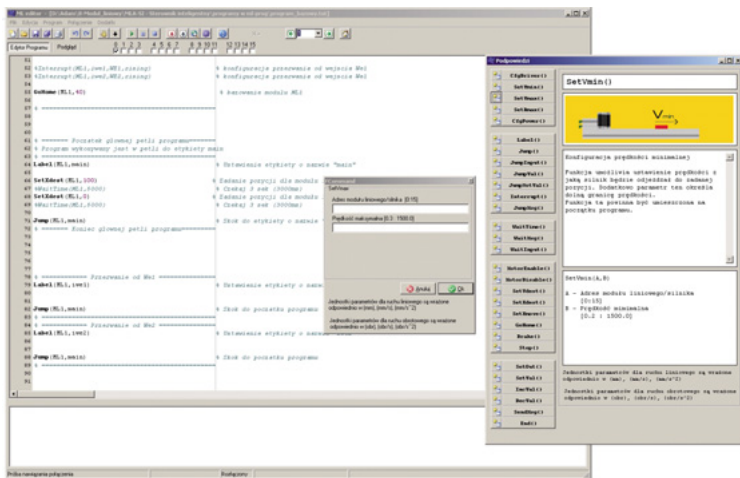
Wbudowany w SIC184 kontroler trajektorii umożliwia precyzyjne zadanie **pozycji, prędkości i przyspieszenia** ruchu silnika. Użytkownik może dowolnie dobrać parametry tzw. „rampy”, by uzyskać optymalne warunki pracy silnika dla danej aplikacji (**rysunek 6**).

Sterownik mocy wbudowany w SIC184 pozwala na sterowanie silnikiem krokowym z podziałem kroku do 1/64. Umożliwia to ustalenie pozycji wału silnika z dokładnością **0,028 stopnia** oraz pracę w szerokim zakresie prędkości od 0 (minimalna prędkość obrotowa 0,048 [obr/min]) do 5400 [obr/min].

Sterownik umożliwia zaprogramowanie do 300 komend ruchu, co pozwala na realizację nawet skomplikowanych zadań ruchu, a dodatkowe wejścia i wyjścia cyfrowe pozwalają na sterowanie zewnętrznymi urządzeniami. Ponadto sterownik może współpracować z **enkoderem** inkrementalnym, co pozwala na jeszcze większą kontrolę pozycji silnika krokowego.

Sterowanie wieloma napędami

W automatyce często zachodzi konieczność sterowania kilkoma napędami jednocześnie,



Rysunek 8. Wygląd aplikacji ML-PROG do tworzenia programów ruchu sterownika SIC184

gdzie najczęściej ruchy poszczególnych napędów muszą być ze sobą zsynchronizowane.

Sterownik SIC184 wyposażony jest w popularny interfejs RS485 MODBUS-RTU, który pozwala komunikować się z innymi urządzeniami na tej magistrali, będąc wówczas urządzeniem podrzędnym (slave). Sterowniki mogą być adresowane w zakresie 1...16, co pozwala na jednoczesne sterowanie do 16 silników krokowych z urządzeń takich jak sterowniki PLC czy panele operatorskie HMI (rysunek 7). Otwarty protokół komunikacyjny MODBUS-RTU pozwala także na sterowanie z własnych aplikacji tworzonych na PC i urządzeń sterujących.

Programowanie sterownika SIC184

Programowanie sterownika odbywa się z poziomu prostej aplikacji ML-PROG, w której poszczególne instrukcje zapisywane są w postaci komend typu „Jedź na pozycję(X)”, „Ustaw prędkość(X)”, „Skocz do linii X,

gdy wejście 1 aktywne”, „Ustaw wyjście 2” itp. (rysunek 8).

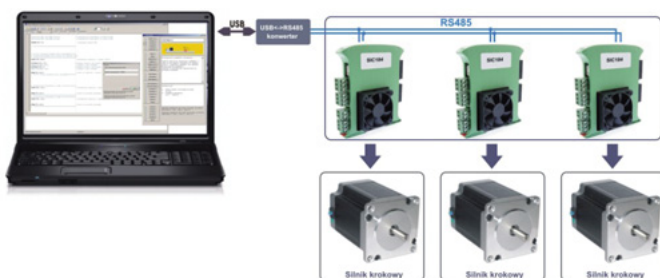
Możliwe jest tworzenie programu dla 16-stu sterowników jednocześnie. Zaprogramowane sterowniki mogą działać niezależnie lub komunikować się ze sobą na zasadzie MASTER-A – MASTER-B.

Sterownik SIC184 wyposażony jest dodatkowo w złącze USB, które pozwala na podłączenie sterownika bezpośrednio do komputera PC. Dodatkowe oprogramowanie SIC184-KONFIGURATOR daje możliwość konfiguracji sterownika i jego szybkiej diagnostyki (kontrola sygnałów wejść/wyjść, pracy sterownika „online” itp.), a także bezpośredniego zadawania komend ruchu (Rys. 10). Oprogramowanie to pozwala także zaprogramować sterownik komendami ruchu stworzonymi w środowisku ML-PROG.

Adam Sarzyński

a.sarzyński@wobit.com.pl

Koordynator Działu Badań i Rozwoju
P.P.H. Wobit E.K.J. Ober s.c.



Rysunek 9. Jednoczesne programowanie i komunikacja ze sobą wielu sterowników SIC184



Rysunek 10. Diagnostowanie i sterowanie silnikiem bezpośrednio z komputera PC



MICRO-EPSILON

optoNCDT

czujniki laserowe



Pomiar bezkontaktowy
Szeroki zakres pomiarowy
Duży dystans do mierzonej powierzchni
Bardzo mała plamka pomiarowa
Duże prędkości pomiaru
Wysoka precyzja
Możliwość pomiaru względem prawie wszystkich rodzajów powierzchni



2300
NOWOŚĆ

Zakres 2 - 100mm
Rozdzielczość max 0.03µm
Liniiowość max 0.4µm
RS-422 / ETHERNET

MAKSYMALNA
PRĘDKOŚĆ - DO 50kHz

WWW.MICRO-EPSILON.PL



www.wobit.com.pl

 Doradztwo techniczne
+48 61 291 22 25

 Obsługa klienta
+48 61 835 08 00

@ Internet
wobit@wobit.com.pl