

Serwomechanizmy

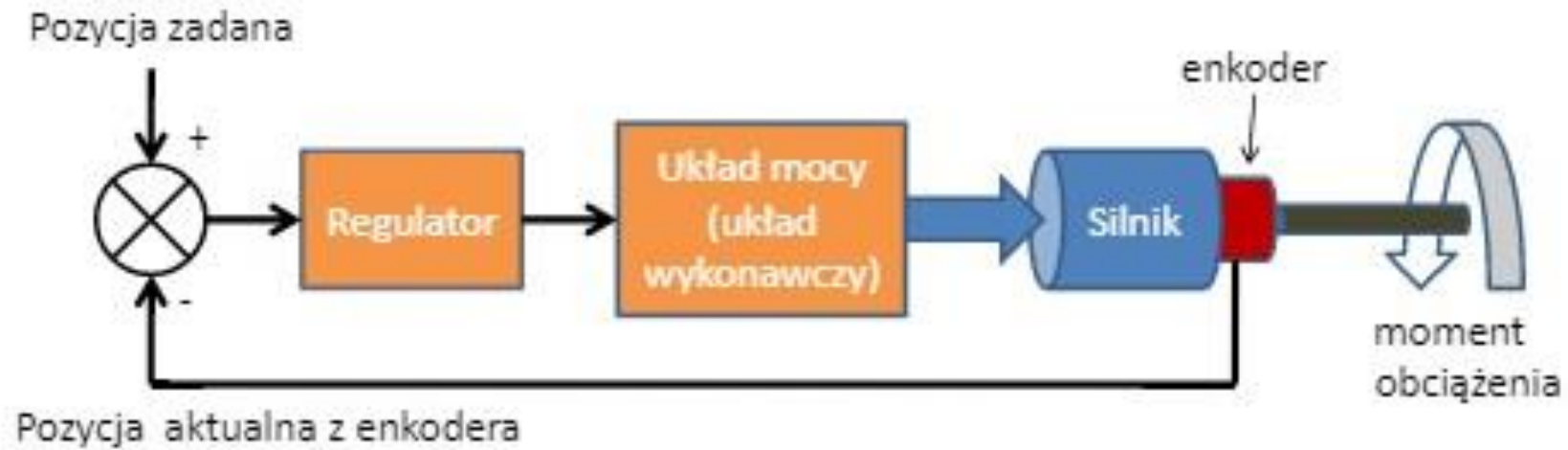
Serwomechanizm

- **Serwomechanizmem nazywamy układ automatycznej regulacji, w którym wielkością zadaną jest liniowe lub kątowe przesunięcie mechaniczne.**
- Serwomechanizmy składają się z :
 - Serwo wzmacniacza, który zasila silnik elektryczny
 - Serwo-silnika wyposażonego w enkoder,
 - Układu wejściowego/wyjściowego do odbioru sygnałów zadających i sterujących
- Zakres zastosowania serwomechanizmów jest bardzo szeroki – są one stosowane wszędzie tam gdzie wymagane **jest ustawienie lub przesuwanie elementów urządzeń z dużą dokładnością, zgodnie z sygnałem zadającym.**
- Proces pozycjonowania osi to taki sposób sterowania osią, aby przyjmowała ona ściśle określone pozycje wg zadanych parametrów ruchu, takich jak prędkość, przyspieszenie, szarpnięcie. Ruch obrotowy osi, napędzanej przez silnik serwonapędu, może być wykorzystany do napędzania mechanizmów obrotowych lub może zostać zamieniony np. za pomocą śruby pociągowej, na ruch liniowy

Serwomechanizm

- Serwonapędy można wykorzystać do wielu procesów, w których istotne jest zapewnienie właściwych pozycji przyjmowanych przez mechanizmy.
- Serwonapędy mogą realizować szybki i precyzyjny posuw formy we wtryskarce, sterowanie stołem obrotowym, cięcie lub perforowanie "w locie", utrzymywanie stałego naprężenia rozwijanego lub zwijanego materiału, wiercenie, dokręcanie śrub z określonym momentem siły, przenoszenie i układanie produktów, itp.

Schemat blokowy serwonapędu



Podstawowe tryby pracy serwomechanizmów

- W układach z serwomechanizmami można wydzielić trzy formalne rodzaje regulacji:
 - Regulację położenia ze sprzężeniem od położenia
 - Regulację prędkości ze sprzężeniem od prędkości
 - Regulację momentu obrotowego ze sprzężeniem prądowym

Podstawowe tryby pracy serwomechanizmów

- Serwonapędy mogą pracować w trybie:
 - regulowania położenia (pozycjonowania),
 - regulacji prędkości obrotowej
 - regulacji momentu obrotowego.
- Wiele z nich wyposażonych jest w możliwość zmiany trybu regulacji, tj. tryb pracy z przełączeniem pomiędzy regulacją położenia/prędkości, prędkości/momentu, momentu/położenia.
- Daje to możliwość zastosowania w bardzo szerokim zakresie aplikacji, wykraczającym poza typowe dla obrabiarek i innych maszyn przemysłowych precyzyjne pozycjonowanie i płynną regulację prędkości, a obejmującą np. napędy nawijakowe z regulowanym naprężeniem lub napędy podajnikowe i przenośnikowe.

Podstawowe tryby pracy serwomechanizmów

Tryb regulacji położenia „P”.

- Prędkość i kierunek obrotów silnika są zadawane z zewnątrz, np. ciągiem impulsów o częstotliwości do 500.000 impulsów/s, co wraz z połączeniem z enkoderami o wysokiej rozdzielczości np. 2^{19} impulsów/obrotów zapewnia niezwykle precyzyjne pozycjonowanie wału silnika

Tryb regulacji prędkości „S”.

- Prędkość obrotowa serwosilnika jest zadawana zewnętrznym sygnałem analogowym (0-±10Vdc) lub cyfrowym z zaprogramowanymi wartościami parametrów. Kierunek obrotów zadawany jest zewnętrznym sygnałem dwustanowym lub znakiem analogowego sygnału zadawania prędkości

Tryb regulacji momentu „T”.

- Wartość generowanego przez serwosilnik momentu obrotowego jest zadawana zewnętrznym sygnałem analogowym (0-±10Vdc) lub zaprogramowanymi wartościami parametrów. Kierunek momentu zadawany jest zewnętrznym sygnałem dwustanowym lub znakiem analogowego sygnału zadawania momentu.

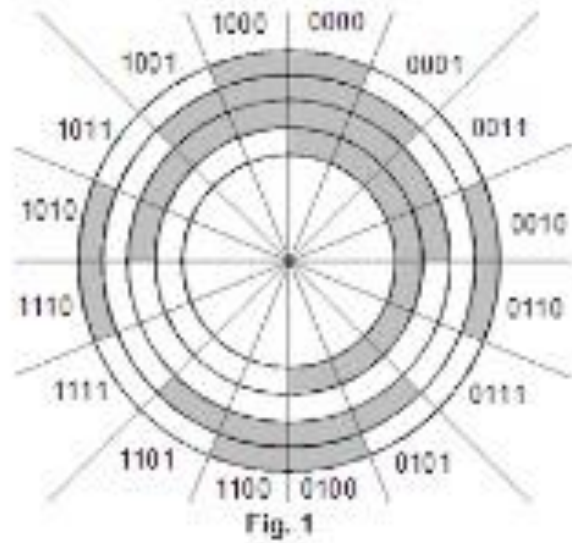
Enkodery

Rodzaje enkoderów

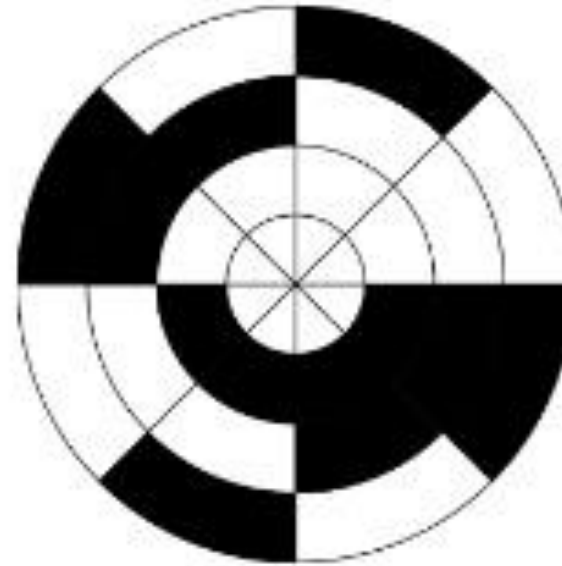
- Enkoder inkrementalny
- Enkoder absolutny
- Enkoder liniowy



Enkoder absolutny



Tarcza kodowa enkodera 4-bitowego
w kodzie Gray'a



Tarcza kodowa enkodera 3-bitowego
w kodzie Gray'a

W serwonapędach enkodery absolutne osiągają dokładność
od 13 do 18 bitów (18-bitów - 262 144 pozycje)

Enkoder absolutny

- Zastosowanie enkoderów absolutnych ma tą zaletę, że informacja o pozycji przekazywana jest do modułu pozycjonującego w formie cyfrowej, a nie np. w postaci dwóch przesuniętych sygnałów A i B.
- W przypadku wystąpienia zakłócenia, informacja cyfrowa o aktualnej pozycji, zostanie ponownie wysłana do modułu, tak więc ewentualne zakłócenia nie pogorszą procesu sterowania osiami.
- Cyfrowy sposób przesyłania informacji opatrzony jest w sumę kontrolną dla podniesienia pewności transmisji. Jest też bezpieczniejszy z tego względu, ponieważ pozwala na szerszą diagnostykę (np. wykrycie odpięcia kabli pomiędzy enkoderem a modułem wzmacniacza).

Enkoder absolutny

- Kod Gray 'a ma jedną ogromną zaletę – kolejne liczby różnią się zawsze tylko jednym bitem.
- W kodzie binarnym tak nie jest, na przykład przejście z wartości 7 – 0111 na 8 – 1000 oznacza zmianę aż 4 bitów.
- W rzeczywistym układzie odczytu sygnały dochodzące do odbiorników nigdy nie zmieniają się dokładnie w tej samej chwili. Zawsze istnieją jakieś różnice, co w powyższym przykładowym przejściu z pozycji 7 do 8 może prowadzić do odczytu błędnych wartości pośrednich, na przykład 5 – 0101 albo 11– 1011.
- Zastosowanie kodu, w którym zawsze zmienia się tylko jeden bit eliminuje ryzyko odczytu błędnych pośrednich pozycji. Pojedyncza tarcza kodowa umożliwia stworzenie jednoobrotowego enkodera absolutnego.
- W wielu zastosowaniach potrzebny jest pomiar umożliwiający odczyt nie tylko kąta obrotu, ale też i ilości wykonanych obrotów.
- W enkoderze wieloobrotowym stosowanych jest wiele tarcz kodowych wzajemnie połączonych poprzez przekładnie redukcyjne. Wykonanie pełnego obrotu na jednej tarczy powoduje przemieszczenie następnej w kolejności o jedną wartość kodową.

Enkoder inkrementalny

- **Enkoder inkrementalny** - impulsator, który zlicza impulsy (przyrosty kątowe) odpowiadające ruchowi obrotowemu.
- Charakterystyczną cechą tych urządzeń jest stała, niezmienna ilość impulsów na wyjściu np. 1024imp/obrót, odpowiadająca rozdzielczości systemu pomiarowego.
- Do kontroli kierunku (pravo-lewo), drugi w kolejności sygnał jest przesunięty fazowo o 90° . Licznik zewnętrznego systemu kontroli, może być ponownie ustawiany dodatkowym zerowym impulsem.
- Pomiar położenia następuje niezależnie od rozdzielczości wyjściowej enkodera, oznacza to, że każda rozdzielczość, od 1 do 32768 impulsów na obrót, może zostać uzyskana na podstawie wewnętrznego próbkowania. Takie precyzyjne rejestrowanie mechanicznego ruchu obrotowego i jego zamiana na sygnał elektryczny jest zasadnicze dla niezawodnego działania w pozycjonowaniu i CNC.

Serwosilniki, serwomotory

- Silnik wykonawczy (serwosilnik, serwomotor) musi zapewnić serwomechanizmowi uzyskanie założonej prędkości, sztywności i dokładności dynamicznej.
- Dla uzyskania sztywności serwomotor musi być zdolny do wytworzenia i utrzymania przez dłuższy czas momentu statycznego. Wytwarzanie momentu statycznego związane jest w wydzielaniem ciepła, a intensywność chłodzenia zależna jest od prędkości.
- Serwosilniki charakteryzuje mała bezwładność, małe rozmiary, duży moment obrotowy i moc. Dzięki temu udaje się zrealizować szybkie i dokładne układy mechaniki przy użyciu mniejszych serwonapędów.
- Chwilowy, szczytowy moment obrotowy silnika jest kilka razy większy od znamionowego momentu, co umożliwia w niektórych aplikacjach pracę z momentem przewyższającym moment znamionowy nawet 3-krotnie.

Serwosilniki, serwomotory

- W serwomechanizmach stosowane są silniki elektryczne prądu stałego i przemiennego. W wyniku postępu technicznego ostatnich kilkunastu lat wprowadzono na rynek szereg silników o specjalnej konstrukcji, charakteryzujących się bardzo dobrymi właściwościami dynamicznymi.
 - Silnik prądu stałego
 - **Silnik krokowy (skokowy)**
 - Silnik prądu stałego z magnesami trwałymi
 - **Silnik prądu stałego bezszczotkowy (brushless motor)**
 - Silnik asynchroniczny dwufazowy
 - **Silnik asynchroniczny trójfazowy**
 - Silnik synchroniczny trójfazowy

Serwosilniki - Omron



SGMGH to seria serwowmotorów z wirnikiem o średniej bezwładności, w których zastosowano segmentowy stojan, co ogromnie redukuje ogólne rozmiary. Serwowmotory te są dobrze dostosowane do aplikacji wymagających idealnego dopasowania obciążenia.



Moc od 0,45 kW do 15 kW, znamionowa prędkość obrotowa 1500 obr./min

Szczytowy moment obrotowy można utrzymywać przez 5 sekund

Encoder szeregowy wysokiej rozdzielczości

Automatyczne rozpoznawanie silnika przez serwonapęd

Imponujące rozwiązanie enkodera wieloobrotowego

Silniki liniowe - Omron



Silniki liniowe Sigma z rdzeniem ferromagnetycznym

- Silniki liniowe serii FW z rdzeniem ferromagnetycznym są zbudowane z ruchomego uzwojenia na laminowanym rdzeniu ferromagnetycznym oraz jednostronnych stacjonarnych szyn magnetycznych.
- Moduł uzwojenia jest zamknięty w przewodzącej ciepło obudowie z żywicy nadającej strukturalną sztywność.
- Automatyczne rozpoznawanie silnika przez serwonapęd. Kompaktowe profile dają w rezultacie niskoprofilowe systemy pozycjonujące
- Siły przyciągania magnetycznego można wykorzystać do zwiększenia sztywności systemu
- Zakleszczanie krawędzi również zostało wyeliminowane przez siły magnetyczne
- Mogą być także dostarczone wstępnie przygotowane prowadnice silnika liniowego

Silniki liniowe - Omron



Silnik liniowy serii TW z rdzeniem ferromagnetycznym i tłumieniem przyciągania magnetycznego

- Silniki liniowe serii TW są zbudowane z ruchomego uzwojenia na laminowanym rdzeniu ferromagnetycznym i pary szyn magnetycznych. Unikatowa konstrukcja eliminuje skutki przyciągania magnetycznego między częściami silnika (zaprojektowano odpowiedni balans sił).
- Automatyczne (plug & play) rozpoznawanie silnika przez serwonapęd
- Brak sił przyciągania magnetycznego wydłuża żywotność przewodnic liniowych
- Wyeliminowanie sił przyciągania pozwala także na zastosowanie mniejszych panewek łożyskowych
- Brak sił przyciągania to także cichsza praca łożysk
- Zminimalizowane zakleszczanie dzięki zoptymalizowanej konstrukcji obwodu magnetycznego

Silniki liniowe - Omron



Niestandardowe systemy liniowe zawierające kontrolery ruchu

- W celu ułatwienia pracy swoim klientom, firma Omron może dostarczyć niestandardowe liniowe systemy ruchu wyposażone w kontrolery ruchu i wstępnie zaprogramowane aplikacje. Do opracowania rozwiązań idealnie spełniających wymagania klienta można wykorzystać pełną gamę produktów liniowych obejmującą silniki z rdzeniem ferromagnetycznym i bezrdzeniowe, a także prowadnice liniowe.
- Kompletnie rozwiązania składają się z elementów mechanicznych, silników liniowych i kontrolerów ruchu
- Skrócenie całkowitego czasu wdrożenia maszyn
- Możliwość zastosowania wszystkich silników liniowych firmy Omron Yaskawa
- Stoły XY i systemy bramowe typu Plug & Play

Serwowzmacniacz - Omron



Zintegrowany serwonapęd i kontroler ruchu typu "wszystko w jednym"

- Jeśli aplikacja wymaga najwyższej dokładności w połączeniu z najkrótszym czasem cyklu, najmniejszym rozmiarem i możliwością komunikacji w sieci ProfiBus lub CAN, nie szukaj niczego innego niż XtraDrive. Będziesz także realizować skomplikowane ruchy krzywek, przekładni, połączonych osi itd.
- Opatentowana technika nieliniowego ścisłego sterowania pozycjonowaniem
- Bardzo mała odchyłka odwzorowania przy zerowym przeregulowaniu i zerowym czasie ustawiania pozycji
- Idealny napęd sterowania silnikiem liniowym
- Obsługa różnych typów enkoderów w serwomotorach
- Wbudowana sieć Profibus

Serwonapędy w sieci



Schematy blokowy układów sterowania wraz
serwomechanizmami

CNC

- **Computerized Numerical Control (CNC)** - komputerowe sterowanie numeryczne.
- Termin ten zwykle używany jest w odniesieniu do obróbki materiałów za pomocą komputerowo sterowanych urządzeń (takich jak [frezarki](#) czy [tokarki](#)) zdolnych czytać standardowy kod sterujący [G-code](#).
- Obróbka CNC pozwala na szybkie, precyzyjne i wysoce powtarzalne wykonanie często bardzo złożonych kształtów.

Rozwój serwonapędów

- Serwosystemy to rozwiązania napędowe, które wykorzystuje się w najbardziej zaawansowanych, często wieloosiowych maszynach w przemyśle – np. papierniczym czy tekstylnym. Są one coraz mniejsze, bardziej niezawodne i wydajniejsze niż ich poprzednie generacje, a często także tańsze. Wzrost zainteresowania nimi przekłada się także na rozwój technologii serwonapędowych stosowanych w tańszych i prostszych urządzeniach – np. obrabiarkach, przyczyniając się do ich dalszej popularyzacji zamiast klasycznych rozwiązań napędowych.

Rozwój serwonapędów

- Obecnie dostępne serwoSYSTEMY połączone ze sterownikami CNC przewyższają parametrami nawet kilkukrotnie dawniej oferowane rozwiązania. Czas trwania pętli kontroli prądu może trwać nieco ponad $30\mu\text{s}$, a pętli ustalania pozycji – $250\mu\text{s}$. Są to wartości, które w praktyce w zupełności wystarczają do większości zastosowań.
- Wykorzystanie **systemu komunikacji** o bardzo krótkich czasach reakcji objawia się zmniejszeniem błędów podczas szybkich ruchów lub znaczącym zwiększeniem płynności ruchów w przypadku niewielkich silników o wysokim momencie obrotowym.
- Co więcej – duża dokładność ruchów ma także wpływ na zmniejszenie **zużycia energii**. Większa precyzja pozwala na przyspieszenie procesów przemysłowych, a więc przy zachowaniu identycznych woluminów produkcyjnych – na ich skrócenie. Krótszy czas pracy to nie jedyny sposób na **oszczędność energii**.
- W nowoczesnych **serwomechanizmach** stosuje się także **systemy odzyskiwania energii** w trakcie spowalniania obrotu silnika. Aby dodatkowo zmniejszyć jej zużycie, w **serwoSYSTEMACH** coraz częściej stosuje się podzespoły zaprojektowane z myślą o **oszczędności energetycznej**.

Rozwój serwonapędów

- Na rozwój **technologii serwomechanizmów** bardzo duży wpływ mają postępy w technice konstrukcji enkoderów. Wzrost precyzji tych elementów odgrywa ogromną rolę nie tylko we wzroście dokładności pozycjonowania silnika, ale również w osiągnięciu wysokiej precyzji sterowania ruchami. Ich zastosowanie pozwala również uczynić ruchy wykonywane przez **serwomechanizm** bardziej płynnymi.



Rozwój serwonapędów

- Ewolucja **serwosystemów** nie koncentruje się jedynie na zmianach interfejsów komunikacyjnych, ale także w pewnym stopniu na modyfikacjach **mechanizmów mechanicznych** i stosowanych w nich materiałów. Produkowane urządzenia mają coraz lepszą wydajność przy malejących rozmiarach, są szybsze i pozwalają na uzyskiwanie większych momentów siły.
- Modyfikacjom podlegają materiały magnetyczne, kształty rotorów, a coraz więcej serwonapędów wykonywanych jest w wodoszczelnych obudowach. Producenci sięgają po magnesy neodymowe i starają się tak projektować **serwosilniki**, aby zminimalizować wahania momentu siły.
- Ponadto niekiedy stosuje się także chłodzenie wodą, które umożliwia zwiększenie maksymalnego momentu nawet o połowę w stosunku do momentu nominalnego. Dzięki temu twórcy maszyn mogą tworzyć silne urządzenia z wykorzystaniem niewielkich podzespołów, które wykonują bardzo płynne ruchy nawet przy najniższych prędkościach.

Rozwój serwonapędów

- Rosnące możliwości **serwonapędów** przy ich malejących cenach sprawiają, że stają się one coraz bardziej konkurencyjne w stosunku do klasycznych napędów AC i DC. Możliwość precyzyjnej kontroli wykonywanych ruchów zachęca nabywców, dzięki czemu wartość światowego rynku **serwonapędów** wzrosła ostatnio do około 7 mld dolarów, a one same odpowiadają za dużą część sprzedaży wszystkich systemów kontroli ruchu na świecie. Co prawda **serwonapędy** nadal kojarzone są przez wielu projektantów z urządzeniami drogimi i skomplikowanymi, które na dodatek wymagają specjalistów do instalacji, jednakże te same cele, którymi kiedyś kierowano się, wybierając napędy AC, wskazują obecnie na **serwomechanizmy**.
- Nowoczesne **serwonapędy** to urządzenia proste w instalacji i regulacji, które wcale nie wymagają bardziej złożonych projektów maszyn. Bardzo ważny dla rozwoju omawianych urządzeń jest też spadek cen. Badająca rynek firma IMS podaje, że przez ostatnie 5 lat koszt zakupu i instalacji **serwomechanizmów** spadł o 30%. Wynika to po części z corocznego spadku cen układów elektronicznych, ale także z faktu, że wiele serwonapędów pozbawionych zostało niektórych zaawansowanych funkcji. Nie umniejszyło to możliwości ich zastosowania w prostych aplikacjach, ale pozwoliło obniżyć ceny.
- Poza tym **serwonapędy** charakteryzują się szeregiem zalet w stosunku do klasycznych napędów AC. Pozwalają na bardziej dynamiczną pracę, szybszy rozruch i zatrzymanie, a także charakteryzują się bardziej płynnymi ruchami. Ponadto są one zazwyczaj mniejsze niż napędy AC, co niekiedy jest istotnym czynnikiem decydującym o wyborze danego rozwiązania.