

# Sprzęt FA dla początkujących (serwomechanizmy)

Ta część zawiera ogólne informacje na temat serwomechanizmów dla początkujących.

**Wstęp**

## Cel szkolenia



Jest to szkolenie wprowadzające, pozwalające początkującym na zapoznanie się z serwomechanizmami.

Program szkolenia przedstawiono poniżej.  
Zalecamy rozpoczęcie szkolenia od rozdziału 1.

### **Rozdział 1 – Czym są serwomechanizmy?**





Poznaj podstawowe informacje na temat serwomechanizmów, w tym: roli, zastosowań, zasad działania i budowy.

### **Rozdział 2 – Różnice między przetwornicami a serwomechanizmami**

Poznaj różnice w zastosowaniu, specyfikacjach, budowie i informacje o zastępowaniu przetwornic serwomechanizmami.

### **Test końcowy**

Ocena wymagana do zaliczenia: 60% lub więcej.

Przejdź do następnej strony		Przejdź do następnej strony.
Przejdź do poprzedniej strony		Przejdź do poprzedniej strony.
Przejdź do wybranej strony		Wyświetlony zostanie „Spis treści”, który umożliwia przejście do wybranej strony.
Opuść szkolenie		Opuść szkolenie. Okna takie jak „Treść” i szkolenie zostaną zamknięte.

**Środki bezpieczeństwa**

Przed przystąpieniem do korzystania ze sprzętu zapoznaj się ze środkami bezpieczeństwa znajdującymi się w odpowiednich instrukcjach i przestrzegaj zawartych tam zaleceń.

# Rozdział 1 Czym jest serwomechanizm?

## 1.1 Rola serwomechanizmu

Określenie „serwo” używane jest w sytuacji, gdy obiekty są transportowane do pozycji docelowej lub podążają za ruchomym obiektem.

Słowo „serwo” pochodzi od łacińskiego słowa servos oznaczającego niewolnika oraz „serwomechanizm” (w skrócie „serwo”). Serwomechanizm to system sterowania kontrolujący maszynę według wydanych poleceń.

Serwomechanizm umożliwia sterowanie ustawieniem, prędkością i momentem obrotowym.

Sterowanie pozycją	Sterowanie prędkością	Sterowanie momentem obrotowym
<p>Serwomechanizmy precyzyjnie poruszają obiektami lub zatrzymują je w wybranym miejscu.</p> <p>Serwomechanizmy mogą również pozycjonować obiekty z dokładnością do mikrometrów (<math>\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}</math>) oraz wielokrotnie poruszać/zatrzymywać obiekty.</p>	<p>Serwomechanizmy precyzyjnie reagują na prędkość docelową nawet w przypadku jej zmiany.</p> <p>Serwomechanizmy mogą również minimalizować różnicę między bieżącą prędkością a prędkością docelową w przypadku zmiany obciążenia.</p> <p>Stać praca jest możliwa w szerokim zakresie prędkości.</p>	<p>Serwomechanizmy precyzyjnie kontrolują moment obrotowy nawet w przypadku zmiany obciążenia.</p> <p>*Moment obrotowy to siła, która wytwarza ruch obrotowy.</p>

Przy dużych prędkościach i wysokiej precyzji działania serwomechanizmy wysyłają informacje zwrotne w celu stałego kontrolowania poprawnej pracy.

Ważne jest precyzyjne sterowanie i minimalizowanie różnic między sygnałem polecenia a sygnałem zwrotnym.

Definicja „serwomechanizmu” według Japońskiej Normy Przemysłowej (JIS):

System sterowania obiektami według ustalonej pozycji docelowej, orientacji, ustawienia i innych czynników.

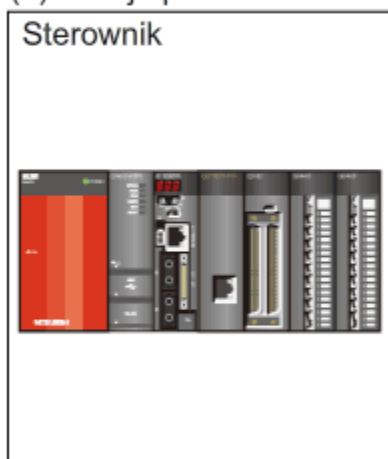
Serwomechanizmy dzielą się na systemy i sekcje przedstawione poniżej.

Sekcja poleceń	Ta sekcja wysyła sygnały poleceń.
Sekcja sterowników	Ta sekcja porusza silnikiem i innymi częściami zgodnie z poleceniami.
Sekcja napędu i wykrywania	Ta sekcja napędza sterowaną maszynę i odczytuje jej stan.

Większość mechanizmów wykorzystuje układy hydrauliczne lub pneumatyczne. Ze względu na łatwą konserwację w ostatnich latach często stosuje się również układy elektryczne. Serwomechanizm AC jest często używanym silnikiem elektrycznym w systemach automatyzacji produkcji wymagających precyzji.

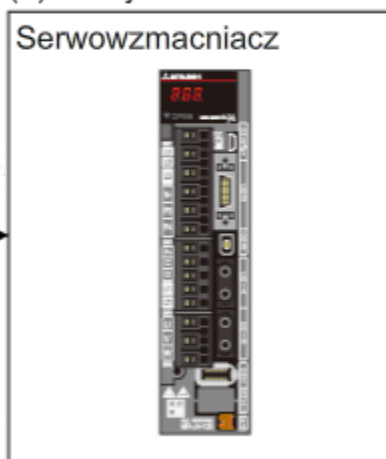
Serwomotory wyposażone są w enkodery, które wykrywają kąt obrotu, prędkość i kierunek. Silniki wysyłają te informacje do serwowzmacniacza (sekcja sterowania) jako sygnały zwrotne.

### (1) Sekcja poleceń



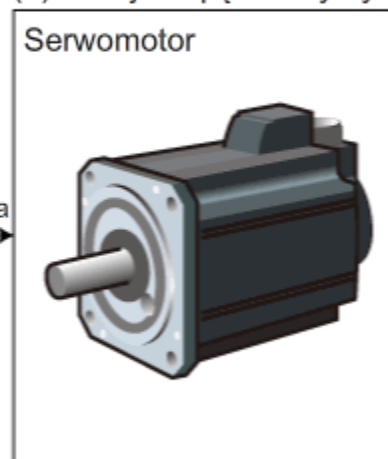
Sygnały poleceń

### (2) Sekcja sterowników



Źródło zasilania

### (3) Sekcja napędu i wykrywania



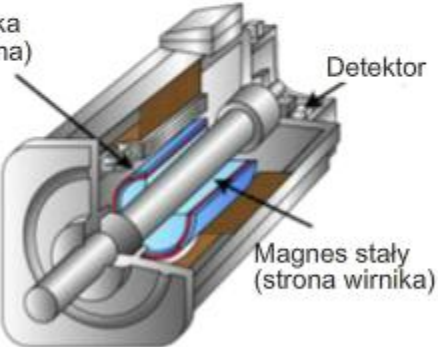
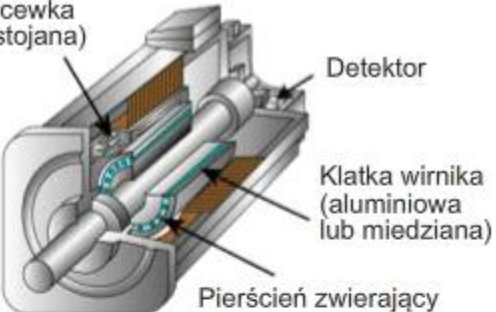
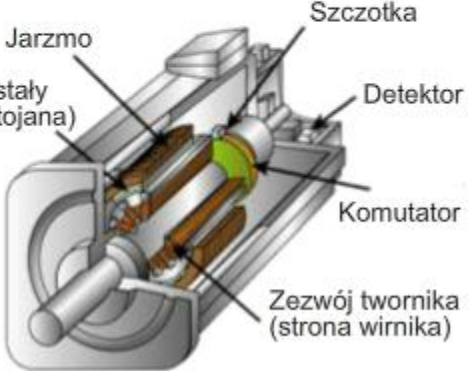
Informacje zwrotne (sygnał zwrotny)

### Typy serwomotorów

Dostępne są trzy typy serwomotorów: Serwomotory AC serii SM (synchroniczne), serwomotory AC serii IM (indukcyjne) oraz serwomotory DC. W przypadku urządzeń i systemów FA, serwomotory AC serii SM są najczęściej stosowane przy niskich lub średnich wydajnościach.

Bezobsługowe	Serwomotory DC wymagają kontroli i konserwacji szczotek komutatora.
Odporność na czynniki zewnętrzne	Serwomotory DC nie mogą być wykorzystane w zastosowaniach wymagających sterylnego otoczenia, gdyż wytwarzają dużą ilość pyłu.
Działanie po odcięciu źródła zasilania	Serwomotory AC serii IM nie generują energii elektrycznej gdyż nie posiadają magnesów stałych.



Typy	Budowa	Cechy	
		Zalety	Wady
Serwomotory AC serii SM (synchroniczne)	 <p>Główna cewka (strona stojana)</p> <p>Detektor</p> <p>Magnes stały (strona wirnika)</p>	<p>Bezobsługowe.</p> <p>Wysoka odporność na czynniki zewnętrzne.</p> <p>Wysoki moment obrotowy.</p> <p>Podczas odcięcia zasilania może generować energię wykorzystywaną do podtrzymania układu sterowania i bezpiecznego hamowania.</p> <p>Kompaktowa budowa i niska masa.</p> <p>Wysoka moc.</p>	<p>Odrobinę bardziej skomplikowana obsługa za pomocą serwowzmacniacza w porównaniu z serwomotorami DC.</p> <p>Pomiędzy serwomotorem a serwowzmacniaczem wymagana jest odpowiedź 1:1.</p> <p>Może nastąpić rozmagnesowanie.</p>
Serwomotory AC serii IM (indukcyjne)	 <p>Główna cewka (strona stojana)</p> <p>Detektor</p> <p>Klatka wirnika (alumiuniowa lub miedziana)</p> <p>Pierścień zwierający</p>	<p>Bezobsługowe.</p> <p>Wysoka odporność na czynniki zewnętrzne.</p> <p>Duża prędkość i moment obrotowy.</p> <p>Wysoka efektywność przy wysokiej prędkości.</p> <p>Solidna struktura.</p>	<p>Niska efektywność przy niskiej prędkości.</p> <p>Bardziej skomplikowana obsługa za pomocą serwowzmacniacza w porównaniu z serwomotorami DC.</p> <p>Brak działania po odcięciu źródła zasilania.</p> <p>Zmiana charakterystyki w zależności od temperatury.</p>
Serwomotor DC	 <p>Jarzmo</p> <p>Szczotka</p> <p>Magnes stały (strona stojana)</p> <p>Detektor</p> <p>Komutator</p> <p>Zewzów twornika (strona wirnika)</p>	<p>Łatwiejsze sterowanie za pomocą serwowzmacniacza.</p> <p>Podczas odcięcia zasilania może generować energię wykorzystywaną do podtrzymania układu sterowania i bezpiecznego hamowania.</p> <p>Niska cena przy niskiej wydajności.</p> <p>Wysoka moc.</p>	<p>Wymaga konserwacji i okresowej kontroli części wokół prostownika.</p> <p>Nie może być wykorzystany w zastosowaniach wymagających sterylnej otoczenia, gdyż wytwarza dużą ilość pyłu.</p> <p>Nie używany przy wysokich momentach obrotowych ze względu na szczotki.</p> <p>Może nastąpić rozmagnesowanie.</p>

[Rodzaje enkoderów]

<Enkodery inkrementalne i absolutne>

Serwomotory wykorzystują enkodery absolutne, które nie wymagają rozpoczynania działania od nowa po odcięciu zasilania.

Enkodery absolutne wyposażone są w detektor pozycji wykrywający pozycję podczas obrotów oraz detektor wieloobrotowy, który mierzy liczbę obrotów.

Dane detektora są zabezpieczone dodatkowym akumulatorem, aby uniknąć ich utraty podczas braku zasilania.

Ogólnie rzecz ujmując, optyczne enkodery są wykorzystywane, gdy wymagana jest wysoka rozdzielczość i kompaktowa konstrukcja. Jednak magnetyczne enkodery mogą być wykorzystane, jeśli wymagana jest szczególna odporność na czynniki zewnętrzne. (wysoka odporność na zabrudzenia itp.)

Najważniejsze informacje o enkoderach optycznych znajdują się na schemacie poniżej.

Niektóre enkodery osiągają wysoką rozdzielczość (1 milion impulsów/obr.) poprawiając wykrywanie.

## Porównanie enkoderów (ogólne)

Kryterium	Koder przyrostowy	Koder absolutny
Sygnał wyjściowy	Wysyłanie wartości narastającej. Impuls jest wysyłany zgodnie ze zmianami kąta obrotu.	Wysyłanie wartości absolutnej. Wysyłana jest absolutna wartość kąta obrotu.
Reakcja podczas braku zasilania	Wymaga powrotu do początku po przywróceniu zasilania.	Nie wymaga powrotu do początku po przywróceniu zasilania.
Cena	Przy niskiej cenie ich budowa jest stosunkowo prosta.	Przy wysokiej cenie ich budowa jest stosunkowo złożona.
Budowa	<p>Element odbierający światło</p> <p>Otwór A Otwór B Dioda emitująca światło (LED)</p> <p>Otwór sygnału zerowego Otwór stojana</p> <p>Dysk obrotowy</p>	<p>Element odbierający światło Otwór sygnału zerowego Dioda emitująca światło (LED)</p> <p>Dysk obrotowy</p>
Dodatkowe informacje	Enkodery przyrostowe wyposażone w wiele otworów optycznych na obrotowym dysku zamieniają współrzędne otworu na sygnały elektryczne poprzez wykrywanie światła padającego przez te otwory za pomocą fotodiody.	Enkodery absolutne stale wykrywają pozycję osi silnika (są zamontowane na osi silnika). Enkoder nie wymaga powrotu do początku po przywróceniu zasilania, gdyż nie wymaga podania liczby impulsów.

Serwomechanizmy znajdują wiele zastosowań dzięki swojej wszechstronności.

Serwomechanizmy wykorzystywane są w codziennym życiu, w urządzeniach takich jak napędy DVD i dyski twarde komputerów, podajniki papieru w kserokopiarkach i podajniki taśmy w kamerach cyfrowych. Serwomechanizmy wykorzystywane są również w zastosowaniach przemysłowych, takich jak mechanizmy sterowania w lotnictwie, czy napędzanie teleskopów astronomicznych.

Wybrane przykłady serwomechanizmów AC używanych w dziedzinie FA przedstawiono jest poniżej.

Serwomechanizmy AC w latach 80. były najczęściej stosowanymi napędami o zmiennej prędkości w urządzeniach sterowania numerycznego (NC) i robotach.

W latach 90. zaczęły znaleźć kolejne zastosowania dzięki poszerzeniu rynku i zmianie układów hydraulicznych na elektryczne.

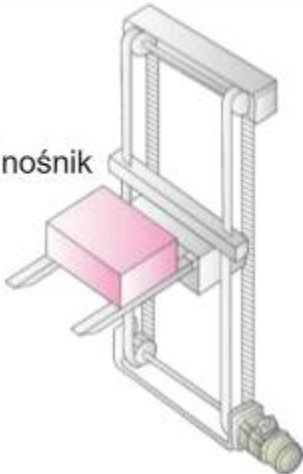
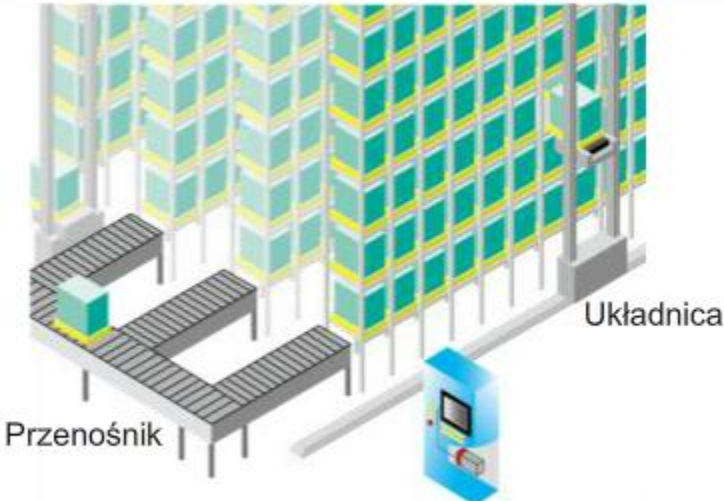
W ostatnich latach, dzięki rozwojowi technologii informacyjnej (IT), w tym komunikacji komórkowej, serwomechanizmy stosowane są między innymi przy produkcji półprzewodników, montażu elementów elektronicznych i wyświetlaczy ciekłokrystalicznych (LCD).

1. Transport
2. Maszyny nawijające
3. Artykuły spożywcze
4. Półprzewodniki
5. Wtryskarki
6. Montaż elementów elektronicznych



### Sterowanie transportem

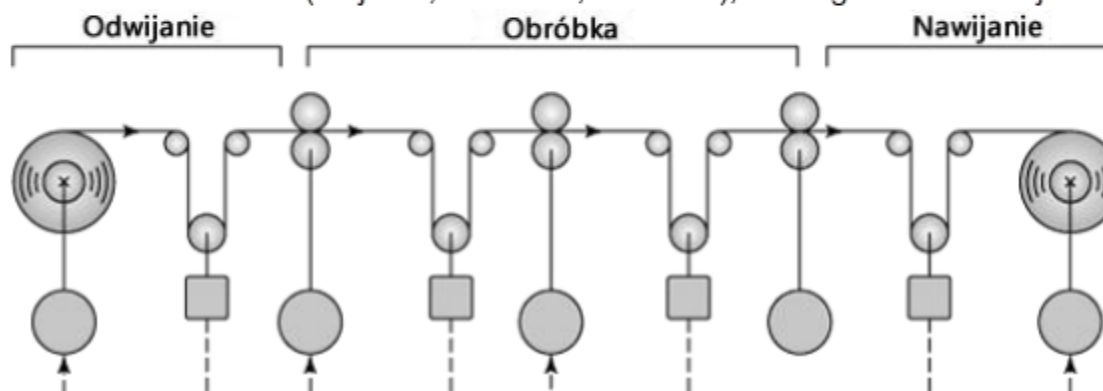
Urządzenia transportowe są niezbędne w wielu gałęziach przemysłu, który staje się coraz bardziej złożony i zautomatyzowany. Wybrane przykłady wykorzystywania serwomechanizmów przedstawiono poniżej.

Maszyna transportowa (pionowa)	Zautomatyzowane systemy kompletacji zamówień
<p>Serwomechanizmy zwiększają prędkość działania maszyny i poprawiają jej wydajność. Obiekty zatrzymują się dokładnie w ustalonej pozycji. Serwomotor wyposażony w układ hamulców magnetycznych jest wykorzystywany do zapobiegania spadaniu obiektów po odcięciu zasilania.</p>	<p>Serwomechanizmy AC są często wykorzystywane w urządzeniach wyszukujących i transportujących, spełniając wymagania dotyczące prędkości zautomatyzowanych magazynów poprzez zautomatyzowane systemy kompletacji zamówień. Wykorzystanie serwomotorów AC umożliwia płynne zmiany regulowanej prędkości i szybkie działanie. Logistyczne zarządzanie obiektami jest znacząco usprawnione w trakcie całego procesu, od nabycia materiałów do dostarczenia gotowych produktów, dzięki zastosowaniu zautomatyzowanego systemu kompletacji zamówień i systemu zarządzania łańcuchem dostaw (SCM).</p>
<p>Podnośnik</p> 	 <p>Przenośnik</p> <p>Układnica</p>

### Maszyny nawijające

Maszyna nawijająca nawija długie arkusze materiału, jak np. papier czy folia. Materiał nazywany jest również „wstęgą”. Proces nawijania składa się z trzech kroków: rozwijanie materiału, obróbka materiału i nawijanie materiału na rolkę. Metoda obróbki może różnić się w zależności od zastosowania (krajarka, laminator, drukarka), lecz ogólna budowa jest taka sama.

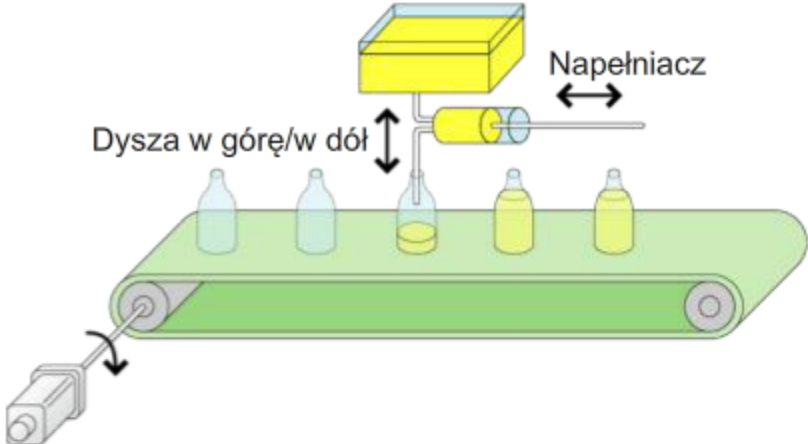
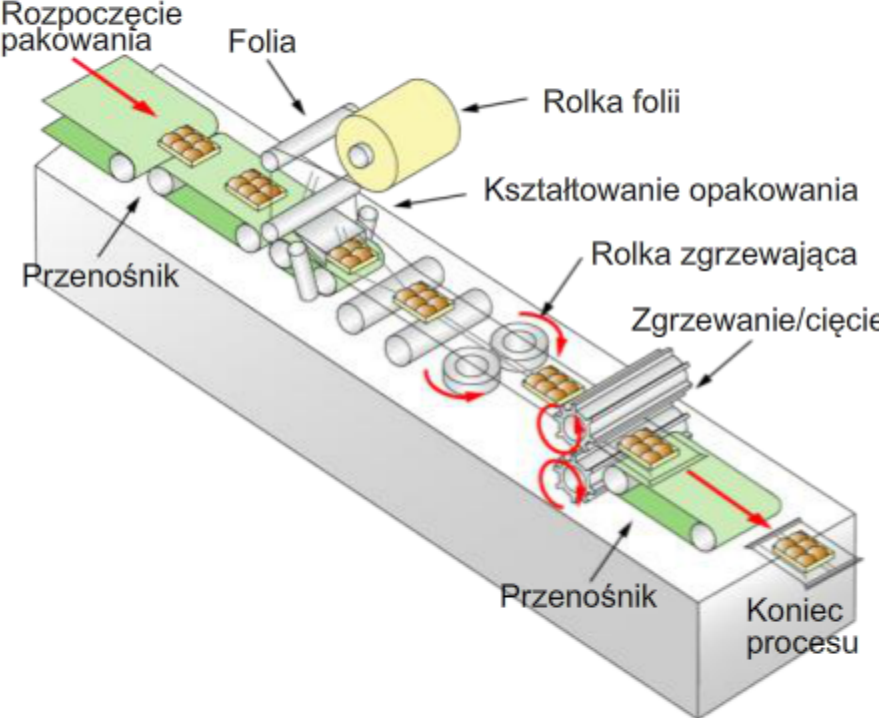
Schemat typowego mechanizmu:



Krajarka	Laminator
<p>Krajarka to maszyna, która wycina otwory w elementach umieszczonych na rolce nawijarki. Naprężenie materiału jest kontrolowane, aby zapewnić prawidłowe cięcie.</p>	<p>Laminator to urządzenie, które dopasowuje i łączy ze sobą warstwy folii. Naprężenie jest kontrolowane, aby zapewnić odpowiedni nacisk na folię. Maszyny do powlekania, drukarki i inne tego typu maszyny posiadają podobne mechanizmy.</p>

### Artykuły spożywcze

Wzrosły wymagania dotyczące jakości i bezpiecznego przetwarzania żywności, dlatego serwomechanizmy wykorzystywane są w wielu branżach, również do obróbki artykułów spożywczych.

Linia maszyny napełniającej	Linia maszyny pakującej
	
<p>Maszyna napełniająca z dużą prędkością napełnia butelki o różnych kształtach i rozmiarach różnego rodzaju płynami. Proces napełniania jest kontrolowany tak, aby butelki były szybko napełniane odpowiednio do swojego rozmiaru bez powstawania pęcherzyków powietrza.</p>	<p>Serwomechanizmy zapewniają odpowiednie i szczelne pakowanie artykułów spożywczych w higieniczny sposób. Istotne jest, aby odciąć ilość folii odpowiednią dla każdego pakowanego produktu.</p>

### Półprzewodniki

Produkcja półprzewodników jest zazwyczaj wykonywana na poziomie submikronowym.

Z tego powodu wymaga niezwykle precyzyjnej pracy i czystego otoczenia.

Układy serwomechanizmów są często stosowane, gdyż spełniają powyższe warunki.

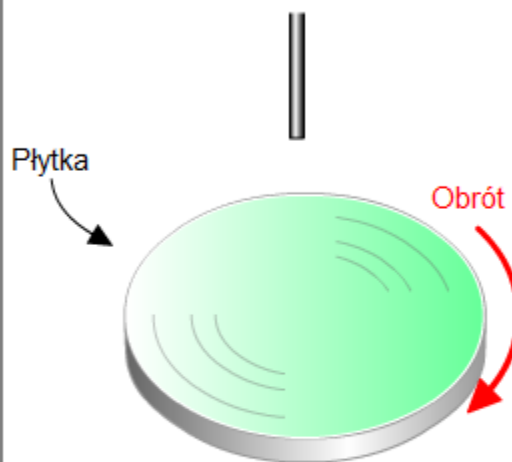
Technologia półprzewodników stale się rozwija, zwiększając jeszcze bardziej zapotrzebowanie na zaawansowane serwomechanizmy.



## Powlekanie obrotowe

Produkcja obwodów półprzewodnikowych korzysta z zasad fotograficznych. Maszyny do powlekania obrotowego nakładają warstwę ochronną na płytki półprzewodnikowe. Maszyny te wykorzystują siłę odśrodkową do dokładnego pokrycia całej powierzchni płytki warstwą ochronną.

Jeśli płytka obraca się zbyt szybko, warstwa ochronna może się na niej nie utrzymać. Analogicznie, jeśli płytka obraca się zbyt wolno, nie zostanie równomiernie pokryta warstwą ochronną.

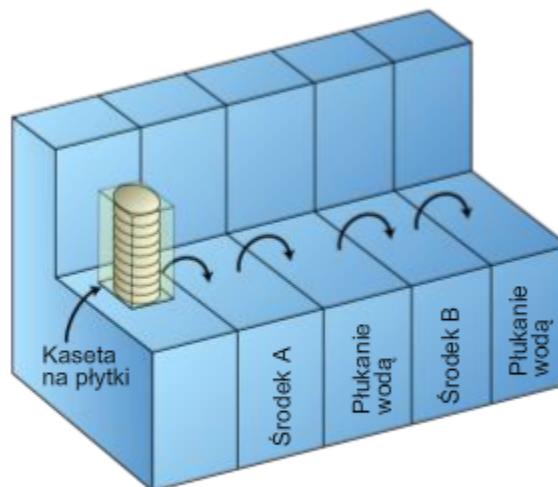


## Oczyszczanie płytek

W produkcji półprzewodników wykorzystywane są zasady fotograficzne. Cały proces produkcji wymaga kilkukrotnego przeprowadzenia czynności czyszczących.

Płytki są zanurzone w roztworach chemicznych i wodzie (czystej), aby rozpuścić, zneutralizować i zmyć wszelkie zanieczyszczenia, po czym następuje ich suszenie.

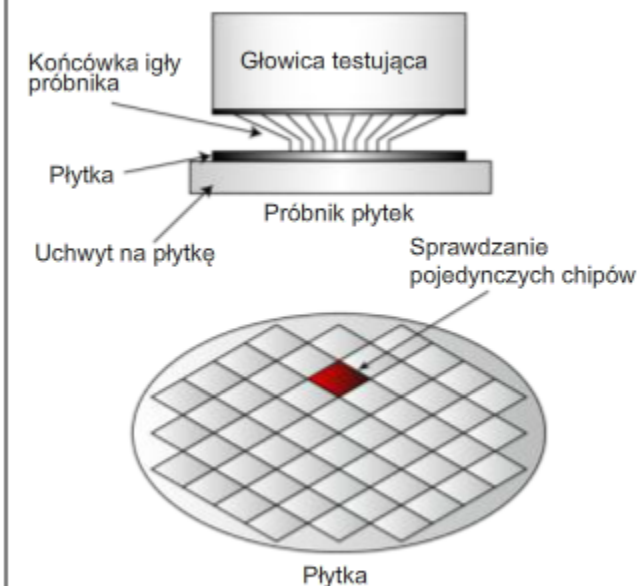
Płytki są oczyszczane partiami poprzez zanurzenie kasety z płytkami w roztworze, lub pojedynczo.



## Próbnik płytek

Wiele chipów LSI jest produkowanych z jednej płytki, a każdy z nich przed montażem jest sprawdzany za pomocą próbnika płytek.

Jako że igła jest umieszczana bezpośrednio na powierzchni płytki, pozycjonowanie musi być precyzyjne. Ten krok musi zostać wykonany z dużą prędkością.

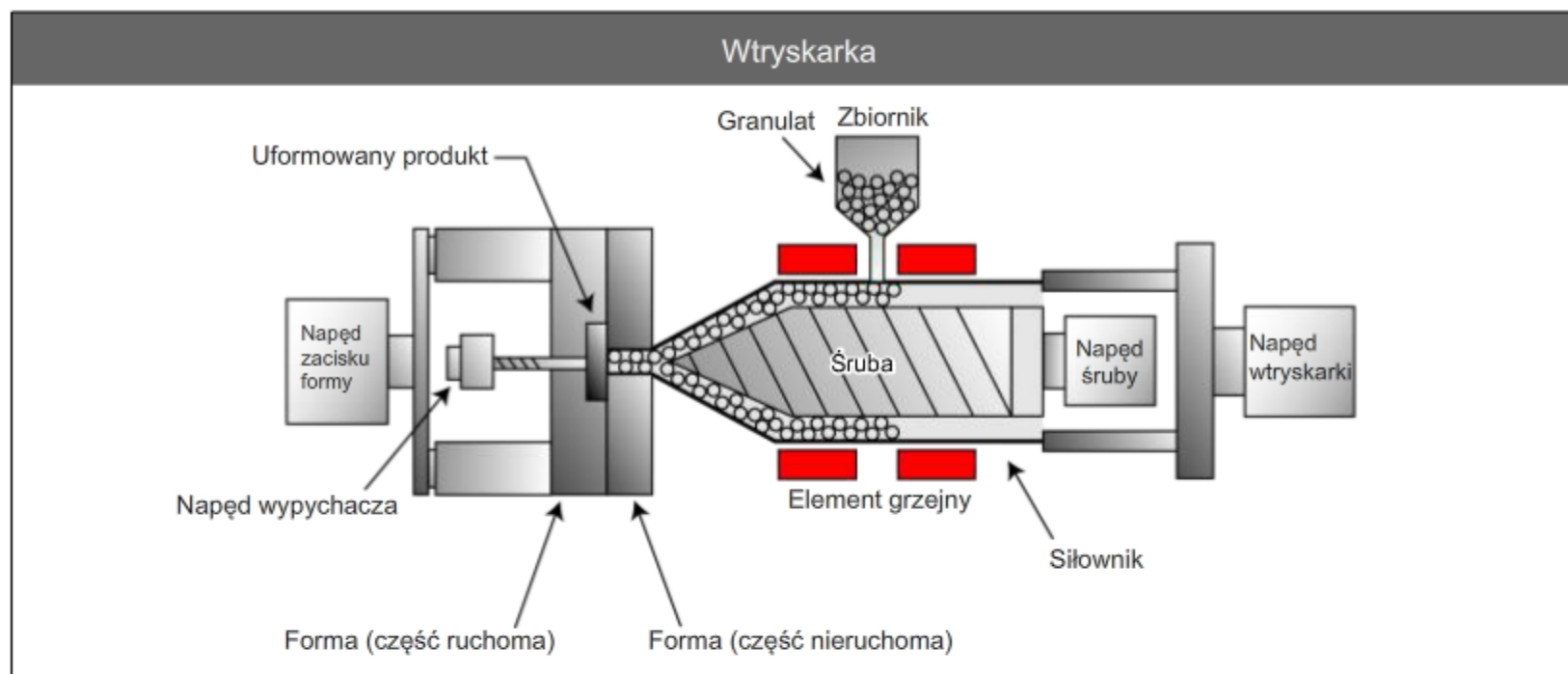


## Wtryskarki

Wtryskarka to urządzenie do produkcji elementów z tworzywa sztucznego.

Tworzywo sztuczne jest nagrzewane i roztapiane, a następnie wtryskiwane do formy, gdzie powstają gotowe elementy.

Typowe wtryskarki korzystają ze sterowania hydraulicznego, lecz coraz więcej modeli wyposażonych jest w układy serwomechanizmów AC w celu oszczędzania energii.



Tworzywa sztuczne i granulaty są roztapiane przez element grzejny w pobliżu osi śruby w siłowniku, a następnie wtryskiwane do formy.

Po utwardzeniu materiału uformowany element jest wypychany z formy przez sworzeń wypychacza.

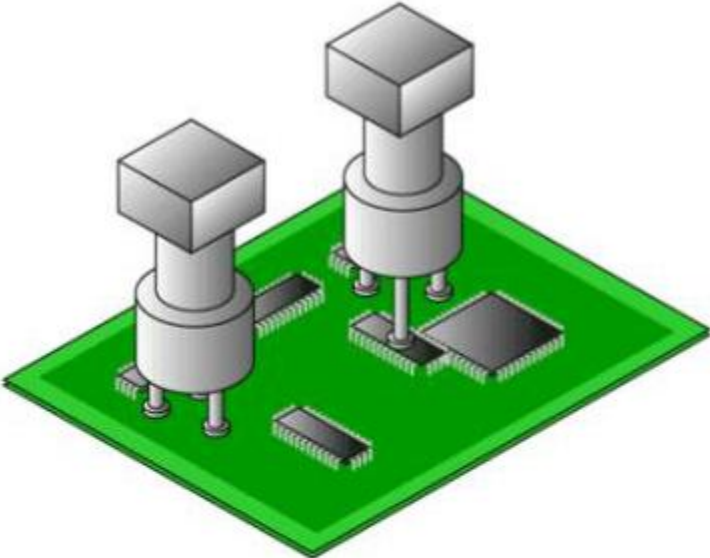
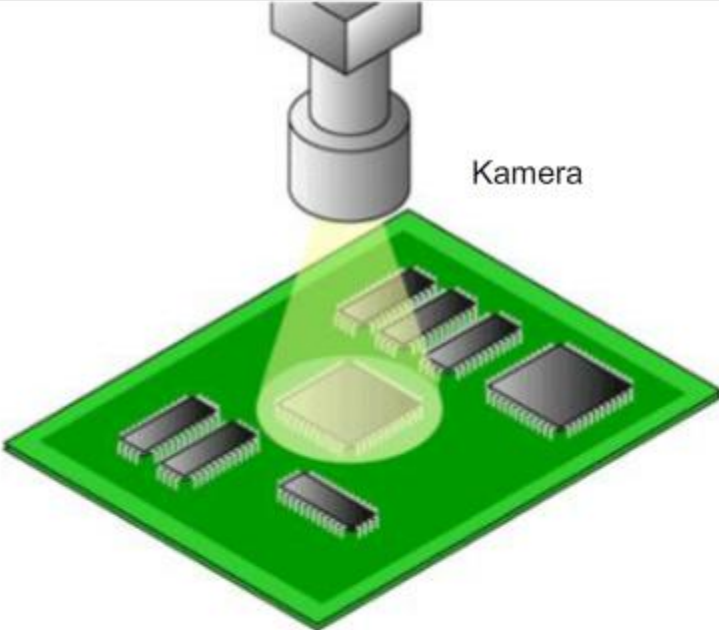
Siła zaciskowa formy jest bardzo duża. Niektóre zastosowania wymagają siły przekraczającej 3000 ton.

### Montaż elementów elektronicznych

Maszyny montujące to urządzenia, które montują elementy elektroniczne, jak np. chipy LSI na płytki drukowane, dlatego wymagana jest duża prędkość i precyzja.

Zaawansowana technologia montażowa wykorzystywana jest w szczególności do produkcji przerzutników bistabilnych (chipy półprzewodnikowe montowane bezpośrednio na płycie drukowanej), rozmieszczania chipów i powiązanych technologii.

Detektory stały się niezbędne do zautomatyzowanego montowania płytek drukowanych z dużą prędkością w celu zwiększenia wydajności.

Maszyna montująca	Podstawowe czynności sprawdzające
	

Elementy elektroniczne (chipy LSI, rezystory, kondensatory itp.) są montowane na płycie drukowanej (PCB). Proces ten wymaga precyzyjnego pozycjonowania i dużej prędkości.

Prawidłowy montaż elementów elektronicznych (chipy IC, rezystory, kondensatory itp.) jest sprawdzany. W niektórych przypadkach sprawdzana może być również płytka drukowana.

Główną cechą układów serwomechanizmów jest porównywanie wartości polecenia z wartością bieżącą i minimalizowanie różnicy za pomocą sterowania zwrotnego.

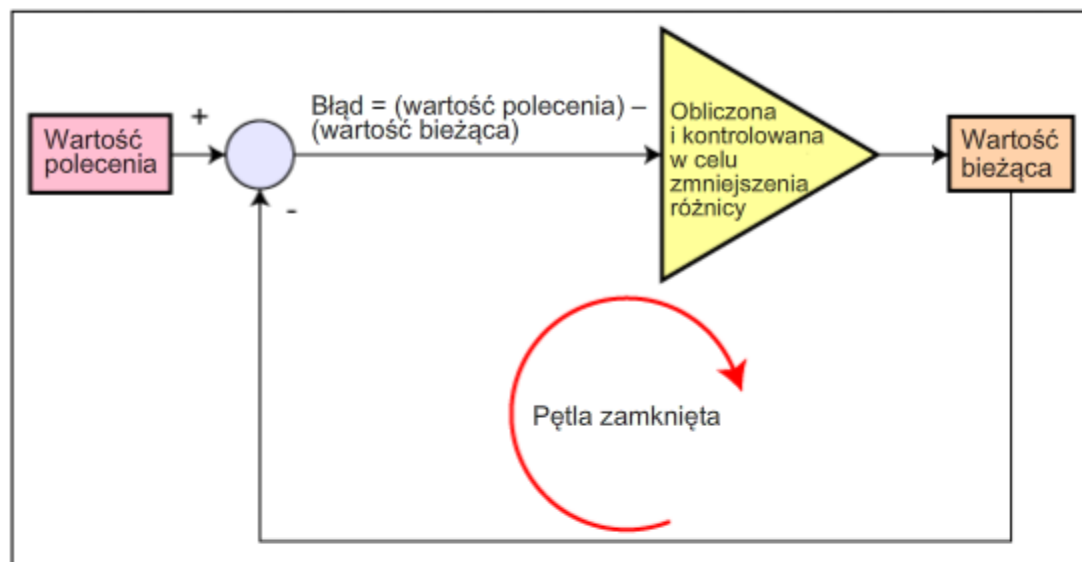
Sterowanie zwrotne jest przesyłane do (sterowanej) maszyny, aby wypełniać polecenia w sposób możliwie najdokładniejszy. Jeśli dojdzie do odchylenia, metoda sterowania zostanie zmieniona, a sygnał zwrotny zostanie powtórzony.

Pętla, która zmienia się następująco: „błąd → wartość bieżąca → błąd” nazywana jest pętlą zamkniętą, ponieważ się zamyka.

Analogicznie, układ niekorzystający z sygnałów zwrotnych jest pętlą otwartą.



Cykl nie polega na „wykonywaniu poleceń BEZ informacji zwrotnych”. Precyzyjne sterowanie jest osiągnięte poprzez powtarzanie w celu skorygowania i zminimalizowania błędu.



Układy serwomechanizmów oferują trzy różne tryby poleceń podane poniżej. Tryb jest wybierany na podstawie wartości poleceń.

- (1) Tryb sterowania pozycją                      (2) Tryb sterowania prędkością                      (3) Tryb sterowania momentem obrotowym

Niektóre serwomechanizmy pozwalają na zmianę trybu nawet podczas pracy.

Np.:

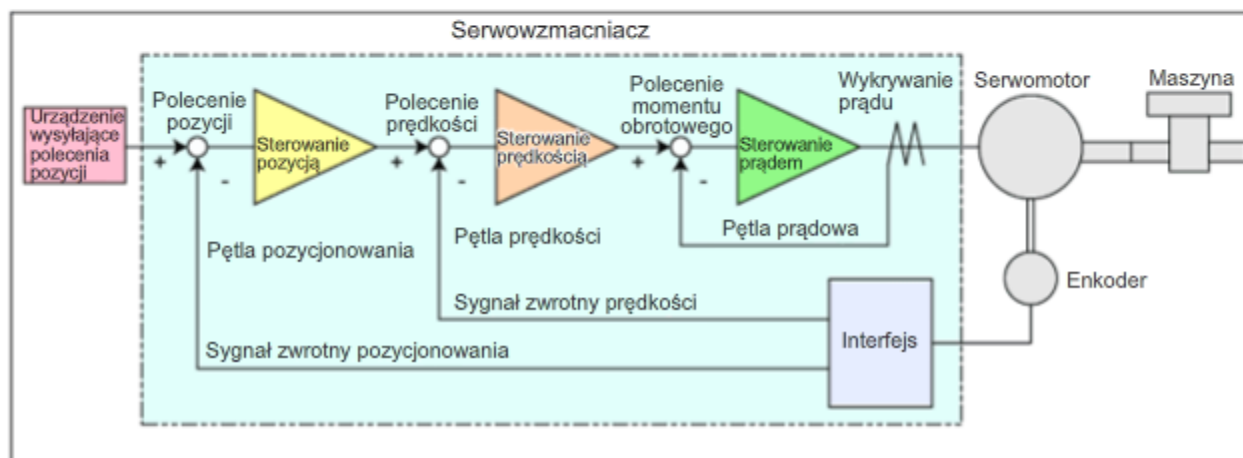
Przełączanie z trybu sterowania prędkością na tryb sterowania momentem obrotowym	Maszyna pracuje ze stałą prędkością (tryb sterowania prędkością), gdy rozpoczyna się nawijanie materiału na rolkę. Następnie maszyna przełącza się na sterowanie momentem obrotowym, aby upewnić się, że materiał jest nawijany ze stałym naprężeniem.
--	--

W ostatnich latach sterowanie ruchem jest stosowane coraz częściej. Ten rodzaj sterowania jest odpowiedni w przypadku korzystania ze sterownika do kontrolowania wielu osi jednocześnie.



### Pętla sterowania serwomechanizmami

Zapoznaj się z przepływem sygnałów w serwomechanizmie. Serwomechanizm jest zbudowany w przedstawiony poniżej sposób.



W układach serwomechanizmów AC koder zamontowany na serwowymotorze. Sygnał zwrotny jest wysyłany do serwowzmacniacza, aby upewnić się, że maszyna wykonuje wydane polecenia.

Dane trzech różnych pętli podanych poniżej są wysyłane w sygnale zwrotnym.

Pętla pozycjonowania	Ta pętla steruje pozycjonowaniem, używając sygnałów zwrotnych pozycjonowania wysyłanych przez impulsy enkodera.
Pętla prędkości	Ta pętla steruje prędkością, używając sygnałów zwrotnych prędkości wysyłanych przez impulsy enkodera.
Pętla prądowa	Ta pętla steruje momentem obrotowym, używając sygnałów zwrotnych prądu na podstawie odczytu prądu serwowzmacniacza.

W każdej pętli sygnały są kontrolowane w taki sposób, aby różnica pomiędzy sygnałem polecenia a sygnałem zwrotnym wynosiła zero.

Prędkości reakcji pętli podane są poniżej w kolejności od najwolniejszej do najszybszej.

(Pętla pozycjonowania) < (Pętla prędkości) < (Pętla prądowa)

Rodzaj pętli wykorzystanej w każdym z trybów sterowania podany jest poniżej.

Tryb sterowania	Pętla
Tryb sterowania pozycją	Pętla pozycjonowania, pętla prędkości, pętla prądowa
Tryb sterowania prędkością	Pętla prędkości, pętla prądowa
Tryb sterowania momentem obrotowym	Pętla prądowa (sterowanie prędkością jest jednak wymagane podczas pracy bez obciążenia)

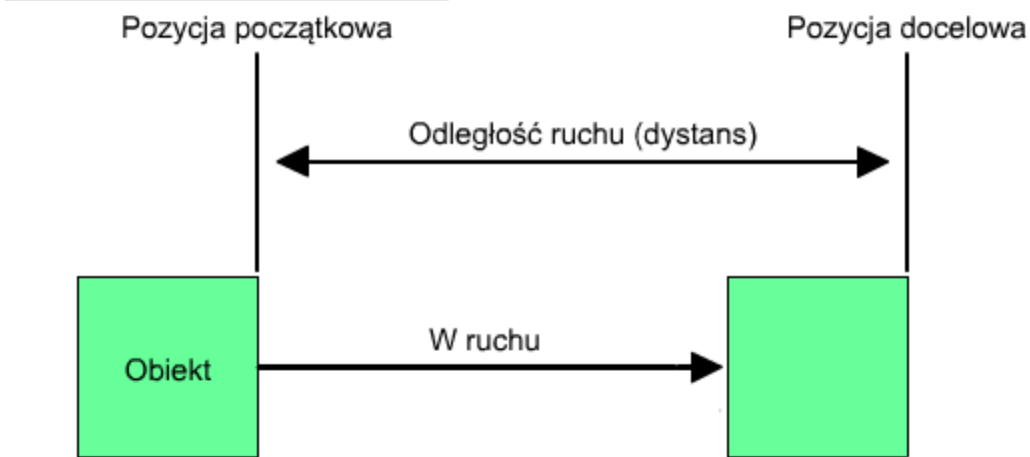
[Tryb sterowania pozycją]

(a) Pozycja celu w sterowaniu pozycją

W systemach automatyzacji fabryki „proces pozycjonowania” polega na poruszaniu obiektami, takich jak obrabiane elementy czy narzędzia (wiertła, ostrza) z optymalną prędkością i zatrzymywania ich w ustalonej pozycji z wysoką dokładnością. Ten rodzaj sterowania nazywany jest sterowaniem pozycją.

Większość układów serwomechanizmów może być wykorzystana do sterowania pozycją.

Start (naciśnij ten przycisk)



Pozycjonowanie Przemieszczanie obiektu z pozycji początkowej i zatrzymanie go dokładnie w pozycji końcowej.

Dokładność zatrzymania w punkcie zatrzymania określana jest jako dokładność zatrzymywania.

W sterowaniu pozycją wymagane jest dokładne i stałe monitorowanie prędkości silnika, dlatego używany jest koder odczytujący warunek prędkości silnika.

Dodatkowo w celu wykonywania poleceń z dużą prędkością, serwomotory wykorzystują wyspecjalizowane kodery zaprojektowane do zwiększania generowanego momentu obrotowego, części mocy silnika i zmniejszania bezwładności silnika.



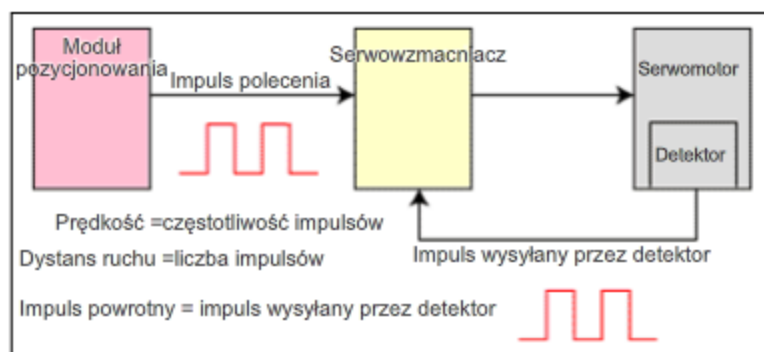
[Tryb sterowania pozycją]

(b) Podstawy sterowania pozycją

Podstawowe sterowanie pozycją w układzie serwomechanizmów związane jest z poniższymi elementami.

- Przemieszczenie maszyny jest proporcjonalna do całkowitej liczby impulsów poleceń.
- Prędkość maszyny jest proporcjonalna do prędkości sekwencji impulsów poleceń (częstotliwości impulsów).
- Pozycjonowanie kończy się w końcowym zakresie impulsów, plus/minus jeden impuls, a pozycja jest utrzymywana do otrzymania kolejnego polecenia.

(Funkcja serwoblokady)



Stopień precyzji pozycji układu serwomechanizmów jest określana na podstawie poniższych wartości.

- Przemieszczenie układu mechanicznego na obrót serwowymotoru
- Liczba wysłanych przez koder impulsów na obrót serwowymotoru
- Błędy takie jak luz układu mechanicznego

[Tryb sterowania prędkością]

Funkcja sterowania prędkością w układzie serwomechanizmów umożliwia maszynom pracę w szerokim zakresie precyzyjnie określonych prędkości bez większych wahań.

(a) Funkcja płynnego startu/zatrzymania



Prędkość przyspieszenia (zmiana prędkości), po stronie rosnącej/opadającej, może być ustawiona w taki sposób, aby zapobiegać wstrząsom maszyny podczas przyspieszania/zwalniania.

(b) Szeroki zakres sterowania prędkością

Prędkość może być sterowana w szerokim zakresie, od bardzo niskich do wysokich prędkości. (Od około 1:1000 do 1:5000) Charakterystyka znamionowego momentu obrotowego mieści się w zakresie sterowania prędkością.

(c) Niewielkie wahania prędkości

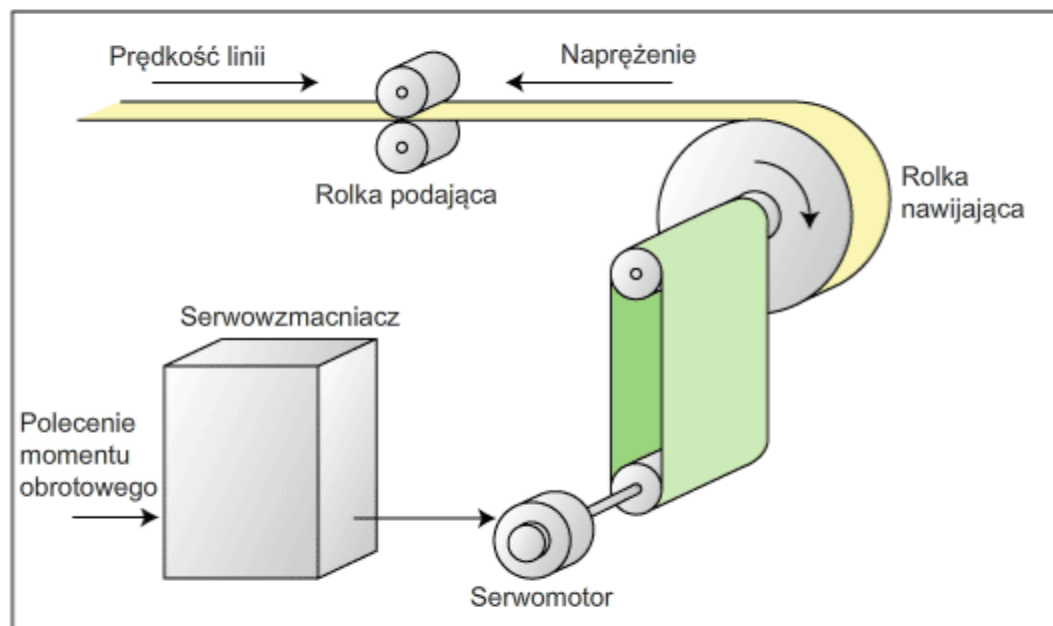
Maszyny mogą pracować z niewielkimi wahaniami prędkości podczas zmiany obciążenia.

[Tryb sterowania momentem obrotowym]

Wysyła docelowy moment obrotowy maszyny poprzez sterowanie napięciem serwowym w sterowaniu momentem obrotowym.

<Przykład nawijarki>

- (a) Ponieważ moment obrotowy obciążenia rośnie wraz ze wzrostem promienia rolki nawijającej, moment obrotowy wysłany z serwowym jest sterowany w taki sposób, aby utrzymać stałe napięcie.



- (b) Należy pamiętać o ustawieniu wartości granicznej prędkości, ponieważ silnik z niewielkim obciążeniem będzie obracał się z bardzo dużą prędkością, np. gdy materiał zostanie nagle przerwany.

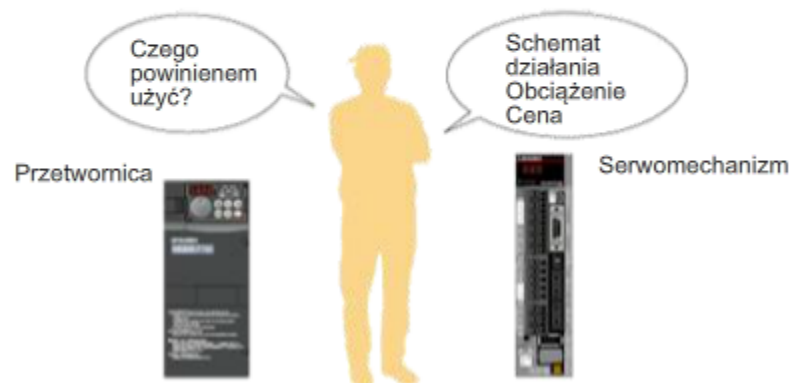


## Rozdział 2 Jakie są różnice pomiędzy przetwornicami a serwomechanizmami?

### 2.1 Różnice w zastosowaniach i specyfikacji

Przetwornice i serwomechanizmy o uniwersalnym zastosowaniu zasadniczo różnią się przeznaczeniem i funkcjami.

Wybór zależy od czynników takich jak schemat działania, obciążenie oraz cena.

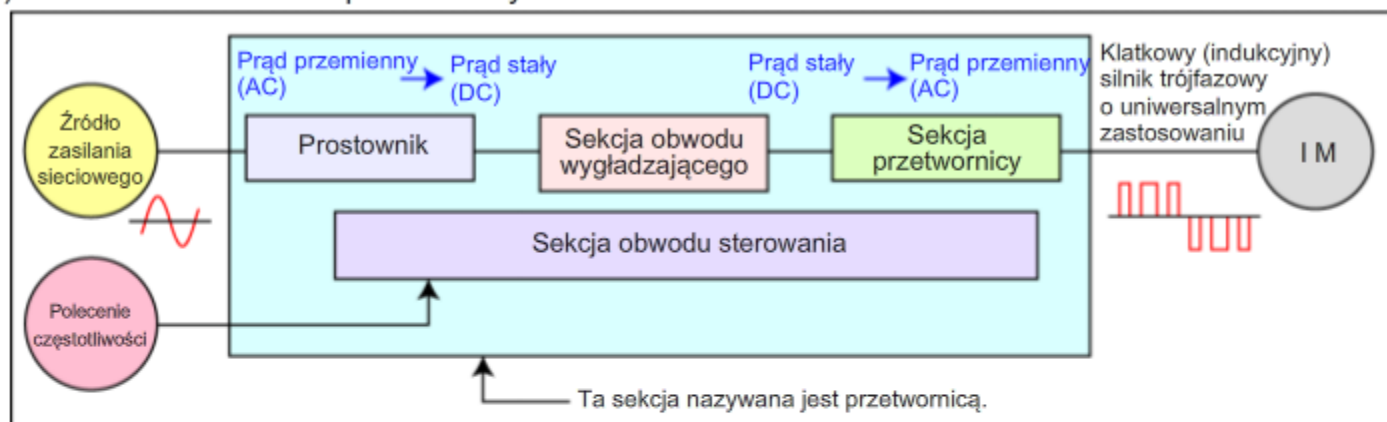


Porównanie	Przetwornica (o uniwersalnym zastosowaniu)	Serwomechanizm (o uniwersalnym zastosowaniu)
Zastosowania w sterowaniu	Używane do sterowania w warunkach umiarkowanych i normalnych.	Używane w zastosowaniach wymagających czasowego sterowania z dużą prędkością i precyzją.
Tryb sterowania	Używane głównie w trybie sterowania prędkością.	Używane w trybach sterowania pozycją, prędkością lub momentem obrotowym.
Silnik	Użyty jest silnik o uniwersalnym zastosowaniu (indukcyjny).	Wybór dostosowany/ograniczony przez serwowzmacniacz.
Praca z wieloma silnikami	Wiele silników może być napędzanych z wykorzystaniem pojedynczej przetwornicy.	Zasadniczo jeden serwowzmacniacz jest używany do napędzania jednego silnika.
Cena	(Stosunkowo) niska cena	(Stosunkowo) wysoka cena
Responsywność (im wyższa, tym lepsza)	Niska responsywność. Około 100 rad/s.	Wysoka responsywność. Od około 200 rad/s do 15000 rad/s.
Precyzja zatrzymywania	Do około 100 $\mu\text{m}$ .	Możliwa do około 1 $\mu\text{m}$ .
Częstotliwość uruchamiania/zatrzymywania (liczba możliwych uruchomień/zatrzymań maszyny)	Około 20 min lub mniej.	Od około 20 min do 600 min.
Stopień wahań prędkości	Duże wahania. Duży wpływ obciążenia i innych czynników, gdyż niedostępne są sygnały zwrotne prędkości.	Niskie wahania. Dzięki sygnałom zwrotnym prędkości możliwe jest niwelowanie wahań wywołanych zmianą obciążenia lub innymi czynnikami.
Zakres stałej pracy (stała praca przy 100% obciążeniu)	Wąski zakres. Około 1:10 rad/s.	Szeroki zakres. Od około 1:1000 rad/s do 1:5000 rad/s.
Maksymalny moment obrotowy (znamionowy moment obrotowy)	Około 150%.	Około 300%.
Moc	Od około 100 W do 300 kW.	Od około 10 W do 60 kW.

Podstawowa struktura dzieli się na dwie części: obwód główny, który przetwarza energię elektryczną. Obwód sterowania, który wydaje polecenia w celu określenia sposobu przetwarzania.

Obwód główny	Pod względem struktury przetwornicy i serwomechanizmy są niemal identyczne. Jedną różnicą jest wykorzystanie hamulca dynamicznego w serwomechanizmach. Hamulec dynamiczny absorbuje energię bezwładności wytwarzaną przez serwomotor i wyhamowuje serwomotor.
Obwód sterowania	W porównaniu z przetwornicami serwomechanizmy posiadają dość skomplikowaną budowę. Spowodowane jest to faktem, że serwomechanizmy wymagają elementów do wysyłania złożonych informacji zwrotnych, zmiany trybu sterowania, limitów (prądu, prędkości, momentu obrotowego) i innych działań.

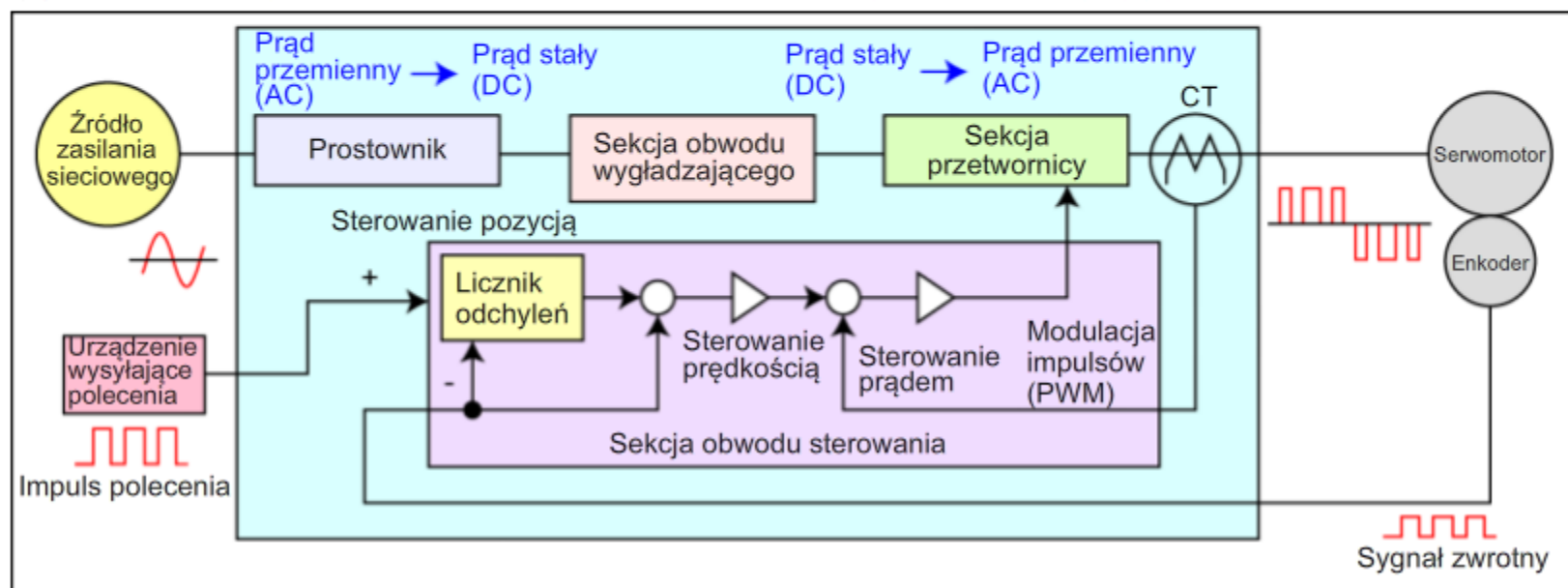
### (1) Podstawowa struktura przetwornicy



Każda z sekcji pracuje w następujący sposób:

- Sekcja konwertera : Przetwarza napięcie przemiennie ze źródła zasilania na napięcie stałe.
- Sekcja obwodu wygładzającego : Wygładza wahania fali prądu stałego.
- Sekcja przetwornicy : Zamienia napięcie stałe na napięcie przemiennie ze zmienną częstotliwością.
- Sekcja obwodu sterowania : Steruje sekcją przetwornicy.

(2) W podstawowej strukturze serwomechanizmu każda z sekcji działa w następujący sposób:



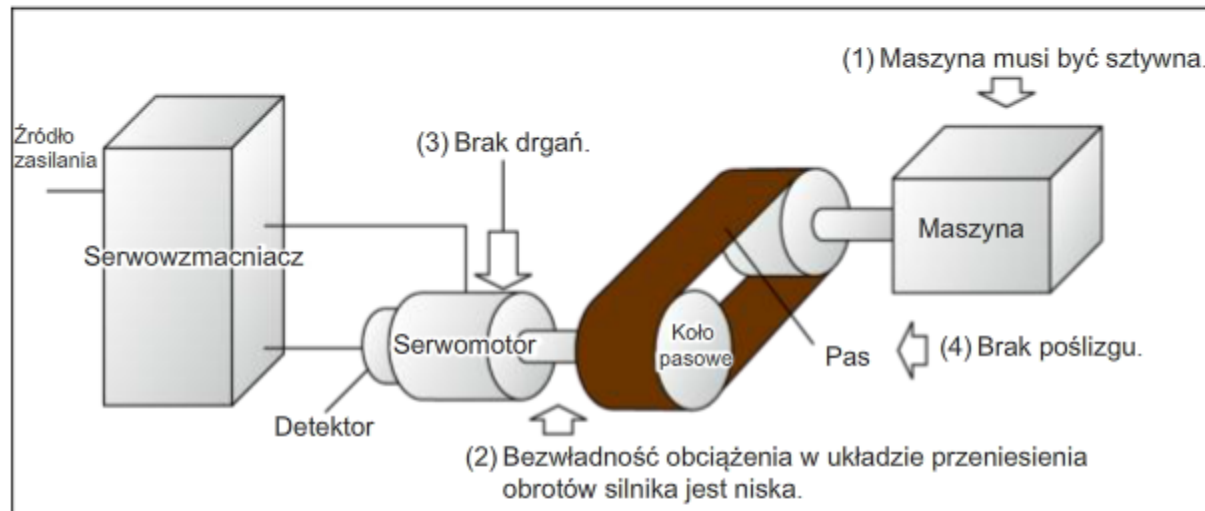
- Sekcja prostownika : Przetwarza napięcie przemiennie ze źródła zasilania sieciowego na napięcie stałe. (Tak samo jak w przetwornicy)
- Sekcja obwodu wygładzającego : Wygładza wahania fali prądu stałego. (Tak samo jak w przetwornicy)
- Sekcja przetwornicy : Zamienia napięcie stałe na napięcie przemiennie ze zmienną częstotliwością. Jedną różnicą jest wykorzystanie hamulca dynamicznego w serwomechanizmach.
- Sekcja obwodu sterowania : Steruje sekcją przetwornicy.  
W porównaniu z przetwornicami serwomechanizmy posiadają dość skomplikowaną budowę, gdyż wymagają elementów do wysyłania informacji zwrotnych, zmiany trybu sterowania, limitów (napięcia, prędkości, momentu obrotowego) i innych działań.



Ogólnie rzecz ujmując, serwomechanizmy zapewniają wyższą wydajność od przetwornic.

Z tego powodu zmiana przetwornic na serwomechanizmy nie powinna przyczynić się do jakichkolwiek problemów.

Należy jednak pamiętać o następujących faktach.



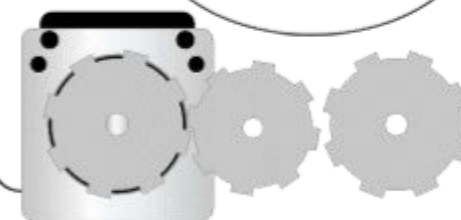
#### (1) Sztywność maszyny

Serwomechanizm posiada dwukrotnie większy moment obrotowy niż przetwornica.

Jeśli struktura maszyny nie jest wystarczająco mocna, drgania mogą wystąpić podczas przyspieszania/zwalniania (zjawisko kołysania), ponieważ serwomechanizm otrzymuje wysyłane przez detektor sygnały zwrotne.

W takim wypadku niezbędne są środki zapobiegawcze, takie jak wzmocnienie konstrukcji maszyny lub obniżenie wzmocnienia (czułości sterowania) układu serwomechanizmów.

Serwowzmacniacz Mitsubishi posiada funkcję filtrowania w pętli sterowania. Funkcja filtrowania automatycznie dostosowuje i obniża wzmocnienie serwomechanizmu, aby zmniejszyć drgania przy częstotliwościach, które wywołują drgania maszyny (częstotliwości rezonansowe).



Jeśli układ mechaniczny nie jest wystarczająco sztywny, nie możesz wykorzystywać pełnej mocy!



## (2) Bezwładność obciążenia w układzie przeniesienia obrotów silnika

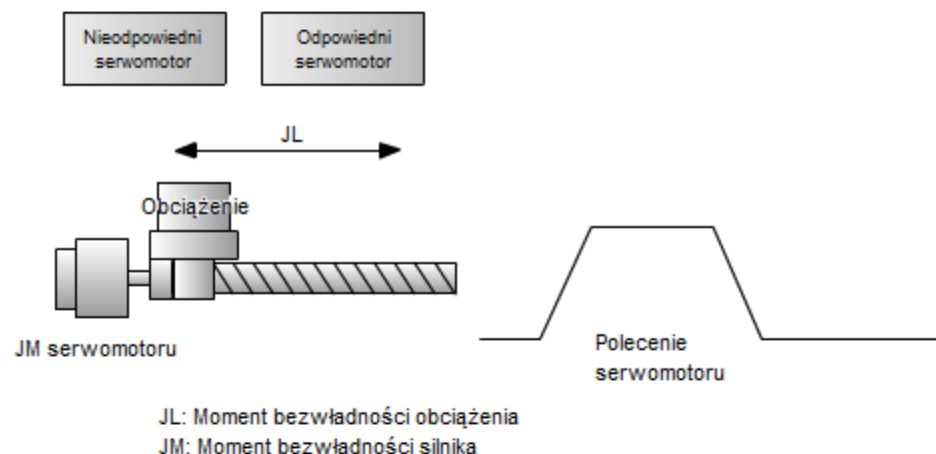
Moment bezwładności obciążenia ma większy wpływ na serwomechanizmy niż na przetwornice.

Jeśli moment bezwładności obciążenia jest zbyt wysoki w porównaniu do momentu bezwładności silnika, obciążenie wpływa na oś silnika, przez co sterowanie staje się niestabilne.

Istotne jest, aby dobrać odpowiednią wydajność serwomechanizmu do obciążenia układu mechanicznego.

Dla utrzymania stabilności należy dopilnować, aby wartość momentu bezwładności obciążenia (układ przeniesienia obrotów silnika) była niższa od zalecanego stosunku bezwładności obciążenia do bezwładności silnika.

↓ **Naciśnij poniższy przycisk.** ↓



## (3) Drgania osi silnika

Jeśli sekcja silnika zaczyna drgać, może to wpłynąć na obracający się wał silnika.

Serwomotory z wbudowanymi detektorami wymagają dodatkowych zabezpieczeń zmniejszających drgania.

## (4) Poślizg mechanizmu reduktora prędkości

Mechanizm reduktora prędkości paska klinowego wymaga zabezpieczeń takich jak pasek zębaty, aby uniknąć poślizgu występującego w sekcji paska.

Po zakończeniu Szkolenia na temat sprzętu FA dla początkujących (serwomechanizmy) możesz podejść do testu końcowego. Jeśli masz wątpliwości związane z którymś tematem, teraz możesz przypomnieć sobie związane z nim informacje.

Test końcowy składa się z 10 pytań (27 elementów).

Liczba prób rozwiązania testu jest nieograniczona.

### Jak zapisać odpowiedzi

Po wybraniu odpowiedzi naciśnij przycisk **Zapisz**. Jeśli tego nie zrobisz, odpowiedzi nie zostaną zapisane. (Pytania pozostaną bez odpowiedzi).

### Wynik testu

Na stronie z wynikami wyświetlona zostanie liczba poprawnych odpowiedzi, liczba pytań, procent poprawnych odpowiedzi i ostateczna ocena.

Poprawne odpowiedzi: 10

Liczba pytań: 10

Wynik procentowy: 100%

Do zaliczenia testu wymagana jest ocena minimum 60%.

Dalej

Sprawdź

- Naciśnij przycisk **Dalej**, aby wyjść z testu.
- Naciśnij przycisk **Sprawdź**, aby sprawdzić test. (Sprawdzenie poprawnych odpowiedzi)
- Naciśnij przycisk **Powtórz**, aby powtórzyć test dowolną liczbę razy.

Serwomechanizm to mechanizm sterujący za pomocą wysyłanych poleceń i stale kontrolujący swoją pracę za pomocą sygnałów zwrotnych, aby zapewnić bezbłędne wykonywanie poleceń.

Wybierz prawidłowe sformułowanie dotyczące funkcji sterowania.

- Sygnały zwrotne są kontrolowane, aby zminimalizować ich liczbę.
- Różnica pomiędzy sygnałami poleceń a sygnałami zwrotnymi jest kontrolowana, aby zminimalizować ich liczbę.
- Sygnały poleceń są kontrolowane, aby zminimalizować ich liczbę.

Wybierz typ serwomotoru używanego najczęściej w urządzeniach automatyzacji produkcji.

- Serwomotor synchroniczny (SM)
- Serwomotor indukcyjny (IM)
- Serwomotor DC

Zapisz

Wstecz

Enkoder absolutny (wykrywanie pozycji absolutnej)

Wypełnij luki w poniższym opisie enkoderów.

Enkodery absolutne, które nie wymagają  po odcięciu zasilania są coraz częściej montowane w serwomotorach.

Kodery absolutne wyposażone są w  wykorzystywany do wykrywania pozycji podczas obrotów i detektor wieloobrotowy, który  obroty.

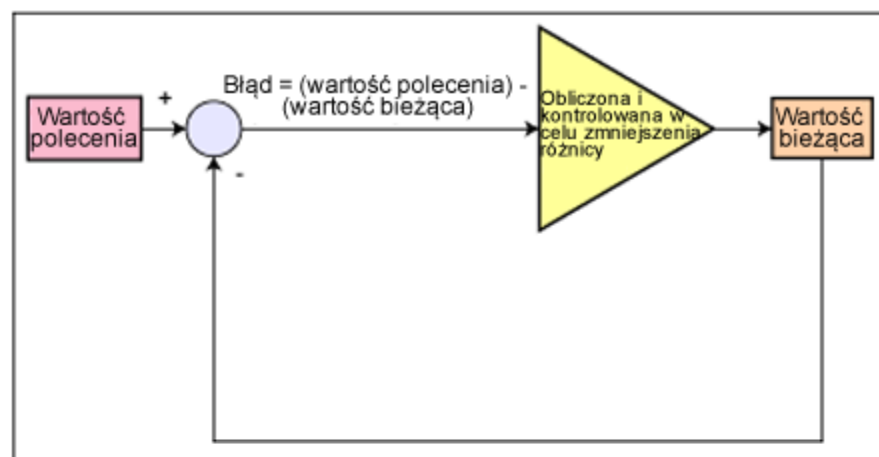
Dane z detektora są zabezpieczone dodatkowym , aby zapobiec ich utracie.

### Zasady sterowania serwomechanizmami

Wypełnij luki w poniższym opisie zasad sterowania serwomechanizmami.

Główną funkcją układu serwomechanizmów jest porównywanie wartości poleceń z  ,  
oraz  różnicy pomiędzy nimi za pomocą  .

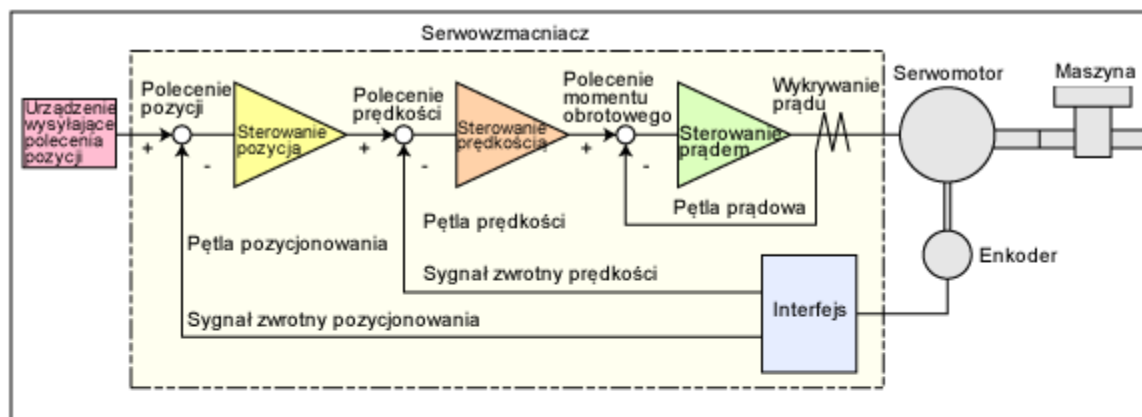
Na podstawie przepływu sygnałów pętla, która zmienia w cyklu: „błąd → wartość bieżąca → błąd” nazywana jest  , ponieważ się  .



## Rodzaje serwomechanizmów i pętli sterowania

Wybierz pętlę sterowania, która odpowiada poniższemu opisowi.

- Pętla sterowania, która wykorzystuje sygnały zwrotne pozycjonowania wysyłane przez koder w formie impulsów.
- Pętla sterowania, która wykorzystuje sygnały zwrotne prędkości wysyłane przez koder w formie impulsów.
- Pętla sterowania, która wykorzystuje sygnały zwrotne prądu wysyłane przez serwowzmacniacz.



### Zasady sterowania pozycją

W sterowaniu pozycją serwomechanizmy wyrównują liczbę impulsów poleceń i impulsów zwrotnych wysyłanych przez koder.

Wypełnij puste pola w poniższych opisach odpowiednimi terminami.

Przemieszczenie maszyny jest proporcjonalne do  .

Prędkość maszyny jest proporcjonalna do  .

Pozycjonowanie jest zakończone, jeśli różnica pomiędzy impulsami poleceń a impulsami zwrotnymi mieści się w zakresie  ,

a  utrzymywana jest dopóty, dopóki nie zostaną odebrane nowe polecenia pozycji.



### Cechy sterowania prędkością serwomechanizmów

Wybierz prawidłowe zdanie na temat sterowania. (Możliwa jest więcej niż jedna poprawna odpowiedź).

- Szeroki zakres sterowania prędkością.
- Wąski zakres sterowania prędkością.
- Niewielkie wahania prędkości.
- Duże wahania prędkości.

### Sterowanie momentem obrotowym serwomechanizmu

Wybierz prawidłowe sformułowanie na temat sterowania momentem obrotowym.

- Sterowanie momentem obrotowym realizowane jest przez sterowanie prądem serwomotoru.
- Sterowanie momentem obrotowym realizowane jest przez sterowanie napięciem serwomotoru.
- Sterowanie momentem obrotowym realizowane jest przez sterowanie prądem wejściowym serwowzmacniacza.

Zapisz

Wstecz

Środki ostrożności związane ze zmianą przetwornicy na serwomechanizm. (sztywność maszyny)

Wypełnij luki w poniższym opisie.

Serwomechanizm posiada  większy moment obrotowy niż przetwornica.

Z tego powodu maszyny o niewystarczająco sztywnej konstrukcji (o niskiej sztywności) są bardziej podatne na

.

W takich przypadkach wzmacnia się konstrukcję maszyny lub  wzmocnienie serwomechanizmu, aby zredukować drgania.

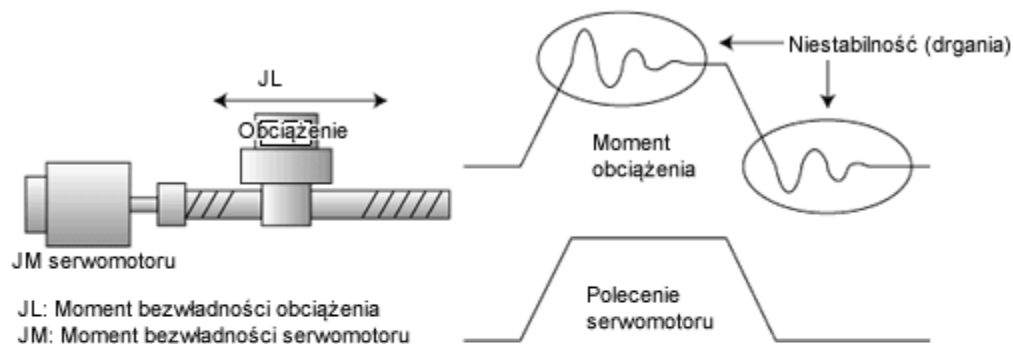
Srodki ostrożności związane ze zmianą przetwornicy na serwomechanizm. (bezwładność obciążenia)

Wypełnij luki w poniższym opisie.

--Select-- momentu bezwładności obciążenia ma większy wpływ na serwomechanizmy niż na przetwornice.

Jeśli moment bezwładności --Select-- jest zbyt wysoki w porównaniu do momentu bezwładności silnika, obciążenie wpływa na oś silnika, przez co sterowanie staje się --Select--.

Dla utrzymania stabilności stosunek momentu bezwładności obciążenia (przeniesienie obrotów silnika) do momentu bezwładności --Select-- musi być niższy od zalecanego stosunku bezwładności obciążenia do bezwładności silnika.



Zapisz

Wstecz

Ukończyłeś/aś test końcowy. Oto Twój wynik.  
Aby zakończyć test końcowy, przejdź do następnej strony.

Poprawne odpowiedzi: 10

Liczba pytań: 10

Wynik procentowy: 100%

Dalej

Sprawdź

**Gratulacje. Zaliczyłeś/aś test.**

Ukończyłeś/aś szkolenie **Sprzęt FA dla początkujących (serwomechanizmy)**.

Dziękujemy za udział w szkoleniu.

Mamy nadzieję, że szkolenie spełniło Twoje oczekiwania i że uzyskałeś/aś informacje przydatne podczas konfigurowania systemów.

Szkolenie możesz powtarzać dowolną liczbę razy.

**Sprawdź**

**Zamknij**