



Equipamentos de FA para iniciantes (Servos)

Esta é uma rápida descrição geral de Servos para iniciantes.

Introdução

Objetivo do curso

Este é um curso introdutório criado para fornecer a iniciantes uma oportunidade de aprender o básico sobre Servos.

Introdução**Estrutura do curso**

Os capítulos deste curso serão apresentados da seguinte forma:
Recomendamos que você inicie pelo Capítulo 1.

Capítulo 1 - O que são servos?

Obtenha conhecimentos básicos sobre servos, incluindo: função, aplicações práticas, princípios e estrutura.

Capítulo 2 - Diferenças entre inversores e servos

Aprenda sobre as diferenças de uso e especificações, comparação de estruturas básicas e substituição de inversores por servos.

Teste Final

Pontuação para aprovação: 60% ou mais.

Introdução**Como utilizar esta ferramenta de e-learning**

Ir para a próxima página		Ir para a próxima página.
Voltar para a página anterior		Voltar para a página anterior.
Mover-se para a página desejada		O "Índice" será exibido, permitindo que você navegue até a página desejada.
Sair do curso		Sair do curso. A janela, como a tela de "Conteúdo", e o curso serão fechados.

Precauções de segurança

Antes de usar o hardware físico, leia as Precauções de segurança nos manuais correspondentes e siga as informações importantes de segurança contidas neles.

Capítulo 1 O que é um servo?

1.1 A função de um servo

A palavra "servo" é utilizada para a situação em que os objetos se movem para a posição desejada ou seguem um objetivo em movimento.

A palavra "servo" vem da palavra latina, servos, que significa escravo, e de "servomecanismo" ("servo" na forma abreviada). O Servo é um sistema que controla máquinas de acordo com comandos emitidos.

O servomecanismo atua o posicionamento, a velocidade, o controle de torque ou combinações desses controles.

Controle de posição	Controle de velocidade	Controle de torque
<p>Os servos movem objetos ou os fazem parar em uma posição definida.</p> <p>Os servos podem posicionar objetos com precisão de submícrons ($\mu\text{m} = 1/1.000 \text{ mm}$), e iniciar/parar objetos repetidas vezes.</p>	<p>Os servos têm alta resposta à velocidade desejada, mesmo quando a velocidade muda.</p> <p>Os servos também podem minimizar a diferença de velocidade da velocidade desejada quando a carga muda.</p> <p>A operação contínua é possível em uma ampla faixa de velocidades.</p>	<p>OS servos controlam o torque com precisão, mesmo quando a carga muda.</p> <p>*Torque é a força que produz a rotação.</p>

1.1

A função de um servo



Para a operação de alta velocidade e alta precisão, os servomecanismos realimentam, verificando sua operação em todos os tempos para seguir as instruções corretamente.

A precisão é importante para controlar e minimizar a diferença entre o sinal de comando e o sinal de realimentação.

Definição de "servomecanismo" pela Japanese Industrial Standard (JIS):

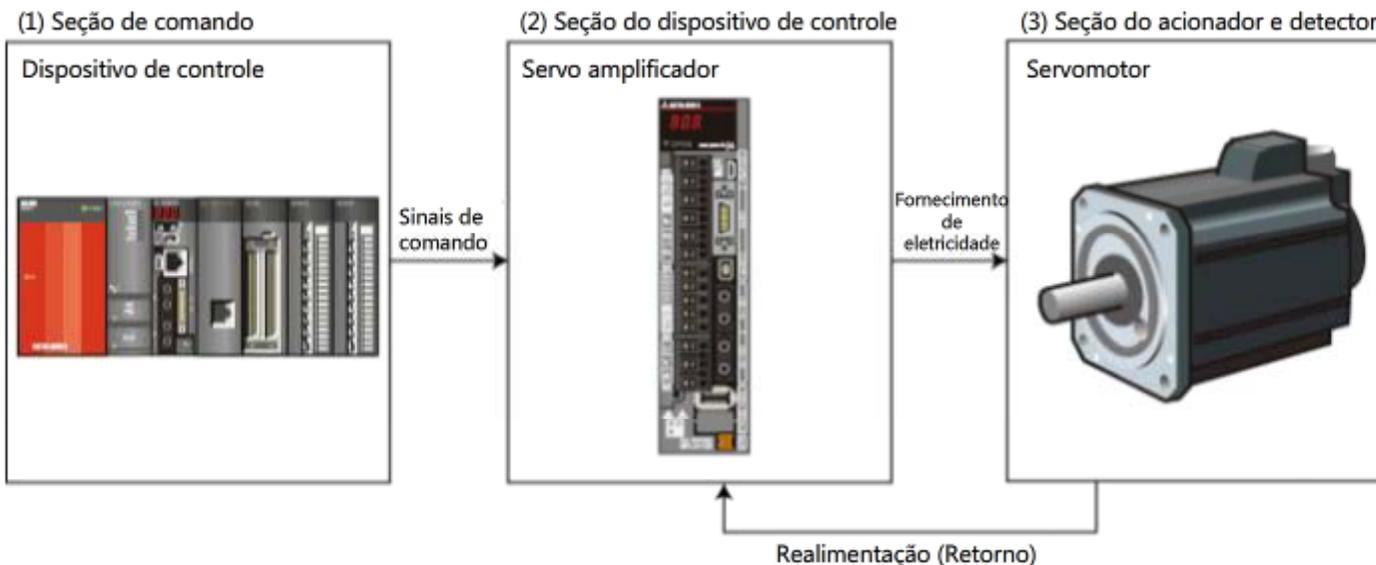
um sistema de controle para controlar objetos conforme acompanham as mudanças de destino usando uma posição, orientação, postura e outros fatores desejados.

Os servomecanismos são estruturados principalmente pelos sistemas e seções listados abaixo.

Seção de comando	Essa seção emite sinais de comando de operação.
Seção do dispositivo de controle	Essa seção move o motor e outras peças, de acordo com os comandos.
Seção do acionador e detector	Esta seção impulsiona o servo controlado e detecta o estado do destino.

A maioria dos mecanismos usam sistemas hidráulicos ou pneumáticos. No entanto, os sistemas elétricos têm sido amplamente utilizados recentemente, devido à sua capacidade de manutenção de alto nível. O servo CA é o motor elétrico usado mais comumente para o controle de FA que exige precisão.

Os servomotores possuem encoders que detectam o ângulo de rotação, a velocidade e a direção. Os motores enviam as informações detectadas ao servo amplificador (seção de controle) como realimentação.



Tipos de servomotores

Em geral, há três tipos de servomotores: Servomotores CA da série SM (síncronos), Servomotores CA da série IM (indução) e Servomotores CC. Nos dispositivos e sistemas de FA, o servo CA da série SM é usado com mais frequência em capacidades baixas ou médias.

Isento de manutenção	Os servomotores CC exigem inspeções e manutenção retificadoras das escovas.
Resistência ao ambiente	Os servomotores CC não podem ser usados em aplicações que requerem ambientes limpos, pois eles geram pó devido à abrasão da escova.
Geração de energia durante apagões	Os servomotores CA da série IM não podem ser utilizados durante apagões, pois eles não têm ímãs permanentes.

1.1

A função de um servo



Tipos	Estrutura	Características	
		Vantagens	Desvantagens
Servomotor CA da série SM (Síncrono)	<p>Bobina primária (lado do estator)</p> <p>Detector</p> <p>Ímã permanente (lado do rotor)</p>	<p>Isento de manutenção. Excelente resistência ao ambiente. Alto torque. Controle de geração de energia durante apagões. Compacto e leve. Alta taxa de potência.</p>	<p>Controle um pouco mais complicado por servo amplificador em comparação aos servomotores CC. Resposta 1:1 é necessária entre o motor e o servo amplificador. Pode ocorrer desmagnetização.</p>
Servomotor CA da série IM (Indução)	<p>Bobina primária (lado do estator)</p> <p>Detector</p> <p>Condutor secundário (alumínio ou cobre)</p> <p>Anel de curto-circuito</p>	<p>Isento de manutenção. Excelente resistência ao ambiente. Alta velocidade e alto torque. Alta eficiência em alta capacidade. Estrutura robusta.</p>	<p>Baixa eficiência em baixa capacidade. Controle mais complicado por servo amplificador em comparação aos servomotores CC. Não apresenta controle de geração de energia durante apagões. Altera características dependendo da temperatura.</p>
Servomotor CC	<p>Garfo</p> <p>Escova</p> <p>Detector</p> <p>Retificador</p> <p>Bobina de armadura (lado do rotor)</p> <p>Ímã permanente (lado do estator)</p>	<p>Controle mais simples por servo amplificador. Geração de energia durante apagões. Baixo preço em baixa capacidade. Alta taxa de potência.</p>	<p>Exige manutenção e inspeção periódica das peças em torno do retificador. Não é usado em aplicações que requerem ambientes limpos, pois geram poeira devido à abrasão da escova. Não é usado com torque elevado, devido às escovas. Pode ocorrer desmagnetização.</p>

[Tipos de Encoder]

<Encoders incrementais e encoders absolutos>

Os servomotores têm adotado cada vez mais encoders absolutos que não necessitam de operação de retorno à origem depois de um apagão.

Os encoders absolutos têm um detector de posição absoluta para detectar a posição em uma rotação e um detector multirrevolução que conta o número de rotações.

Os dados do detector multirrevolução são suportados por uma bateria para evitar que os dados sejam deletados quando ocorrer um apagão.

Em geral, os encoders ópticos são utilizados quando há necessidade de compactação e alta resolução. No entanto, os encoders magnéticos podem ser utilizados em vez dos ópticos, quando a resistência ao ambiente for especialmente necessária. (Alta resistência contra manchas e similares).

Os princípios de um encoder óptico são mostrados no diagrama abaixo.

Alguns encoders atingem resolução elevada (1 milhão de pulsos/rotação), melhorando o método de detecção.

1.1

A função de um servo



Comparação de encoders (Geral)

Item	Encoder incremental	Encoder absoluto
Saída	Saída do valor incremental. Um pulso é produzido de modo correspondente às mudanças no ângulo de rotação.	Saída dos valores absolutos. O valor absoluto do ângulo de rotação é produzido.
Resposta durante apagões	Requer uma operação de retorno à origem no momento da ligação.	Não requer uma operação de retorno à origem no momento da ligação.
Preço	Tem um preço baixo, pois sua estrutura é relativamente simples.	Tem um preço elevado, pois sua estrutura é relativamente complexa.
Estrutura		
Informações complementares	Os encoders incrementais, com vários cortes ópticos sobre um disco giratório, convertem os dados da posição do corte em sinais elétricos, detectando a luz que passa através dos cortes fixos com um fotodiodo.	O encoder absoluto detecta constantemente a posição do eixo do motor (um encoder absoluto é ligado ao eixo motor). O encoder não requer uma operação de retorno à origem ao ligar porque não requer uma contagem de pulsos.

1.2

Exemplos de aplicações do servo



Os servomecanismos são usados em uma variedade extremamente ampla de aplicações em diferentes campos pela sua flexibilidade.

Os servos são aplicados em equipamentos que usamos diariamente, como unidades de DVD e unidades de discos rígidos de computadores, mecanismos de alimentação de papel em máquinas copiadoras e mecanismos de alimentação de fita em câmeras de vídeo digitais. Os servos também são usados em aplicações industriais, como em mecanismos de controle da aviação e condução de telescópios de astronomia.

Alguns exemplos de aplicações de servos AC usados em campos de FA serão ilustrados abaixo.

Os servos CA na década de 1980 assumiram função de destaque em acionamentos de velocidade variável para dispositivos de FA por seu uso nos campos de controle numérico (CN) e robótica.

Na década de 1990, passaram a ser usados em uma variedade maior de aplicações devido à expansão do mercado, mudando do uso de sistemas hidráulicos para os elétricos.

Nos últimos anos, com os avanços na tecnologia da informação (TI) incluindo comunicações celulares, as aplicações dos servos aumentaram drasticamente em campos relacionados, como na fabricação de semicondutores, montagem de componentes eletrônicos e aplicações de cristal líquido (LCD).

1. Aplicações de transporte
2. Aplicações de maquinaria de enrolamento
3. Aplicações de produtos alimentícios
4. Aplicações de semicondutores
5. Aplicações de moldagem por injeção
6. Aplicações de montagem de componentes eletrônicos

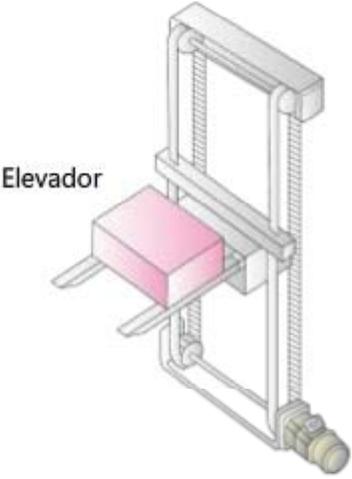
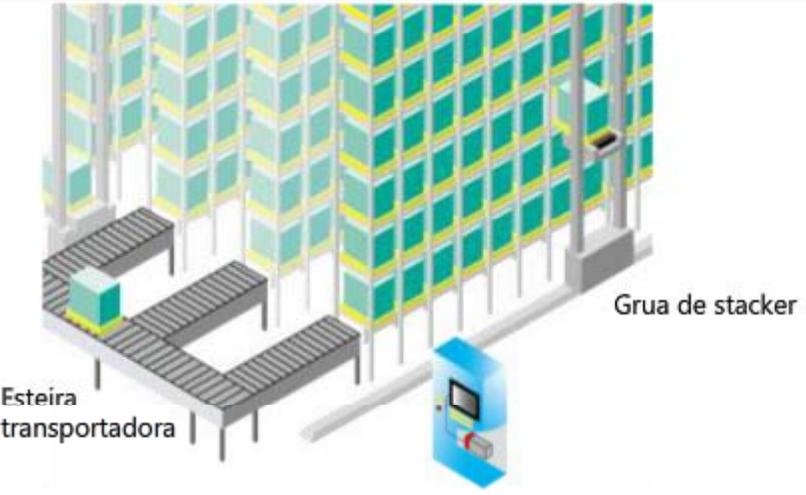
1.2

Exemplos de aplicações do servo

**Controle de transporte**

Dispositivos de transporte são elementos indispensáveis atualmente em muitos campos à medida que as indústrias se tornam cada vez mais sofisticadas e automatizadas.

Alguns exemplos que usam servos nesse campo serão mostrados abaixo.

Máquina de transporte (Vertical)	Sistemas automatizados de separação de pedidos em depósitos
<p>Os servos aumentam a velocidade da máquina e melhoram a eficiência da produção. Os objetos param com precisão na posição definida.</p> <p>Um servomotor que tem um sistema de freio magnético é utilizado para evitar que objetos caiam de máquinas durante apagões.</p>	<p>Os servos CA têm sido usados mais comumente para unidades de separação e transporte, para atender a necessidade de alta velocidade em armazéns com sistemas automatizados de separação.</p> <p>O uso de servomotores CA permite velocidades mais lentas e velocidades ajustáveis com alta velocidade de operação.</p> <p>A eficiência do gerenciamento logístico do inventário inicial aumenta drasticamente ao longo de todo o processo, da aquisição de matérias-primas até a entrega dos produtos finais, com o uso de sistemas automatizados de separação de pedidos em depósitos usados com o gerenciamento da cadeia de suprimentos (SCM - Supply Chain Management).</p>
 <p>Elevador</p>	 <p>Esteira transportadora</p> <p>Grua de stacker</p>

1.2 Exemplos de aplicações do servo

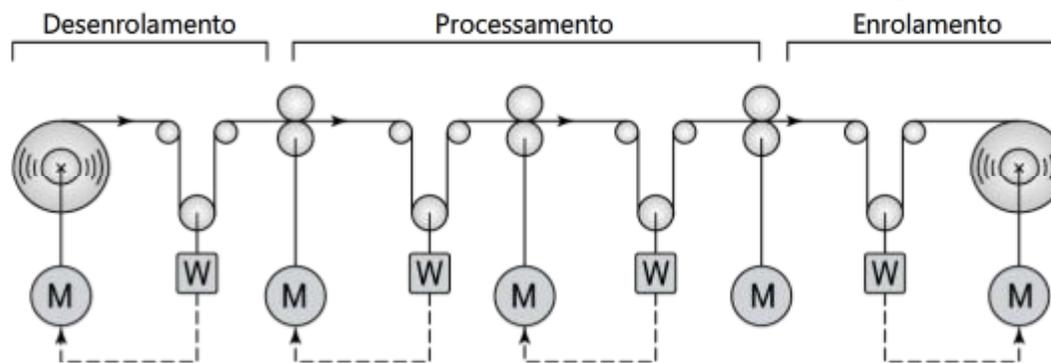
Aplicações de maquinaria de enrolamento

Uma máquina de enrolamento manipula algumas peças longas de materiais como papel ou filme. Essas peças também são chamadas de "bobinas".

As operações de enrolamento têm três etapas principais: o desenrolamento de material, o processamento de material e o enrolamento de material em uma bobina.

O método de transformação pode mudar dependendo da aplicação (slitter, laminador, impressora), mas a estrutura geral é a mesma.

Diagrama de um mecanismo típico:



Slitter	Laminadora
<p>O slitter é uma máquina que faz cortes longitudinais em peças na bobina de enrolamento, o processo final. A tensão é controlada de modo que o dispositivo de corte insira os cortes corretamente.</p>	<p>Um laminador é um dispositivo que dispõe e sela as camadas de filme juntas. A tensão é controlada adequadamente de modo que seja aplicada a quantidade certa de pressão nos filmes. Máquinas de revestimento, impressoras e outros tipos de equipamentos têm mecanismos semelhantes.</p>
<p>Dispositivo de corte</p>	

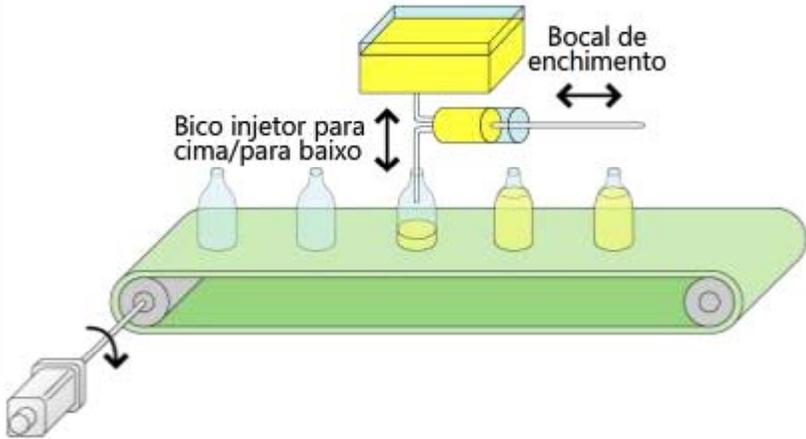
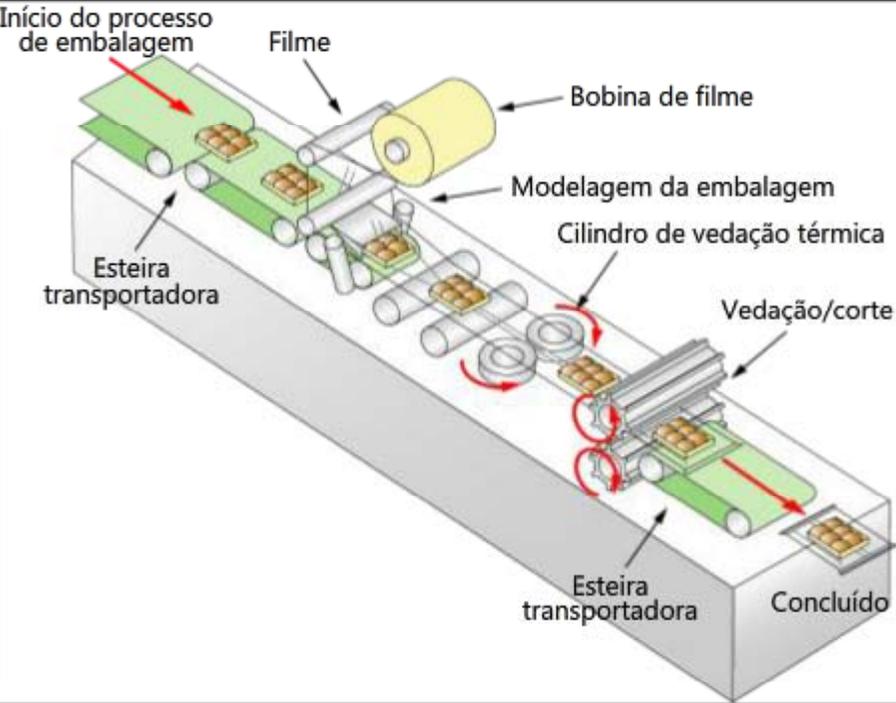
1.2

Exemplos de aplicações do servo



Aplicações de produtos alimentícios

O processamento de alimentos de maior qualidade e mais seguros têm sido cada vez mais necessário e, dessa forma, os servos são frequentemente utilizados como uma solução para muitos campos, também são usados no processamento de alimentos.

Linha de máquinas de enchimento	Linha de máquinas de embalagem
	
<p>A máquina de enchimento enche garrafas de diferentes formas e tamanhos com diferentes tipos de líquidos em alta velocidade.</p> <p>O processo de enchimento é controlado de modo que as garrafas são preenchidas com as quantidades adequadas para o seu tamanho, em alta velocidade, sem a formação de bolhas.</p>	<p>Os servomecanismos asseguram que os produtos alimentícios sejam vedados e embalados com precisão e de maneira higiênica.</p> <p>É importante que a quantidade adequada de filme seja cortada da bobina de acordo com o tamanho de cada produto alimentício.</p>

1.2**Exemplos de aplicações do servo****Aplicações de semicondutores**

Os processos de fabricação de semicondutores geralmente são realizados em nível de submícron.

Por esse motivo, eles exigem precisão de processamento extremamente elevada e ambientes limpos.

Nesse caso, normalmente são usados os sistemas de servo, pois eles podem satisfazer essas condições.

A tecnologia de semicondutores está em constante avanço, o que cria uma necessidade ainda maior de elevar o nível da tecnologia dos servos.

1.2

Exemplos de aplicações do servo



Revestimento por rotação	Limpeza de wafer	Dispositivo de teste de wafer
<p>A fabricação de circuitos semicondutores utiliza os princípios fotográficos. Os dispositivos de revestimento por rotação aplicam uma camada fotorresistente em um wafer de semiconductor.</p> <p>Os dispositivos de revestimento utilizam o princípio da força centrífuga para despejar uma solução resistente sobre o wafer e espalhá-la de maneira fina e uniforme sobre toda a superfície.</p> <p>Se o wafer girar muito rápido, o revestimento pode ir para fora do wafer. De maneira inversa, se o wafer girar muito lentamente, o revestimento pode não se espalhar sobre a superfície de modo uniforme.</p>	<p>Os processos de fabricação de semicondutores usam os princípios fotográficos e exigem a execução de várias etapas de limpeza ao longo do processo de fabricação.</p> <p>Os wafers são imersos em soluções químicas e água (água pura) para dissolver, neutralizar e lavar as impurezas e, em seguida, serem secos. Há um processamento em lote no qual vários wafers são processados juntos em um processamento de cassete e wafer único, em que os wafers são processados individualmente.</p>	<p>Um grande número de chips de LSI é produzido a partir de um único wafer e cada chip é testado usando um dispositivo de teste de wafer antes da montagem.</p> <p>Como uma agulha é colocada diretamente sobre a superfície de um chip, o posicionamento deve ser preciso. Essa etapa deve ser processada em alta velocidade.</p>
<p>Diagram illustrating the coating process by rotation. A wafer is shown being coated with a green layer. The wafer is labeled 'Wafer' and is shown rotating, indicated by a red arrow labeled 'Girando'.</p>	<p>Diagram illustrating the cleaning process. A cassette of wafers is shown moving through a series of processing steps: Cassete do wafer, Solução química A, Lavagem com água, Solução química B, and Lavagem com água.</p>	<p>Diagram illustrating the wafer testing process. A probe needle is shown testing a chip on a wafer. The device is labeled 'Cabeçote de teste', 'Dispositivo de teste de wafer', and 'Estágio do wafer'. The wafer is shown with a grid of chips, and one chip is highlighted in red, labeled 'Testando chips individualmente'.</p>

1.2

Exemplos de aplicações do servo

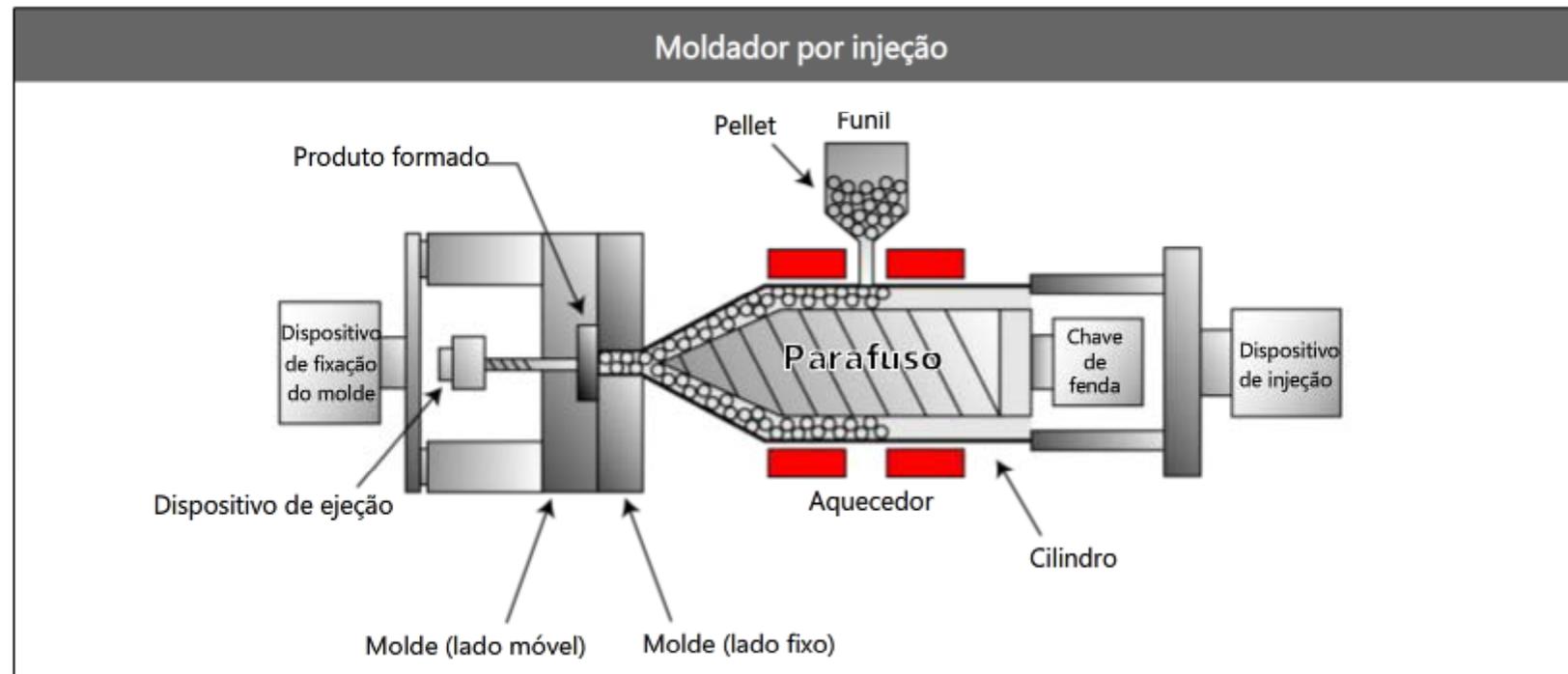


Aplicações de moldagem por injeção

O moldador por injeção é o dispositivo que fabrica peças de plástico.

O material plástico é aquecido e fundido e, em seguida, injetado em um molde para a fabricação das peças.

Os moldadores convencionais utilizam principalmente o controle hidráulico, mas cada vez mais os moldadores atuais têm adotado os sistemas de servo CA para economizar eletricidade.



Os materiais plásticos e pellets são fundidos por aquecedor, próximo à montagem do eixo do cilindro do parafuso, e injetados no molde.

A peça moldada é empurrada para ser extraída do molde por um pino ejetor após o endurecimento do material.

A força de fixação do molde é extremamente alta. Algumas forças de aplicações de peças grandes chegam a exceder 3.000 toneladas.

1.2

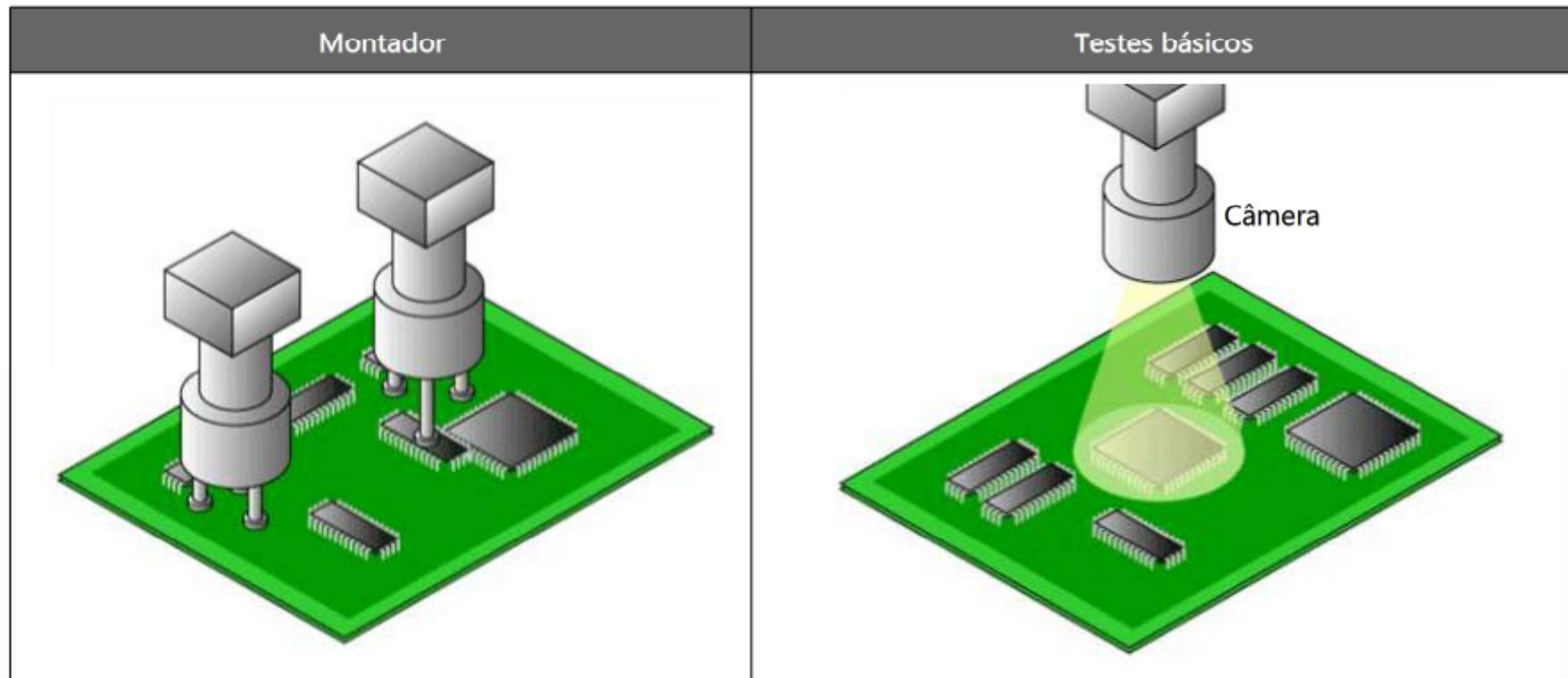
Exemplos de aplicações do servo

**Aplicações de montagem de componentes eletrônicos**

Os montadores são os dispositivos que montam componentes eletrônicos, como chips LSI em placas de circuito, e exigem alta velocidade e alta precisão.

De modo particular, a tecnologia de montagem avançada tem sido necessária recentemente para flip-flops (chips semicondutores montados diretamente sobre uma placa de circuito), empilhamento de chips e tecnologias relacionadas. As unidades detectoras também se tornaram necessárias para montagens de alta velocidade de placas de circuito, automatizadas para melhorar a produtividade.

Os servos CA atendem essas exigências.



Componentes eletrônicos (chips LSI, resistores, capacitores etc.) são montados em placas de circuito impresso (PCB). Esse processo requer posicionamento preciso e alta velocidade.

Componentes eletrônicos (CIs, resistores, capacitores, etc) foram testados se estavam corretamente montados em uma PCB. A PCB em si pode ser testada em alguns casos.

1.3

Princípios e estruturas do servo



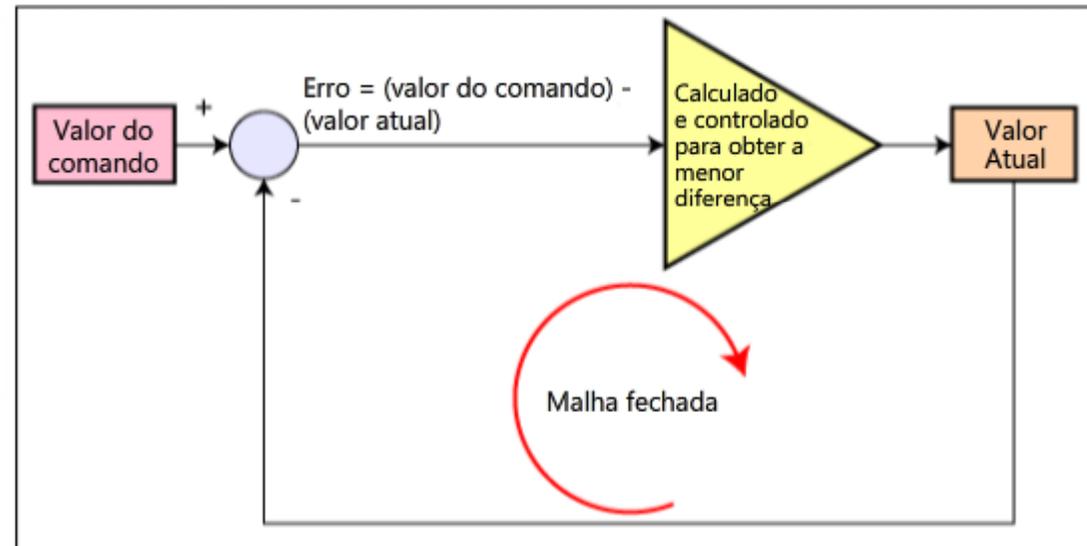
A principal característica de um sistema de servo é que ele compara o valor do comando e o valor de corrente e funciona para minimizar a diferença entre os dois usando o controle de realimentação.

O controle de realimentação é repetido para a máquina (controlada) para seguir o comando com a maior precisão possível. Se um desvio ocorrer, o método de controle será alterado e a realimentação será repetida.

O loop que circula por " erro \rightarrow valor de corrente \rightarrow erro " é chamado de circuito fechado, porque ele se fecha. Por outro lado, um sistema que não utiliza qualquer realimentação é chamado de ciclo aberto.



O ciclo não é "Somente seguir os comandos SEM realimentação". O controle preciso é conseguido através da repetição para corrigir e minimizar o erro.



Há três modos de comando diferentes em sistemas de servo, conforme listados abaixo. O modo é decidido dependendo dos valores de comando.

(1) Modo de controle de posição (2) Modo de controle de velocidade (3) Modo de controle de torque

Alguns produtos de servo permitem alternar os modos, mesmo durante a operação.

Ex.:

A comutação do modo de controle de velocidade para o modo de controle de torque	A máquina funciona a uma velocidade constante (modo de controle de velocidade) quando o material começa a ser enrolado na bobina de enrolamento. Depois, ela muda para modo de controle de torque para assegurar que o material seja enrolado em tensão constante.
---	--

Nos últimos anos, o controle de movimento tornou-se mais comumente utilizado. Esse controle é adequado quando um dispositivo de controle é usado para controlar vários eixos simultaneamente.

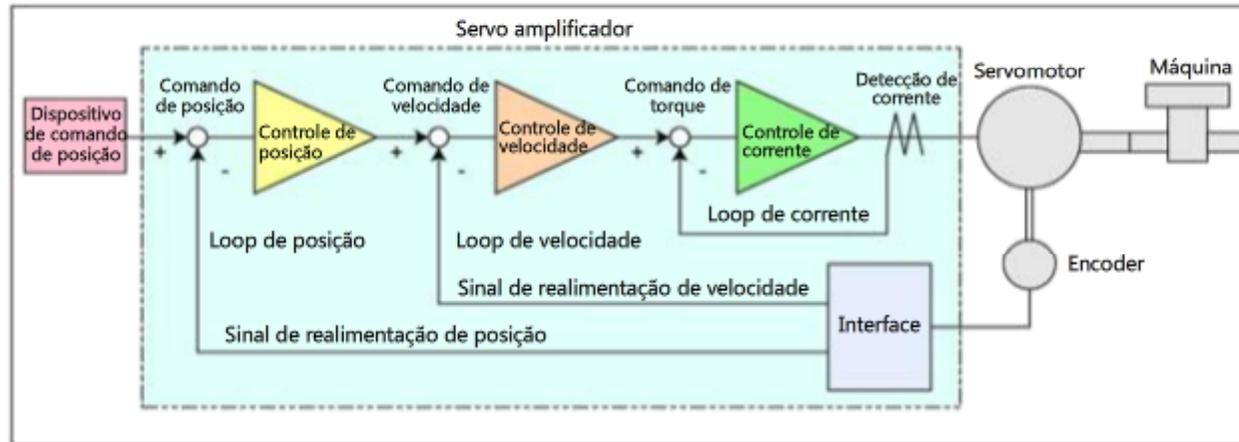
1.3

Princípios e estruturas do servo



Loop de controle de servo

Concentra-se no fluxo de sinais no servo. A estrutura do servo é a seguinte:



Em sistemas de servo CA, o encoder montado no servomotor detecta sinais de pulsos e corrente do motor. A realimentação é enviada para o servo amplificador para controlar as máquinas de modo que elas sigam os comandos emitidos.

Os três circuitos diferentes mostrados abaixo estão nessa realimentação.

Loop de posição	Esse é um loop que controla a posição usando sinais de realimentação de posição gerados a partir de pulsos do encoder.
Loop de velocidade	Esse é um loop que controla a velocidade usando sinais de realimentação de velocidade gerados a partir de pulsos do encoder.
Loop de corrente	Esse é um loop que controla o torque usando sinais de realimentação de corrente gerados a partir da detecção da corrente do servo amplificador.

1.3**Princípios e estruturas do servo**

Em cada loop, os sinais são controlados de modo que a diferença entre um sinal de comando e um sinal de realimentação seja zero.

As velocidades de resposta dos loops são informadas abaixo, na ordem da mais lenta para a mais rápida.

(Loop de posição) < (Loop de velocidade) < (Loop de corrente)

O tipo de loop utilizado em cada modo de controle é mostrado na tabela abaixo:

Modo de controle	Loop
Modo de controle de posição	Loop de posição, loop de velocidade, loop de corrente
Modo de controle de velocidade	Loop de velocidade, loop de corrente
Modo de controle de torque	Loop de corrente (porém, o controle de velocidade é exigido em condições sem carga)

1.3

Princípios e estruturas do servo



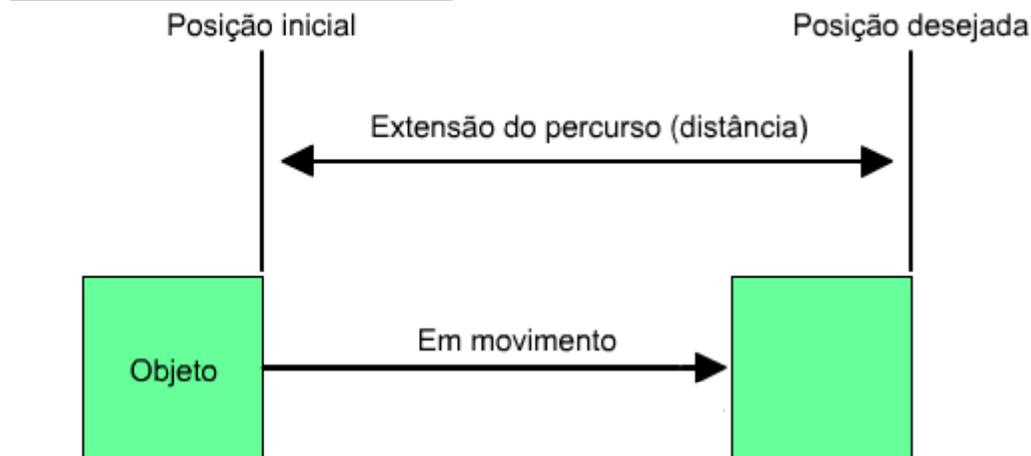
[Modo de controle de posição]

(a) Posição desejada para o controle de posicionamento

Em sistemas de FA, o "processo de posicionamento" envolve o movimento de objetos, como o processamento de peças ou ferramentas de trabalho (brocas, dispositivos de corte) na velocidade ideal e a parada deles em uma posição definida com alta precisão. Esse tipo de controle é chamado de controle de posição.

A maioria dos sistemas servo pode ser utilizada para esse controle de posicionamento.

Start (Pressione esse botão)



Posicionamento Movendo um objeto a partir de uma posição inicial e parando exatamente em uma posição desejada

A precisão do ponto de parada é chamada de precisão de parada.

No controle de posicionamento, o motor requer a monitoração precisa da condição de velocidade a todo tempo, portanto, um encoder que detecte a condição de velocidade do motor é usado.

Além disso, para seguir os comandos em altas velocidades, os servomotores usam os encoders especializados desenvolvidos para aumentar o torque gerado, parte do desempenho de potência do motor e diminuir a inércia do próprio motor.

1.3

Princípios e estruturas do servo



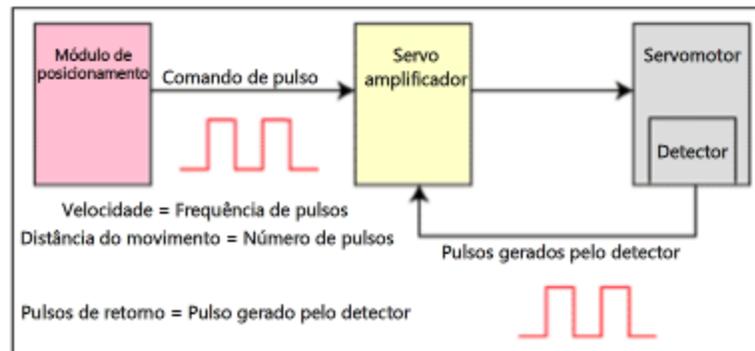
[Modo de controle de posição]

(b) Noções básicas de controle de posição

O controle de posição básico em sistemas de servo envolve os itens abaixo.

- A extensão de percurso da máquina é proporcional ao número total de pulso de comando.
- A velocidade da máquina é proporcional à velocidade de sequência de pulso de comando (frequência de pulsos).
- O posicionamento é concluído dentro da faixa final de mais/menos um pulso, e a posição é mantida enquanto não houver nenhum comando de posição atualizado.

(Função de travamento de servo)



Portanto, a precisão da posição do sistema de servo é determinada da seguinte maneira:

- Extensão do percurso de um sistema mecânico por rotação do servomotor
- Número de pulsos de saída do encoder por rotação do servomotor
- Erros, como o backlash de um sistema mecânico

1.3

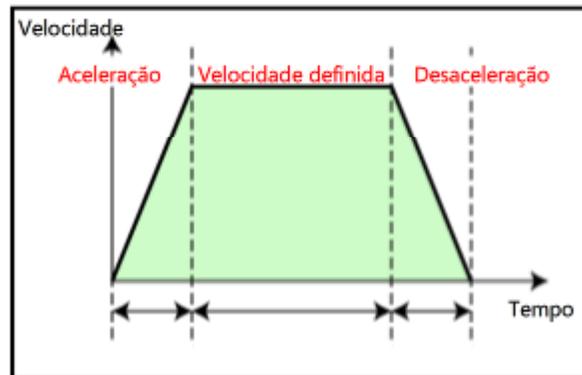
Princípios e estruturas do servo



[Modo de controle de velocidade]

Uma característica do controle de velocidade em sistemas de servo é que as máquinas são capazes de funcionar em uma faixa detalhada e ampla de velocidades com pouca variação.

(a) Funções de início/parada suaves



A rampa (taxa de mudança de velocidade) crescente ou decrescente na borda pode ser ajustada para evitar choques da máquina durante a aceleração/desaceleração.

(b) Faixa ampla de controle de velocidade

A velocidade pode ser controlada em uma faixa ampla de velocidade extremamente baixa a extremamente alta. (Em torno de 1:1.000 a 1:5.000) A característica de torque nominal está dentro da faixa de controle de velocidade.

(c) Baixa taxa de alteração na velocidade

As máquinas podem funcionar com menos alteração na velocidade quando houver uma alteração na carga.

1.3

Princípios e estruturas do servo

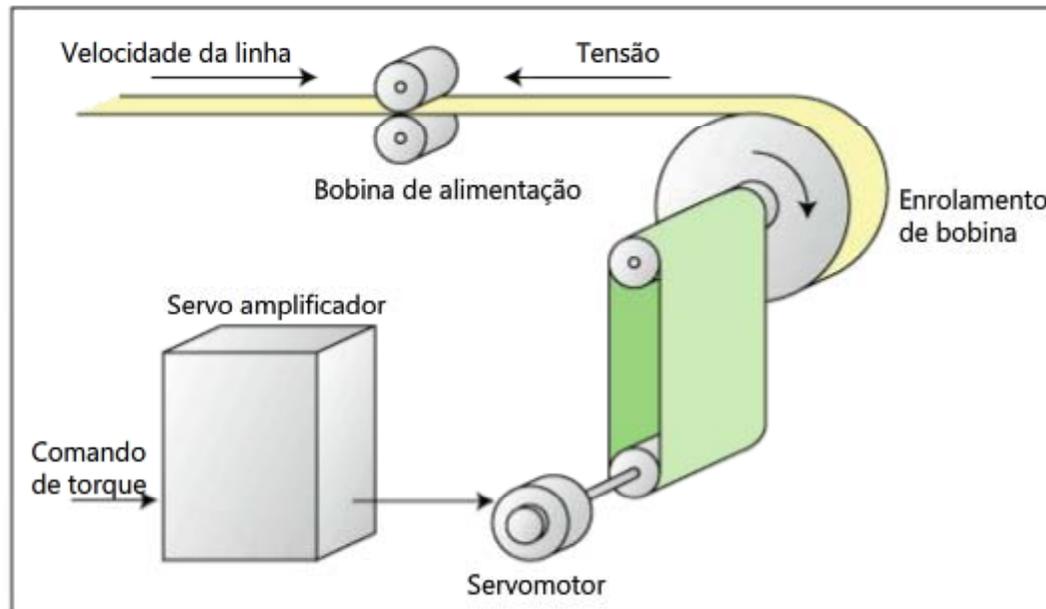


[Modo de controle de torque]

Produz um torque desejado através do controle da corrente do servomotor no controle de torque.

<Exemplos de enrolamento>

- (a) Como a carga de torque aumenta à medida que o raio da bobina de enrolamento aumenta, a saída de torque do servomotor é controlada conforme necessário para controlar a tensão e mantê-la constante.



- (b) Lembre-se de definir um valor limite de velocidade, pois o motor com uma carga leve irá girar em uma velocidade muito alta, por exemplo, quando o material for cortado acidentalmente no meio da operação.



Capítulo 2 Quais são as diferenças entre inversores e servos?



2.1 Diferenças de aplicações e especificações

Inversores de uso geral e servos de uso geral diferem fundamentalmente em termos de objetivos e funções. A escolha depende de fatores como: padrão operante, condições de carga e preço.



2.1

Diferenças de aplicações e especificações



Comparação	Inversor (Uso geral)	Servo (Uso geral)
Aplicações de controle	Usado para controlar condições normais relativamente suaves.	Usado em aplicações que exigem controle de alta velocidade e alta precisão temporariamente.
Modo de controle	Usado basicamente para os modos de controle de velocidade.	Usado para os modos de controle de posição, controle de velocidade e controle de torque.
Motor	É usado um motor de uso geral (indução).	Especificado/limitado pela combinação do servo amplificador.
Operação com vários motores	Vários motores podem ser acionados usando apenas um inversor.	Fundamentalmente, um servo amplificador é usado para acionar apenas um motor.
Preço	(Relativamente) Baixo	(Relativamente) Alto
Capacidade de resposta (quanto maior, melhor)	Baixa capacidade de resposta. Cerca de 100 raios/s.	Alta capacidade de resposta. Cerca de 200 raios/s a 15.000 raios/s.
Precisão de parada	Até cerca de 100 μ m.	Até cerca de 1 μ m disponível.
Frequência de início/parada (Número de vezes que a máquina pode ser iniciada/parada)	Cerca de 20 rpm ou menos.	Cerca de 20 rpm a 600 rpm.
Taxa de variação de velocidade	Alta taxa de variação. É facilmente afetado por variações da carga e outros fatores, pois não há realimentação de velocidade disponível.	Baixa taxa. Permite que alterações de carga e outros fatores sejam cancelados, pois há realimentação de velocidade disponível.
Faixa operante contínua (Funcionamento contínuo com 100% da carga)	Faixa estreita. Cerca de 1:10.	Faixa ampla. Cerca de 1:1.000 a 1:5.000.
Torque máximo (Índice de torque nominal)	Cerca de 150%.	Cerca de 300%.
Saída	Cerca de 100 W a 300 kW.	Cerca de 10 W a 60 kW.

2.2

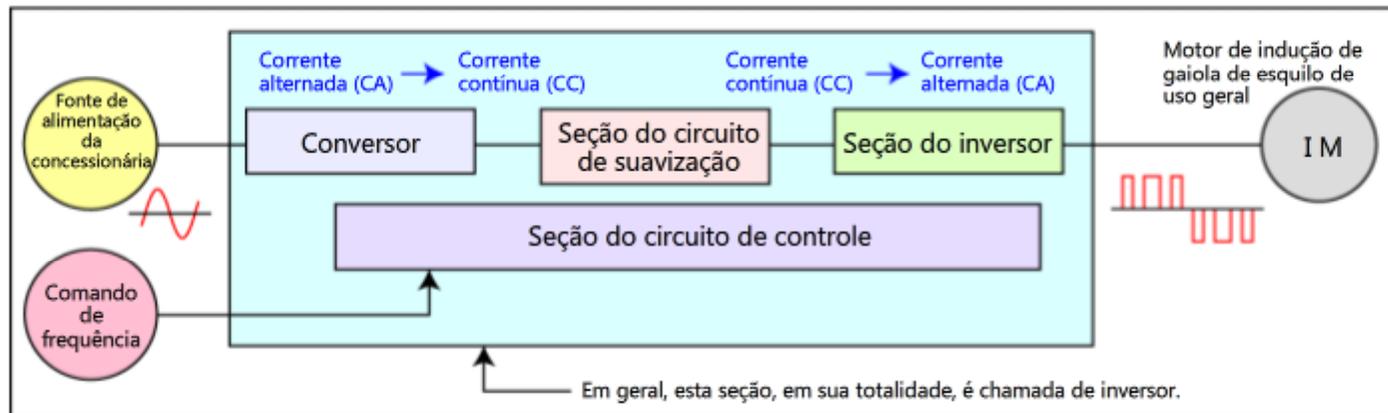
Comparação das estruturas básicas



A estrutura básica é dividida em duas partes: um circuito principal que converte a eletricidade. Um circuito de controle que emite comandos para determinar como a energia elétrica é convertida.

Circuito principal	Do ponto de vista estrutural, os inversores e servos são praticamente iguais. Uma diferença entre os servos e inversores é que os servos têm uma seção conhecida como freio dinâmico. A unidade do freio dinâmico absorve a energia inercial gerada no servomotor e aplica um freio no servomotor.
Circuito de controle	Comparados aos inversores, os servos têm uma estrutura mais complicada. Isso porque os servomecanismos exigem funções de realimentação complicadas, comutação de modo de controle, limites (de corrente, velocidade, torque) e outras operações.

(1) Estrutura básica do inversor



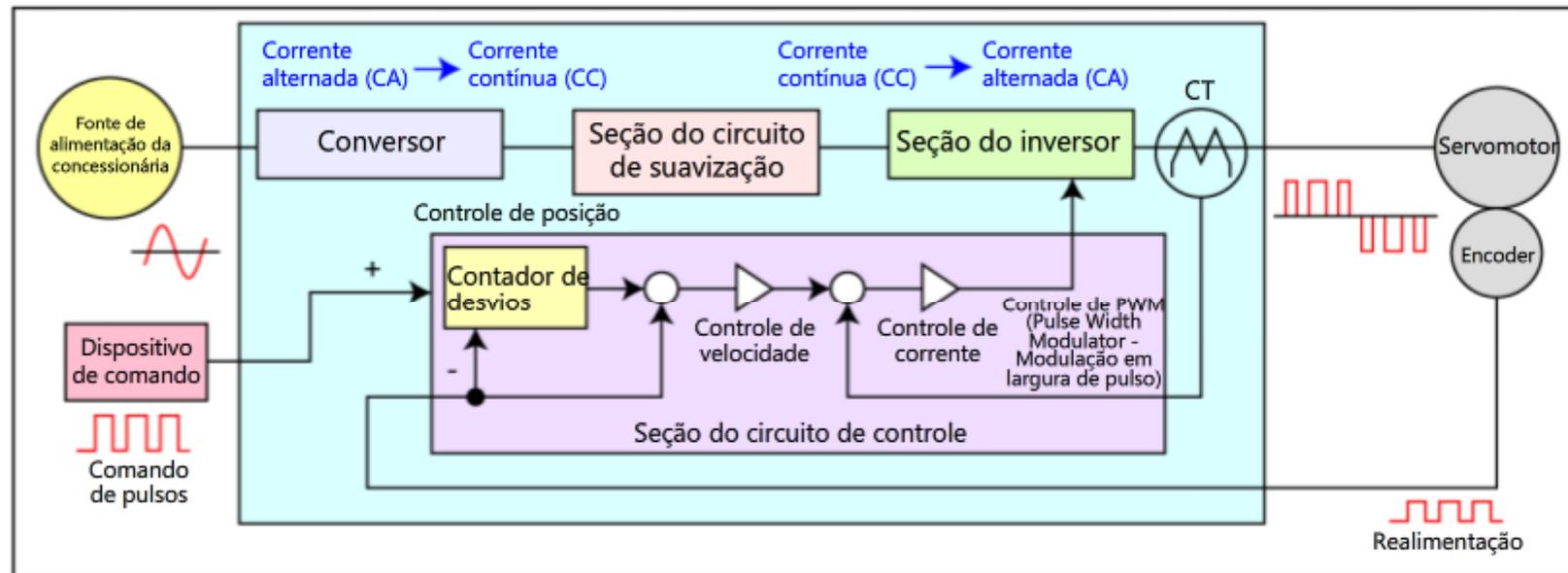
Cada seção funciona da seguinte maneira:

- Seção do conversor : funciona para converter uma tensão de CA de uma fonte de alimentação em uma tensão de CC.
- Seção do circuito de suavização : funciona para suavizar variações de uma onda de CC.
- Seção do inversor : funciona para converter uma tensão de CC em uma tensão de CA com uma frequência variável.
- Seção do circuito de controle : funciona principalmente para controlar a seção do inversor.

2.2

Comparação das estruturas básicas

(2) Na estrutura básica do servo, cada seção funciona da seguinte maneira:



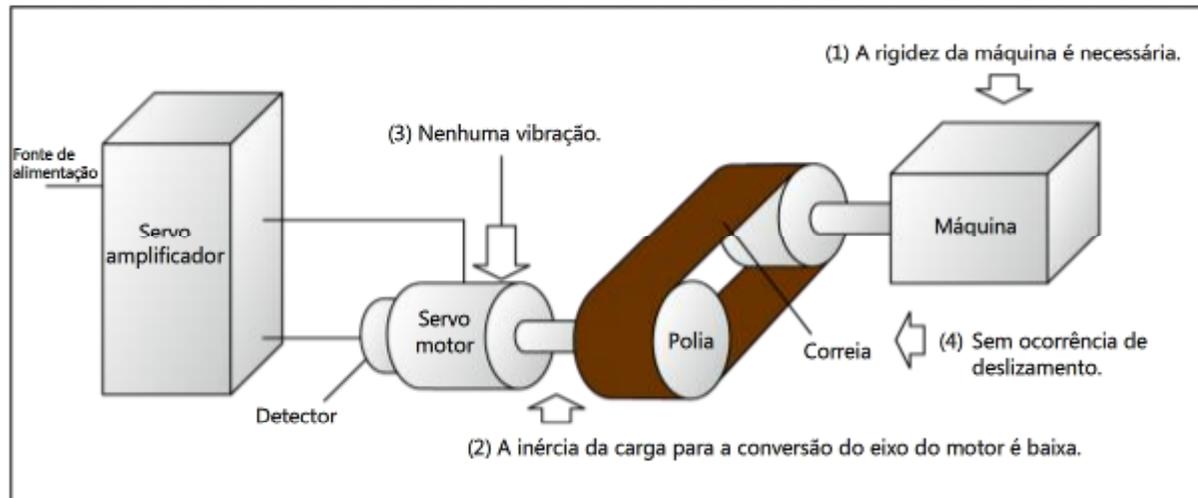
- Seção do conversor : funciona para converter uma tensão de CA de uma fonte de alimentação em uma tensão de CC. (O mesmo que para o inversor)
- Seção do circuito de suavização : funciona para suavizar variações de uma onda de CC. (O mesmo que para o inversor)
- Seção do inversor : funciona para converter uma tensão de CC em uma tensão de CA com uma frequência variável.
Uma diferença entre os servos e os inversores é que os servos têm uma seção chamada de freio dinâmico.
- Seção do circuito de controle : funciona principalmente para controlar a seção do inversor.
Os servos têm uma estrutura mais complexa em comparação com os inversores devido ao fato de que eles exigem funções de realimentação, comutação de modo de controle, limites (de corrente, velocidade, torque) e outras operações.

2.3

Mudanças de inversores para servos



De um modo geral, os servos oferecem melhor desempenho que os inversores. Por essa razão, acredita-se que a mudança de inversores para servos não provocará nenhum problema de operação. No entanto, tenha em mente o seguinte:



(1) A rigidez da máquina

O servo tem o torque duas vezes mais forte do que o inversor. Se a estrutura da máquina for fraca, poderá ocorrer vibração durante a aceleração/desaceleração (fenômeno de Hunting), porque o servo recebe sinais de realimentação do detector para o controle.

Nesses casos, as contramedidas devem ser implementadas, assim como a estrutura da máquina deve ser reforçada ou o ganho reduzido (sensibilidade de controle) para o sistema de servo.

O servo amplificador Mitsubishi tem a função de filtro no loop de controle. A função de filtro ajusta e reduz o ganho do sistema de servo automaticamente para suprimir a vibração nas frequências em que a vibração ocorre facilmente em sistemas mecânicos (frequência de ressonância).



2.3

Mudanças de inversores para servos



(2) Tamanho da inércia de carga para a conversão do eixo do motor

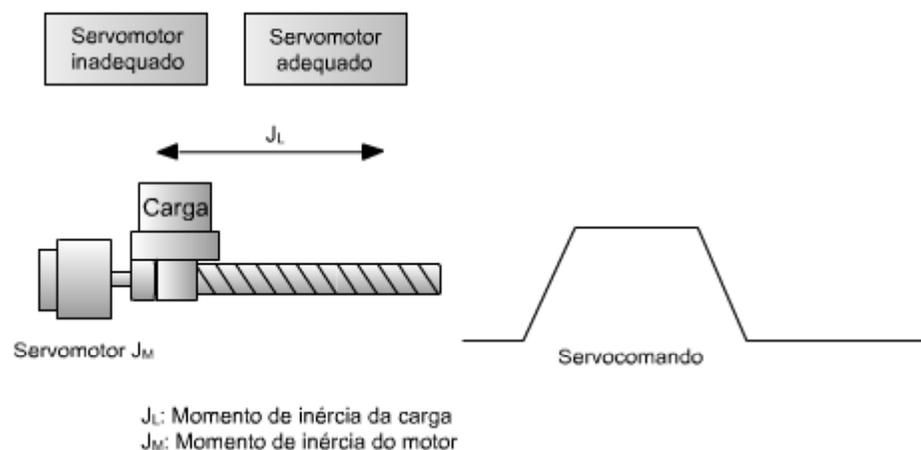
Em geral, os servos são mais influenciados pelo tamanho do momento de inércia da carga do que os inversores.

Se o momento de inércia da carga for muito grande em comparação com o momento de inércia do motor, o eixo do motor poderá ser facilmente afetado pela carga e o controle se tornará instável.

É importante selecionar as capacidades apropriadas do servo para a carga do sistema mecânico.

Para obter estabilidade, é desejável que a ampliação do momento de inércia da carga (conversão do eixo do motor) para o momento de inércia do motor seja menor do que a carga recomendada para o índice de inércia do motor.

↓ **Pressione o botão abaixo.** ↓



(3) Vibração para o eixo do motor

Se uma vibração mecânica for aplicada à seção onde o motor está ligado, o efeito sobre o eixo rotativo do motor pode ser um problema.

Os servomotores com detectores embutidos exigem medidas para a redução de vibração.

(4) Deslizamento do mecanismo redutor de velocidade

Contramedidas, como uma correia sincronizadora, são necessárias em mecanismos redutores de velocidade de correia V para impedir o deslizamento que ocorre na seção da correia.

Agora que você concluiu todas as lições do Curso sobre equipamentos de FA para iniciantes (Servos), você está pronto para fazer o teste final. Se você tiver dúvidas sobre qualquer um dos tópicos abordados, aproveite essa oportunidade para rever esses tópicos.

Há um total de 10 perguntas (27 itens) neste Teste Final.

Você pode fazer o teste final quantas vezes você desejar.

Como gravar a pontuação do teste

Depois de selecionar a resposta, clique no botão **Gravar Pontuação**. Se você não fizer isso, a pontuação do teste não será gravada.

(As perguntas serão consideradas não respondidas.)

Resultados da Pontuação

O número de respostas corretas, o número de perguntas, a porcentagem de acertos e o resultado de aprovação/reprovação aparecerão na página de pontuação.

Respostas corretas: 0

Total de perguntas: 10

Porcentagem: 0%

Para receber aprovação no teste é necessário acertar **60%** das respostas.

Continuar

Revisar

Tentar novamente

- Clique no botão **Continuar** para sair do teste.
- Clique no botão **Revisar** para revisar o teste. (Verificação da resposta correta)
- Clique no botão **Tentar novamente** para refazer o teste várias vezes.

Um servo é um mecanismo de controle desenvolvido para operar por comandos emitidos e verificar as próprias condições operantes em todos os tempos e realimentar para assegurar que não haja erros provenientes dos comandos emitidos.

Selecione a afirmação correta sobre as características de controle.

- Os sinais de realimentação são controlados de modo a ser minimizados.
- A diferença entre os sinais de comando e os sinais de realimentação é controlada de modo a ser minimizada.
- Os sinais de comando são controlados de modo a ser minimizados.

Gravar Pontuação

Voltar

Selecione o tipo de servomotor usado mais comumente em dispositivos de FA.

- Servomotor da série SM (Síncrono)
- Servomotor da série IM (Indução)
- Servomotor CC

Gravar Pontuação

Voltar

Encoder absoluto (detecção de posição absoluta)

Preencha os espaços em branco da explicação sobre os encoders absolutos.

Os encoders absolutos, que não requerem depois de um apagão, tornaram-se mais comumente adotados em servomotores nos últimos anos.

Os encoders absolutos têm usado para detectar a posição em uma rotação e um detector multirrevolução que o número de rotações.

Os dados do detector multirrevolução são suportados por uma , para que não sejam perdidos.

Gravar Pontuação

Voltar

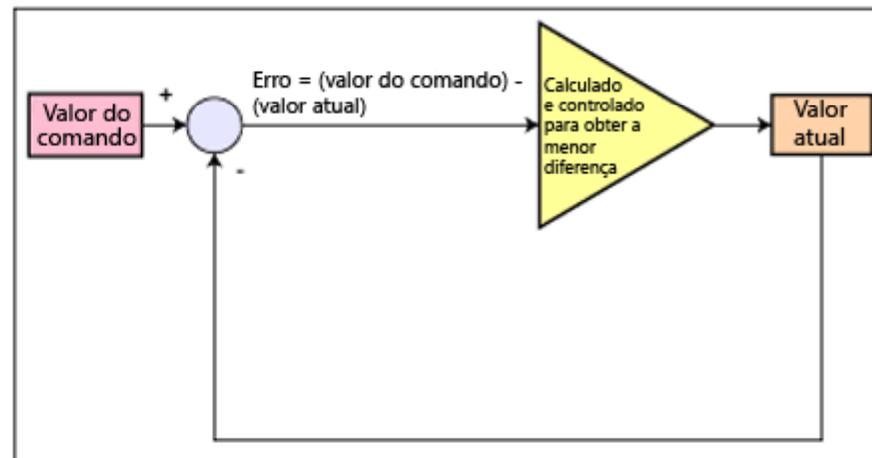
Princípios de controle de servo

Preencha os espaços em branco da explicação sobre os princípios de controle de servo.

A principal característica de um sistema de servo é que ele compara o valor de comando e o ,
e para a diferença entre os dois usando o .

Com base no fluxo de sinais de controle, o loop que circula por "erro → valor atual → erro" é chamado de

porque ele se



Gravar Pontuação

Voltar

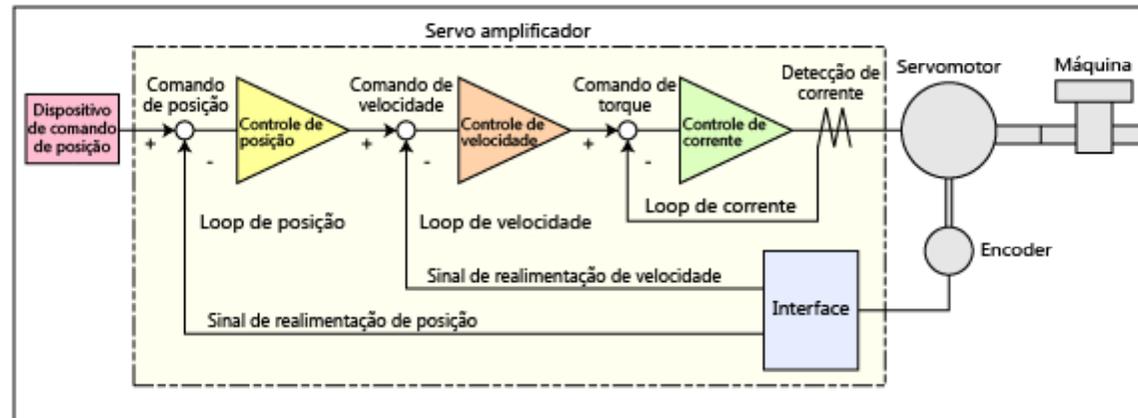
Tipos de loops de controle de servo

Selecione o loop de controle de servo que corresponde à explicação mostrada abaixo.

Um loop de controle que usa sinais de realimentação de posição gerados a partir de pulsos do encoder.

Um loop de controle que usa sinais de realimentação de velocidade gerados a partir de pulsos do encoder.

Um loop de controle que usa sinais de realimentação atuais gerados através da detecção de corrente de saída do servo amplificador.



Princípios de controle de posição

No controle de posição do servo, o servo opera para tornar o pulso de comando e o pulso de realimentação do encoder equivalentes.

Preencha os espaços em branco das explicações abaixo com os termos apropriados.

A extensão de percurso da máquina é proporcional ao .

A velocidade da máquina é proporcional à .

O posicionamento será concluído se a diferença entre o pulso de comando e o pulso de realimentação estiver dentro da faixa de , e a é mantida enquanto não houver nenhum comando emitido de posição atualizada.

Características de controle de velocidade de servo

Selecione a afirmação correta sobre o controle. (Mais de uma resposta pode estar correta.)

- Ampla faixa de controle de velocidade.
- Faixa estreita de controle de velocidade.
- Baixa taxa de alteração na velocidade.
- Alta taxa de alteração na velocidade.

Gravar Pontuação

Voltar

Controle de torque do servo

Selecione a afirmação correta sobre o controle de torque.

- O controle de torque é usado para controlar a corrente do servomotor.
- O controle de torque é usado para controlar a tensão do servomotor.
- O controle de torque é usado para controlar a corrente de entrada do servo amplificador.

Gravar Pontuação

Voltar

Precauções relacionadas à mudança de um inversor para um servo. (rigidez mecânica)

Preencha os espaços em branco na explicação abaixo.

O servo tem o torque mais forte do que o inversor.

Por essa razão, com estruturas de máquina fracas (máquinas de rigidez baixa de largura), a

ocorre com bastante facilidade durante a aceleração.

Nesses casos, o sistema é usado de modo que a vibração não ocorra, através da aplicação de medidas para reforçar a estrutura da máquina ou o ganho do servo.

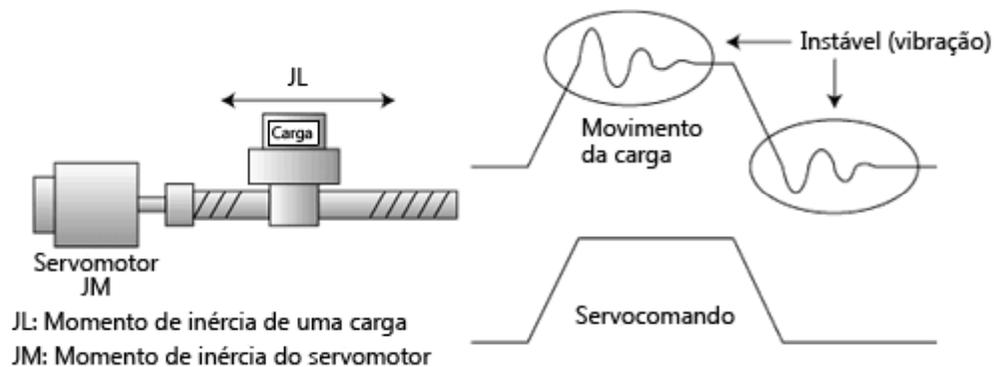
Precauções relacionadas à mudança de um inversor para um servo. (inércia da carga)

Preencha os espaços em branco na explicação abaixo.

Em geral, os servos são mais influenciados pelo de inércia da carga do que os inversores.

No caso dos servomotores, se o momento de inércia da for muito grande em comparação com o momento de inércia do motor, o eixo do motor será facilmente afetado pela carga e o controle se tornará .

Como orientação geral para obter estabilidade, é desejável que a ampliação do momento de inércia da carga (conversão do eixo do motor) para o momento de inércia do seja menor do que a carga recomendada para o índice de inércia do motor inertia ratio.



Gravar Pontuação

Voltar

Teste**Pontuação do teste**

Você concluiu o teste final. Veja os seus resultados abaixo.
Para terminar o Teste Final, vá para a próxima página.

Respostas corretas: **0**

Total de perguntas: **10**

Porcentagem: **0%**

[Continuar](#)[Revisar](#)[Tentar novamente](#)

Você foi reprovado.

Você concluiu o **Curso sobre equipamentos de FA para iniciantes (Servos)**.

Obrigado por fazer esse curso.

Esperamos que você tenha gostado das aulas e que as informações que você adquiriu nesse curso sejam úteis para a configuração de sistemas no futuro.

Você pode revisar o curso quantas vezes você quiser.

Revisar

Fechar