



# Equipo de FA para Principiantes (Servos)

Esta es una visión general rápida de los Servos para principiantes.



## Introducción Propósito del Curso



Este es un curso introductorio diseñado para proporcionar a los principiantes que sean nuevos con los Servos una oportunidad para aprender las bases de los Servos.

## Introducción Estructura del Curso

Los capítulos de este curso se componen de la siguiente manera.  
Recomendamos que inicie con el Capítulo 1.

### Capítulo 1 - ¿Qué es un servo?

Aprenda sobre las bases de los Servos, incluyendo: rol, aplicaciones prácticas, principios y estructura.

### Capítulo 2 - Diferencias entre Inversores y Servos

Aprenda sobre las diferencias de uso y especificaciones, comparación de estructuras básicas e Inversores de recambio con Servos.

### Prueba Final

Calificación para aprobar: 60% o superior.

## Introducción **Cómo usar esta Herramienta de e-Learning**

Ir a la página siguiente		Ir a la página siguiente.
Regresar a la página anterior		Regresar a la página anterior.
Ir a la página deseada		Se visualizará el "Índice", lo que le permitirá navegar a la página deseada.
Salir del aprendizaje		Salir del aprendizaje. El aprendizaje y las ventanas como la pantalla de "Contenidos" se cerrarán.

## Introducción Precauciones de Uso

### Precauciones de Seguridad

Antes de usar el hardware físico, lea las Precauciones de Seguridad en los manuales correspondientes y siga la información de seguridad relevante contenida en ellos.

## Capítulo 1 ¿Qué es un servo?

### 1.1 El Rol de un Servo

La palabra "servo" es usada para la situación en que los objetos se mueven hacia la posición objetivo o siguen un objetivo en movimiento.

La palabra "servo" viene de la palabra latina "servos", que significa esclavo, y un "servomecanismo" ("servo", para abreviar). Servo es un sistema de control que controla una máquina con comandos emitidos.

El servomecanismo habilita la posición, la velocidad, el control de par de torsión o las combinaciones de estos controles.

Control de posición	Control de velocidad	Control de par de torsión
<p>Los servos mueven objetos con precisión o los detienen en una posición establecida.</p> <p>Los servos pueden incluso posicionar objetos con precisión submicrónica (<math>\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}</math>) e iniciar/detener objetos repetidamente.</p>	<p>Los servos tienen una alta respuesta a la velocidad del objetivo aún cuando ésta cambia.</p> <p>Los servos también pueden minimizar la diferencia de velocidad con la velocidad del objetivo cuando la carga cambia.</p> <p>La operación continua es posible con un amplio rango de velocidad.</p>	<p>Los servos controlan con precisión el par de torsión aún cuando la carga cambia.</p> <p>*El par de torsión es la fuerza que produce la rotación.</p>

## 1.1

## El Rol de un Servo



Para operaciones de alta velocidad y alta precisión, los servomecanismos se retroalimentan, verificando su operación en todo momento para seguir las instrucciones en forma correcta.

Es importante la precisión del control y minimizar la diferencia entre la señal de comando y la señal de retroalimentación.

Definición de "servomecanismo" de acuerdo con el Estándar Industrial Japonés (JIS):

Es un sistema de control para controlar objetos mientras siguen los cambios del objetivo usando una posición objetivo, orientación, postura y otros factores.

Los servomecanismos están estructurados principalmente por los sistemas y secciones listados a continuación.

Sección de comando	Esta sección emite señales de comandos de operación.
Sección de controlador	Esta sección mueve el motor y otras partes de acuerdo con los comandos.
Sección de controlador y detector	Esta sección conduce el objetivo controlado y detecta el estado del objetivo.

La mayoría de los mecanismos usan sistemas hidráulicos o neumáticos. Sin embargo, recientemente los sistemas eléctricos han sido ampliamente utilizados debido a su capacidad de mantenimiento de alto nivel. Servo AC es el motor eléctrico más utilizado para el control de FA que requiere de precisión.

Los motores de servo tienen codificadores que detectan el ángulo de rotación, la velocidad y la dirección. Los motores envían esa información detectada al amplificador de servo (sección de control) como retroalimentación.

(1) Sección de comando

Controlador



Señales de comando

(2) Sección de controlador

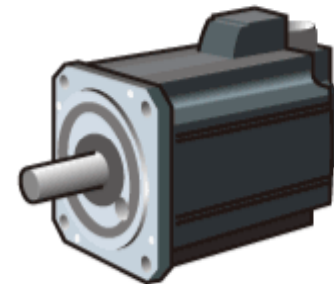
Amplificador de servo



Suministro de electricidad

(3) Sección de controlador y etector

Motor de servo



Retroalimentación (Volver)

**1.1****El Rol de un Servo****Tipos de motores de servo**

Existen tres tipos de motores de servo en general: Motores de servo AC de la serie SM (sincrónicos), motores de servo AC de la serie IM (de inducción) y motores de servo DC. Para dispositivos y sistemas de FA, la serie SM de servo AC es más comúnmente utilizada en capacidades bajas o medianas.

Sin mantenimiento	Los motores de DC servo requieren inspecciones de cepillo rectificador y mantenimiento.
Resistencia al entorno	Los motores de DC servo no pueden ser usados en aplicaciones que requieren entornos limpios, ya que generan polvo de abrasión del cepillo.
Generación de energía durante apagones	Los motores de servo AC de la serie IM no pueden ser usados durante apagones, ya que no tienen imanes permanentes.



# 1.1 El Rol de un Servo

Tipos	Estructura	Características	
		Ventajas	Desventajas
Motores de servo AC de la serie SM (Sincrónicos)	<p>Bobina primaria (del lado del estator)</p> <p>Detector</p> <p>Imán permanente (del lado del rotor)</p>	<p>Sin mantenimiento. Excelente resistencia al entorno. Alto par de torsión. Control de generación de energía durante apagones. Compactos y ligeros. Alto rango de energía.</p>	<p>Control un poco más complicado por el amplificador de servo que el de los motores de DC servo. Se requiere una respuesta de 1:1 entre el motor y el amplificador de servo. Puede ocurrir una desmagnetización.</p>
Motores de servo AC de la serie IM (de Inducción)	<p>Bobina primaria (del lado del estator)</p> <p>Detector</p> <p>Conductor secundario (aluminio o cobre)</p> <p>Anillo cortocircuitar</p>	<p>Sin mantenimiento. Excelente resistencia al entorno. Alta velocidad y alto par de torsión. Alta eficiencia con altas capacidades. Estructura robusta.</p>	<p>Baja eficiencia con bajas capacidades. Control más complicado por el amplificador de servo que el de los motores de DC servo. Sin control de generación de energía durante apagones. Cambia sus características dependiendo de la temperatura.</p>
Motor de servo DC	<p>Horquilla</p> <p>Cepillo</p> <p>Detector</p> <p>Rectificador</p> <p>Imán permanente (del lado del estator)</p> <p>Bobina de armadura (del lado del rotor)</p>	<p>Control más simple por el amplificador de servo. Generación de energía durante apagones. Bajo precio con bajas capacidades. Alto rango de energía.</p>	<p>Requiere mantenimiento e inspección periódica en la partes alrededor del rectificador. No se usa en aplicaciones que requieren entornos limpios, ya que genera polvo de abrasión del cepillo. No usado con alto par de torsión debido a sus cepillos. Puede ocurrir una desmagnetización.</p>

[Tipos de codificador]

<Codificadores incrementales y codificadores absolutos>

El motor de servo ha adoptado cada vez más codificadores absolutos que requieren una operación sin retorno al origen después de un apagón.

Los codificadores absolutos tienen un detector de posición absoluta para detectar la posición en una rotación y un detector de revoluciones múltiples que cuenta el número de rotaciones.

Los datos del detector de revoluciones múltiples son respaldados con una batería para prevenir la eliminación de datos cuando ocurre un apagón.

En general, los codificadores ópticos son usados cuando se requiere compactibilidad y alta resolución. Sin embargo, los codificadores magnéticos pueden ser usados en su lugar cuando se requiera resistencia al entorno. (alta resistencia a manchas y similares).

Los principios de un codificador óptico son mostrados en el diagrama a continuación.

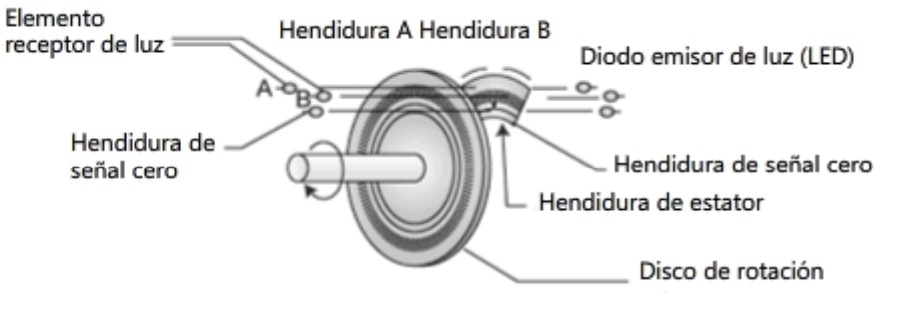
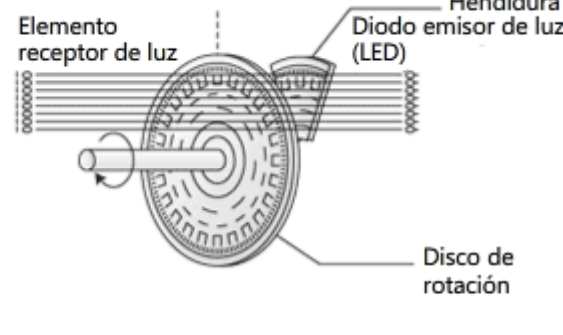
Algunos codificadores logran la alta resolución (1 millón de impulsos/rotación), mejorando el método de detección.

## 1.1

## El Rol de un Servo



## Comparación de codificadores (General)

Elemento	Codificador incremental	Codificador absoluto
Salida	Salida de valor incremental. Un impulso es la salida correspondiente a los cambios en el ángulo de rotación.	Salida de valores absolutos. El valor absoluto del ángulo de rotación es la salida.
Respuesta durante apagones	Se requiere una operación de retorno al origen durante el encendido.	No se requiere una operación de retorno al origen durante el encendido.
Precio	A bajo precio, ya que sus estructuras son relativamente simples.	A alto precio, ya que sus estructuras son relativamente complejas.
Estructura		
Información suplementaria	Los codificadores incrementales, con múltiples hendiduras ópticas en un disco de rotación, convierten los datos de posición de hendidura en señales eléctricas al detectar la luz que pasa a través de hendiduras fijas con un fotodiodo.	El codificador absoluto constantemente detecta la posición del eje del motor (un codificador absoluto es adjuntado al eje del motor). El codificador no requiere una operación de retorno al origen durante el encendido, ya que no requiere un recuento de pulsos.

**1.2****Ejemplos de aplicaciones de servo**

Los servomecanismos son usados en una gama extremadamente amplia de aplicaciones en diversos campos debido a su flexibilidad.

Los servos son aplicados a cosas en nuestra vida diaria, tales como unidades de DVD de ordenador y unidades de disco duro, mecanismos de alimentación de papel en máquinas copiadoras y mecanismos de alimentación de cinta en cámaras de video digital. Los servos también son usados en aplicaciones industriales, tales como en mecanismos de control de aviación y en la conducción de telescopios de astronomía.

Algunos ejemplos de aplicaciones de AC servos usados en campos de FA serán ilustrados a continuación.

Los AC servos en la década de 1980 tomaron roles de liderazgo en unidades de velocidad variable para dispositivos de FA por su uso en los campos de control numérico (NC) y robótica.

En la década de 1990, comenzaron a ser utilizados en una gama más amplia de aplicaciones debido a la expansión del mercado, pasando del uso de sistemas hidráulicos al de sistemas eléctricos.

En los últimos años, con los avances tecnologías de la información (TI) incluyendo las comunicaciones celulares, las aplicaciones de servo se han incrementado dramáticamente con los campos relacionados tales como la fabricación de semiconductores, el ensamble de componentes electrónicos y las aplicaciones de pantallas de cristal líquido (LCD).

1. Aplicaciones de transporte
2. Aplicaciones de maquinaria de bobinado
3. Aplicaciones de productos alimentarios
4. Aplicaciones de semiconductores
5. Aplicaciones de moldeo por inyección
6. Aplicaciones de ensamble de componentes electrónicos

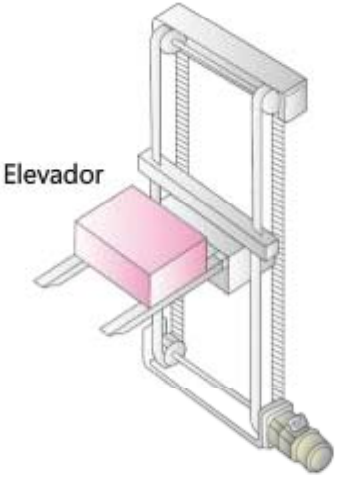
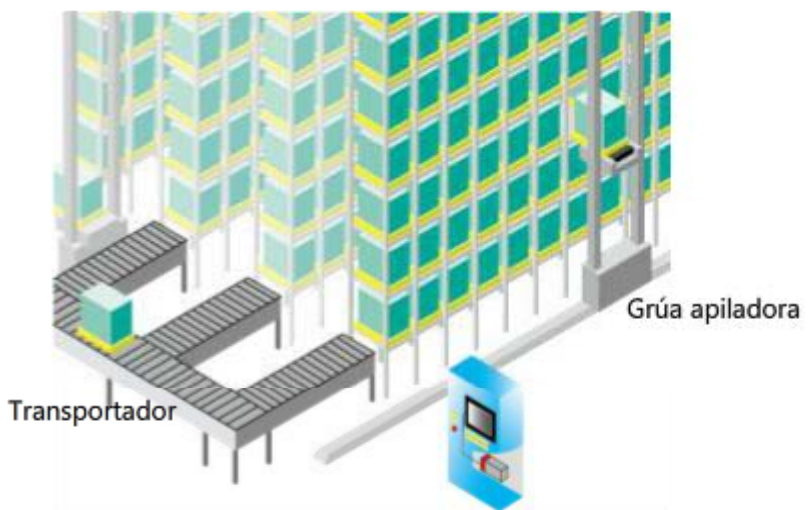
## 1.2

## Ejemplos de aplicaciones de servo

**Control de transporte**

Los dispositivos de transporte son elementos cada vez más indispensables en diversos campos actuales, a medida que las industrias se vuelven más sofisticadas y automatizadas.

Algunos ejemplos que usan servos en este campo son mostrados a continuación.

Máquina de transporte (Vertical)	Sistemas automatizados de recolección en almacenes
<p>Los servos incrementan la velocidad de la máquina y mejoran la eficiencia de la producción. Los objetos se detienen con precisión en la posición establecida. Un motor de servo que tiene un sistema de frenado magnético es usado para evitar que los objetos en la máquina se caigan durante un apagón.</p>	<p>Los servos AC han sido usados más comúnmente para unidades de recolección y viajes para satisfacer las necesidades de alta velocidad en almacenes automatizados con sistemas automatizados de recolección en almacenes. El uso de motores de servo AC permite mejores velocidades y velocidades ajustables con operación de alta velocidad. La eficiencia de gestión de inventario de logística es dramáticamente incrementada durante todo el proceso, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto final, usando sistemas automatizados de recolección en almacenes usados con gestión de la cadena de suministros (SCM).</p>
 <p>Elevador</p>	 <p>Transportador</p> <p>Grúa apiladora</p>

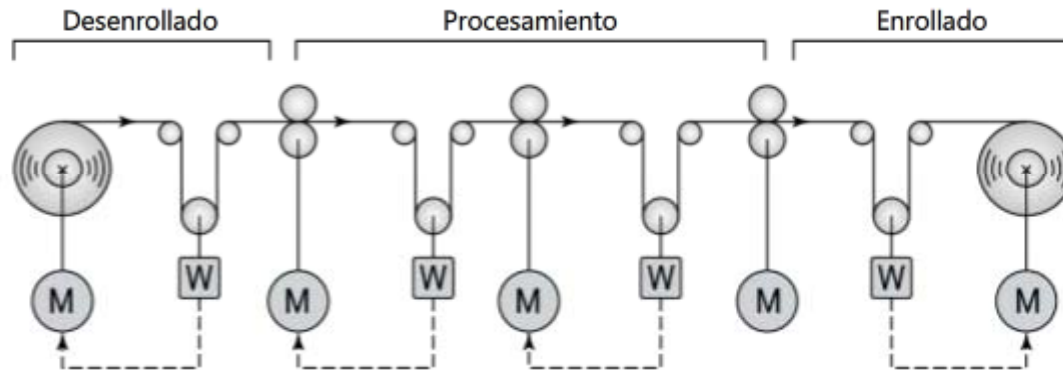
# 1.2 Ejemplos de aplicaciones de servo

## Aplicaciones de maquinaria de bobinado

Una máquina de bobinado maneja piezas largas de material tales como papel o cinta. También se le llama "web". Las operaciones de bobinado tienen tres etapas principales: desenrollar el material, procesar el material y enrollar el material en un rollo.

El método de procesamiento puede cambiar dependiendo de la aplicación (cortadora, laminadora, impresora), pero la estructura general es la misma.

Diagrama de un Mecanismo Típico:



Cortadora	Laminadora
<p>Una cortadora es una máquina que inserta hendiduras en piezas de trabajo en el rollo, el proceso final. La tensión es controlada de forma que el cortador inserte las hendiduras en forma correcta.</p>	<p>Una laminadora es un dispositivo que ajusta y une los niveles de la cinta. La tensión es controlada en apropiadamente de forma que la cantidad exacta de presión sea aplicada a las cintas. Las máquinas de revestimiento, las impresoras y otros tipos de equipo tienen mecanismos similares.</p>
<p>The diagram shows a servo-controlled blade (Cortador) cutting a web of material. The material is fed from a roll on the right, passes through a series of rollers, and is then cut by the blade. The servo (W) is positioned to precisely control the blade's position and timing.</p>	<p>The diagram shows a servo-controlled roller (W) adjusting the tension of a web of material. The material is fed from a roll on the right, passes through a series of rollers, and is then adjusted by the servo-controlled roller before being cut by a blade. The servo (W) is positioned to precisely control the roller's position and timing.</p>

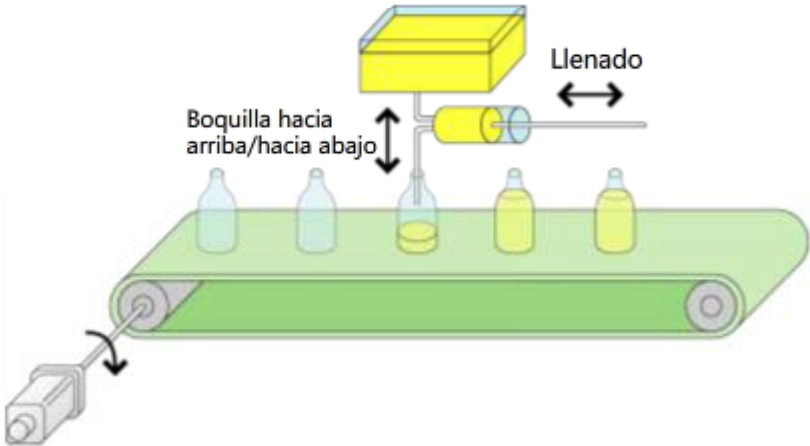
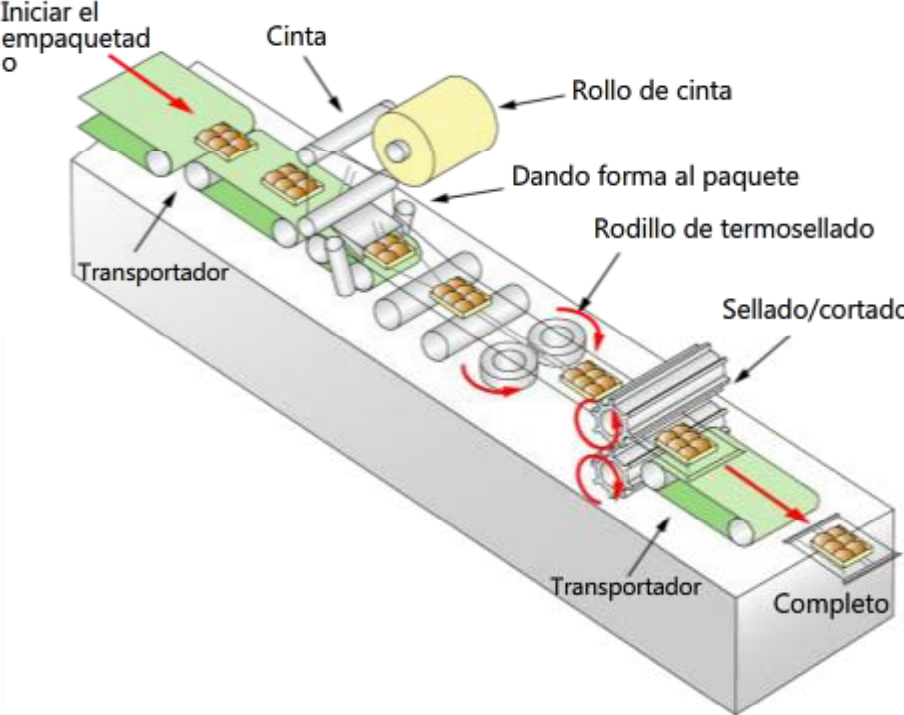
## 1.2

## Ejemplos de aplicaciones de servo



## Aplicaciones de productos alimentarios

El procesamiento de alimentos más seguros y de más alta calidad es cada vez más exigido, por ello servo es frecuentemente utilizado como una solución para diversos campos, incluso para el procesamiento de alimentos.

Línea de máquina de llenado	Línea de máquina de empaquetado
	
<p>La máquina de llenado llena botellas con distintas formas y tamaños con distintos tipos de líquidos a una alta velocidad. El proceso de llenado es controlado de forma que las botellas sean llenadas con las cantidades correctas para su tamaño a una alta velocidad sin que se formen burbujas.</p>	<p>Los servomecanismos aseguran que los productos alimentarios estén sellados y empaquetados con precisión y en forma higiénica. Es importante que la cantidad adecuada de cinta sea cortada del rollo de acuerdo con el tamaño de cada producto alimentario.</p>

**1.2****Ejemplos de aplicaciones de servo****Aplicaciones de semiconductor**

Los procesos de fabricación de semiconductores son normalmente conducidos a nivel submicrónico.

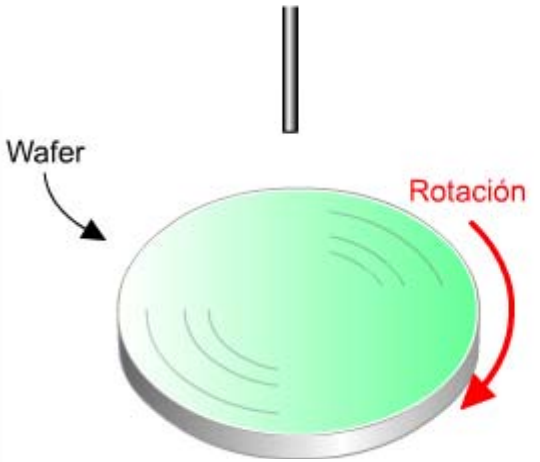
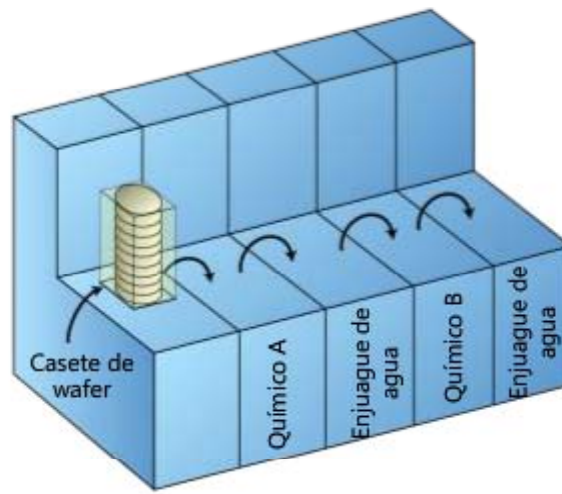
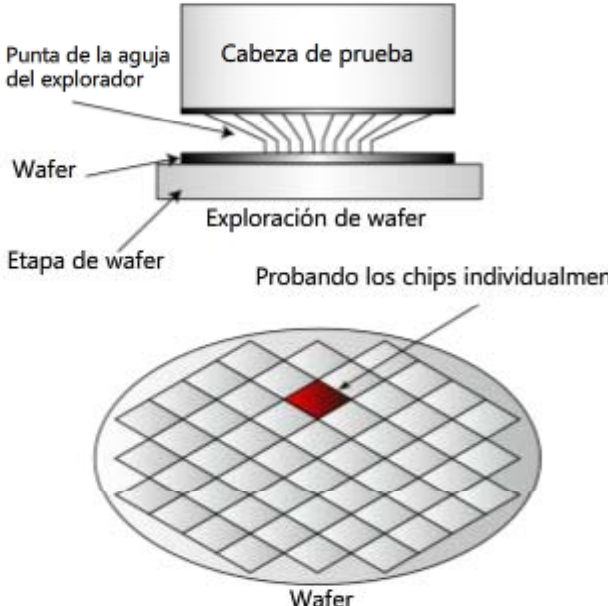
Por esta razón, requieren una precisión de procesamiento extremadamente alta y entornos limpios.

Los sistemas de servo son comúnmente utilizados, ya que pueden satisfacer estas condiciones.

La tecnología de semiconductores está avanzando constantemente, creando una necesidad aún mayor de tecnología de servo de más alto nivel.



# 1.2 Ejemplos de aplicaciones de servo

Revestimiento por rotación	Limpieza de wafer	Exploración de wafer
<p>La fabricación de circuitos de semiconductores usa los principios fotográficos. Los revestidores por rotación aplican una resistencia de foto a un wafer semiconductor.</p> <p>Los revestidores por rotación usan el principio de fuerza centrífuga para escurrir una solución de resistencia en el wafer para esparcirla con una capa delgada y equitativamente sobre toda la superficie. Si el wafer gira muy rápido, la resistencia podría volar del wafer. Inversamente, si el wafer gira muy lentamente, la resistencia podría no esparcirse sobre la superficie equitativamente.</p>	<p>Los procesos de fabricación de semiconductores usan principios fotográficos y requieren que se completen varias etapas de limpieza durante todo el proceso de fabricación.</p> <p>Los wafers son sumergidos en soluciones químicas y agua (agua pura) para disolver, neutralizar y lavar las impurezas y después son secados.</p> <p>Hay un procesamiento por lotes en el cual varios wafers son procesados juntos en un casete y un procesamiento de un solo wafer en el cual los wafers son procesados en forma individual.</p>	<p>Un gran número de chips LSI son producidos a partir de un solo wafer, y cada chip es probado usando un explorador de wafer y un probador antes de ensamblarse.</p> <p>Ya que se coloca una aguja directamente en la superficie de un chip, el posicionamiento debe ser preciso. Esta etapa debe ser procesada a alta velocidad.</p>
 <p>Diagram illustrating the rotation coating process. A wafer is shown rotating, with a coating being applied to its surface.</p>	 <p>Diagram illustrating the wafer cleaning process. A cassette containing multiple wafers is shown moving through a series of processing stations: Químico A, Enjuague de agua, Químico B, and Enjuague de agua.</p>	 <p>Diagram illustrating the wafer probe testing process. A probe head is shown testing individual chips on a wafer. Labels include: Punta de la aguja del explorador, Cabeza de prueba, Wafer, Exploración de wafer, and Etapa de wafer. Below it, a top-down view of a wafer with a red diamond-shaped chip being tested.</p>

## 1.2

## Ejemplos de aplicaciones de servo

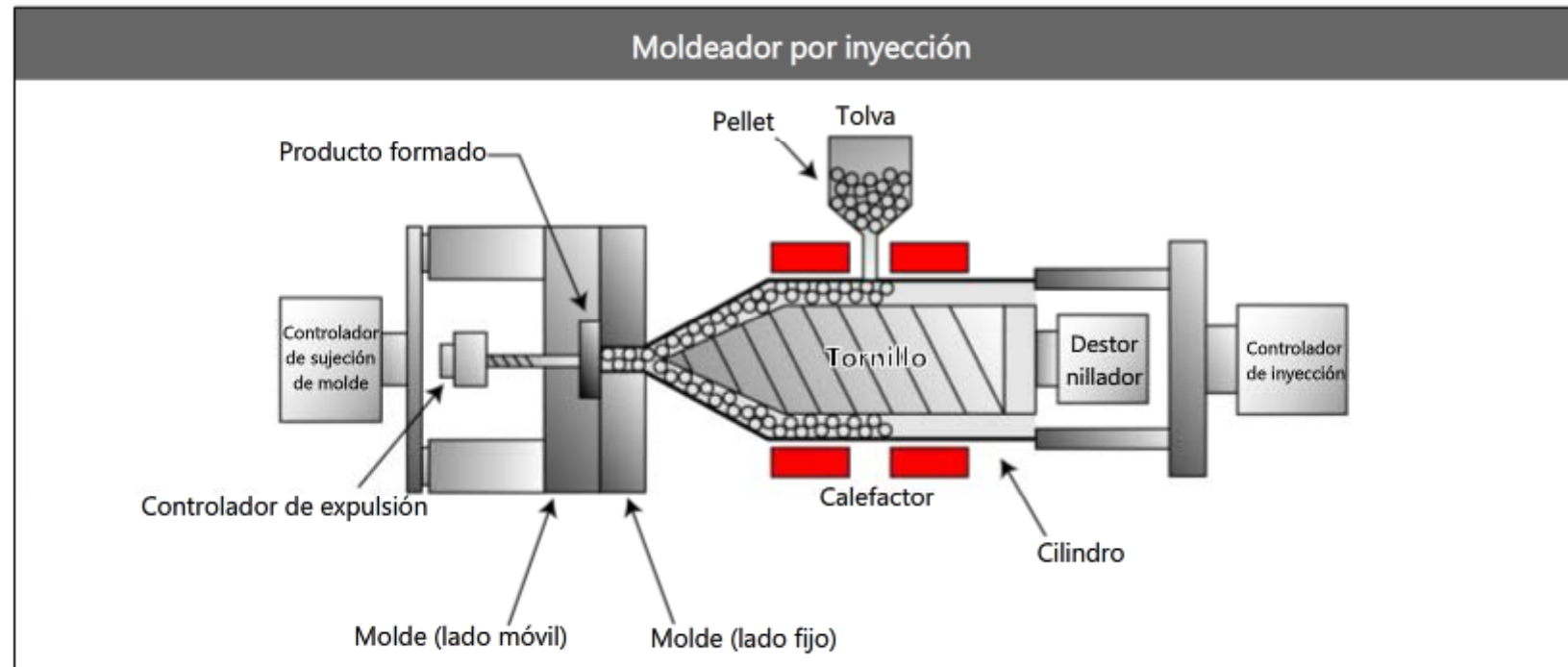


### Aplicaciones de moldeo por inyección

El moldeador por inyección es el dispositivo que fabrica las partes de plástico.

El material plástico es calentado y derretido y después es inyectado en un molde para fabricar las partes.

Los moldeadores convencionales principalmente usan control hidráulico, pero actualmente cada vez más moldeadores han adoptado sistemas de servo AC para ahorrar energía eléctrica.



Los materiales plásticos y los pellets son derretidos por el calefactor cerca del ensamble de eje del cilindro-tornillo e inyectados en el molde.

La parte moldeada es empujada para extraerla del molde por un expulsor, después de que el material se ha endurecido.

La fuerza de sujeción del molde es extremadamente alta. Algunas fuerzas para aplicaciones de partes grandes incluso exceden las 3.000 toneladas.

## 1.2

## Ejemplos de aplicaciones de servo

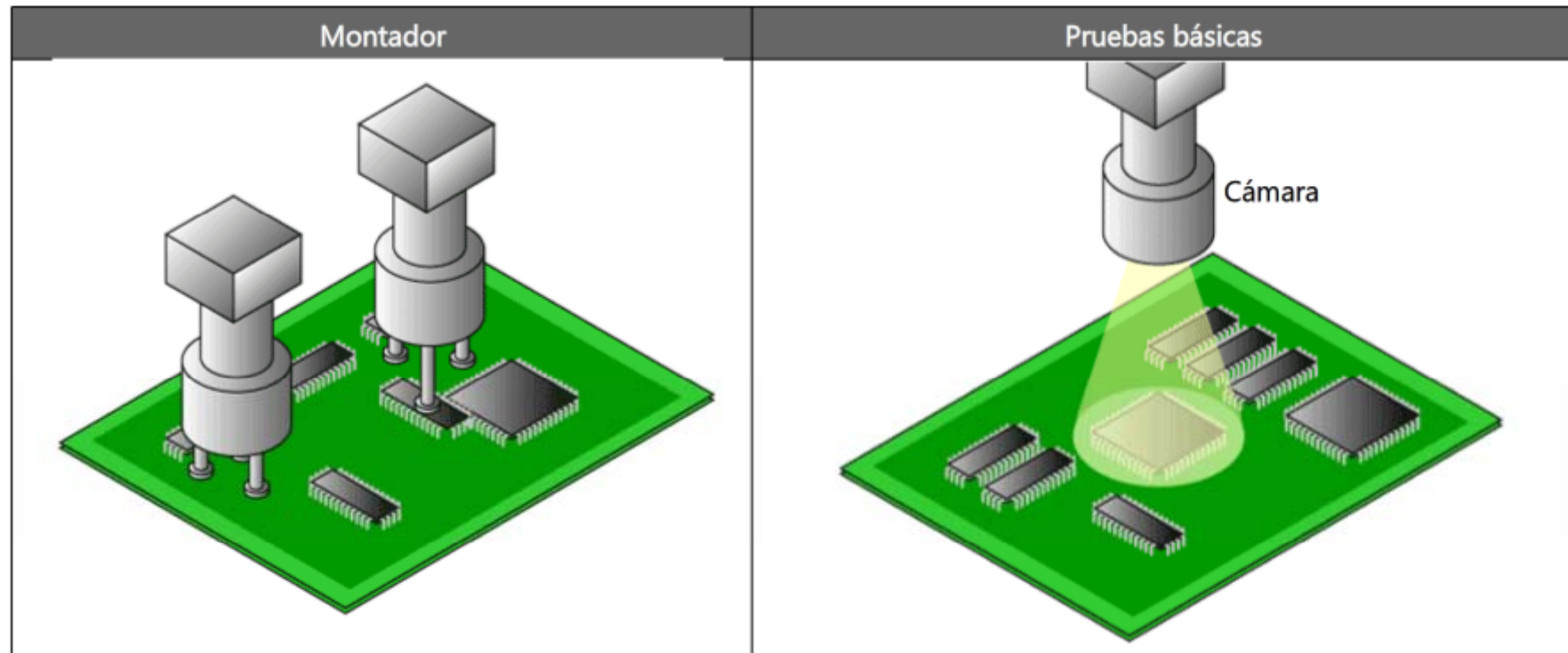
### Aplicaciones de ensamble de componentes electrónicos

Los montadores son los dispositivos que montan los componentes electrónicos, tales como los chips LSI, en las placas de circuito, así que se requiere alta velocidad y alta precisión.

En particular, la tecnología de montaje avanzada recientemente ha sido necesaria para flip flops (chips semiconductores montados directamente en una placa de circuito), apilamiento de chips y tecnologías relacionadas.

Las unidades detectoras también se han vuelto necesarias para ensambles de placas de circuito de alta velocidad, automatizadas para mejorar la productividad.

Los AC servos satisfacen estos requisitos.



Los componentes electrónicos (chips LSI, resistores, capacitores, etc.) son montados en una placa de circuito impreso (PCB). Este proceso requiere un posicionamiento preciso y alta velocidad.

Los componentes electrónicos (ICs, resistores, capacitores, etc.) han sido probados para asegurarse de que fueron correctamente montados en una PCB. La PCB misma podría ser probada en algunos casos.

## 1.3

## Principios y estructuras de servo

La característica principal de un sistema de servo es que compara el valor del comando con el valor actual y trabaja para minimizar la diferencia entre ambos usando control de retroalimentación.

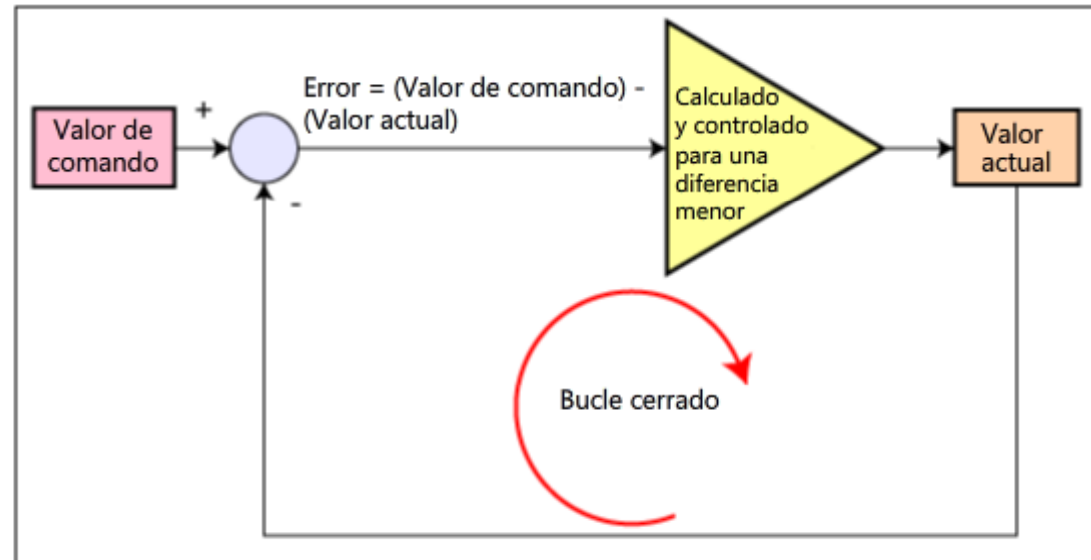
El control de retroalimentación es repetido para la máquina (controlada) para seguir el comando con la mayor precisión posible. Si ocurre una desviación, el método de control cambiará y la retroalimentación se repetirá.

El bucle que recorre " error → valor actual → error " es conocido como un bucle cerrado, ya que cierra.

En forma contraria, un sistema que no usa ninguna retroalimentación es conocido como un bucle abierto.



El ciclo no es "Sólo continúa siguiendo comandos SIN retroalimentación". El control preciso es alcanzado con la repetición para corregir y minimizar el error.



## 1.3

### Principios y estructuras de servo

Existen tres modos de comando distintos en los sistemas de servo, como se lista a continuación. El modo es decidido dependiendo de cuáles son los valores de comando.

(1) Modo de control de posición

(2) Modo de control de velocidad

(3) Modo de control de par de torsión

Algunos productos de servo le permiten cambiar los modos incluso durante la operación.

Ej.:

Cambiando del modo de control de velocidad al modo de control de par de torsión	La máquina funciona a una velocidad constante (modo de control de velocidad) cuando el material comienza a ser enrollado en el rodillo de bobinado. Después cambia a modo de control de par de torsión para asegurar que el material sea enrollado con una tensión constante.
---	---

En años recientes, el control de movimiento se ha vuelto cada vez más utilizado. Este control es adecuado cuando un controlador se usa para controlar múltiples ejes en forma simultánea.

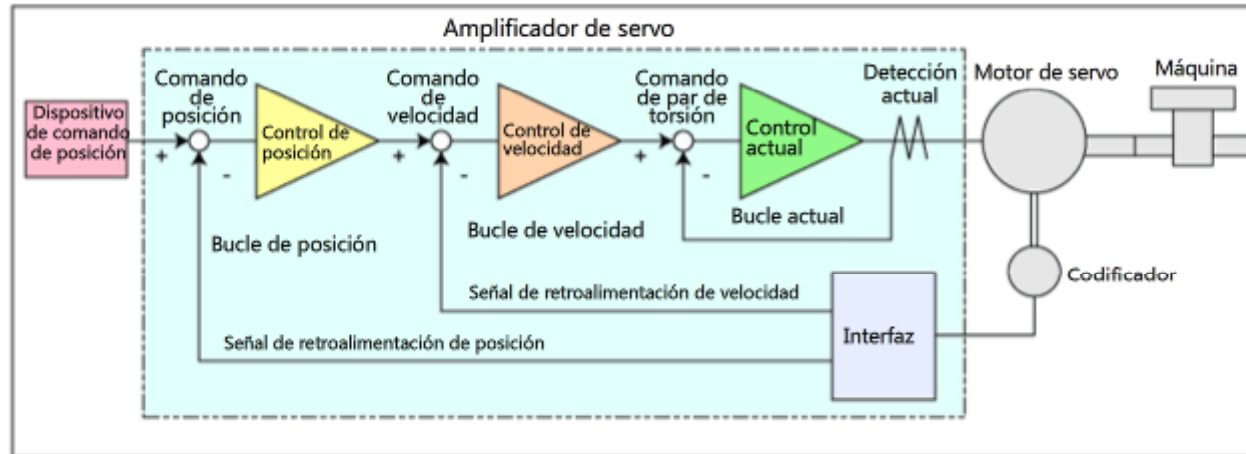
## 1.3

## Principios y estructuras de servo



## Bucle de control de servo

Enfoque en el flujo de señales en servo. La estructura de servo es de la siguiente manera.



En sistemas de servo AC, el codificador montado en el motor de servo detecta las señales de pulsos y la corriente del motor. La retroalimentación es enviada al amplificador de servo para controlar las máquinas, de forma que éstas sigan los comandos emitidos.

Los tres bucles distintos listados a continuación están en esta retroalimentación.

Bucle de posición	Este es un bucle que controla la posición al usar señales de retroalimentación de posición generadas a partir de impulsos de codificador.
Bucle de velocidad	Este es un bucle que controla la velocidad al usar señales de retroalimentación de velocidad generadas a partir de impulsos de codificador.
Bucle actual	Este es un bucle que controla el par de torsión al usar señales de retroalimentación de corriente generadas a partir de la detección de la corriente de amplificador de servo.

## 1.3

### Principios y estructuras de servo

En cada bucle, las señales son controladas, de forma que la diferencia entre una señal de comando y una señal de retroalimentación es de cero.

Las velocidades de respuesta de los bucles son dadas a continuación, ordenadas de lentas a rápidas.

(Bucle de posición) < (Bucle de velocidad) < (Bucle de corriente)

El tipo de bucle usado en cada modo de control es listado a continuación.

Modo de control	Bucle
Modo de control de posición	Bucle de posición, bucle de velocidad, bucle de corriente
Modo de control de velocidad	Bucle de velocidad, bucle de corriente
Modo de control de par de torsión	Bucle de corriente (sin embargo, se requiere control de velocidad en condiciones de no-carga)

## 1.3

## Principios y estructuras de servo

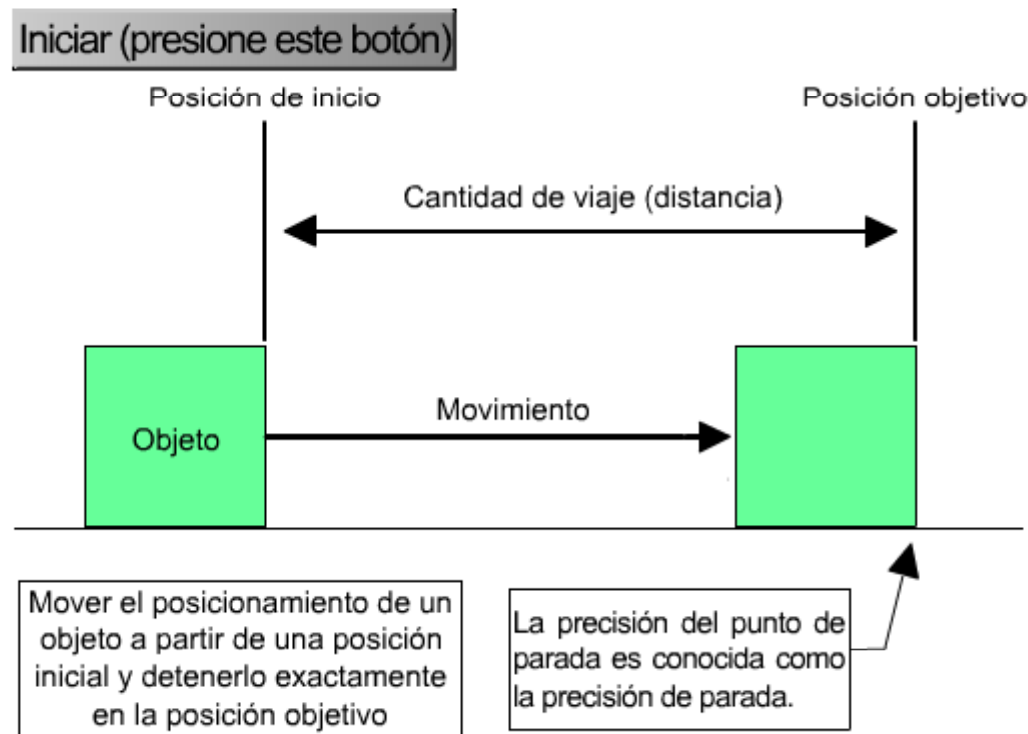


[Modo de control de posición]

(a) Posición objetivo para el control de posicionamiento

En sistemas de FA, el "proceso de posicionamiento" implica mover objetos tales como piezas de trabajo de posicionamiento o herramientas (taladros, cortadores) a una velocidad óptima y detenerlos a una posición establecida con alta precisión. Este tipo de control es conocido como control de posición.

La mayoría de los sistemas de servo pueden ser usados para este control de posicionamiento.



En el control de posicionamiento, el motor requiere la supervisión precisa de la condición de la velocidad del motor en todo momento, así que se utiliza un codificador que detecta la condición de la velocidad del motor.

Además, para seguir los comandos a altas velocidades, los motores de servo usan los codificadores especializados diseñados para incrementar el par de torsión generado, parte del rendimiento de energía del motor, y disminuir la inercia del motor mismo.



## 1.3

## Principios y estructuras de servo



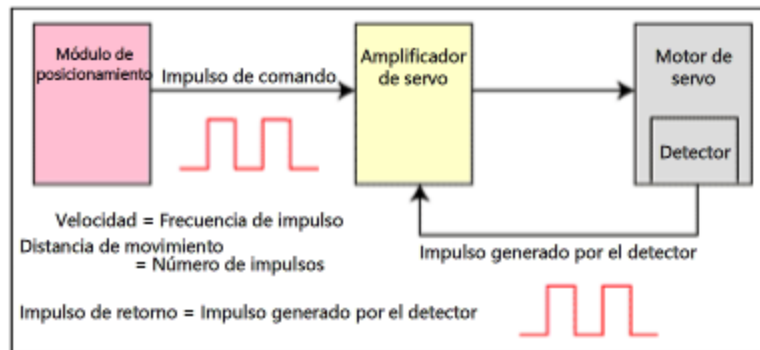
[Modo de control de posición]

(b) Bases del control de posición

El control de posición básico en los sistemas de servo involucra los elementos a continuación.

- La cantidad de viaje de la máquina es proporcional al número total de impulsos de comando.
- La velocidad de la máquina es proporcional a la velocidad de secuencia de impulso del comando (frecuencia de impulso).
- El posicionamiento se completa dentro del final más/menos un rango de impulso, y la posición es mantenida mientras no existan comandos de posición actualizados.

(Función de bloqueo de servo)



Por lo tanto, una precisión de posición para el sistema de servo es determinada con lo siguiente.

- Cantidad de viaje de un sistema mecánico por rotación de motor de servo
- Número de impulsos de salida del codificador por rotación de motor de servo
- Errores tales como la holgura de un sistema mecánico

## 1.3

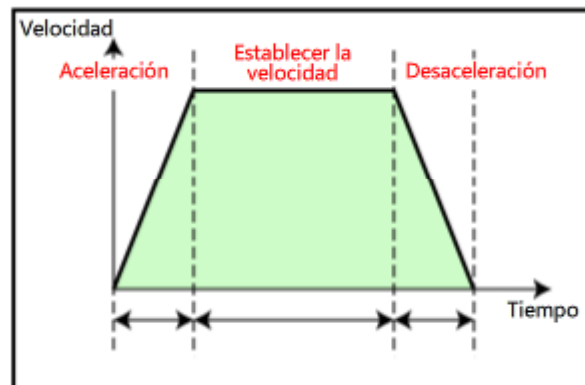
# Principios y estructuras de servo



[Modo de control de velocidad]

Una característica del control de velocidad en los sistemas de servo es que las máquinas se puedan usar con una gama detallada y amplia de velocidades con poca variación.

(a) Funciones de inicio/parada suave



La velocidad acelerada (rango de cambio en la velocidad) en el borde ascendente/descendente puede ser ajustada para evitar impactos en la máquina durante la aceleración/desaceleración.

(b) Amplio rango de control de velocidad

La velocidad puede ser controlada con un amplio rango que va desde velocidad extremadamente baja hasta alta. (Alrededor de 1:1000 a 1:5000) El par de torsión característico se encuentra dentro del rango de control de velocidad.

(c) Tasa baja de cambio en la velocidad

Las máquinas pueden funcionar con un cambio menor en la velocidad cuando hay un cambio en la carga.

## 1.3

## Principios y estructuras de servo

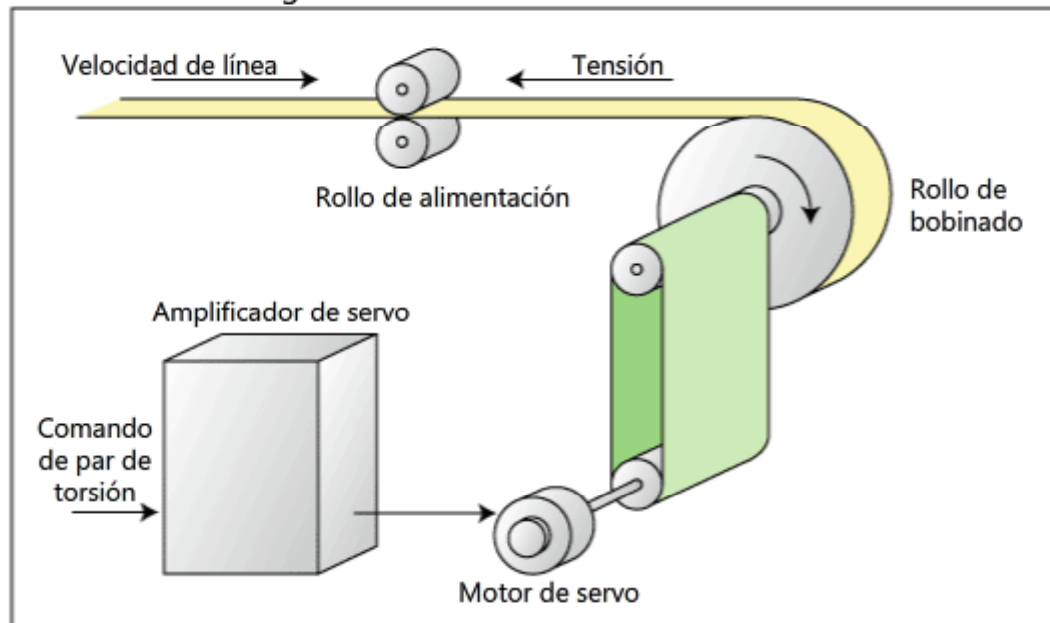


[Modo de control de par de torsión]

Genera un par de torsión objetivo al controlar la corriente del motor de servo en el control de par de torsión.

<Ejemplos de bobinado>

- (a) Ya que el par de torsión de carga se incrementa a medida que el radio del rollo de bobinado aumenta, la salida de par de torsión del motor de servo es controlada como sea adecuado para controlar que la tensión se mantenga constante.



- (b) Asegúrese de establecer un valor de límite de velocidad, ya que el motor con una carga ligera girará a una velocidad muy alta, por ejemplo, cuando el material sea cortado accidentalmente a mitad de la operación.



## Capítulo 2 ¿Cuáles son las diferencias entre los inversores y los servos?



### 2.1 Diferencias en aplicaciones y especificaciones

Los inversores de propósito general y los servos de propósito general difieren fundamentalmente en términos de objetivos y funciones.

La elección depende de factores tales como el patrón de operación, las condiciones de carga y el precio.



## 2.1

## Diferencias en aplicaciones y especificaciones



Comparación	Inversor (propósito general)	Servo (propósito general)
Aplicaciones de control	Usado para controlar condiciones normales relativamente leves.	Usado en aplicaciones que requieren control de alta velocidad y de alta precisión temporalmente.
Modo de control.	Usado básicamente para los modos de control de velocidad.	Usado para los modos de control de posición, control de velocidad y control de par de torsión.
Motor	Un motor de propósito general (de inducción) es usado.	Especificado/limitado por la combinación del amplificador de servo.
Operación con múltiples motores	Múltiples motores pueden ser conducidos usando un solo inversor.	Fundamentalmente, un amplificador de servo es usado para conducir únicamente un motor.
Precio	Precio (relativamente) bajo	Precio (relativamente) alto
Capacidad de respuesta (mientras sea mayor, mejor)	Baja capacidad de respuesta. Alrededor de 100 rad/s.	Alta capacidad de respuesta. Alrededor de 200 rad/s a 15000 rad/s.
Precisión de parada	Alrededor de hasta 100 $\mu$ m.	Alrededor de hasta 1 $\mu$ m disponible.
Frecuencia de inicio/parada (número de veces que la máquina puede ser iniciada/parada)	Alrededor de 20 rpm o menos.	Alrededor de 20 rpm a 600 rpm.
Tasa de cambio en la velocidad	Alta tasa de cambio. Fácilmente afectada por cambios en la carga y otros factores, ya que no hay retroalimentación de velocidad disponible.	Tasa baja. Permite que los cambios en la carga y otros factores sean cancelados, ya que hay retroalimentación de velocidad disponible.
Rango operativo continuo (operación continua al 100% de carga)	Rango estrecho. Alrededor de 1:10.	Rango amplio. Alrededor de 1:1000 a 1:5000.
Par de torsión máximo (relación de par de torsión clasificado)	Alrededor de 150%.	Alrededor de 300%.
Salida	Alrededor de 100 W a 300 kW.	Alrededor de 10 W a 60 kW.

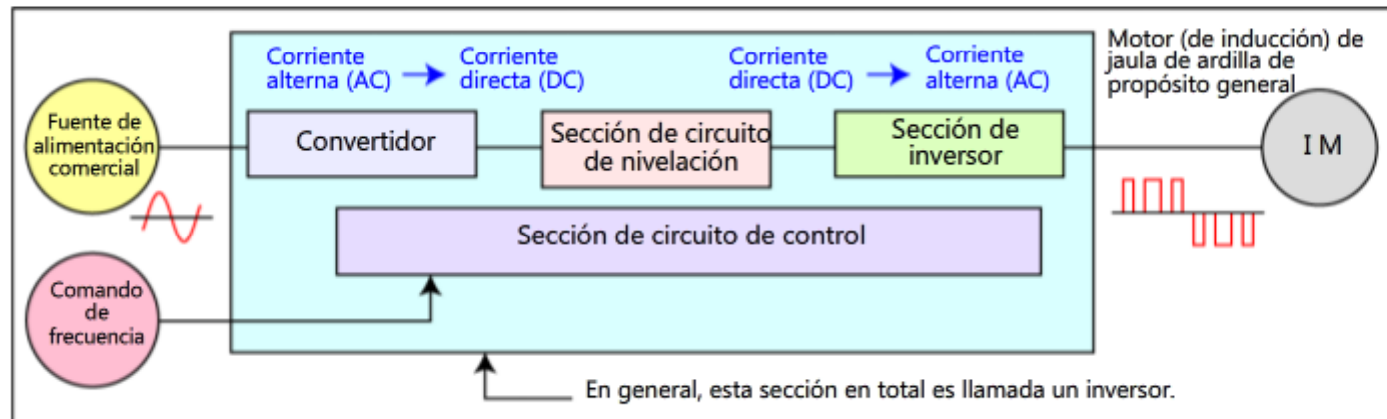
## 2.2

## Comparación de estructuras básicas

La estructura básica está ampliamente dividida en dos partes: un circuito principal que convierte la electricidad. Un circuito de control que emite comandos para determinar cómo es convertida la electricidad.

Circuito principal	<p>Estructuralmente, los inversores y los servos son casi lo mismo.</p> <p>Una diferencia entre los servos y los inversores es que los servos tienen una sección conocida como el freno dinámico.</p> <p>La unidad de freno dinámico absorbe la energía de la inercia integrada en el motor de servo y aplica un freno en el motor de servo.</p>
Circuito de control	<p>Comparados con los inversores, los servos tienen una estructura bastante complicada.</p> <p>Esto es porque los servomecanismos requieren funciones para retroalimentación complicada, cambio del modo de control, límites (en corriente, velocidad y par de torsión) y otras operaciones.</p>

## (1) Estructura básica del inversor



Cada sección funciona de la siguiente manera:

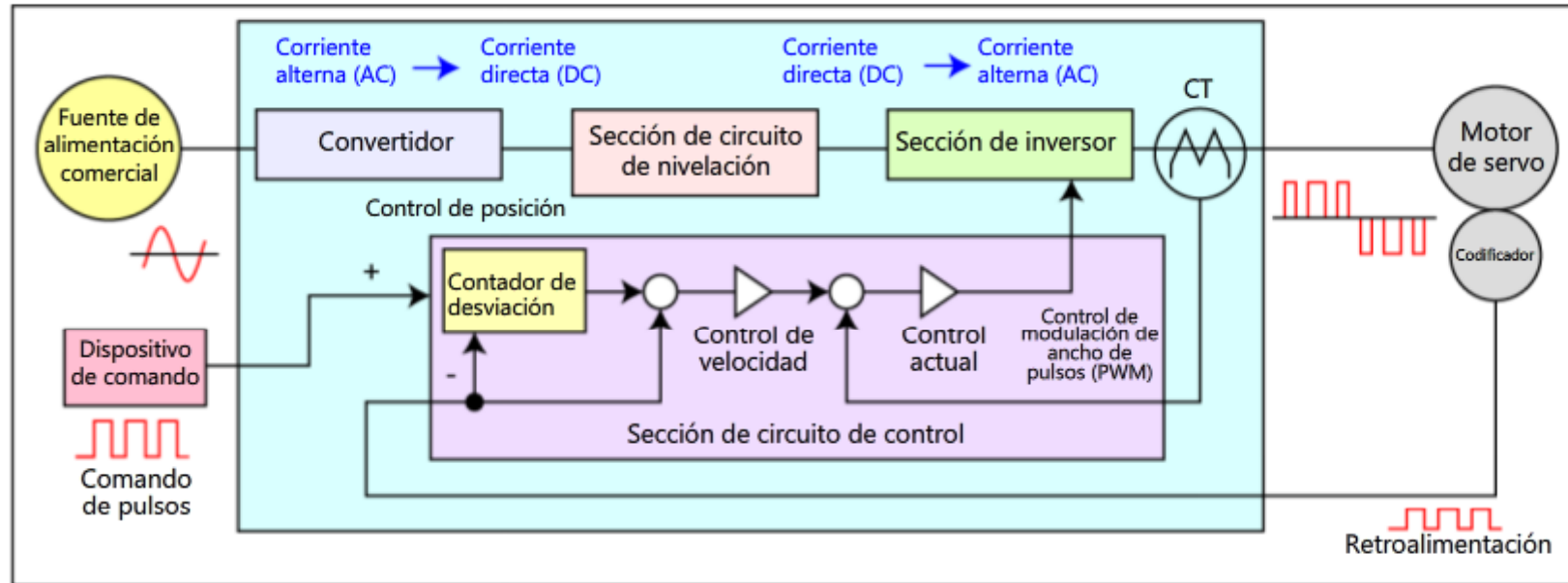
- Sección de convertidor : Funciona para convertir un voltaje de AC de un suministro eléctrico comercial en un voltaje de DC.
- Sección de circuito de nivelación : Funciona para nivelar las variaciones en una corriente eléctrica directa.
- Sección de inversor : Funciona para convertir un voltaje de DC en un voltaje de AC con una frecuencia variable.
- Sección de circuito de control : Funciona principalmente para controlar la sección de inversor.

## 2.2

## Comparación de estructuras básicas



(2) En la estructura de servo básica, cada sección funciona de la siguiente manera:



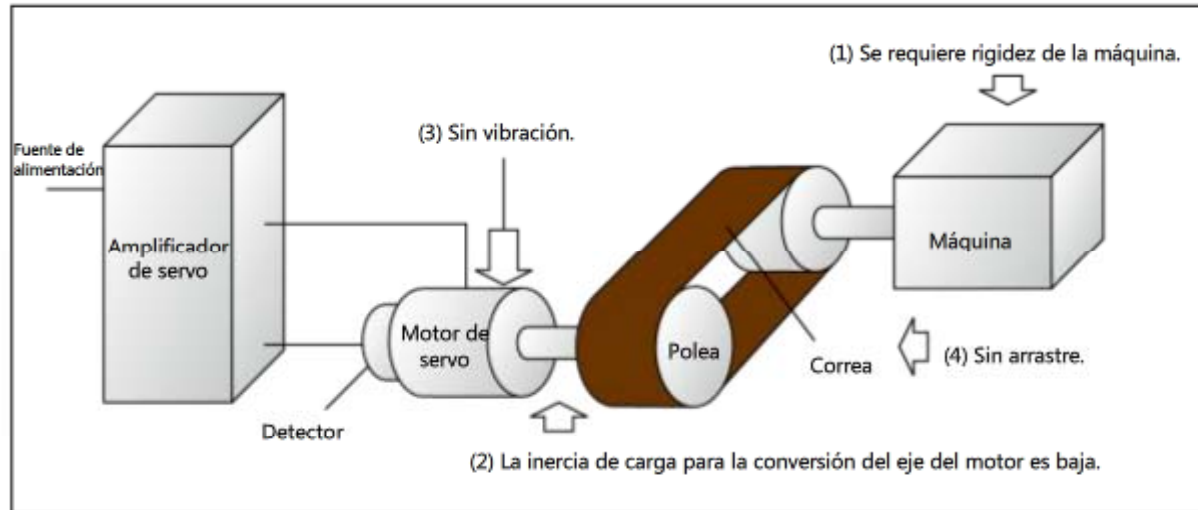
- Sección de convertidor : Funciona para convertir un voltaje de AC de un suministro eléctrico comercial en un voltaje de DC. (Lo mismo aplica para el inversor)
- Sección de circuito de nivelación : Funciona para nivelar las variaciones en una corriente eléctrica directa. (Lo mismo aplica para el inversor)
- Sección de inversor : Funciona para convertir un voltaje de DC en un voltaje de AC con una frecuencia variable. Una diferencia entre los servos y los inversores es que los servos tienen una sección conocida como el freno dinámico.
- Sección de circuito de control : Funciona principalmente para controlar la sección de inversor. Los servos tienen una estructura bastante complicada en comparación con los inversores, ya que requieren funciones para retroalimentación, cambio del modo de control, límites (en la corriente, la velocidad y el par de torsión) y otras operaciones.

## 2.3

## Cambios de inversores a servos



Hablando en términos generales, los servos ofrecen un mejor rendimiento que los inversores. Por esta razón, se considera que cambiar de inversores a servos no causa ningún problema en la operación. Sin embargo, tenga en mente lo siguiente.



## (1) Rigidez en el lado de la máquina

Un servo tiene un par de torsión dos veces más fuerte que un inversor. Si la estructura de la máquina es débil, puede ocurrir una vibración durante la aceleración/desaceleración (fenómeno de fluctuación), ya que el servo recibe señales de retroalimentación del detector para control.

En dichos casos, se deben implementar medidas como el fortalecimiento de la estructura de la máquina misma o reducir la ganancia (sensibilidad del control) para el sistema de servo.

El amplificador de servo de Mitsubishi tiene una función de filtrado dentro del bucle de control. La función de filtrado automáticamente ajusta y reduce la ganancia del sistema de servo para suprimir la vibración en las frecuencias donde la vibración ocurre fácilmente en los sistemas mecánicos (frecuencias de resonancia).





## 2.3

## Cambios de inversores a servos



## (2) Tamaño de la inercia de carga para la conversión del eje del motor

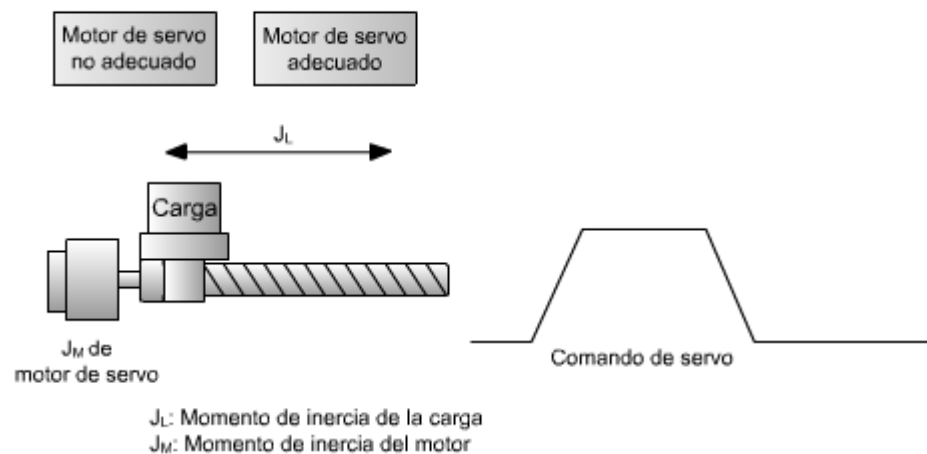
En general, los servos son más influenciados por el tamaño del momento de inercia de la carga que los inversores.

Si el momento de inercia de la carga es muy grande comparado con el momento de inercia del motor, el eje del motor es fácilmente afectado por la carga y el control se vuelve inestable.

Es importante seleccionar las capacidades de servo apropiadas para la carga del sistema mecánico.

Para estabilidad, es preferible que la magnificación del momento de inercia de la carga (conversión del eje del motor) al momento de inercia del motor sea menor que la carga recomendada para la relación de inercia del motor.

↓ **Presione el botón a continuación.** ↓



## (3) Vibración para el eje del motor

Si se aplica una vibración mecánica a la sección donde el motor está adjunto, la afectación en la flecha del motor de rotación podría ser un problema.

Los motores de servo con detectores integrados requieren medidas para reducir la vibración.

## (4) Arrastre del mecanismo reductor de la velocidad

Para mecanismos reductores de velocidad de correa en V, se deben tomar medidas tales como una correa de distribución para prevenir que el arrastre ocurra en la sección de la correa.

## Prueba Prueba Final



Ahora que ha completado todas las lecciones del Curso de Equipo de FA para Principiantes (Servos), está listo para tomar la prueba final. Si no tiene claro cualquiera de los temas cubiertos, aproveche esta oportunidad para revisar esos temas.

Hay un total de 10 preguntas (27 elementos) en esta Prueba Final.

Puede tomar la prueba final tantas veces como desee.

### Cómo calificar la prueba

Después de seleccionar la respuesta, asegúrese de hacer clic en el botón **Puntuación**. Si no lo hace, la prueba no será calificada.

(Consideradas como preguntas no contestadas.)

### Resultados de la puntuación

El número de respuestas correctas, el número de preguntas, el porcentaje de respuestas correctas y el resultado de aprobado/reprobado aparecerá en la página de puntuación.

Respuestas correctas : 3

Preguntas totales : 10

Porcentaje : 30%

Para pasar la prueba, se requiere el **60%** de respuestas correctas.

Proceder

Revisar

Reintentar

- Haga clic en el botón **Proceder** para salir de la prueba.
- Haga clic en el botón **Revisar** para revisar la prueba. (Verificación de respuesta correcta)
- Haga clic en el botón **Reintentar** para reintentar la prueba en múltiples ocasiones.

## Prueba Prueba Final 1



Un servo es un mecanismo de control diseñado para operar con comandos emitidos y verificar las condiciones operativas propias en todo momento y enviar retroalimentación para asegurar que no hay errores en los comandos emitidos.

Seleccione la afirmación correcta sobre las características de control.

- Las señales de retroalimentación son controladas para que sean minimizadas.
- La diferencia entre las señales de comando y las señales de retroalimentación es controlada para que sea minimizada.
- Las señales de comando son controladas para que sean minimizadas.

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 2**

Seleccione el tipo de motor de servo usado más comúnmente en dispositivos de FA.

- Motor de servo de la serie de Sincrónicos (SM)
- Motor de servo de la serie de Inducción (IM)
- Motor de servo DC

Puntuación

Regresar

**Prueba Prueba Final 3****Codificador absoluto (detección absoluta de posición)**

Llene las partes en blanco en la explicación de los codificadores absolutos.

Los codificadores absolutos, los cuales no requieren una  después de un apagón, se han vuelto cada vez más utilizados en los motores de servo en los últimos años.

Los codificadores absolutos tienen un  usado para detectar la posición en la rotación y un detector de revoluciones múltiples que  el número de rotaciones.

Los datos del detector de revoluciones múltiples están respaldados con una  para que no se pierdan.

[Puntuación](#)[Regresar](#)

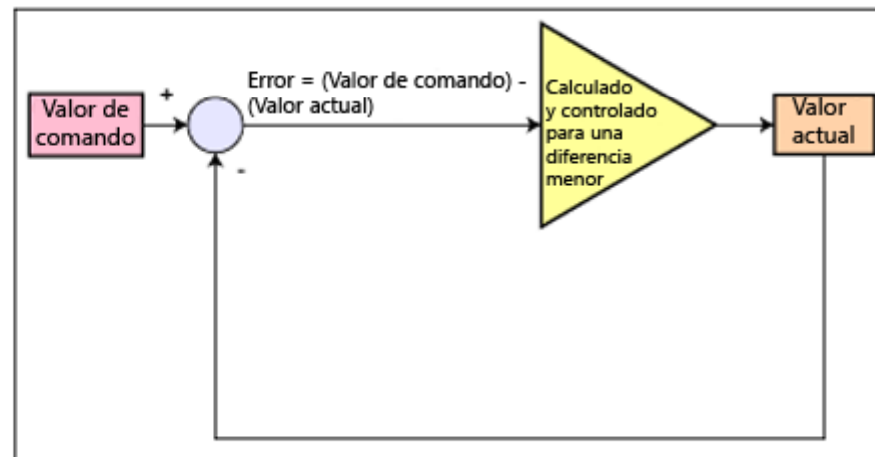
## Prueba Prueba Final 4

### Principios del control de servo

Llene las partes en blanco en la explicación de los principios de control de servo.

El dispositivo principal de un sistema de servo es que compara el valor de comando y el  ,  
y  la diferencia entre los dos usando  .

Con base en el flujo de señales de control, el bucle que recorre "error → valor actual → error" es conocido como  ya que  .



Puntuación

Regresar

## Prueba Prueba Final 5



### Tipos de bucles de control de servo

Seleccione el bucle de control de servo que corresponda a la explicación listada a continuación.

--Select--

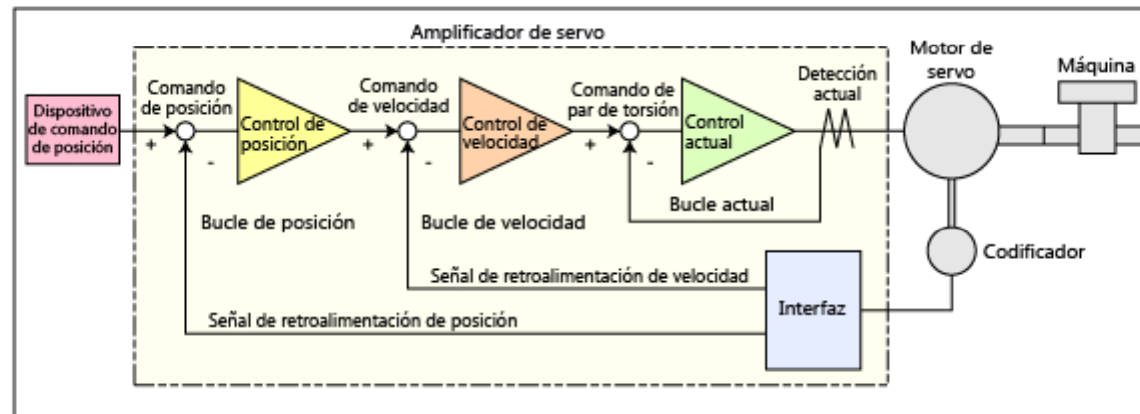
Un bucle de control que usa señales de retroalimentación de posición generadas a partir de impulsos de codificador.

--Select--

Un bucle de control que usa señales de retroalimentación de velocidad generadas a partir de impulsos de codificador.

--Select--

Un bucle de control que usa señales de retroalimentación de corriente generadas mediante la detección de la corriente de salida del amplificador de servo.



Puntuación

Regresar

## Prueba Prueba Final 6



### Principios del control de posición

En el control de posición de servo, el servo opera para hacer que el impulso de comando y el impulso de retroalimentación del codificador se vuelvan equivalentes.

Llene las partes en blanco en las explicaciones a continuación con los términos apropiados.

La cantidad de viaje de la máquina es proporcional al .

La velocidad de la máquina es proporcional a la .

El posicionamiento estará completo si la diferencia entre el impulso de comando y el impulso de retroalimentación está dentro del rango  y la  es mantenida mientras no se emitan comandos de posición actualizados.

Puntuación

Regresar



**Prueba Prueba Final 7****Características del Control de Velocidad de Servo**

Seleccione la afirmación correcta sobre el control. (Las respuestas múltiples son posibles.)

- Amplio rango de control de velocidad.
- Rango estrecho de control de velocidad.
- Tasa baja de cambio en la velocidad.
- Tasa alta de cambio en la velocidad.

[Puntuación](#)[Regresar](#)

**Prueba Prueba Final 8****Control de par de torsión de servo**

Seleccione la afirmación correcta sobre el control de par de torsión.

- El control de par de torsión es usado para controlar la corriente del motor de servo.
- El control de par de torsión es usado para controlar el voltaje del motor de servo.
- El control de par de torsión es usado para controlar la corriente de entrada del amplificador de servo.

[Puntuación](#)[Regresar](#)

**Prueba Prueba Final 9**

Precauciones para cambiar de un inversor a un servo. (rigidez mecánica)

Llene las partes en blanco en la explicación a continuación.

Un servo tiene un par de torsión  más fuerte que un inversor.

Por esta razón, con estructuras débiles de máquina (máquinas con baja rigidez), la  ocurre con mucha facilidad durante la aceleración.

En dichos casos, el sistema es usado en un área donde la vibración no ocurra al fortalecer la construcción de la máquina o  la ganancia de servo.

## Prueba Prueba Final 10



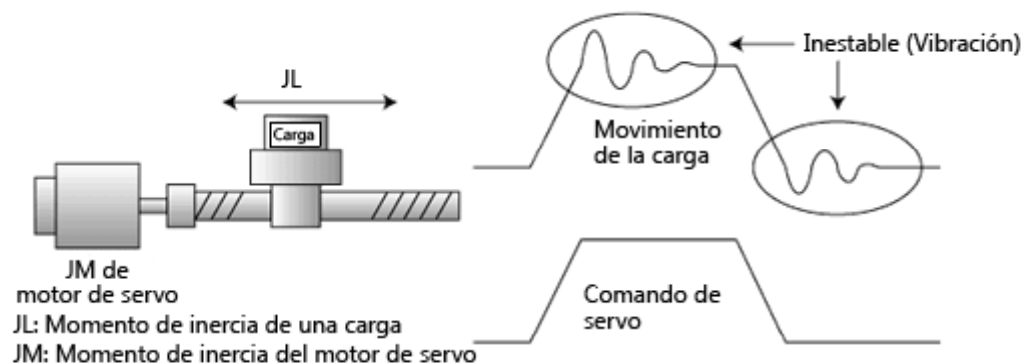
Precauciones para cambiar de un inversor a un servo. (inercia de carga)

Llene las partes en blanco en la explicación a continuación.

En general, los servos son más influenciados por el  der la inercia de la carga que los inversores.

En los motores de servo, si el momento de inercia de la  es muy grande comparado con el momento de inercia del motor, el eje del motor se vuelve fácilmente afectado por la carga y el control se volverá .

Como una medida general para la estabilidad, es preferible que la magnificación del momento de inercia de la carga (conversión del eje del motor) al momento de inercia del  sea menor que la carga recomendada para la relación de inercia del motor.



Puntuación

Regresar

## Prueba Puntuación de la Prueba

Ha completado la Prueba Final. Sus resultados son los siguientes.  
Para terminar la Prueba Final, proceda a la siguiente página.

Respuestas correctas : 0

Preguntas totales : 10

Porcentaje : 0%

Proceder

Revisar

Reintentar

**Ha fallado la prueba.**

Ha completado el Curso de **Equipo de FA para Principiantes (Servos)**.

Gracias por tomar este curso.

Esperamos que haya disfrutado las lecciones y que la información que adquirió en este curso le sea útil para configurar sistemas en el futuro.

Puede revisar el curso tantas veces como desee.

**Revisar**

**Cerrar**