



Instituto Tecnológico Superior de Lerdo
INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

INSTRUMENTACIÓN



U3. ACTUADORES

INSTRUCTOR: M.C. GABRIELA REYES VALDEZ

INSTRUCTOR: M.C. GABRIELA REYES VALDEZ



Introducción a los Actuadores

Un **Actuador** es un dispositivo inherentemente **Mecánico** cuya función es proporcionar **Fuerza** para mover o “actuar” otro dispositivo **Mecánico**.



Introducción a los Actuadores

El **Actuador** mas común es el **Actuador Manual**. Es decir, una persona que mueve o actúa un **Dispositivo** para iniciar su funcionamiento.



Introducción a los Actuadores

En el **Control Automático** de los procesos Industriales el **Actuador** es un dispositivo Importante, capaz de transformar **Energía Hidráulica, Neumática o Eléctrica** en **Energía Mecánica** para la Activación de un Proceso con la finalidad de **generar** un efecto sobre un Proceso Automatizado.



Introducción a los Actuadores

Por cada **Proceso** debe de haber un **Actuador** Final, que regule el suministro de energía o material al Proceso y cambie la **Señal de Medición**.

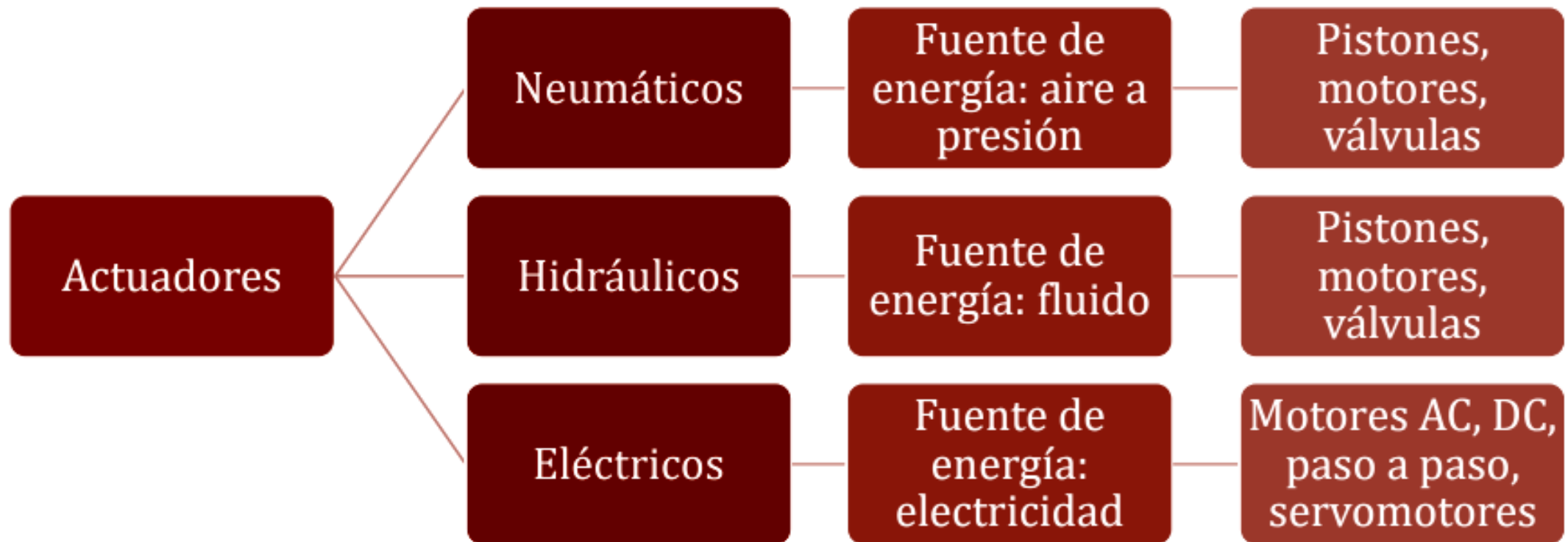


Tipos de Actuadores

La **Fuerza** que acciona al **Actuador** proviene de tres fuentes posibles: **Presión Neumática**, **Presión Hidráulica**, y **Fuerza Motriz Eléctrica**,
Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se clasifican en :

- ★ **1. Neumáticos**
- ★ **2. Hidráulicos**
- ★ **3. Eléctricos**

Tipos de Actuadores





Tipos de Actuadores

Para decidir que tipo de **Actuador** se necesita utilizar entre la diversidad de estos, se debe de saber la acción que se requiere realizar.

Los **Actuadores** Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos son usados para manejar aparatos **Mecatronicos**.



Tipos de Actuadores

Por lo general los **Actuadores Hidráulicos** se empelan cuando se necesita **Potencia**, mientras que los **Neumáticos** son Aplicados para **Posicionamiento**.



Tipos de Actuadores

Clasificación de Actuadores de Acuerdo a su **Movimiento**:

Los **Actuadores** son los dispositivos encargados de efectuar acciones físicas ordenadas por algún sistema de control. Esta acción física puede ser un **Movimiento Lineal** o un **Movimiento Rotativo**.



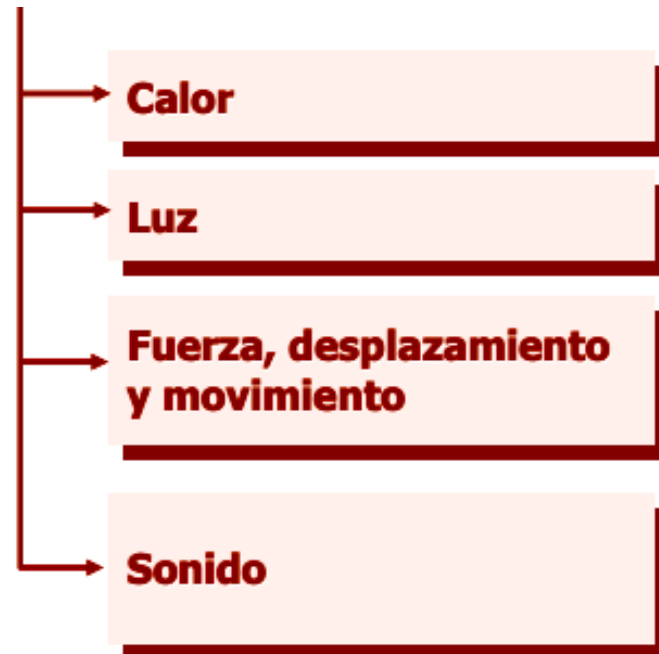
Tipos de Actuadores

- Los **Actuadores Lineales** generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón.
- Los **Actuadores Rotativos** generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico.



Actuadores Eléctricos

Los **Actuadores Eléctricos** son accionados por medio de corrientes Eléctricas. Dichos Actuadores toman una señal eléctrica y producen una variación correspondiente en una Magnitud , de acuerdo a la magnitud producida se clasifican en:





Actuadores Eléctricos

1. Actuadores de Calor

Los Actuadores Calefactores son los que producen calor gracias al **Efecto Joule**. Este efecto relaciona la **Corriente** que circula por una **Resistencia** y la energía liberada en forma de **Calor**. El calor se produce cuando una elevada corriente (muchos electrones) al atravesar un conductor con poca resistencia, provocan entre ellos numerosas colisiones y fricciones, lo cual hace incrementar la temperatura.



Actuadores Eléctricos

1. Actuadores de Calor

Se utiliza como **Resistencias Calefactoras** un hilo metálico con una aleación de **cromo** y **níquel** que le aporta un coeficiente de resistividad alto y además posee una gran resistencia al calor. También se fabrican a base de compuestos semiconductores dispuestos sobre una superficie.

Actuadores Eléctricos

Ejemplo:



Bujías de Calefacción



Radiador Eléctrico



Calentador de Espiral Eléctrico

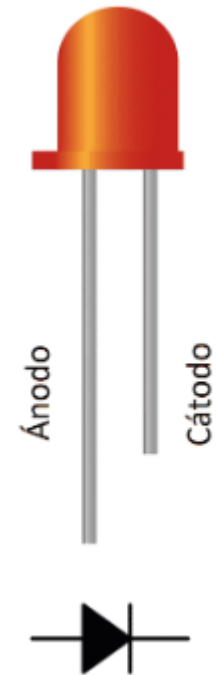
Actuadores Eléctricos



2. Actuadores de Luz- Diodo LED

El **LED** es básicamente un **tipo de diodo especializado**, ya que tiene características eléctricas muy similares a un diodo de unión PN. Cuando un LED es **polarizado directamente**, los electrones de la banda de conducción se recombinan con agujeros de la banda de valencia liberando suficiente energía para **producir fotones**. Estos fotones pueden salir de la unión e irradiar, produciendo luz.

Podemos decir que los diodos emisores de luz son dispositivos semiconductores que **convierten la energía eléctrica en energía lumínica**.



Actuadores Eléctricos

2. Actuadores de Luz



Visualizador de 7 segmentos



Diodo Laser



Bombilla

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Actuadores Solenoides

En los cuales una corriente que pasa por un **solenoid** acciona un **núcleo de hierro**, por ejemplo una válvula neumática/hidráulico operada por solenoide, donde la corriente de control que pasa por el solenoide se utiliza para regular el flujo neumático/hidráulico.



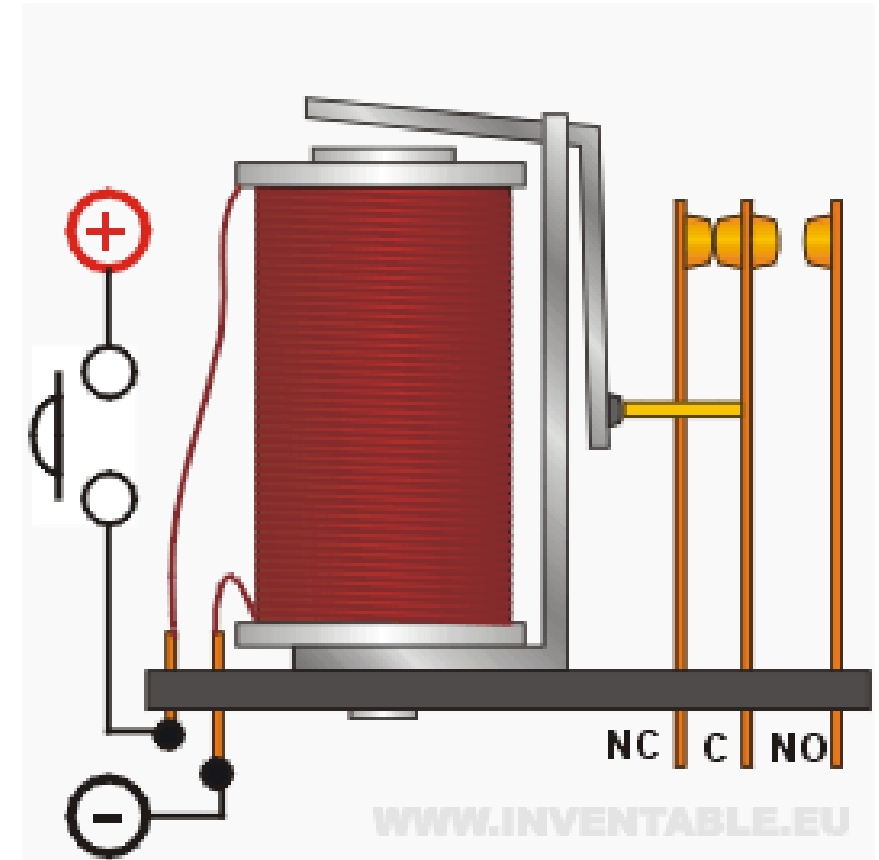
Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Actuadores Relevadores

*El Relé o **Relevador** es un dispositivo electromecánico. Funciona como un **interruptor** controlado por un **circuito eléctrico** en el que, por medio de una **Bobina** y un **Electroimán**, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.*



Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Actuadores Motores

Los **Motores Eléctricos** son máquinas eléctricas **Rotatorias** que transforman la **Energía Eléctrica** en **Energía Mecánica**. Debido a sus múltiples ventajas, entre las que cabe citar su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento, el motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio, o el hogar.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Actuadores Motores

Los **Motores Eléctricos** satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga.

Estos **Motores** se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Tipos de Motores

Los **Motores Eléctricos** con frecuencia se usan como elemento final en los **sistemas de control** por posición o de velocidad. Los motores se pueden clasificar en dos categorías de acuerdo a la corriente utilizada para su alimentación:

- Motores de DC (Corriente Directa)
- Motores de AC (Corriente Alterna)

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Directa

Son **Motores** de costo más elevado y, además de eso, precisan una fuente de **Corriente Continua**, o un dispositivo que convierta la **Corriente Alterna** común en continua. Pueden funcionar con velocidad ajustable, entre amplios límites y se prestan a controles de gran flexibilidad y precisión. Por eso, su uso es restricto a casos especiales en que estas exigencias compensan el costo mucho más alto de la instalación y del mantenimiento.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Directa

Este **Motor** consta de dos partes principales y son:

- ❑ **Parte fija:** Compuesto por un **Electroimán** producido por el *campo magnético* que induce la **fuerza** sobre la parte móvil.
- ❑ **Parte móvil:** Compuesto por varios espirales o **Bobinas**. Se llama **Rotor**.

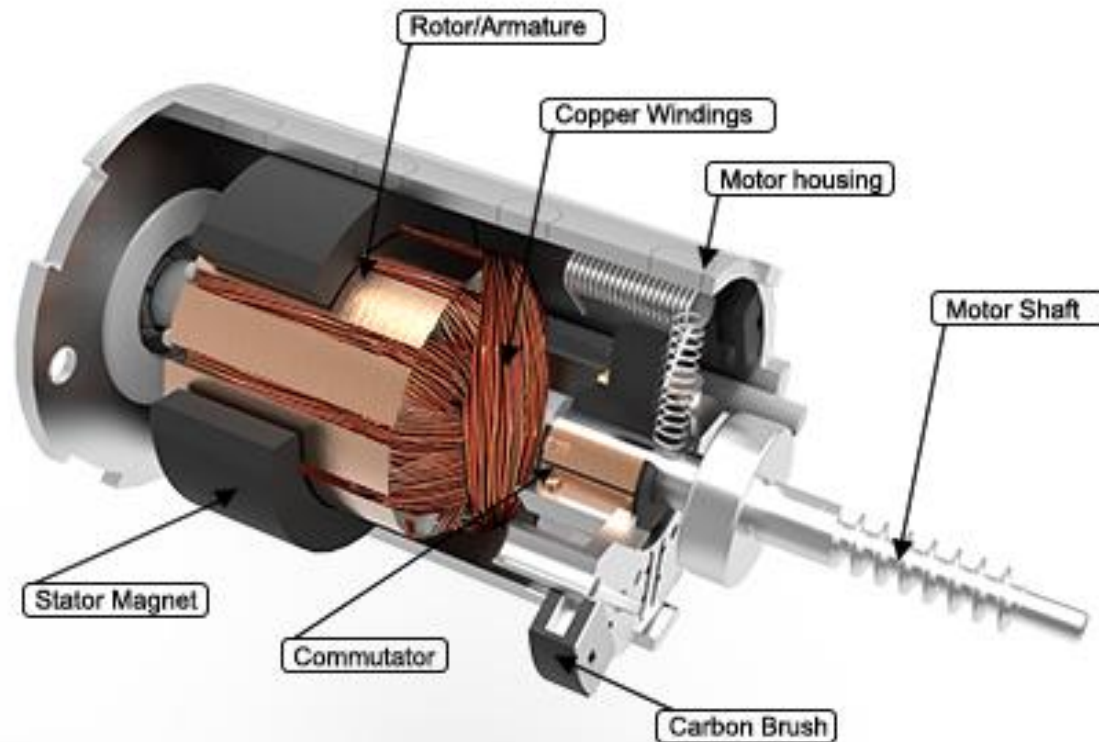
.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Partes principales del motor de corriente continua



Estátor

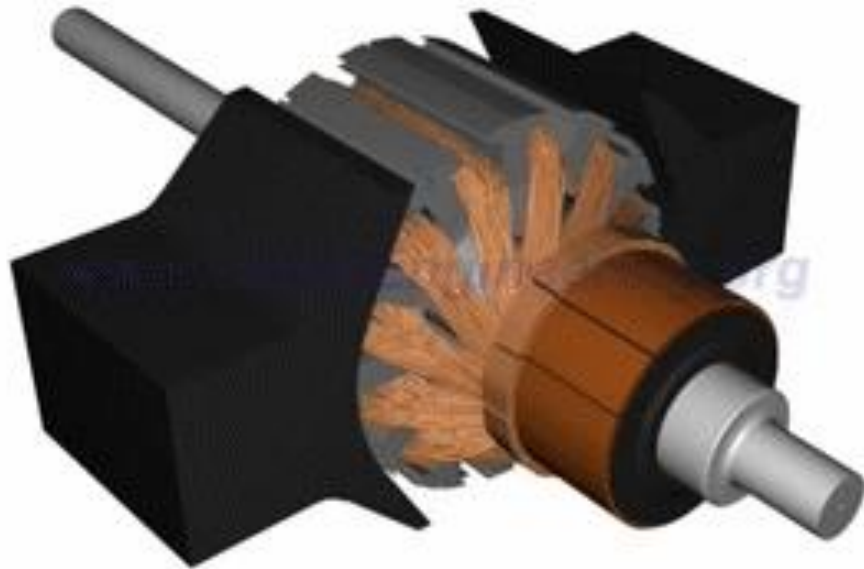
Es la **parte fija del motor** responsable del establecimiento del **campo magnético** de excitación. En su interior se encuentran distribuidos en números par, **los polos inductores**, sujetos mediante tornillos a la **carcasa**. Alrededor de los polos se encuentran unas **bobinas** que constituyen el **devanado inductor**; generalmente de hilo de **cobre aislado**, que al ser alimentados por una **corriente continua**; generan el campo inductor de la máquina, presentando alternativamente polaridades norte y sur.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Directa



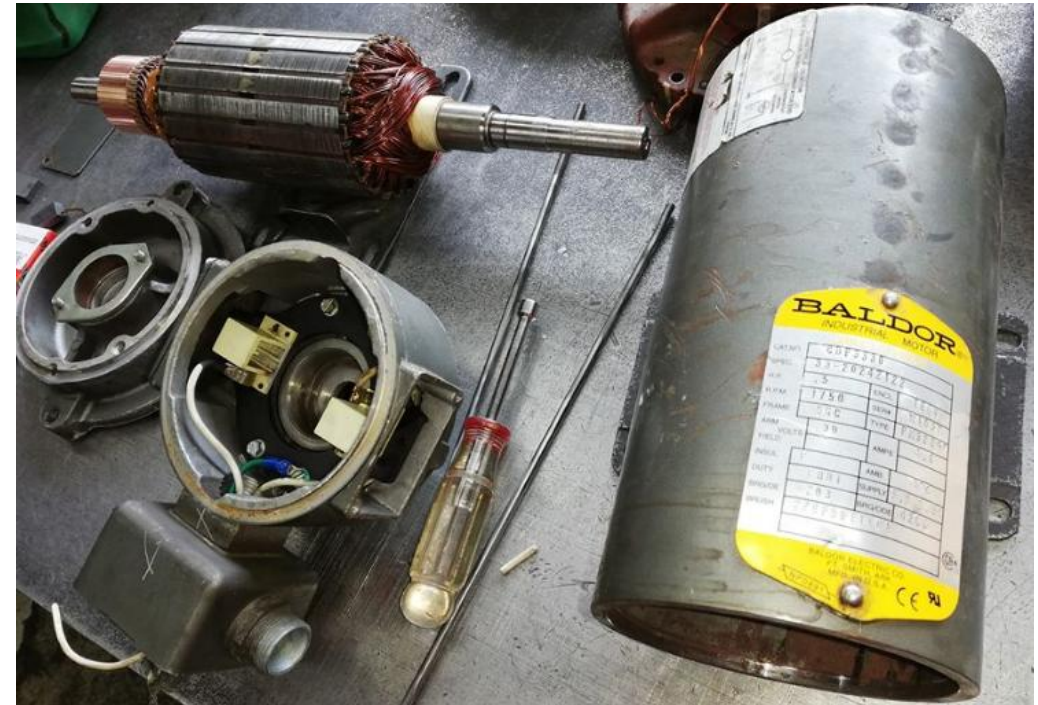
Rotor

El **Rotor** está formado por un eje que soporta un juego de **Bobinas** arrolladas sobre un **Núcleo Magnético**; que gira dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso de un juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares; que permanecen estáticas y que constituyen lo que se denomina **Estátor** de una corriente.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Directa

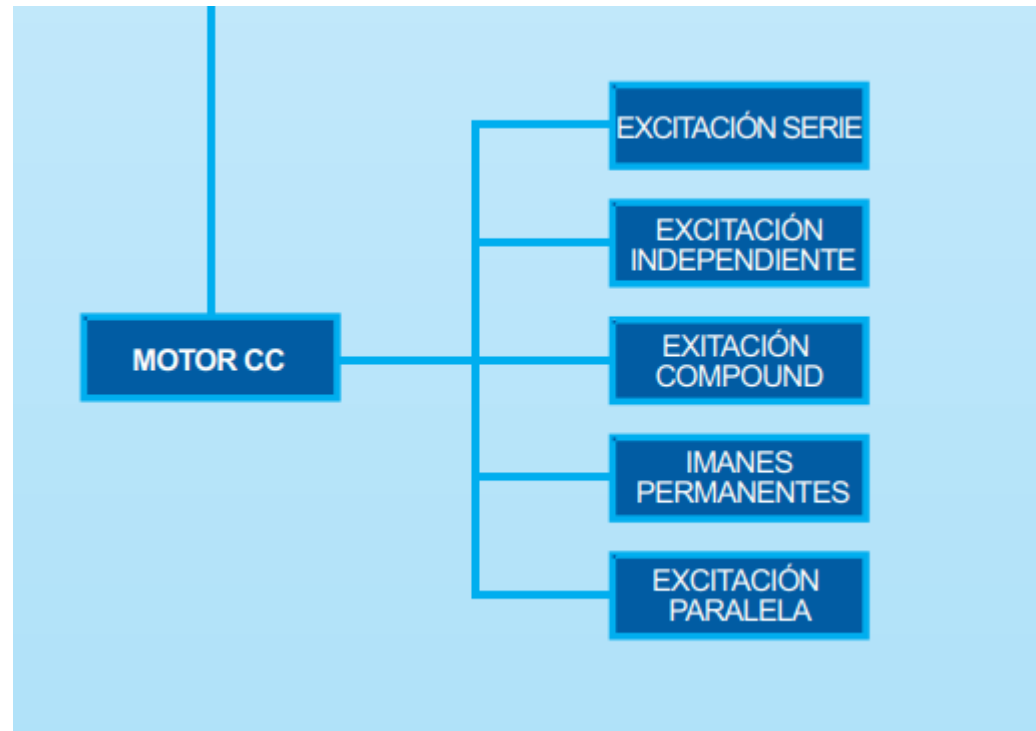


Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Clasificación de los Motores de Corriente Directa.



Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Alterna

los **Motores de Corriente Alterna** son denominados de esta manera por ser **Motores Eléctricos que se caracterizan por funcionar a partir de esta clase de alimentación eléctrica.**

Son significativamente más **económicos** y suelen utilizarse en **procesos** menos críticos con un **Mantenimiento** menos complejo, aunque el avance en la última década de la **Electrónica de Control y de Potencia** ha posibilitado realizar muchos de los procesos que anteriormente solo eran realizados por los **Motores de Corriente Directa.**

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Alterna

los **Motores de Corriente Alterna** pueden ser empleados en dispositivos de todos los tipos. Son utilizados en la mayoría de los equipos Industriales ya que tienen un diseño simple y funcionan a velocidades fijas , lo cual los hace ideales en operaciones de baja velocidad.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Alterna

Básicamente se diseñan dos tipos de motores para funcionar con corriente alterna : **los motores síncronos y los motores de inducción.**

Motor Síncrono: Funciona con velocidad fija, o sea, sin interferencia del deslizamiento; utilizado normalmente para grandes potencias.

Motor de Inducción: Funciona normalmente con una velocidad constante, que varía ligeramente con la carga mecánica aplicada al eje. Debido a su gran simplicidad, robustez y bajo costo, es el motor más utilizado de todos, siendo adecuado para casi todos los tipos de máquinas accionadas, encontradas en la práctica.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores de Corriente Alterna

De manera específica los motores de corriente alterna se clasifican por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación en :

a) Por su velocidad de giro:

1. Asíncronos
2. Síncronos

b) Por el tipo de rotor:

1. Motores de anillos rozantes.
2. Motores con colector
3. Motores de jaula de ardilla

c) Por su número de fases de alimentación:

1. Monofásicos
2. Bifásicos
3. Trifásicos

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. Motores de Corriente Alterna

Las Partes principales del motor de CA son:

1. **Carcasa:** caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
2. **Estator:** Es la **parte fija** del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero al silicio provistas de unas ranuras. Los bobinados de sección apropiada están dispuestos en dichas ranuras formando las bobinas que se dispondrán en tantos circuitos como fases tenga la red a la que se conectará la máquina.
3. **Rotor:** Es la **parte móvil** del motor. Esta situado en el interior del estator y consiste en un núcleo de chapas de acero al silicio apiladas que forman un cilindro, en el interior del cual se dispone un bobinado eléctrico. Los tipos más utilizados son: **Rotor de Jaula de Ardilla o Rotor Bobinado.**

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. Motores de Corriente Alterna

Partes principales del motor de CA



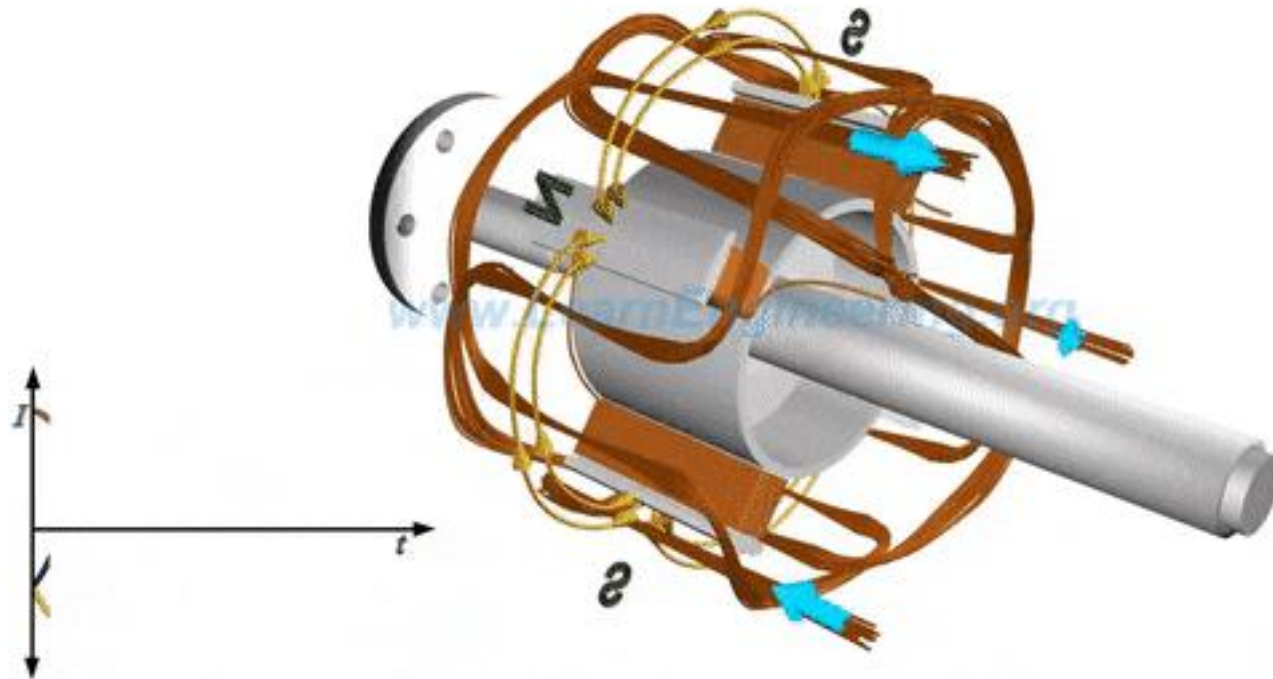
INSTRUCTOR: M.C. GABRIELA REYES VALDEZ

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. Motores de Corriente Alterna

Partes principales del motor de CA



INSTRUCTOR: M.C. GABRIELA REYES VALDEZ

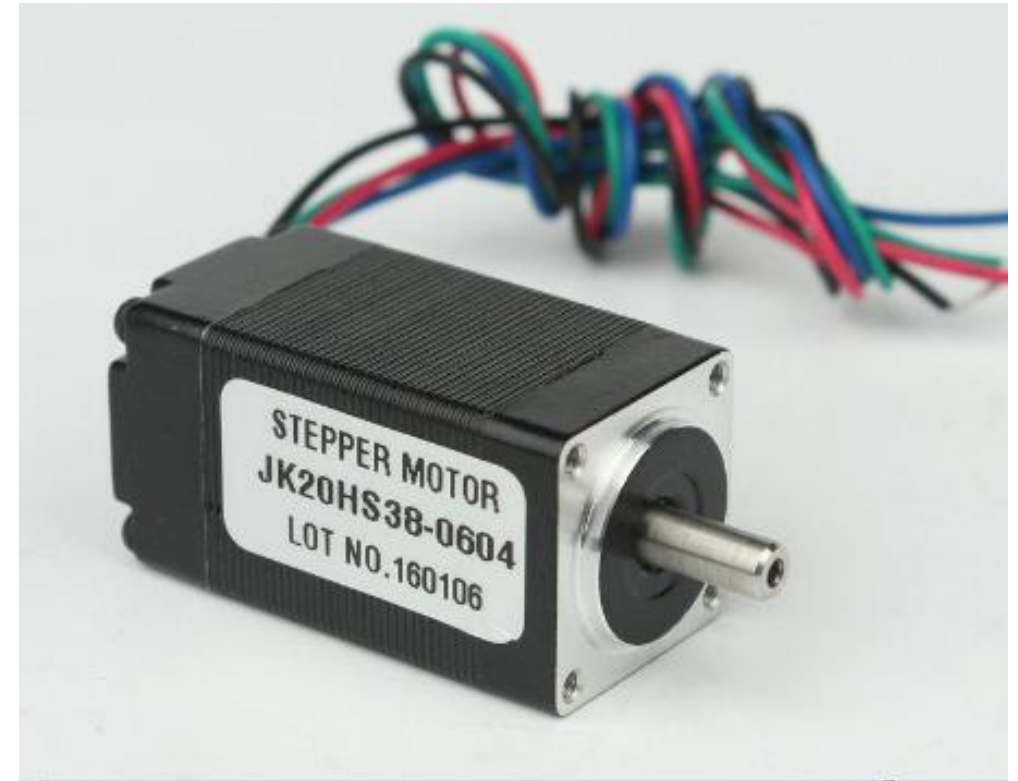
Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores paso a paso “stepper”

Los **Motores Paso a Paso** o también conocidos como “**stepper motor**”, pueden girar y pararse con una precisión del orden de centésimas de milímetro. Esta alta precisión y su fiabilidad los destina a ser utilizados en una gran cantidad de aparatos electrónicos como por ejemplo, discos, impresoras, fotocopadoras, robots, impresoras 3D, maquinas CNC, etc.



Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

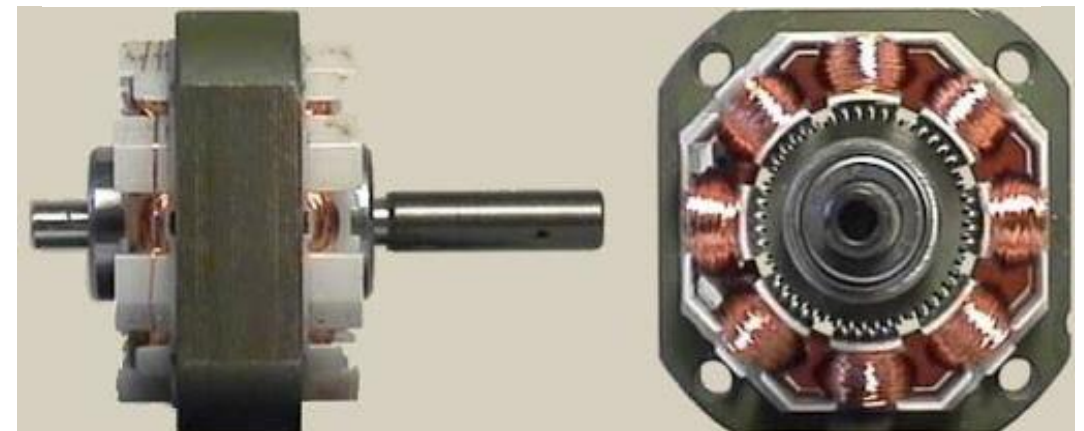
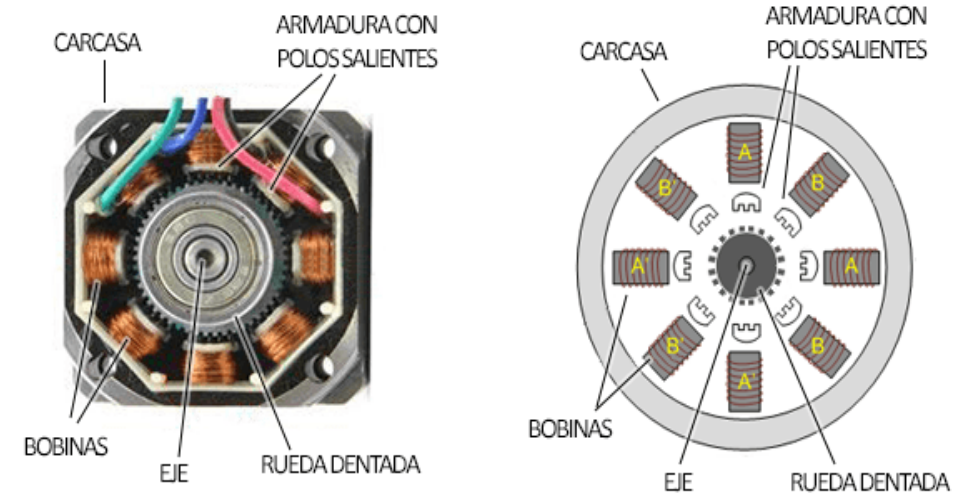
Motores paso a paso “stepper”

Existen dos tipos de **Motores a Paso** : **Motores de Imán Permanente** y **Motores de Reluctancia variable**.

❑ Los **Motores de Imán permanente** se clasifican en **Unipolares** y **Bipolares** los cuales se caracterizan por tener todas las bobinas en el Estator y el rotor es un Imán Permanente.

❑ Los **Motores de Reluctancia Variable** se caracteriza por tener un bloque con algún material magnéticamente blando.

Motores a Paso de Imán Permanente



Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores paso a paso “stepper”

Toda la **Conmutación o excitación de las bobinas** debe ser manejada externamente por el **Controlador** del **Motor** . Los Motores y controladores están diseñados para que el Motor pueda ser mantenido en una **Posición** o rotar en uno u otro sentido.

La mayoría de estos motores pueden ser manejados a **Frecuencias de Audio** permitiendo un giro rápido y, con un **controlador** apropiado, pueden ser arrancados y parados en posiciones controladas.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores paso a paso “stepper”

Para obtener un **Arranque** Suave y preciso, es recomendable comenzar con una **Frecuencia** de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada.

la máxima **Frecuencia** admisible para estos motores suele estar alrededor de los **625 Hz**. Si la **Frecuencia** de pulsos es demasiado elevada, el **Motor** puede reaccionar erróneamente en alguna de las siguientes maneras:

- ☐ Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- ☐ Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- ☐ Puede girar erráticamente.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores paso a paso “stepper”

Los **Motores Paso a Paso** son ideales para la construcción de **Mecanismos** en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos **Motores** es el hecho de poder moverlos un paso por cada pulso que se le aplique.

Este paso puede variar desde **90°** hasta pequeños movimientos de tan solo **1.8°** (e incluso hasta de **0.72°**), es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360°.

Actuadores Eléctricos



3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

Motores paso a paso “stepper”

VENTAJAS DE LOS MOTORES PASO A PASO:

- ☐ Compatible con la información digital.
- ☐ Ideal para trabajar en lazo abierto.
- ☐ Posicionamiento preciso 3-5% y con buena repetibilidad.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.



SERVOMOTORES

Los Actuadores Eléctricos también son muy utilizados en los aparatos Mecatronicos. Por Ejemplo en la Robótica los Servomotores se emplean por su capacidad de posicionamiento preciso.

.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. **SERVOMOTORES**



Un **Servomotor** es un **Motor de Corriente Continua** que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier **posición** dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha **posición**.

El **Servomotor** se caracterizan por permitir un movimiento controlado y por entregar un mayor par de torsión (torque) que un **Motor DC** común.

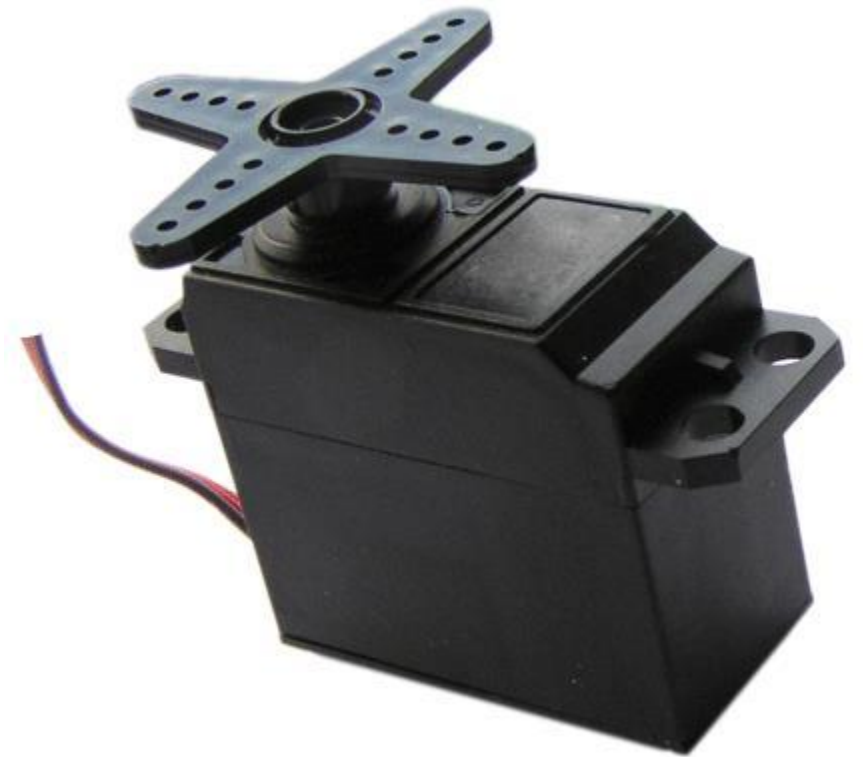


Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

SERVOMOTORES

Con la aparición de los **Servomotores Digitales** se han conseguido grandes avances en las áreas de **Control y Eficiencia**. La mejora del rendimiento se produce debido a la aplicación de la **Electrónica de Control** en la cual se utiliza un **Microcontrolador** para hacer todo el trabajo. Este hecho permite mandar más **Pulsos** de control al **Motor** aumentando la **precisión de movimiento y el rendimiento**.



Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

SERVOMOTORES



Los **Servomotores** no giran su eje 360° (aunque ahora hay algunos que si lo permiten), como los **Motores** normales, **solo giran 180° hacia la izquierda o hacia la derecha** (ida y retorno).

Con la aparición de los **Servomotores Digitales** se han conseguido grandes avances en las áreas de **Control y Eficiencia**. La mejora del rendimiento se produce debido a la aplicación de la **Electrónica de Control** en la cual se utiliza un **Microcontrolador** para hacer todo el trabajo. Este hecho permite mandar más **Pulsos** de control al **Motor** aumentando la **precisión de movimiento y el rendimiento**.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

SERVOMOTORES



PARTES DE UN SERVOMOTOR

❑ **Motor de Corriente Continua:** Es el elemento que le brinda movilidad al servo. Cuando se aplica un potencial a sus dos terminales, este motor gira en un sentido a su velocidad máxima. Si el voltaje es inverso, el sentido de giro también se invierte.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

SERVOMOTORES



PARTES DE UN SERVOMOTOR

❑ **Engranajes Reductores:** Se encargan de convertir gran parte de la velocidad de giro del **Motor** de Corriente continua en **Torque o Fuerza**.

❑ **Circuito de Control:** Este circuito es el encargado del **control** de la posición del **Motor**. Recibe los pulsos de entrada y ubica al **Motor** en su nueva posición dependiendo de los pulsos recibidos.

Actuadores Eléctricos

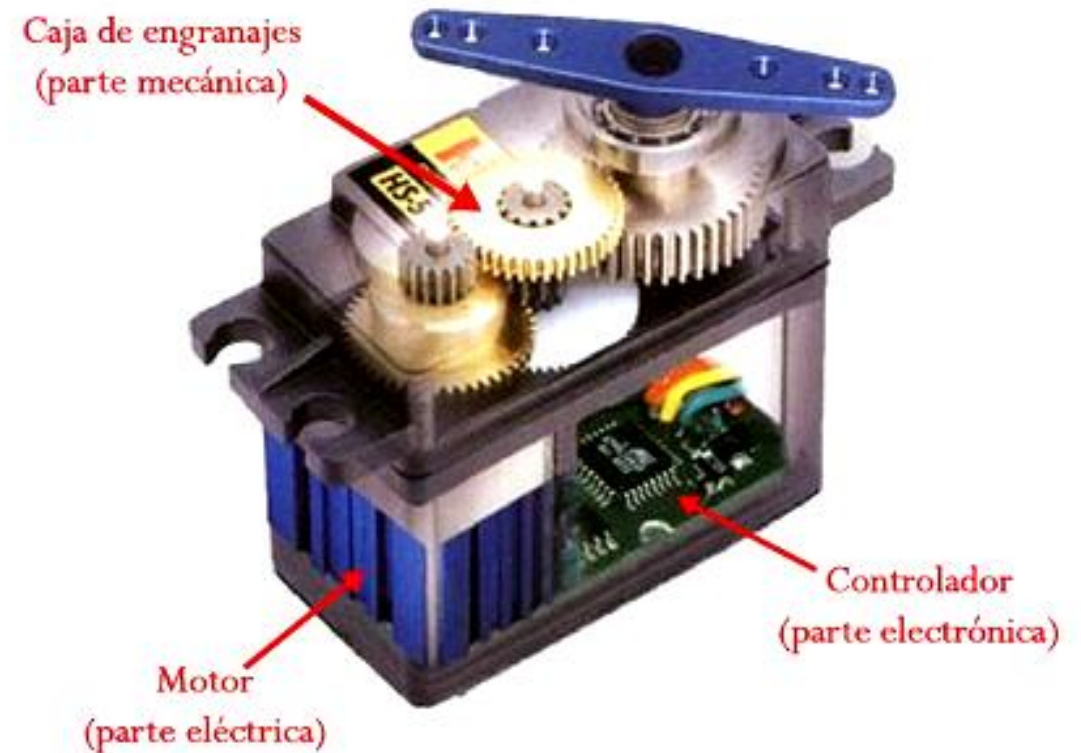
3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



PARTES DE UN SERVOMOTOR

❑ **Engranajes Reductores:** Se encargan de convertir gran parte de la velocidad de giro del **Motor** de Corriente continua en **Torque o Fuerza**.

❑ **Circuito de Control:** Este circuito es el encargado del **control** de la posición del **Motor**. Recibe los pulsos de entrada y ubica al **Motor** en su nueva posición dependiendo de los pulsos recibidos.



Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



FUNCIONAMIENTO DE UN SERVOMOTOR BÁSICO

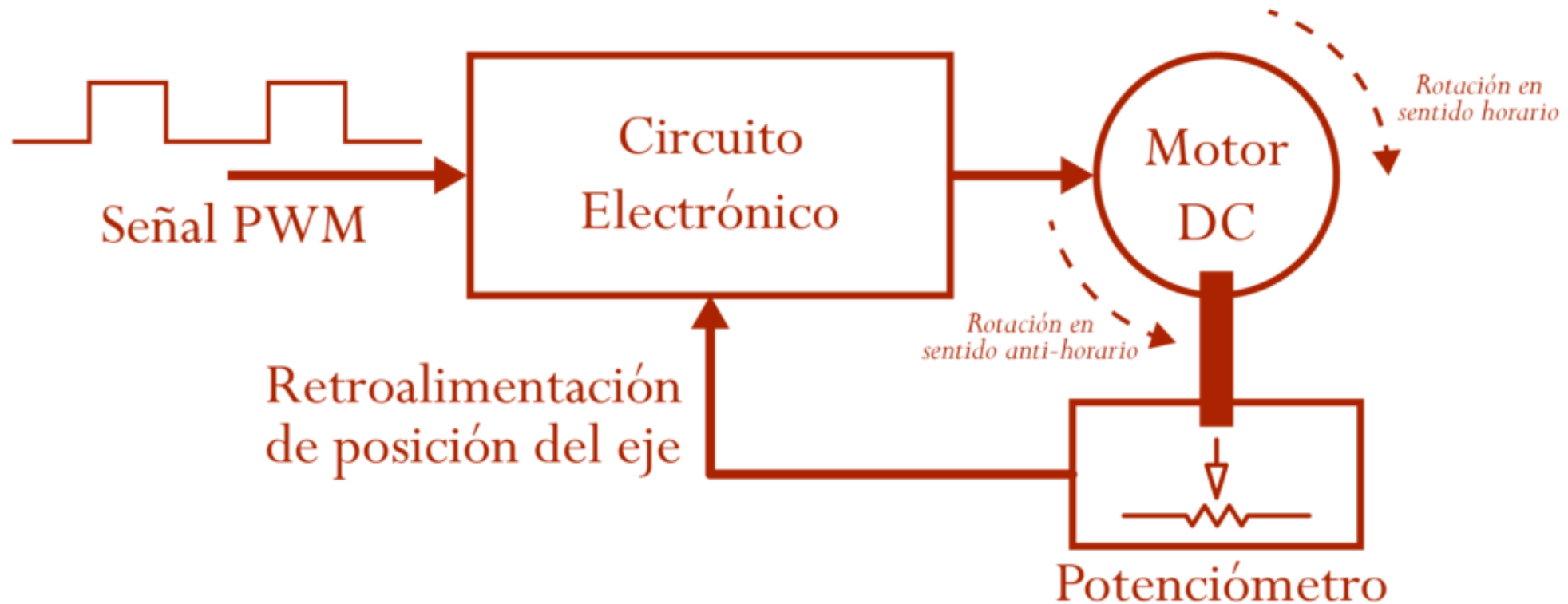
El diagrama de bloque del **Servomotor** representa de forma visual el **Servomotor** como un sistema. El circuito electrónico es el encargado de recibir la señal **PWM** y traducirla en movimiento del **Motor DC**. El **Eje** del motor DC está acoplado a un **Potenciómetro**, el cual permite formar un divisor de voltaje. El voltaje en la salida del divisor varía en función de la posición del eje del **Motor DC**.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SERVOMOTOR



Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



FUNCIONAMIENTO DE UN SERVOMOTOR BÁSICO

El Sistema Servomotor se comunica mediante **Pulsos Eléctricos** a través de un **Circuito de Control** para determinar el **ángulo de posición** del motor. La longitud del **Pulso** determinará los giros de **Motor**. Las aplicaciones específicas se hacen mediante programas.



Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento.

SERVOMOTORES



APLICACIONES DE LOS SISTEMAS SERVOMOTORES

Las industrias que dependen de **Servomotores** eléctricos van desde fabricantes de aeronaves hasta proveedores de partes para automóviles y mobiliario:

EQUIPO DE BROCHADO

Los **Servomotores Eléctricos** son ideales para herramientas dentadas que se utilizan en fábricas con el propósito de cortar, recortar, anillar y contornear materiales.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



MAQUINARIA CNC

Para aplicaciones que dependen del **Control Numérico** de la computadora, los **Servomotores** son el tipo de motor preferido. Una maquinaria **CNC** de **Servomotor** es capaz de aplicar remaches y secciones de fijación con una eficiencia óptima, y esto le permite a los fabricantes aumentar la productividad y entregar productos superiores con mucho menos sobrecarga de lo que de otro modo sería posible.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



ROBÓTICA

Cuando se habla de Actuadores en el mundo de la Robótica: Los servomotores *son los mayormente utilizados* para poder accionar de manera mecánica cualquier tipo de dispositivo: móviles, brazos articulados, barreras, etc.

Actuadores Eléctricos

3. Actuadores de Fuerza, Desplazamiento y Movimiento. SERVOMOTORES



FABRICACIÓN AUTOMATIZADA

En las industrias que dependen de producciones en gran volumen, los **servomotores eléctricos** se utilizan en una amplia gama de maquinaria de automatización . Los beneficios aquí son varios porque los servomotores hacen posible que las máquinas realicen aplicaciones uniformes con la máxima eficiencia a lo largo de las líneas de montaje.