

Planificación

- Introducción a la Inteligencia Artificial.
- Inteligencia Artificial (IA)
- **Introducción a la Robótica.**
- Herramientas Matemáticas para la localización espacial y Simulación en Matlab.
- Dinámica del robot.
- Control Cinemático.
- Control Dinámico.
- Robótica Embedded, Compiladores y Lenguajes de programación.
- Diseño y Aplicaciones de Robots.
- Cobots.
- Impresoras 3D y 4D

Introducción a la Robótica.

- **Clasificación de los robots.**
- Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.
- Sensores: Sensores para realimentación en servo sistemas: Sensores lineales y rotacionales, de Aceleración, Fuerza, Torque y Presión, de Flujo.
- Actuadores: Servomotores, y Accionamientos para control de movimiento. Solenoides y sus aplicaciones. Actuadores piezoeléctricos. Geometrías de manipuladores robóticos.
- Elementos terminales: Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad.

Clasificación de los Robots

Robot industrial según lo definido por ISO 8373: 2012:

Un manipulador *multipropósito reprogramable* y controlado automáticamente, programable en tres o más ejes, que puede fijarse en su lugar o ser móvil para su uso en aplicaciones de automatización industrial. [1]

Clasificación de los Robots

Estudiemos la definición anterior:

Multipropósito: capaz de adaptarse a una aplicación diferente con **alteración física**.

Reprogramable: diseñado para que los movimientos programados o las funciones auxiliares se pueden cambiar sin alteración física.

Alteración física: alteración del sistema mecánico (el sistema mecánico no incluye medios de almacenamiento, ROM, etc.)

Clasificación de los Robots

Podremos clasificar a los robots de la siguiente forma:

- Basados en sus aplicaciones.
- Geometría del espacio de trabajo.
- En función de los grados de libertad.
- En función de su movilidad.

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su aplicación

➤ Robots Industriales:

Estos suelen tener **manipuladores fijos** para realizar **diferentes tareas repetitivas** en los distintos entornos de trabajo.

Pueden realizar tareas, como **soldadura, pintura, mecanizado, perforación**.

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su aplicación

➤ Robots No Industriales:

Existen diferentes tipos de robots que se utilizan para diferentes propósitos especiales en diferentes sectores, como **ciencia médica, espacio, defensa, seguridad, entretenimiento, trabajos domésticos.**

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su aplicación

- **Ciencia médica:** tienen diferentes propósitos, como por ejemplo, realizar **cirugía, rehabilitación y capacitación**, etc. Los robots médicos **no reemplazan al cirujano** médico, sino que trabajan como **ayudante quirúrgico** del cirujano para realizar diferentes cirugías.
- **Defensa y seguridad:** se utilizan para la **eliminación de bombas, vigilancia con la ayuda de drones, transporte y reconocimiento**. Los robots de defensa tienen diferentes sensores, como por ejemplo, **sensores infrarrojos**, que les permite reaccionar más rápidamente que los humanos durante una emergencia.

Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su aplicación

- **Uso doméstico:** se utilizan para realizar diversas *tareas diarias en el hogar*. Ejemplos de robots domésticos incluyen la *aspiradora robótica, el lavavajillas robótico, el limpiador de ventanas robótico, la cafetera robótica*.
- **Espacio.** se utilizan para el *estudio de varios cuerpos celestes como planetas, estrellas, etc*. Los ejemplos del uso de robots en la exploración espacial incluyen *Perseverance, Curiosity, Pioneer, Robonaut, RASSOR*.
- **Entretenimiento:** los robots también se han utilizado con *finés de entretenimiento* en varios lugares, como *parques de atracciones, deportes*, etc. Ejemplos de robots de entretenimiento incluyen KUKA Robocoaster, Honda Asimo, Sony Aibo.

Actividad

➤ Buscar en la web, ejemplos de robots con aplicación en:

- 1) Ciencia médica,
- 2) Defensa
- 3) Trabajos domésticos.

Clasificación de los Robots

Clasificación por la geometría del espacio de trabajo:

- Robots lineales (robots cartesianos)
- Robots SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm)
- Robots articulados
- Robots paralelos (delta)
- Robots cilíndricos

Clasificación de los Robots

Robot Cartesiano: tiene tres articulaciones prismáticas *cuyos ejes coinciden con un sistema de coordenadas cartesianas* [2]

Cartesian Robot



Clasificación de los Robots

Robot Cartesiano:

- a) Manipulación
para moldeo
de plástico.
 - b) Sellado.
- [2]



Handling for plastic moulding



Sealing

Clasificación de los Robots

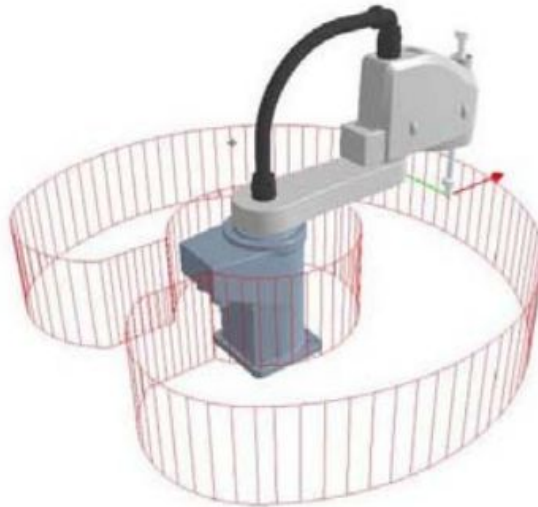
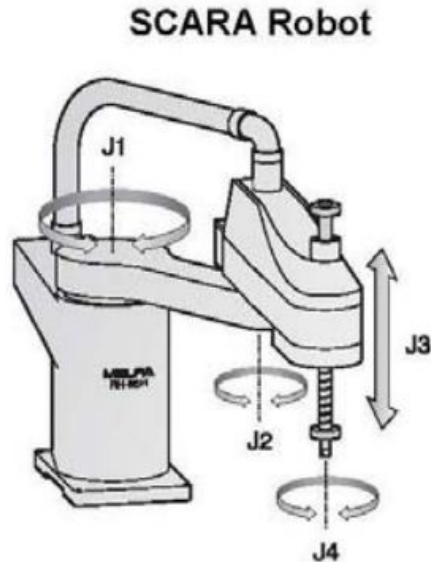
Veamos algunas demostraciones:

<https://www.youtube.com/watch?v=lpCfqV4pbj4>

<https://www.youtube.com/watch?v=nkA88eU8jf8>

Clasificación de los Robots

Robot SCARA: tiene dos *juntas rotativas* paralelas para proporcionar conformidad en un plano. [2]



Clasificación de los Robots

Robot SCARA:

a) Ensamblado

b) Embalaje

[2]



Assembly



Packaging

Clasificación de los Robots

Veamos algunos ejemplos demostrativos:

<https://www.youtube.com/watch?v=97KX-j8Onu0>

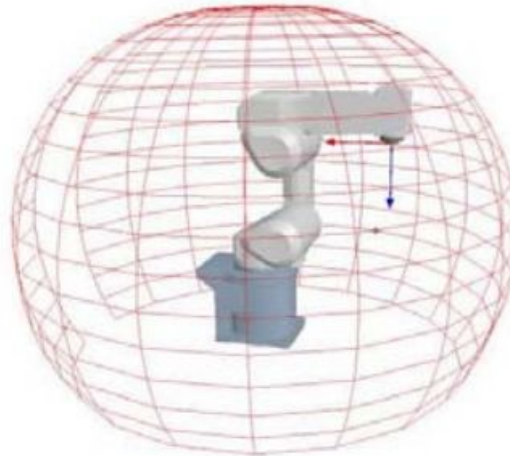
<https://www.youtube.com/watch?v=uvenhqqMQuw>

<https://www.youtube.com/watch?v=6cuAczGWAXY>

Clasificación de los Robots

Robot Articulado: Un robot cuyo brazo tiene al menos tres articulaciones rotativas [2]

Articulated Robot



Clasificación de los Robots

Robot Articulado:

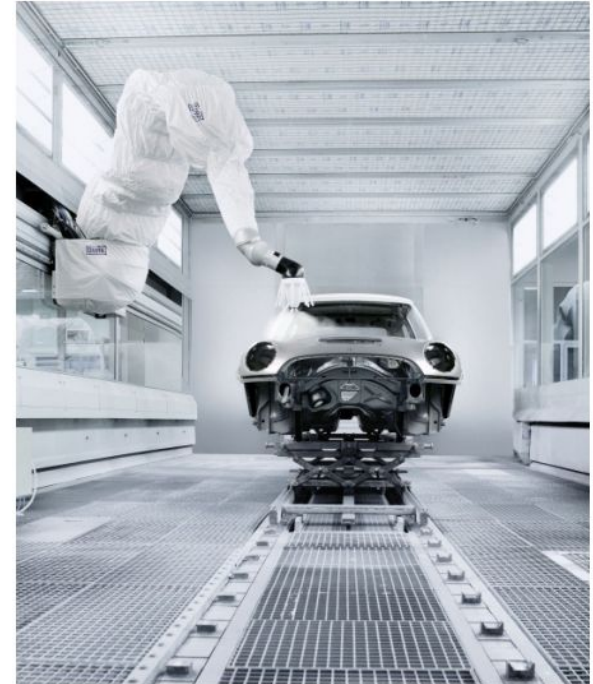
a) Soldadura

b) Pintura.

[2]



Welding



Painting

Clasificación de los Robots

Robot Articulado:

- a) Embalaje
- b) Manipulación
para forja.

[2]



Packaging



Handling for forging

Clasificación de los Robots

Veamos algunos ejemplos:

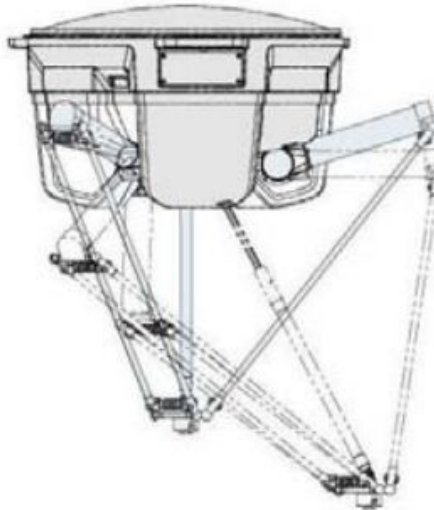
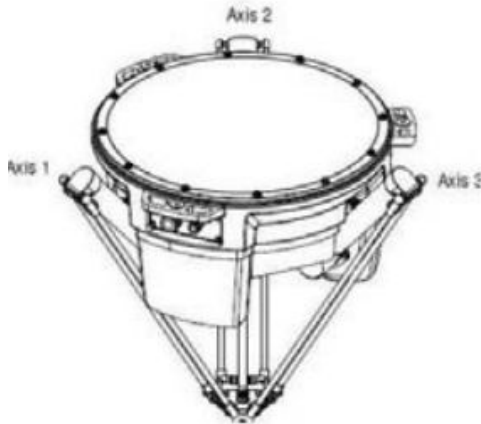
<https://www.youtube.com/watch?v=-MFdl1n1Boc>

<https://www.youtube.com/watch?v=1Nu48natAEw>

Clasificación de los Robots

Robot Paralelo: tienen juntas prismáticas o rotativas concurrentes [2]

Parallel Robot



Clasificación de los Robots

Robot Paralelo:

- a) Tomar y ubicar.
- b) Ensamblado.

[2]



Picking and placing



Assembly

Clasificación de los Robots

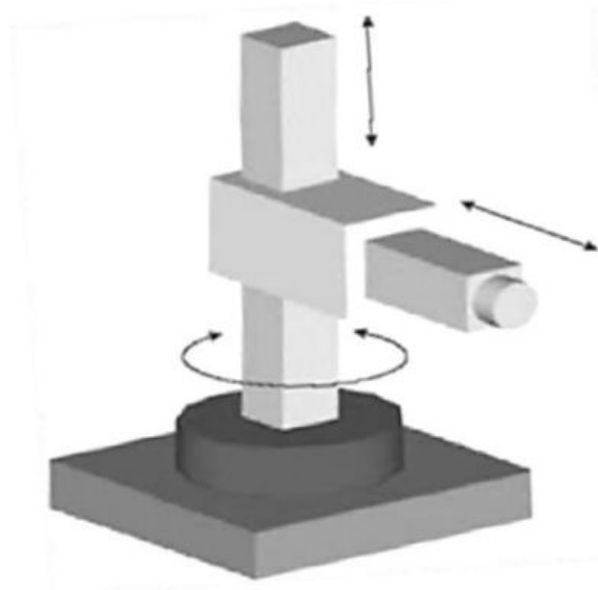
Veamos algunos ejemplos:

<https://www.youtube.com/watch?v=coPakQHJ1fc>

<https://www.youtube.com/watch?v=DooP6ANPiWo>

Clasificación de los Robots

Robot Cilíndrico: Este tipo de Robot tiene la **base articulada de forma rotacional** y las otras, **prismáticas**



[20B]

Clasificación de los Robots

Veamos algunos ejemplos:

<https://www.youtube.com/watch?v=aRGKC3QEIQo>

<https://www.youtube.com/watch?v=nvkDDCQq0HM>

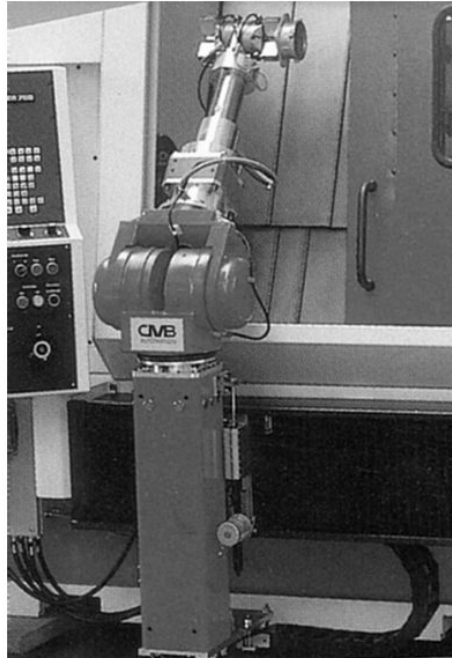
Clasificación de los Robots

Ejemplos de otros Robots:

- a) Máquina herramienta.
- b) Ensamblado de PCB.

[2]

Dedicated machine-tool loader



Printed circuit board assembler



Clasificación de los Robots

Clasificación en función de los grados de libertad:

- El **grado de libertad es el rango de movimiento disponible para el equipo** dentro de las **tres dimensiones**. Se refiere a las **diferentes direcciones en las que se puede mover el brazo robótico**. Representa la ubicación y orientación de un objeto.
- Los robots pueden tener **tres grados de libertad** en la **dirección lineal**, a saber. dirección **X lineal**, dirección **Y lineal** y dirección **Z lineal**.
- Los robots también tienen **tres grados de libertad** en función **de la rotación**. Rotación alrededor del **eje X**, rotación alrededor del **eje Y** y rotación alrededor del **eje Z**.

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su movilidad:

➤ Robots fijos:

Son más *prominentes en las industrias* donde los robots *trabajan en un entorno bien definido*. Los robots *se montan en las bases estables*.

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su movilidad:

➤ **Robots móviles:**

No están fijos a la superficie y son capaces de moverse libremente sobre la superficie. Los robots móviles pueden ser de varios tipos, como *robots con patas*, *robots con ruedas*, *robots de natación y robots voladores*.

A continuación se exponen algunos ejemplos:

Clasificación de los Robots

Clasificación en función de su movilidad:

➤ Robot con ruedas:

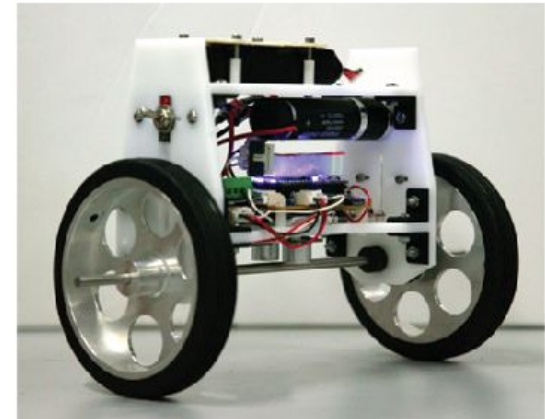
Estos son guiados por *modelos cinemáticos que dependen del movimiento*. Pueden ser de *una sola rueda, de dos ruedas, de tres ruedas, de cuatro ruedas o de múltiples ruedas*, etc.

Clasificación de los Robots

- El robot de dos ruedas consiste en **ruedas paralelas** que tienen su **centro de gravedad debajo del eje de la rueda**. Tales robots utilizan un **sensor de inclinación** para detectar la inclinación del robot y mantener así, el equilibrio de las ruedas. Por eje



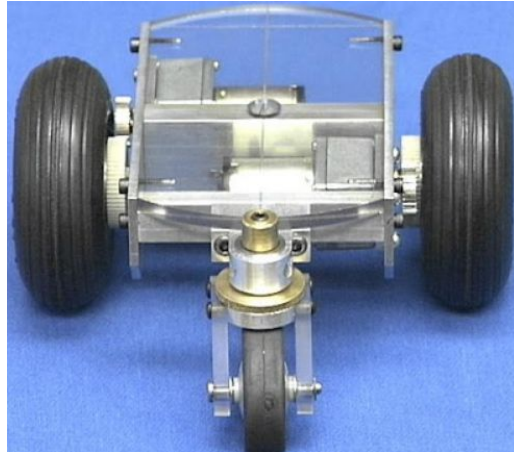
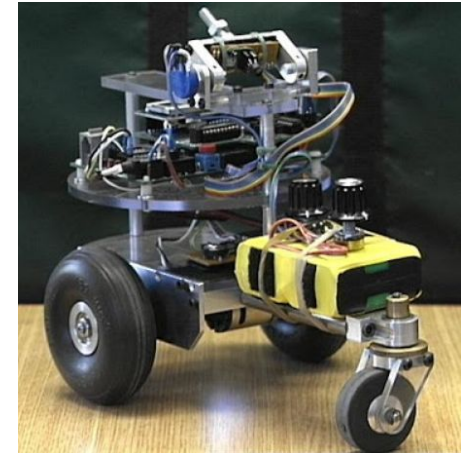
[3]



[4]

Clasificación de los Robots

- El robot de tres ruedas consta de *tres ruedas dispuestas en forma triangular* que lo hace equilibrado. Generalmente, *la rueda delantera del robot actúa como volante* mientras que las *dos ruedas traseras proporcionan el movimiento*.

**[5]****[6]**

Clasificación de los Robots

- En los robots de cuatro ruedas, *las dos primeras ruedas proporcionan la dirección y las ruedas traseras proporcionan el movimiento.* Por ejemplo, el Rover utilizado por la NASA.



Clasificación de los Robots

- Los robots con **ruedas múltiples** tienen más de cuatro ruedas para movimiento. **Todas las ruedas deben tener la misma velocidad de movimiento, lo que dificulta el diseño.** El ejemplo de robot de múltiples ruedas es el Mars rover con 6 ruedas.



Clasificación de los Robots

➤ Robots con piernas:

Usan *extremidades para moverse*. Estos robots *son difíciles de diseñar* y se utilizan principalmente para el movimiento en un entorno altamente desestructurado.

Son capaces de moverse en cualquier tipo de camino y terreno.

Pueden ser *bípedos, tripodales, cuadrúpedos o hexapodos*.

El ejemplo de un robot bípedo es el *ASIMO de Honda* y el *QRIO de Sony*.

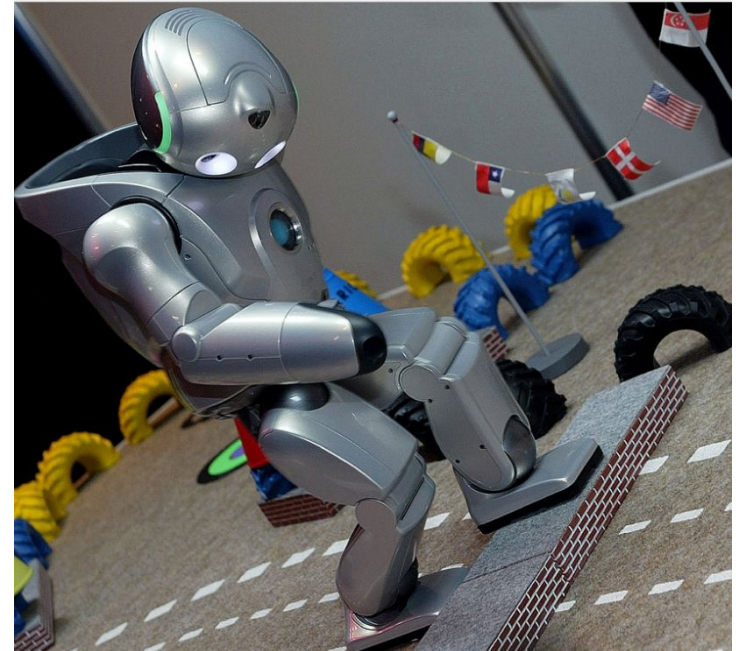
Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots



[10]



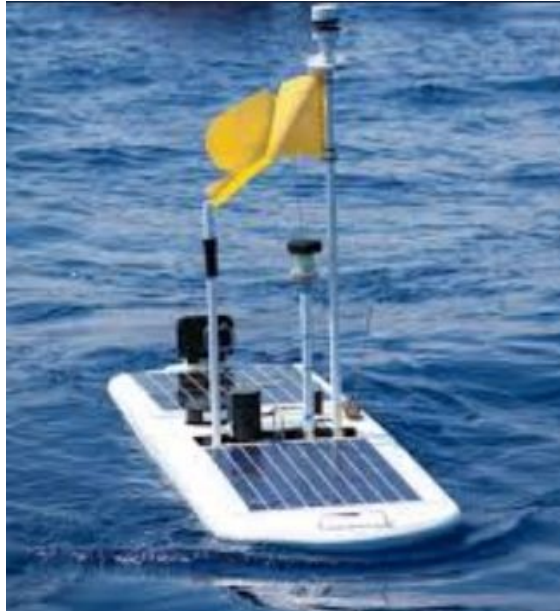
Clasificación de los Robots

➤ **Robots de natación:**

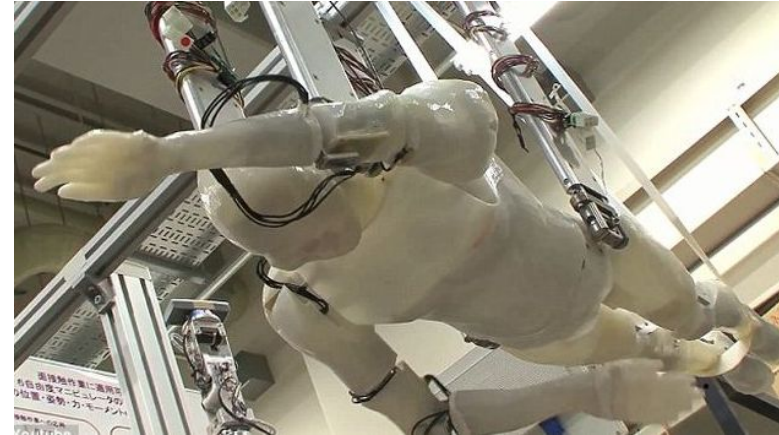
Los robots de natación se utilizan para *trabajar bajo el agua y para ayudar a la navegación en la natación.*

Ejemplos de robots de natación son el PacX Wave Glider y el robot Swumanoid.

Clasificación de los Robots



[11]



[12]

Clasificación de los Robots

➤ **Robots de vuelos:**

Los robots voladores pueden ser robots de tamaño micro que imitan la **morfología de un insecto**, o los **vehículos aéreos no tripulados** (UAV). Por ejemplo, el UAV Rustom de DRDOrbots.

Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots



Clasificación de los Robots

¿Qué es un Drone?



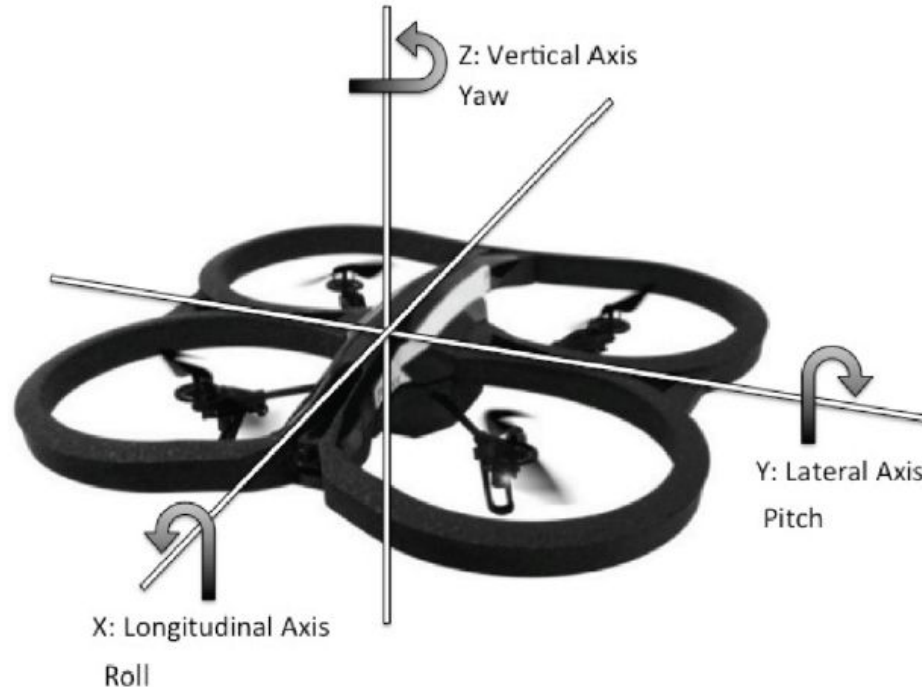
Clasificación de los Robots

Un **Drone** es un **Vehículo Aéreo No Tripulado** (unmanned aerial vehicles o **UAV**, en inglés).

Para mantener estable su vuelo, generalmente tienen controladores de vuelo que permiten sensor el movimiento y dar realimentación a los controladores de cada motor.

Por esto es importante trabajar en el **Control de cada motor** ya que cada uno le da el movimiento necesario al Drone.

Clasificación de los Robots



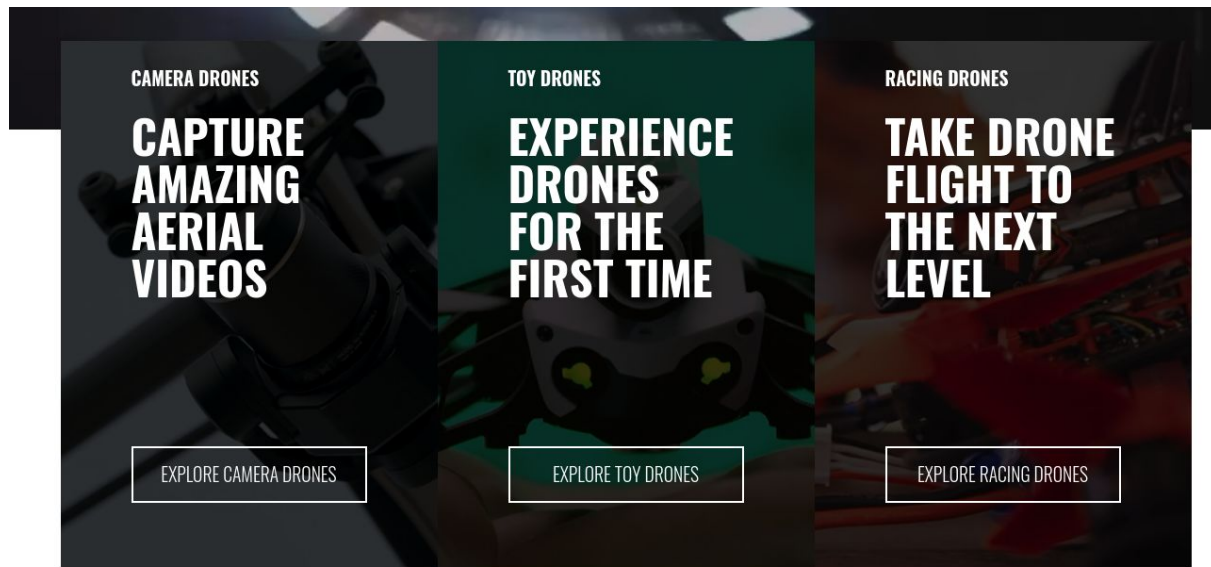
Clasificación de los Robots

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación:

https://www.youtube.com/watch?v=5IkPWZjUQlw&feature=emb_rel_end

Clasificación de los Robots

Páginas interesantes para drones: <https://myfirstdrone.com/>



Clasificación de los Robots

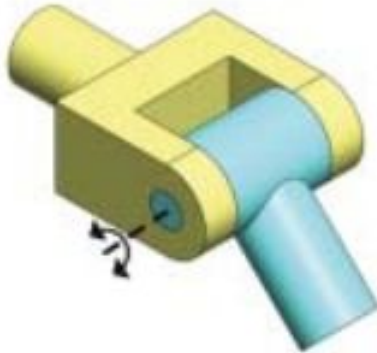
En base a los distintos ejemplos vistos, podemos comenzar a estudiar una **estructura típica** de un **Robot**. Esto nos servirá como base para entender la **Cinemática y Dinámica del Robot**.

Muchos robots constan de varios **cuerpos individuales** o **enlaces (links)** que están conectados por **articulaciones (joints)**. Cada uno de estos **cuerpos individuales** se los puede tratar como **cuerpos rígidos** aunque, en los casos donde estos se muevan a gran velocidad o con mucha carga, se los puede tratar con sus **efectos elásticos**.

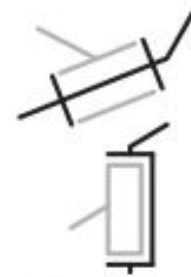
Estas **articulaciones**, en principio **ideales**, permiten hacer **movimientos relativos** como por ejemplo, **traslaciones y rotaciones**.

Clasificación de los Robots

Giratorias



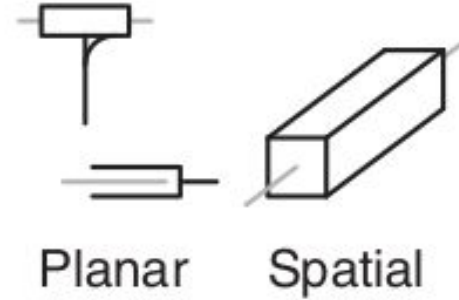
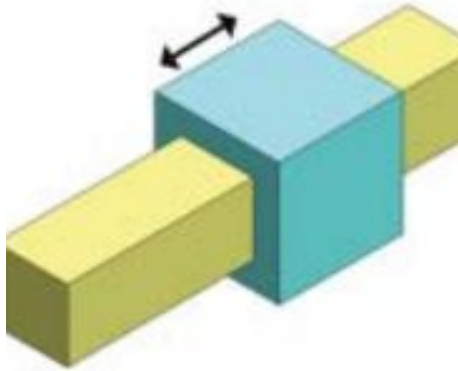
Planar



Spatial

Clasificación de los Robots

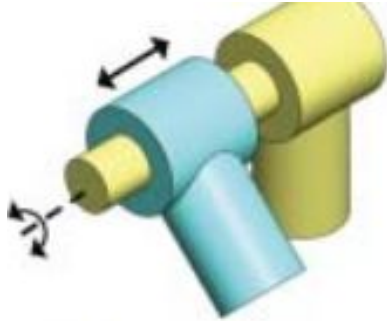
Prismática



[13]

Clasificación de los Robots

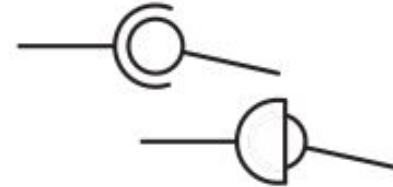
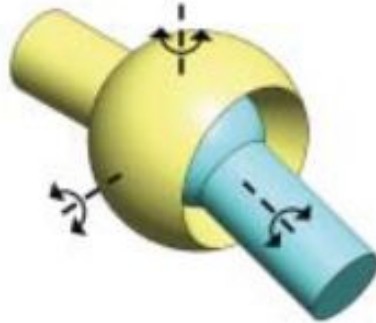
Cilíndrica



Spatial

Clasificación de los Robots

Esférica



Spatial

Clasificación de los Robots

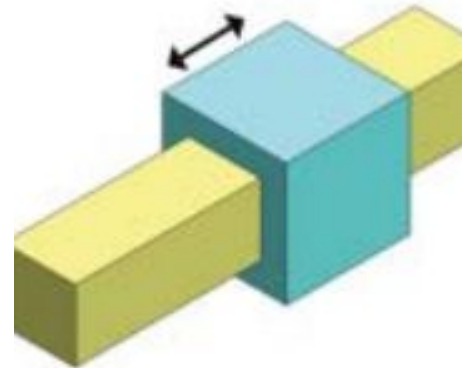
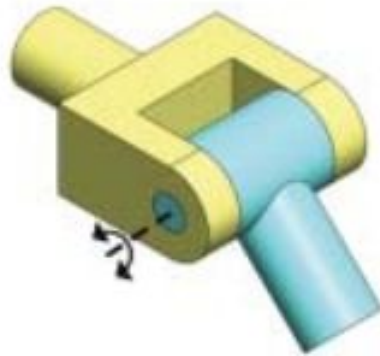
Grados de Libertad: Nos referimos a los grados de libertad cuando se utilizan *variables independientes* que puedan *describir el movimiento de un robot* o el *movimiento relativo permitido por una articulación*.

El *número de grados de libertad* de una *articulación*, es el *número de variables independientes requeridas* para *modelar el movimiento relativo* que permite la articulación.

Por ejemplo, si un robot tiene **3 grados de libertad**, requiere entonces **3 variables independientes** para **describir todas sus configuraciones** posibles.

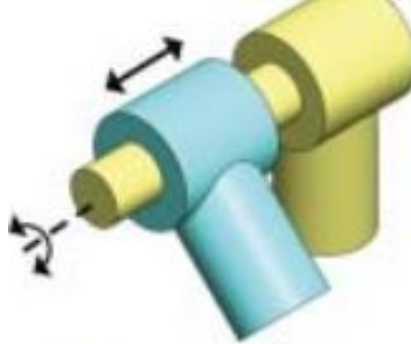
Clasificación de los Robots

Volviendo sobre las articulaciones, podemos ver que *las giratorias y las prismáticas* tienen *un grado de libertad* :



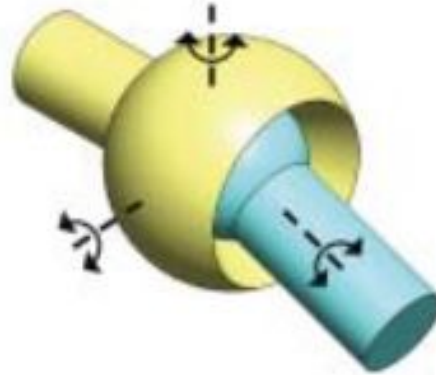
Clasificación de los Robots

Luego en cuanto a *las cilíndricas, tienen, dos grados de libertad* :

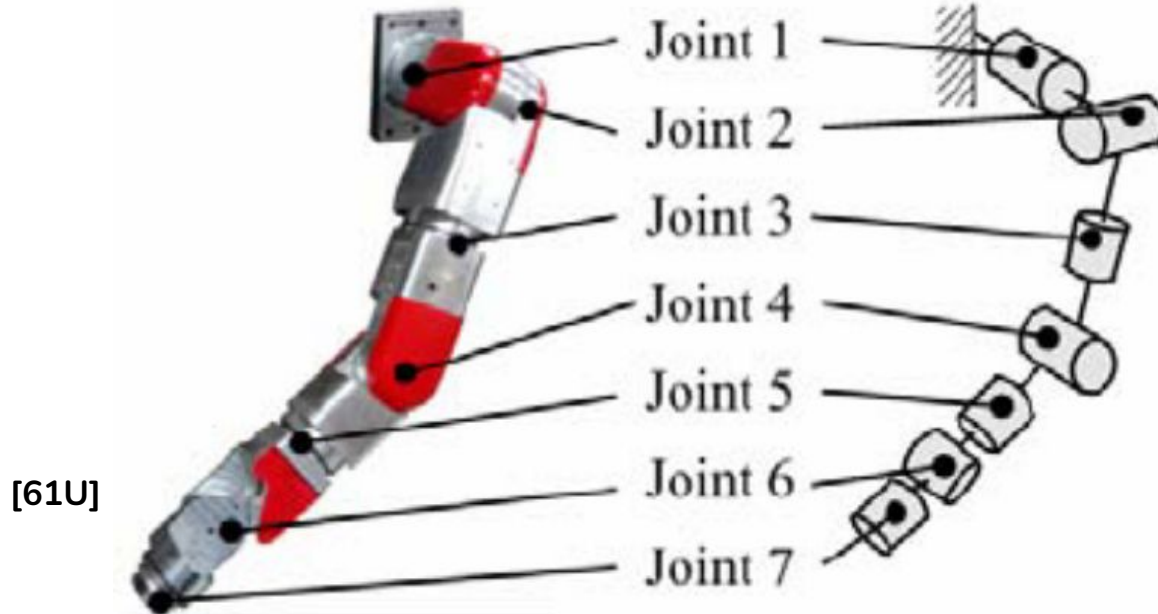


Clasificación de los Robots

Y por último las *cilíndricas tienen tres grados de libertad* :



Clasificación de los Robots



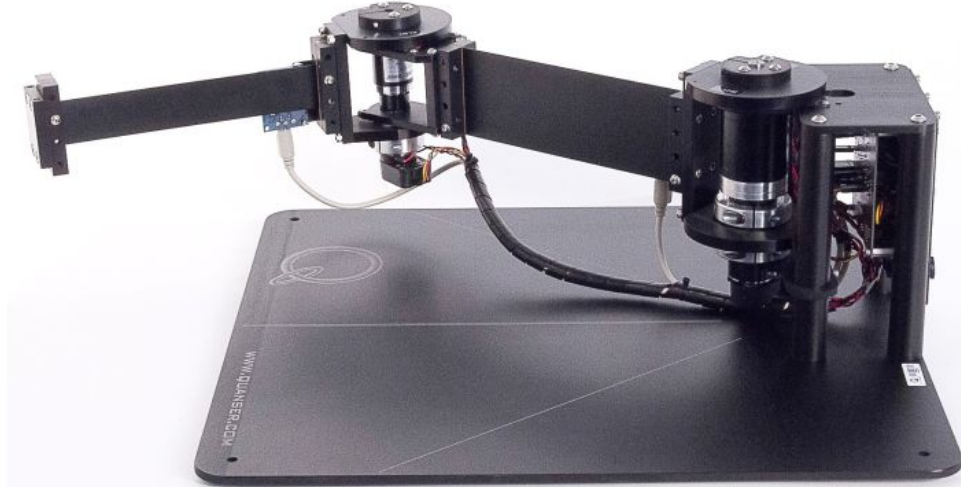
Developed 7-DOF robot arm: (a) actual robot arm; (b) joint configuration.

Clasificación de los Robots

Robot Comercial

2-DOF Serial Flexible Link Robot

DOF: Degree of Freedom



Clasificación de los Robots

Robot Comercial

Joint Control Robot – 4 DOF

DOF: Degree of Freedom



<https://www.quanser.com/products/joint-control-robot-4-dof/>

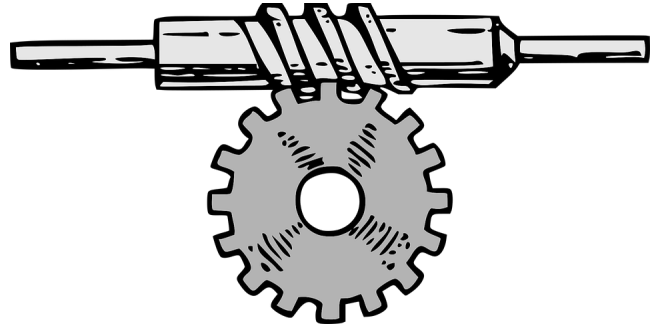
Introducción a la Robótica

- Clasificación de los robots.
- **Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.**
- Sensores: Sensores para realimentación en servo sistemas: Sensores lineales y rotacionales, de Aceleración, Fuerza, Torque y Presión, de Flujo.
- Actuadores: Servomotores, y Accionamientos para control de movimiento. Solenoides y sus aplicaciones. Actuadores piezoeléctricos. Geometrías de manipuladores robóticos.
- Elementos terminales: Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad.

Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

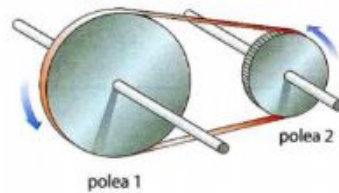
Transmisiones:

Las Transmisiones son los elementos encargados de **transmitir el movimiento** desde los **actuadores hasta las articulaciones** [1].

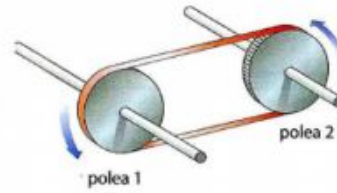


Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

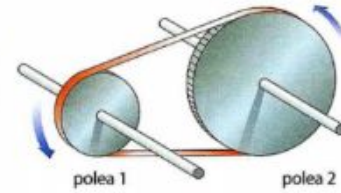
Transmisión por correa:



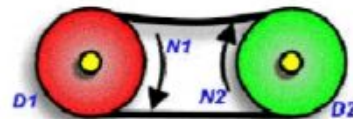
a) Aumento de velocidad



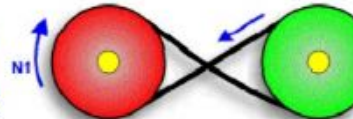
b) Mantenimiento de velocidad



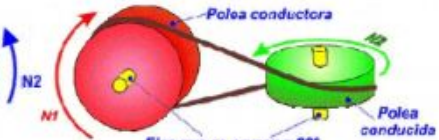
c) Reductor de velocidad



d) Mismo sentido de giro



e) Sentido de giro inverso



f) transmisión entre ejes no paralelos

Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

En este tipo de transmisión se da la relación:

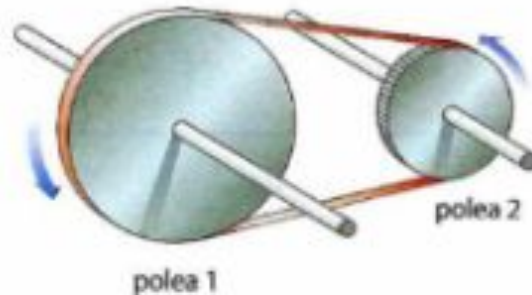
$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

Siendo:

n_1 y n_2 = velocidades.
 d_1 y d_2 = diámetros.

Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Ejemplo: Se tiene un sistema como el siguiente:



Del cual se sabe que $d_1 = 400$ mm, $d_2 = 200$ mm y $n_1 = 500$ rpm. **Calcular cuánto vale la velocidad de la polea 2**

Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

De la ecuación presentada antes, sabemos entonces que:

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

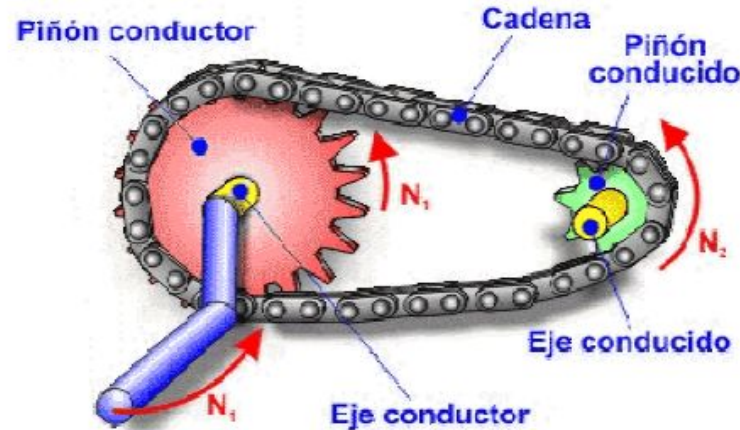
Si **despejamos a n_2** , teniendo en cuenta los valores dados, tenemos entonces que:

$$n_2 = 1000 \text{ rpm}$$

Lo cual confirma que la polea 2, **tiene una velocidad mayor** que la polea 1

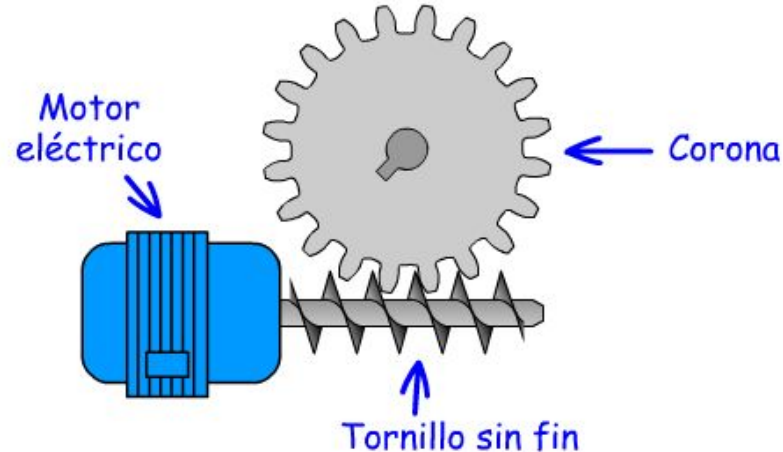
Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Transmisión por cadena:



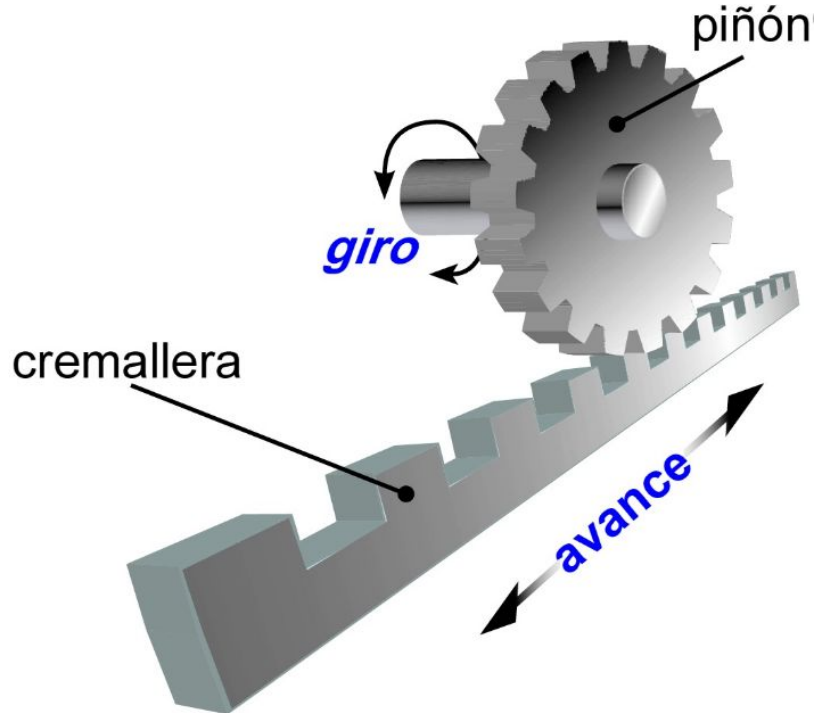
Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Tornillo sin fin:



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Cremallera:



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Reductores:

Son los encargados de **adaptar el torque y la velocidad** de salida de los actuadores a los valores adecuados para el movimiento del robot. [1]

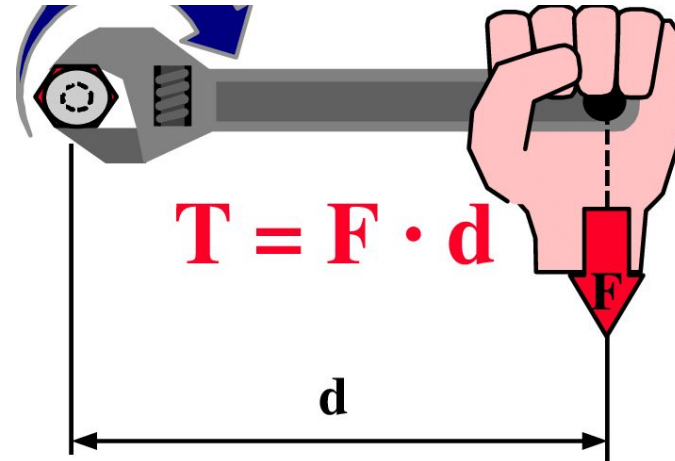
En general constan de una caja reductora con engranajes.



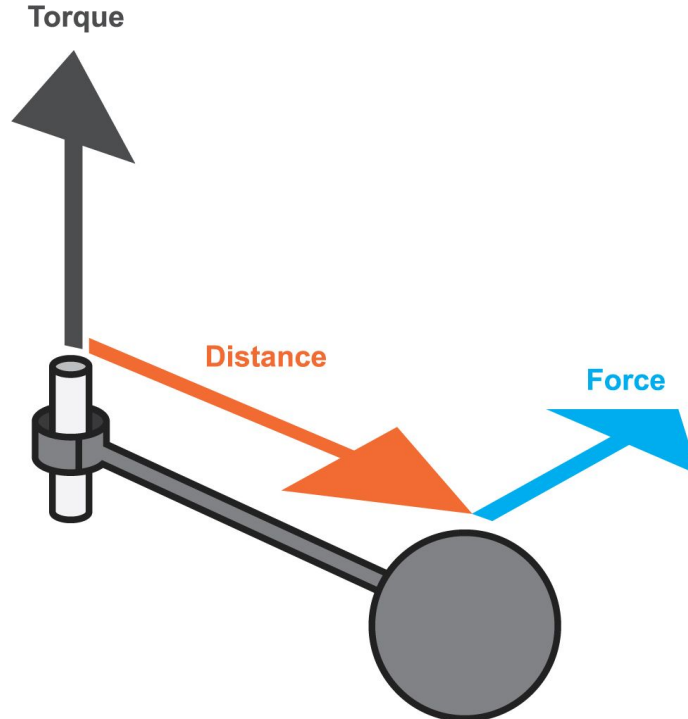
Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Concepto de Torque

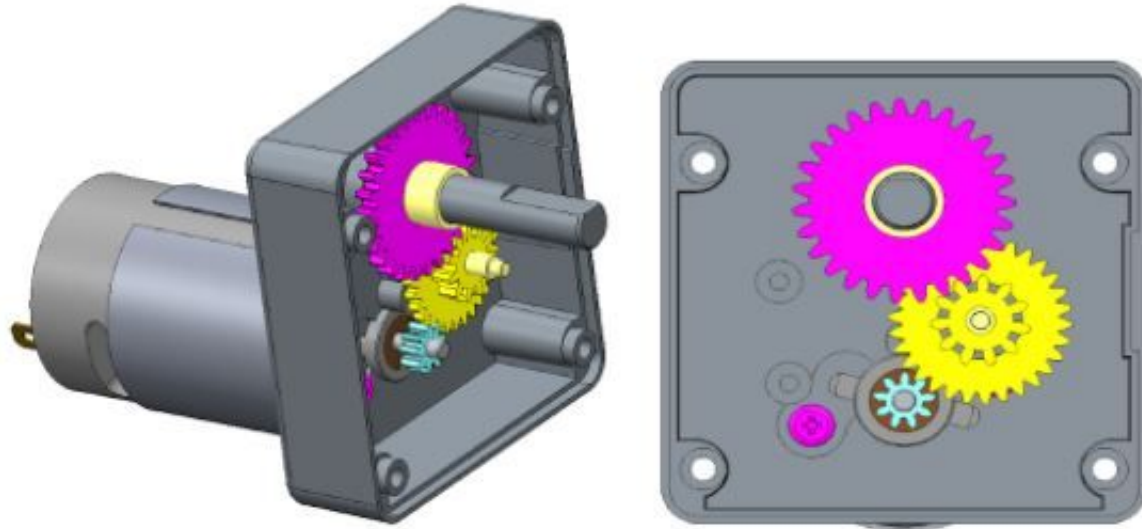
El **Torque** ejercido sobre una tuerca es igual a la **fuerza aplicada** por la **distancia** a la que se aplica.



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Ejemplos de Reductores:



[18]



Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.

Tipo	Denominación	Ventajas	Desventajas
Circular-Circular	Engranaje	Pares altos	Holguras
	Correa Dentada	Distancias grandes	-
	Cadena	Distancias grandes	-
Circular-Lineal	Tornillo sin fin	Poca holgura	Rozamiento
	Cremallera	Holgura media	Rozamiento

Sensores

- Clasificación de los robots.
- Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.
- **Sensores: Sensores para realimentación en servo sistemas: Sensores lineales y rotacionales, de Aceleración, Fuerza, Torque y Presión de Flujo.**
- Actuadores: Servomotores, y Accionamientos para control de movimiento. Solenoides y sus aplicaciones. Actuadores piezoeléctricos. Geometrías de manipuladores robóticos.
- Elementos terminales: Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad.

Sensores

Los **sensores** tienen como **objetivo captar las señales** que se dan en el ambiente que rodea al robot, y **transformar esa señal en un impulsos eléctricos**, para que estos sean recibidos por el controlador. [6]

Es importante tener en cuenta que, cuando hablamos de **señales del ambiente**, nos referimos a la información, como por ejemplo, **luz, sonidos, imágenes visuales, información táctil y otros**.

Luego, desde el programa que se use para el controlador, se podrá determinar un comportamiento para el robot.



Sensores

Sensores lineales:

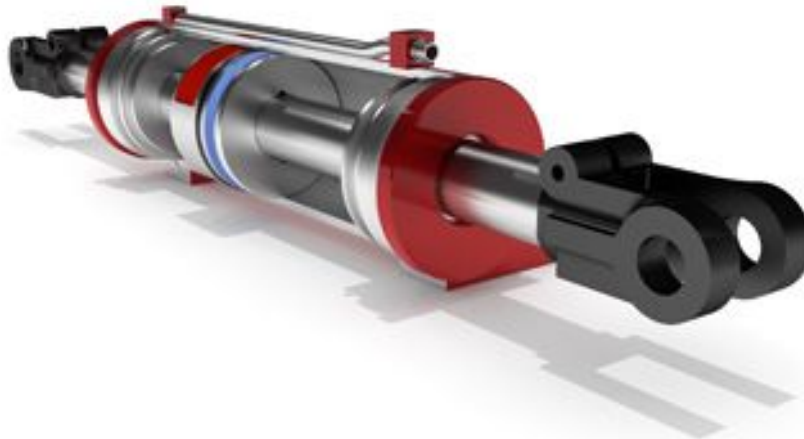
Este tipo de sensores proporcionan información sobre **la posición exacta de un cuerpo cuando el movimiento resulta lineal**. En general la señal que brindan estos sensores puede ser a través de información digital o analógica.

Un ejemplo de aplicación se da en la **industria automotriz** donde los brazos robóticos dependen de sensores lineales para retroalimentar su **posición precisa**, lo que permite líneas de ensamblaje totalmente automatizadas. [20]

Sensores



Sensores

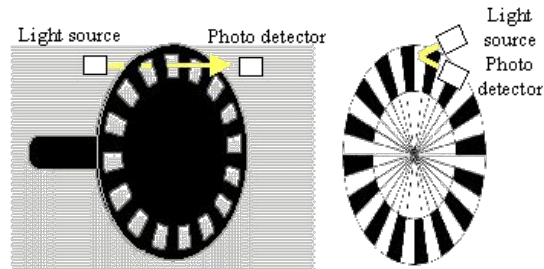


Sensores

Sensores de rotación:

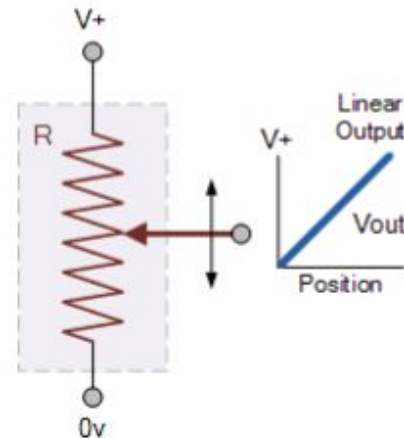
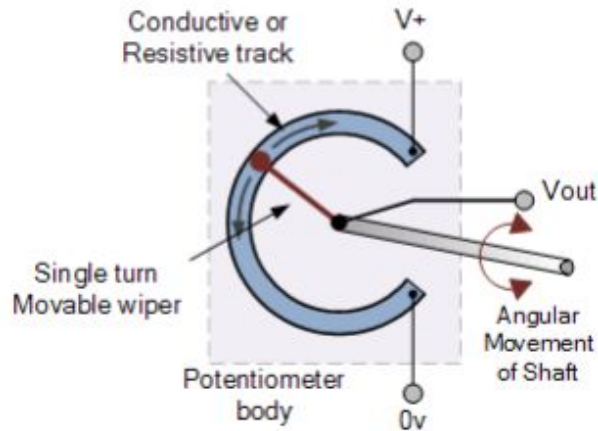
Los sensores de posición se utilizan en robótica para detectar y controlar la posición de un punto en particular. Algunos ejemplos pueden ser:

- Potenciómetro
- Encoder Óptico

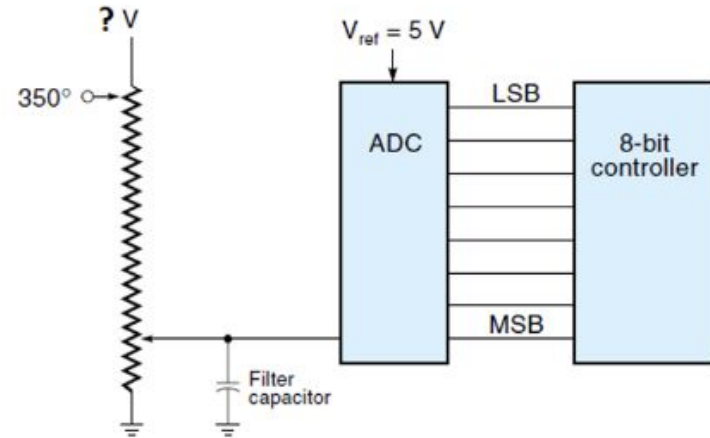
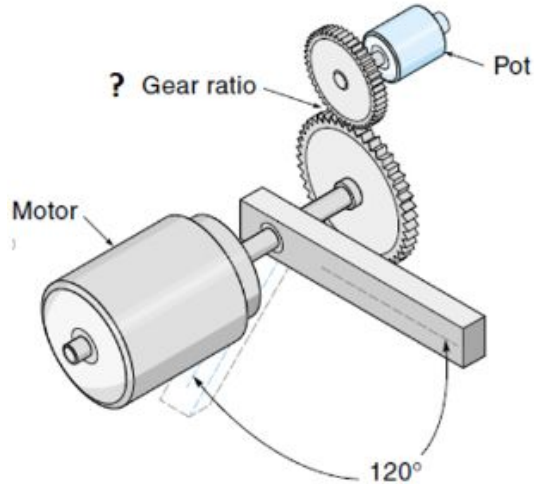


Sensores

➤ Potenciómetro:



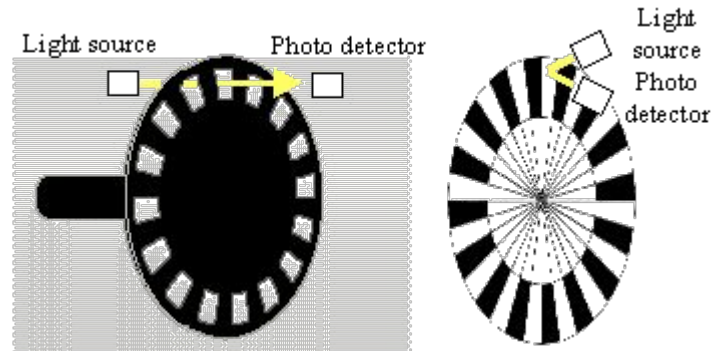
Sensores



Sensores

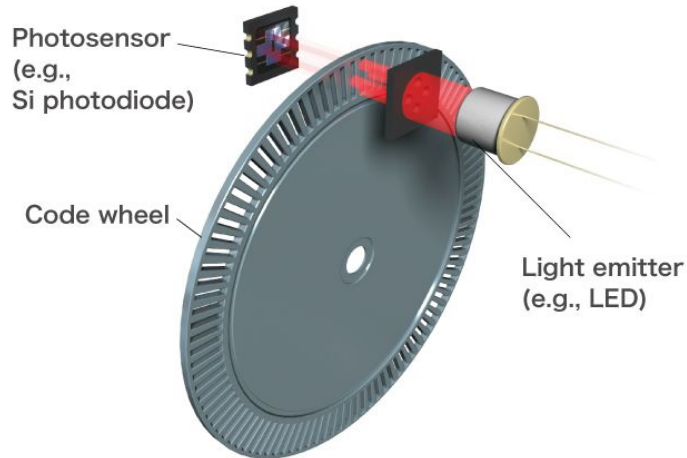
➤ Encoder:

Los Encoders ópticos detectan ángulos de rotación mediante señales de luz de **encendido / apagado**. Esto se logra colocando una **rueda de códigos con ranuras de paso fino entre un emisor de luz** (LED) y un **fotosensor** (fotodiodo) y bloqueando y transmitiendo luz

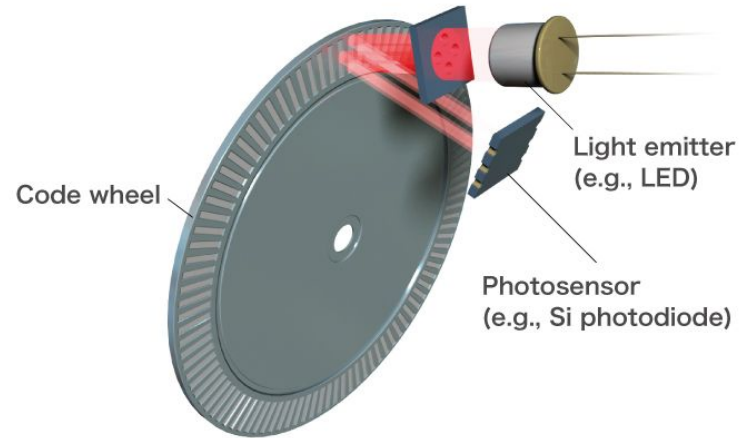


Sensores

[Transmissive encoder]

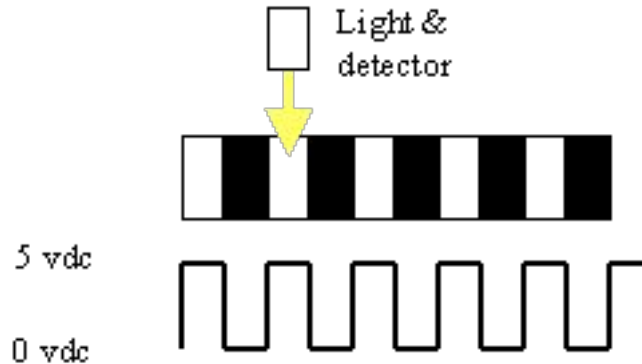


[Reflective encoder]



Sensores

Mediante el **paso y el bloqueo de la luz**, sobre el **fotodiodo** se genera una señal como esta:



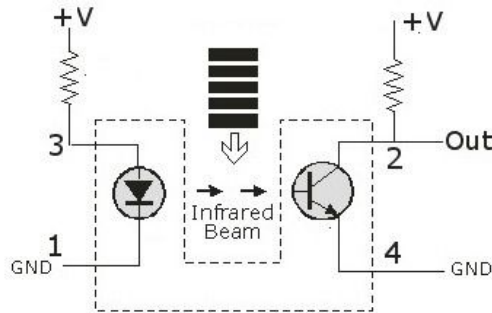
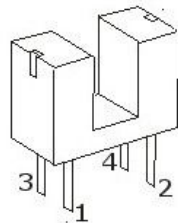
[72]

Esta señal se puede enviar a un microcontrolador para que pueda ser procesada. Por ejemplo, puede servir para contar la **cantidad de pulsos** y por ende, **la velocidad de un motor**.

Sensores



[100]



Sensores

Para observar mejor su comportamiento, podemos ver las siguientes animaciones:

- 1) https://www.youtube.com/watch?v=zzHcsJDV3_o
- 2) https://www.youtube.com/watch?v=_45VomiyUk0

Sensores

Sensores de aceleración:

Acelerómetro



Sensores

Un **acelerómetro** es un dispositivo que permite medir el **movimiento y las vibraciones a las que está sometido un robot** (o una parte de él), en su modo de medición dinámico, y la inclinación (con respecto a la gravedad), en su modo estático.

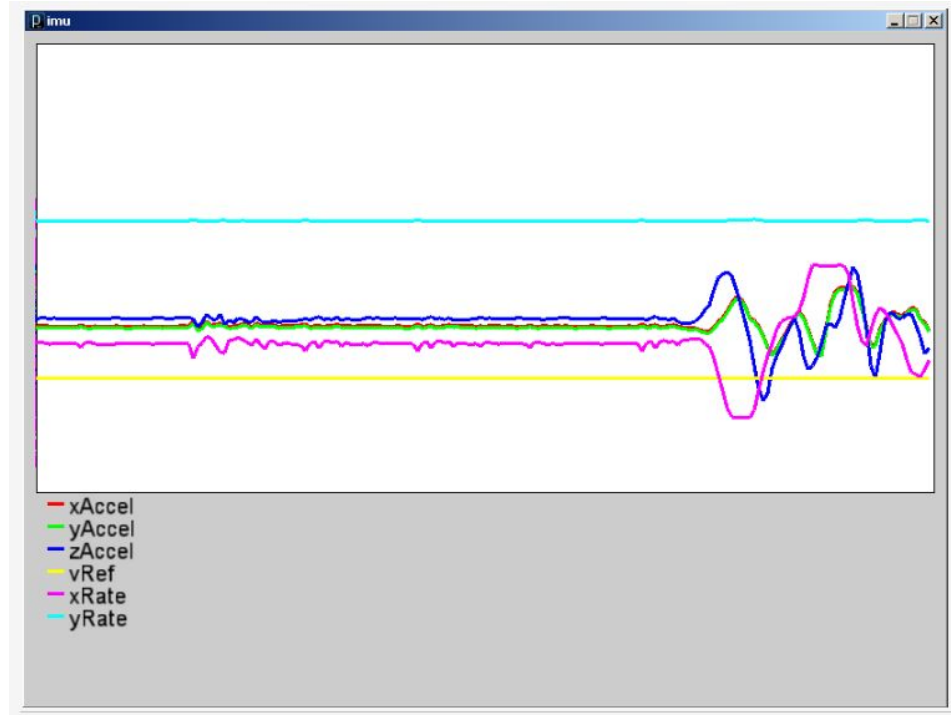
Estos sensores, disponibles en forma de circuito integrado, son los que se utilizan normalmente en robótica. [22]

Sensores

Los acelerómetros y giroscopios se usan generalmente para adquirir información de aceleración y rotación en **drones**. Sin embargo, estos son propensos a errores, incluido el ruido y la deriva, respectivamente.

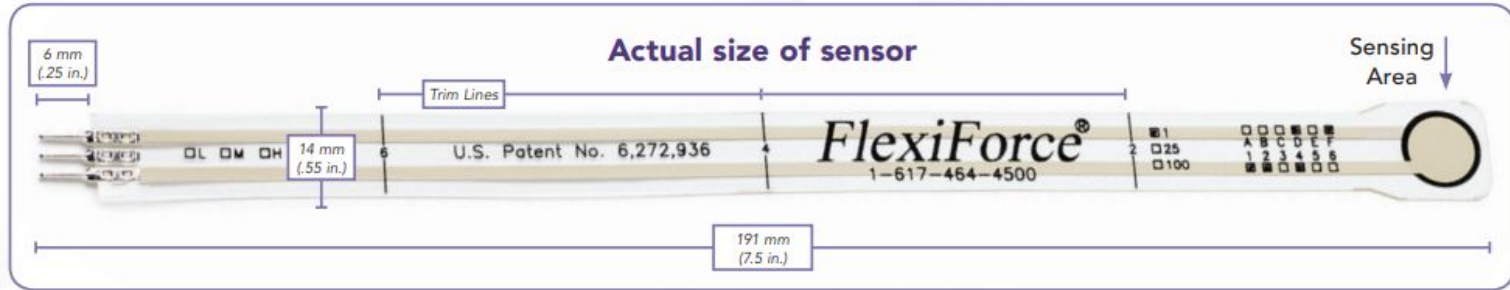


Sensores



Sensores

Sensores de fuerza:



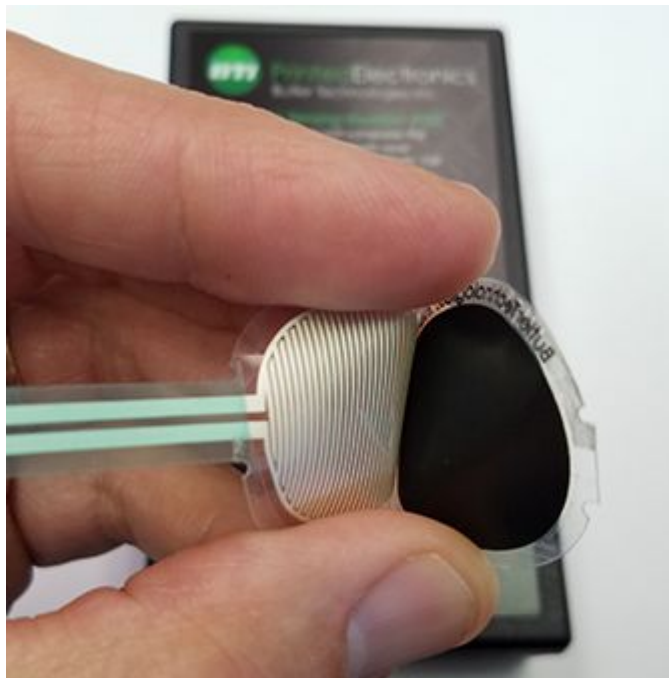
[22] Hoja de datos. Rango de fuerza 0 - 25 lb. (110 N)

Sensores

Se trata de un sensor integrado dentro de una membrana de circuito impreso flexible de escaso espesor. El sensor es totalmente plano, lo cual permite colocarlo con facilidad entre dos piezas de la mecánica de nuestro sistema y medir la fuerza que se aplica sin perturbar la dinámica de las pruebas.

Los sensores FlexiForce utilizan una tecnología basada en la *variación de resistencia eléctrica* del área sensora. *La aplicación de una fuerza al área activa de detección del sensor se traduce en un cambio en la resistencia eléctrica del sensor de acuerdo a una función inversamente proporcional a la fuerza aplicada.* [23]

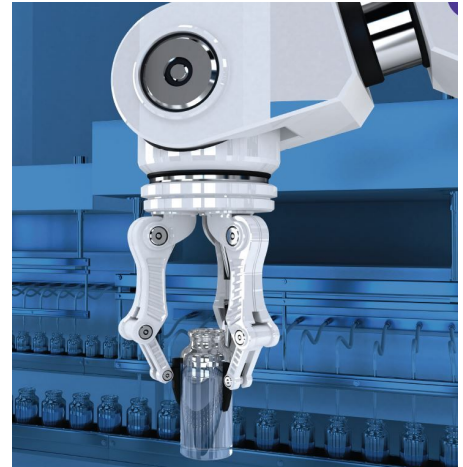
Sensores



Sensores

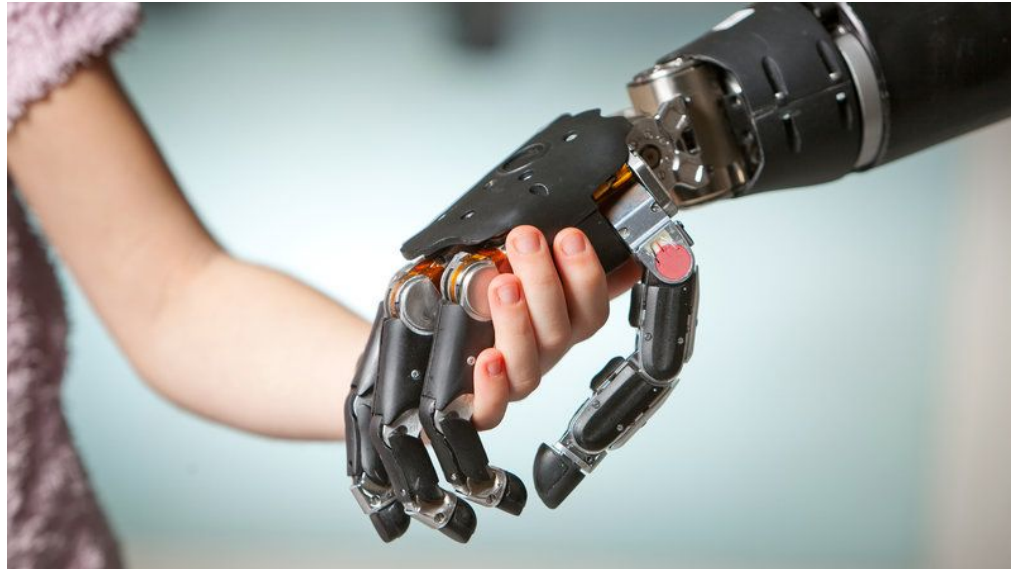
Estos sensores pueden detectar **fuerzas** de magnitudes grandes, como por ejemplo, un cuerpo humano o tan ligeras como un frasco de medicina.

Dentro de la **Robótica**, una gran aplicación es la **detección de fuerza**. Se puede usar a estos sensores para la detección de fuerza en el **extremo de un brazo robótico**. Esto proporciona información en tiempo real a los robots cuando toman algún objeto.



Sensores

También podría alertar al robot de **cuánta presión está ejerciendo específicamente** sobre el objeto/persona..



Sensores

Otros tipos de sensores:

Con una sensibilidad de fuerza de entre
100 g 10 kg,
Electronics Square FSR
tiene un área de 38.1mm por 38.1mm

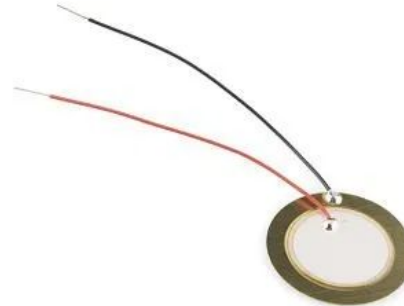


Sensores

Otros tipos de sensores:

Sensor **piezoeléctrico**, con tamaños pequeños se puede usar para detectar vibraciones o golpes.

Es un sensor especial que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir la fuerza y es compatible con Arduino.



Sensores

Otros tipos de sensores:

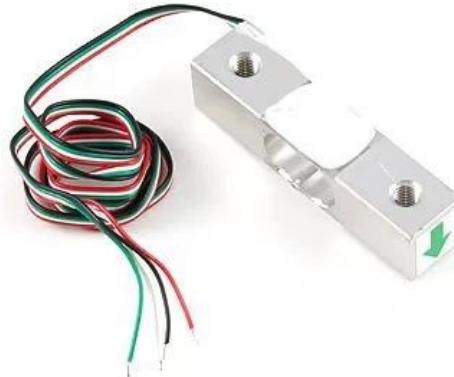
Celdas de carga: este sensor tipo S es uno de los sensores de **mayor rendimiento** para **medir la fuerza** con una capacidad de carga máxima de 100 kg.



Sensores

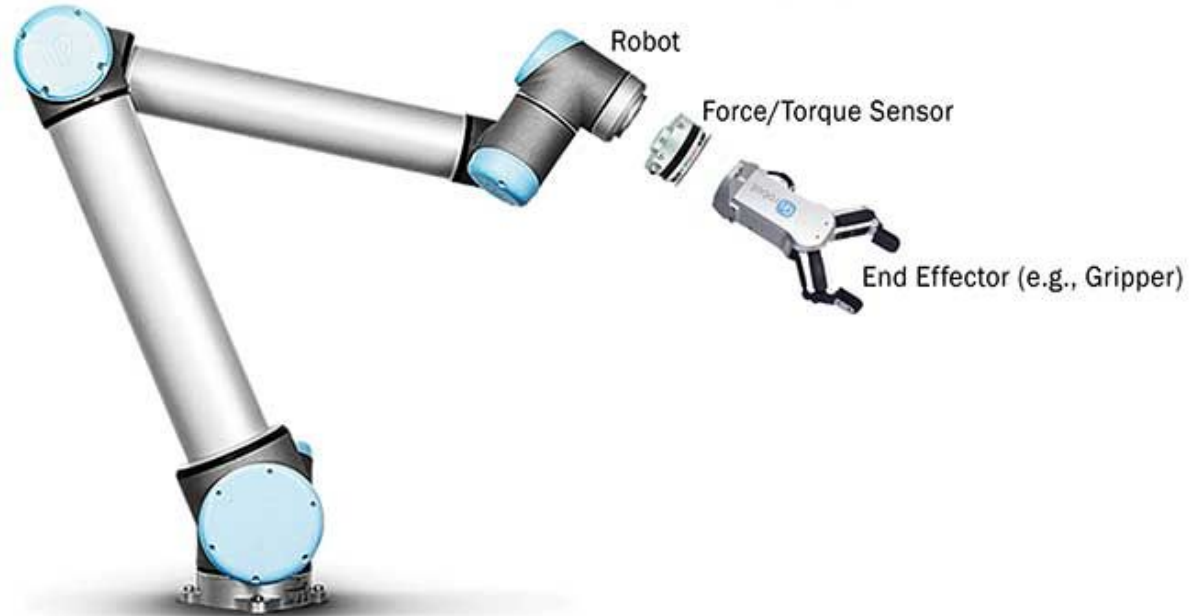
Otros tipos de sensores:

Micro Celdas de carga: este sensor tiene una estructura metálica de resistencia y puede medir la fuerza ejercida por un máximo de 5 kg. La medición de la fuerza de la superficie está diseñada específicamente para medir una fuerza específica dirigida en una dirección determinada. De esta forma, el nivel de ruido que puede provocar errores de medición es bastante pequeño.



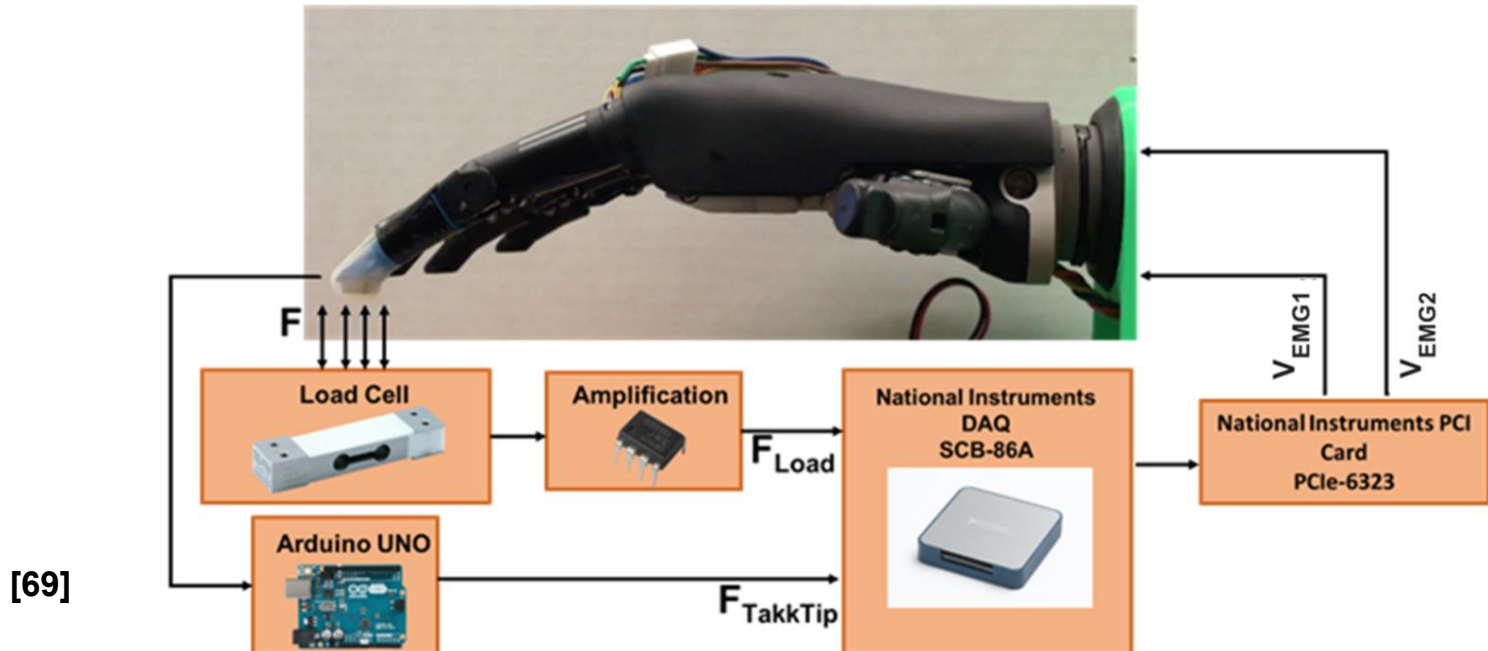
Sensores

Aplicación en los Robots



Sensores

Aplicación en los Robots



Sensores

Sensor de torque:



Sensores

Este tipo de sensor mide *la fuerza de torsión a la que se somete un eje* durante las diferentes fases de su funcionamiento, bien sea en arranque, dinámico o parada.

Generalmente se utilizan para ensayar y *estudiar elementos de rotación* como motores, generadores, alternadores, etc. [25]

Sensores

Sensores de flujo de presión:



Sensores

Los sensores de flujo, también conocidos como "detector de flujo" o "interruptor de caudal" son equipos para **monitoreo de fluidos en tuberías** y funcionan con el **desplazamiento de un pistón magnético que indica el aumento o disminución del flujo de líquido**, accionando el contacto de un interruptor de láminas (reed switch). El pistón es controlado por un resorte y regresa a la posición inicial cuando no hay fluido, incluso si hay presión en la tubería.

Los sensores se pueden aplicar al **agua, aceite y fluidos acuosos** (sin partículas sólidas) [27]

Sensores

- Clasificación de los robots.
- Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.
- Sensores: Sensores para realimentación en servo sistemas: Sensores lineales y rotacionales, de Aceleración, Fuerza, Torque y Presión de Flujo.
- **Actuadores: Servomotores, y Accionamientos para control de movimiento. Solenoides y sus aplicaciones. Actuadores piezoeléctricos. Geometrías de manipuladores robóticos.**
- Elementos terminales: Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad.

Actuadores

Actuador:

Un actuador es un *dispositivo que utiliza una forma de energía* para *convertir una señal de control en movimiento mecánico* [48]

En el caso de la robótica, *los motores* suelen ser actuadores utilizados ampliamente dado que *convierten energía eléctrica en energía mecánica*, la cual sirve como movimiento.

Los motores de *DC, paso a paso y brushless* son los más utilizados en la Robótica.

Actuadores

Motor DC Brushed (con escobillas):

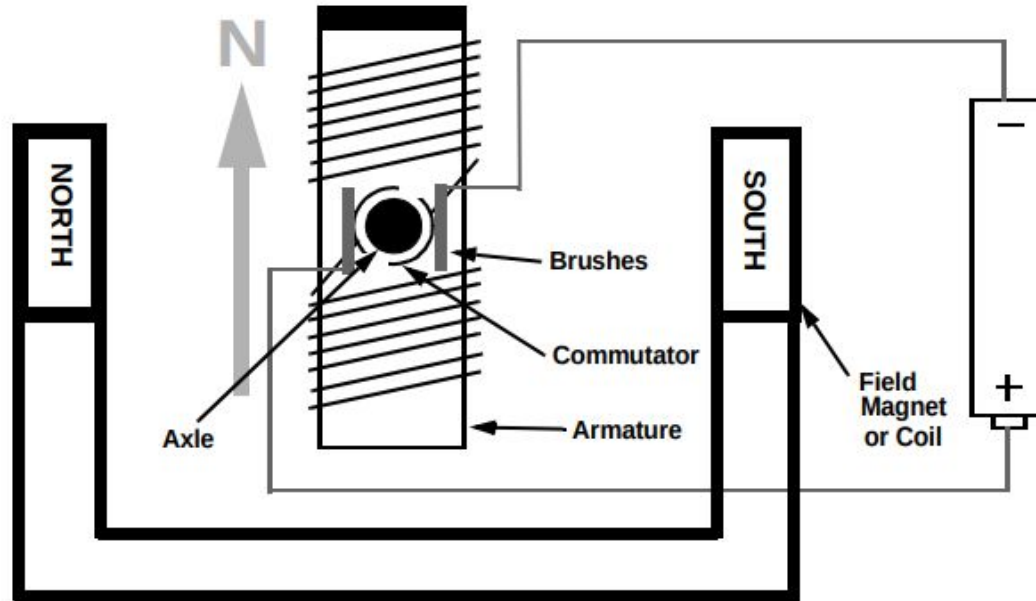


[50]

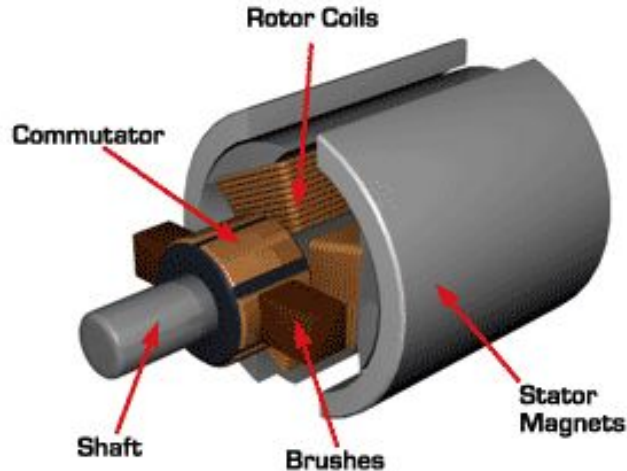


[49]

Actuadores



Actuadores



Animación:

<https://www.electrical4u.com/permanent-magnet-dc-motor-or-pmdc-motor/>

Actuadores

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación:

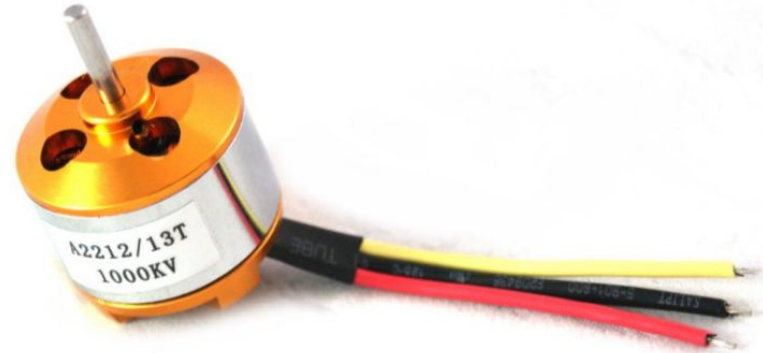
<https://www.youtube.com/watch?v=LAtPHANefQo>

Actuadores

Motor Brushless (sin escobillas):



[52]



[53]

Actuadores

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación:

<https://www.youtube.com/watch?v=bCEiOnuODac>

Actuadores

Este tipo de motor resulta tener una gran aplicación en sectores, como el automotriz (especialmente en vehículos eléctricos [EV]), HVAC, electrodomésticos e industria, porque, tal como lo indica su nombre, no necesita de las escobillas que tienden al desgaste.

Ventajas: puede ser más **pequeño y liviano** que un **motor de escobilla** con la **misma salida de potencia** por lo que es ideal para aplicaciones donde el espacio es reducido.

Desventaja: necesitan administración electrónica para funcionar. Por ejemplo, se necesita un **microcontrolador**, que utiliza una entrada de **sensores** que indican la posición del rotor, para energizar las bobinas del estator en el momento correcto. **[41]**

Actuadores

La fricción entre las escobillas fijas de un motor convencional, y *un contacto de metal giratorio* en el rotor de rotación *provocan el desgaste*.

La proporción de torque que se proporciona en relación con el tamaño del motor es mayor, por lo que es una buena opción para *aplicaciones como máquinas lavadoras* donde se necesita una potencia alta, pero el tamaño compacto y el peso son factores esenciales.
[41]

Actuadores

Motor Paso a Paso:

Este tipo de motor convierte una serie de *pulsos eléctricos* en *desplazamientos angulares*, lo cual implica que es capaz de *girar una cantidad de grados* (paso o medio paso). [56]

Ventajas: Precisión en el movimiento.

Desventajas: Al ser más robusto que los motores anteriores, resulta difícil su manipulación mecánica

[55]

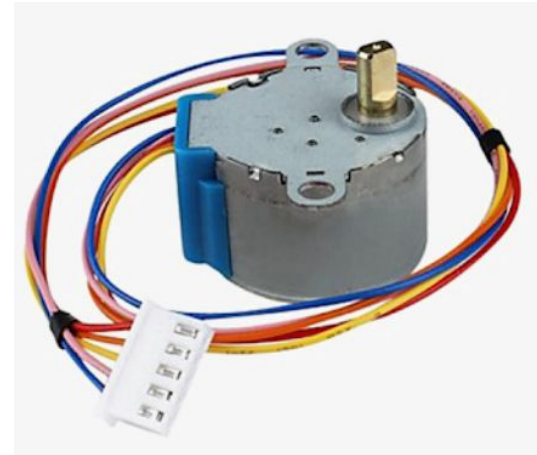


Actuadores

Motor Paso a Paso:



[54]



[55]

Actuadores

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación:

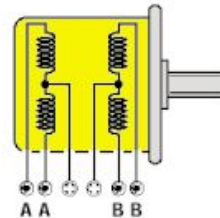
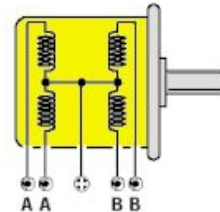
<https://www.youtube.com/watch?v=eyqwLiowZiU>

Actuadores

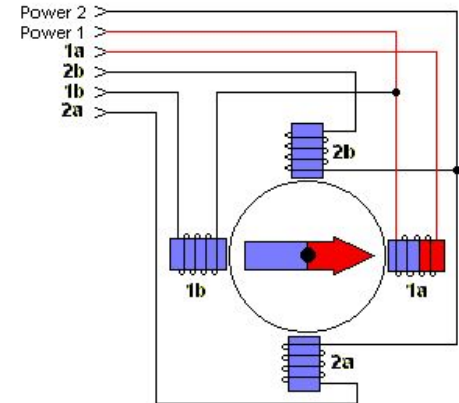
Existen distintos tipos de motores paso a paso aunque los más utilizados son los de **imán permanente** y dentro de estos se pueden encontrar: **Unipolares y Bipolares**

Unipolares:

Estos motores suelen tener **5 o 6 cables** dependiendo de su conexionado interno y suele ser el más **simple de controlar**.

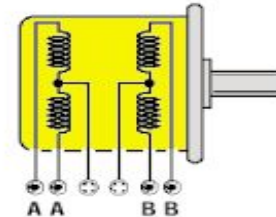
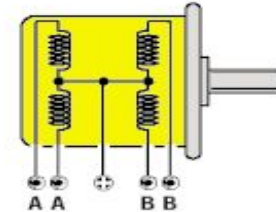
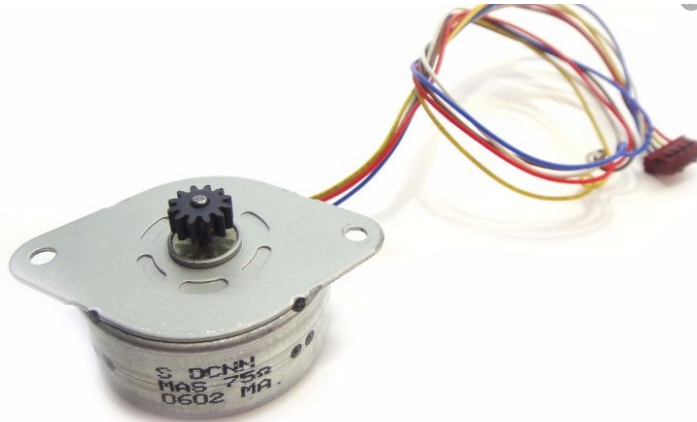


[57]



Actuadores

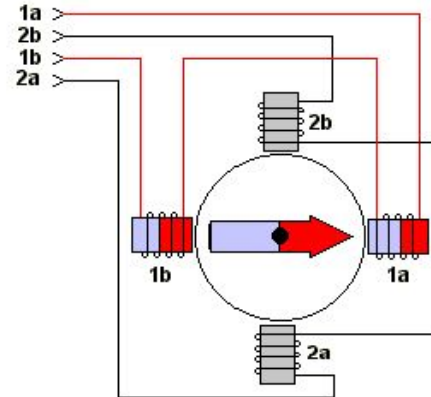
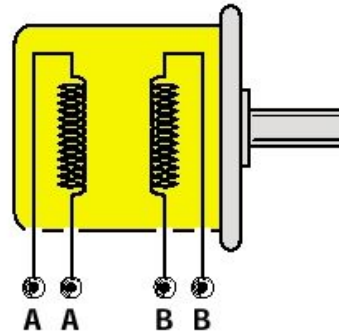
Dependiendo de *cuál media bobina se energiza*, se puede tener *un polo norte o un polo sur*; *si se energiza la otra mitad, se obtiene un polo opuesto al otro*. [57]



Actuadores

Bipolares:

Cuentan con *dos bobinas sin ningún punto medio* donde salga un cable, por lo que se *tienen cuatro cables* y *cada par corresponde a las terminales de una bobina*



Actuadores

Necesitan *ciertas manipulaciones para poder ser controlados*, debido a que *requieren del cambio de dirección de flujo de corriente a través de las bobinas* en la secuencia apropiada para realizar un movimiento, es necesario *un puente H por cada bobina del motor*, es decir que para *controlar un motor paso a paso de 4 cables* (dos bobinas), se *necesitan usar dos puentes H* [56]

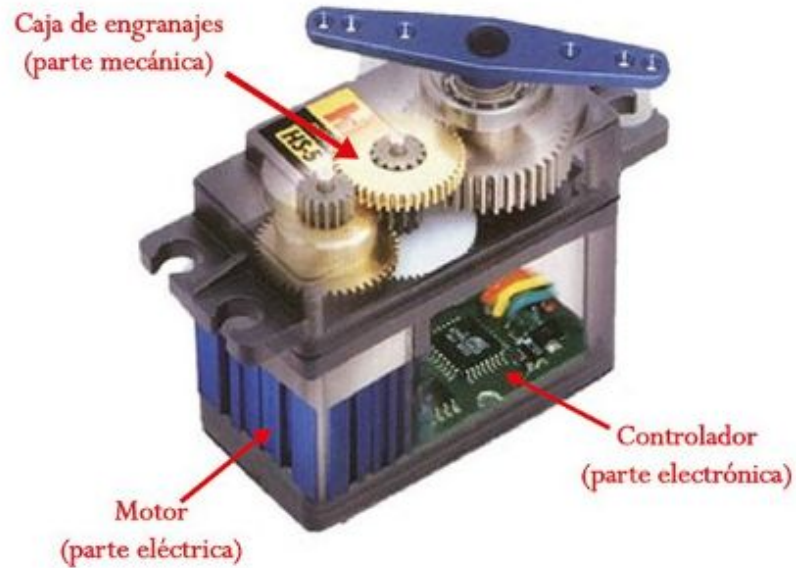


Actuadores

Motores bipolares	Motores unipolares
• Mayor torque • Mayor anclaje debido a los embobinados • Más pequeño • Más barato • Un control más complicado, el cual requiere de una tarjeta que incluya etapas de control de giro y potencia	• Menor torque • Menor anclaje • Tiene un mayor volumen • Más caro • Un control más sencillo al requerir solamente completar un circuito de alimentación

Actuadores

Servomotores:



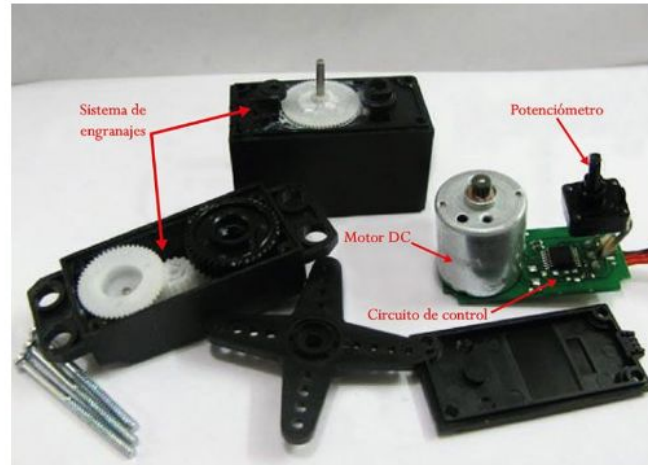
Actuadores

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación::

<https://www.youtube.com/watch?v=mk9UkQCeENc>

Actuadores

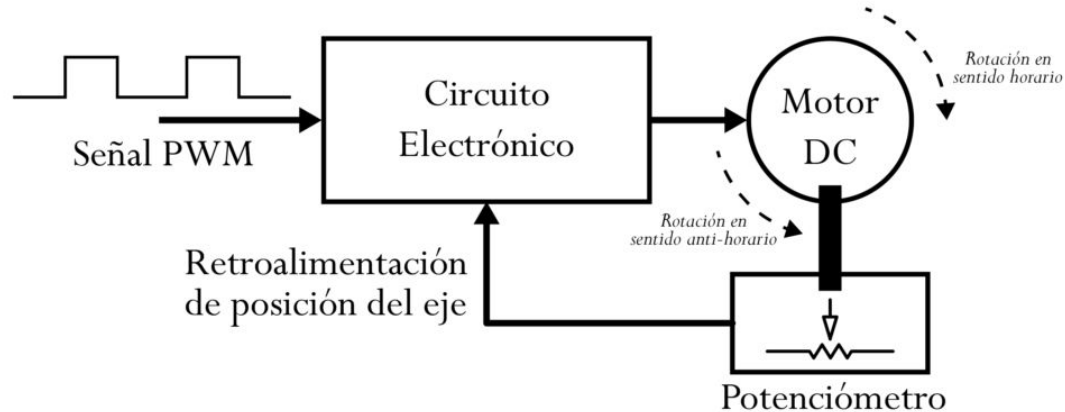
Se puede entender a un **servomotor** como **un motor con las cualidades para controlar una determinada posición**. Como en la figura anterior, **generalmente los servomotores constan de un motor con engranajes para aumentar el torque** y poder así, generar el movimiento necesario.



Actuadores

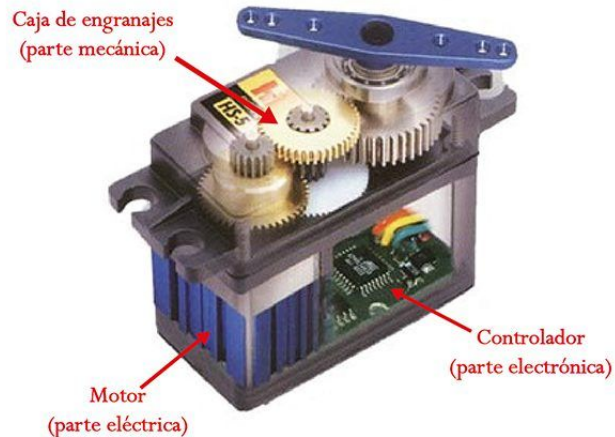
En el siguiente **diagrama en bloques** se puede visualizar la acción del **motor DC** para actuar dentro del Servomotor

DIAGRAMA DE BLOQUE DEL SERVOMOTOR

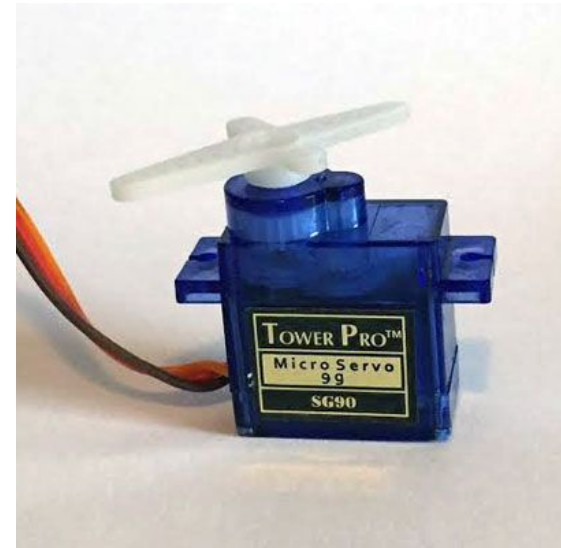


Actuadores

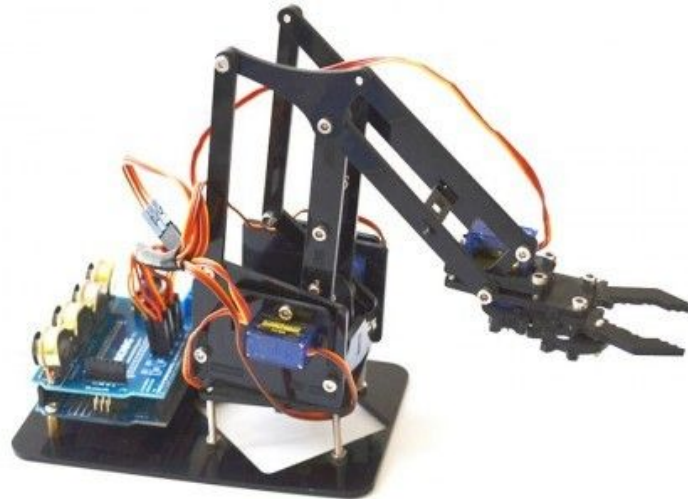
Existen algunos comerciales que suelen usarse con sistemas como Arduino, tales como el **SG90**, el cual tiene una estructura como la que se ve a continuación:



[82]



Actuadores



Actuadores

Los **MG90S** Suelen ser más robustos en comparación con los anteriores.



Actuadores

Los **MG995** Suelen ser más robustos en comparación con los anteriores.



Actuadores

**[83]****[84]**

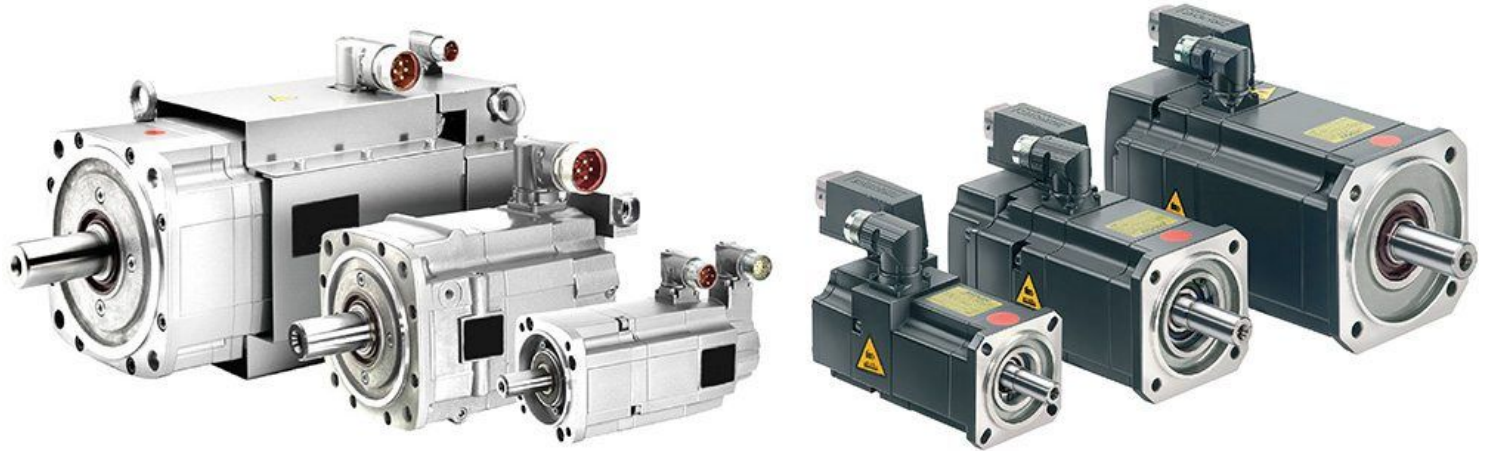
Actuadores

Para una mejor comprensión, podemos ver el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=slP9ujByaLI>

Actuadores

Sin embargo, dependiendo la aplicación, existen otros modelos de Servomotores:



Actuadores

Actuadores Piezoeléctricos

Antes de presentar a estos actuadores, conviene estudiar qué es un material piezoeléctrico:

Un material piezoeléctrico se **expanden o se contrae** cuando se le **aplica un campo eléctrico**, lo que aporta una manera de **transformar las señales de entrada en movimiento**.
[29]

A continuación se expone un actuador tipo pila:

Actuadores

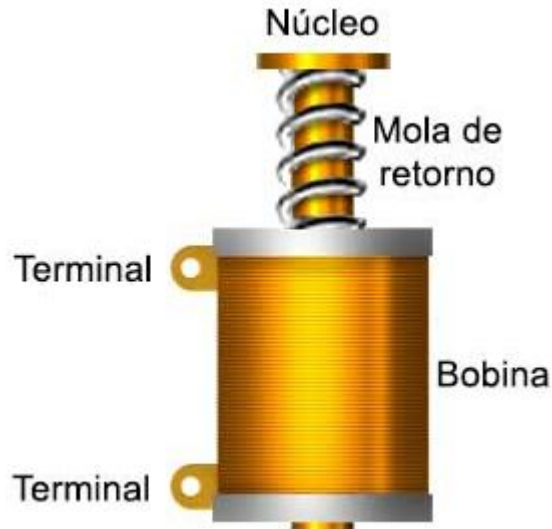
Este actuador provee desplazamiento hasta 90 micrones y rigidez hasta de 400 N/ μm .
Puede manejar cargas hasta de 300 kilogramos y resistir fuerzas de estiramiento hasta de 700 N.
Como ejemplo de aplicación, se puede dar el caso del posicionamiento de herramientas en máquinas, para la fabricación de superficies no esféricas de lentes de contacto.

[30]



Actuadores

Solenoides:



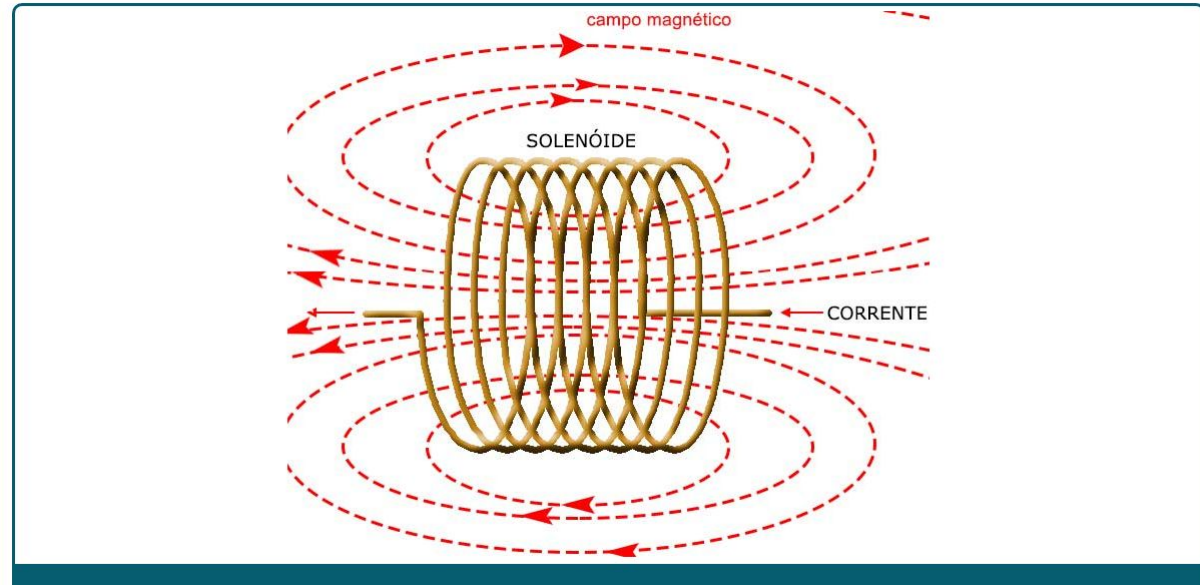
Actuadores

Veamos su **funcionamiento** mediante la siguiente animación::

<https://www.youtube.com/watch?v=6flseBQOwh8>

Actuadores

Solenoides:



Actuadores

Solenoides:

Cuando *la bobina está apagada, el resorte mantiene la base del material ferroso de fuera del núcleo del solenoide bobina.*

Cuando *cerramos el circuito, se producirá un campo magnético que tira el núcleo liberando de esta manera,* fuerza mecánica.

Es fácil ver que el solenoide *sólo puede realizar una fuerza mecánica en una distancia relativamente pequeña* (que es la distancia que viaja para ser tirado). [31]

Sus aplicaciones se pueden dar en sistemas donde sea necesario mover un pistón para, por ejemplo, mover el brazo de un robot.

Actividad

En base a los tipos de sensores y actuadores vistos, estudiar las partes componentes de un Drone. Se sugieren algunas páginas:

- 1) <https://dronprofesional.com/blog/cuales-son-las-partes-de-un-dron/>
- 2) <https://www.hispadrones.com/principiantes/aprendizaje-consejos/partes-de-un-dron/>

Elementos terminales

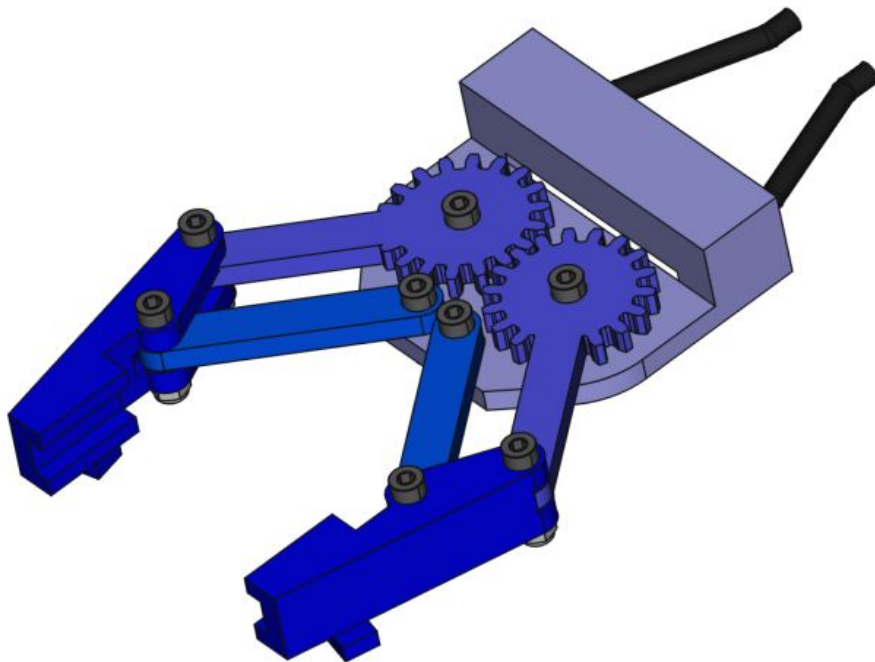
- Clasificación de los robots.
- Órganos de transmisión: Reductores, transmisores.
- Sensores: Sensores para realimentación en servo sistemas: Sensores lineales y rotacionales, de Aceleración, Fuerza, Torque y Presión de Flujo.
- Actuadores: Servomotores, y Accionamientos para control de movimiento. Solenoides y sus aplicaciones. Actuadores piezoeléctricos. Geometrías de manipuladores robóticos.
- **Elementos terminales: Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad.**

Pinza

Cinemática de la pinza, fuerzas y estabilidad:

La pinza robótica es un *mecanismo formado por dos piezas móviles* las cuales pueden *cerrarse y abrirse* ejerciendo cierta *presión*, para así poder sujetar objetos.

Pinza



Pinza

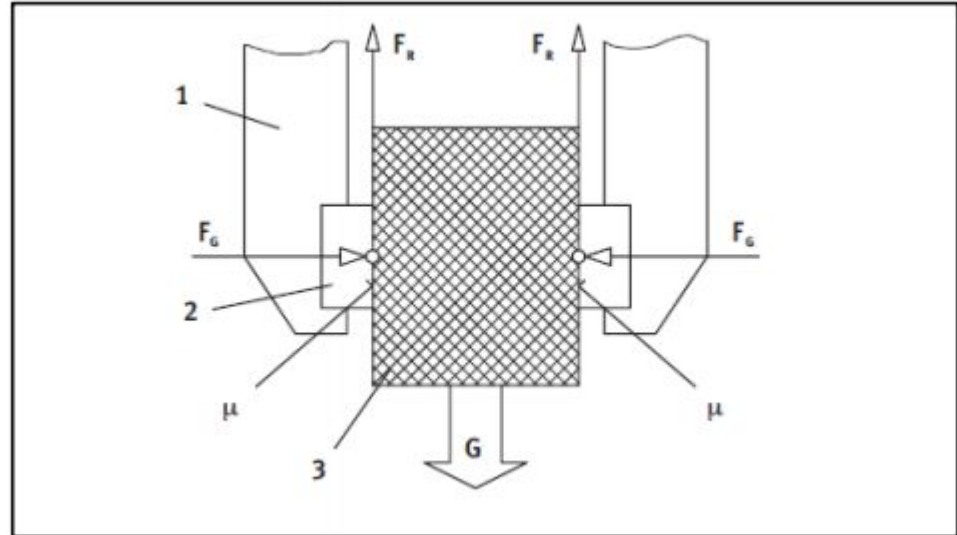
1- Dedo

2- Mandíbula

3- μ = coeficiente de

rozamiento

[34]



Pinza

Expresión de la fuerza de sujeción:

[34]

$$F_G = \frac{m \cdot G}{\mu \cdot n}$$

Siendo:

F_G : Fuerza mínima requerida de sujeción (N)

m: Masa de la pieza en kg

G: Fuerza debida al peso del objeto (N)

n: Número de “dedos”

μ : Coeficiente de rozamiento entre la pinza y el objeto

Actividad Integración

Geometría :

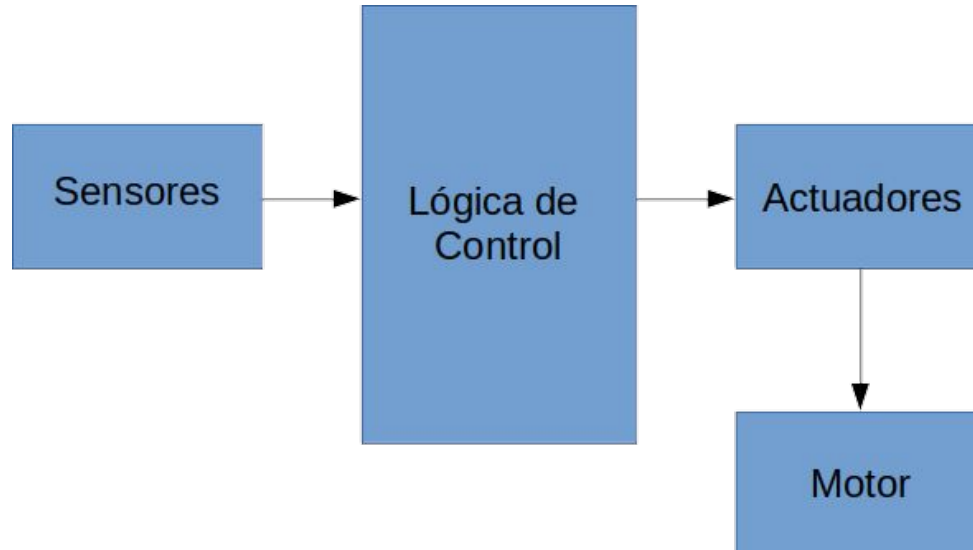
Con los elementos que conocemos
hasta ahora, *¿cómo los podemos
integrar a través de esta figura?*

Estudiar los distintos tipos de sensores,
actuadores, pinzas, aplicación según
la geometría, espacio de trabajo, etc.



Integración

A muy grandes rasgos, tenemos que el diagrama en bloques puede ser:



Integración

En la mayoría de los casos la **lógica de control** viene dada por un **microcontrolador** o una **microcomputadora** que pueda **tomar** los datos desde los **sensores** y, en base a la **programación** que tenga, **ejecuta órdenes sobre los actuadores** los cuales modificarán, por ejemplo, la velocidad y/ posición de algún o algunos motores.

La **programación de estos microcontroladores** puede darse en **Assembler, C/C++, Python** y otros lenguajes o intérpretes.

Integración



Actividad

Sensores y actuadores industriales

Buscar en la web, las siguientes aplicaciones:

- 1) Auto Balancing.
- 2) Motores paso a paso en Impresoras 3D.
- 3) Aplicaciones de servomotores en robots.
- 4) Aplicación de Robots en fabricación de PCB (Printed Circuit Board).