

Escuela de Ingeniería y Ciencias
Secretaría de Estudios

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diseño de Sistemas Robóticos

Dr. Rodolfo García-Rodríguez
Departamento de Ingeniería Eléctrica

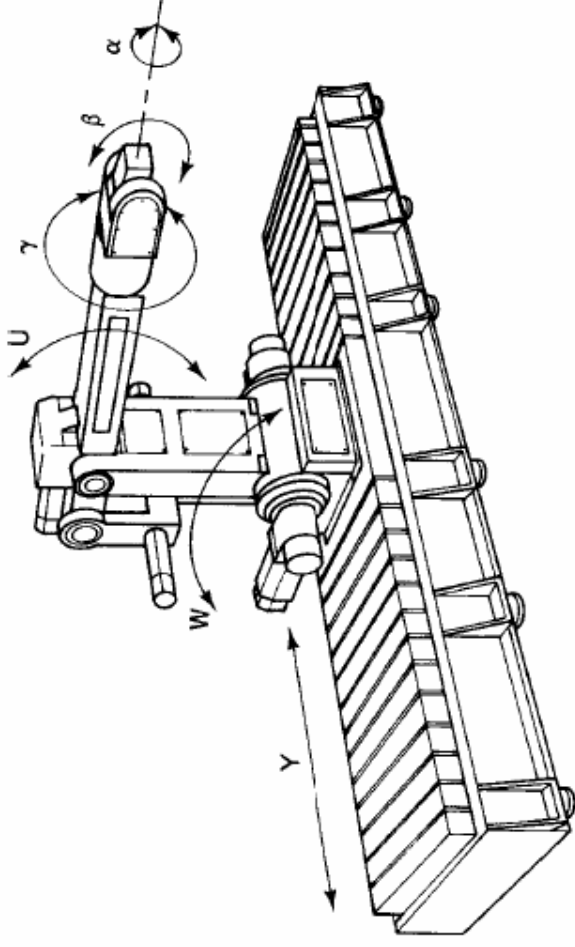
Introducción

Definiciones

- **Robótica:** la ciencia que estudia los robots.
- **ROBOT:** Es un dispositivo electromecánico con múltiples **grados de libertad (gdl)** que es programable para llevar a cabo una gran variedad de tareas.

Introducción

- Grados de Libertad (gdl): el número de movimientos independientes que un sistema puede realizar. **Como se determinan??**



Introducción

- Las coordenadas generalizadas se utilizan como un conjunto de coordenadas convenientes que describen completamente la localización (posición, orientación) de un sistema con respecto a un sistema de coordenadas de referencia.

Introducción

Más definiciones

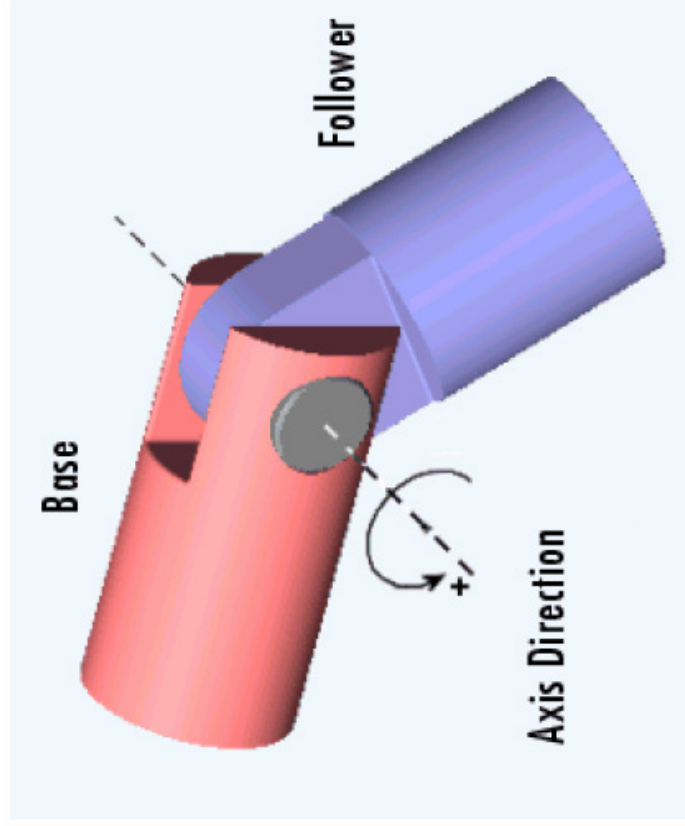
- **Manipulador (1)**: Dispositivo electromecánico capaz de interactuar con su medio ambiente
- **R. Antropomórfico**: Robot que tiene forma y desempeña tareas similares al ser humano
- **Elemento terminal**: Herramiental, gripper u otro dispositivo colocado al final del manipulador para realizar una tarea

Introducción

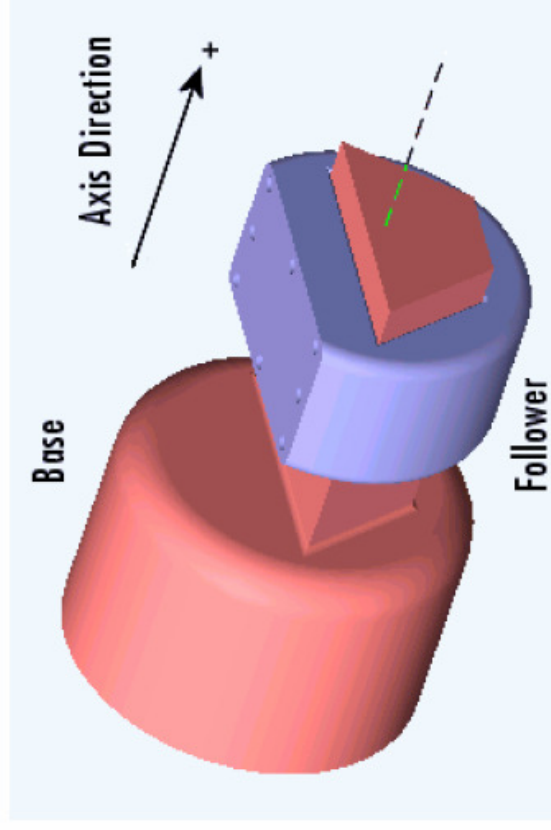
- **Eslabón:** Pieza rígida (aluminio) que se utiliza para conectar los diferentes tipos de articulaciones de un robot
- **Articulaciones:** Dispositivos que permiten un movimiento entre dos eslabones en un robot.
- **Tipos**
 - **Revoluta:** Articulaciones giratorias o angulares
 - **Prismáticas:** Articulaciones deslizantes en las que el desplazamiento es relativo entre dos eslabones.

Introducción

Articulaciones básicas



Revoluta

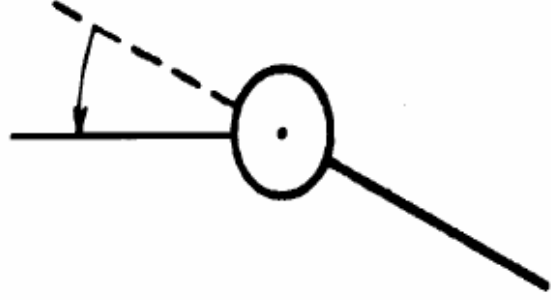


Prismáticas

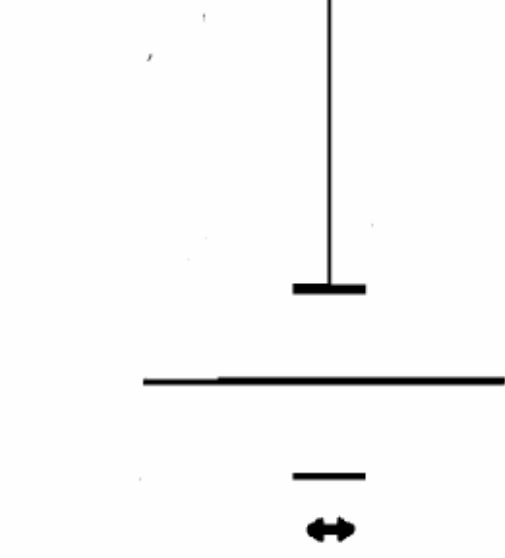
Introducción

Simbología

- En 2D



Revoluta

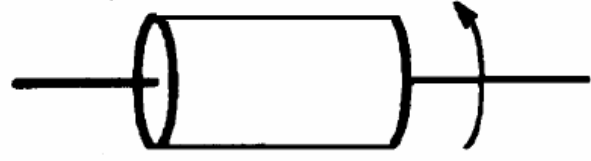


Prismática

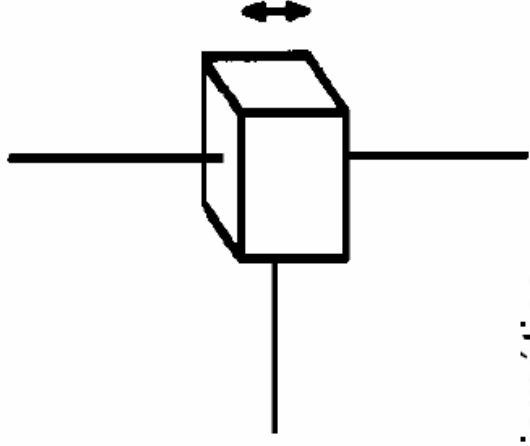
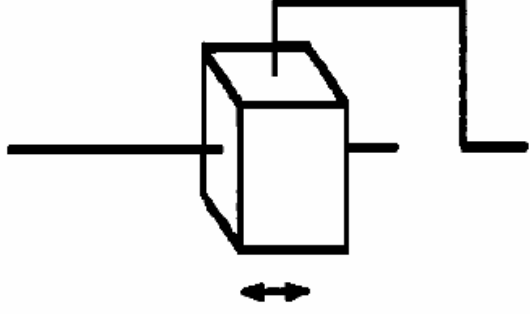
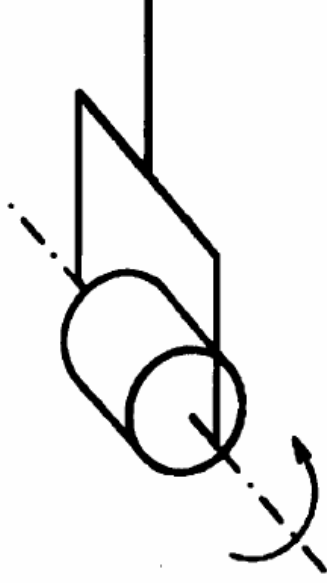
Introducción

Simbología

- En 3D



Revoluta

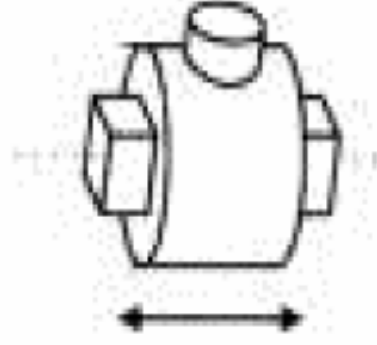


Prismática

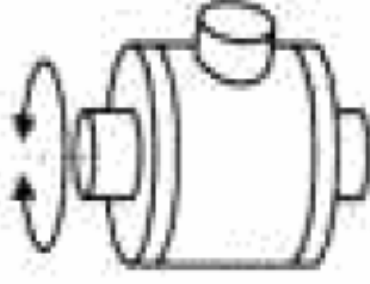
Introducción

Tipos de articulaciones

- Revoluta: Pura rotación
- Planar: Movimiento sobre un plano



Prismática
(1 GDL)

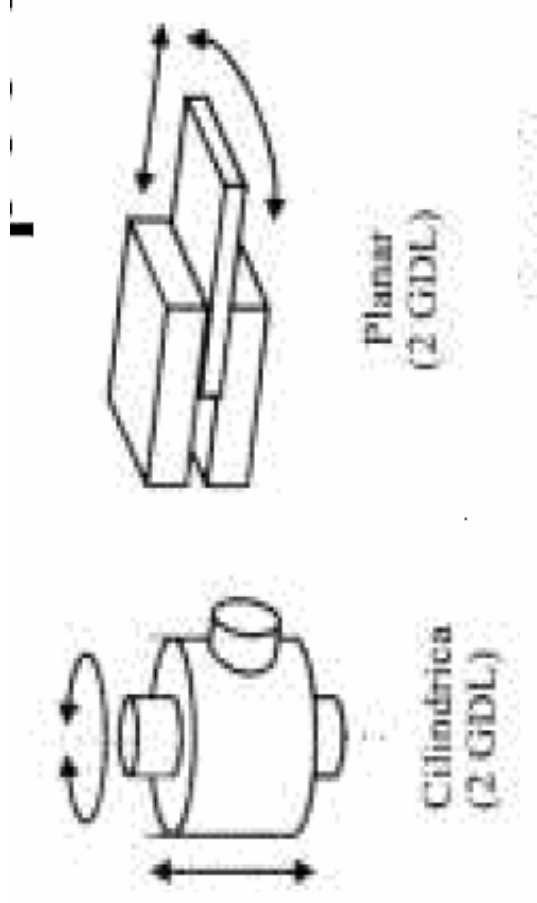


Rotación
(1 GDL)

Introducción

Tipos de articulaciones

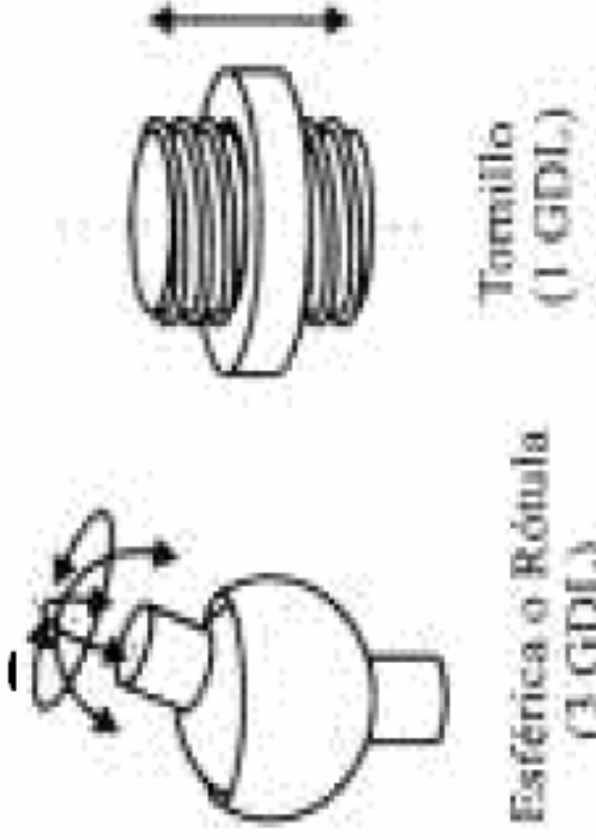
- Cilíndrica: Movimiento a lo largo de un eje fijo
- Prismática: Movimiento a lo largo de un eje



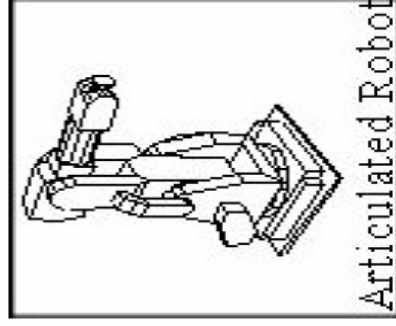
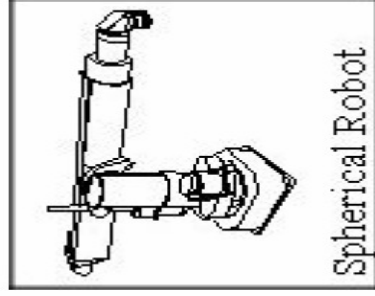
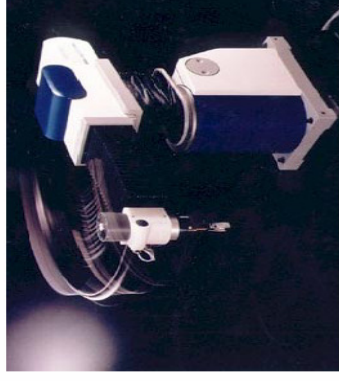
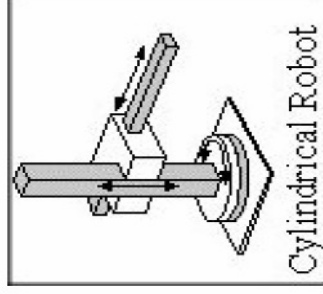
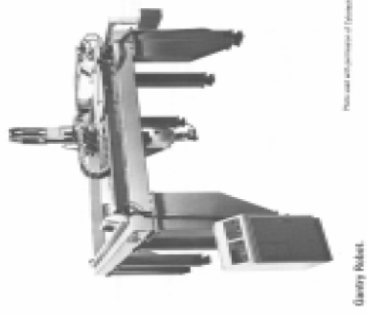
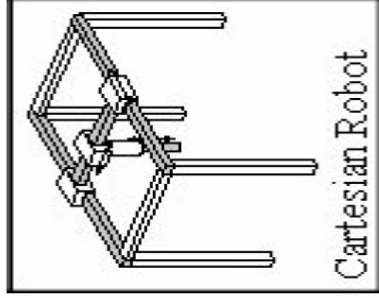
Introducción

Tipos de articulaciones

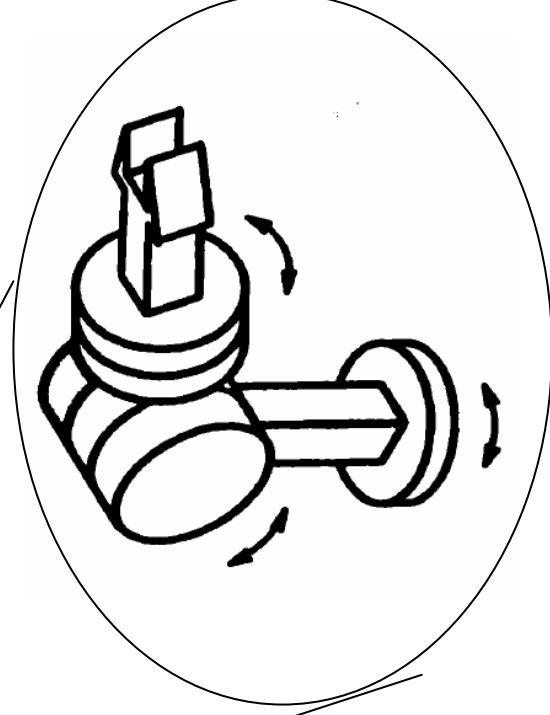
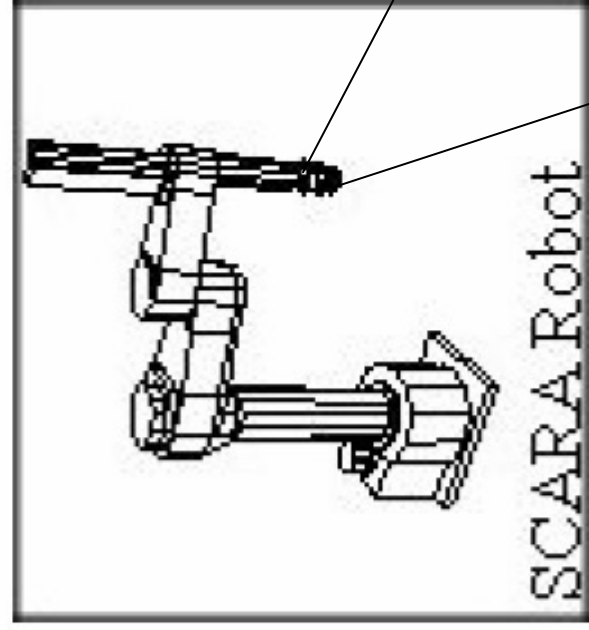
- Esférica: Rotación 3D
- Screw: Movimiento a lo largo de un espiral



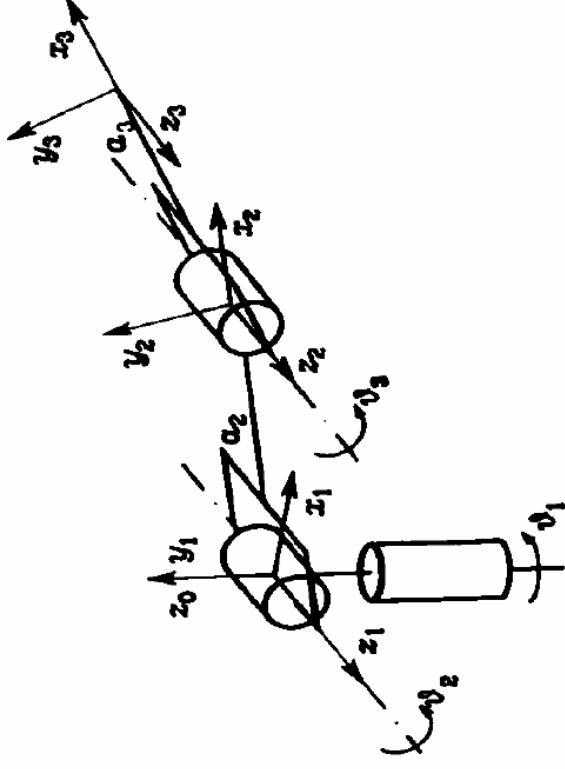
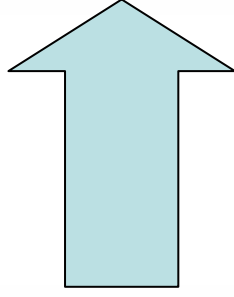
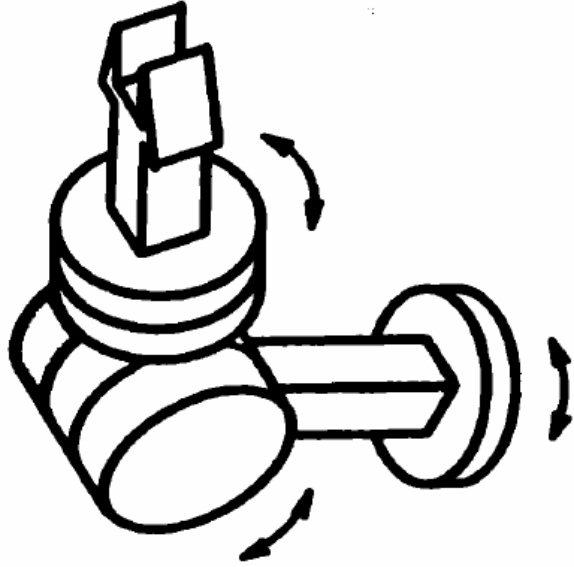
Introducción



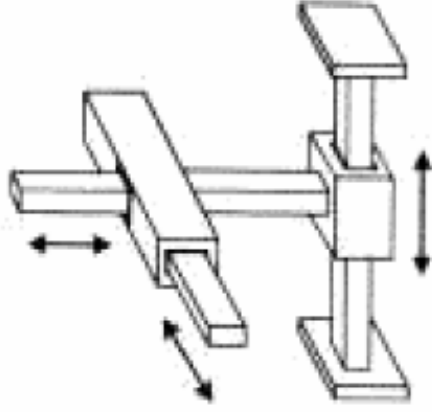
Introducción



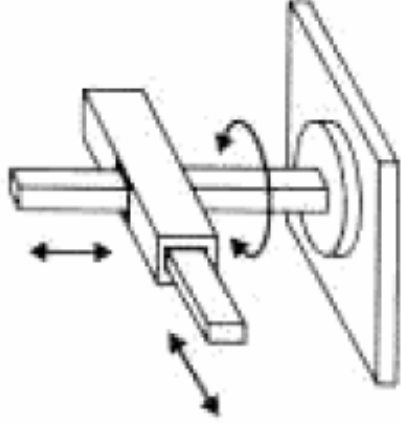
Introducción



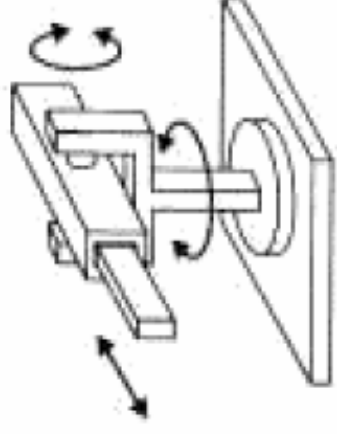
Introducción



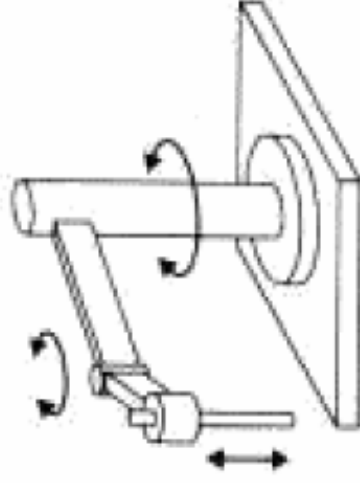
Robot cartesiano



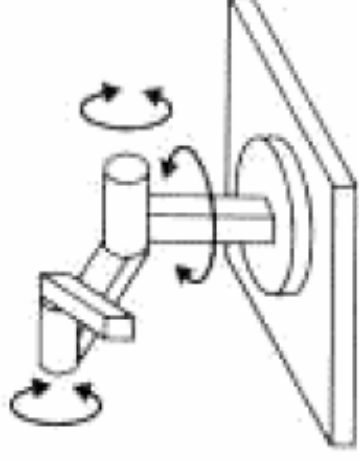
Robot cilíndrico



Robot esférico o polar



Robot SCARA



Robot angular o antropomórfico

Introducción

Nota 1:

- Espacio 3D=6 gdl= 3 posición +3 orientación
- Cuando los gdl en un robot incrementan tenemos:
 - (+) Complejidad computacional
 - (+) Mayor costo
 - (+) Flexibilidad
 - Poder de transmisión compleja

Introducción

Nota 2:

- Cuando el número de articulaciones rotacionales se incrementa:
 - (+) la complejidad en la planificación de la tarea
 - (+) la complejidad en el control
 - (+) la habilidad
 - (-) la precisión

Introducción

- Tabla comparativa de articulaciones básicas

Tipo de articulación	Revoluta	Prismática
Precisión	No uniforme	Consistente
Cinemática	Compleja	Simple
Control	Acoplado/difícil	Desacoplado/fácil
Diseño del eslabón	Simple	Complejo
Habilidad	Buena	Malo

Introducción

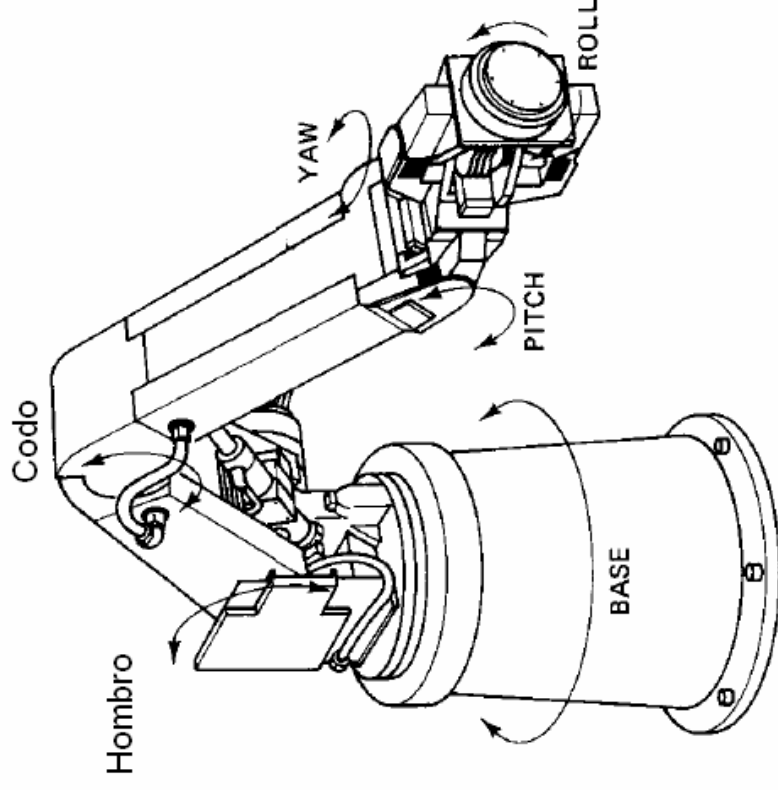
Como estudiamos a los Robots

- **Cinemática:** Estudia el movimiento sin considerar las fuerzas que lo ocasionan.
- **Dinámica:** Estudia las fuerzas que producen su movimiento
 - Motor (actuador): Provee la fuerza al robot para su movimiento
 - Sensor: Lee variables en el movimiento del robot que se usan para su control
 - Es un transductor (Señal física-eléctrica)

Introducción

Partes de un robot

- Base
- Hombro
- Codo
- Muñeca
- Elemento terminal



Introducción

Algunos términos utilizados en Robótica

- **Velocidad:**

La distancia por unidad de tiempo en que el robot puede moverse usualmente especificado en pulgadas por seg. ó m/s.

La velocidad es usualmente especificada en una carga específica.

- **Capacidad de carga.**

Máxima capacidad de peso que el robot puede soportar.

- **Precisión**

La habilidad de un robot de ir a una posición específica con un error mínimo. (usualmente 0.001 pulgadas).

Introducción

- Repetibilidad:

La habilidad de un robot de alcanzar la misma posición cuando ejecuta la misma tarea varias veces

- Espacio de trabajo:

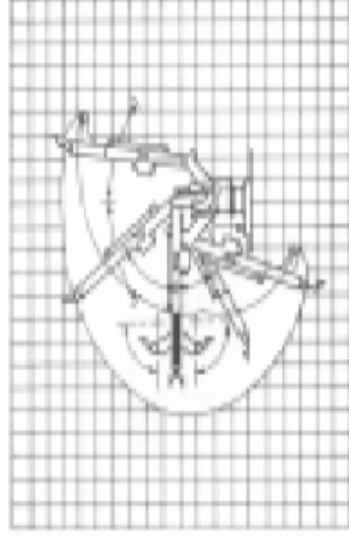
La máxima distancia o volumen que un robot puede alcanzar cuando esta en funcionamiento.

Esta es usualmente especificada como una combinación de los límites de cada parte mecánica del robot

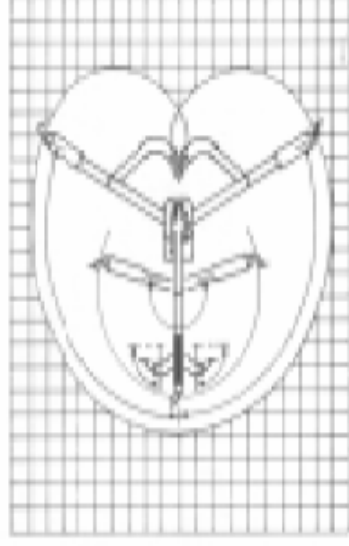
Introducción



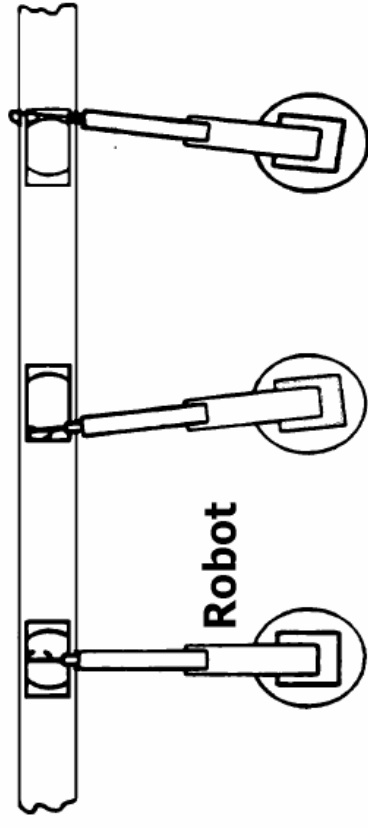
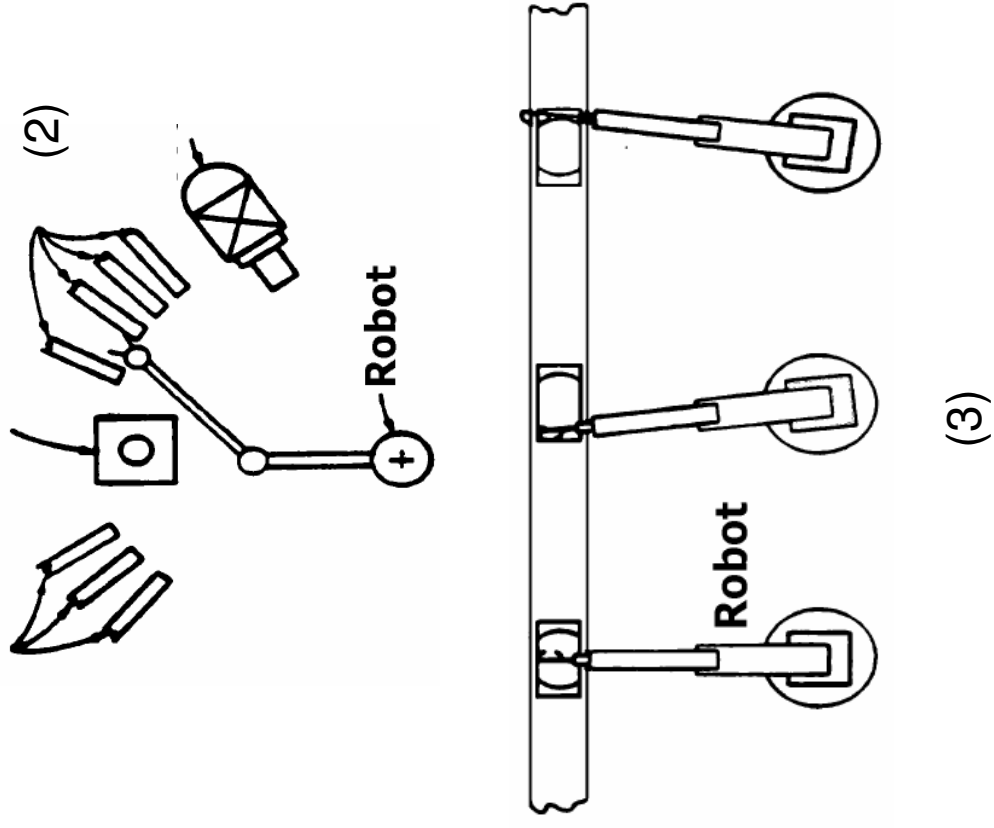
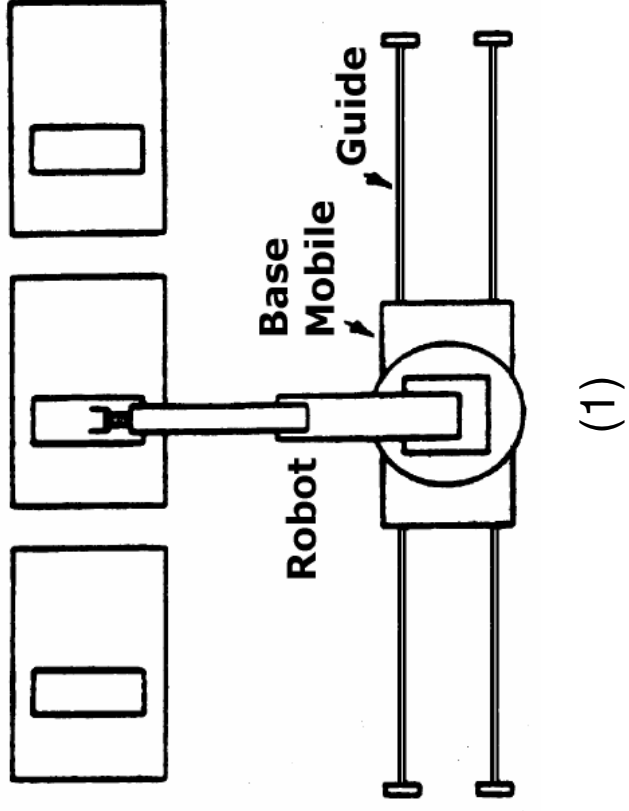
Photo used with permission of Colson's Corporation.



1 SQUARE = 1 FOOT



Introducción

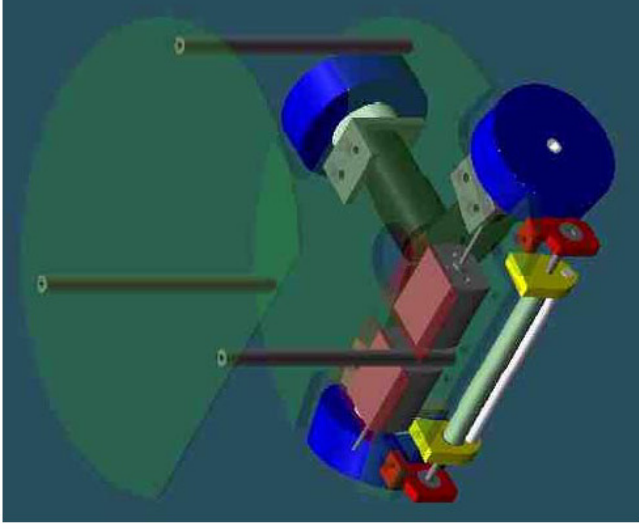


Introducción

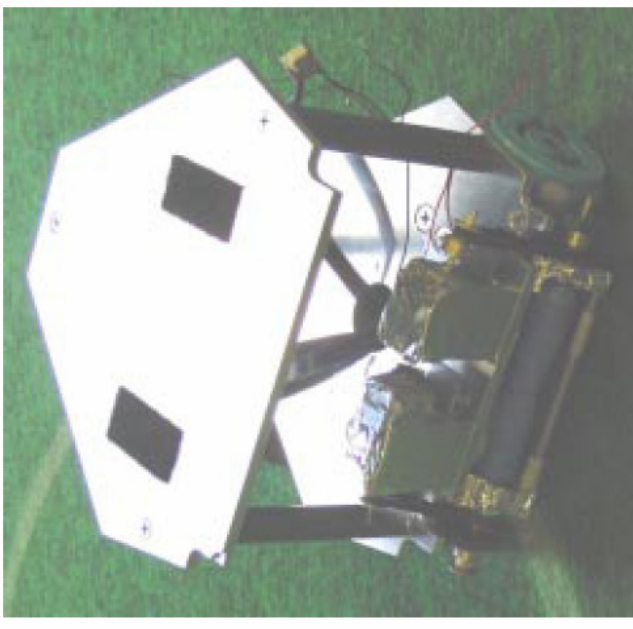
Otros tipos de robots

- Robots Móviles

- Requieren sensores de para determinar su espacio de trabajo
- Evasión de obstáculos



RoboCup Player CAD Model



RoboCup Player Hardware



RoboCup Goalie CAD Model



RoboCup Goalie Hardware

Introducción

- A continuación mencionaremos algunos elementos que conforman a un robot.
 - Control (PC, μ C, PIC's)
 - Programación de las interfaces de usuario
 - Leyes de control
 - Parte Mecánica
 - Diseño
 - Parte eléctrica
 - Sensores, actuadores.

Que es un actuador?

- Es un diseño mecánico para mover o controlar algo.
- El actuador recibe la orden de un regulador controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como son las válvulas.
- Genera fuerza a partir de: líquidos, energía eléctrica y gas.

¿Que es un actuador?

- Existen tres tipos de actuadores
 - Eléctricos (aparatos mecatrónicos, robots)
 - Neumáticos (simples posicionamiento)
 - Hidráulicos (la aplicación necesita potencia, pero requiere gran cantidad de energía así como mantenimiento)

Actuadores Eléctricos

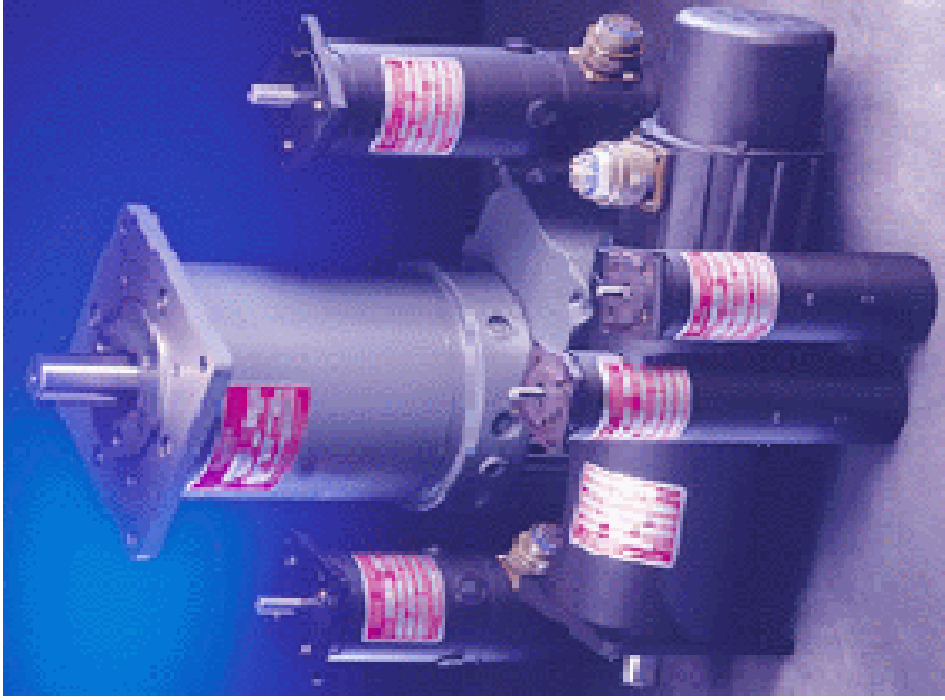
- Transforman energía eléctrica en energía mecánica
- Se clasifican en
 - Motores CD
 - Motores CA
 - Motores Lineales
 - Motores a pasos

Motores CD

- Actuadores Rotatorios
- Potencia: Fracciones de watts a cientos de KWs. (Watts factor de potencia, y los HP??)
- Fuente de alimentación: Baterías, generador diesel.
- Elementos muy utilizados para el control de precisión.



Servo-motores CD



- Potencia: de watts a pequeña escala de KW
- Velocidad: muy lento a velocidades de 10000rpm (usando reductores)
- Constante de tiempo Eléctrica: ms

Cuando usar un Motor CD

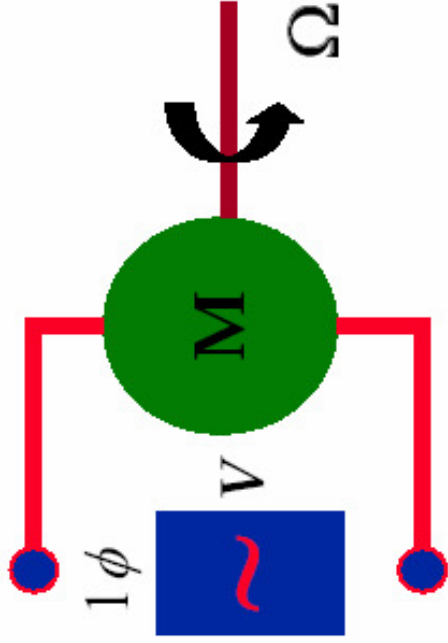
- Cuando se requiere un control preciso de posición y velocidad.
- Altamente eficaces y poco sensibles al ruido
- Costo no demasiado crítico
- Ofrecen gran rentabilidad

Algunos ejemplos

- Productos de consumo
 - Cd's, manejadores de disco.
 - Cámaras digitales
- Manufactura
 - Robots, maquinas CNC
- Automóviles
 - Manejadores de combustible
 - Limpiaparabrisas



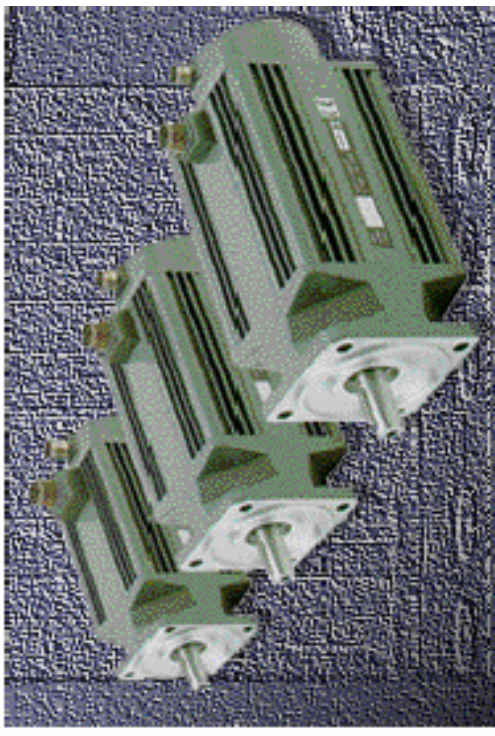
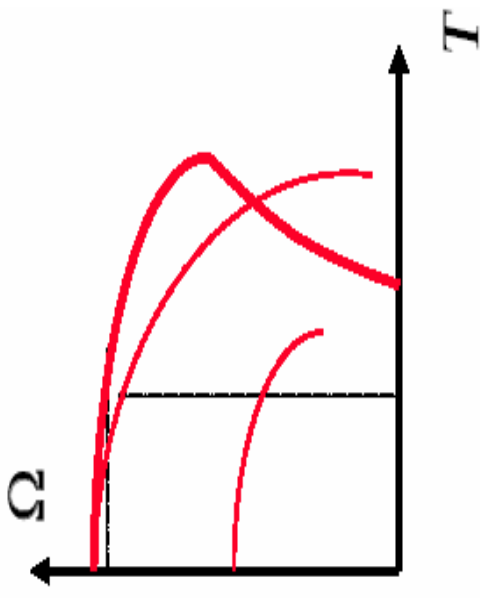
Motores CA



- De una o tres fases
- 100 W a MW
- Para aplicaciones de alto poder y alto torque
- Durables y de fácil mantenimiento
- Ahora totalmente digitales y controladas vectorialmente.

Cuando usar un motor de CA

- Para aplicaciones de alta potencia
- Perfiles de control complejos
 - Point to point
 - Velocidad
- Aplicaciones que requieren
 - Eficiencia, confiabilidad



Aplicaciones de los motores



Motores a pasos

- Al aplicar a sus bobinas un conjunto adecuado de impulsos eléctricos éstos giran sobre su eje un ángulo fijo, este ángulo recorrido que depende de las características del motor, se le llama paso,
- se puede controlar, mediante un circuito electrónico, la cantidad, velocidad y sentido de los pasos.



Motores a pasos

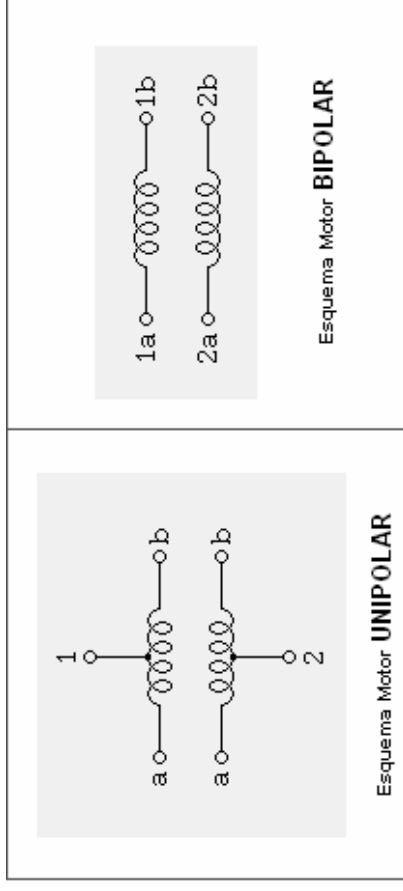
- Hay dos tipos básicos de motores:
 - BIPOLARES que se componen de dos bobinas,
 - UNIPOLARES que tiene cuatro bobinas.

Externamente se

diferencian entre sí por el número de cables:

- Los bipolares solo tienen cuatro conexiones dos para cada bobina

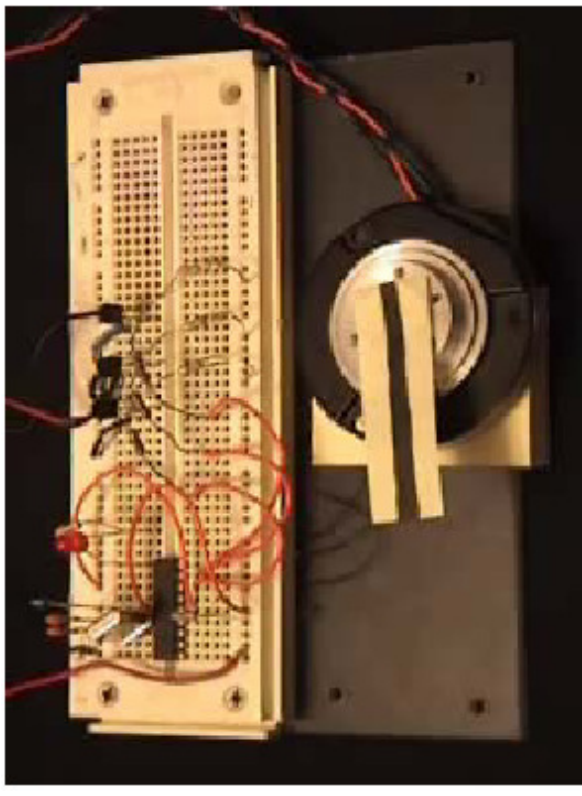
Los unipolares que normalmente presentan seis cables, dos para cada bobina y otro para alimentación de cada par de éstas.



Aunque en algunos casos podemos encontrar motores unipolares con cinco cables, básicamente es lo mismo, solo que el cable de alimentación es común para los dos pares de bobinas.

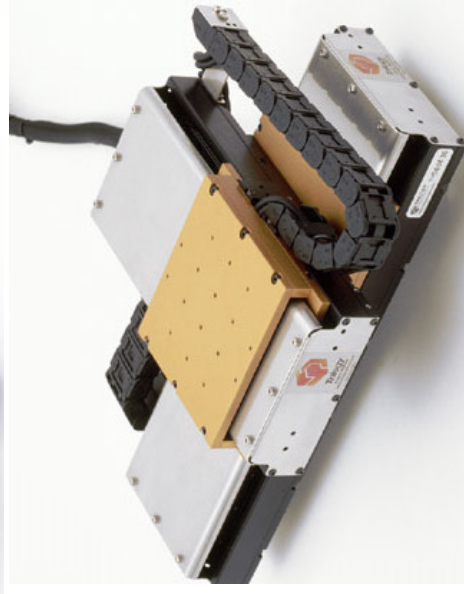
Motores a pasos

- Tipos de motores a pasos:
 - Reluctancia variable
 - De magneto permanente mas ampliamente usado en aplicaciones No industriales
 - Híbridos: es una combinación de RV y MP



Motores Line

- Ampliamente utilizados en aplicaciones que requieren alta velocidad y repetibilidad.
- Se utilizan un servomotor de CA junto con un encoder para su control de posición.
- Son relativamente caros



Motores lineales

Características:

- Gran simplicidad mecánica
- Alta eficiencia, Bajo factor de potencia
- Alta repetibilidad, Bajo costo de mantenimiento
- De gran utilidad en ambientes de trabajo que requiere alta higiene
- Alta flexibilidad

Resumen de motores Eléctricos

Servomotor	Ventajas	Desventajas	Rango de potencia
Servo motor CD	Fácil de usar, Bajo costo	Tiene restricciones respecto al medio ambiente de operación	0.1 pocos 100's W de potencia
Motor brushless	No requiere mantenimiento de escobillas	Dispositivos de control caros debido a su complejidad	Mediana Potencia De pocos W a pocos KW
Motor de Inducción	Construcción durable	Complicado sistema de control	Baja potencia
Motores a pasos	Control en lazo abierto	Proporción elevada de peso/capacidad.	Pocos 10's de watts