

Robótica

Curso 2018/2019

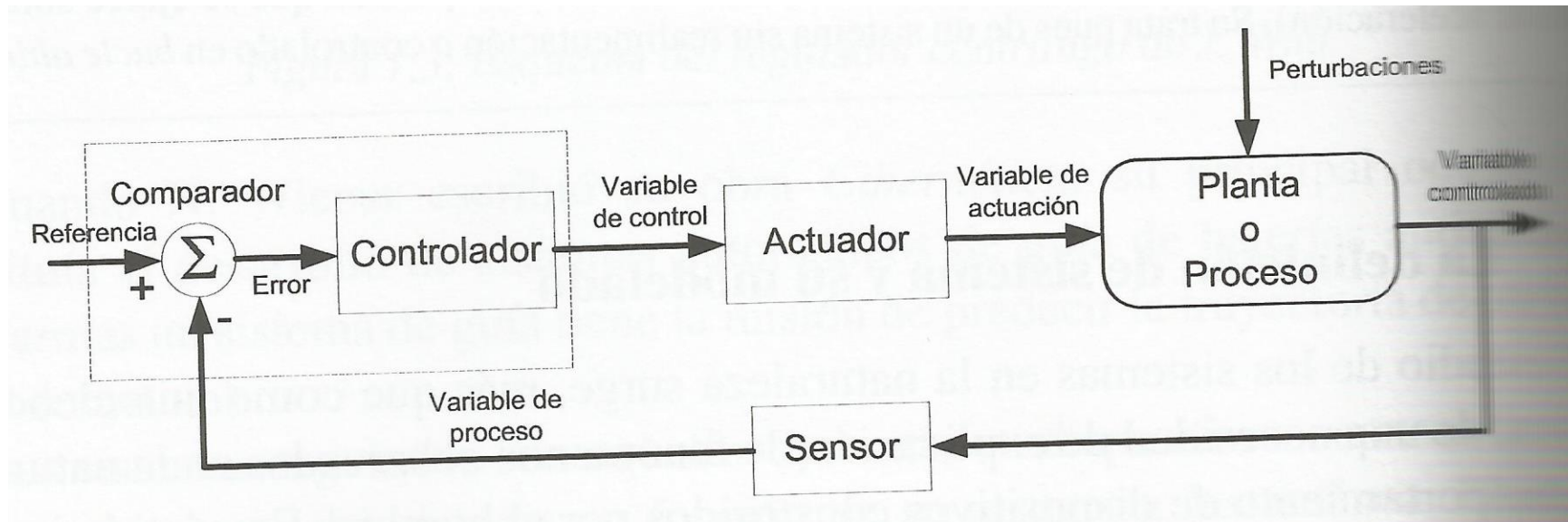
Programa del Curso 2018/2019

- Introducción.
- Conceptos Básicos de Robótica.
- Sistemas de Locomoción de Robots.
- Cinemática del Robot.
- Hardware de Control.
- Sistemas Sensoriales.
- Actuadores.
- Robots Móviles.
- Programación de Robots Móviles.
- Sistemas Mecánicos de Transmisión de Potencia.
- Alimentación eléctrica.
- Planificación de Trayectorias
 - Planificación en Robots Manipuladores.
 - Planificación en Robots Móviles.
- Robots Autónomos y Navegación.
- Aprendizaje.

Conceptos Básicos de Robótica

- Definición de sistema y su modelado.
 - Sentido amplio: Conjunto de componentes, sus relaciones y sus interacciones.
 - Entidad compuesta por un número de elementos, componentes o subsistemas con interacciones entre ellos, produciéndose un intercambio de información entre los mismos.
 - Sentido cuantitativo: Describir cualquier proceso a partir del análisis de las propiedades de sus componentes y sus interacciones.
 - La representación gráfica de los sistemas se realiza empleando diagramas de bloques.
 - Constituyen una representación gráfica de la interrelación entre los componentes de un sistema.
 - Bloques: Subsistemas componentes.
 - Flechas: Flujos de información entre subsistemas como consecuencia de sus interacciones.

Conceptos Básicos de Robótica



Conceptos Básicos de Robótica

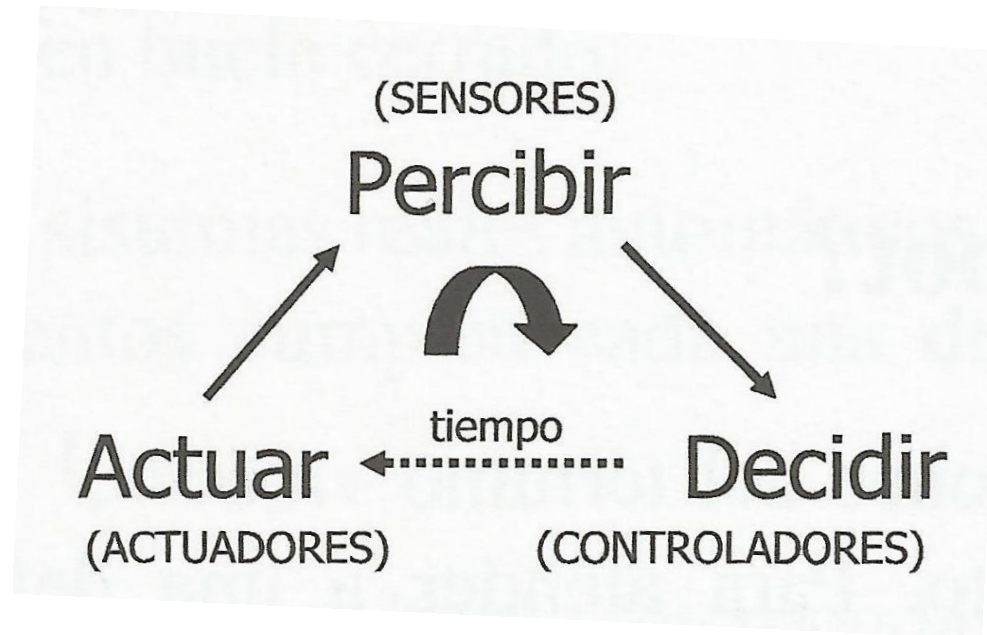
- Componentes de un sistema de regulación.
 - Planta o Proceso.
 - Subsistema cuyo comportamiento deseamos controlar.
 - Ej. Sistema de calefacción doméstica.
 - Controlador.
 - Subsistema que compara las órdenes procedentes del operador con el comportamiento actual del sistema con el objetivo de adoptar una acción en función de la discrepancia calculada.
 - Habitualmente se considera compuesto de un subsistema comparador cuya salida es la señal de error y otro subsistema propiamente de control encargado de tomar las decisiones oportunas en función del valor de la señal de error.
 - Actuador.
 - Es el subsistema que altera el comportamiento del proceso a controlar.
 - Sensor.
 - Subsistema que convierte la magnitud de salida del proceso en una señal que informa al controlador de cual es la salida actual del sistema. En función de la salida del proceso transmitida por el sensor y el valor de referencia fijado por el usuario, el controlador toma las decisiones de control.

Conceptos Básicos de Robótica

- Disciplinas relacionadas con la Robótica.
 - Teoría de Control Automático.
 - Informática.
 - Procesamiento de señales.
 - Comunicaciones.
 - Inteligencia Artificial.
 - Visión por Computador.
 - Procesamiento y Síntesis de Voz.
 - Física.
 - Cinemática y Dinámica.
 - Planificación de trayectorias.

Conceptos Básicos de Robótica

Pero ... ¿Qué hace un Robot?



Conceptos Básicos de Robótica

- Tipos de Robots

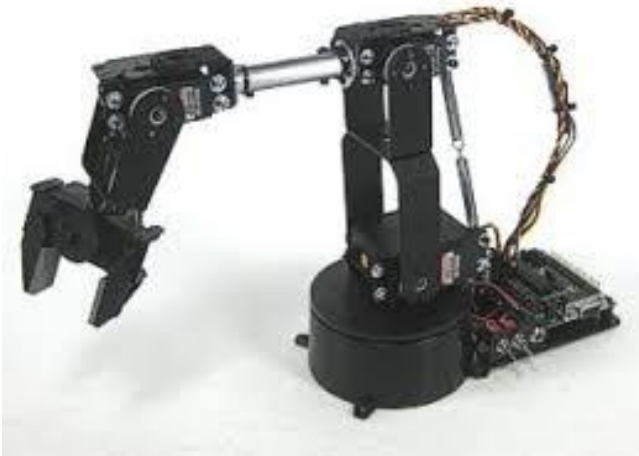
- Estacionarios

- Ubicación espacial fija en la que realizan sus tareas.
 - Limitación impuesta por sus grados de libertad.
 - Generalmente su base se encuentra anclada a una posición fija en el suelo.
 - Subtipos,
 - Brazo teleoperado.
 - Manipulador secuencial (pick&place).
 - Manipulador industrial.
 - Manipulador industrial sensorizado.

- Móviles

- Se desplazan en su entorno de trabajo.
 - Cambian de posición y orientación en dicho entorno.

Conceptos Básicos de Robótica



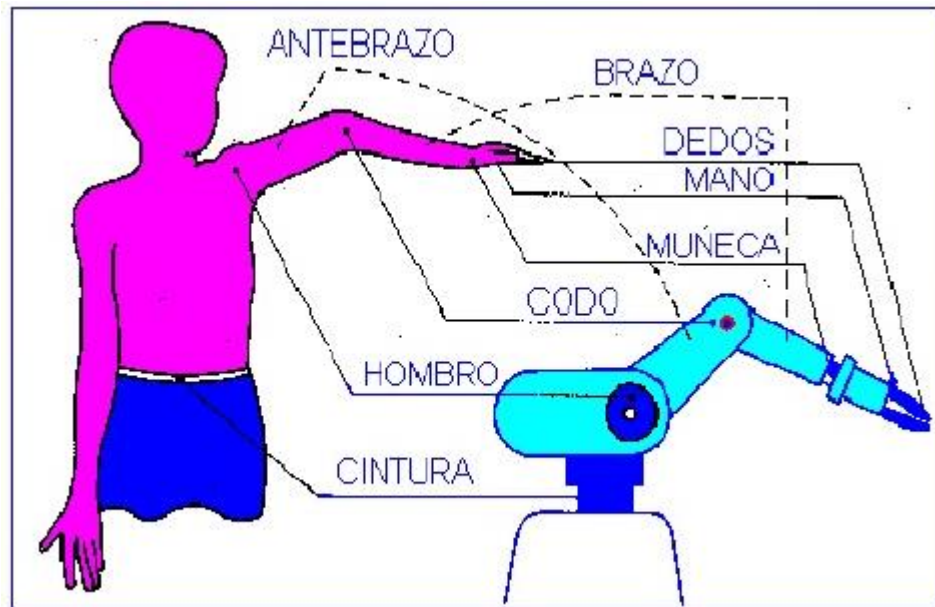
Conceptos Básicos de Robótica

- Componentes básicos de un sistema robótico.
 - Manipulador o brazo (la parte mecánica, incluyendo una garra o elemento final).
 - Controlador (la unidad inteligente).
 - Unidad de potencia.
 - Subsistema sensorial.

Conceptos Básicos de Robótica

- El brazo robot.
 - Consiste en una serie de elementos rígidos conectados por articulaciones.
 - Al moverse una articulación se mueven los elementos rígidos conectados a la misma.
 - ¿Quién produce el movimiento de la articulación?.
 - El manipulador puede dividirse en tres partes,
 - Elementos mayores.
 - Pares articulación-elemento, para posicionar el extremo del brazo en un punto en el espacio. Generalmente son los tres primeros elementos.
 - Elementos menores.
 - Asociados con la posición y orientación del elemento terminal.
 - Elemento terminal (garra o herramienta).
 - Mecanismo que permite desempeñar la función del robot (pinza, taladro, soldador, ...).

Conceptos Básicos de Robótica



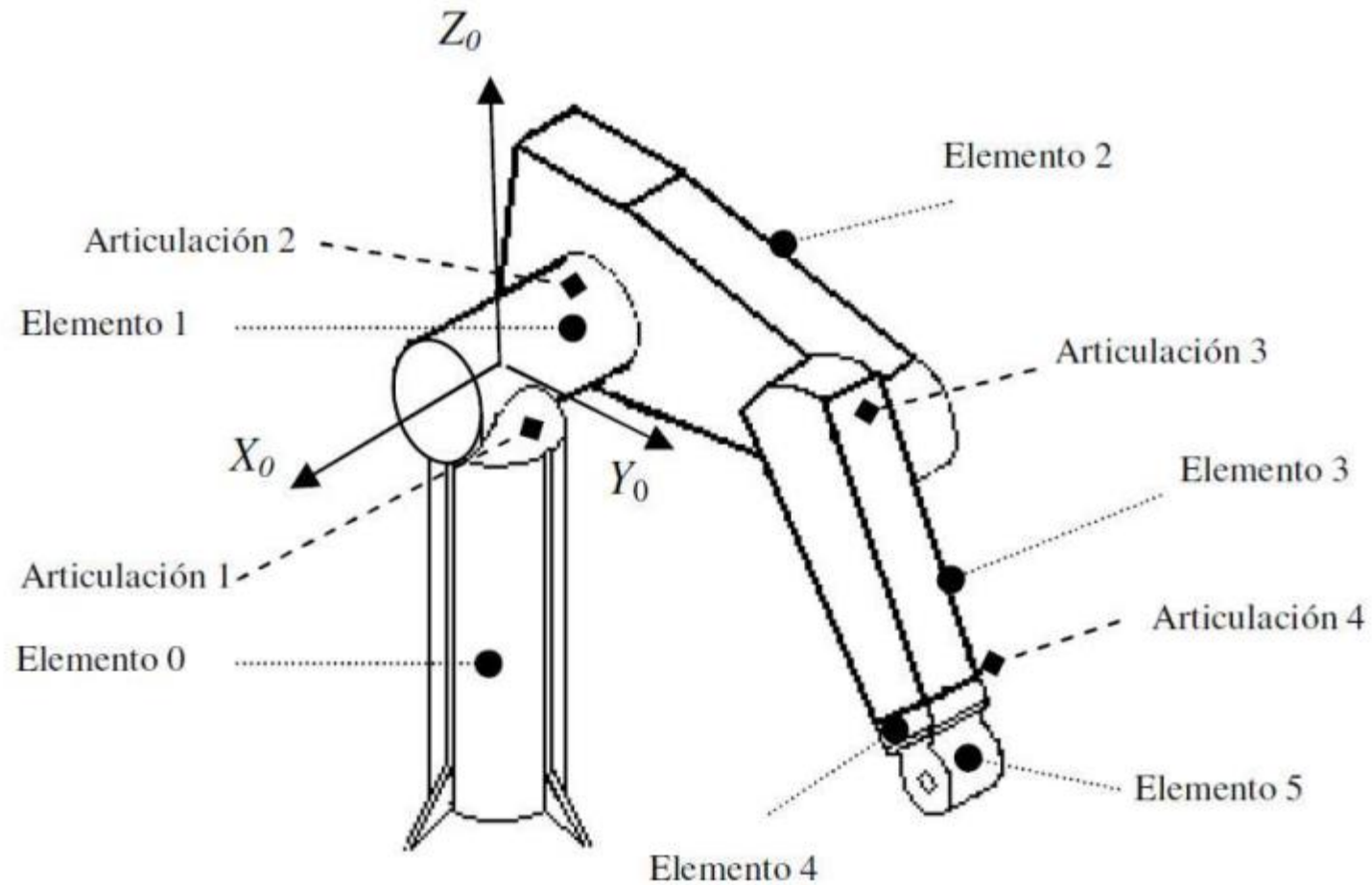
Conceptos Básicos de Robótica

- Grados de Libertad.
 - Se denomina grados de libertad del sistema al número de coordenadas independientes necesarias para expresar la posición de todas sus partes.
 - Para un elemento final típico de un robot, la garra o el punto central de la herramienta puede ponerse donde se quiera en el espacio, para lo cual se necesitan tres grados de libertad.
 - Si se quiere poder orientar dicho punto en cualquier dirección necesitaremos otros tres grados de libertad más.
 - Por lo tanto se necesitan seis grados de libertad para controlar el movimiento de cualquier elemento final con respecto a la base del robot permitiendo alcanzar cualquier posible orientación y posición dentro del espacio de trabajo del robot.
 - ¿Qué tipos de grados de libertad existen?.

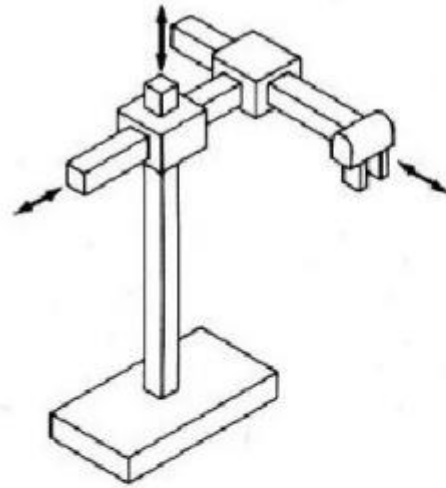
Conceptos Básicos de Robótica

- Los tres primeros grados de libertad, que definen la posición, se denominan grados de libertad principales, y nos marcan el espacio de trabajo donde el robot puede trabajar y se controlan mediante los actuadores situados en el cuerpo del robot.
- Los otros tres grados de libertad están localizados cerca del punto central de la herramienta del robot y sirven como “muñeca” para controlar la garra u orientación de la herramienta.
 - Giro, Elevación y Guiñada (Roll, Pitch, Yaw → Ángulos de Euler).

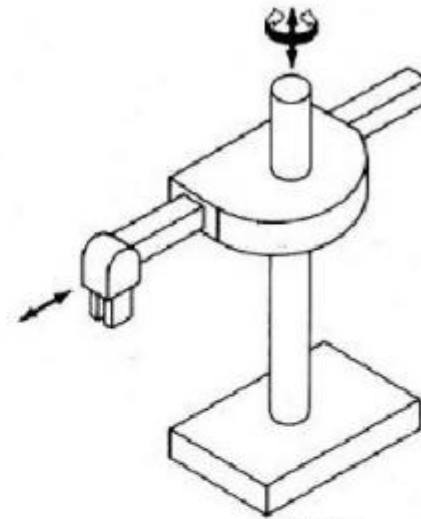
Conceptos Básicos de Robótica



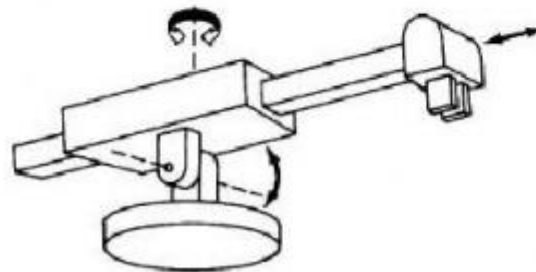
Conceptos Básicos de Robótica



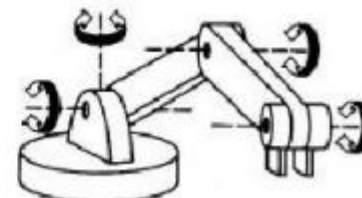
Cartesiano o xyz



Cilíndrico

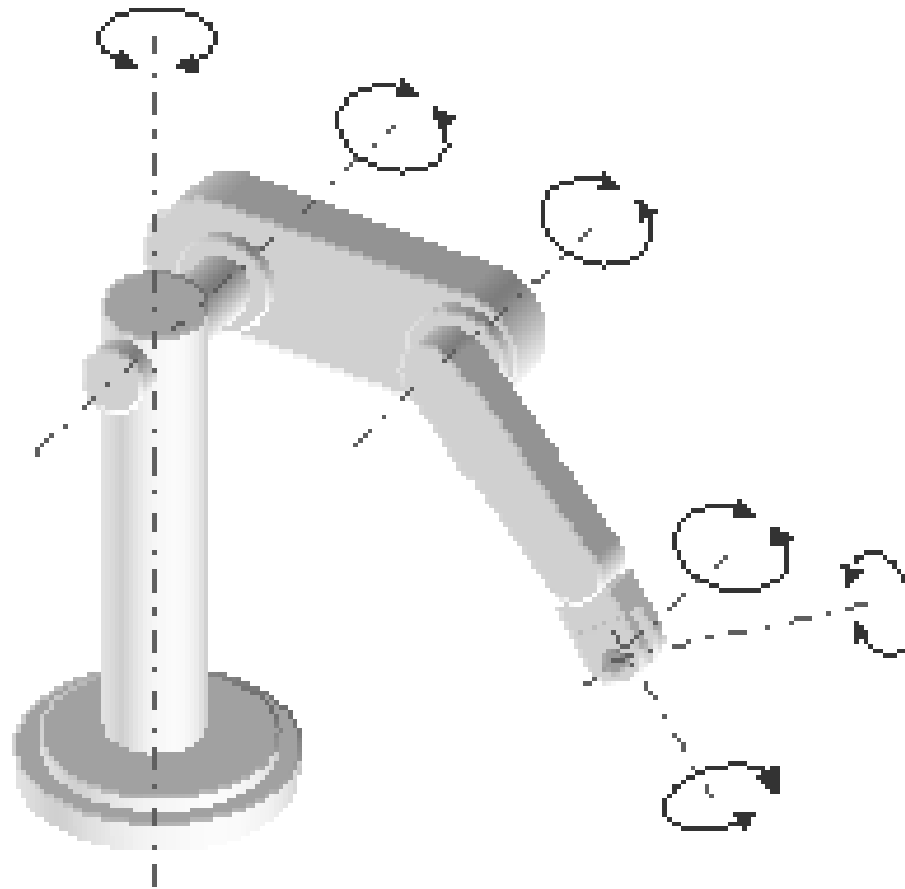


Esférico



De revolución

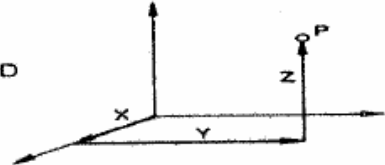
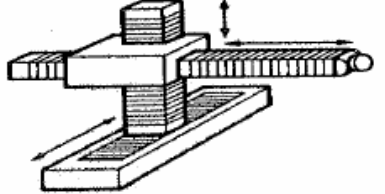
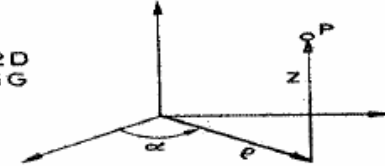
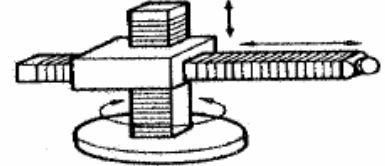
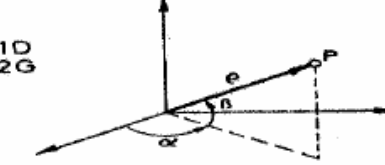
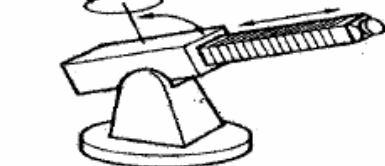
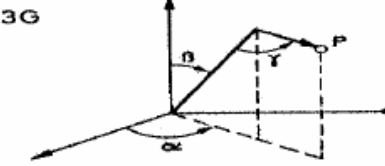
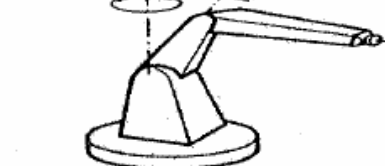
Conceptos Básicos de Robótica



Conceptos Básicos de Robótica

- Sistema de Coordenadas.
 - Para mover el robot a cualquier punto hacen falta mínimo tres ejes, por lo que existen cuatro tipos de sistemas de coordenadas para mover los robots según el tipo de las articulaciones:
 - 3 ejes traslación -> Sistema Cartesiano
 - 2 ejes traslación + 1 eje rotación -> Sistema Cilíndrico
 - 1 eje traslación + 2 ejes rotación -> Sistema Polar
 - 3 ejes rotación -> Sistema Cartesiano

Conceptos Básicos de Robótica

<p>3D</p> <p>Cartesiana</p> 	
<p>2D 1G</p> <p>Cilíndrica</p> 	
<p>1D 2G</p> <p>Polar</p> 	
<p>3G</p> <p>Angular</p> 	

Conceptos Básicos de Robótica

- Cinemática de Robots.
 - Con el fin de controlar y programar un robot se debe tener conocimiento tanto de su disposición espacial y un medio de referencia del entorno.
 - La cinemática es la rama de la física que estudia el movimiento sin considerar las fuerzas o pares que lo causan, es decir, estudia las leyes de movimiento sin tener en cuenta aspectos tales como masas e inercias.
 - Se limita por tanto al estudio de la trayectoria que tiene el robot a lo largo del tiempo, considerando tan solo la posición, la velocidad y en ocasiones la aceleración.
 - Por tanto se trata de una descripción analítica del movimiento espacial del robot como una función del tiempo.
 - La cinemática del robot consiste en estudiar su movimiento con respecto a un sistema de referencia que determina las relaciones entre la posición y orientación del extremo del robot (localización) y los valores de sus coordenadas articulares.

Conceptos Básicos de Robótica



$$q_1 = f_1(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$$

$$q_2 = f_2(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$$

· ·

· ·

· ·

$$q_n = f_n(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$$

$$x = f_x(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$y = f_y(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$z = f_z(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$\alpha = f_\alpha(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

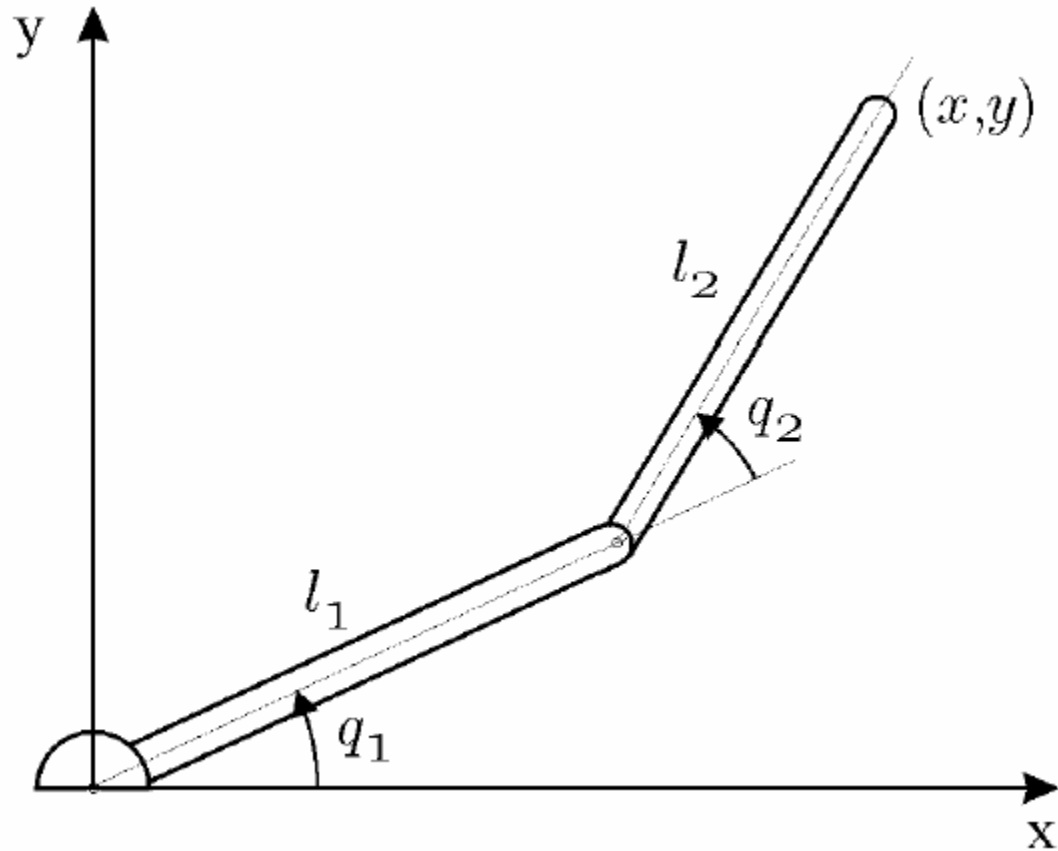
$$\beta = f_\beta(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$\gamma = f_\gamma(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Conceptos Básicos de Robótica

- La cinemática directa se refiere al uso de ecuaciones cinemáticas para el cálculo de la posición del actuador final (TCP) en un robot articulado a partir de los ángulos y/o desplazamientos de las articulaciones.
- En el caso de robots móviles, se refiere a la determinación de la posición y orientación de la base de un robot móvil a partir de las velocidades de las ruedas.

Conceptos Básicos de Robótica



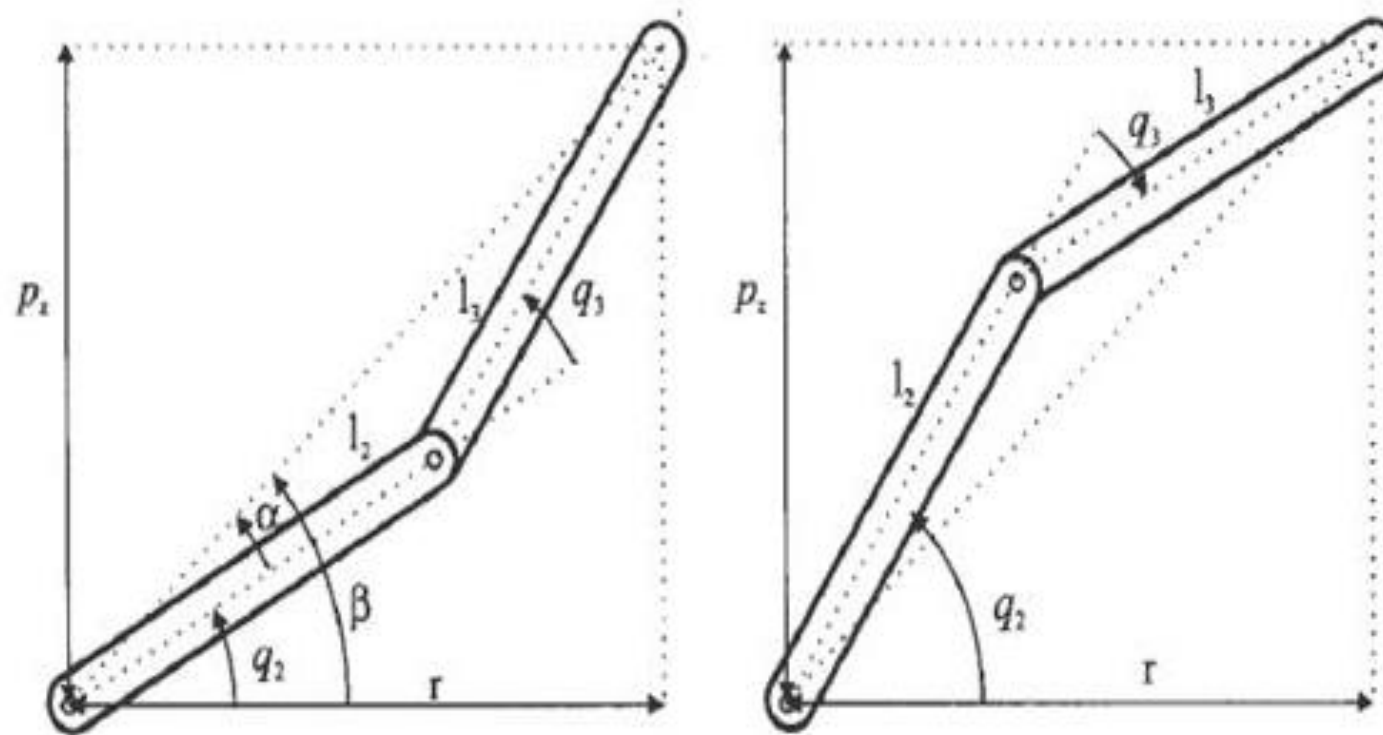
$$x = l_1 \cos q_1 + l_2 \cos(q_1 + q_2)$$

$$y = l_1 \sin q_1 + l_2 \sin(q_1 + q_2)$$

Conceptos Básicos de Robótica

- Cinemática inversa.
 - Es el proceso inverso por el cual se obtienen modelos matemáticos que permiten, a partir de una posición específica del actuador final, calcular la posición (ángulos) y/o desplazamientos de los actuadores.
 - Por lo general podemos encontrar configuraciones que no son factibles, es decir, que no son alcanzables configuraciones singulares que requieren una dirección de movimiento no-holónoma o incluso soluciones múltiples, típicamente soluciones de codo arriba o codo abajo en los brazos robots articulados.

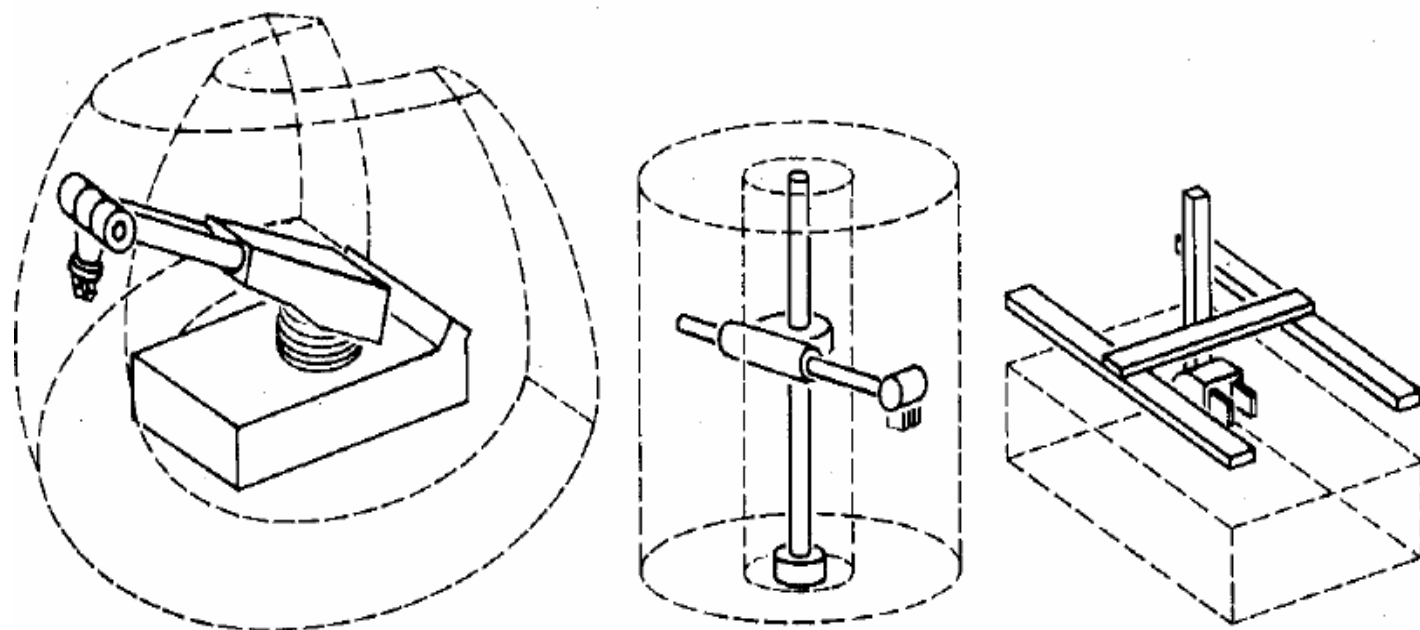
Conceptos Básicos de Robótica



Conceptos Básicos de Robótica

- Volumen de Trabajo.
 - Es el espacio donde el robot se puede mover, es decir el conjunto de puntos donde se puede situar el extremo del robot.
 - Normalmente para el cálculo del espacio del robot se tiene en cuenta el final de la muñeca y no la herramienta, porque esta no tiene porque ser fija.
 - El volumen de trabajo del robot está determinado por las siguientes características físicas:
 - La configuración física del robot.
 - El tamaño de los componentes del cuerpo, brazo y muñeca.
 - Los límites de movimiento de las articulaciones del robot.

Conceptos Básicos de Robótica



Conceptos Básicos de Robótica

- Actuadores

- Son los dispositivos que proporcionan la fuerza motriz para las articulaciones de los robots.
- Tres tipos según la fuente de energía: Eléctricos, Hidráulicos y Neumáticos.
- Los eléctricos son cada vez más empleados, pues tienen una gran controlabilidad con un mínimo mantenimiento.
 - Dentro de las diferentes variedades, los más comunes son los servomotores de corriente continua, los motores paso a paso y los servomotores de corriente alterna.

Conceptos Básicos de Robótica

- Actuadores

TIPO DE ACTUADOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Neumático</i>	<ul style="list-style-type: none">• Bajo costo• Rapidez,• Sencillos• Robustos	<ul style="list-style-type: none">• Requieren de instalaciones especiales• Ruidosos
<i>Hidráulico</i>	<ul style="list-style-type: none">• Rápidos• Alta capacidad de carga• Presentan estabilidad frente a cargas estáticas.	<ul style="list-style-type: none">• Requieren instalaciones especiales.• Son de difícil mantenimiento.• Resultan poco económicos.
<i>Eléctrico</i>	<ul style="list-style-type: none">• Precisos y fiables.• Silenciosos.• Su control es sencillo• Son de una fácil instalación	<ul style="list-style-type: none">• Potencia limitada

Conceptos Básicos de Robótica

- Controlador del Robot
 - Es el dispositivo que proporciona la inteligencia necesaria para que actúe conforme al operador.
 - Esencialmente consiste en:
 - Una memoria para almacenar datos como posiciones prefijadas o el propio programa.
 - Un secuenciador que interpreta los datos de programa de la memoria.
 - Una CPU que realiza los cálculos necesarios con los datos obtenidos con el secuenciador.
 - Una interfaz que obtenga datos mediante sensores o sistemas de visión.
 - Una interfaz que mande la información de movimiento a los actuadores.
 - Una interfaz para equipos auxiliares, usado para comunicarse con otras unidades externas o dispositivos de control.
 - Un dispositivo que permita aprender posiciones al robot u operaciones en forma de consola o botonera de enseñanza. (SCADA).

Conceptos Básicos de Robótica

- Sensores
 - Se dividen en dos grandes tipos,
 - Sensores internos.
 - Sensores externos.
 - Sensores internos: Son los dispositivos usados para medir la posición, velocidad o aceleración de las articulaciones del robot y/o del elemento final.
 - Con esta información, el sistema de control obtendrá el movimiento deseado mediante los cálculos correspondientes.
 - Sensores externos:
 - Son dispositivos usados para monitorizar la relación geométrica y/o dinámica con su tarea, entorno, o los objetos que está manejando.

Conceptos Básicos de Robótica

- Método de Denavit-Hartenberg
 - En 1955 Denavit y Hartenberg propusieron un método matricial que permite establecer de manera sistemática un sistema de coordenadas.
 - Se usa para resolver de forma trivial el problema de la cinemática directa, y como punto inicial para plantear el más complejo de cinemática inversa.

$${}^{i-1}\mathbf{A}_i = \left(\begin{array}{ccc|c} \cos \theta_i & -\cos \alpha_i \sin \theta_i & \sin \alpha_i \sin \theta_i & a_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \alpha_i \cos \theta_i & -\sin \alpha_i \cos \theta_i & a_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

Transformación total: La matriz de transformación total que relaciona la base del robot con su herramienta es la encadenación (multiplicación) de todas esas matrices:

$$\mathbf{T} = {}^0\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2\cdots\mathbf{A}_{n-1}\mathbf{A}_n$$

Dicha matriz **T** permite resolver completamente el problema de **cinemática directo** en robots manipuladores, ya que dando valores concretos a cada uno de los grados de libertad del robot, obtenemos la posición y orientación 3D de la herramienta en el extremo del brazo.

Robótica

- Para el próximo día.
 - Instalar entorno QT.
 - Instalar C#.
 - Instalar MATLAB y TOOLBOX de Robótica.
 - Instalar entorno ARDUINO.

Robot Rover TREVOR



Robot Rover TREVOR

- Mecánica y base principal.
 - [Agarrando objetos sobre la marcha.](#)
 - [Transportando objetos.](#)

