

## **Robótica**

**Dr. José Antonio Garrido Natarén**

### **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

#### **Unidad 1 Morfología del robot**

##### **1.8 Grados de libertad y espacio de trabajo**

###### **Equipo 1:**

Acevedo Luna Benjamin

Aguilar Morales Gabriela

Barojas Vazquez Alejandro

Bautista Pacheco Rene

Benitez Sandria jose Abisai

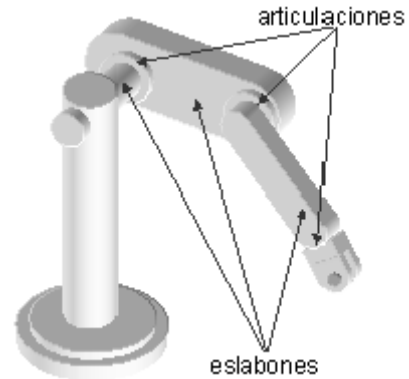
**8/09/2017**



## Introducción

Mecánicamente, un robot está formado por una serie de elementos o eslabones unidos mediante articulaciones que permiten un movimiento relativo entre cada dos eslabones consecutivos

El movimiento de cada articulación puede ser de desplazamiento, de giro, o una combinación de ambos. De este modo son posibles los seis tipos diferentes de articulaciones que se muestran en la figura 1, aunque, en la práctica, en los robots sólo se emplean la de rotación y la prismática.



## Grados De Libertad

Cada uno de los movimientos independientes (giros y desplazamientos) que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior, se denomina grado de libertad (GDL). Son los parámetros que se precisan para determinar la posición y la orientación del elemento terminal del manipulador. En la figura 1 se indica el número de GDL de cada tipo de articulación. El número de grados de libertad del robot viene dado por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que lo componen. Puesto que, como se ha indicado, las articulaciones empleadas son únicamente las de rotación y prismática con un solo GDL cada una, el número de GDL del robot suele coincidir con el número de articulaciones de que se compone.

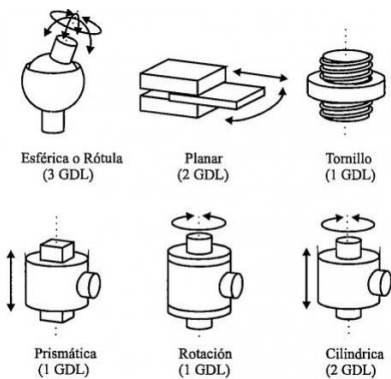
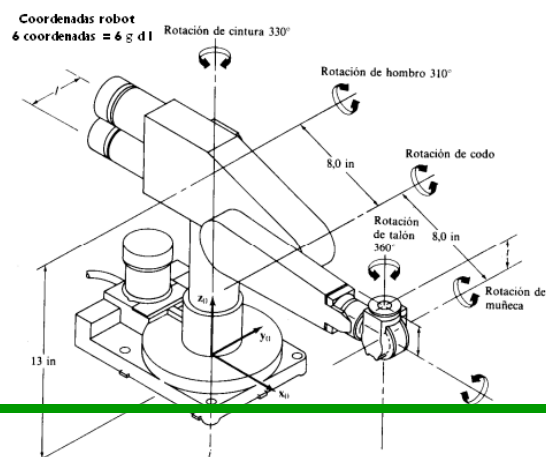


Figura 1  
Distintos tipos de articulaciones para robots

En la figura 1 se indica el número de GDL de cada tipo de articulación



Para que un robot pueda posicionar y orientar un punto arbitrario en los espacios (X, Y, Z), es necesario que tenga como mínimo 6 grados de libertad independientes entre sí.



**Cuanto más grados de libertad tengan el robot también tendrá más flexibilidad para posicionarse.**

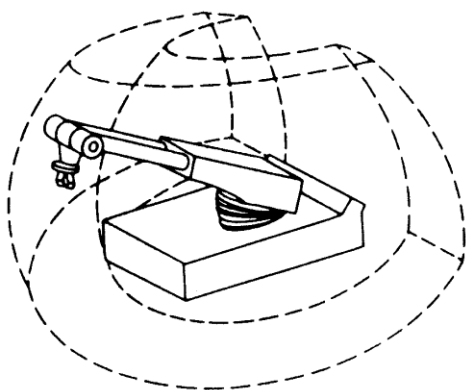
### **Espacio de trabajo**

En robótica, la definición más común del término Espacio de Trabajo (también denominado Espacio de Trabajo Efectivo) viene dado por Cao et al. (2011):

*El espacio de trabajo de un robot está definido como el grupo de puntos que pueden ser alcanzados por su efector-final.*

El área de trabajo de un robot está determinada por las características físicas del robot (eslabones, tamaño y forma), esta área se refiere al volumen espacial al que puede llegar el extremo final de un robot, sin tomar en cuenta al efector final. Los fabricantes de cada robot proporcionan en las especificaciones estos datos.

Dicho de otro modo, el espacio de trabajo de un robot es el espacio en el cual el mecanismo puede trabajar (simple y llanamente). A pesar de que esta definición está muy extendida, diversos autores también se refieren al espacio de trabajo como volumen de trabajo y envolvente de trabajo.



El espacio de trabajo se subdivide en áreas diferenciadas entre sí, por la accesibilidad específica del elemento terminal (aprehensor o herramienta), es diferente a la que permite orientarlo verticalmente o con el determinado ángulo de inclinación.

También queda restringida la zona de trabajo por los límites de giro y desplazamiento que

existen en las articulaciones.

### **Principales características de un espacio de trabajo**

Cuando se pretende estudiar un espacio de trabajo, lo más importante es su forma y volumen (dimensiones y estructura). Ambos aspectos tienen una importancia

significativa debido al impacto que éstos ejercen en el diseño del robot y también en su manipulación.



Si se pretende utilizar un robot, el exacto conocimiento sobre la forma, dimensiones y estructura de su espacio de trabajo es esencial puesto que:

- La forma es importante para la definición del entorno donde el robot trabajará.
- Las dimensiones son importantes para la determinación del alcance del efector-final.
- La estructura del espacio de trabajo es importante para asegurar las características cinemáticas del robot las cuales están relacionadas con la interacción entre el robot y el entorno.

Además, la forma, dimensiones y estructura del espacio de trabajo dependen de las

propiedades del robot en cuestión:

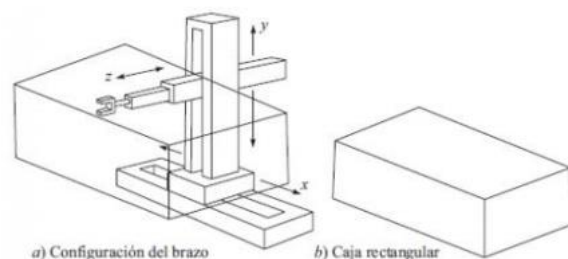
- Las dimensiones de los eslabones del robot y las limitaciones mecánicas de las articulaciones (tanto pasivas como activas) tienen una gran influencia en las dimensiones del espacio de trabajo.
- La forma depende de la estructura geométrica del robot (interferencia entre eslabones) y también de las propiedades de los grados de libertad (cantidad, tipo y límites de las articulaciones, tanto pasivas como activas).
- La estructura del espacio de trabajo viene definida por la estructura del robot y las dimensiones de sus eslabones.

Para ilustrar lo que se conoce como espacio de trabajo, tomaremos como modelos varios robots.

## Cartesiano

Cuando el brazo de un robot se mueve de modo rectilíneo, es decir, en las direcciones de las coordenadas  $x$ ,  $y$  y  $z$  del sistema de coordenadas cartesianas rectangulares diestras, como se ve en la figura 3a), se le llama tipo cartesiano o rectangular. El robot asociado se conoce entonces como robot cartesiano. Se llama a los movimientos desplazamiento  $x$ , altura o elevación  $y$  y alcance  $z$  del brazo.

Su espacio de trabajo tiene la forma de una caja o de un prisma rectangular, como se indica en la figura 3b). Un robot cartesiano necesita un espacio de gran





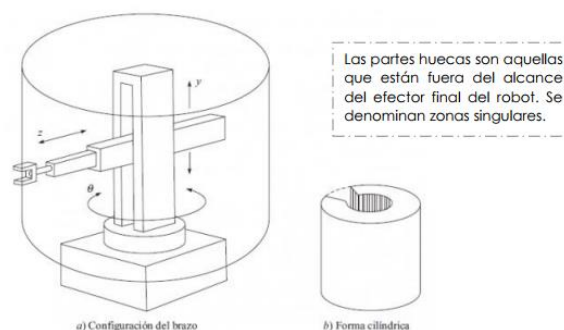
volumen para su operación. Sin embargo, este robot tiene una estructura rígida y ofrece una posición precisa para el efector final. El mantenimiento de estos robots es difícil, puesto que los movimientos rectilíneos se obtienen por lo general a través de actuadores eléctricos giratorios acoplados a tuercas y tornillos esféricos. El polvo acumulado en los tornillos puede llegar a dificultar el movimiento suave del robot. Por lo tanto, tienen que cubrirse mediante fuelles. Además, mantener la alineación de los tornillos requiere una mayor rigidez en estos componentes. Por ende, estos robots tienden a ser más caros.

## Cilíndrico

El brazo del robot tiene una articulación de revoluta y dos prismáticas, es decir, los puntos que pueden alcanzar pueden ser convenientes especificados con coordenadas cilíndricas (ángulo  $\theta$ ), altura Y y radio Z, como se indica en la figura 4a).

Puesto que las coordenadas del brazo pueden asumir cualquiera de los valores entre los límites superior e inferior especificados, su efector final puede moverse en un volumen limitado, que es una sección de corte dentro del espacio entre los dos cilindros concéntricos, como se muestra en la figura 4b). La línea punteada de la figura simplemente completa el límite del volumen de espacio de trabajo para una mejor visualización. Un robot de este tipo podrá tener problemas para tocar el piso cerca de la base.

Se usan exitosamente cuando una tarea requiere que se alcancen aperturas pequeñas o en el trabajo sobre superficies cilíndricas, por ejemplo, para la soldadura de dos tubos.



## Esférico o polar

Cuando el brazo de un robot es capaz de cambiar su configuración moviendo sus dos articulaciones de revoluta y su articulación prismática, es decir, cuando la segunda articulación prismática a lo largo de la altura y del tipo cilíndrico es reemplazada por una articulación de revoluta con su eje girado  $90^\circ$  respecto al eje z, se denomina brazo de robot esférico o polar; la posición del brazo se describe

convenientemente por medio de las coordenadas esféricas  $\theta$ ,  $\Phi$  y  $z$ ; el brazo se muestra en la figura 5a). Los movimientos del brazo representan la rotación de la base, los ángulos de elevación y el alcance, respectivamente.



### **Articulado o de revoluta**

Cuando un brazo de robot consiste en eslabones conectados por articulaciones de revoluta, es decir, cuando la tercera articulación prismática también es reemplazada por otra articulación de revoluta con su eje girado  $90^\circ$  respecto al eje  $z$ , se le llama brazo unido articulado o de revoluta. Este caso se muestra en la figura 6a). Su volumen esférico de trabajo se muestra en la figura 5b) donde su superficie interna es difícil de determinar. Tales robots son relativamente más sencillos de fabricar y mantener, ya que los actuadores del robot están directamente acoplados mediante transmisiones de engranes o bien por bandas. Sin embargo, la realización de una tarea en coordenadas cartesianas requiere de transformaciones matemáticas

Es bastante interesante observar que las cuatro arquitecturas fundamentales del brazo que se mencionan arriba pueden derivarse unas de otras. En parte de la literatura también se utilizan clasificaciones como Gantry y SCARA, como se muestra en las figuras 6 y 7, respectivamente. Es en verdad no se requiere, pues los tipos fundamentales son suficientes para ayudar a su entendimiento. Por ejemplo, el brazo del robot tipo gantry es del tipo cartesiano puesto al revés. Este robot es grande, versátil en su operación, pero caro. Es SCARA, por otro lado, es un tipo cilíndrico cuyo alcance se logra mediante el uso de una articulación de revoluta en lugar de una articulación prismática. Un robot SCARA es muy conveniente para operaciones de ensamble; por lo tanto, se usa mucho para este propósito en varias industrias.