**Modos de movimiento de robots**

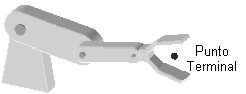
**Elementos estructurales de un robot industrial**

Una articulación puede ser:

* **Lineal** (deslizante, traslacional o prismática), si un eslabón desliza sobre un eje solidario al eslabón anterior.
* **Rotacional**, en caso de que un eslabón gire en torno a un eje solidario al eslabón anterior.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

El conjunto de eslabones y articulaciones se denomina cadenacinemática. Se dice que una cadena cinemática es abierta si cada eslabón se conecta mediante articulaciones exclusivamente al anterior y al siguiente, exceptuando el primero, que se suele fijar a un soporte, y el último, cuyo extremo final queda libre. A éste se puede conectar un elemento terminal o actuador final:una herramienta especial que permite al robot de uso general realizar una aplicación particular, que debe diseñarse específicamente para dicha aplicación: una herramienta de sujeción, de soldadura, de pintura, etc. El punto más significativo del elemento terminal se denomina punto terminal (PT). En el caso de una pinza, el punto terminal vendría a ser el centro de sujeción de la misma.

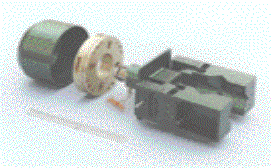


**Punto terminal de un manipulador**

Los elementos terminales pueden dividirse en dos categorías:

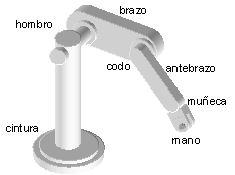
* **pinzas** (*gripper*)
* **herramientas**

**Las pinzas** se utilizan para tomar un objeto, normalmente la pieza de trabajo, y sujetarlo durante el ciclo de trabajo del robot. Hay una diversidad de métodos de sujeción que pueden utilizarse, además de los métodos mecánicos obvios de agarre de la pieza entre dos o más dedos. Estos métodos suplementarios incluyen el empleo de casquillos de sujeción, imanes, ganchos, y cucharas.



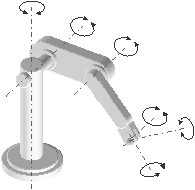
**Una herramienta** se utiliza como actuador final en aplicaciones en donde se exija al robot realizar alguna operación sobre la pieza de trabajo. Estas aplicaciones incluyen la soldadura por puntos, la soldadura por arco, la pintura por pulverización y las operaciones de taladro. En cada caso, la herramienta particular está unida a la muñeca del robot para realizar la operación.

A los manipuladores robóticos se les suele denominar también brazos de robot por la analogía que se puede establecer, en muchos casos, con las extremidades superiores del cuerpo humano.



**Semejanza de un brazo manipulador con la anatomía humana**

Se denomina grado de libertad (g.d.l.) a cada una de las coordenadas independientes que son necesarias para describir el estado del sistema mecánico del robot (posición y orientación en el espacio de sus elementos). Normalmente, en cadenas cinemáticas abiertas, cada par eslabón-articulación tiene un solo grado de libertad, ya sea de rotación o de traslación. Pero una articulación podría tener dos o más g.d.l. que operan sobre ejes que se cortan entre sí.



**Distintos grados de libertad de un brazo de robot**

Para describir y controlar el estado de un brazo de robot es preciso determinar:

* La posición del punto terminal (o de cualquier otro punto) respecto de un sistema de coordenadas externo y fijo, denominado el sistema mundo.
* El movimiento del brazo cuando los elementos actuadores aplican sus fuerzas y momentos.

El análisis desde el punto de vista mecánico de un robot se puede efectuar atendiendo exclusivamente a sus movimientos (estudio cinemático) o atendiendo además a las fuerzas y momentos que actúan sobre sus partes (estudio dinámico) debidas a los elementos actuadores y a la carga transportada por el elemento terminal.

**Configuraciones morfológicas y parámetros característicos  
de los robots industriales**

Según la geometría de su estructura mecánica, un manipulador puede ser:

* **Cartesiano**, cuyo posicionamiento en el espacio se lleva a cabo mediante articulaciones lineales.
* **Cilíndrico**, con una articulación rotacional sobre una base y articulaciones lineales para el movimiento en altura y en radio.
* **Polar**, que cuenta con dos articulaciones rotacionales y una lineal.
* **Esférico (o de brazo articulado)**, con tres articulaciones rotacionales.
* **Mixto**, que posee varios tipos de articulaciones, combinaciones de las anteriores. Es destacable la configuración **SCARA** (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*)
* **Paralelo**, posee brazos con articulaciones prismáticas o rotacionales concurrentes.

Los principales parámetros que caracterizan a los robots industriales son:

* **Número de grados de libertad**. Es el número total de grados de libertad de un robot, dado por la suma de g.d.l. de las articulaciones que lo componen. Aunque la mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 g.d.l., como las de soldadura, mecanizado y almacenamiento, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso de las labores de montaje.
* **Espacio de accesibilidad o espacio (volumen) de trabajo**. Es el conjunto de puntos del espacio accesibles al punto terminal, que depende de la configuración geométrica del manipulador. Un punto del espacio se dice totalmente accesible si el PT puede situarse en él en todas las orientaciones que permita la constitución del manipulador y se dice parcialmente accesible si es accesible por el PT pero no en todas las orientaciones posibles. En la figura inferior se aprecia el volumen de trabajo de robots de distintas configuraciones.
* **Capacidad de posicionamiento del punto terminal**. Se concreta en tres magnitudes fundamentales: resolución espacial, precisión y repetibilidad, que miden el grado de exactitud en la realización de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada.
* **Capacidad de carga**. Es el peso que puede transportar el elemento terminal del manipulador. Es una de las características que más se tienen en cuenta en la selección de un robot dependiendo de la tarea a la que se destine.
* **Velocidad**. Es la máxima velocidad que alcanzan el PT y las articulaciones.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Configuración geométrica | Estructura cinemática | Espacio de trabajo | Ejemplo |
| cartesianos  http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_53.gif   tipo cantilever http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_59.gif     tipo pórtico | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_514.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_525.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_519.gif |
| cilíndrico http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_54.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_544.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_526.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/morfol29.gif |
| polar http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_61.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_515.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_527.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_521.gif |
| esférico http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_62.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_517.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_529.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_522.gif |
| SCARA http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_511.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_516.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_528.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_523.gif |
| paralelo http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_513.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_518.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_530.gif | http://platea.pntic.mec.es/vgonzale/cyr_0708/archivos/_15/html/mobligatorio/00045/tema_5.4/tema_524.jpg |

**Hay Cuatro Tipos de Movimiento de Robots:**

**Modo Eje:** Se trata de mover cada eje del robot por separado. Intuyo que se trata del modo más fácil de programar, pues es incrementar o decrementar el valor de dicho eje.

**Modo Mundo:** en este caso, lo que movemos son una combinación de los ejes, de manera que el punto P1 se desplace en las coordenadas. Existen al menos 3 coordenadas (x, y, z) de movimiento del robot, y otras tres (a, b, c) que indican el balanceo de la Herramienta respecto a dicho punto.

**Modo Base:**aquí se indican los movimientos como el modo mundo, solo que dichas variaciones están en función de una base propia definida por el usuario. Hay una serie de métodos para definir bases.

**Modo Herramienta:**este método hace variar los ejes como el modo mundo, solo que las coordenadas están definidas en función de la herramienta. Normalmente un desplazamiento en Z indica un movimiento de avance o retroceso de la herramienta.

Referencias**:**Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Capítulo 6, Programación y control de procesos. Juan A. Alonso, Santiago Blanco A., Santiago Blanco S., Roberto escribano, Víctor R. González, Santiago Pascual, Amor Rodríguez. Editorial Ra-Ma 2004.

[Control y Robótica. Tema: Fundamentos de robótica](http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl_rob/robotica/index.htm). Curso provincial. CFIE Valladolid II. Víctor R. González. Asesoría de Tecnología y FP.

[Federación internacional de Robótica. Industrial Robots](http://www.ifr.org/pictureGallery/robType.htm).

[Robótica](http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica/). Universidad de Guadalajara. México.