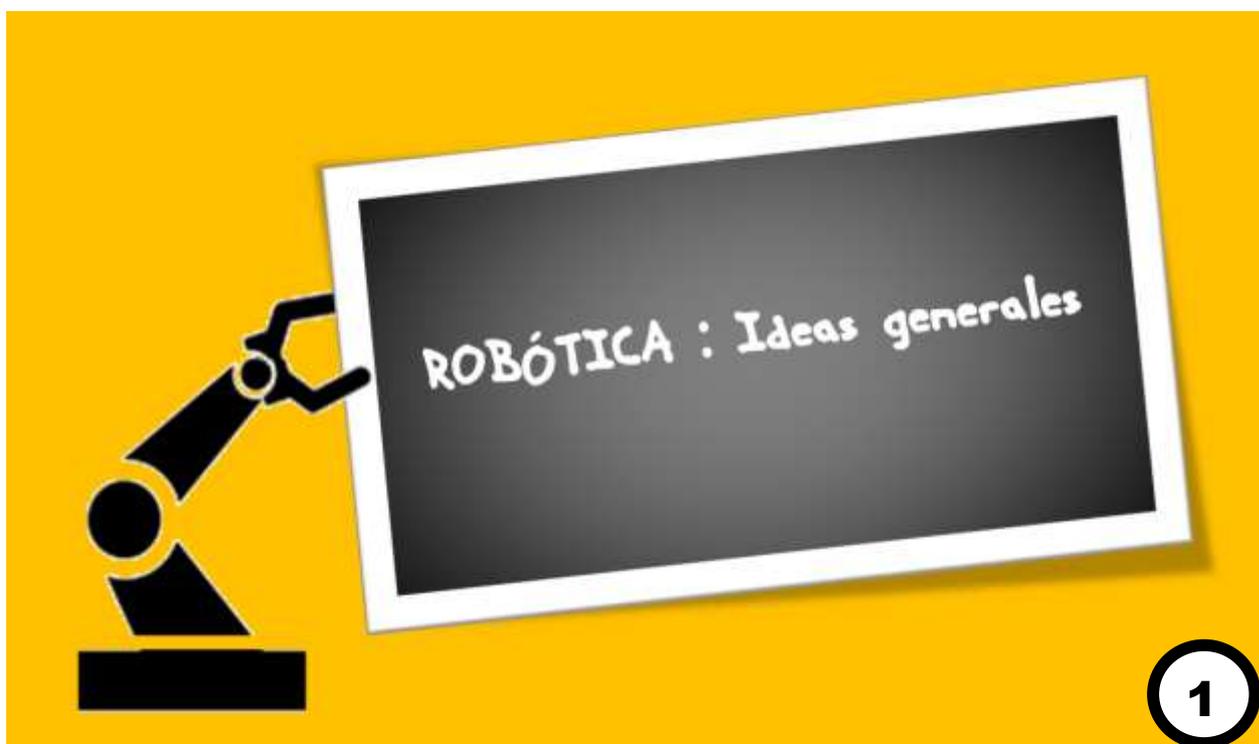


Grupo de Trabajo

PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL ROBOT “DOBOT MAGICIAN”

APLICACIONES EN LA INDUSTRIA 4.0



Profesores :

M^a Esther García Veiga
Susana Gil Izquierdo
Jesús de las Heras Legido

Robótica

Disciplina dedicada al estudio, diseño, realización y manejo de robots.

Robot

Se conoce como "robot" a toda máquina programable capaz de realizar una o más actividades de forma autónoma. Debe tener la capacidad de recoger información e interactuar hasta cierto punto con su entorno, para modificar su conducta y así tomar decisiones sobre las funciones a realizar.



Robot Industrial

Un robot industrial es un manipulador reprogramable multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o artefactos especiales, mediante movimientos variables programados, para la ejecución de tareas potencialmente muy diversas.

Tipos de robots industriales.

1. Tipo A. Manipuladores: son robots multifuncionales con sistemas mecánicos básicos, por lo que deben ser utilizados en tareas sencillas y repetitivas, pueden ser controlados por una o más personas mediante control remoto.

Manipulador: Son sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control, que permite gobernar el movimiento de sus elementos.



- Los **robots manipuladores** se encuentran normalmente anclados a una superficie, pero están formados por una cadena de articulaciones que les permite alcanzar y realizar acciones en puntos concretos de sus proximidades. Estos son los robots que suelen encontrarse en las cadenas de montaje de las fábricas. El elemento final de un robot manipulador, conocido como "elemento terminal", es con frecuencia intercambiable para poder realizar distintas acciones, tales como recoger objetos, pintar o soldar.



2. Tipo B. Computarizados de precisión por controlador lógico programable (PLC): es un manipulador pre ajustable que cuenta con sensores de regulación, por lo tanto tienen mayor precisión y fuerza, se regulan mediante un PLC

3. Tipo C. Computarizados por CNC: robot programable con trayectoria continua, son equipos más avanzados programados por CNC, con mayor fuerza y realizan trabajos más exigentes

4. Tipo D. Sensoriales: robot que mediante sensores adquiere información de su entorno y es capaz de adaptarse a las condiciones del mismo.

5. Tipo E. Colaborativo COBOT: Propio de la Industria 4.0 robot que mediante sensores colaboran directamente con las personas y se convierten en una parte esencial del equipo.

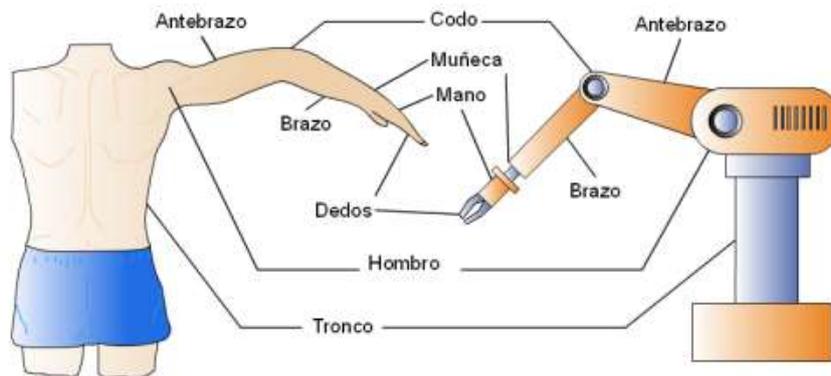


Componentes básicos de un robot manipulador

1-Estructura mecánica: Es una cadena cinemática formada por una secuencia de cuerpos rígidos, conectados entre ellos mediante articulaciones. Esta estructura tiene como objetivo, orientar y posicionar el elemento terminal a la posición deseada.

El robot industrial posee ciertas características antropomórficas, es decir, con características basadas en la figura humana. La característica antropomórfica más común en nuestros días es la de un brazo mecánico, el cual realiza diversas tareas industriales

- Brazo: Desde la base del robot hasta la muñeca del mismo, ofreciendo movilidad al conjunto. Posiciona el elemento terminal en el espacio
- Muñeca: Desde el final del brazo del robot hasta el elemento terminal, ofreciendo destreza al conjunto. Orienta el elemento terminal
- Elemento terminal: Herramienta con la que realizará la tarea, ya sea soldar, pintar, llenar un envase, paletizar. El adecuado a la tarea a realizar: Garra, ventosa..

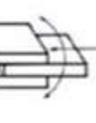


1.1- Características principales

A-Grados de libertad GDL :

Una de las principales características que definen a los robots son los grados de libertad que posea

- Los grados de libertad de un robot se definen como la suma de cada uno de los movimientos independientes, que puede realizar cada una de las articulaciones.
- Generalmente, los GdL de un robot son igual al nombre de articulaciones del mismo.
- Dependiendo del tipo de articulación, se podrán conseguir más o menos grados de libertad:

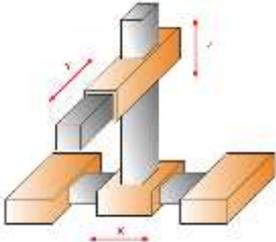
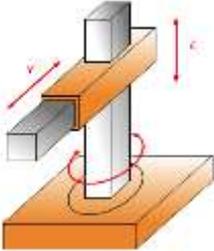
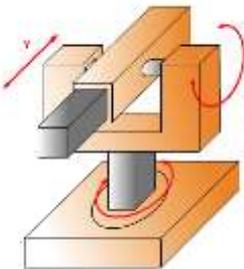
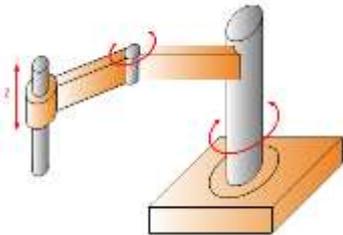
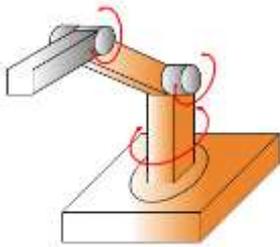
 Rotacional 1 GdL	 Prismática 1 GdL	 Cilíndrica 2 GdL	 Planar 2 GdL	 Esférica (Rótula) 3 GdL	 Tornillo 1 GdL
--	--	--	--	---	--

- Cada uno de los ejes articulados utiliza un motor eléctrico como fuerza motriz para lograr el movimiento del brazo, ya sea movimientos independientes o coordinados con todos los ejes del conjunto

- La mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 GdL como soldadura, mecanizado y almacenamiento, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso de las labores de montaje.

B-Tipos de configuraciones morfológicas:

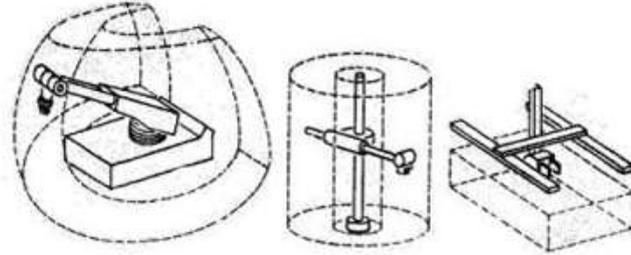
La estructura del manipulador y la relación entre sus elementos, proporcionan una determinada configuración que resultará específica para una u otra tarea.

<p>Configuración cartesiana</p> 	<p>Posee tres grados de libertad, con movimientos lineales que se corresponden con los ejes X, Y y Z</p>
<p>Configuración cilíndrica:</p> 	<p>Posee tres grados de libertad con dos movimientos lineales y dos de rotación. Por lo tanto, los movimientos se basan en interpolación lineal e interpolación por articulación.</p>
<p>Configuración polar</p> 	<p>Posee tres grados de libertad con movimientos de rotación y uno lineal. Utiliza la interpolación por articulación para sus dos primeros movimientos y la lineal para movimientos de extensión.</p>
<p>Configuración angular:</p>  <p>SCARA</p>  <p>Antropomórfico</p>	<p>Posee una articulación con movimientos rotacionales y dos angulares. El movimiento se basa en interpolación por articulación.</p>

C-Capacidad de movimiento:

Espacio de accesibilidad o espacio (volumen) de trabajo

- Volumen de trabajo: Se refiere al volumen de espacio accesible por el elemento terminal y se define hasta la muñeca. Para determinar el volumen de trabajo no se toma en cuenta el actuador final. La razón de ello es que a la muñeca del robot se le pueden adaptar *grippers* de distintos tamaños



Espacio de trabajo

El espacio de trabajo es esencial para la ubicación del robot en el entorno de trabajo y también para la planificación de trayectorias.

Es el espacio en el cual el mecanismo puede trabajar

Definición

En robótica, la definición más común (también denominado Espacio de Trabajo Efectivo) es:

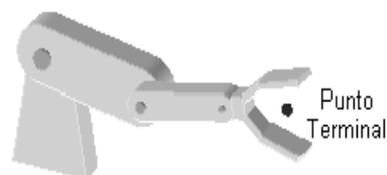
El espacio de trabajo de un robot está definido como el grupo de puntos que pueden ser alcanzados por su efector-final (Punto Terminal)

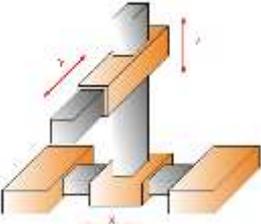
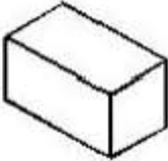
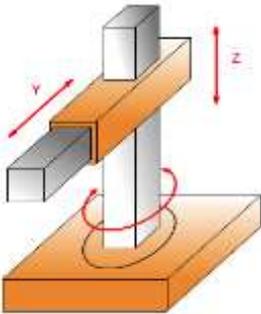
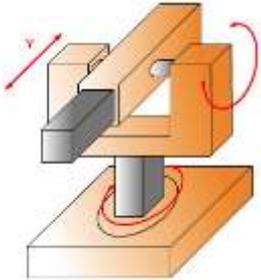
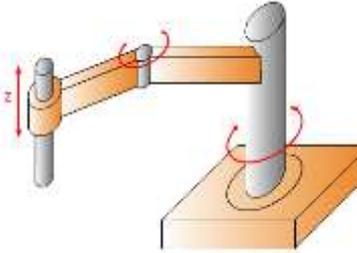
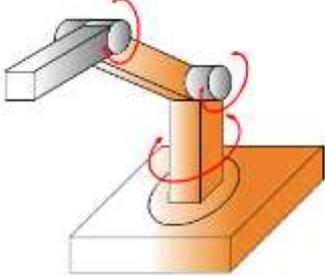
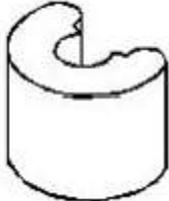
La robótica colaborativa nace por la necesidad de adaptación de las tecnologías existentes a las necesidades industriales que se enfocan en avanzar hacia la industria 4.0. Factorías con mayor interconectividad entre los distintos elementos, mayor flexibilidad y adaptabilidad respecto a la demanda en cada momento.

Estos robots son destacados por su capacidad de actuación al lado de un trabajador sin el peligro que conllevaría un robot industrial. Gracias a su diseño y desarrollo los cobots trabajan mano a mano con operarios humanos.

Su instalación y operativa en el proceso industrial no requiere del uso de vallas de seguridad, ni de otros sistemas de seguridad a priori (dependiendo de la aplicación sí que necesitan).

Pero no solo destacan en ese aspecto, sino también por su facilidad de uso e instalación, lo que los hace más accesible a medianas o incluso pequeñas empresas. Además, la ausencia de vallado de seguridad y su forma compacta hacen de estos robots una herramienta ideal para lugares reducidos. Ahorrando espacio por ejemplo en el manipulado de piezas entre el resto de maquinaria de la planta.

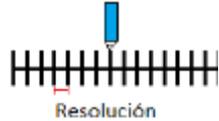
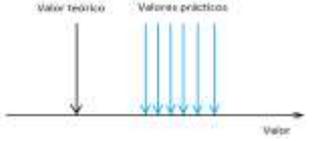
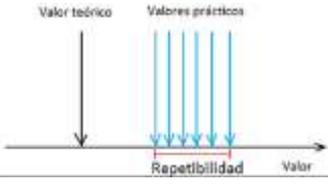


Configuración Geométrica	Características	Espacio de Trabajo
<p>CARTESIANO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Este tipo de robot utiliza tres dispositivos deslizantes perpendiculares entre si, para generar movimientos de acuerdo a los tres ejes cartesianos X, Y y Z 	
<p>CILINDRICO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en una columna vertical que gira sobre la base. • También tiene dos dispositivos deslizantes que pueden generar movimientos sobre los ejes Z e Y. 	
<p>ESFÉRICO Ó POLAR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza un brazo telescópico que puede bascular en torno a un eje horizontal. Este eje telescópico está montado sobre una base giratoria. • Las articulaciones proporcionan al robot la capacidad de desplazar el brazo en una zona esférica. 	
<p>DE BRAZO ARTICULADO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Se trata de una columna que gira sobre la base. El brazo contiene una articulación, pero sólo puede realizar movimientos en un plano. • En el extremo del brazo contiene una eje deslizante que se desplaza en el eje Z. • El robot más común de este tipo se conoce como robot SCARA. 	
<p>ANTROPOMÓRFICO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Está constituido por dos componentes rectos que simulan el brazo o antebrazo humano, sobre una columna giratoria. • Estos antebrazos están conectados mediante articulaciones que se asemejan al hombro y al codo. 	

D-Capacidad de posicionamiento del punto terminal. Precisión del movimiento

Un Robot industrial, tiene la capacidad de realizar una tarea de forma rápida y flexible, con un error de posicionamiento pequeño

- 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.

<p>Resolución espacial, el mínimo incremento de movimiento que puede generar la unidad de control. El valor de la resolución, vendrá dado por el sistema de control y de las inexactitudes de las medidas de posicionamiento obtenidas de la parte mecánica del brazo, es decir:</p> <ul style="list-style-type: none">— Resolución sensores de posición.— Resolución sistema de control.	 <p>El diagrama muestra una escala horizontal con una regla. Una línea roja vertical indica un punto específico en la escala, etiquetado como 'Resolución'.</p>
<p>Precisión la distancia entre el punto programado (definido por sus coordenadas espaciales) y el valor medio de los puntos realmente alcanzados por el robot, al repetir el movimiento al punto de destino.</p> <ul style="list-style-type: none">— Errores de calibración del robot.— Deformaciones de origen térmico y dinámico.— Errores de redondeo en los cálculos.— Dimensiones reales diferentes a dimensiones teóricas.— Modelo cinemático y dinámico del robot.	 <p>El diagrama muestra una línea horizontal con un eje etiquetado como 'Valor'. Una línea vertical negra indica el 'Valor teórico'. Varias líneas verticales azules indican 'Valores prácticos' que se agrupan en un rango estrecho a la izquierda del valor teórico.</p>
<p>Repetibilidad el grado de exactitud en la repetición del movimiento cuando el robot intenta acceder a un punto previamente enseñado.</p> <ul style="list-style-type: none">— La repetibilidad es menor en las zonas más alejadas del origen del robot, es decir, con el brazo del robot extendido. Esto viene dado por diferentes causas:— Fregamientos, histéresis y zonas muertas del sistema mecánico de transmisión	 <p>El diagrama muestra una línea horizontal con un eje etiquetado como 'Valor'. Una línea vertical negra indica el 'Valor teórico'. Varias líneas verticales azules indican 'Valores prácticos' que se agrupan en un rango más amplio que en el caso de la precisión, etiquetado como 'Repetibilidad'.</p>

E-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.

Peso máximo que puede manipular o transportar el robot, garantizando sus posibles prestaciones y considerando la configuración más desfavorable.

Esta característica depende de:

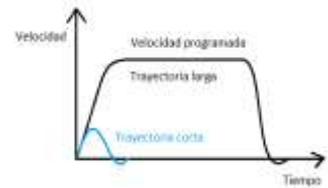
- Dimensiones del robot.
- Configuración (cartesiana, cilíndrica)
- Materiales de construcción.
- Tipos de actuadores y del tipo de transmisión de movimiento.
- Podemos encontrar robots que mueven desde los 2 kg a los 800 kg.



F-Velocidad.

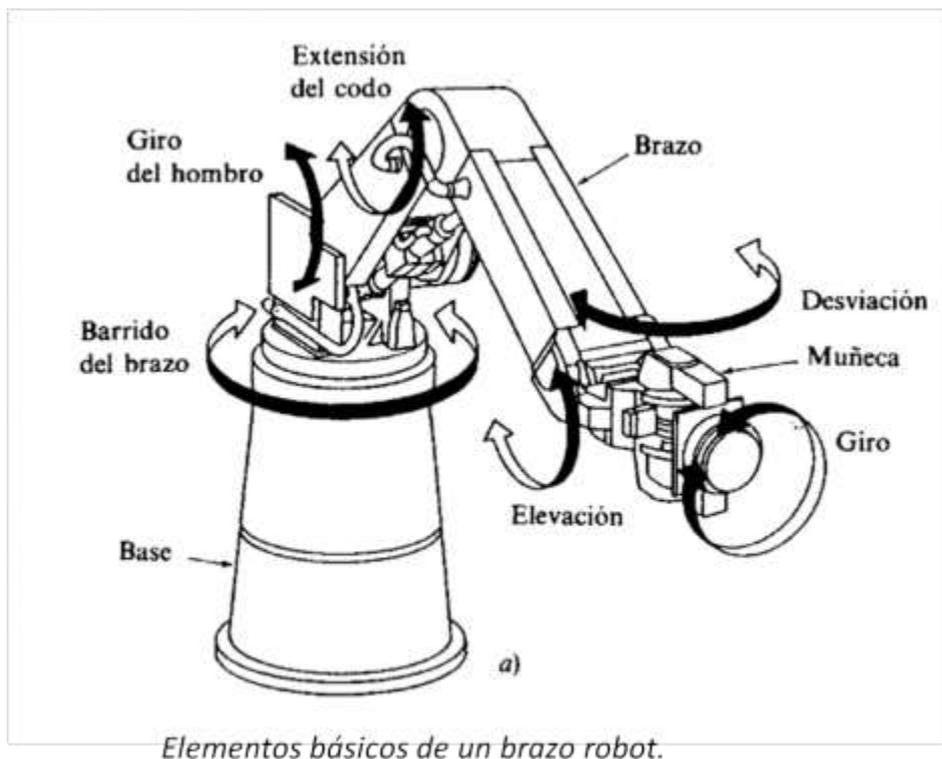
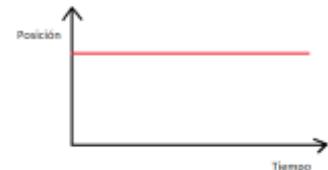
Es la máxima velocidad que alcanzan el ET (Elemento Terminal) y las articulaciones. En realidad es velocidad media de la herramienta colocada en la muñeca.

- Velocidad y aceleración: Velocidad de cada una de las articulaciones del robot
- La velocidad máxima del robot no es una constante, sino que depende de la carga que transporta y de la precisión exigida al manipulador.



G-Estabilidad:

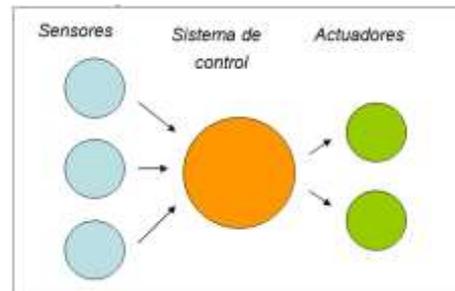
Se refiere a la capacidad por mantener una determinada posición a lo largo del tiempo.



Arquitectura de un robot

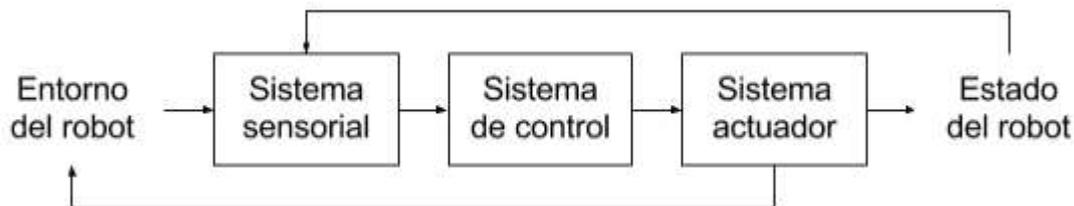
La arquitectura de un robot se fundamenta en 3 elementos:

1. Sistema de control
2. Sensores
3. Actuadores



Sistemas de control.

El sistema de control realiza la supervisión y control del movimiento del manipulador. Es un sistema basado en microcomputador.



Entendemos como un sistema de control a la combinación de componentes que actúan juntos para realizar el control de un proceso, se puede hacer de forma continua, es decir en todo momento o de forma discreta, es decir cada cierto tiempo.

Existen dos tipos de sistemas, sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado.

Sistemas en lazo abierto.

Son aquellos en los que la salida no tiene influencia sobre la señal de entrada.



Sistemas en lazo cerrado.

Son aquellos en los que la salida influye sobre la señal de entrada.



Sistemas discretos.

Los sistemas discretos son aquellos que realizan el control cada cierto tiempo.

El control en los robots generalmente corresponde con sistemas discretos en lazo cerrado, realizado por ordenador sistemas digitales que toma los datos de los sensores y activa los actuadores en intervalos lo más cortos posibles del orden de milisegundos.

Sensores

Los sensores tienen como principal objetivo, medir el estado del manipulador o del entorno.

Constituyen el sistema de percepción del robot.

Esto es, facilitan la información del mundo real para que los robots la interpreten.

Tipos de sensores:

Internos: componentes del sistema de generación y control de movimientos.

Externos: dotan al sistema robótico de capacidad sensorial para interactuar con el entorno de forma autónoma.

• Ejemplos:

Subsistemas de visión (cámaras).

Sensores de obstáculos (ultrasonidos, interruptores).

Sensor de proximidad: Detecta la presencia de un objeto de tipo metálico o de otro tipo.



Sensor de Temperatura: Capta la temperatura del ambiente, de un objeto o de un punto determinado



Sensores magnéticos (brújula digital): Capta la variación de campos magnéticos. Entre sus aplicaciones está la orientación de robots autónomos, exploradores, etc.



Sensores de presión: Permiten controlar la presión que ejerce la mano del robot al coger un objeto.



Sensores de velocidad, de vibración (Acelerómetro) y de inclinación:

Se emplean para determinar la velocidad de actuación de las distintas partes móviles del propio robot o cuando se produce una vibración. También se detecta la inclinación a la que se encuentra con respecto a la gravedad el robot o una parte de él.



Sensores de iluminación: Capta la intensidad luminosa, el color de los objetos, etc. Es muy útil para la identificación de objetos. Es parte de la visión artificial y en numerosas ocasiones son cámaras.



Sensores de sonido: Se trata de un micrófono con el que poder oír los sonidos.



Microinterruptores: Se trata de múltiples interruptores y finales de carrera muy utilizados



Actuadores

Son los encargados de realizar movimientos o cualquier tipo de actuación sobre el robot o sus herramientas.

El objetivo de los actuadores, es el proporcionar movimiento al manipulador a través de las articulaciones. aquellos elementos físicos del robot que le permiten realizar acciones sobre su entorno o sobre sí mismo

Los actuadores suelen ser de tres tipos, eléctricos, neumáticos o hidráulicos.

Algunos actuadores son:

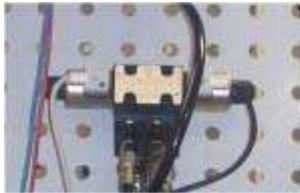
Sistema de impulsión del robot: Pueden utilizar motores eléctricos, servomotores, cilindros hidráulicos o neumáticos, u otros. Con ellos movemos las distintas partes del robot



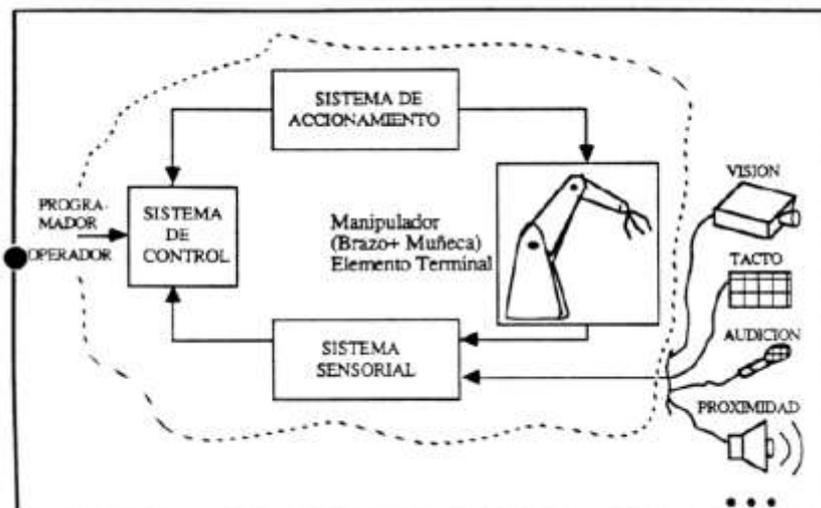
Relés y contactores: Se utilizan para activar tensiones y corrientes en los circuitos de potencia. Por ejemplo para controlar un arco de soldadura.



Electroválvulas: Con ellas se controlan los circuitos neumáticos e hidráulicos.



Pinzas: Son las manos del robot, con ellas agarran los objetos



Métodos de programación de robots

A la hora de programar un robot industrial, se necesita situar su punto terminal en una localización determinada del espacio, pero no sólo es importante que el manipulador alcance un determinado punto del espacio, sino que lo haga en el momento preciso.

- Programar un robot industrial, tiene como finalidad realizar una secuencia de operaciones de forma totalmente automática: moverse de punto a punto, abrir o cerrar la pinza, realizar el soldado, seguir un trazado, esperar, etc. Este tipo de secuencia de operaciones (programa), se escribe en un determinado lenguaje, con el cual gobernaremos el robot.
- La programación empleada en Robótica puede tener un carácter explícito, en el que el operador es el responsable de las acciones de control y de las instrucciones adecuadas que las implementan, o estar basada en la modelación del mundo exterior, cuando se describe la tarea y el entorno y el propio sistema toma las decisiones.
-

La programación explícita es la utilizada en las aplicaciones industriales y consta de dos técnicas fundamentales:

1. Programación Gestual.
2. Programación Textual.

1-Programación gestual punto a punto, programación por aprendizaje o programación por guiado

La programación se realiza on-line, o sea, con el robot "in situ". No requiere la escritura de un programa, sino que se basa en la enseñanza directa de la máquina por el usuario.

- El método de programación se realiza punto a punto, posicionando el elemento terminal del robot en los puntos precisos para ejecutar la tarea. Esos puntos se almacenan en el sistema de control para poder repetir posteriormente los movimientos
- Los movimientos pueden tener lugar en sistemas de coordenadas cartesianas, cilíndricas o de articulaciones, siendo posible insertar y borrar las instrucciones que se desee. Es posible, también, situar funciones relacionadas con sensores externos, así como revisar el programa paso a paso, hacia delante y hacia atrás.
- El programa generado puede almacenarse para no tener que repetir la enseñanza en el futuro

Ventajas: Fácil de aprender, se necesita poca memoria para almacenar la información.

Pueden ser programados por operadores familiarizados con la aplicación, pero sin ser programadores informáticos. También es relativamente fácil programar una trayectoria en una situación geométrica compleja con muchos obstáculos

Inconvenientes: El robot y su entorno no pueden usarse en producción durante su programación, dificultades para realizar programas complejos y precisos. No compatible con ayudas a la programación como el CAD/CAM, método antiguo de programación de robots industriales

Alguno de los lenguajes de guiado son: T3, Funky y AR-SMART

Para guiar al robot por los puntos deseados se utilizan distintas soluciones:

Guiado Pasivo: Si los actuadores del robot están desconectados y el programador aporta en forma directa la energía para mover el robot, se habla de un guiado pasivo	
Guiado Pasivo Directo: En este caso, el programador puede tomar el extremo del robot y llevarlo hasta los puntos deseados a través de las trayectorias más adecuadas. La unidad de control del robot registra de manera automática la señal de los sensores de posición de las articulaciones en todos los puntos recorridos.	Guiado Pasivo por Maniquí: . En este caso se dispone de un doble del robot, mientras que éste permanece fuera de línea. El doble posee una configuración idéntica que el robot real, pero es mucho más ligero y fácil de mover. La programación se realiza llevando de la mano a este doble, mientras que la unidad de control muestrea y almacena con cierta frecuencia los valores que toman los sensores de posición de las articulaciones, para su posterior repetición por el robot..
Guiado activo: Esta posibilidad permite emplear el propio sistema de accionamiento del robot, controlado desde una botonera o joystick para que sea éste el que mueva sus articulaciones. Ejemplos los robots de ABB (ARLA)	
Guiado Básico: El robot es guiado por los puntos por los cuales se desea que pase durante la fase de ejecución automática del programa. Durante ésta, la unidad de control interpola dichos puntos según determinadas trayectorias. Muchas veces no es posible incluir ningún tipo de estructuras de control dentro del programa, por lo que los puntos son recorridos siempre secuencialmente, en el mismo orden que se programaron. Un ejemplo de este tipo de programación es la utilizada en casi todos los robots de pintura, donde la unidad de control muestrea automáticamente los puntos recorridos por el robot con una frecuencia muy alta	Guiado Extendido: Permite especificar, junto a los puntos por los que deberá pasar el robot, datos relativos a la velocidad, tipo de trayectoria, precisión con la que se quiere alcanzar los puntos, control del flujo del programa, atención a entradas/salidas binarias, etc. En este caso, el método guiado de utilizado es el de joystick. El guiado extendido aumenta la potencia del sistema de programación.

2- Programación textual

- Lenguaje de programación de alto nivel, (Blokely –Scratch, Python)
- El programa queda constituido por un texto de instrucciones, que no requiere de la intervención del robot; es decir, se efectúan "off-line".
- Se realiza el programa off-line insertando una serie de instrucciones que indican las acciones que debe de realizar el robot.
- La misma controladora, calcula la trayectoria que debe realizar el robot en función de las coordenadas de los puntos
- Con este tipo de programación, el operador no define, prácticamente, las acciones del brazo manipulado, sino que se calculan, en el programa, mediante el empleo de las instrucciones textuales adecuadas.
- En la programación textual, la posibilidad de edición es total. El robot debe intervenir, sólo, en la puesta a punto final.
- Según las características del lenguaje, pueden confeccionarse programas de trabajo complejos, con inclusión de saltos condicionales, empleo de bases de datos, posibilidad de creación de módulos operativos intercambiables, capacidad de adaptación a las condiciones del mundo exterior, etc.

Ventajas:

- El robot no se vuelve improductivo durante la programación
- Es más fácil la incorporación de sensores de visión y de fuerza
- Permite la sincronización de equipamiento externo ,para manejarlo eficientemente.
- Se puede desarrollar una librería de subrutinas para utilizar en futuras tareas de programación; soluciones programadas previamente se reutilizan para nuevos programas.
- Varios programadores pueden trabajar simultáneamente en partes diferentes de un programa grande, y luego se juntan los módulos individuales.
- La programación off-line separa el entorno de programación del entorno de operación. Se pueden utilizar sofisticadas herramientas de programación para ayudar en el desarrollo del programa sin sobrecargar las capacidades del controlador.

Desventaja:

- Es muy dificultoso visualizar la trayectoria de un robot en el espacio de tres dimensiones. Tratar de determinar la accesibilidad, las orientaciones adecuadas y las trayectorias sin colisiones, plantea problemas importantes.
- .Las limitaciones de la precisión del robot pueden dar lugar a errores de ejecución.

Programación textual explícita

En la programación textual explícita, el programa consta de una secuencia de órdenes o instrucciones concretas, que van definiendo con rigor las operaciones necesarias para llevar a cabo una tarea. Se puede decir que la programación explícita engloba a los lenguajes que definen los movimientos punto por punto, similares a los de la programación gestual, pero bajo la forma de un lenguaje formal. Con este tipo de programación, la labor del tratamiento de las situaciones anormales, colisiones, etc., queda a cargo del programador

Programación textual explícita a nivel de movimientos elementales

Pueden describirse como “movimiento punto a punto e n forma de lenguaje”.

El lenguaje describe los movimientos primitivos que realizará el robot. Los puntos y movimientos pueden definirse por guiado. Algunas características adicionales que proporciona el lenguaje son: estructuras de control, saltos condicionales, subrutinas (con pase de parámetros), capacidades mejoradas de sensores, ejecución paralela y definiciones de 'frames'

Programación explícita estructurada

Este tipo de lenguajes permite la definición de estructuras de datos y de control complejas, incorporando elementos de programación estructurada. Se pueden definir puntos, líneas, planos, etc. así como transformaciones de coordenadas y capacidad sensorial para interactuar con el entorno. Intenta introducir relaciones entre el objeto y el sistema del robot, para que los lenguajes se desarrollen sobre una estructura formal. Describen objetos y transformaciones con objetos,

Programación textual implícita o especificativa

Se trata de una programación del tipo no procesal, en la que el usuario describe las especificaciones de los productos mediante una modelización, al igual que las tareas que hay que realizar sobre ellos. El sistema informático para la programación textual

Lenguajes de programación de robots industriales:

En el ámbito de la programación de robots industriales, no hay un lenguaje normalizado de programación. Cada uno de los fabricantes tiene su propio lenguaje de programación, donde van realizando siempre nuevas versiones, pero a la vez, la mayoría de estos lenguajes tienen algunas instrucciones análogas; porque se derivan de lenguajes informáticos como el C+ y Pascal.

La mayoría de estos lenguajes, tienen instrucciones tipo: Goto, If...then...else, for...to,end, etc. Y otras más específicas en el ámbito de la robótica como son: Move, MoveL, MoveC, Appro, Speed,Open, Signal, Drive, etc.

PYTHON es un lenguaje de programación multiplataforma y multiparadigma. Soporta la orientación a objetos, la programación imperativa y funcional. Su simpleza, legibilidad y similitud con el idioma inglés lo convierten en un lenguaje ideal para principiantes

Ayudas en la programación: Simuladores

En la actualidad, existen varios software específicos para la simulación de tareas y programación de robots off-line. La mayoría de ellos; permiten elaborar diseños en 3D de instalaciones equipadas con robots y al mismo tiempo; simular y examinar sin coste alguno cualquier diseño y concepto.

Algunos de ellos son:

— Robot Studio -- ABB

- RoboDK -- KUKA
- KUKA.SIM
- MotoSIM

