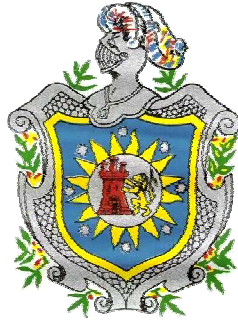


**Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua
Unan - Managua
Recinto Universitario "Rubén Darío"**



Seminario De Graduación

Tema: Inteligencia Artificial.

**Subtema: Métodos y lenguajes de programación utilizados en la
Robótica, con énfasis en la programación Gestual.**

Integrantes:

- Grethell Johanna Espinoza Fajardo.
- Néstor José Gaitán Gutiérrez.
- Tannia Jovanka Silva Ramírez.

Tutor:

Lic. Marisol Torres Rivera.

Inteligencia Artificial y Robótica.

*Métodos y lenguajes de programación
utilizados en la Robótica, con énfasis en
la programación Gestual.*

DEDICATORIA

Con todo mi Amor y esfuerzo, para mi hijo Yader José Canales Espinoza, a mi madre por todo el apoyo que me ha dado de manera incondicional. Y a familiares que de cierta forma me han apoyado.

A mis amig@s y compañeros de trabajo por toda su ayuda en todo momento.

Yo bendigo a mi Dios que me aconseja,
Mi conciencia me instruye aún de noche;
Pongo al Señor ante mi vista;
Porque a mi lado está, jamás vaciló.
Salmo, 16

Grethell Johanna Espinoza Fajardo

A mi madre, Consuelo Gutiérrez Cano, por su apoyo incondicional durante todos mis estudios y a lo largo de mi vida.

A mi hermana, Lissethe Gaitán Gutiérrez, por compartir su sabiduría en sus consejos.

A Bexaida Flores Levi, fuente de inspiración y superación personal.

Néstor José Gaitán Gutiérrez.

A: Dios padre celestial, por amarme tal como soy.

A: La Virgen María, por su maternal intercepción y protección.

A: Mis padres, por haberme dado un hogar, en especial a mi madre por su apoyo ilimitado.

A: Mis hijos Rufino Antonio y Carlos Eduardo, el mejor regalo que Dios me dio.

A: Mi Esposo, por su amor fiel.

Tannia Jovanka de Jesús Silva Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo gracias a Dios y a la Virgen María, por haberme dado la sabiduría, las fuerzas y el tiempo para cumplir con mis metas.

A la Lic. Marisol Torres, por compartir sus conocimientos y darnos la guía paso a paso hasta llegar a la etapa final de este trabajo.

Al Departamento de Electrónica por proporcionarnos la herramienta principal de nuestra defensa "El Robot ", y además por brindarnos la información necesaria al respecto.

Grethell Johanna Espinoza Fajardo

A Dios padre todopoderoso.

A Lic. Marisol Torres por su dedicación y apoyo invaluable en el desarrollo de este trabajo.

A los maestros que a lo largo de mis estudios, forjaron mis conocimientos.

Al departamento de Electrónica por brindarnos apoyo y compartir sus conocimientos.

Néstor José Gaitán Gutiérrez.

Mi eterna gratitud a mi Padre celestial, todo lo que soy y tengo se lo debo a el, a mi Madre celestial por estar a mi lado.

A mis Padres por darme lo mejor y a mi Esposo por su apoyo incondicional.

A Lic. Marisol Torres por su empeño y dedicación para la realización de este trabajo.

Al Departamento de Electrónica por su apoyo en brindarnos la principal herramienta de nuestro trabajo y compartir sus conocimientos.

Tannia Jovanka de Jesús Silva Ramírez

Nada te turbe, nada te espante,

Dios no se muda, la paciencia todo lo alcanza,

Quien a Dios tiene, nada le falta,

Solo Dios basta.

RESUMEN

Las Ciencias de la computación han avanzado a pasos gigantes, así como cada una de sus ramas. La Inteligencia artificial es un ejemplo de este desarrollo, esta estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas, que por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos; esta visión ha permitido el crecimiento de una subrama de la Inteligencia Artificial: La Robótica, que será en la cual enfatizaremos nuestro estudio.

La robótica es un campo de la inteligencia artificial que ha venido teniendo un avance significativo en países desarrollados; este ha sido más notorio en el área industrial donde estas máquinas (robots) han contribuido en los procesos de producción de las empresas. Es necesario que nuestro país se prepare para estas tecnologías que llegaran en un futuro, así que esta investigación pretende despertar el interés por esta área poco conocida hasta el momento en nuestro país, a nivel de universidades.

Este documento abarca básicamente los métodos de programación utilizados para programar un Robot haciendo énfasis en la programación gestual, utilizando para tales fines el Robot Armdroid 2001, modelo DM-5200, el cual se encuentra ubicado en la UNAN – Managua, en el Departamento de Electrónica. Además se mencionan los lenguajes de programación más representativos de estos diversos métodos.

Existen diversas formas de comunicarse con un robot, y los tres grandes enfoques para lograrlo son: el reconocimiento de palabra discreta, enseñar y reproducir y los lenguajes de programación, en el presente material se trata de abarcar este último enfoque.

Cabe destacar que se abarcan los diversos métodos de programación utilizados en la robótica, sin profundizar en los lenguajes de programación de estos, debido a que no existe una universalidad en los lenguajes de programación y cada robot desarrolla su propio lenguaje de programación.

INDICE

| | |
|--|----------|
| Tema y Subtema..... | I |
| Dedicatoria..... | II |
| Agradecimiento..... | III |
| Resumen..... | IV |
| I Introducción..... | 1 |
| II Justificación..... | 2 |
| III Objetivos..... | 3 |
| IV Marco Teórico..... | 4 |
| A.- Propiedades características de los robots..... | 5 |
| B.- El Robot y su Funcionamiento..... | 5 |
| C.- Clasificación de los robots..... | 6 |
| D.- Comunicación con los robots..... | 8 |
| E.- Métodos de Programación Usada en la Robótica..... | 11 |
| 1.- Programación Gestual o Directa..... | 12 |
| a. Programación por aprendizaje directo..... | 12 |
| b. Programación mediante un dispositivo de enseñanza..... | 13 |
| 2.- Programación Textual..... | 14 |
| a. Programación textual explícita | 15 |
| b. Programación textual especificativa | 16 |
| F.- Lenguajes de Programación más usados en la Robótica..... | 17 |
| 1.- Gestual Punto a Punto..... | 17 |
| 2.- A Nivel de Movimientos Elementales..... | 18 |
| 3.- Estructurados de programación Explícita..... | 18 |
| 4.- Especificativa a Nivel Objeto..... | 18 |
| 5.- En Función de los Objetivos..... | 19 |
| G.- Características de un lenguaje ideal para la robótica..... | 21 |
| H.- Aplicaciones de la robótica industrial..... | 23 |
| I.- El Robot Armdroid 2001 modelo DM-5200..... | 32 |
| 1.- Componentes básicos..... | 33 |
| 2.- El manipulador..... | 33 |
| 3.- El controlador..... | 36 |
| 4.- La fuente de poder..... | 37 |
| J.- Anatomía del Robot Armdroid 2001..... | 37 |
| K.- Especificaciones de los componentes del sistema Armdroid 2001... | 40 |
| L.- Programando el Robot Armdroid 2001..... | 44 |
| 1.- Programación gestual utilizando el Programa Level 4 Robotics.. | 44 |
| 2.- Programación gestual utilizando el dispositivo de enseñanza.... | 47 |
| M.- Ventajas de los Robots Industriales..... | 51 |

INDICE

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| V Diseño Metodológico..... | 53 |
| VI Conclusiones..... | 55 |
| VII Glosario..... | 57 |
| VIII Bibliografía..... | 59 |
| IX Anexo..... | 60 |

INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha tratado de crear seres que realicen sus tareas repetitivas por ende aburridas, tareas pesadas, difíciles y en el peor de los casos peligrosas de realizar por un ser humano, es decir trabajos que las personas no les gusta hacer y que siempre se va a tratar de evitar para no hacerlo, este pensamientos hace nacer la robótica.

La Robótica es el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en diversas tareas.

Ahora los robots son ideales para trabajos que requieren movimientos repetitivos y precisos. Una ventaja para las empresas es que los humanos necesitan descansos, salarios, comida y un área segura para trabajar, los robots no. La fatiga y aburrimiento de los humanos afectan directamente a la producción de una compañía, los robots nunca se aburren por lo tanto su trabajo va a ser el mismo desde que abre la compañía según horario laboral, ejemplo: desde las 8:00 AM hasta las 5:00PM.

El noventa por ciento (90%) de robots trabajan en fábricas, y más de la mitad hacen automóviles. Las compañías de carros son tan altamente automatizadas que la mayoría de los humanos supervisan o mantienen los robots y otras máquinas. Cada día las empresas industriales sienten un mayor interés en adquirir un robot que contribuya en los procesos productivos.

Los Robots son para nuestro país una tecnología poco utilizada hasta la fecha, pero de futuro, así que debemos prepararnos. Este Proyecto tiene el propósito de mostrar información relacionada a los métodos de programación utilizado en Robótica con énfasis en la programación Gestual, para ello utilizaremos el Robot Armdroid 2001 (Robot Puma), el cual tiene características propias de un Robot Industrial.

JUSTIFICACIÓN

La Robótica como campo de la Inteligencia Artificial, es una materia poca conocida en nuestro país y es necesario realizar investigaciones con el propósito de fomentar el entusiasmo de alumnos y maestros en esta área.

El Campo de la Robótica es muy importante y va ligado con el desarrollo de un país, por ejemplo los Robots Industriales, son parte vital de la producción en empresas de países desarrollados, se destacan por traer consigo una disminución de la mano de obra; además ayuda a una mayor calidad del producto acabado y rapidez en los procesos de producción. Casi siempre, en la industria, los Robots se unen a otras máquinas aportando mayor eficiencia en la producción.

Los lenguajes de programación usados en la Robótica son los que preparan al robot para los movimientos y acciones a realizar. Programar un robot consiste en indicar paso a paso las diferentes acciones que deberá realizar durante su funcionamiento automático, es decir que se necesita de personas que le indiquen por medio de programas al robot, las tareas que estos deben de llevar a cabo.

Esta investigación será de importancia porque nos dará las bases teóricas sobre los métodos utilizados para programar un robot, y podremos evidenciar como se da la programación gestual utilizando un Robot Real, como lo es, el Robot Armdroid 2001, modelo DM-5200.

Preparémonos para el futuro comenzando a estudiar estas tecnologías.

OBJETIVOS

General

- ✓ Estudiar los métodos de programación utilizados en la robótica, con énfasis en la programación gestual.

Específicos.

- ✓ Mencionar los lenguajes de programación más representativos de los diversos métodos de programación utilizados en la robótica.
- ✓ Demostrar una aplicación de la programación gestual utilizando como herramienta el Robot Armdroid 2001, modelo DM-5200.
- ✓ Mostrar aplicaciones de robots industriales y sus ventajas.

DESARROLLO

La **inteligencia artificial (IA)** es aquella inteligencia exhibida por artefactos creados por humanos (es decir, artificiales). A menudo se aplica a los computadores. El nombre también se usa para referirse al campo de la investigación científica que intenta acercarse a la creación de tales sistemas.

Entre las ramas de la inteligencia Artificial tenemos:

- Sistemas Expertos.
- Redes Neuronales.
- Robótica.
- Reconocimiento de Patrones.
- Visión por Computadora.
- Lenguaje Natural.
- Algoritmos Genéticos.

La **Robótica** es el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o al sustitución del hombre en muy diversas tareas.

El termino robot procede de la palabra checa *robota*, que significa 'trabajo obligatorio'; fue empleado por primera vez en la obra teatral R.U.R. (Robots Universales de Rossum), estrenada en Enero de 1921 en Praga por el novelista y dramaturgo checo **Karel Capek**.

Un robot es una máquina controlada por ordenador y programada para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con su entorno. Su objetivo principal es el de sustituir al ser humano en tareas repetitivas, difíciles, desagradables e incluso peligrosas de una forma más segura, rápida y precisa.

A.- PROPIEDADES CARACTERÍSTICAS DE LOS ROBOTS

Versatilidad:

Potencialidad estructural de ejecutar tareas diversas y/o ejecutar una misma tarea de forma diversa. Esto impone al robot una estructura mecánica de geometría variable.

Autoadaptabilidad al entorno:

Significa que un robot debe, por sí solo, alcanzar su objetivo (ejecutar su tarea) a pesar de las perturbaciones imprevistas del entorno a lo largo de la ejecución de su tarea. Esto supone que el robot sea consciente de su entorno y que por lo tanto posea sentidos artificiales.

B.- EL ROBOT Y SU FUNCIONAMIENTO

Un robot operacional puede estar constituido por cuatro entidades unidas entre sí.

1. Sistema mecánico articulado dotado de sus motores (eléctricos, hidráulicos o neumáticos) que arrastran a las articulaciones del robot mediante las transmisiones (cables, cintas, correas con muescas). Para conocer en todo instante la posición de las articulaciones se recurre a los captadores (codificadores ópticos) que se denominan propioceptivos. Estos dan el valor a las articulaciones, que no es más que la configuración o el estado del robot.
2. El entorno es el universo en el que está sumergida la primera entidad. Si los robots están sobre un puesto fijo se reduce el espacio alcanzable por el robot. Además el robot puede encontrar obstáculos que ha de evitar y objetos de interés, o sea los objetos con los que tiene que actuar. Por todo esto existe interacción entre la parte física y el entorno. Mediante los captadores exteroceptivos (cámaras, detectores de fuerzas, detectores de proximidad, captadores táctiles) se toman informaciones sobre el entorno.

3. Las tareas a realizar es el trabajo que se desea que haga el robot. La descripción de estas tareas se hace mediante lenguajes que pueden ser a través de los gestos, en el que se le enseña al robot lo que se debe hacer; orales, se le habla; por escrito en el que se le escriben las instrucciones en un lenguaje compatible con el robot.

4. El cerebro del robot es el órgano de tratamiento de la información. Este puede ser desde un autómata programable para los menos avanzados hasta un miniordenador numérico o microprocesador para los más avanzados. El cerebro, es el que tiene el papel principal, contiene en sus memorias:
 - Un modelo del robot físico: las señales de excitación de los accionadores y los desplazamientos que son consecuencia de ellas.
 - Un modelo del entorno: descripción de lo que se encuentra en el espacio que puede alcanzar.
 - Programas: permite comprender las tareas que se le pide que realice. Algoritmos de control.

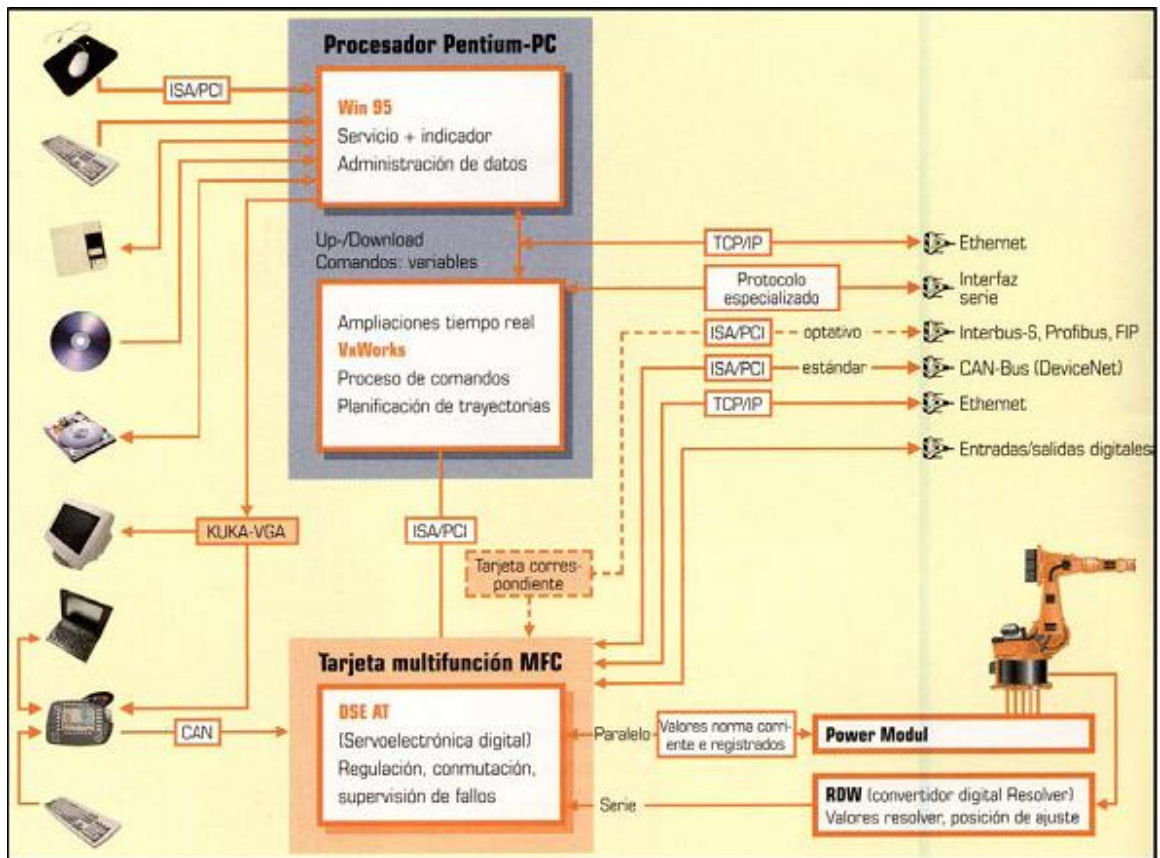
C.- CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS

| CRITERIO | CLASIFICACIÓN |
|-----------------|---|
| Geometría | Se basa en la forma del área de trabajo producida por el brazo del robot: rectangular, cilíndrica o esférica. |
| Configuraciones | La configuración polar utiliza coordenadas polares para especificar cualquier posición en términos de una rotación sobre su base, un ángulo de elevación y una extensión lineal del brazo. |
| | La configuración cilíndrica sustituye un movimiento lineal por uno rotacional sobre su base, con los que se obtiene un medio de trabajo en forma de cilindro. |
| | La configuración de coordenadas cartesianas posee tres movimientos lineales, y su nombre proviene de las coordenadas cartesianas, las cuales son más adecuadas para describir la posición y movimiento del brazo. Los robots cartesianos a veces reciben el nombre de XYZ, donde las letras representan a los tres ejes del movimiento. |

| CRITERIO | CLASIFICACIÓN |
|--------------------|--|
| Grados de libertad | Consiste en contar el número de grados de libertad que tengan. Se considera un grado de libertad cada eje a lo largo del cual se puede mover el brazo de un robot. |
| Área de aplicación | Ensamblaje |
| | No ensamblaje: soldar, pintar, revestir, manejo de materiales y carga y descarga de maquinaria. |
| Técnica de control | Lazo cerrado: se monitorea continuamente la posición del brazo del robot mediante un sensor de posición, y se modifica la energía que se manda al actuador de tal forma que el movimiento del brazo se obedece al camino deseado, tanto en dirección como en velocidad. Éste control se puede usar cuando la tarea que se ha de llevar a cabo está dirigida mediante un camino definido por la misma pieza, tal como sería soldar, revestir y ensamblar. |
| | En un sistema de lazo abierto, el controlador no conoce la posición de la herramienta mientras el brazo se mueve de un punto a otro. Éste tipo de control es muy usado cuando el movimiento que debe seguir el brazo se encuentra determinado previamente, al ser grabado con anterioridad y reproducido sin cambio alguno, lo cual es útil cuando todas las piezas a ser tratadas son exactamente iguales. |
| Fuente de energía | De energía hidráulica: En los actuadores hidráulicos fluye un líquido, comúnmente aceite. Tienen como ventaja que son pequeños comparados con la energía que proporcionan, y como desventajas que son propensos a fugas, el líquido puede incendiarse y que se requiere numeroso equipo adicional, lo cual incrementa los costos de mantenimiento del robot. Los sistemas hidráulicos están asociados a un mayor nivel de ruido. |
| | De energía neumática: En los actuadores neumáticos se transfiere gas bajo presión. Generalmente sólo tienen dos posiciones: retraídos y extendidos, si posibilidad de utilizar retroalimentación para usar un control proporcional. La energía neumática tiene las siguientes ventajas: está disponible en la mayoría de las áreas de manufactura, no es cara y no contamina el área de trabajo. La desventaja es que no se puede utilizar retroalimentación ni múltiples pasos. |
| | De energía eléctrica: Los actuadores eléctricos incluyen una fuente de poder y un motor eléctrico. La mayoría de las aplicaciones utilizan servomotores, el cual generalmente utiliza corriente directa. Las ventajas de esta fuente de energía son que no se requiere transformar la energía eléctrica en otras formas de energía como la hidráulica o neumática, no se contamina el espacio de trabajo y el nivel de ruido se mantiene bajo. La desventaja es la baja potencia que se consigue en comparación con su contraparte hidráulica. |


D.- COMUNICACIÓN CON LOS ROBOTS.

La comunicación con los robots no solo se basa en la programación de éste, también hay comunicación entre los distintos periféricos del robot industrial, y cada vez estos periféricos son mayores en cuanto a número. En la ilustración inferior, se puede observar la multitud de periféricos instalables en un sistema KUKA, y las posibles comunicaciones contempladas.




El lenguaje siempre ha sido una vía eficaz de comunicación, las relaciones robótica-hombre también utilizan estos mecanismos para una comunicación eficaz. Hay tres maneras generales de comunicarse con el robot:

- 📁 **Reconocimiento de palabras separadas:** actualmente este sistema es bastante primitivo y suelen depender de quien hablan. Estos sistemas pueden reconocer un conjunto de palabras concretas de un vocabulario muy limitado.

 **Enseñanza y repetición:** es la más comúnmente utilizada en los robots industriales. Implica el enseñar al robot todos los movimientos que necesita realizar. Normalmente la enseñanza se lleva atendiendo a los siguientes pasos:

1. Dirigiendo al robot con un movimiento lento utilizando el control manual (joystick, conjunto de botones, uno para cada movimiento, o un sistema de manipulación maestro esclavo) para realizar la tarea completa y grabando los ángulos del movimiento del robot en los lugares adecuados para que vuelva a repetir el movimiento.
2. Reproduciendo y repitiendo el movimiento enseñado.
3. Si el movimiento enseñado es correcto, entonces se hace funcionar al robot a la velocidad correcta en el modo repetitivo.

 **Lenguajes de programación de alto nivel:** suministran una solución más general en la comunicación hombre-robot. Los lenguajes clásicos (FORTRAN, BASIC, PASCAL) no disponen de los comandos e instrucciones específicas que se necesitan para la programación en la robótica. Hasta ahora los lenguajes utilizados han sido diseñados para un modelo específico de manipulador, una tarea concreta, por lo que en estos momentos no existe ningún lenguaje universal.

Los robots exhiben tres elementos claves según la definición adoptada:

- Programabilidad,** lo que significa disponer de capacidades computacionales y de manipulación de símbolos (el robot es un computador).
- Capacidad mecánica,** que lo capacita para realizar acciones en su entorno y no ser un mero procesador de datos (el robot es una máquina).
- Flexibilidad,** puesto que el robot puede operar según un amplio rango de programas y manipular material de formas distintas.

Con todo, se puede considerar un robot como una máquina complementada con un computador o como un computador con dispositivos de entrada y salida sofisticados.

La programación de un robot es el proceso mediante el cual se indica la secuencia de acciones que deberá llevar a cabo durante la realización de su tarea. Estas acciones consisten en su mayor parte en moverse a puntos predefinidos y manipular objetos del entorno.

Durante la ejecución del programa:

- El lee y actualiza las variables utilizadas en el programa.
- Interacciona con el sistema de control cinemático y dinámico del robot, encargados de dar la señal de mando a los actuadores a partir de las especificaciones del movimiento que se les proporciona.
- Interacciona con las entradas y salidas para la sincronización del robot con el resto de las máquinas y elementos que componen su entorno.

Programar un robot consiste en indicar paso a paso las diferentes acciones (moverse a un punto, abrir o cerrar la pinza, etc.) que este deberá realizar durante su funcionamiento automático.

En la actualidad no existe una norma de procedimiento de programación de robots. Cada fabricante desarrolla su método particular, válido únicamente para sus propios robots. No obstante, en todos ellos se dan una serie de características comunes.

El criterio más utilizado para la clasificación de los métodos de programación de robots hace referencia al sistema empleado para indicar la secuencia de acciones a seguir:

- Moviendo físicamente el robot y registrando la configuración.
- Utilizando un lenguaje de programación.

En la actualidad los sistemas de programación tienden a combinar estos dos métodos de programación.

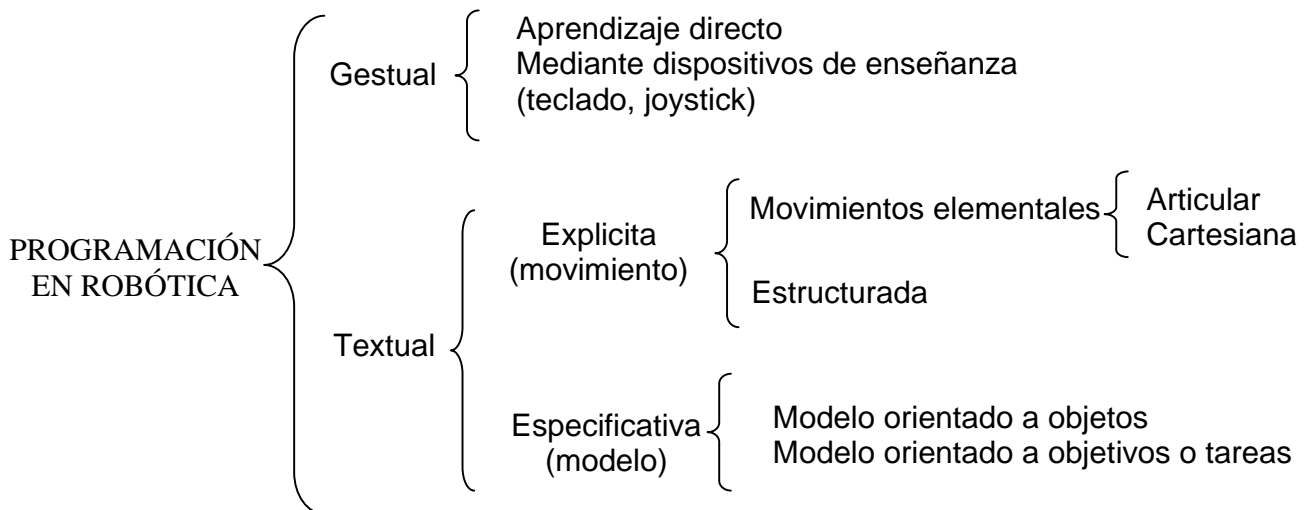
E.- METODOS DE PROGRAMACIÓN USADA EN LA ROBÓTICA

La programación que se emplea en la robótica tiene caracteres diferentes: Explícito, donde el operador es el responsable de las acciones de control y de las instrucciones adecuadas que las implementan, basada en la modelación del mundo exterior, cuando se describe la tarea y el entorno; el propio sistema toma las decisiones.

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

Programación Gestual: Este tipo de programación, exige el empleo del manipulador en la fase de enseñanza, o sea, trabaja "on-line".

Programación Textual: En esta labor no participa la máquina (off-line). Las trayectorias del manipulador se calculan matemáticamente con gran precisión y se evita el posicionamiento a ojo.



1.- PROGRAMACIÓN GESTUAL O DIRECTA (GUIADO)

Consiste en guiar al brazo del robot directamente a lo largo de la trayectoria que debe seguir. Los puntos del camino se graban en memoria y luego se repiten. Este tipo de programación, exige el empleo del manipulador en la fase de enseñanza, o sea trabaja “on line”.

Es en este tipo de programación, el propio brazo interviene en el trazado del camino y en las acciones a desarrollar en la tarea de la aplicación. Esta característica determina la programación “on-line”.

Los lenguajes de programación gestual, además de necesitar al propio robot en la confección del programa, carecen de adaptabilidad en tiempo real con el entorno y no pueden tratar con facilidad, interacciones de emergencia. La programación gestual se divide en dos clases:

a. Programación por aprendizaje directo: El punto final del brazo se traslada con ayuda de un dispositivo especial colocado en su muñeca, o utilizando un brazo maestro o maniquí, sobre el que se efectúan los desplazamientos que, tras ser memorizados, serán repetidos por el manipulador.

La técnica de aprendizaje directo se utiliza, extensamente, en labores de pintura. El operario conduce la muñeca del manipulador o del brazo maestro, determinando los tramos a recorrer y aquellos en los que la pistola debe de expulsar una cierta cantidad de pintura. Con esta programación, los operarios sin conocimientos de “software”, pero con experiencia en el trabajo a desarrollar, pueden preparar los programas eficazmente.

La programación por aprendizaje directo tiene pocas posibilidades de edición, ya que para generar una trayectoria continua, es preciso almacenar o definir una gran cantidad de puntos, cuya reducción origina discontinuidades.

b. Programación mediante un dispositivo de enseñanza: Consiste en determinar las acciones y movimientos del brazo manipulador, a través de un elemento especial para este cometido. En este caso, las operaciones ordenadas se sincronizan para conformar el programa de trabajo.

El dispositivo de enseñanza suele estar constituido por botones, teclas, pulsadores, luces indicadoras, ejes giratorios o “joystick”. Dependiendo del algoritmo de control que se utilice, el robot pasa por los puntos finales de la trayectoria enseñada.

Hay que tener en cuenta que los dispositivos de enseñanza modernos no solo permiten controlar los movimientos de las articulaciones del manipulador, sino que pueden, generar funciones auxiliares, como:

- Selección de velocidades
- Generación de retardos
- Señalización del estado de los sensores
- Borrado y modificación de los puntos de trabajo
- Funciones especiales



Esta programación tiene como característica común que el usuario no necesita conocer ningún lenguaje de programación, simplemente debe habituarse al empleo de los elementos que constituyen el dispositivo de enseñanza. De esta forma, se pueden editar programas, aunque como es lógico, muy simples.

La estructura del “software” es del tipo intérprete; sin embargo, el sistema operativo que controla el procesador puede poseer rutinas específicas, que suponen la posibilidad de realizar operaciones muy eficientes.

2.- PROGRAMACIÓN TEXTUAL

En la programación textual, las acciones que ha de realizar el brazo se especifican mediante el programa, que consta de un texto de instrucciones o sentencias (en un lenguaje determinado), cuya confección no requiere de la intervención del robot; es decir, se efectúan "off-line". Así mismo, con este tipo de programación, el operador no define prácticamente las acciones del brazo manipulador, sino que se calculan, en el programa, mediante el empleo de las instrucciones textuales adecuadas.



Las trayectorias del manipulador se calculan matemáticamente con gran precisión y se evita el posicionamiento a ojo, muy corriente en la programación gestual. En esta labor no participa la máquina (off-line).

Los lenguajes de programación textual se encuadran en varios niveles, según se realice la descripción del trabajo del robot. Estos son los lenguajes de programación por orden creciente de complejidad:

- Lenguajes elementales, que controlan directamente el movimiento de las articulaciones del manipulador.
- Lenguajes dirigidos a posicionar el elemento terminal del manipulador.
- Lenguajes orientados hacia el objeto sobre el que opera el sistema.
- Lenguajes enfocados a la tarea que realiza el robot.

En una aplicación tal como el ensamblaje de piezas, en la que se requiere una gran precisión, los posicionamientos seleccionados mediante la programación gestual no son suficientes, debiendo ser sustituidos por cálculos más perfectos y por una comunicación con el entorno que rodea al sistema.

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.

Esta programación textual está dividida en dos grandes grupos de diferencias marcadas:

- Programación textual explícita.
- Programación textual especificativa.

a. 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 la aplicación. 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.

Dentro de la programación explícita, hay dos niveles:

a) Nivel de movimiento elemental, que comprende los lenguajes dirigidos a controlar los movimientos del brazo manipulador. Existen dos tipos:

- **Articular**, cuando el lenguaje se dirige al control de los movimientos de las diversas articulaciones del brazo. Los lenguajes del tipo articular indican los incrementos angulares de las articulaciones. Aunque esta acción es bastante simple para motores de paso y corriente continua, al no tener una referencia general de la posición de las articulaciones con relación al entorno, es difícil relacionar al sistema con piezas móviles, obstáculos, cámaras de TV, etc.

Los lenguajes correspondientes al nivel de movimientos elementales aventajan, principalmente, a los de punto a punto, en la posibilidad de realizar bifurcaciones simples y saltos a subrutinas, así como de tratar informaciones sensoriales.

- **Cartesiano**, cuando el lenguaje define los movimientos relacionados con el sistema de manufactura, es decir, los del punto final del trabajo (Tool Center Point). Los lenguajes del tipo cartesiano utilizan transformaciones homogéneas. Este hecho confiere “popularidad” al programa, independizando a la programación del modelo particular del robot, puesto que un programa confeccionado para uno, en coordenadas cartesianas, puede utilizarse en otro, con diferentes coordenadas, mediante el sistema de transformación correspondiente.

b) Nivel estructurado: Intenta introducir relaciones entre el objeto y el sistema del robot, para que los lenguajes se desarrollen sobre una estructura formal.

Se puede decir que los lenguajes correspondientes a este tipo de programación adoptan la filosofía del PASCAL. Describen objetos y transformaciones con objetos, disponiendo, muchos de ellos, de una estructura de datos arborescente.

El uso de lenguajes con programación explícita estructurada aumenta la comprensión del programa, reduce el tiempo de edición y simplifica las acciones encaminadas a la consecución de tareas determinadas.

En los lenguajes estructurados, es típico el empleo de las transformaciones de coordenadas, que exigen un cierto nivel de conocimientos. Por este motivo dichos lenguajes no son populares hoy en día.

b. Programación Textual Especificativa

La programación textual especificativa es 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 especificativa se ha de disponer del modelo donde se encuentra el robot. Este modelo será, normalmente, una base de datos más o menos compleja, según la clase de aplicación, pero que requiere, siempre, computadoras potentes para el procesado de una abundante información.

El trabajo de la programación consistirá, simplemente, en la descripción de las tareas a realizar, lo que supone poder llevar a cabo trabajos complicados.

Dentro de la programación textual especificativa, hay dos clases, según la orientación a la que se refiera el modelo, objeto u objetivos:

- ❑ Si el modelo se orienta al nivel de los objetos, el lenguaje trabaja con ellos y establece las relaciones entre ellos.

Dada la inevitable imprecisión de los cálculos del ordenador y de las medidas de las piezas, se precisa de una ejecución previa, para ajustar el programa al entorno del robot.

Los lenguajes con un modelo del universo orientado a los objetos son de alto nivel, permitiendo expresar las sentencias en un lenguaje similar al usado comúnmente.

- ❑ Cuando el modelo se orienta hacia los objetivos, se define el producto final. La creación de lenguajes de muy alto nivel transferirá una gran parte del trabajo de programación, desde el usuario hasta el sistema informático; este resolverá la mayoría de los problemas, combinando la Automática y la Inteligencia Artificial.

F.- LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

A continuación se realiza una descripción de los lenguajes de programación más usados en la robótica.

1.- GESTUAL PUNTO A PUNTO

Se aplican con el robot “in situ”, recordando a las normas de funcionamiento de un magnetófono doméstico, ya que disponen de unas instrucciones similares: PLAY (reproducir), RECORD (grabar), FF (adelantar), FR (retroceder), PAUSE (pausa), STOP (detener), etc.



Además, puede disponer de instrucciones auxiliares, como INSERT (insertar un punto o una operación de trabajo) y DELETE (borrar). Este manipulador en línea funciona como un digitalizador de posiciones.

2.- A NIVEL DE MOVIMIENTOS ELEMENTALES.

Los movimientos de punto a punto también se expresan en forma de lenguaje:

- *ANORAD*
- *EMILY*
- *RCL*
- *RPL*
- *SIGLA*
- *VAL*
- *MAL*

Todos ellos mantienen el énfasis en los movimientos primitivos, ya sea en coordenadas articulares, o cartesianas. En comparación, tienen, como ventajas destacables, los saltos condicionales y a subrutina, además de un aumento de las operaciones con sensores, aunque siguen manteniendo pocas posibilidades de programación "off-line".

3.- ESTRUCTURADOS DE PROGRAMACIÓN EXPLÍCITA

Teniendo en cuenta las importantísimas características que presenta este tipo de programación, merecen destacarse los siguientes lenguajes:

- *AL*
- *HELP*
- *MAPLE*
- *PAL*
- *MCL*
- *MAL EXTENDIDO*

Con excepción de HELP, todos los lenguajes de este grupo están provistos de estructuras de datos del tipo complejo; utilizan vectores, posiciones y fundamentalmente transformaciones; algunos permiten la definición de puntos, líneas, planos y posiciones, tienen comandos para el control de la sensibilidad del tacto de los dedos (fuerza, movimiento, proximidad, etc.).

4.- ESPECIFICATIVA A NIVEL OBJETO.

En este grupo se encuentran tres lenguajes interesantes:

- *RAPT*
- *AUTOPASS*
- *LAMA*

5.- EN FUNCIÓN DE LOS OBJETIVOS.

La filosofía de estos lenguajes consiste en definir la situación final del producto a fabricar, a partir de la cual se generan los planes de acción tendentes a conseguirla, obteniéndose finalmente, el programa de trabajo. Estos lenguajes de tipo natural, suponiendo una potenciación extraordinaria de la Inteligencia Artificial, son utilizados para descargar al usuario de las labores de programación. Proveen incluso, la comunicación hombre-máquina a través de la voz.

Los lenguajes más conocidos de este grupo son:

- *STRIPS*
- *HILAIRE*

Tabla resumen de los lenguajes más importantes de programación de robots industriales:

| LENGUAJE | UNIVERSIDAD /FABRICANTE | ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS | APLICACIONES |
|---|---|---|--|
| WAVE (1973) | Stanford | <ul style="list-style-type: none"> - Nivel actuador - Compilador asociado al robot. - Sintaxis simple: MOVE, SEARCH, CENTER. - Objetos tratados: constantes, variables, vectores, contadores | <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de piezas mecánicas. - Montaje de bomba de agua. - Ensamblaje. |
| AL (Assembly Language) (1974) | Stanford | <ul style="list-style-type: none"> - Basado en PASCAL. - Nivel actuador. - Transformador de coordenadas. - Sintaxis compleja: MOVE TO, MOVE VIA, etc., SEARCH, ACROSS SEARCH, WITHOUT..., CENTER ON ... - Objetos tratados: los de Wave más planos, traslaciones, rotaciones. - Estructura Algol. | <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación de piezas mecánicas. - Sistema de desarrollo de programas Pointy. - Robots Unimation. |
| RAPT (1978) | Sistemas de Toulouse (Universidad de Edimburgo) | <ul style="list-style-type: none"> - Interprete escrito en APT. - Nivel objeto. | <ul style="list-style-type: none"> - Montaje |
| VAL I (1979) VAL II (1983) | Unimation | <ul style="list-style-type: none"> - Se partió de AL, pero utilizando BASIC. - Nivel actuador. - Transformador de coordenadas. - Instrucciones de movimiento y de control (MOVE-, DEPART-). - instrucciones Aritméticas. - Estructura Algol. | <ul style="list-style-type: none"> - Robot Puma de Unimation |
| MCL | Cincinnati Milacron | <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo por ICAM y realizado en Fortram | |
| AML (1979) FUNKY MAPLE AUTOPASS (1977) | IBM | <ul style="list-style-type: none"> - Alto nivel interactivo estructurado. - Nivel objeto. - Compilador al nivel. - Sintaxis evolucionada, como colocar X sobre Y alineando Z y T. | <ul style="list-style-type: none"> - Corresponde al nivel de descripción de las gamas de montaje actuales. |
| LRP | ACMA | <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollado en colaboración con la Universidad de Montpellier. | |
| V+ (1989) | ADEPT | <ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje textual de alto nivel. - Ejecución de varios programas al mismo tiempo (multitarea). - Proceso asíncrono o ejecución de rutinas de reacción ante determinados eventos. | <ul style="list-style-type: none"> - Usado en Adept y Staübli |
| RAPID (1994) | ABB | <ul style="list-style-type: none"> - Lenguaje textual de alto nivel altamente estructurado. - Estructura modular del programa. - Uso de estructuras predefinidas para especificar la configuración del robot y las características de la herramienta. | |
| KAREL | FANUC | <ul style="list-style-type: none"> - Basado en PASCAL. - Soporta la multitarea. - Estructura de datos asociados modificable. | |
| KRL | KUKA | <ul style="list-style-type: none"> - Basado en el estándar IRL, descrito en la norma DIN 66312, lo que aporta transportabilidad. | |

G.- CARACTERÍSTICAS DE UN LENGUAJE IDEAL PARA LA ROBÓTICA

Las seis características básicas de un lenguaje ideal, expuestas por Pratt, son:

1. Claridad y sencillez.
2. Claridad de la estructura del programa.
3. Sencillez de aplicación.
4. Facilidad de ampliación.
5. Facilidad de corrección y mantenimiento.
6. Eficacia.

Estas características son insuficientes para la creación de un lenguaje "universal" de programación en la robótica, por lo que es preciso añadir las siguientes:

- Transportabilidad sobre cualquier equipo mecánico o informático.
- Adaptabilidad a sensores (tacto, visión, etc.).
- Posibilidad de descripción de todo tipo de herramientas acoplables al manipulador.
- Interacción con otros sistemas.

En el aspecto de claridad y sencillez, la programación gestual es la más eficaz, pero impide la confección de programas propiamente dichos. Los lenguajes a nivel de movimientos elementales, como el VAL, disponen de bastantes comandos para definir acciones muy parecidas que fueron surgiendo según las necesidades y que, en gran medida, oscurecen su comprensión y conocimiento.

Aunque, inicialmente, las técnicas de programación estructurada son más difíciles de dominar, facilitan, extraordinariamente, la comprensión y corrección de los programas

Respecto a la sencillez de aplicación, hay algunos lenguajes (como el MCL) dedicados a las máquinas herramienta (APT), que pueden ser valorados, positivamente, por los usuarios conocedores de este campo. El PAL, estructurado sobre la matemática matricial, sólo es adecuado para quienes están familiarizados con el empleo de este tipo de transformaciones.

Uno de los lenguajes más fáciles de utilizar es el AUTOPASS, que posee un juego de comandos con una sintaxis similar a la del inglés corriente.

Es imprescindible que los lenguajes para los robots sean fácilmente ampliables, por lo que se les debe dotar de una estructura modular, con inclusión de subrutinas definidas por el mismo usuario.

La adaptabilidad a sensores externos implica la posibilidad de la toma de decisiones, algo muy interesante en las labores de ensamblaje. Esta facultad precisa de un modelo dinámico del entorno, así como de una buena dosis de Inteligencia Artificial, como es el caso del AUTOPASS.

Aunque los intérpretes son más lentos que los compiladores, a la hora de la ejecución de un programa, resultan más adecuados para las aplicaciones de la robótica. Las razones son las siguientes:

- 1) El intérprete ejecuta el código como lo encuentra, mientras que el compilador recorre el programa varias veces, antes de generar el código ejecutable.
- 2) Los intérpretes permiten una ejecución parcial del programa.
- 3) La modificación de alguna instrucción es más rápida con intérpretes, ya que un cambio en una de ellas no supone la compilación de las demás.

Finalmente, el camino para la superación de los problemas propios de los lenguajes actuales ha de pesar, necesariamente, por la potenciación de los modelos dinámicos del entorno que rodea al robot, acompañado de un aumento sustancial de la Inteligencia Artificial.

H.- APLICACIONES DE LOS ROBOTS INDUSTRIALES

1.- Aplicaciones en Fundición.

La fundición de materiales por inyección fue el primer proceso robotizado en 1960. En este proceso el material usado, en estado líquido, es inyectado a presión en el molde. El molde está formado por dos mitades que se mantienen unidas durante la inyección del metal mediante la presión ejercida por dos cilindros. La pieza solidificada se extrae del molde y se enfría. El molde, una vez limpio de residuos de metal y adecuadamente lubricado, puede ser usado de nuevo.



Los robots, en estos procesos son utilizados para el transporte de las piezas a un lugar de enfriado y posteriormente a otro proceso (desbardado, corte, etc.). Las cargas manejadas por los robots en estas tareas suelen ser medias o altas (del orden de decenas de kilogramos), no se necesita una gran precisión y su campo de acción ha de ser grande. Su estructura más frecuente es la polar y la articular, su sistema de control es por lo general sencillo.

2.- Aplicaciones de Soldadura.

La utilización de los robots para soldadura ha sido impulsada por la industria automovilística.

La tarea más robotizada dentro de la fabricación de automóviles es la soldadura de carrocerías. En este proceso, dos piezas metálicas se unen en un punto para la fusión conjunta de ambas partes, denominándose a este tipo de soldadura, por puntos.



Para realizar este tipo de soldaduras, se hace pasar una corriente eléctrica elevada y baja tensión a través de dos electrodos enfrentados entre los que se sitúan las piezas a unir. Los electrodos instalados en una pinza de soldadura, deben sujetar las piezas con una presión determinada (de lo que depende la precisión de la soldadura). Además deben de ser controlados los niveles de tensión e intensidad necesarios, así como el tiempo de aplicación. Todo ello exige el empleo de un sistema de control del proceso de soldadura.

Los robots de soldadura por puntos precisan capacidad de cargas del orden de los 50-100 Kg. y estructura articular, con suficientes grados de libertad (5 o 6) como para posicionar y orientar la pinza de soldadura (o pieza según el caso) en lugares de difícil acceso.



Las tareas de soldadura por puntos admiten dos soluciones, dependiendo del tamaño, peso y manejabilidad de las piezas:

- 1) El robot transporta la pieza presentando esta a los electrodos que están fijos
- 2) El robot transporta la pinza de soldadura posicionando los electrodos en el punto exacto de la pieza en la que se desea realizar la soldadura.

Un ejemplo de soldadura:

En las grandes líneas de soldadura de carrocerías de automóviles, estas pasan secuencialmente por varios robots dispuestos formando un pasillo, de una manera coordinada y posicionan las piezas de soldadura realizando varios puntos consecutivamente.

3.- Aplicación de Pintura, Esmalte, Partículas de metal, etc.

La utilización de los robots para el recubrimiento de un cierto material (pintura, esmalte, partículas de metal, etc.) con fines decorativos o de protección, es una parte crítica en muchos procesos de fabricación.

La tarea más significativa de aplicación de materiales es la pintura (sobre todo para los automóviles, electrodomésticos, muebles, etc.), ya que es una tarea desagradable, peligrosa (provoca una atmósfera toxica, un alto nivel de ruido y riesgo de incendio).

La tarea de pintura requiere cubrir una superficie con una mezcla de aire y material pulverizada mediante una pistola, hasta conseguir una perfecta homogeneidad en el reparto de la pintura. Para ello, se realiza un control de la viscosidad, de la distancia entre piezas y la pistola, velocidad de movimiento de esta, número de pasadas etc.



Los robots de pintura suelen ser robots articulares, ligeros, con 6 o más grados de libertad que les permiten proyectar pintura en todos los huecos de la pieza. Cuentan con protecciones especiales para defenderse de las partículas en suspensión dentro de la cabina de pintura y sus posibles consecuencias (explosiones, incendio, deterioro mecánico). También tienen un accionamiento hidráulico por el riesgo de incendio.

Lo más importante de estos robots es la programación: Cuentan con un control de trayectoria continua, para especificar trayectoria, punto final e inicial. El método normal de programación es el de aprendizaje con un muestreo continuo de la trayectoria.

El operario realiza una vez el proceso de pintura con el propio robot. La unidad de programación registra continuamente gran cantidad de puntos y luego los repite.

4.- Alimentación de máquinas.

La utilización de robots para alimentar máquinas aparece por la peligrosidad y monotonía de las operaciones de carga y descarga de máquinas como prensas, estampadoras, hornos, etc.

Los robots usados en estas tareas son de baja complejidad, precisión media, número reducido de grados de libertad y un control sencillo, basado, en ocasiones, con manipuladores secuenciales y con un campo de acción grande. Se pueden necesitar robots con capacidad de carga de pocos kilogramos, hasta algunos cientos (existen robots capaces de manipular hasta tonelada y media).

Las estructuras más frecuentemente utilizadas son la cilíndrica, esférica y articular. También la cartesiana puede aportar solución.



En este apartado aparecerían los robots aplicados en células flexibles de mecanizado. Estos emplean centros de mecanizado o varias máquinas de control numérico para conseguir complejos y distintos mecanizados sobre una pieza para dar a ésta la forma programada. La capacidad de programación de estas máquinas permite una producción flexible de piezas.

Estas máquinas emplean diferentes herramientas que se acoplan a un cabezal común de manera automática cuando el proceso de mecanizado lo precisa. Las herramientas a usar en el proceso concreto son almacenadas en tambores automáticos que permiten un rápido intercambio de la herramienta.

5.- Corte.

El corte de materiales mediante el robot es una aplicación reciente, gracias a la capacidad de reprogramación del robot y su integración en un sistema hace que sea el elemento ideal para transportar la herramienta de corte sobre la pieza, realizando con precisión un programa de corte desde un sistema de diseño asistido por computador (CAD).



Los métodos de corte no mecánico mas empleados son oxicorte, plasma, láser y chorro de agua, dependiendo de la naturaleza del material a cortar. En todos ellos el robot transporta la boquilla por la que se emite el material de corte, proyectando este sobre la pieza al tiempo que sigue una trayectoria determinada.

De todos los métodos de corte, el que cuenta con mejores ventajas seria el corte por chorro de agua por los motivos siguientes:

- No provoca aumento de temperatura en el material.
- No es contaminante
- No provoca cambios de color
- No altera las propiedades de los materiales
- Costo de mantenimiento bajo.

Los robots empleados para corte, precisan control de trayectoria continua y elevada precisión. Su campo de acción varía con el tamaño de las piezas a cortar. Puede ser de una envergadura media de 1 a 3 metros de radio, por esto, con mucha frecuencia se dispone al robot suspendido boca abajo sobre la pieza.

6.- Montaje / Ensamblaje.

Las operaciones de montaje, por la gran precisión y habilidad que normalmente exigen, presentan grandes dificultades para su automatización flexible.

Muchos procesos de ensamblado se han automatizado empleando maquinas especiales que funcionan con gran precisión y rapidez. Sin embargo, el mercado actual precisa de sistemas muy flexibles, que permitan introducir frecuentes modificaciones en los productos con unos costos mínimos. Por este motivo el robot industrial se ha convertido en muchos casos en la solución ideal para la automatización del ensamblaje.



En particular, el robot resuelve correctamente muchas aplicaciones de ensamblado de piezas pequeñas en conjuntos mecánicos o eléctricos. Para ello el robot precisa una serie de elementos auxiliares cuyo costo es similar o superior al del propio robot. Entre estos cabe destacar a los alimentadores (tambores vibradores, por ejemplo), posicionadores y los posibles sensores que usa el robot para ayudarse en su tarea (esfuerzos, visión, tacto, etc.). Estos sensores son indispensables en muchos casos debido a las estrechas tolerancias con que se trabaja en el ensamblaje y a los inevitables errores, aunque sean muy pequeños, en el posicionamiento de las piezas que entran a tomar parte de él.

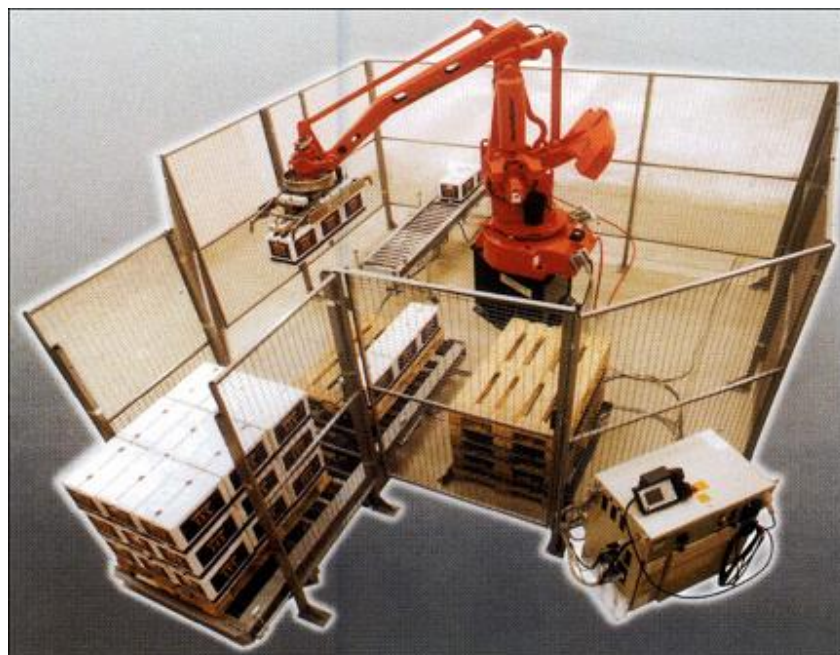
Los robots empleados en el ensamblaje requieren, en cualquier caso, una gran precisión y repetitividad, no siendo preciso que manejen grandes cargas.



El tipo SCARA ha alcanzado gran popularidad en este tipo de tareas por su bajo costo y buenas características. Estas se consiguen por su adaptabilidad selectiva, presentando facilidad para desviarse, por una fuerza externa, en el plano horizontal y una gran rigidez para hacerlo en el eje vertical. También se usan con frecuencia robots cartesianos por su elevada precisión y, en general, los robots articulares que pueden resolver muchas de estas aplicaciones con suficiente efectividad. La dificultad inherente de este tipo de tareas obliga, en casi todos los casos, a facilitarlas con un adecuado rediseño de las partes que componen el conjunto a ensamblar. De este modo, conjuntos cuyo ensamblaje automatizado sería inabordable con su diseño inicial, pueden ser montados de una manera competitiva mediante el empleo de robots.

7.- Paletización.

La paletización es un proceso básicamente de manipulación, consistente en disponer de piezas sobre una plataforma o bandeja (palet). Las piezas en un palet ocupan normalmente posiciones predeterminadas, procurando asegurar la estabilidad, facilitar su manipulación y optimizar su extensión. Los palets son transportados por diferentes sistemas (cintas transportadoras, carretillas, etc.) llevando su carga de piezas, bien a lo largo del proceso de fabricación, bien hasta el almacén o punto de expedición.



Dependiendo de la aplicación concreta, un palet puede transportar piezas idénticas (para almacenamiento por lotes por ejemplo), conjuntos de piezas diferentes, pero siempre los mismos subconjuntos procedentes de ensamblados) o cargas de piezas diferentes y de composición aleatoria (formación de pedidos en un almacén de distribución).

Existen diferentes tipos de máquinas específicas para realizar operaciones de paletizado. Estas frente al robot, presentan ventajas en cuanto a velocidad y costo, sin embargo, son rígidos en cuanto a su funcionamiento, siendo incapaces de modificar su tarea de carga y descarga. Así mismo, actualmente la diferencia de costo es aproximadamente igual, y los robots realizan con ventaja aplicaciones de paletización en las que la forma, número o características generales de los productos a manipular, cambian con relativa frecuencia. En estos casos, un programa de control adecuado permite resolver la operación de carga y descarga, optimizando los movimientos del robot, aprovechando la capacidad del palet o atendiendo a cualquier otro imperativo. Por otro lado, el robot industrial siempre se puede reutilizar para cualquier operación industrial debido a su flexibilidad.

8.- Pick and place.

La misión de un robot trabajando en un proceso de pick and place consiste en recoger piezas de un lugar y depositarlas en otro. La complejidad de este proceso puede ser muy variable, desde el caso más sencillo en el que el robot recoge y deja las piezas en una posición prefijada, hasta aquellas aplicaciones en las que el robot precise de sensores externos, como visión artificial o tacto, para determinar la posición de recogida y colocación de las piezas.



Al contrario que en las operaciones de paletizado, las tareas de picking suelen realizarse con piezas pequeñas (peso inferior a 5Kg) necesitándose velocidad y precisión.

Un ejemplo típico de aplicación de robot al paletizado sería la formación de palets de cajas de productos alimenticios procedentes de una línea de empaquetado. En estos casos, cajas de diferentes productos llegan aleatoriamente al campo de acción del robot. Ahí son identificadas bien por una célula de carga, por alguna de sus dimensiones, o por un código de barras. Conocida la identidad de la caja, el robot procede a recogerla y a colocarla en uno de los diferentes palets que de manera simultánea se están formando.

El propio robot gestiona las líneas de alimentación de las cajas y de palets, a la vez que toma las decisiones necesarias para situar la caja en el palet con la posición y orientación adecuada de una manera flexible.

El robot podrá ir equipado con una serie de ventosas de vacío y su capacidad de carga estaría entorno a los 50 kg. aproximadamente.

I.- EL ROBOT ARMDROID 2001 MODELO DM-5200

Los robots que hoy usamos entran en muchas configuraciones y muchos de ellos son análogos a los humanos. El Robot Armdroid 2001 tiene un hombro, brazo superior, codo, antebrazo, muñeca, y aprehensor para los dedos.

Científicos e ingenieros son más exitosos al diseñar robots como máquinas, sin pensar que a ellos necesariamente les tuvieron que ser dados los atributos humanos.

Como los robots se han vuelto más avanzados y menos caros, cada vez más son utilizados en industrias donde las situaciones de trabajo son peligrosas o desagradables. La siguiente es una lista de condiciones comunes donde los robots han reemplazado a los humanos.

1. Altas temperaturas.
2. Ruido
3. Gas Venenoso
4. Radiación
5. Trabajos repetitivos y monótonos.
6. Ejercicio físico extremo.
7. Riesgo de lesión por maquinas.

El robot podría definirse como una máquina autónoma la cual es preprogramada para mover varios materiales, herramientas o dispositivos con el propósito de realizar una variedad de tareas. Este trabajo puede lograrse sin la intervención de un humano, excepto para la programación.

El Robot Armdroid 2001 utiliza varios componentes para operar y crear programas, como el dispositivo de enseñanza y el software level 4 Robotics los cuales permiten programación gestual y programación textual. La programación que se utilizara será mediante un dispositivo de enseñanza.

1.- Componentes Básicos.

El robot industrial de hoy posee una variedad de tamaños, formas y capacidades. El robot Armdroid 2001 tiene tres componentes básicos: Un manipulador, una computadora controladora, y una fuente de poder, como se muestra en la figura.



Los robots industriales son óptimos para una variedad de trabajos.

El robot detendrá y realizará funcionamientos, como ensamblaje de partes, pintura con spray, o soldadura. Ya existen muchos países donde las empresas están utilizando robots para realizar estas tareas.

Un Robot industrial consta de tres grandes componentes: Un brazo manipulable, un controlador y una fuente de poder. Los 6 grados de libertad (el alcance del brazo, la pieza giratoria del hombro, la extensión del codo, el grado de inclinación de la muñeca, guiñar y girar) son suficientes para situar una herramienta en alguna posición y orientación en el espacio de trabajo del robot.

2.- El Manipulador

El manipulador hace el trabajo físico de los sistemas robóticos. En general el robot debe tener la capacidad de alcanzar un punto en el espacio. Para alcanzar este punto, un robot podría necesitar moverse hacia delante y hacia atrás, a la izquierda y derecha, arriba y abajo.

Los cuatro tipos básicos de robots son descritos por sus varios ejes de movimientos. En la figura 1 se muestra el rectángulo del manipulador del robot.

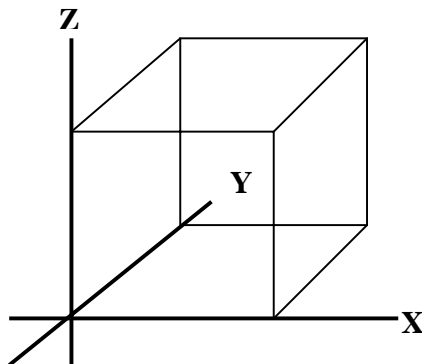


Figura 1. Trabajo Cartesiano o Rectilíneo

En la figura 2 se muestra un robot manipulador cilíndrico. Este tiene dos movimientos lineales y un movimiento rotatorio.

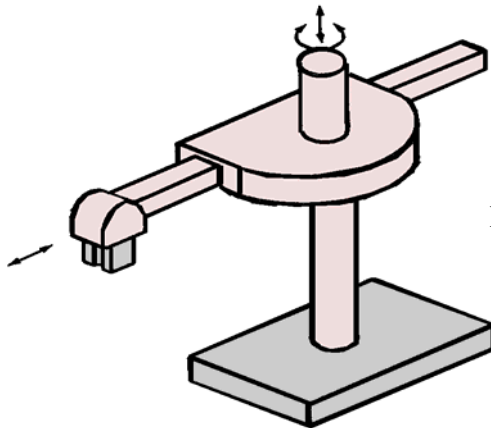


Figura 2. Robot de Coordenadas cilíndricas.

En la figura 3 se muestra un robot manipulador esférico. Este tiene un movimiento lineal y dos movimientos rotatorios. Para el manipulador esférico, el área de trabajo se forma como una sección de una esfera con límites arriba y abajo, límites impuestos por la rotación angular de un arco.

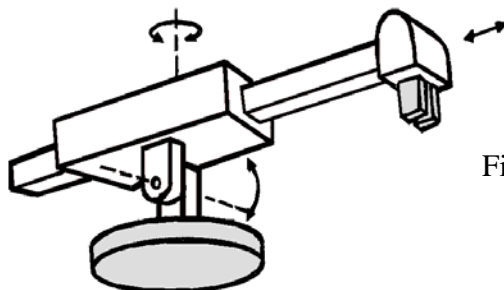


Figura 3. Robot de coordenada Esféricas.

Los robots industriales están diseñados para realizar un trabajo productivo. El trabajo se realiza permitiendo que el robot desplace su cuerpo, brazo y muñeca mediante una serie de movimientos y posiciones. Unido a la muñeca está el efector final, que se utiliza por el robot para realizar una tarea específica. Los movimientos del robot pueden dividirse en dos categorías generales:

1. Movimientos del brazo y del cuerpo.
2. Movimientos de la muñeca.

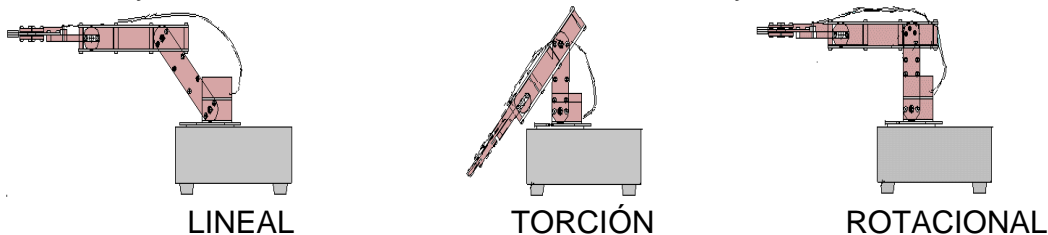
Los movimientos de las articulaciones individuales asociadas con estas dos categorías se denomina, a veces, por el termino “**grados de libertad**” y un robot industrial típico esta dotado de cuatro a seis grados de libertad.

Los movimientos del robot se realizan por medio de articulaciones accionadas. Tres articulaciones suelen estar asociadas con la acción del brazo y del cuerpo y otras dos articulaciones se suelen emplear para accionar la muñeca. Para la conexión de las diversas articulaciones del manipulador se emplean unos elementos rígidos denominados uniones.

Las articulaciones utilizadas en el diseño de robots industriales suelen implicar un movimiento relativo de las uniones contiguas, movimiento que es lineal o rotacional. Las articulaciones lineales implican un movimiento deslizante o de traslación de las uniones de conexión.

Hay como mínimos, tres tipos de articulación giratoria, que pueden distinguirse en los manipuladores de robots.

Las articulaciones del brazo y del cuerpo están diseñadas para permitir al robot desplazar su efector final a una posición deseada dentro de los límites del tamaño del robot y de los movimientos de las articulaciones y estas son:



3.- El Controlador

El controlador es el corazón del sistema robótico. Este comienza y termina el movimiento del robot, almacena datos y movimientos de secuencia, y la interfaz del robot para el mundo exterior. Esto puede ser como una simple secuencia de paradas mecánicas, o complicado como en un arreglo de computadoras. Los modernos controladores almacenan información preprogramada para luego rellenarlas, controlando la secuencia de cada uno de los grados de libertad del robot, y comunicarlos con otros equipos. El robot puede ser preprogramado para seguir con precisión una ruta de punto a punto, o una ruta continúa.

La figura 4 ilustra un controlador típico y un manipulador que podrían ser encontrados en una aplicación robótica. El controlador controla los movimientos del manipulador así como otros equipos periféricos en el trabajo celular. Un dispositivo de enseñanza portátil podría ser usado para programar los movimientos del manipulador. Esta información es almacenada en la memoria del controlador para ser usada posteriormente. Algunos programas pueden ser almacenados para ser usados o editados después.

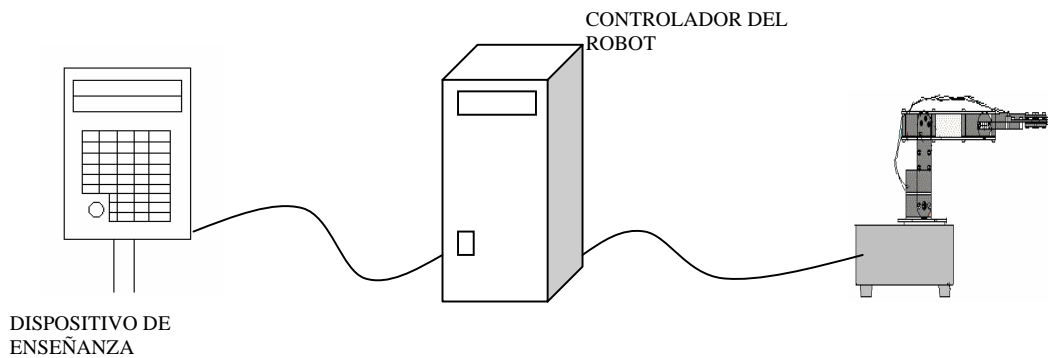


Figura 4. Los movimientos se pueden programar en el controlador usando un Dispositivo de Enseñanza.

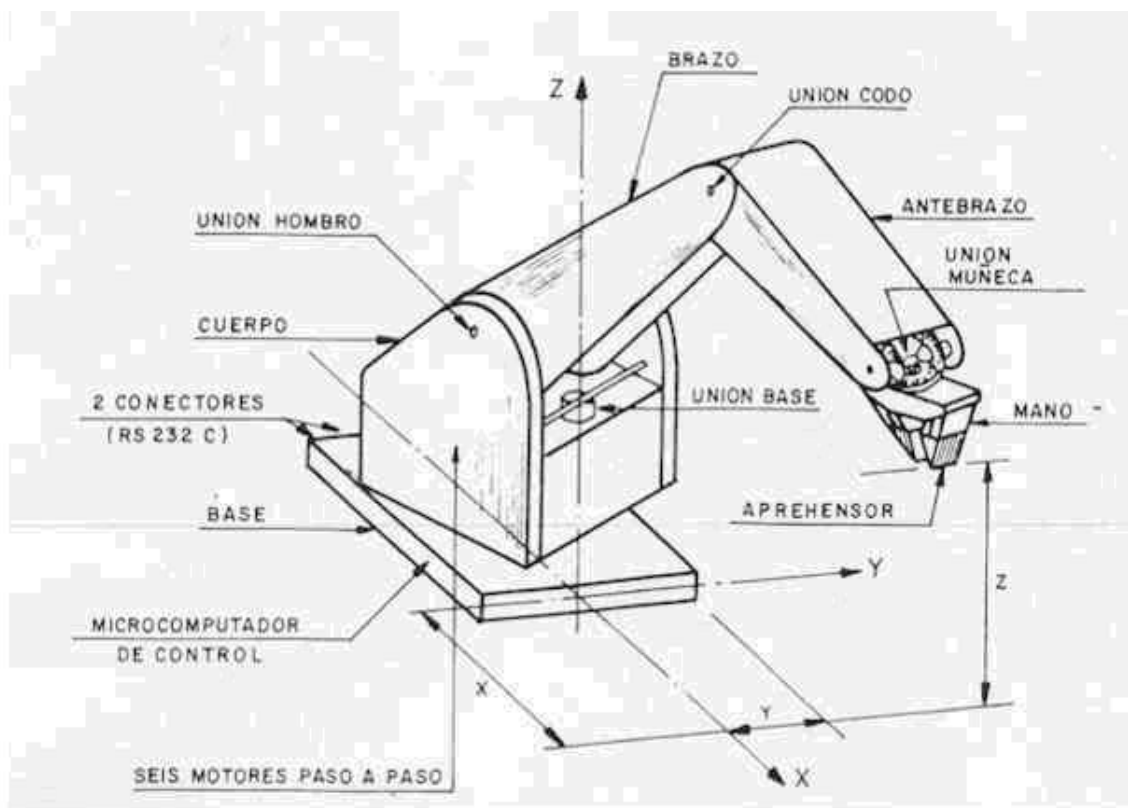
En el desarrollo de trabajos, el controlador también puede requerir comunicarse con otros periféricos. Por ejemplo el controlador tiene una línea de entrada que identifica cuando una operación de fábrica es completada. Cuando la fabricación es completada, la entrada es encendida, diciéndole al controlador quitar la parte finalizada.

4.- La fuente de poder.

La fuente de poder provee de energía eléctrica al controlador y el manipulador. El poder AC es usado para operaciones del controlador.

Los motores electrónicos pueden además ser usados para mover varias partes del manipulador. Estos motores pueden ser AC o DC.

J.- ANATOMÍA DEL ROBOT ARMDROID 2001



Base.

La base realiza una función importante de apoyo al resto del brazo. Este aloja el motor que permite al Armdroid 2001 rotar sobre su base, y el cable de conexión es necesario para la interfaz del robot con su controlador. La rotación de la base es de 320°.

Hombro.

El hombro rota sobre la base. Este aloja cuatro motores y asocia los engranajes y correas, que mueven las otras partes del brazo. El movimiento del brazo es de 170°.

Brazo Superior

El brazo superior lleva los engranajes y correas que manejan el codo y muñeca. El movimiento del brazo superior es de 200°.

Antebrazo.

Un fin del antebrazo se une al brazo superior, mientras el otro fin es unido a la muñeca. Este además se mueve hacia arriba y abajo, con un movimiento total de 200°.

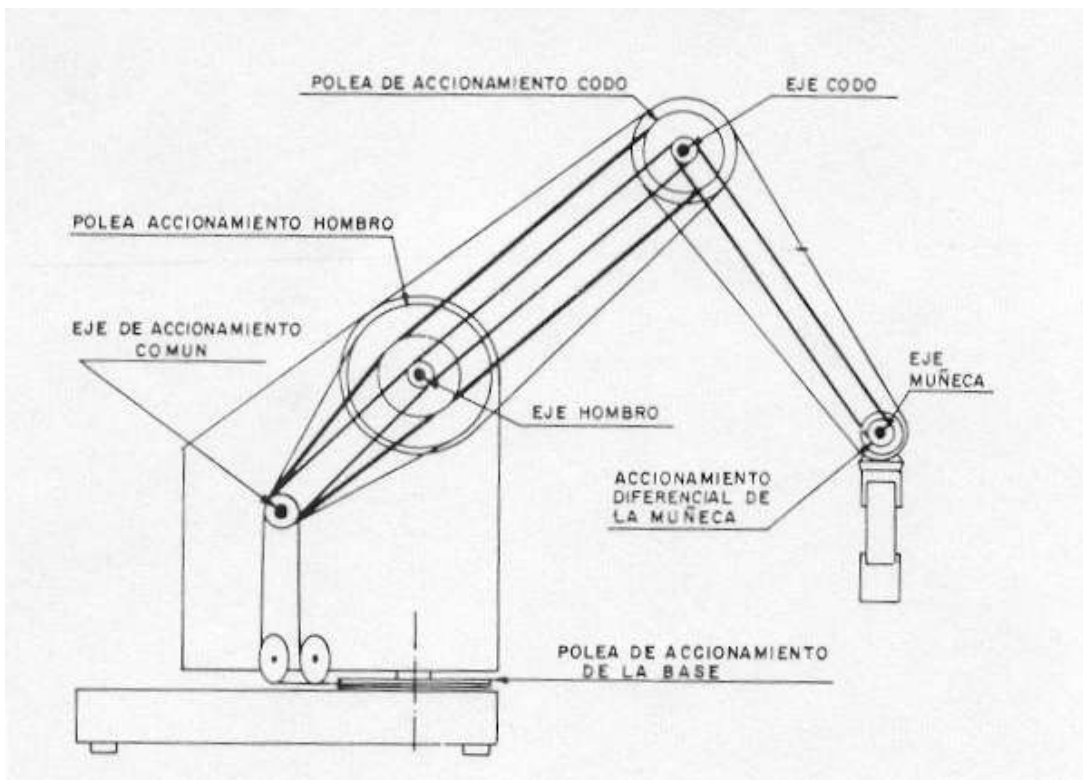
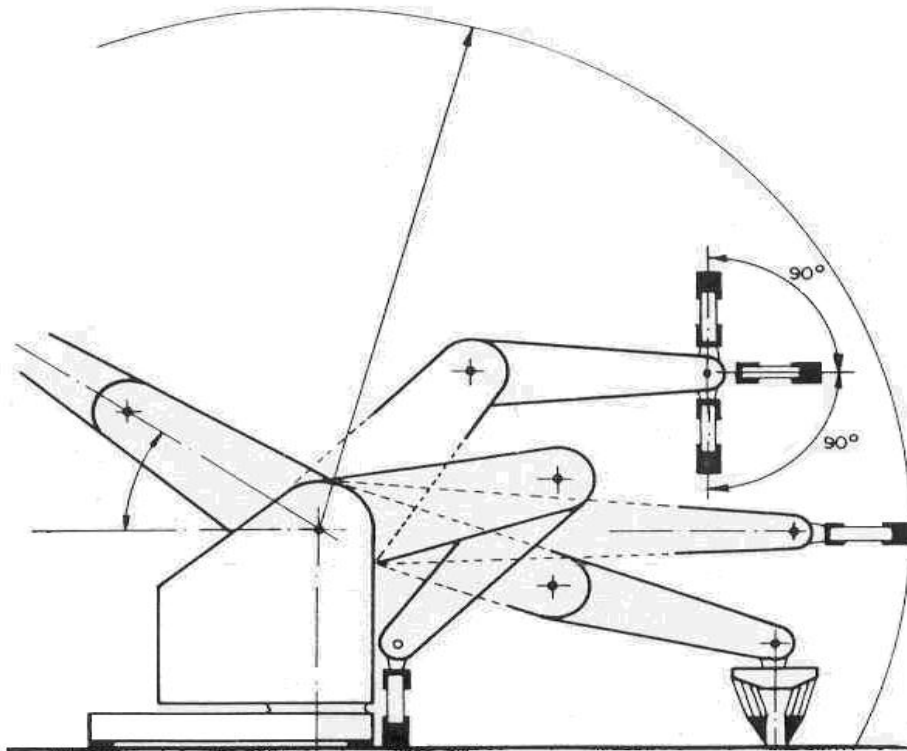
La muñeca y la pinza.

La pinza puede moverse en el sentido inverso a las manecillas del reloj. Hay dos dedos que abren y cierran para agarrar objetos.

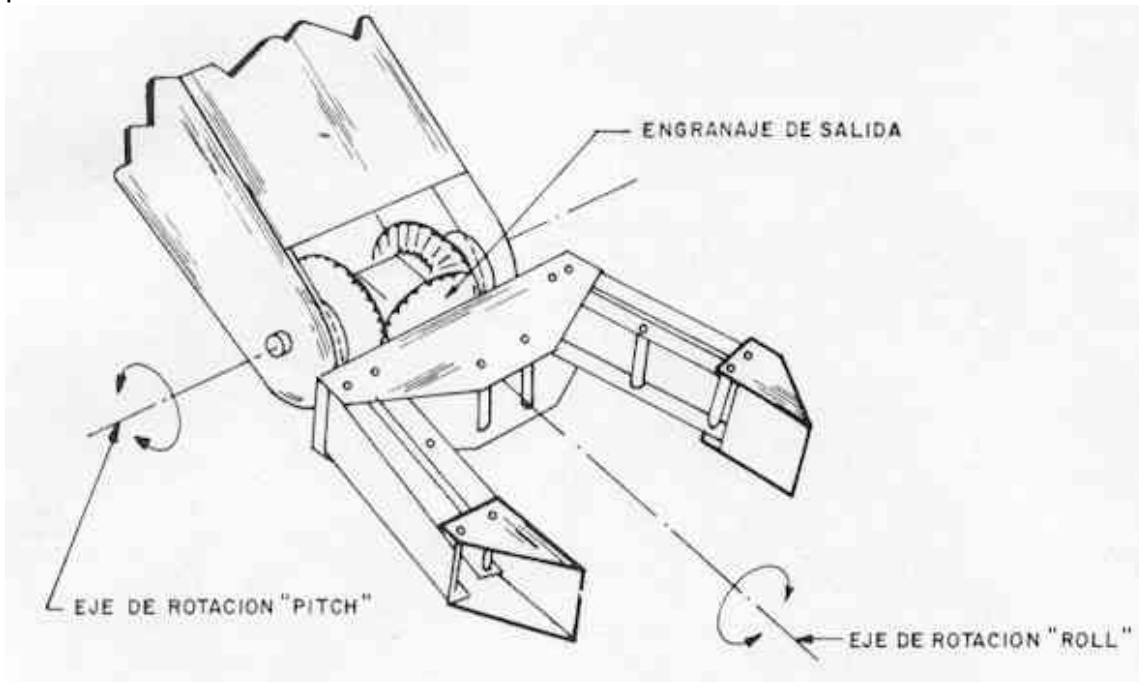
Especificaciones Mecánicas.

| | |
|-------------------------|---|
| Construcción | Brazo articulado |
| Número de Ejes | 5 más la pinza. |
| Capacidad de Carga | 3 libras |
| Habilidad de Repetición | 0.1 pulgadas |
| Velocidad | Programada a un porcentaje, valor dentro de un rango de velocidad |
| Velocidad máxima | 23 pulgadas por segundo |
| Transmisión | Engranajes y correas cronometradas |

En las siguientes figuras se puede apreciar los ángulos de giro clásicos de las distintas articulaciones así como otros detalles del diseño del Armadroid 2001:



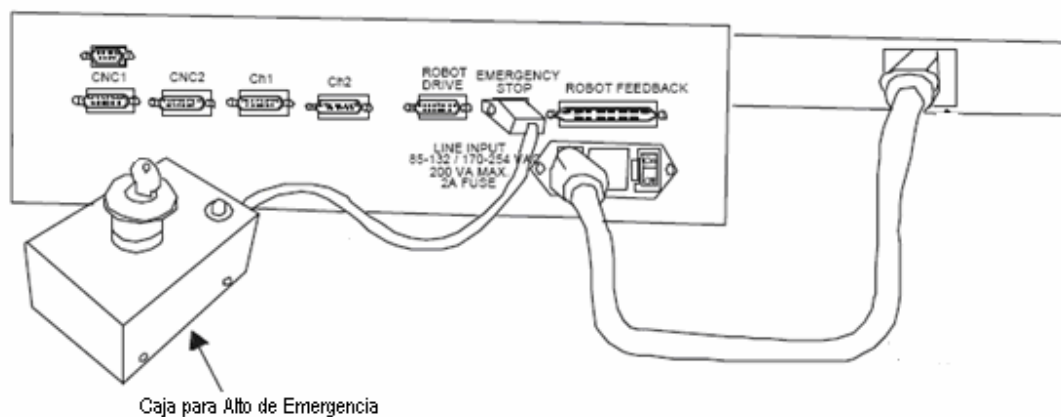
La siguiente figura muestra el diseño y accionamiento de la muñeca y la pinza.

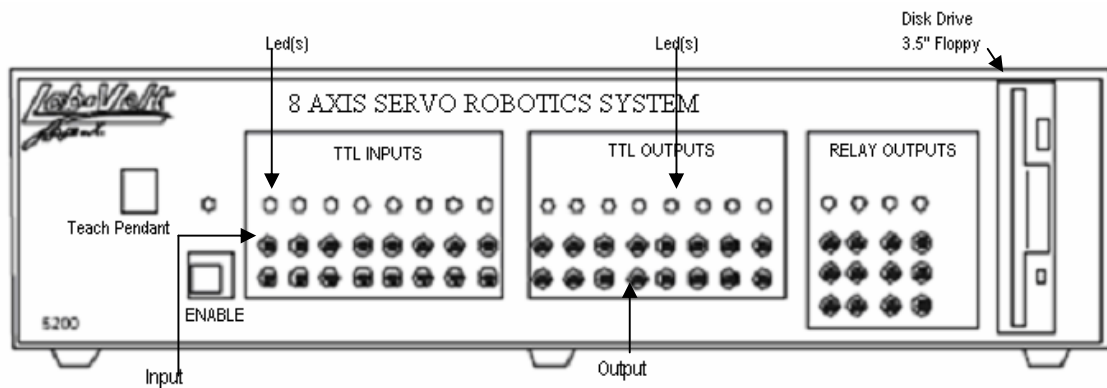


K.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ARMDROID 2001.

1.- Controlador.

Este contiene las entradas y salidas necesarias para enviar y recibir información TTL desde sensores, máquinas CNC, otros robots, o dispositivos externos. Señales son además enviadas también desde la computadora o desde el dispositivo de enseñanza.



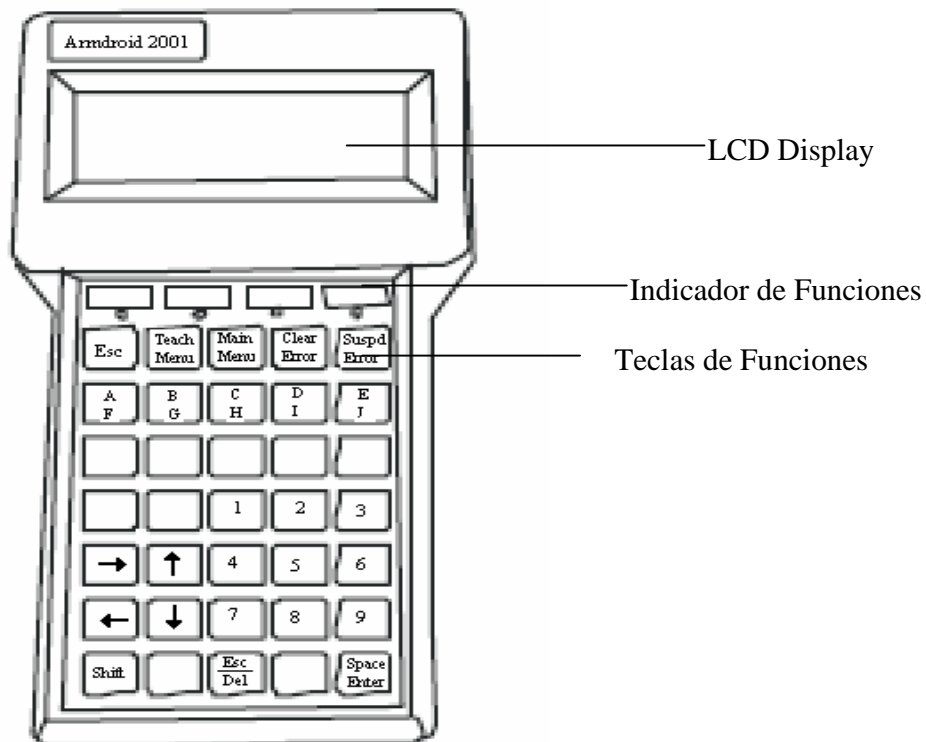


2.- Dispositivo de Enseñanza.

Este es un dispositivo portátil que contiene 40 teclas, que son usadas para introducir comandos alfanuméricos o funciones especiales. Este tiene una pantalla LCD que permite ver los comandos a introducir y las ejecuciones resultantes. Todas las teclas están etiquetadas para una tarea específica.

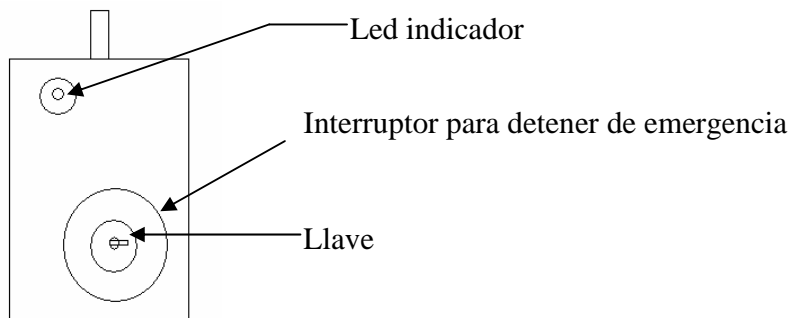
Especificaciones del dispositivo de Enseñanza (Teach pendant).

| | |
|----------|--|
| Pantalla | Pantalla LCD de 4 líneas x 20 caracteres |
| Teclado | 40 Teclas |

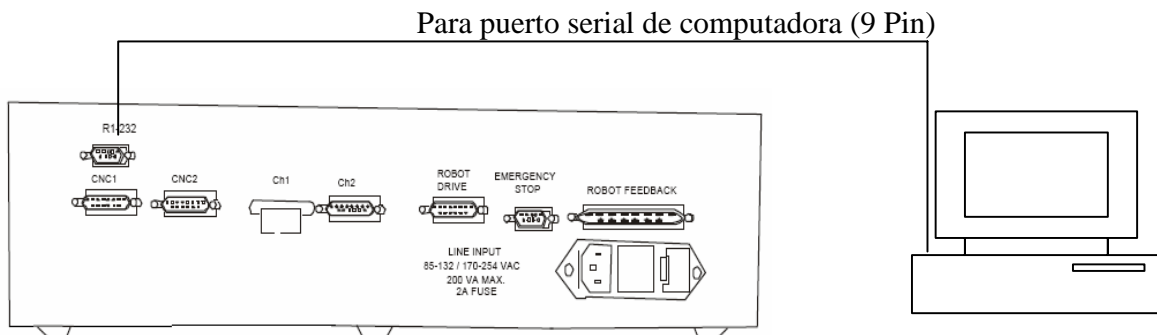


3.- Interruptor para Detener de Emergencia.

Todas las operaciones se detendrán cuando el interruptor de parada de emergencia se aprieta. Cuando se detenga alguna operación en alguna emergencia, la luz de error en el dispositivo de enseñanza iniciara a parpadear y la luz de operación de suspensión indicará que un error ha ocurrido.



Además el Armdroid 2001 puede utilizar una configuración para conectar una computadora desde el cual puede ser controlado.



EL DISPOSITIVO DE ENSEÑANZA.

Funciones de las teclas.

| Teclas | Descripción |
|---------------|--|
| ESC | Regresa un paso atrás desde la posición actual del menú |
| TEACH | Pantallas/Listas de entradas de teclas para controlar el robot |
| MAIN MENU | Muestra el menú principal sobre la pantalla |
| CLEAR ERROR | Limpia la luz de error sobre el dispositivo de enseñanza. El error puede ser limpiado para continuar la operación. |
| SUSPD OPER | Suspende alguna aplicación ejecutándose en el Sistema Armdroid |

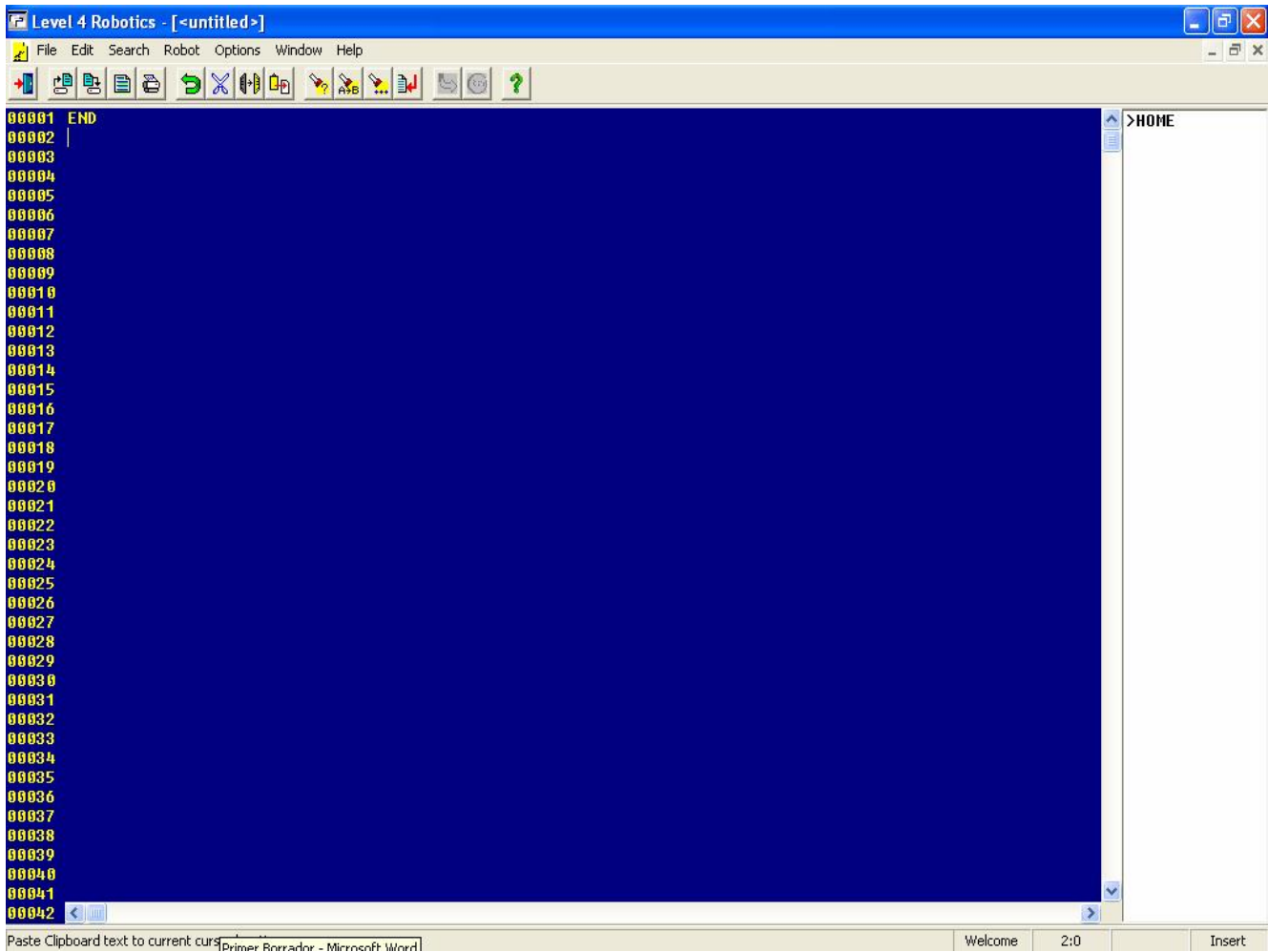
Las siguientes teclas son usadas para controlar los movimientos del robot armdroid 2001.

| Teclas | Descripción |
|---------------|--|
| 1 Q | Abrir/Cerrar la Pinza |
| 2 W | Rotar Muñeca CW/CCW |
| 3 E | Inclinar muñeca |
| 4 R | Codo Subir/Bajar |
| 5 T | Antebrazo Subir/Bajar |
| 6 Y | Rotar Base CW/CCW |
| 7 U | Salida Externa 1 |
| 8 I | Salida Externa 2 |
| Left Arrow | Reducir la velocidad del motor |
| Right Arrow | Acelerar la velocidad del motor |
| Up Arrow | Desplazar una pagina arriba en la pantalla |
| Down Arrow | Desplazar una pagina abajo |
| Shift | Usada para acceder a la conmutación de teclas |
| ▪ [Period] | Define un punto sobre el dispositivo de enseñanza del robot |
| Esc | Permite salir de una función particular u opción del menú |
| Del | Usada para borrar un espacio atrás o editar texto en la pantalla |
| Space | Usado para insertar un espacio entre dos letras |
| Enter | Usado para aceptar una cierta opción |
| 0-9 | Usado para introducir números |
| / | Define un punto de control |

LEVEL 4 ROBOTICS

El level 4 robotics es un programa que permite manipular al Armdroid 2001 desde una computadora personal.

El entorno del programa es el siguiente.

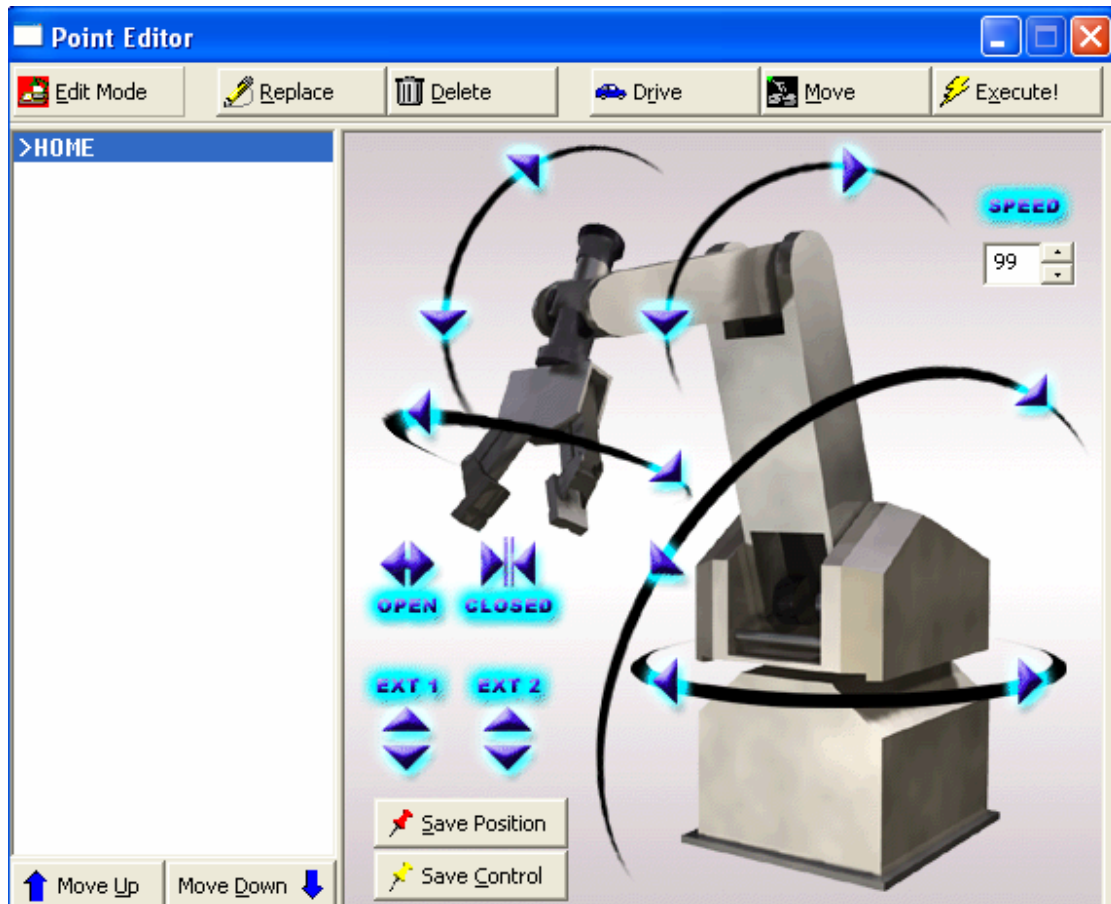


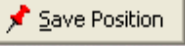
L.- PROGRAMANDO EL ROBOT ARMDROID 2001

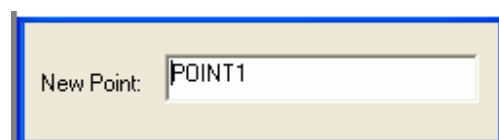
1.- PROGRAMACIÓN GESTUAL UTILIZANDO EL SOFTWARE LEVEL 4 ROBOTICS.

Programar un robot consiste en indicar paso a paso las diferentes acciones que este deberá realizar durante su funcionamiento automático.

La programación se lleva a cabo moviendo el robot a diferentes posiciones con el objetivo de cumplir una determinada tarea, las posiciones son almacenadas como puntos de control, la velocidad con que se llevan a cabo los movimientos se pueden aumentar o disminuir. La interfaz para manipular el Armdroid 2001 desde el programa Level 4 Robotics es la siguiente.



Al dar click izquierdo sobre las flechas indicadoras se hace mover el robot hacia la posición indicada por la flecha. Los puntos se van almacenando al dar click sobre la opción . Al dar click izquierdo sobre este botón se mostrara la siguiente ventana.



Los puntos almacenados en una secuencia determinada harán que el robot cumpla con una determinada tarea, tal como tomar un objeto y ponerlo en otra ubicación, o tareas más complejas propias de los robots industriales.

En el Armdroid 2001 también se puede llevar a cabo la programación textual. A continuación una lista de los comandos disponibles en el programa Level 4 Robotics.

CNCINPUT(x,y)
CNCOUTPUT(x,y)
DELAY <0-9999>
DO <1-9999>
DRIVETO <point>
ELSE
END
ENDIF
ERROR
GOSUB <name>
HOME
IF <expr>
INPUT(x)
LATHE <filename>
MESSAGE <msg>
MILL <filename>
MOVETO <point>
OUTPUT(x) <[0|1]>
RELAY(x) <[0|1]>
REPEAT
RESTART
RETURN
RUNTO <point>
SPEED <0-99>
SUB <name>
UNTIL
WHILE <expr>

Ejemplo de un programa:

```
>HOME  
>POINT1  
>POINT2  
>POINT3  
>POINT4  
>POINT5  
>POINT6  
>POINT7  
>POINT8  
>END
```

Donde cada uno de estos puntos tiene información almacenada hacia donde se moverá el brazo, cuando abrirá la pinza y la velocidad a la que se ejecutaran estos movimientos.

2.- PROGRAMACIÓN GESTUAL UTILIZANDO EL DISPOSITIVO DE ENSEÑANZA.

1. Verifique que el área de trabajo es segura.
2. Ponga los 2 cilindros, uno en la posición C1 y otro en la posición C2 como se muestra en la página cuadrículada que viene con el robot.
3. Asegúrese que el libertador del motor esta fuera y que el interruptor de emergencia esta desbloqueado. Encienda el panel de la unidad de control, y luego el controlador.
4. Presione la tecla <Main Menu> luego se mostrara la pantalla de inicio.
5. Para la posición inicial del Robot:
 - a) Presione la tecla <7>
 - b) Presione la tecla <4>
 - c) Presione la tecla <Y>
 - d) Si necesita cierre la pinza
 - e) Luego presione <Enter>

6. Presione la tecla <Main Menu> para retornar al menú principal.
7. Para configurar la velocidad
 - a) Presione la tecla <1>
 - b) Presione la tecla <7>
 - c) Escriba 70 y luego presione <Enter>. Esto configura la velocidad del robot.
8. Presione la tecla <Teach Menu>
9. Mueva la pinza de modo que esta este sobre la posición C2.
10. Almacene un punto. Esto se hace presionando la tecla un periodo. Para nombrar el punto presione 1 y luego la tecla <Enter>
11. Baje la pinza sobre el cilindro. Salve este punto como 2 y luego presione <Enter>
12. Usando la tecla <5> levante el cilindro 1-2" sobre la superficie.
13. Presione la tecla un periodo y almacene este como punto 4.
14. Use la tecla <5> para levantar el cilindro 10-12" sobre la superficie.
15. Usando la tecla <Y> gire la base del robot hasta que esta este en el medio de la posición C1 y C3.
16. Presione un periodo la tecla y salve este como 5 y presione la tecla <Enter>
17. Gire la base usando la tecla <Y> baje el brazo usando la tecla <T> a una posición de 1" sobre C3. Almacene este como 6 y presione <Enter>.
18. Presione la tecla <Esc> para regresar atrás arriba del menú puntos
19. Para cambiar la velocidad:
 - a) Presione la tecla <7>
 - b) Introduzca la nueva velocidad de 10
 - c) Presione <Enter>
20. Presione <5> para retornar al menú movimientos del robot.
21. Usando las teclas para el codo y el hombro baje el cilindro a la posición C3.
22. Presione la tecla un periodo y almacén como punto 7. Presione <Enter>
23. Presione la tecla <Esc>
24. Para cambiar la velocidad:
 - a) Presione la tecla <7>
 - b) Introduzca la nueva velocidad de 60
 - c) Presione <Enter>
25. Presione la tecla <5>

26. Presione y mantenga la tecla <1> para abrir la Pinza.
27. Almacene este punto como 8.
28. Presione la tecla <5> y levante el brazo del robot 10" sobre la superficie.
29. Almacene este punto como 9.
30. Gire la base usando la tecla <6> y ubique la pinza sobre la posición C1 aproximadamente 1" usando las teclas <T> y <4>.
31. Almacene este como punto 10.
32. Presione <Esc>
33. Presione <7>
34. Cambie la velocidad a 10 y presione <Enter>
35. Presione la tecla <5> para retornar al movimiento del robot.
36. Baje la pinza alrededor del cilindro.
37. Almacene como punto 11.
38. Cierre la Pinza usando la tecla <Q>
39. Almacene como punto 12.
40. Levante el cilindro 1" sobre la superficie usando la tecla <5>
41. Presione <Esc>
42. Presione <7>
43. Configure la velocidad a 70 y presione <Enter>
44. Presione <5>
45. Usando la tecla <5> levante el cilindro 12" sobre la superficie.
46. usando la tecla <6> gire la base hasta que este en medio de la posición de C1 y C2.
47. Almacene este punto como 14.
48. Gire la base y baje el brazo usando las teclas <6>, <R> y <T> aproximadamente 1" sobre la posición C2.
49. Salve como punto 15.
50. Presione <Esc>
51. Presione <7>
52. Configure la velocidad a 5 y luego presione <Enter>
53. Presione <5>
54. Baje el cilindro a la posición C2.
55. Almacene como punto 16.
56. Cambie la velocidad a 60.
57. Abrir la Pinza.

58. Almacene este punto como 17.
59. Use la tecla <5> para levantar la pinza 8-10" sobre la superficie.
60. Almacene como punto 18.
61. Gire el robot y ubique la pinza aproximadamente 1" sobre la posición C3.
62. Almacene este punto como 19.
63. Baje la pinza alrededor del cilindro.
64. Almacene como punto 20.
65. Cierre la Pinza.
66. Almacene como punto 21.
67. Use la tecla <5> para levantar el robot alrededor de 6" sobre la superficie.
68. Almacene como punto 22.
69. Ubique el cilindro aproximadamente 1" sobre la posición C1, usando las teclas <6>, <4> y <T>
70. Almacene como punto 23.
71. Presione la tecla <Esc>
72. Presione <7>
73. Configure la velocidad a 10 y luego presione la tecla <Enter>
74. Presione la tecla <5>
75. Baje el cilindro a la superficie.
76. Almacene como punto 24.
77. Presione la tecla <Esc>
78. Presione <7>
79. Configure la velocidad a 65.
80. Presione <5>
81. Mantenga la tecla <1> y abra la pinza.
82. Almacene este punto como 25.
83. Presione la tecla <5> para levantar la pinza 4-5" sobre la superficie.
84. Almacene como punto 26.
85. Presione <Esc> hasta retornar al menú principal.
86. Presione <1> desde el menú puntos.
87. Presione <4> para mover a.
88. Usando la flecha de arriba y abajo ponga el cursor en HOME.
89. Presione <Enter> y el robot se moverá a la posición de inicio.
90. Presione la tecla <Main Menu>

91. Presione <2> para ejecutar.
92. Presione <0> una vez.
93. El robot ahora ejecutara la secuencia que esta programada.

M.- VENTAJAS DE LOS ROBOTS INDUSTRIALES.

En la manufactura moderna existen muchas ventajas en el uso de robots, en lugar de la mano de obra humana o de la automatización fija. Las ventajas potenciales de la robotización se pueden maximizar efectuando elecciones de aplicación sabias. Los robots industriales obtienen todo su potencial económico en aplicaciones donde el volumen de productos es suficientemente grande para recuperar el desembolso en costos de equipo, programación e ingeniería, aunque lo suficientemente bajos para que no justifiquen un equipo dedicado de uso especial.

Ventajas:

- Los robots funcionan a un nivel constante de calidad.
- Se minimiza el desperdicio, las materias primas estropeadas y los retrabajos.
- Pueden trabajar en áreas que sean riesgosas o poco agradables para los seres humanos.
- Ningún trabajo es aburrido, cansado o fatigoso para los robots.
- Es posible una producción continua de 24 horas durante muchos días.
- Representa una sola inversión; no es necesario pagar salarios cada año en cantidades crecientes, y no existen costos indirectos como planes de pensiones y de seguros, vacaciones, pago durante enfermedad, etc.

- ☑ La inversión en un robot significa un desembolso de capital por una sola vez; en tanto que la mano de obra humana requiere un costo continuo por salarios, que se incrementan de manera anual.

- ☑ Los robots tienen ventajas cuando se requiere de la fuerza; y en muchas aplicaciones son más rápidos que los seres humanos

- ☑ Los robots son reprogramables con mayor facilidad para poder aceptar nuevos productos o modificaciones al diseño existente.

- ☑ A menudo los componentes del producto tienen que ser rediseñados, dando como resultado un diseño simplificado, mejor y más económico para el producto.

- ☑ Se mejorará la calidad en muchas áreas.

- ☑ Se pueden reducir el tiempo entre planeación y la terminación de la fabricación del producto.

- ☑ El trabajo en proceso puede ser menor.

DISEÑO METODOLÓGICO

Las investigaciones pueden clasificarse desde diferentes puntos de vista:

1. Según su aplicabilidad.
2. Según el nivel de profundidad del conocimiento.
3. Según la amplitud.

Clasificaremos nuestra investigación desde el punto de vista de su aplicabilidad.

Esta investigación es del tipo teórica y aplicada, debido a que se presenta un estudio de los métodos y lenguajes de programación utilizados en la Robótica (investigación teórica), y se muestra como se aplica la programación gestual en el Robot Armdroid 2001 (investigación aplicada).

El método utilizado en la investigación es exploratorio, la metodología contempla dos acciones:

- Estudio de la documentación.
- Contactos directos.

La primera de ellas se refiere a la reconstrucción del trabajo realizado por otros: revisión de archivos, informes, estudios y todo tipo de documentos o publicaciones.

El contacto directo se refiere a una vez estudiada la documentación es aplicado en un ámbito de el trabajo, en nuestro caso la programación gestual en el robot Armdroid 2001.

Las fases en que se llevo a cabo el estudio son las siguientes:

Fase I: Recopilación de información en medios como Internet, libros y revistas. Principalmente la documentación encontrada fue en Internet y los libros de documentación del Robot Armdroid 2001 Modelo DM – 5200 como son: El manual de estudiante y la guía de usuario.

Fase II: Estudio del robot Armdroid 2001, modelo DM -5200, en el cual se abarcaron los siguientes aspectos:

- Características: técnicas y operacionales.

- Funcionamiento:
 - 1) Estudio en profundidad del software utilizado para su manipulación.

 - 2) Estudio en profundidad de las funciones del dispositivo de enseñanza utilizado para su manipulación.

Fase III: Procesamiento de la información y Análisis de los Datos, en la cual se procedió a estructurar el documento de la investigación tomando como base la información recolectada así como las pruebas y practicas realizadas sobre el Robot Armdroid 2001.

CONCLUSIONES.

Dentro del Área de la Robótica los Robots industriales son los que más se han desarrollado, estos pueden programarse utilizando varias técnicas o métodos, algunos necesitan al robot en línea, otros no, es decir operan fuera de línea.

Los métodos de programación utilizados en la Robótica, se dividen en:

Programación Gestual

Consiste en guiar el brazo del Robot directamente a lo largo de la trayectoria que debe seguir, esta se subdivide en dos clases: Programación por aprendizaje directo y Programación mediante un dispositivo de enseñanza.

Programación Textual

Las acciones que ha de realizar el brazo del Robot, se especifican mediante el programa, que consta de un texto de instrucciones o sentencias, cuya confección no requiere la intervención del Robot, en esta existen dos grandes grupos:

- Programación Textual Explícita, en la cual hay dos niveles: nivel de movimientos elementales y a nivel estructurado.
- Programación Textual Especificativa.

En la Robótica no existe un lenguaje de programación estándar, por lo general cada Robot posee su propio lenguaje. Como ejemplo de estos programas tenemos: ANORAD, VAL, MAL, MAPLE, MCL, RAPT, AUTOPASS, LAMA, STRIPS, HILAIRE y otros.

Actualmente, los robots industriales poseen diversas aplicaciones, tales como: soldadura, pintura, corte, ensamblaje, fundición, alimentación de maquinas, paletización, etc.

El Robot Industrial posee muchas ventajas, dentro de las cuales podemos citar: sustituyen al hombre en trabajos peligrosos, repetitivos e ininterrumpidos; funcionan con un nivel constante de calidad, producción continúa 24 horas, representa una sola inversión, mejoran la producción en las áreas que se involucran, entre otras.

La programación gestual desarrollada con el Robot Armdroid 2001, es sencilla, no requiere conocimientos del lenguaje de programación utilizado por este Robot. Esta programación se lleva a cabo almacenando paso a paso una cantidad de puntos, que reflejan los movimientos realizados del Armdroid 2001 en este proceso, la velocidad de los movimientos es especificada acorde a la posición que se pretende alcanzar. Esta programación se puede llevar a cabo desde una computadora utilizando el Software Level 4 Robotics o bien mediante el dispositivo de enseñanza (botonera).

GLOSARIO.

AC: Corriente Aleatoria.

Arborescente: En forma de árbol.

Articulaciones: Que tiene una o varias articulaciones es decir, el sistema articulado de una máquina.

Autómata: Es un robot industrial que realiza operaciones anteriormente ejecutadas por personas.

APT (Advanced Packaging Tool): Es una herramienta de administración de paquetes.

CNC: Control Numérico Computarizado.

DC: Corriente Continúa.

Energía Hidráulica: Funciona con ayuda de un líquido.

Energía Neumática: Funciona con ayuda de aire comprimido.

Exteroceptivos: Conjunto de informaciones recogidas por los receptores sensoriales, estimulados por agentes externos, como sensaciones auditivas, táctiles, etc.

Grados de Libertad: Ejes para realizar los movimientos a diferentes grados para una trayectoria.

Homogéneas: Que pertenece a un mismo género.

LCD: Pantalla de cristal líquido.

LED: Diodo emisor de luz.

Poli articuladas: Varias articulaciones.

Robot: Máquina automática capaz de manipular objetos o realizar una función determinada por medio de un programa fijo o modificable o mediante aprendizaje: robot industrial.

Robótica: Conjunto de técnicas utilizadas para el diseño y construcción de robots y la puesta en práctica de sus aplicaciones.

Servomotores: Mecanismo de mando cuya energía de maniobra es suministrada por una fuente exterior, a fin de reducir los esfuerzos que deben realizarse o de facilitar el control remoto.

TTL: Lógica de Transistor a Transistor

Donde los elementos de entrada son transistores, así como los elementos de salida del dispositivo.

BIBLIOGRAFIA

- 📖 Armdroid 2001 Robot, Model DM-5200
Lab-Volt System, Inc.
Student Manual.
- 📖 Armdroid 2001 Robot, Model DM-5200
Lab-Volt System, Inc.
User's Guide
- 📖 Investigar es Fácil
Valinda Sequeira, Astralia Cruz.
Editorial El Amanecer, S.A.
2da Edición.
- 📖 <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EpZVVZEpluFSJWLuzD.php>
- 📖 http://html.rincondelvago.com/robotica_lenguajes-de-programacion-para-la-robotica.html
- 📖 <http://www.aisa.uvigo.es/DOCENCIA/AyRobotica/Programacion.pdf>
- 📖 <http://www.monografias.com/trabajos7/lero/lero.shtml#>
- 📖 <http://www.monografias.com/trabajos7/lero/lero2.shtml#>

ANEXOS

- Grethell Johanna Espinoza Fajardo
Egresada de la Facultad de Ciencias e Ingenierías
Desde 1998 de la carrera de Licenciatura en Computación
Actualmente estudiante de Administración de Empresas
Experiencia Laboral en Áreas Administrativas desde el año 1997 a la
Fecha

- Néstor José Gaitán Gutiérrez
Egresado de la Facultad de Ciencias e Ingenierías
Desde 2002 de la carrera de Licenciatura en Computación
Actualmente estudiante de Contaduría Pública y Finanzas
Experiencia Laboral como Docente en Lenguajes de Programación
Desde el año 2003

- Tannia Jovanka Silva Ramírez
Egresado de la Facultad de Ciencias e Ingenierías
Desde 1990 de la carrera de Licenciatura en Computación
Experiencia Laboral en Informática desde el año 1985.







