

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO**

ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACION DE UN BRAZO
ROBOTICO CON RECONOCIMIENTO DE VOZ PARA LA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO”**

JAVIER NICOLAS SANCHEZ VAYAS

DIRECTOR DE LA DISERTACION:

ING. MSC. JANIO JADAN

AMBATO, 2007

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE AMBATO

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“ESTUDIO E IMPLEMENTACION DE UN BRAZO
ROBOTICO CON RECONOCIMIENTO DE VOZ PARA LA
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE LA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO”**

DIRECTOR DE LA DISERTACIÓN:

ING. M.Sc. JANIO JADÁN

AMBATO, 2007

AUTORÍA DE LA TESIS

Yo, Javier Nicolás Sánchez Vayas, declaro que la presente investigación, enmarcada en el diseño del Presente Plan que se presentó como Plan de Disertación es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud declaro, que el contenido de la presente es de mi exclusiva responsabilidad legal y académica.

Javier Nicolás Sánchez Vayas

CI: 180200908-2

AGRADECIMIENTO

Cada paso que se da en la vida es la guía para nuestro futuro, acarrea consecuencias, buenas otras veces malas, pero cuando se está en buena compañía de gente bendecida por Dios uno se tiene la seguridad de que el próximo paso que se dé será más fuerte y positivo que el anterior.

Este proyecto es el logro de meses de investigación acerca de una tendencia tecnológica creciente alrededor del mundo y que de a poco se ha vuelto el centro de atención de muchos, recalco mis agradecimientos a mi Familia, amigos y compañeros colegas que prestaron su valiosa ayuda. Una mención especial merece el Ing. Telmo Viteri Ex Director de la Escuela de Sistemas, Ing. MSC Janio Jadán Director de mi Disertación, Ing. Santiago Acurio Director de la Escuela de Sistemas, quienes con sus conocimientos técnicos contribuyeron a la correcta culminación de este proyecto.

Mi más ansiada aspiración es que este proyecto sirva como base para futura investigación en el Área de Robótica, tanto en estudio técnico como en aplicación y así colaborar con el desarrollo de mi querida Universidad y aportar con un granito de arena mas al estudio e implementación de este tipo de trabajos para que más gente profesional de nuestro país se interese en este tipo de estudios.

J.N.S.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis Padres Mónica y Marcelo, también de manera muy especial a mis queridos Abuelitos Carlos y Elvia, y a nuestro Padre Dios. Por darme la fortaleza, el apoyo y la confianza para atravesar cada obstáculo y barrera que se presento dentro de mi vida y que me hizo una mejor persona

J.N.S.V.

INDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA TESIS	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	I
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I: PROYECTO DE ESTUDIO	6
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.1.1 Problema	6
1.1.2 Problematización.....	6
1.2 DELIMITACIÓN	6
1.3 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	7
1.3.1 Importancia.	7
1.3.2 Justificación.....	8
1.4 OBJETIVOS	9
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
1.5 HIPÓTESIS	9
1.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS	9
1.6.1 Fundamentos Teóricos	9
1.6.2 Métodos de Investigación.....	10
1.6.3 Tipo de Investigación	10
1.6.4 Técnicas de Investigación	11
1.6.5 Nivel de Investigación	11
1.6.6 Esquema del procedimiento del trabajo	12
CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEÓRICO	13
2.1 INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA	13
2.1.1 Antecedentes y Desarrollo Histórico	13
2.1.2 Historia de los Robots	15
2.1.3 Tipos de Robots	22
2.2 LOS BRAZOS ROBÓTICOS	24
2.2.1 El Brazo Humano	25
2.2.2 Tipos de Brazos Robóticos	25

2.2.3 <i>Técnicas de Activación</i>	28
2.3 RECONOCIMIENTO DE VOZ	30
2.3.1 <i>Antecedentes</i>	30
2.3.2 <i>Proceso de producción y recepción del habla</i>	31
2.3.3 <i>Elementos de un reconocedor de voz</i>	32
2.3.4 <i>Procesamiento de la señal de voz</i>	33
CAPÍTULO III	35
IMPLEMENTACION DEL BRAZO ROBOTICO CON RECONOCIMIENTO DE VOZ ..35	
3.1 ANALISIS INICIAL	35
3.1.1 <i>Antecedentes</i>	35
3.1.2 <i>Obtener el nuevo mecanismo de aprendizaje</i>	36
3.1.3 <i>Alcance</i>	38
3.1.4 <i>Visión general</i>	39
3.1.5 <i>Descripción general del Kit</i>	40
3.1.6 <i>Funciones permitidas del Brazo Robótico</i>	42
3.2 ENSAMBLAJE	44
3.2.1 <i>Ensamblaje de las Pinzas</i>	44
3.2.2 <i>Ensamblaje de la Muñeca</i>	45
3.2.3 <i>Ensamblaje del AnteBrazo</i>	45
3.2.4 <i>Ensamblaje del Hombro y Base</i>	46
3.3 TALLERES PRACTICOS	47
3.3.1 <i>Talleres en la operación Manual</i>	48
3.3.2 <i>Control mediante un Computador</i>	51
3.3.3 <i>Control mediante reconocimiento de voz</i>	55
CAPÍTULO IV	58
VALIDACION Y VERIFICACION DE RESULTADOS.....	58
CAPÍTULO V	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. CONCLUSIONES.....	59
5.2. RECOMENDACIONES	60
ANEXOS	61
HECHOS MÁS IMPORTANTES DE LA ROBÓTICA	61
GLOSARIO DE TERMINOS.....	71

MANUAL DE USUARIO.....77

BIBLIOGRAFIA.....87

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DEL PLAN DE TESIS	12
FIGURA 2: PUERTA AUTOMÁTICA QUE SE ACCIONA CUANDO SE PRENDE O SE APAGA FUEGO	15
FIGURA 3: AUTÓMATA DE UN PATO DE COBRE INVENTADO POR JACQUES DE BEAUKERSON	16
FIGURA 4: LA COMPAÑÍA FORD INVIRTIÓ CERCA DE \$700 MILLONES EN SU PLANTA DE MICHIGAN PARA UNA LÍNEA DE ENSAMBLAJE CON BRAZOS ROBÓTICOS	18
FIGURA 5: ROBOT PATHFINDER DESARROLLADO POR LA NASA	19
FIGURA 6: ROBOT MINDSTORMS DESARROLLADO POR LEGO EN 1998	20
FIGURA 7: HISTORIA VISUAL DEL DESARROLLO DEL ROBOT ASIMO POR LA EMPRESA HONDA	21
FIGURA 8: HUMANOIDE QUE BRINDA INFORMACIÓN ACERCA DE LA PUCESA	21
FIGURA 9: EJEMPLOS DE TIPOS DE ROBOTS	24
FIGURA 10: EJEMPLO DE UN BRAZO ROBÓTICO	26
FIGURA 11: EJEMPLO DE UN BRAZO ROBÓTICO UTILIZADO EN MICROCIRUGÍA	29
FIGURA 12: PROCESO DE PRODUCCIÓN Y RECEPCIÓN DEL HABLA	32
FIGURA 13: ARQUITECTURA DE UN SISTEMA RECONOCEDOR DE VOZ.....	33
FIGURA 14: EJEMPLO DE UNA ONDA DE SONIDO.....	34
FIGURA 15: BRAZO ROBÓTICO DE LEGO MINDSTORMS	36
FIGURA 16: KIT DE BRAZO ROBÓTICO DESARROLLADO POR LYNXMOTION	37
FIGURA 17: BRAZO ROBÓTICO CON RECONOCIMIENTO DE VOZ - ROBOTIC ARM TRAINER 007 MOVIT	38
FIGURA 18: KIT "ROBOTIS ARM TRAINER" O "BRAZO ROBÓTICO DE ENTENAMIENTO"	39
FIGURA 19: COMPONENTES DEL KIT BÁSICO DEL "BRAZO ROBÓTICO DE ENTRENAMIENTO"	40
FIGURA 20: TARJETA DE CONEXIÓN CON LA COMPUTADORA DEL BRAZO ROBÓTICO	41
FIGURA 21: COMPONENTES ADICIONALES PARA EL RECONOCIMIENTO DE VOZ DEL BRAZO ROBÓTICO	41
FIGURA 22: EJES DE ACCIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO.....	42
FIGURA 23: INTERFAZ GRÁFICA EN EL COMPUTADOR PARA EL CONTROL DEL BRAZO ROBÓTICO....	43
FIGURA 24: EJES DE ACCIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO EN LAS TRES MODALIDADES DISPONIBLES	43
FIGURA 25: ENSAMBLAJE DE LAS PINZAS.....	44
FIGURA 26: ENSAMBLAJE DE LA MUÑECA	45
FIGURA 27: ENSAMBLAJE DEL ANTEBRAZO.....	46
FIGURA 28: ENSAMBLAJE DE LA BASE Y HOMBRO DEL ROBOT	46
FIGURA 29: INTEGRACIÓN DE LA BASE (HOMBRO) CON EL ANTEBRAZO, BRAZO Y PINZA	47
FIGURA 30: TALLER 01: SISTEMA DE TRANSMISIÓN CON CONTROL MANUAL	49
FIGURA 31: TALLER 02 - TORQUE Y POTENCIA CON CONTROL MANUAL	51
FIGURA 32: TALLER 03 - FUNCIONAMIENTO DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE	53
FIGURA 33: TALLER 05 - ESTUDIO DE LA AUTOMATIZACIÓN Y SUS PROBLEMAS	55
FIGURA 34: TALLER 05 - RECONOCIMIENTO DE VOZ.....	57

INTRODUCCIÓN

La Robótica busca facilitar, mediante experimentación, el aprendizaje de conceptos de razonamiento mecánico tales como: fuerza, engranajes, ventaja mecánica, centro de gravedad, trabajo, potencia, fricción (rozamiento), relaciones, transmisión, velocidad, aceleración etc, así como identificación y utilización de componentes electrónicos como: resistencias, transistores, compuertas lógicas, sensores, microcontroladores y el aprendizaje sobre la inteligencia del robot utilizando un software de simulación, programación y transmisión de programas a un microcontrolador.

La robótica como hoy en día la conocemos, tiene sus orígenes hace miles de años. Nos basaremos en hechos registrados a través de la historia, y comenzaremos aclarando que antiguamente a los robots se los llamaban autómatas, y la robótica no era reconocida como ciencia, es más, la palabra robot surgió mucho después del origen de los autómatas. El robot, en sí, es un aparato que puede realizar mecánicamente ciertos movimientos bajo la acción de un motor. Está programado para moverse, manipular objetos y realizar diversos trabajos.

La robótica es una nueva tendencia tecnológica que hoy en día en nuestro país ha ido incrementado su investigación y estudio en varias universidades, este es el caso de nuestra universidad que hace varios años viene realizando proyectos de inteligencia artificial aplicada a la robótica, los mismos que han servido como punto de inicio para el estudio de la aplicación de la robótica en nuestro entorno, es así como nace el proyecto de implementación de un brazo robótico con reconocimiento de voz, el mismo que esta enfocado al enriquecimiento de los conocimientos de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA.

Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar conocimientos y habilidades en el estudio de la Inteligencia Artificial aplicada en la Robótica.

CAPÍTULO I: PROYECTO DE ESTUDIO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Problema

- Ausencia de un brazo robótico con reconocimiento de voz para realizar un estudio que permita hacer prácticas de Inteligencia Artificial en la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA.

1.1.2 Problematización

- La falta de elementos didácticos que permitan aplicar conceptos de Inteligencia Artificial.
- Carencia de un dispositivo que reciba ordenes de voz.
- Ausencia de un instructivo o base de conocimientos que permitan interactuar con un brazo robótico.
- Inexistencia de material didáctico que permita interactuar con un brazo robótico.

1.2 DELIMITACIÓN

La solución al problema planteado se lo realizará dentro del Campus Universitario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato, ubicada en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector El Tropezón.

El proyecto además se desarrollará bajo las siguientes delimitaciones puntuales:

1. En el proyecto se explicarán los fundamentos de robótica básicos necesarios para lograr entender el funcionamiento del brazo robótico y que sea el punto de partida de futuras investigaciones en el área.
2. El Hardware necesario para la implementación estará dado por un kit armable de un brazo robótico con 5 ejes de movimiento, controlado por medio de su propio panel de control y por medio de un circuito que estará conectado a un computador equipado con los requerimientos necesarios para el uso y correcto funcionamiento del mismo y también se usara un micrófono para establecer el medio comunicativo entre el computador y el brazo.
3. Para el uso del brazo robótico es necesario el uso de un software que sea capaz de controlar los grados de libertad de cada eje del brazo para las demostraciones y prácticas que se vayan a realizar.
4. Una vez que se realice la implantación y se logre el funcionamiento del brazo robótico se describirán talleres prácticos y posibles usos de la robótica aplicada a los fundamentos de inteligencia artificial y sus aplicaciones en el medio universitario.
5. Se investigará el medio de comunicación con el computador y la posibilidad para desarrollar nuevas aplicaciones de software que se puedan integrar al control del brazo robótico.
6. El tiempo aproximado para la culminación del presente trabajo es de seis meses contados a partir de la fecha de aprobación del plan de tesis.

1.3 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

1.3.1 Importancia.

A nivel Local la PUCESA podría mejorar el estudio de la robótica en base a un ejemplo palpable de inteligencia artificial en un brazo robótico, además los alumnos con los talleres prácticos podrán realizar pruebas y esto ayudará a la

motivación del desarrollo de futuros proyectos de robótica que se realicen dentro de la universidad.

A nivel Provincial la Universidad Católica sería una de las pioneras en implementar el estudio e investigación de un brazo robótico controlado por comandos de voz, la Universidad podría en el futuro utilizarlo como medio de promoción; también se podría usar para ser presentado en futuros congresos o presentaciones de la misma.

A nivel Nacional será de gran importancia porque se podría sentar un precedente que pueda ser imitado por otras Sedes y de ésta manera impulsar el estudio de nuevas tecnologías de avanzada y de tendencia creciente en nuestro país cumpliendo así con los objetivos del Sistema Nacional de Universidades Católicas del Ecuador.

1.3.2 Justificación.

Desde el punto de vista Tecnológico se justifica la implementación de un brazo robótico con reconocimiento de voz para la PUCESA, al existir proyectos previos que han sido investigados e implementados. Así como la posibilidad de adquirir equipos de inteligencia artificial para la creación de un laboratorio o centro de estudio dentro de la universidad.

En cuanto a lo Económico, se justifica ya que las nuevas tecnologías son cada vez menos costosas, y el único hardware indispensable que no se lo fabrica a nivel nacional sería el brazo robótico; que complementado con el ingenio y formación académica se logrará desarrollar el nivel de configuración deseado y el posible desarrollo de software adicional.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar y configurar un brazo robótico con reconocimiento de voz para la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA para poder realizar prácticas de Inteligencia Artificial.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Implementar y configurar un brazo robótico para aplicar conceptos de Inteligencia Artificial.
- Estudiar el campo de reconocimiento de voz y su aplicación en un elemento robotizado.
- Facilitar una base de conocimientos para los alumnos de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA.
- Desarrollar Talleres prácticos que permitan a los alumnos de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA interactuar con el brazo robótico.

1.5 HIPÓTESIS

Mediante el estudio y posterior implementación del brazo robótico con reconocimiento de voz, los alumnos de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la PUCESA desarrollarán conocimientos y habilidades para poder realizar prácticas de Inteligencia Artificial.

1.6 ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.6.1 Fundamentos Teóricos

En este proyecto de disertación se utilizarán tres paradigmas descritos a continuación.

Empirista. Porque toda actividad se llevará a cabo en base a la práctica y a los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del proyecto.

Racionalista. Porque el proyecto tiene preconcebido la utilización de un sistema mecánico ya existente, y la implementación de hardware y software que integren todo un sistema.

Pragmatista. Puesto que como resultado final se logrará la implementación y funcionamiento del Brazo Robótico con Reconocimiento de Voz, independientemente de los medios que se utilicen para llegar a éste propósito.

1.6.2 Métodos de Investigación

Durante el proceso de investigación del presente proyecto de disertación, se utilizará el Método Científico para plantear las bases de la investigación. Así mismo, se utilizará una Investigación Experimental en la medida en que se ejecutará experimentación del software y los componentes mecánicos y electrónicos que conformarán todo el Sistema.

1.6.3 Tipo de Investigación

En este proyecto se llevará a cabo una Investigación de Tipo Bibliográfica, puesto que se realizará primeramente un estudio de las especificaciones de los componentes mecánicos y electrónicos y su compatibilidad con el software a utilizarse.

1.6.4 Técnicas de Investigación

En la presente investigación se requiere extraer información de diferentes fuentes, para esto se realizará búsqueda y recuperación de información en el Internet, así como el uso de libros y manuales. Lo anterior nos lleva a utilizar las técnicas de fichaje que permita clasificar y organizar las fuentes de consulta.

1.6.5 Nivel de Investigación

El nivel de investigación se resumirá en los tres puntos más importantes:

- Investigar la configuración y manejo de un brazo robótico.
- Implementar un brazo robótico de 5 ejes con reconocimiento de voz.
- Configurar un software para el manejo del brazo robótico.

En conclusión, el proyecto de investigación será de tipo aplicado, porque se realizarán estudios y trabajos directos con la configuración del hardware y software y el desarrollo de talleres de aplicación.

1.6.6 Esquema del procedimiento del trabajo

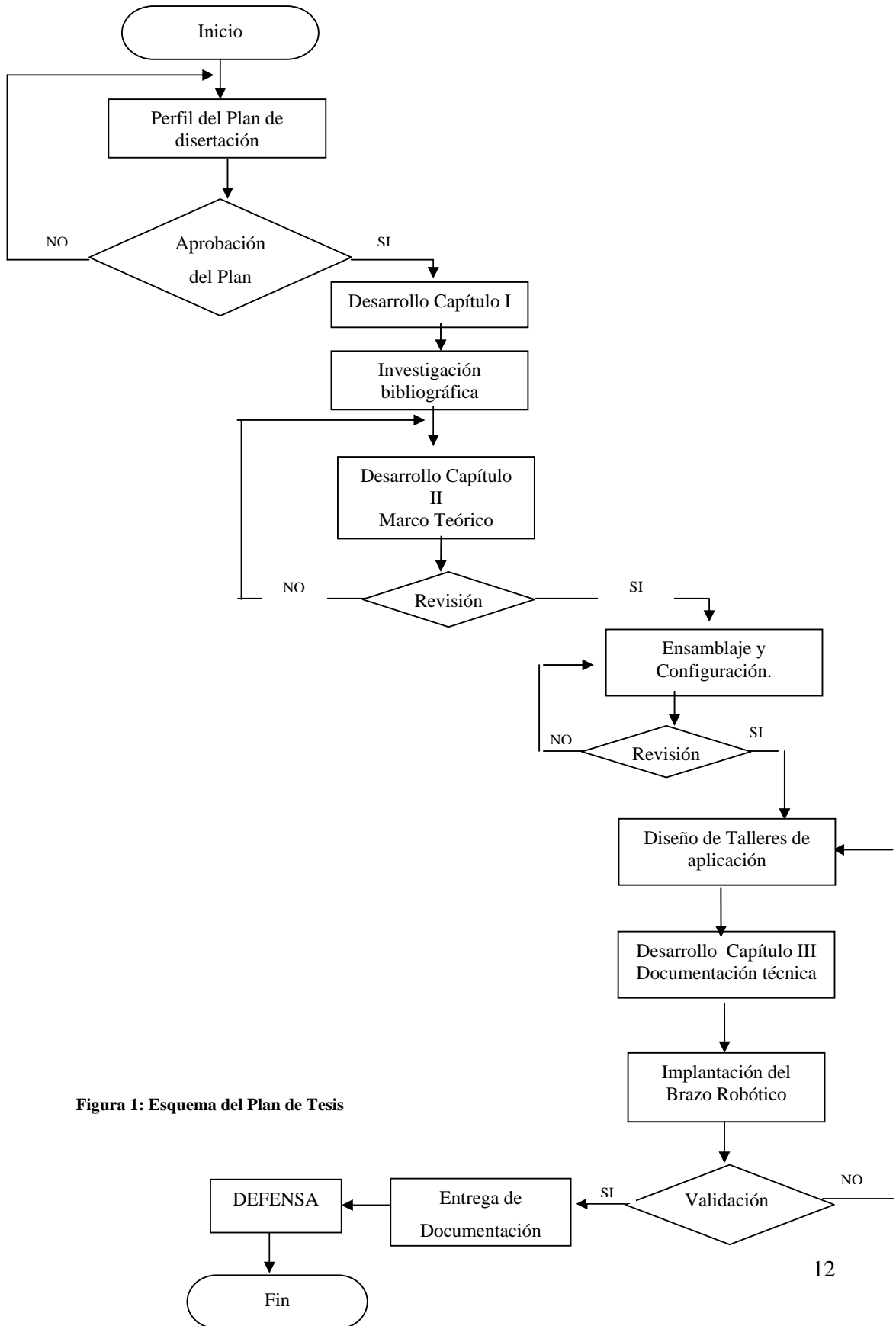


Figura 1: Esquema del Plan de Tesis

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA

2.1.1 Antecedentes y Desarrollo Histórico

Desde que el hombre es hombre ha buscado herramientas que le hagan la vida más fácil. En un principio estas herramientas no eran más que piedras y huesos afilados de animales, pero según el conocimiento humano se fue expandiendo, también se fue aplicando a la construcción de más y mejores herramientas como la palanca que llevó a Arquímedes a afirmar "*Dadme un punto de apoyo y levantaré al mundo*". Le siguieron las poleas, molinos y engranajes. Y así poco a poco funciones para las que antes se requería un ser humano son ahora realizadas por máquinas de forma más eficiente y menos costosa.

Durante este continuo aprendizaje el hombre ha descubierto nuevas formas de automatizar tareas de su diario convivir, muchas veces basándose en elementos de la naturaleza y de sus propias características o acciones tratando de crear máquinas que imiten al hombre. Todo esto ha dado lugar a varias disciplinas de estudio como la mecánica, electrónica, informática y otras de reciente aparición como la robótica y la mecatrónica de especial interés en el presente proyecto.

La palabra “robot” es usada hoy en día como una cosa natural, la existencia de robots reales y ficticios es ampliamente conocida, y en realidad los robots están jugando una parte activa en varios campos, especialmente en las industrias. Sin embargo, cuando nos preguntamos a cerca del significado real de la palabra *robot* nos toma mucho tiempo en precisar lo que realmente es. Aquí se citan dos definiciones encontradas en el diccionario:

1. Un muñeco automatizado hecho por el hombre con dispositivos complicados y delicados. Hombre artificial. Hombre automático.

2. Mecanismo con la capacidad de operar automáticamente sin la necesidad de la ayuda del hombre implementado con dispositivos complicados y delicados.

Todas estas definiciones no esclarecen totalmente el significado de un robot en términos generales, excepto en áreas específicas como la industrial. A continuación se da una definición más formal de un robot.

2.1.1.1 Definición de Robot

En los últimos años, la definición de *Robot* ha sido usada con el mismo significado de un sistema de automatización, como a menudo se ve en aplicaciones industriales, pruebas planetarias y en las profundidades del mar. Históricamente hablando, la palabra *Robot* ha hecho referencia a imitaciones de humanos o animales, compuestos de mecanismos y sistemas electrónicos que son capaces de realizar acciones similares a éstos seres. Hoy en día los robots están jugando roles muy importantes en películas de ciencia ficción, revistas cómicas y animaciones. Dado a que ellos son creados en forma artificial, ellos son llamados “Hombres artificiales”, aquellos que se ven con apariencia humana se denominan “Androides” o “Humanoides”. En cambio un “Cibernético” es creado por la combinación de mecanismos electrónicos y sistemas orgánicos. En forma general a los casos anteriores se les puede denominar como “Autómatas” y otros dispositivos o máquinas similares como “Robots”.

El origen de la palabra “*Robot*” se deriva de la obra literaria “RUR” escrita por el checoslovaco Karen Capek en 1920, en la que un personaje produce un número de “hombres artificiales”, ellos remplazan a los humanos en algunas áreas de trabajo. Esta fue la primera vez que la palabra “Robot” fue usada para expresar a un “hombre artificial”. La palabra “Robot” originalmente proviene de la palabra “Robota” que significa trabajo forzoso en el idioma checoslovaco.

2.1.2 Historia de los Robots

La historia de los robots se la puede resumir en tres etapas de desarrollo, los primeros pasos en dónde tenía lugar la imaginación y creatividad; luego en plena etapa del desarrollo de la ciencia y la tecnología; y finalmente en la etapa actual de desarrollo.

2.1.2.1 Desarrollo de la Imaginación

El entusiasmo de los humanos por los robots viene de mucho tiempo atrás incluso antes de Cristo. Los humanos tenían el deseo de producir una herramienta o dispositivo que pudiera funcionar en lugar de la gente. Se crearon cosas como por ejemplo, una hermosa niña de oro que aparece en la mitología griega (siglo 8 antes de Cristo) y un demonio de bronce llamado “Talos” (siglo 3 antes de Cristo). Heron en la antigua Grecia trabajó en un dispositivo similar a una puerta automática de la actualidad. Esta puerta se abría automáticamente cuando se prendía fuego en un altar y se cerraba cuando se apagaba (ver Figura 2), también creó un dispositivo que vertía agua bendita cuando se insertaba una moneda.

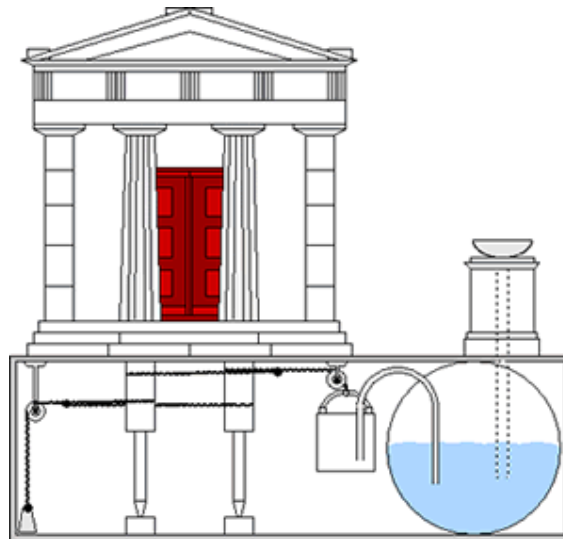


Figura 2: Puerta automática que se acciona cuando se prende o se apaga fuego

Jacques de Beukerson, construye el pato, el autómata más conocido; un pato hecho de cobre, que bebe, come, grazna, chapotea en el agua y digiere su comida y elimina excremento como un pato real (ver Figura 3). Previamente construye un flautista y un tamborilero en 1738; el primero consistía en un complejo mecanismo de aire que causaba el movimiento de dedos y labios, como el funcionamiento normal de una flauta.



Figura 3: Autómata de un Pato de Cobre inventado por Jacques de Beukerson

Estos dispositivos automáticos fueron hechos por ingenieros simplemente por satisfacer su placer, y se puede decir que fueron exitosos en el sentido que eran adornos que sorprendían a la gente. Sin embargo, estos no tenían una aplicación directa en el campo de la industria. Hay que tomar en cuenta que la gente que desarrollaba estos dispositivos no estaba dedicada a tiempo completo a ésta actividad, sino que lo hacían como un hobby y para ese entonces no se encontraba una aplicación práctica para los “muñequitos” que más tarde si la tendrían.

En el siglo 19, algunos escritores publicaron obras relacionadas a los robots, que mostraban signos de una literatura ortodoxa, en donde no contenían fundamentos completamente científicos y pregonaban que los robots en algún momento se revelarían contra los humanos.

2.1.2.2 Desarrollo de la Ciencia, Tecnología y los Robots

En el siglo 20, con el avance de la ciencia y la tecnología, los “muñecos” automáticos fueron desarrollados con mecanismos más sofisticados. Aunque eran diferentes en calidad a los robots de la actualidad que combinan elementos mecánicos, electrónicos e incluso informáticos. Por ejemplo, en la exposición mundial de ciencia en New York en 1927, la compañía Westinghouse presentó un robot llamado “Willy”. Este Robot era capaz de caminar, hablar e identificar colores. Con este robot se pretendían simular algunas funciones que realiza el ser humano, pero con algunas limitaciones en la parte de locomoción y sin alcanzar una etapa de aplicación práctica.

A mediados de 1940 cuando se intensificó el desarrollo de los robots debido al avance de la ciencia y la tecnología, Isaac Asimov presentó “Los Tres principios de la Robótica “. Estos principios son:

1. Un robot no puede lastimar ni permitir que sea lastimado ningún ser humano.
2. El robot debe obedecer a todas las órdenes de los humanos, excepto las que contraigan la primera ley.
3. El robot debe autoprotgerse, salvo que para hacerlo entre en conflicto con la primera o segunda ley.

Estos principios que ahora son considerados leyes de la Robótica mostraban un panorama ideal de la tecnología de los productos.

2.1.2.3 Desarrollo de los Robots en la actualidad

Hoy día, ningún robot puede existir sin el desarrollo de los sistemas informáticos y tecnología de control automático. Estas tecnologías comenzaron a ser desarrolladas a partir de la Segunda Guerra Mundial, acompañadas con la comunicación inalámbrica. El rendimiento de los tubos al vacío fue mejorado

notablemente con el descubrimiento de los transistores y diodos, pero éstos fueron aplicados inicialmente en los equipos de cómputo y en lo posterior a los equipos robóticos, en consecuencia se podría decir que el desarrollo de los computadores ha ayudado a que también se desarrolle la robótica, tomando en cuenta que el “cerebro” de los robots es una computadora.

En los años sesenta, se desarrollaron los Circuitos Integrados (CI), que son pequeños “chips” que tienen funciones equivalentes a varias docenas de transistores. Estos nuevos productos hicieron posible eliminar factores negativos como las posibles fallas y fue el comienzo del desarrollo a gran escala en el área industrial y dónde se comenzó a comercializarlos (ver Figura 4).



Figura 4: La Compañía FORD invirtió cerca de \$700 millones en su planta de Michigan para una línea de ensamblaje con brazos robóticos.

Con el desarrollo de las tecnologías de gran escala LSI (Large Scale Integration) y VLSI (Very Large Scale Integration) se mejoró en la velocidad de los equipos de cómputo y se iba a la tendencia de la miniaturización. Este hecho permitió que los robots tengan una unidad de procesamiento central (CPU) más rápida y además estén equipados de sensores que simulan los cinco sentidos del ser humano (ver, oír, tocar, oler y saborear).

En la actualidad ya es común encontrarse con Robots aplicados a diversas áreas que desarrolla el ser humano, desde los más sofisticados que recogen muestras en otros planetas, tale es el caso de la misión Mars PathFinder que formó parte del proyecto Discovery de la NASA. En dónde se hizo demostración de que la tecnología existente permitía la entrada y el despliegue de sistemas en la superficie de Marte. El robot denominado Pathfinder fue enviado en una lanzadera Delta II-7925 el 4 de diciembre de 1996 desde el centro espacial Kennedy y tardó siete meses en llegar a Marte (ver Figura 5).

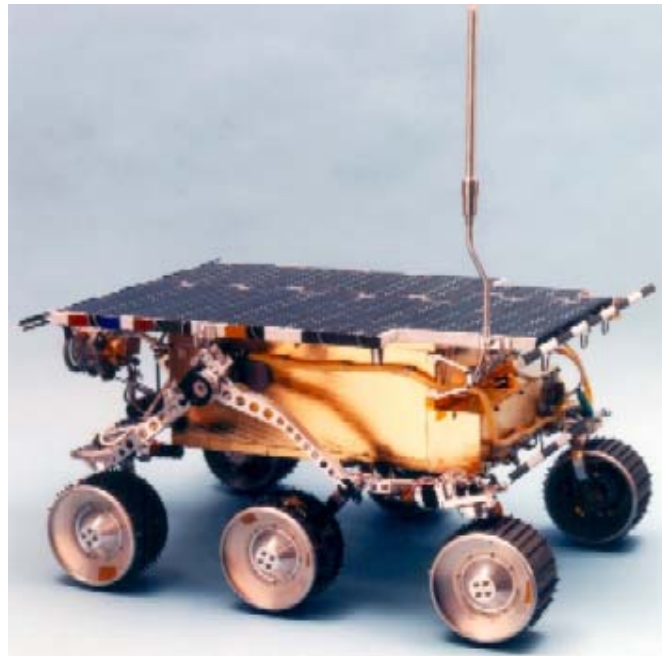


Figura 5: Robot PathFinder desarrollado por la NASA

En la actualidad muchos centros educativos introducen los conceptos básicos de la robótica con juguetes inteligentes, como es el caso del Robot MindStorm desarrollado por Lego. En la Figura 6 se muestra un modelo que puede ser armado con los componentes de LEGO.



Figura 6: Robot MINDSTORMS desarrollado por Lego en 1998

El último logro de la Robótica lo ha dado la Compañía japonesa Honda con el desarrollo del robot ASIMO (acrónimo de "Advanced Step in Innovative Mobility"- paso avanzado en movilidad innovadora), es un robot humanoide creado en el año 2000.El robot es capaz de moverse, interactuar con los seres humanos y ayudarles es, sin duda, una de las mayores proezas tecnológicas del siglo XXI. En la Figura 7 se muestra la historia visual del desarrollo del robot ASIMO, se puede observar que Honda desde un inicio pretendía buscar solución al problema de locomoción y equilibrio, un factor difícil de controlar en los robots humanoides.

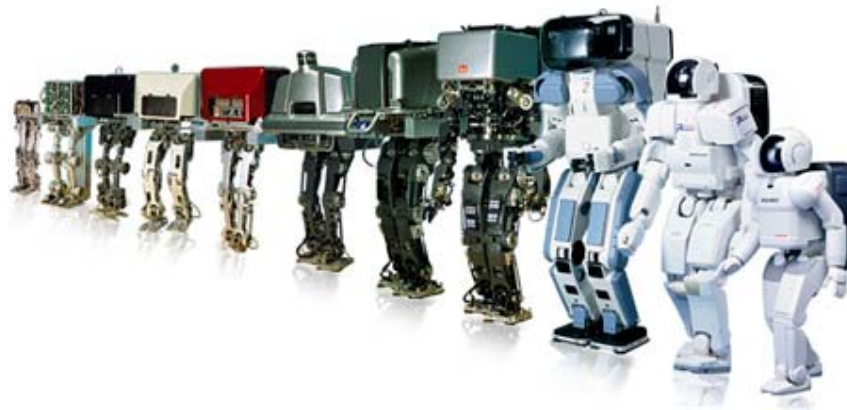


Figura 7: Historia Visual del desarrollo del Robot ASIMO por la empresa Honda

Se podrían citar muchos otros ejemplos en la historia de los robots [1] y nos podríamos dar cuenta de cuánto se ha avanzado en ésta área. Si bien es cierto que los países desarrollados han sido los pioneros en este campo, nuestro Ecuador poco a poco está comenzando a palpar éstas tecnologías, a nivel local por ejemplo en la PUCESA se enfocó el contenido de la materia Inteligencia Artificial a la Robótica y se han desarrollado proyectos de tesis relacionados al área. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de un humanoide desarrollado como proyecto de Tesis en la PUCESA.



Figura 8: Humanoide que brinda información acerca de la PUCESA

2.1.3 Tipos de Robots

Con el acelerado desarrollo de la Robótica, hoy en día se podrían dividir en varios tipos:

- Robots en función del medio
 - Terrestres (Vehículos, Robots con patas, Manipuladores industriales)
 - Aéreos (Dirigibles, aviones a escala)
 - Acuáticos (Nadadores, submarinos)
 - Híbridos (Trepadores)
- Robots en función del control de movimiento
 - Autónomos (robots móviles)
 - Teleoperador (Brazos robóticas)

Los tipos de Robots impulsados neumáticamente: Son máquinas compuestas de dos partes: una superior y una inferior. La parte inferior es un secuenciador que proporciona presión y vacío al conjunto de mangos de unión en una secuencia controlada por el tiempo. La parte superior es el conjunto de mangos de unión que activan cada una de las piezas móviles del robot. En nuestro medio podemos encontrar éstas máquinas en las retroexcavadoras, en los talleres de autos y en los de alineación de llantas. Hay quienes opinan que a este tipo de máquinas no se les debería llamar robots; sin embargo, en ellas se encuentran todos los elementos básicos de un robot: estas máquinas son programables, automáticas y pueden realizar gran variedad de movimientos.

Robots equipados con servomecanismos: El uso de servomecanismos va ligado al uso de sensores, como los potenciómetros, que informan de la posición del brazo o la pieza que se ha movido del robot, una vez éste ha ejecutado una orden transmitida. Esta posición es comparada con la que realmente debería adoptar el brazo o la pieza después de la ejecución de la orden; si no es la misma, se efectúa un movimiento más hasta llegar a la posición indicada.

Robots punto a punto: La programación se efectúa mediante una caja de control

que posee un botón de control de velocidad, mediante el cual se puede ordenar al robot la ejecución de los movimientos paso a paso. Se clasifican, por orden de ejecución, los pasos que el robot debe seguir, al mismo tiempo que se puede ir grabando en la memoria la posición de cada paso. Este será el programa que el robot ejecutará. Una vez terminada la programación, el robot inicia su trabajo según las instrucciones del programa. A este tipo de robots se les llama punto a punto, porque el camino trazado para la realización de su trabajo está definido por pocos puntos.

Robots controlados por computadora: Se pueden controlar mediante computadora. Con ella es posible programar el robot para que mueva sus brazos en línea recta o describiendo cualquier otra figura geométrica entre puntos preestablecidos. La programación se realiza mediante una caja de control o mediante el teclado de la computadora. La computadora permite además acelerar más o menos los movimientos del robot, para facilitar la manipulación de objetos pesados.

Robots con capacidades sensoriales: Aún se pueden añadir a este tipo de robots capacidades sensoriales: sensores ópticos, codificadores, etc. Los que no poseen estas capacidades sólo pueden trabajar en ambientes donde los objetos que se manipulan se mantienen siempre en la misma posición. Los robots con capacidades sensoriales constituyen la última generación de este tipo de máquinas. El uso de estos robots en los ambientes industriales es muy escaso debido a su elevado costo. Estos robots se usan en cadenas de embotellado para comprobar si las botellas están llenas o si la etiqueta está bien colocada.

En la Figura 9 se muestran unos ejemplos de los diversos tipos de robots que existen en la actualidad. El primero es un robot con patas denominado “robot Arácnido” y el segundo es un robot móvil que utiliza una PALM como su “cerebro”.

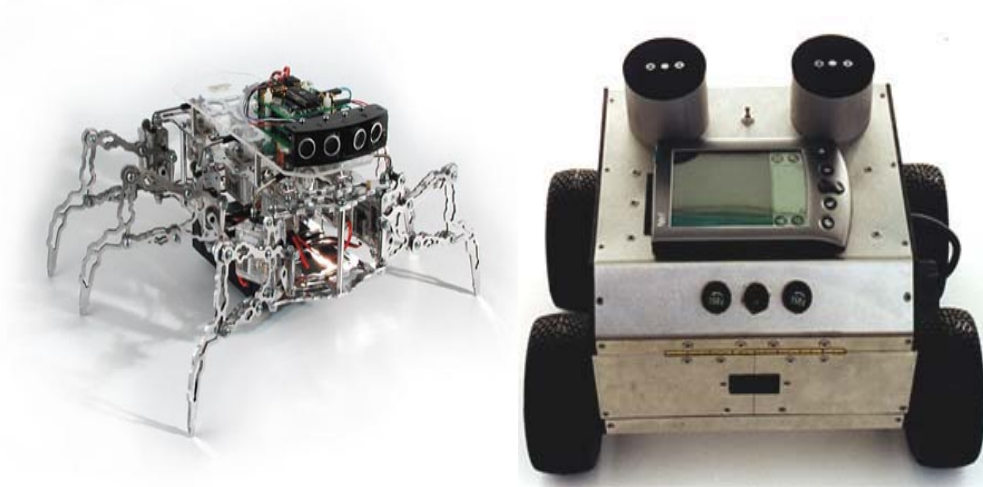


Figura 9: Ejemplos de tipos de Robots

2.2 Los Brazos Robóticos

Los robots sin brazos están limitados a moverse sobre ruedas o andar, percibiendo las cosas que suceden a su alrededor. Sin embargo, el robot no puede alcanzar ni tocar algo y no puede por tanto manipular su entorno.

Los robots más sofisticados en la Ciencia, Industria e Investigación y Desarrollo tienen al menos un brazo para sujetar, reorientar o mover objetos.

Los brazos extienden el alcance de los Robots y los hacen más parecidos a los humanos. Debido a todas las capacidades extra que proporcionan a un robot es interesante que los brazos no sean difíciles de construir.

Los diseños creados se pueden emplear como robots estacionarios del tipo de los utilizados en las fábricas, o se pueden colocar sobre un robot móvil como un apéndice.

2.2.1 El Brazo Humano

Observemos nuestros propios brazos por un momento. Rápidamente observaremos varios puntos importantes. Primero, nuestros brazos, sin duda, son mecanismos enormemente adaptables. Son capaces de maniobrar en cualquier posición que se desee, para ello, tienen dos articulaciones principales: el hombro y el codo (la muñeca, hasta donde la robótica trata, se considera parte del mecanismo de la mano). El hombro se puede mover en dos planos, arriba y abajo, hacia detrás y hacia delante.

Si se mueven los músculos del hombro hacia arriba el brazo entero se levanta separándose del cuerpo. Si se mueven los músculos del hombro hacia delante el brazo entero se mueve hacia delante. La articulación del codo es capaz de moverse en dos planos: atrás y adelante, arriba y abajo.

Las articulaciones del brazo y su capacidad de moverse se llaman *grados de libertad*. El hombro ofrece dos grados de libertad por sí mismo: rotación del hombro y flexión del hombro. La articulación del codo añade un tercero y cuarto grados de libertad: la flexión del codo y la rotación del codo. Los brazos robóticos también tienen grados de libertad. No obstante en lugar de músculos, tendones, rótulas y huesos, los brazos robóticos están hechos de metal, plástico, madera, motores, electroimanes, engranajes, poleas y otros componentes mecánicos. Algunos brazos robóticos sólo proporcionan un grado de libertad; otros proporcionan tres, cuatro, incluso cinco grados distintos de libertad.

2.2.2 Tipos de Brazos Robóticos

Los brazos robóticos se clasifican por la forma del área que el extremo del brazo (donde se coloca la pinza) puede alcanzar. Esta área accesible se llama "envolvente de trabajo". En beneficio de la simplicidad, la envolvente de trabajo

no tiene en consideración el movimiento del cuerpo del robot sino sólo los mecanismos de brazo.

El brazo humano tiene una envolvente de trabajo casi esférica. Podemos alcanzar casi cualquier cosa dentro del alcance de la longitud del brazo, aproximadamente en el interior de tres cuartos de una esfera. Imaginemos que estamos en el interior de una cáscara de naranja vacía, si está colocado en su interior se puede tocar la piel de la naranja en sus tres cuartas partes.

En un robot, un brazo robótico capaz de tener una envolvente esférica se diría que tiene coordenadas de revolución. Los otros tres tipos importantes de brazos robóticos son coordenadas polares, coordenadas cilíndricas y coordenadas cartesianas o rectangulares. Se observará que hay tres grados de libertad en estos cuatro tipos básicos de brazos robóticos. Miremos un ejemplo de uno de ellos. (ver Figura 10).



Figura 10: Ejemplo de un brazo robótico

2.2.2.2 Coordenadas de revolución

Los brazos con coordenadas de revolución se modelan a partir del brazo humano, de modo que tengan muchas de sus capacidades. El diseño típico es algo diferente, sin embargo, a causa de la complejidad de la articulación del hombro humano.

La articulación del hombro humano consta realmente de dos mecanismos. La rotación del hombro se consigue mediante el giro del brazo en su base, casi como si el brazo estuviera montado en una plataforma giratoria. La flexión del brazo se consigue moviendo la parte superior del brazo adelante y atrás. La flexión del codo trabaja justo como en el brazo humano, el antebrazo se mueve arriba y abajo. Los brazos de coordenadas de revolución son un diseño muy elegido para los robots para aficionados, proporcionan mucha flexibilidad y, además, parecen brazos reales.

2.2.2.3 Coordenadas Polares

La envolvente de trabajo del brazo de coordenadas polares tiene forma semiesférica. Los brazos de coordenadas polares tienen un diseño cercano al de coordenadas de revolución y son los más flexibles en términos de poder coger una gran variedad de objetos esparcidos alrededor del robot.

Una plataforma giratoria rota al brazo entero, igual que en el brazo de coordenadas de revolución. Esta función es análoga a la rotación del hombro; sin embargo, al brazo de coordenadas polares le falta un modo de flexionar el hombro. Su segundo grado de libertad es la articulación del codo, que mueve el antebrazo arriba y abajo. El tercer grado de libertad se consigue variando el alcance del antebrazo. Se extiende o se retrae un antebrazo interior para llevar la pinza más o menos lejos del robot. Sin el antebrazo interior el brazo sólo podría

alcanzar objetos colocados en un círculo finito bidimensional frente a él, en lugar de en una esfera, lo que no sería muy útil.

El brazo de coordenadas polares se usa a menudo en robots de fabricación, encontrando su mayor aplicación como dispositivo estacionario. No obstante, puede ser montado sobre un robot móvil para incrementar su flexibilidad.

2.2.2.4 Coordenadas Cilíndricas

El brazo de coordenadas cilíndricas se parece un poco a una horquilla elevadora robótica. Su envolvente de trabajo se asemeja a un cilindro grueso, de ahí su nombre. La rotación del hombro se consigue mediante una base que gira, como en los brazos de coordenadas de revolución y de coordenadas polares. El antebrazo se fija a un mecanismo elevador y se mueve arriba y debajo de esta columna para agarrar objetos de varias alturas.

Para permitir al brazo alcanzar objetos en un espacio de tres dimensiones, se dota al antebrazo con un mecanismo de extensión similar al descrito en el brazo de coordenadas polares.

2.2.2.5 Coordenadas Rectangulares

La envolvente de trabajo del brazo de coordenadas cartesianas se parece a una caja, es el brazo más diferente a un brazo humano y a los demás tipos de brazos robóticos, no tiene componentes giratorias. La base posee una cadena que mueve la columna elevadora arriba y abajo, y tiene un brazo interior que extiende el alcance más cerca o más lejos del robot.

2.2.3 Técnicas de Activación

Existen tres maneras en general de mover las articulaciones de un brazo robótico:

- Eléctrica

- Hidráulica
- Neumática

La actuación eléctrica tiene que ver con el empleo de motores, electroimanes y otros dispositivos electromecánicos, es la más sencilla y común de aplicar. Los motores para la flexión del codo así como los motores para el mecanismo de la pinza se pueden colocar en la base o cerca de ella. Los motores se conectan a las articulaciones a las que sirven mediante cables, cadenas o correas.

La actuación hidráulica utiliza la presión de depósitos de aceite similares a los usados en equipos de movimiento de tierras y frenos de vehículos.

La actuación neumática es análoga a la hidráulica, excepto que se emplea aire comprimido en lugar de aceite u otro fluido. Tanto los sistemas hidráulicos como los neumáticos proporcionan más potencia que los sistemas eléctricos, pero son más difíciles de usar. Además de los propios cilindros de actuación se requiere una bomba que comprima el aire o el aceite, se necesita un vaso de expansión que establezca la presión y se necesitan válvulas para controlar la retracción o extensión de los cilindros. En la Figura 11 se muestra un ejemplo de un brazo robótico utilizado en microcirugía.



Figura 11: Ejemplo de un brazo robótico utilizado en microcirugía

2.3 Reconocimiento de voz

Un sistema de Reconocimiento de Voz es el proceso de convertir, por medio de una computadora, una señal acústica a una secuencia de palabras representadas en forma de texto. Las palabras reconocidas pueden servir de entrada a otros sistemas que los requieran para realizar alguna acción.

Los sistemas de reconocimiento de voz constituyen, hoy día, una alternativa consistente para el acceso alternativo a los computadores personales. Las principales características de éstos, son fundamentalmente: la opción de manos libres, que todos ellos incorporan; y la configuración de tiempo de pausa entre palabras. Teniendo en cuenta esta segunda variable, existen en estos momentos dos tipos de sistemas: los denominados de habla discreta, que establecen la necesidad de realizar una pausa entre palabras, y los de habla continua, en los que no se realiza ninguna pausa

Los discapacitados son personas que precisan de las Nuevas Tecnologías para poder llevar a cabo su vida y, sobre todo, de la manera más cómoda posible. Por esta razón, algunas entidades privadas y fundaciones han puesto a su disposición una serie de productos basados en el reconocimiento de voz como medio para cerrar una puerta, una ventana o encender la televisión.

Estas nuevas tecnologías se están también implementando en sistemas automáticos y en robots por las mismas razones consideradas anteriormente en los computadores. Para entender mejor el funcionamiento del reconocimiento de voz a continuación se bosqueja un panorama general.

2.3.1 Antecedentes

El primer sistema de reconocimiento de voz fue desarrollado en 1952 sobre una computadora analógica usando voz discretizada para reconocer los dígitos del 0 al 9 con un algoritmo de plantilla de concordancia dependiente de la persona que habla.

En la época de los 60's la segmentación automática de voz logró avanzar en unidades lingüísticas relevantes (fonemas, palabras y sílabas), clasificación y reconocimiento de patrones.

En los 70's se desarrollaron reconocedores que manejaban un dominio de reconocimiento mayor basados en el reconocimiento de patrones. En esta época se lograron bastantes mejoras en el tema de reconocimiento ya que se empezaron a crear patrones que reconocieran palabras aisladas y continuas.

Los 80's se caracterizaron debido a los avances que se produjeron en el desarrollo de nuevas aplicaciones las cuales hacían uso de redes neuronales obteniendo con esto la creación de grandes vocabularios y mejorando el desempeño en las nuevas tecnologías reconocedoras de voz.

Para los 90's los progresos daban pasos agigantados gracias a la inmersión de tecnologías innovadoras, nos referimos a las computadoras y algoritmos los cuales ayudaron notablemente en la creación y desarrollo de sistemas así como en el entrenamiento de nuevos vocabularios.

Para los 2000's ya existen programas que son fáciles de instalar y personalizar de acuerdo a las características de cada usuario. Algunos sistemas operativos como Windows vista ya incluyen su propio módulo de reconocimiento de voz.

2.3.2 Proceso de producción y recepción del habla

La producción de la voz se divide en dos partes:

1. El Proceso Psicológico: Este proceso es aquel en el que la persona formula en su mente el mensaje que desea transmitir para después convertirlo en palabras aisladas o continuas.

2. El Proceso Fisiológico: Es en el que el cerebro humano produce las órdenes nerviosas necesarias para mover los músculos que producirán sonidos los cuales producirán posteriormente la voz, es decir en este proceso la voz se produce y se propaga.

Una vez que se cumplen los dos procesos antes mencionados empieza el proceso de percepción, en cual se activan los órganos auditivos (activados a su vez por la señal de voz) los cuales producirán los impulsos nerviosos para poder ser enviados al cerebro, que es en donde se logrará el entendimiento del mensaje que se quiere dar a conocer. En Figura 12 se muestran este proceso.

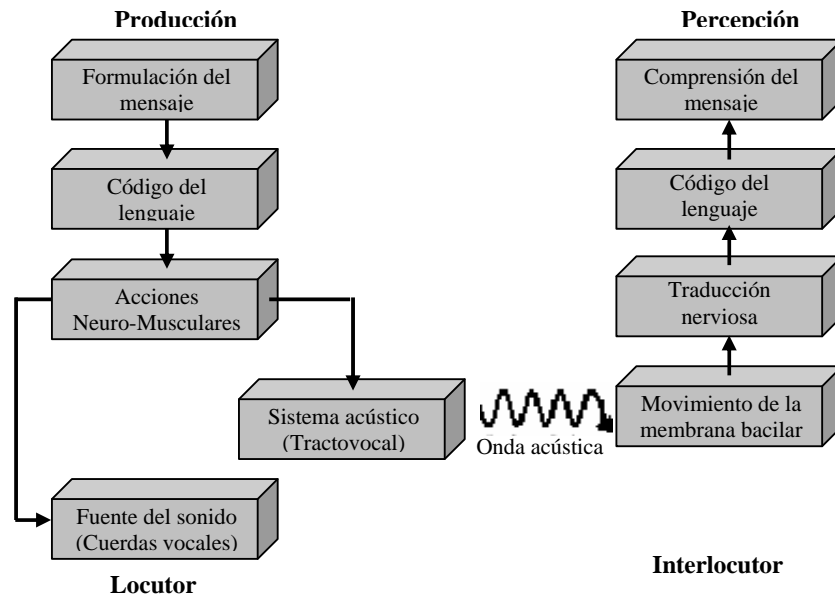


Figura 12: Proceso de producción y recepción del Habla

2.3.3 Elementos de un reconocedor de voz

En primer lugar se debe conocer la arquitectura básica de un sistema de reconocimiento de voz. La Figura 13 muestra el módulo de extracción de características el cual se encarga del reprocesamiento de la señal de entrada y el clasificador, éste último realiza el reconocimiento, cuyo resultado llevará a una acción.

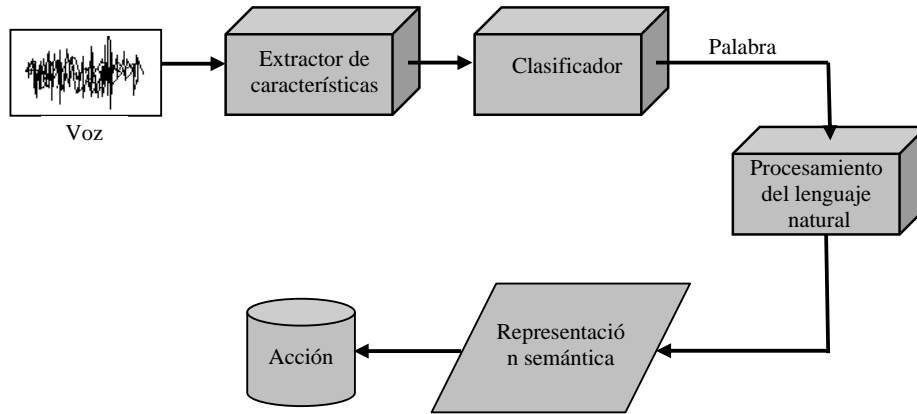


Figura 13: Arquitectura de un Sstema reconocedor de voz

El reconocimiento de voz generalmente es utilizado como una interfaz entre los usuarios (personas) y las computadoras para generar algunas herramientas (software), y para eso se deberán cumplir 3 tareas:

- ◆ Preprocesamiento
- ◆ Reconocimiento
- ◆ Comunicación

En el caso de los robots, el reconocimiento de voz puede ser realizado por software o por hardware. En el último caso por medio de tarjetas electrónicas que integran el proceso antes explicado.

2.3.4 Procesamiento de la señal de voz

Los sonidos no son sino simplemente cambios de presión del aire a través del tiempo y a frecuencias audibles. Estos sonidos pueden ser digitalizados por algún medio que convierta la presión del aire en pulsos eléctricos.

En este elemento reconocedor de voz (preprocesamiento de la señal) se extraen las características que se utilizarán posteriormente en el reconocedor. En el proceso de extracción de características lo que ocurre es una división entre la señal de voz en una conjunto de segmentos. Para después obtener una representación de características acústicas distintivas por cada segmento. Para representar el sonido es graficándolo en forma de onda (waveform), ver Figura 14

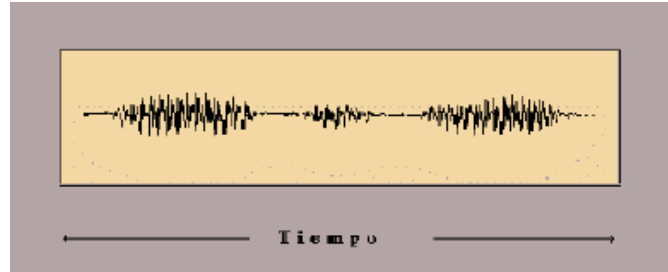


Figura 14: Ejemplo de una onda de sonido

Existen dos etapas fundamentales en el procesos de reconocimiento de voz, el reconocimiento en sí y la comunicación.

En la etapa de Reconocimiento se traduce la señal de entrada a su texto correspondiente. Aquí se clasifican los vectores de característica de la señal de entrada para obtener las unidades lingüísticas de las que está formada para después realizar una búsqueda, esto se hace con el fin de encontrar la secuencia de segmentos con mayor probabilidad de ser reconocidos.

La comunicación va a depender de la aplicación a la que pertenece la interfaz de voz, es decir, el resultado del reconocimiento debe ser interpretado y /o enviado al sistema que lo requiere. Una vez que se obtiene un resultado por parte del clasificador, significará que un comando deberá ser transferido a la entidad que lo ejecutará

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACION DEL BRAZO ROBOTICO CON RECONOCIMIENTO DE VOZ

3.1 ANALISIS INICIAL

3.1.1 Antecedentes

Hoy en día, gracias a los avances de la tecnología nos encontramos en un mundo cada vez más globalizado; la información y el conocimiento se transmite rápidamente alrededor del mundo sin importar fronteras. Frente a éste hecho real los sistemas sociales y en nuestro caso en particular nuestros sistemas de educación deben ir adaptándose a estos inminentes cambios.

Los actores que tienen la oportunidad de lograr esos cambios al ocupar cargos directivos, han permitido que el campo de la Robótica no sea lejano a la realidad de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ambato; en dónde ya se han realizado investigaciones con tecnología propia y adquirida.

Actualmente en la Carrera de Ingeniería de Sistemas se está comenzando a estudiar la Robótica en la materia Inteligencia Artificial II. Al inicio no se disponía de elementos que puedan ayudar a la educación práctica, limitándose al estudio de los fundamentos teóricos. En los últimos dos años los estudiantes que han egresado han aportado con trabajos de investigación en el área, y poco a poco han brindado su experiencia y han ido proveyendo de pequeños robots que servirán de material de apoyo al estudio de éste nuevo campo.

Ahora la Escuela de Sistemas cuenta con robots de tecnología adquirida como es el caso del robot Lego MindStorms, Robots Parallax y un robot de tipo humanoide. Con estos antecedentes surgió la necesidad de adquirir un brazo robótico que permita a los estudiantes entender su funcionamiento y su aplicación en nuevos proyectos.

3.1.2 Obtener el nuevo mecanismo de aprendizaje

Una vez que se analizó la necesidad de adquirir un brazo robótico se comenzó a buscar tecnología adquirida que permita cumplir el objetivo. La razón de buscar tecnología adquirida y no desarrollar nuestra propia tecnología en éste campo, se debe a que en nuestra carrera no se estudian áreas como la mecánica y la electrónica que son disciplinas complementarias en la Robótica. Sin embargo, se puede empezar estudiando tecnologías existentes.

Para la búsqueda de la herramienta se acudió al Internet y se encontraron kits como el de Lego MindStorms en el que se podían armar brazos robóticos como el que se muestra en la Figura 15, sin embargo no cubría nuestras expectativas al no disponer de un módulo de reconocimiento de voz, sino únicamente un sensor de voz que identificaba una intensidad de decíbeles.

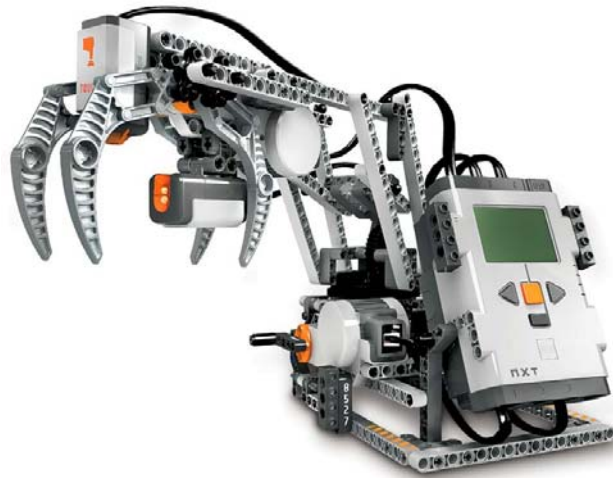


Figura 15: Brazo robótico de Lego MindStorms

Al seguir buscando se encontraron kits específicos de brazos robóticos, como es el caso de LynxMotion, pero que no contenían la opción de ser controlado por comandos de voz.(ver Figura 16)



Figura 16: Kit de Brazo robótico desarrollado por LynxMotion

Finalmente se encontró un kit ideal para nuestros objetivos el “Robotic Arm Trainer, Educational Electronic Kit” Modelo Movit 007 desarrollado por la empresa OWI Incorporated. Este brazo robótico enseña el sentido básico de la robótica y principios de movimiento y funcionamiento de los motores y engranajes al poseer una carcasa transparente y al venir el brazo en piezas.

Puede ser controlado por un control de manual conectado directamente al brazo y se puede ver que parte del brazo está funcionando porque posee leds que indican su movimiento. Permite movimientos de las pinzas, muñeca, codo, hombro y base es decir que tiene 5 grados de libertad y lo más importante es que puede incorporarse un circuito opcional para conexión al computador y otro para reconocimiento de voz. En la Figura 17 se muestra el brazo en cuestión.

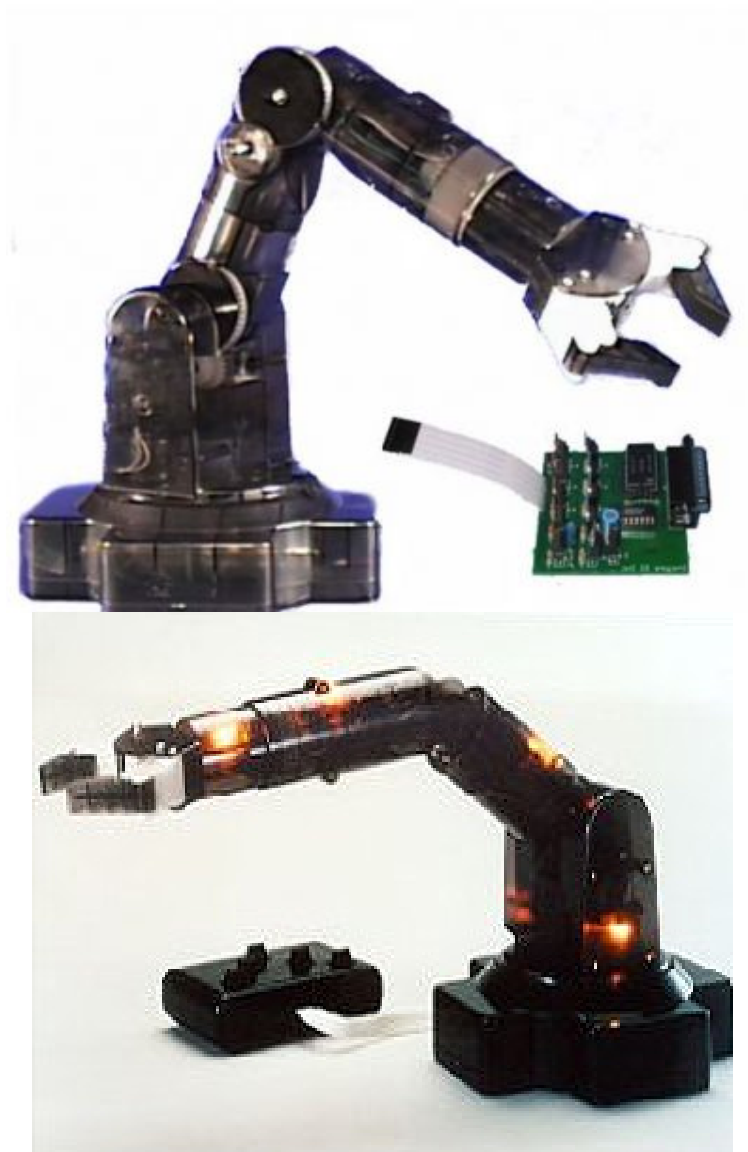


Figura 17: Brazo robótico con reconocimiento de voz - Robotic Arm Trainer 007 Movit

3.1.3 Alcance

Para la implementación del brazo robótico una vez que se encuentre en nuestras manos se procederá a ensamblar el brazo, siguiendo las instrucciones del manual. Se realizarán pruebas del correcto funcionamiento y se probarán los módulos de control desde la computadora y de reconocimiento de voz.

Con el brazo armado se procederán a plantear un taller básico con cada una de las funcionalidades que permite el brazo, que sirvan de guía al profesor y los estudiantes cuando lo pongan en práctica en la materia de Inteligencia Artificial.

3.1.4 Visión general

Este proyecto implementará una herramienta docente para ilustrar diferentes aspectos de la robótica utilizada primeramente en el ámbito académico, pero que a futuro pueda dar una visión de su aplicabilidad en procesos productivos de nuestro medio.

Esta herramienta permitirá probar movimientos a distintas velocidades de los motores, fijar o ir a la posición de inicio (posición de referencia), establecer o ir a posiciones intermedias. Abrir y cerrar la pinza. Controlar los 5 motores paso a paso de forma individualizada. Esta herramienta viene en una caja con todas las partes y piezas listas para ser ensambladas. (Ver Figura 18)

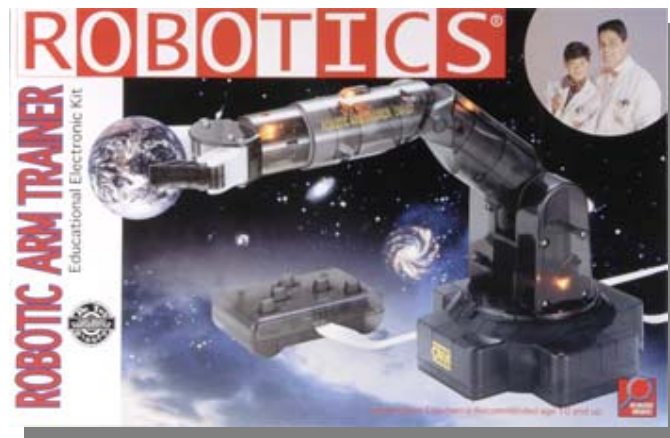


Figura 18: Kit "Robotis Arm Trainer" o "Brazo Robótico de Entrenamiento"

3.1.5 Descripción general del Kit

El Kit "Robotic Arm Trainer" viene en un modelo estándar, que únicamente posee un control de 5 interruptores que permiten controlar los 5 grados de libertad (5DOF), o si se lo quiere ver de otra forma los 5 motores que vienen ensamblados con sus respectivos engranajes y cables de diferente color para evitar confusiones en el momento del ensamblaje. Además el Kit consta de 22 engranajes plásticos de color blanco, 25 piezas plásticas de color gris semitransparente que formarán la carcasa del brazo, 4 rodela metálicas de color plateado y 4 separadores de espuma de color amarillo, 2 circuitos integrados para el control de mando. Todos estos elementos se los puede observar en la Figura 19.

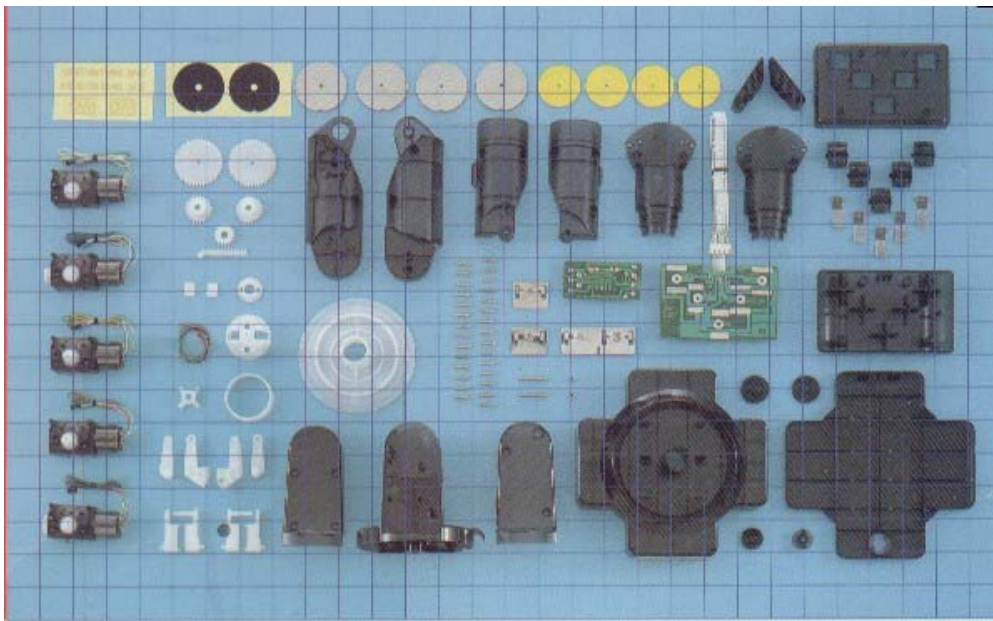


Figura 19: Componentes del Kit básico del "Brazo Robótico de Entrenamiento"

El Kit consta de elementos opcionales como es el caso de la tarjeta que permitirá conectarse a la computadora a través del puerto paralelo, y el software respectivo que facilitará la interacción del brazo con la computadora. (ver Figura 20)



Figura 20: Tarjeta de conexión con la computadora del brazo robótico

Ek Kit también consta del componente opcional SRI-01 OWI Speech Interface y el circuito SR-07 de reconocimiento de voz. Estos dos elementos permiten controlar al brazo robótico con comandos de voz. (ver Figura 21)

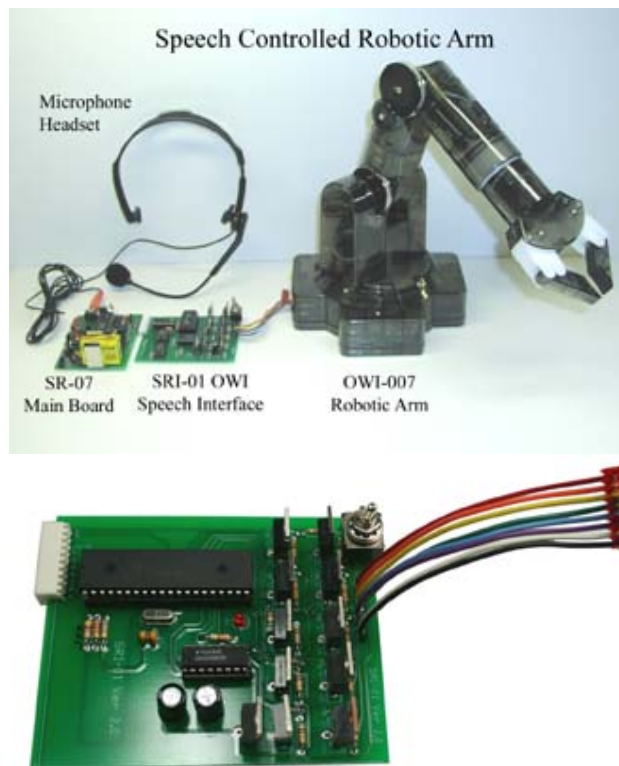


Figura 21: Componentes adicionales para el Reconocimiento de Voz del Brazo Robótico

3.1.6 Funciones permitidas del Brazo Robótico

De acuerdo a los componentes antes indicados, el funcionamiento del brazo se lo puede dividir en tres formas de control: Manual, Por computadora, Por comandos de voz.

En el modo Manual se tiene una caja de control con cinco interruptores en dónde cada uno de estos accionará un motor que formarán los cinco ejes de movimiento:

- La Base que rota de izquierda a derecha (Aproximadamente 350°)
- El Hombro que se mueve en un rango aproximado de 120°
- El Codo que se mueve en un rango aproximado de 135°
- La muñeca que rota en sentido horario/antihorario (Aprox. 340°)
- La Pinza abre y cierra

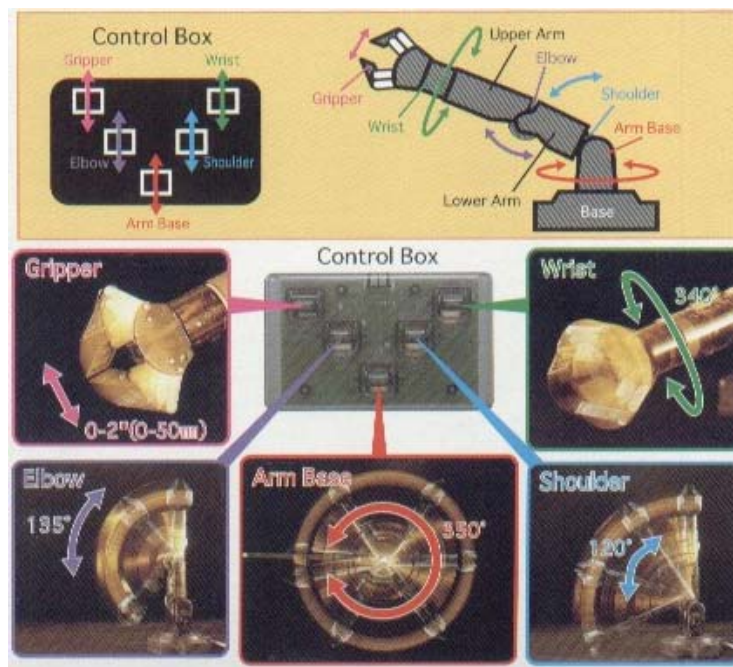


Figura 22: Ejes de acción del Brazo Robótico

En el modo Controlado por la Computadora es necesario la instalación del software que se provee en un Disquete o que se lo puede descargar de la dirección electrónica <http://www.imagesco.com/catalog/RoboticArm/007serial.zip>. Las funciones que desempeñará el brazo serán las mismas, a diferencia que se utilizará

una ventana de control en la computadora en lugar de la caja de control manual (ver Figura 23).

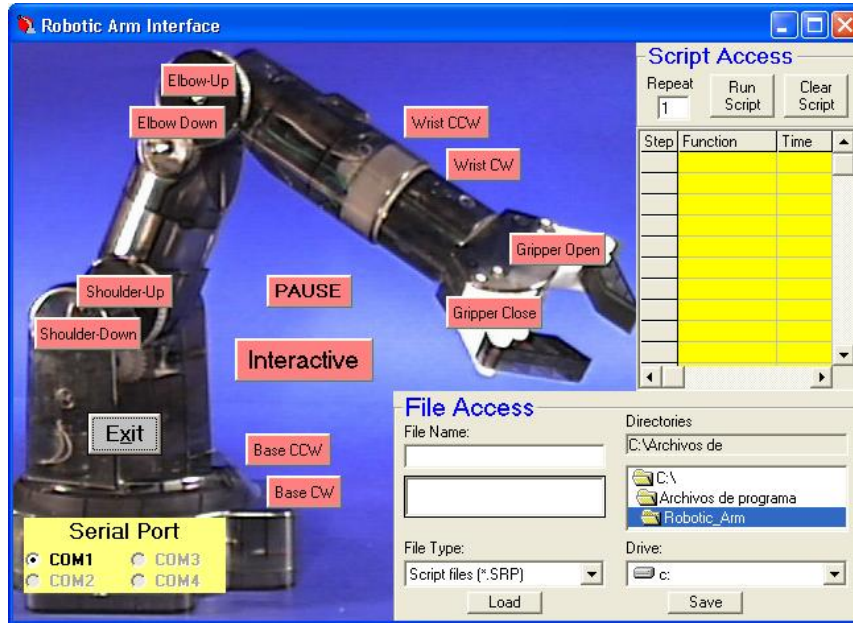


Figura 23: Interfaz gráfica en el computador para el control del Brazo Robótico

El modo de Reconocimiento de igual forma manipula al Brazo Robótico por comandos de voz a través del componente que se explicó anteriormente

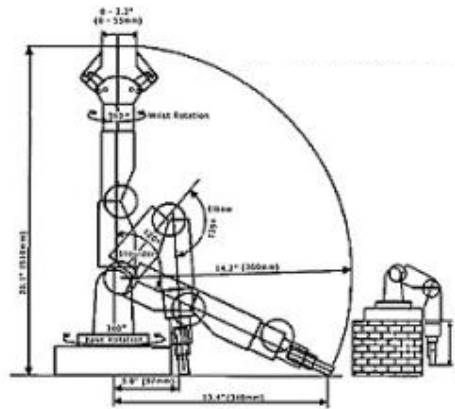


Figura 24: Ejes de acción del Brazo robótico en las tres modalidades disponibles

Las limitaciones que el brazo robótico tiene es que las tres modalidades funcionan en forma independiente y no pueden ser combinadas entre sí. Otra limitación en el módulo de reconocimiento de voz, es que el idioma predeterminado es el Inglés.

3.2 ENSAMBLAJE

Con el conocimiento de las funciones y elementos que conforman el Kit del Brazo Robótico se procedió a investigar y leer el manual de ensamblaje que a continuación se resumen los aspectos más importantes.

3.2.1 Ensamblaje de las Pinzas.

El primer paso del ensamblaje son las pinzas o tenazas. Se comenzó uniendo las pequeñas piezas plásticas con las piezas que formarían los “dedos”. Luego en una base se unieron haciendo coincidir los engranajes, de tal manera que no se desconecten al llegar a la máxima apertura o cuando se juntas los dedos. También se lo conecta con el motor P1 y se procede a poner la cubierta. En la Figura 25 se muestran las pinzas casi ensambladas en su totalidad.

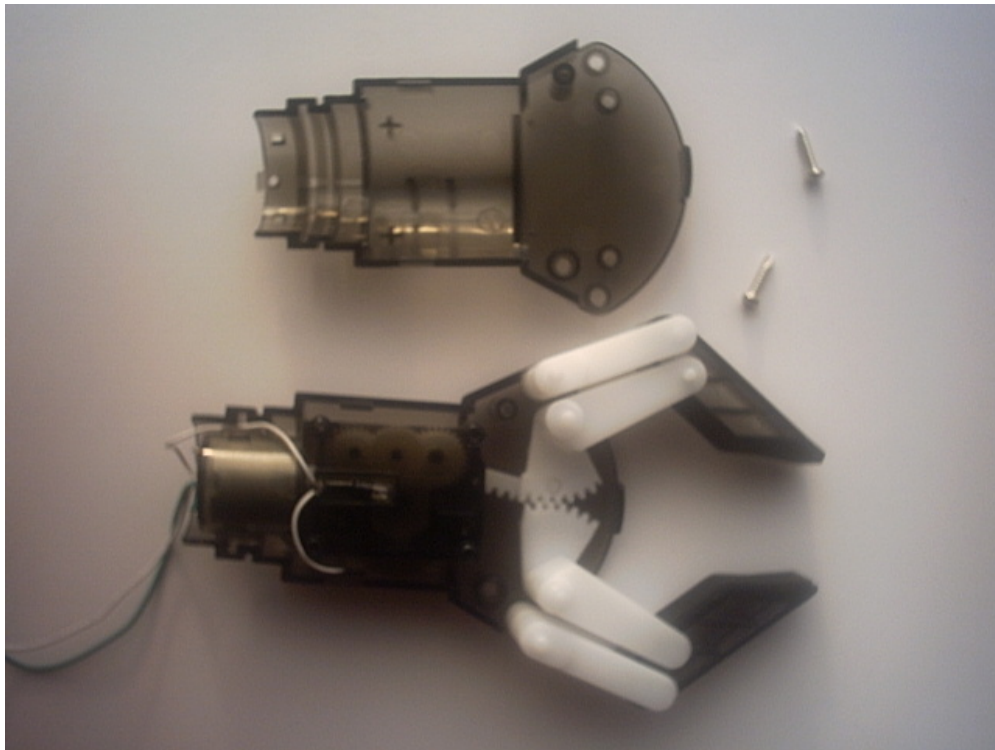


Figura 25: Ensamblaje de las Pinzas

3.2.2 Ensamblaje de la Muñeca

Para el ensamblaje de la muñeca (unida al brazo) se busca la base P2 y sobre ella se integra también el motor P2 en conjunto de las piezas blancas que son los engranajes que articulan con las pinzas. En la Figura 26 se muestra cómo se articulan las pinzas con la muñeca.



Figura 26: Ensamblaje de la Muñeca

3.2.3 Ensamblaje del Antebrazo

Para el ensamblaje del Antebrazo se procede con la carcasa P3 y el motor P3. el cuidado en ésta parte es que se deben atravesar los dos pares de cables de los motores que provienen de las pinzas y de la muñeca, es decir del motor P1 y P2 y en conjunto con el par de cables del motor P3 se dejan listos para que atraviesen el hombro o base hacia el repositorio de las baterías. En la Figura 27 se muestra el antebrazo semi-ensamblado.

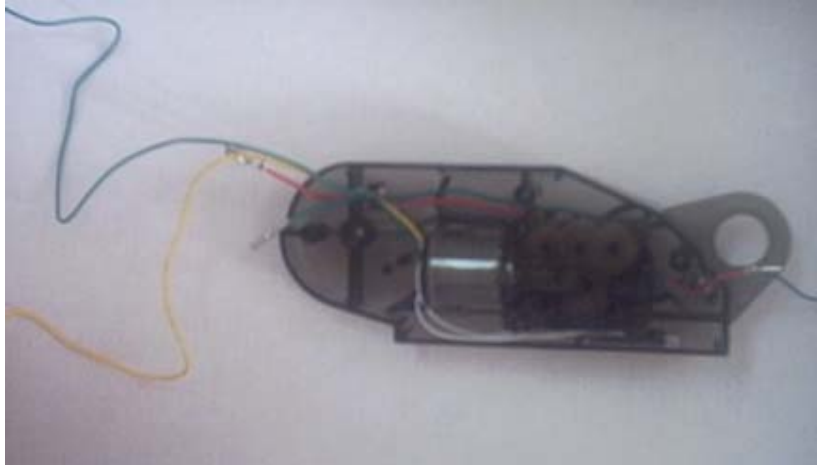


Figura 27: Ensamblaje del AnteBrazo

3.2.4 Ensamblaje del Hombro y Base

El ensamblaje de estos últimos componentes fueron los más complicados, ya que se tenían que ir integrando a los componentes ensamblados con anterioridad. El primer paso fue unir los dos últimos motores a la base del robot y el engranaje blanco grande. (ver Figura 28)

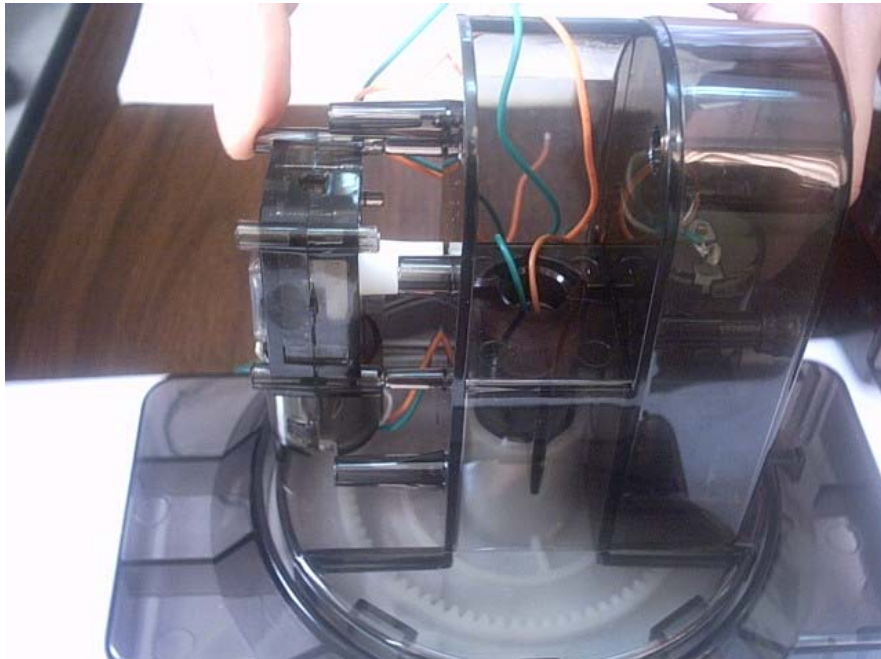


Figura 28: Ensamblaje de la Base y hombro del robot

El siguiente paso fue unir los demás componentes, es decir las pinzas conectadas al brazo (muñeca) y estos al antebrazo y codo. Fue necesario pasar e identificar con cuidado todos los cables que venían de los otros motores, estos cables pasaban a la parte baja de la base donde es el repositorio de las baterías. (ver Figura 29)

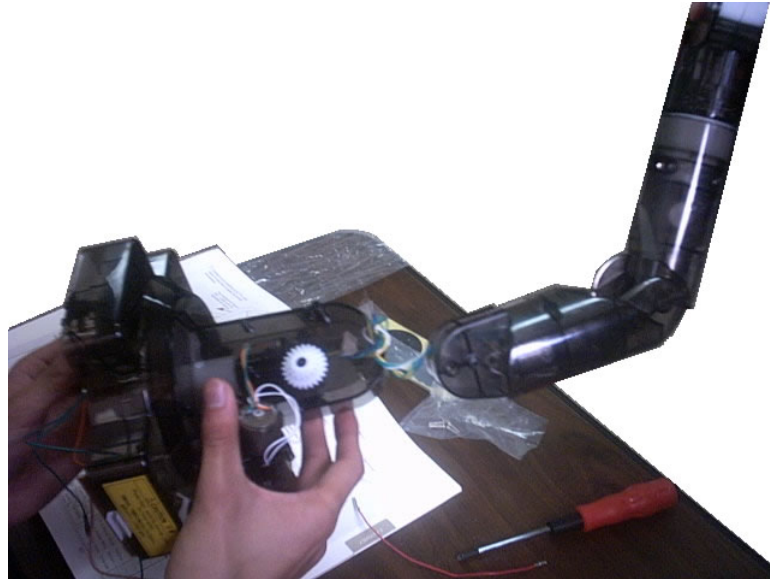


Figura 29: Integración de la Base (hombro) con el Antebrazo, brazo y pinza

Una vez que el robot fue ensamblado se procedió a probar con un juego de 4 baterías tipo D el correcto funcionamiento de cada una de las partes. Al finalizar las pruebas respectivas se podría concluir que el nivel de dificultad va desde el control manual que es relativamente fácil de usar, luego se complica un poco con la interfaz en el computador y la prueba más complicada fue la de reconocimiento de voz, debido a que se deben pronunciar claramente las palabras para que éstas sean reconocidas y por consiguiente realice la acción determinada.

3.3 TALLERES PRACTICOS

En ésta sección se van a plantear ejemplos de talleres que los estudiantes podrían realizar en clase. Se los clasificará de acuerdo al modo de operación del robot, es decir para el modo manual, operado por el computador y con comandos de voz.

3.3.1 Talleres en la operación Manual

Los talleres en la fase operación manual son talleres básicos y de introducción y reconocimiento a los componentes básicos del robot.

Tema: TRANSMISION DE MOVIMIENTO

TALLER 01

Marco Teórico: Los Engranajes

Un engranaje se puede definir como un dispositivo mecánico utilizado para transmitir un movimiento o una fuerza entregada por el motor hasta las partes móviles. Con ellos se puede variar las velocidades de los ejes y sus sentidos de giro.

Los engranajes semejan cilindros provistos de dientes, que van interactuando unos con otros al tiempo que las ruedas giran sobre sus ejes, transmitiéndose así el movimiento de rotación. Cuando dos ruedas dentadas engranan, la rueda seguidora gira siempre en sentido contrario al de la impulsora. La magnitud de multiplicación o reducción resulta de la relación de los dientes.

También resulta fácil comprender lo que ocurre con las ruedas, si nos fijamos en el número de dientes que pasan por el punto M, donde engranan. Cuando la impulsora A efectúa una revolución, pasan 24 dientes en sentido descendente por el punto M, que empujan en igual sentido a 12 dientes de la rueda B, por lo que ésta habrá de efectuar 2 vueltas completas en sentido antihorario.

En general, cuando dos ruedas engranan, el factor de transmisión es:

$t(A,B) = \text{Número de dientes del engranaje A} / \text{Número de dientes del engranaje B}$

Si el factor $t(A,B)$ es una relación alta, $t(B,A)$ será baja; más exactamente, $t(B,A) = 1 / t(A,B)$

La fórmula que relaciona el movimiento de las dos ruedas dentadas es la siguiente:

$$N1 Z1 = N2 Z2$$

En ella:

N1 es el número de revoluciones de la primera rueda.

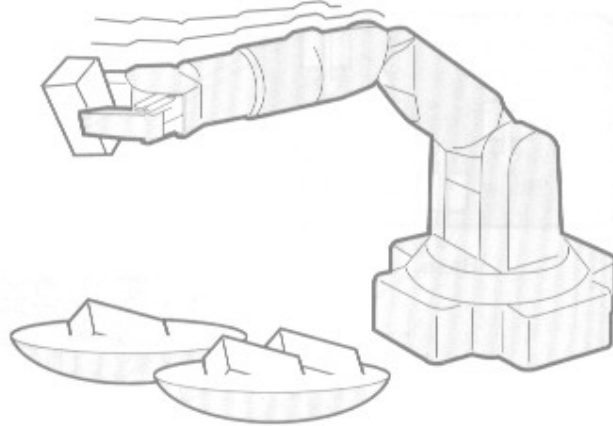
Z1 es el número de dientes de la primera rueda.

N2 es el número de revoluciones de la segunda rueda.

Z2 es el número de dientes de la segunda rueda.

Indicaciones del proyecto.

El grupo debe hacer funcionar el brazo robótico con el control manual. Ubicar frente al brazo robótico dos recipientes planos y dos o tres objetos pequeños en uno de los recipientes (ver el esquema que se muestra abajo).



Objetivos del Taller.

1. Trasladar los objetos de un recipiente al otro y medir el tiempo en hacerlo
2. Observar cómo se mueven las articulaciones a través de los engranajes
3. Incentivar la participación de todos los miembros del grupo al hacerlo en menor tiempo

Resultados y experiencias.

Después de realizar el taller conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Explique el funcionamiento de los engranajes cuando realizaba la acción solicitada?

2. ¿Cuál fue el menor tiempo logrado en pasar todos los objetos de un lado al otro?

3. ¿Qué elementos activan a los engranajes?

Figura 30: Taller 01: Sistema de transmisión con control Manual

Marco Teórico:

¿Qué es torque?

El torque es la fuerza aplicada en una palanca que hace rotar alguna cosa. Al aplicar fuerza en el extremo de una llave se aplica un torque que hace girar las tuercas. En términos científicos el torque es la fuerza aplicada multiplicada por el largo de la palanca ($\text{Torque} = F \times D$) y se mide comúnmente en Newtons metro.

Dentro del motor de un robot la energía proveniente de las baterías y hace que un cilindro electromagnético gire un eje con determinada fuerza hacia delante o hacia atrás dependiendo de la conexión de los polos de la batería, estos motores giran debido al torque generado.

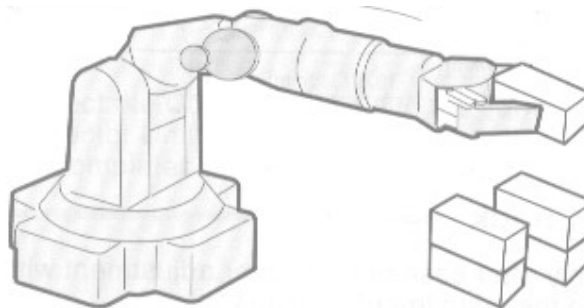
¿Qué es potencia?

La potencia es la rapidez con que se efectúa un trabajo, es decir, el trabajo por unidad de tiempo ($\text{Potencia} = \text{Trabajo} / \text{tiempo}$). Tomando los conceptos básicos de física sabemos que $\text{Trabajo} = \text{fuerza} \times \text{distancia}$, que son precisamente las unidades del torque. Además sabemos que la velocidad rotacional de un motor se mide en rpm (cuyas unidades son 1/min). Entonces si multiplicamos el torque por las rpm del motor tenemos $F \times D / \text{tpo}$ que es precisamente la potencia.

Si utilizamos una palanca de 1 m y aplicamos una fuerza de 1 N en el extremo estaremos aplicando un torque de 1 N m. ¿Pero sería posible hacer girar esta palanca a 3000 rpm? Pues esto es precisamente lo que hace el motor de un robot.

Indicaciones del proyecto.

El grupo debe hacer funcionar el brazo robótico con el control manual. Ubicar frente al brazo robótico pequeños cubos de plástico o madera (ver el esquema que se muestra abajo).

**Objetivos del Taller.**

1. Apilar los cubos en dos pilas

<ol style="list-style-type: none"> 2. Relacionar los conceptos de torque y potencia durante el funcionamiento del robot 3. Incentivar la participación de todos los miembros del grupo a hacerlo en menor tiempo
<p>Resultados y experiencias.</p> <p>Después de realizar el taller conteste las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Explique el torque y potencia en el funcionamiento del brazo robótico? <p>_____</p> <p>_____</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. ¿Cuál fue el menor tiempo logrado en apilar todos los cubos? <p>_____</p> <p>_____</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. ¿Qué elementos participan en el torque y potencia? <p>_____</p>

Figura 31: Taller 02 - Torque y Potencia con control Manual

3.3.2 Control mediante un Computador

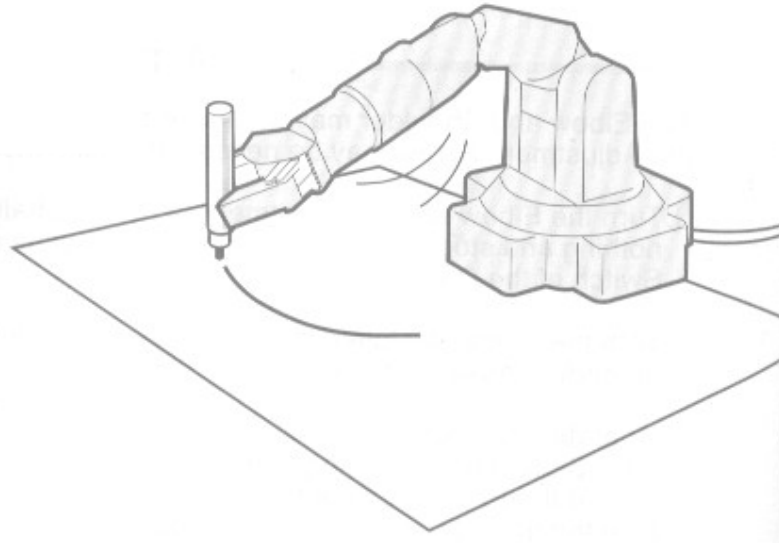
Es este nivel los estudiantes deben haber experimentado lo suficiente con el control Manual del Robot, para que ahora puedan experimentar con el control desde el computador. Se pueden plantear los siguientes talleres:

<p>Tema: PROGRAMACION AUTOMATICA DESDE EL PC</p> <p>Marco Teórico: Autómatas Programables</p> <p>En electrónica un autómata es un sistema secuencial, aunque en ocasiones la palabra es utilizada también para referirse a un robot. Puede definirse como un equipo electrónico programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales.</p> <p>La misión principal de los equipos de programación, es la de servir de interfaz entre el operador y el autómata para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control.</p> <p>Dependiendo del tipo de autómata, el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware).</p> <p>Las tareas principales de un equipo de programación son:</p>	<p>TALLER 03</p>
--	-------------------------

Introducción de las instrucciones del programa.
Edición y modificación del programa.
Detección de errores.
Archivo de programas (cintas, discos).

Indicaciones del proyecto.

El grupo debe hacer funcionar el brazo robótico con la interfaz gráfica del computador para seleccionar un marcador. Ubicar frente al brazo robótico un pliego de cartulina blanca (ver el esquema que se muestra abajo).



Objetivos del Taller.

1. Realice un programa en el computador que el brazo dibuje números del 1 al 5
2. Determinar los intervalos de tiempo para cada trazo
3. Cada integrante del grupo va a programar un número y guarda el programa en disco

Resultados y experiencias.

Después de realizar el taller conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Explique qué es un autómata programable?

2. ¿Cuántas instrucciones fueron necesarias para lograr el objetivo, en cada caso?

3. ¿Qué instrucciones son las que interpreta el brazo robótico cuando se programa en el computador, ponga un ejemplo de una instrucción?

Figura 32: Taller 03 - funcionamiento de un Autómata Programable

Tema: PROGRAMACION AUTOMATICA DESDE EL PC **TALLER 04**

Marco Teórico: La automatización y el telecontrol

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

1. Parte de Mando
2. Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores ..y los captadores como fotodiodos, finales de carrera ...

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada) . En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Objetivos de la automatización

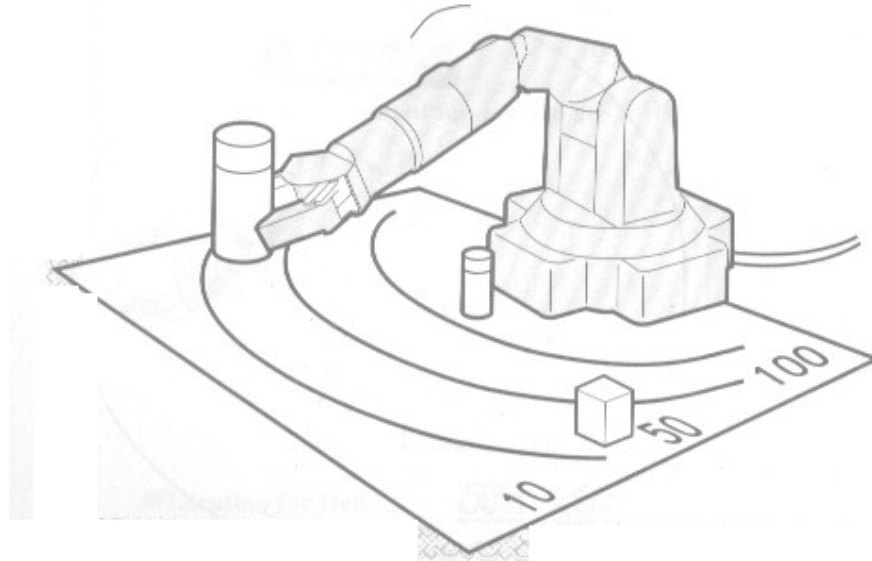
- ◆ Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- ◆ Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- ◆ Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- ◆ Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- ◆ Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera

grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

- ♦ Integrar la gestión y producción.

Indicaciones del proyecto.

En una cartulina blanca dibujar tres semicírculos, cada uno de ellos con un puntaje (ver el esquema que se muestra abajo).



Objetivos del Taller.

1. Realice un programa en el computador que el brazo robótico seleccione objetos de los semicírculos y los lleve fuera de la cartulina
2. Se deberán registrar los puntajes de acuerdo al objeto seleccionado
3. Cada integrante del grupo va a realizar un programa para el objeto seleccionado
4. El ganador del grupo es quien logre el objetivo y con el menor número de instrucciones en el programa.

Resultados y experiencias.

Después de realizar el taller conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Liste y explique tres áreas de aplicación de la automatización con robots en las empresas de nuestra provincia?

2. ¿Considera que el brazo necesita mantenimiento para no desgastar sus

componentes si siempre realiza las mismas tareas, justifique?

3. ¿Qué ventajas podría la automatización a los humanos, creen que los robots podrían desplazar a los humanos en ciertas áreas de trabajo?

Figura 33: Taller 05 - Estudio de la Automatización y sus problemas

3.3.3 Control mediante reconocimiento de voz

En la última fase el estudiante debe conocer el funcionamiento manual y automático del brazo robótico, entender cuál es la diferencia y en qué problemas aplicar cada caso. Con éste know-how el estudiante ahora puede iniciar un proceso más complicado, operar al brazo robótico con comando de voz en casos donde se necesite velocidad en los procesos. Aquí se muestra un ejemplo un taller que se podría realizar con el módulo de Reconocimiento de voz.

Tema: PROGRAMACION POR COMANDOS DE VOZ	TALLER 05
Marco Teórico: Reconocimiento de Voz	
<p>El Reconocimiento Automático del Habla (RAH) o Reconocimiento Automático de voz es una parte de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo permitir la comunicación hablada entre seres humanos y computadoras electrónicas. El problema que se plantea en un sistema de RAH es el de hacer cooperar un conjunto de informaciones que proceden de diversas fuentes de conocimiento (acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática), en presencia de ambigüedades, incertidumbres y errores inevitables para llegar a obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico recibido.</p>	
<p>Aprendizaje</p> <p>Un aspecto crucial en el diseño de un sistema de RAH es la elección del tipo de aprendizaje que se utilice para construir las diversas fuentes de conocimiento. Básicamente, existen dos tipos:</p> <p>Aprendizaje Deductivo: Las técnicas de Aprendizaje Deductivo se basan en la transferencia de los conocimientos que un experto humano posee a un sistema informático. Un ejemplo paradigmático de las metodologías que utilizan tales</p>	

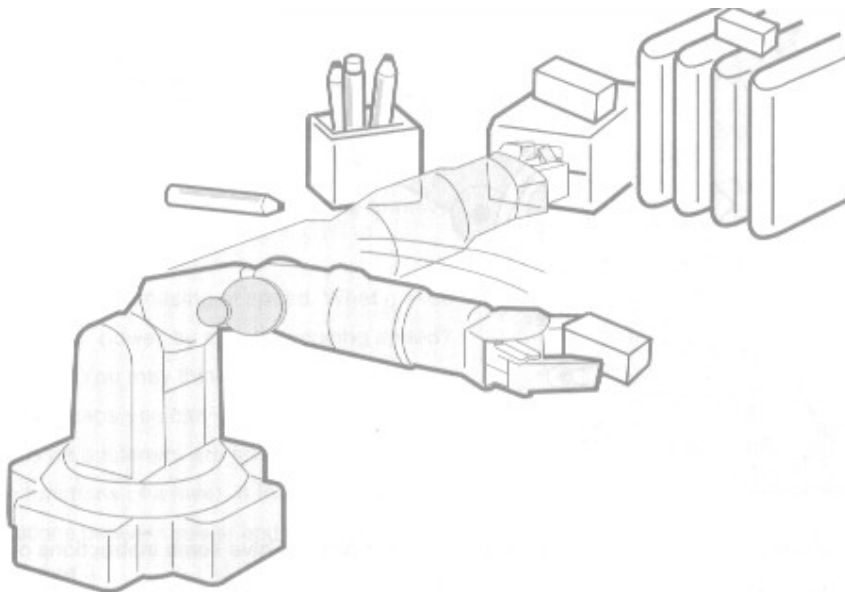
técnicas lo constituyen los Sistemas Basados en el Conocimiento y, en particular, los Sistemas Expertos.

Aprendizaje Inductivo: Las técnicas de Aprendizaje Inductivo se basan en que el sistema pueda, automáticamente, conseguir los conocimientos necesarios a partir de ejemplos reales sobre la tarea que se desea modelizar. En este segundo tipo, los ejemplos los constituyen aquellas partes de los sistemas basados en los modelos ocultos de Markov o en las redes neuronales artificiales que son configuradas automáticamente a partir de muestras de aprendizaje.

En la práctica, no existen metodologías que estén basadas únicamente en el Aprendizaje Inductivo, de hecho, se asume un compromiso deductivo-inductivo en el que los aspectos generales se suministran deductivamente y la caracterización de la variabilidad inductivamente.

Indicaciones del proyecto.

En una mesa ponga varios objetos desordenados frente al brazo robótico (ver el esquema que se muestra abajo).



Objetivos del Taller.

1. Ordenar los elementos que se encuentran desordenados
2. Realizar un entrenamiento de los comandos de voz, hasta que el sistema del brazo los entienda
3. Hacerlo en el menor tiempo posible

Resultados y experiencias.

Después de realizar el taller conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es el reconocimiento de voz y qué problemas tuvo al momento de realizar la práctica?

2. ¿Qué factores son importantes para que los resultados de reconocimiento de voz sean los esperados?

3. ¿Qué ventajas podría tener el control por voz en lugar de control manual y cuáles serían sus desventajas?

Figura 34: Taller 05 - Reconocimiento de voz

CAPÍTULO IV

VALIDACION Y VERIFICACION DE RESULTADOS

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- A través de un proceso de búsqueda e investigación se logró adquirir un Brazo Robótico con reconocimiento de voz de tecnología ya creada, pero que ayudará a entender mejor la Robótica y la Inteligencia Artificial y esto será el principio de nuevas ideas que puedan generarse para crear nuestra propia tecnología acordes a nuestras necesidades.
- Se pudo conocer el nuevo campo del reconocimiento de voz, que puede ser realizado por medio de Software o de Hardware; y se experimentaron las ventajas y las desventajas que aún persisten en éste tipo de sistemas.
- Con una herramienta que contenga elementos de Robótica y Mecatrónica (Mecánica, Electrónica e Informática), es posible crear una base de conocimientos importantes a los estudiantes de la PUCESA, y es así que éste documento se muestran unos pocos de los tantos talleres que se podrían generar.
- Si bien es cierto que la teoría es importante para poder entender el funcionamiento y el por qué de las cosas, con la práctica se logra calar en la mente de los estudiantes con conocimientos que perduren durante toda su vida; y los talleres prácticos que se hagan en clase permitirán lograr éste objetivo.
- La PUCESA ahora cuenta con nuevos elementos para el proceso enseñanza-aprendizaje. El Brazo Robótico será una herramienta más dentro de lo que en el futuro será un Laboratorio de Robótica.

- Cuando existen los métodos y las herramientas adecuadas, el estudiante vive la clase y la disfruta y no siente desobliga ni aburrimiento. Que bueno que se sigan apoyando proyectos como estos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar la herramienta en las cátedras de Robótica e Inteligencia Artificial, pero siempre partiendo desde un nivel básico. Esto ayudará a mejorar el proceso de aprendizaje y a evitar posibles daños en el Robot.
- Antes de echar andar el módulo de reconocimiento de voz se debe entrenarlo y configurarlo para obtener mejores resultados. Es importante la correcta vocalización en el idioma seleccionado.
- La Universidad debería adquirir uno o dos brazos robóticos con las mismas características, esto permitirá que los estudiantes puedan intercambiar experiencias entre los diferentes grupos sobre el mismo tema o se puedan realizar talleres utilizando varios brazos a la vez. Esto ayudaría a aumentar el conocimiento y experiencia de los estudiantes.
- Sugerir a los profesores a cargo de las cátedras que utilicen la herramienta, sigan desarrollando nuevos talleres y sean los precursores del desarrollo de nuestra propia tecnología y no simplemente convertirnos en consumidores.
- Que la Universidad también aporte al incremento de nuevos elementos de un Laboratorio de Robótica, el beneficio será en común, tanto para el prestigio de la Universidad como el aprendizaje de los estudiantes.
- Que estudiantes y Universidad sigan afrontando los nuevos cambios y retos que nos da la tecnología; y no seamos entes pasivos sino preactivos.

ANEXOS

Hechos más importantes de la Robótica

- En 1500 a. C., Amenhotep, hermano de Hapu, construye una estatua de Memon, el rey de Etiopía, que emite sonidos cuando la iluminan los rayos del sol al amanecer.
- En el 500 a. C., King-su Tse, en China, inventa una urraca voladora de madera y bambú y un caballo de madera que saltaba.
- Entre el 400 y 397 a. C., Archytar de Tarento construye un pichón de madera suspendido de un pivote, el cual rotaba con un surtidor de agua o vapor, simulando el vuelo. Archytar es el inventor del tornillo y la polea.
- Entre el 300 y 270 a. C., Cresibio inventa una clepsidra (reloj de agua) y un órgano que funciona con agua.
- Entre el 220 y 200 a. C., Filon de Bizancio inventó un autómatas acuático y la catapulta repetitiva.
- En el año 206 a. C., fue encontrado el tesoro de Chin Shih Hueng Ti consistente en una orquesta mecánica de muñecos, encontrada por el primer emperador Han.
- En el año 62 d. C., Hero de Alejandría hace un tratado de autómatas, un famoso registro de aplicaciones de la ciencia que pueden ser demostrados por medio de un autómatas, así como su teatro automático en el cual, las figuras que se encuentran montadas en una caja, cambian de posición ante los ojos de los espectadores: pájaros cantores, trompetas que suenan, medidores de la fuerza del vapor, animales que beben, termoscopios, sifones y máquinas que operaban con monedas.
- Año 335 d. C., Hsieh Fec construye un carro con cuatro ruedas con la figura de Buda, hecha de madera de sándalo.
- En el año 700 d. C., Huang Kun construyó barcos con figuras de animales, cantantes, músicos y danzarines que se movían.

- En el 770 d. C., Yang Wu-Lien construye un mono que extiende sus manos y dice "¡Limosna! ¡Limosna!", guardando su recaudación en una bolsa cuando alcanza un peso determinado.
- El príncipe Kaya, hijo del Emperador Kannu, construye en el año 840 una muñeca que derrama agua.
- En el 890, Han Chih Ho hace un gato de madera que caza ratas, y moscas y un tigre que bailan.
- El sabio príncipe hindú Bhoja, escribe, en el año 1050, el Samarangana-Sutradhara, que incluye comentarios sobre la construcción de máquinas o yantras.
- Alberto Magno (1204 - 1272) crea un sirviente mecánico.
- Roger Bacon (1214 - 1294) construye, después de 7 años, una cabeza que habla.
- En el año 1235, Villard d'Honnecourt hace un libro de esbozos que incluyen secciones de dispositivos mecánicos, como un ángel autómatas, e indicaciones para la construcción de figuras humanas y animales.
- Reloj con forma de gallo que canta en la catedral de Strasbourg, que funcionó desde 1352 hasta 1789.
- Aproximadamente en 1495, antes de empezar con el trabajo de la última cena, Leonardo Da Vinci diseñó y posiblemente construyó uno de los primeros autómatas humanoides en la civilización occidental. El autómatas, surgido de sus trabajos previos sobre anatomía descritos en el Codex Huygens, fue diseñado conforme al canon Vitruvian. El autómatas, con forma de caballero con armadura, estaba diseñado para incorporarse, agitar los brazos y mover la cabeza gracias a su cuello flexible mientras abría y cerraba su mandíbula anatómicamente correcta.

- Leonardo Da Vinci construye en el año 1500 un león automático en honor de Luis XII que actúa en la entrada del Rey de Milán.
- Salomón de Caus (1576 - 1626) construye fuentes ornamentales y jardines placenteros, pájaros cantarines e imitaciones de los efectos de la naturaleza.
- En 1640, René Descartes inventó un autómeta al que se refiere como "mi hijo Francine".
- En 1662, se abre en Osaka el teatro Takedo de autómetas.
- Jacques de Vaucanson, construye el pato, el autómeta más conocido; un pato hecho de cobre, que bebe, come, grazna, chapotea en el agua y digiere su comida como un pato real. Previamente construye un flautista y un tamborilero en 1738; el primero consistía en un complejo mecanismo de aire que causaba el movimiento de dedos y labios, como el funcionamiento normal de una flauta.
- 1770 Los constructores de relojes suizos, e inventores del reloj de pulsera moderno, Pierre Jaquet-Droz y posteriormente su hijo Henri-Louis Jaquet-Droz comienzan a construir autómetas para la realeza europea. Construyen tres muñecas cada una con una función única, una de ellas podía escribir otra tocaba música y la tercera dibujaba.
- En 1801 Joseph Jacquard inventó su telar, que era una máquina programable, usando tarjetas perforadas para la urdimbre programable.
- Los hermanos Maillardet (Henri, Jean-David, Julien-Auguste, Jacques-Rodolphe) hicieron su aparición a finales del siglo XVIII y principios del XIX, construyen un escritor-dibujante, con la forma de un chico arrodillado con un lápiz en su mano, escribe en inglés y en francés y dibuja paisajes. Construyen un mecanismo "mágico" que responde preguntas y un pájaro que canta en una caja.
- En 1822 Charles Babbage realizó una demostración de su máquina diferencial a la "Royal Astronomical Society". No satisfecho con su invento (una máquina calculadora de programa único) se empeñó en sentar las bases de un proyecto más ambicioso, que él denominaba "máquina analítica" (1830). Esta sería una máquina

de propósito general capaz de resolver cualquier operación matemática. Babbage pensó en usar tarjetas perforadas para la entrada y salida de datos e instrucciones. La enorme similitud entre el esquema de la "máquina analítica" y los ordenadores actuales hace que muchos especialistas le consideren el padre de la informática.

- Robert Houdini construye una muñeca que escribe. También realiza un pastelero, un acróbata, una bailarina en la cuerda floja, un hombre que apunta con una escopeta y una artista del trapecio.
- Thomas Alva Edison construyó en el año 1891 una muñeca que habla.
- 1898 Nikolai Tesla en una exhibición eléctrica en el entonces recientemente completado Madison Square Garden hizo una demostración del primer buque a radio-control.
- 1936 Alan Turing introduce el concepto de un ordenador teórico llamado la Máquina de Turing.
- 1946 El inventor G.C Devol desarrolló un dispositivo controlador que podía registrar señales eléctricas por medio campos magnéticos y reproducirlas para accionar un máquina mecánica.
- 1950 Alan Turing publica "Computing Machinery and Intelligence" en el cual propone un test para determinar si una máquina ha alcanzado el nivel de pensar por si misma. Este test se conoce como el "Test de Turing".
- 1951 Trabajo de desarrollo con teleoperadores (manipuladores de control remoto) para manejar materiales radiactivos. Patente de Estados Unidos emitidas para Goertz (1954) y Bergsland (1958).
- 1952 Una máquina prototipo de control numérico fue objetivo de demostración en el Instituto Tecnológico de Massachusetts después de varios años de desarrollo. Un lenguaje de programación de piezas denominado APT (Automatically Programmed Tooling) se desarrolló posteriormente y se publicó en 1961.
- 1953 Construido en Inglaterra el primer robot móvil de la historia, pese a sus muy limitadas capacidades, fue ELSIE (Electro-Light-Sensitive Internal-

External). ELSIE se limitaba a seguir una fuente de luz utilizando un sistema mecánico realimentado sin incorporar inteligencia adicional.

- 1954 El inventor británico C. W. Kenward solicitó su patente para diseño de robot. Patente británica emitida en 1957.
- 1954 G.C. Devol desarrolla diseños para Transferencia de artículos programada. Patente emitida en Estados Unidos para el diseño en 1961.
- 1956 Alan Newell y Herbert Simon crean "the Logic Theorist", el primer sistema experto. Este sistema experto ayudaba a resolver problemas matemáticos.
- 1956 John McCarthy, Marvin Minsky, Nat Rochester y Claude Shannon organizan "The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence" en el "Dartmouth College". El termino Inteligencia Artificial se acuña como resultado de esta conferencia.
- 1959 John McCarthy and Marvin Minsky fundan el Laboratorio de Inteligencia Artificial en el "Massachusetts Institute of Technology" (MIT).
- 1959 Se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation. Estaba controlado por interruptores de fin de carrera.
- 1960 Se introdujo el primer robot 'Unimate', basado en la transferencia de Artic Programada de Devol. Utilizan los principios de control numérico para el control de manipulador y era un robot de transmisión hidráulica.
- 1961 Un robot Unimate se instaló en la Ford Motors Company para atender una máquina de fundición de troquel.
- 1966 Trallfa, una firma noruega, construyó e instaló un robot de pintura por pulverización.
- 1966 Joseph Weizenbaum crea el programa de inteligencia artificial ELIZA. ELIZA funciona como un psicólogo computarizado que manipula las frases de sus usuarios para formar preguntas. Weizenbaum se muestra preocupado por la rápida confianza que la gente pone en su pequeño programa.

- 1967 Richard Greenblatt escribe, MacHack, un programa que juega al ajedrez, como consecuencia a un artículo escrito por Hubert Dreyfus donde este sugiere, como una crítica contra la inteligencia artificial, que un programa de ordenador nunca podrá ganarle al ajedrez.
- 1968 Apareció SHAKEY del SRI (Stanford Research Institute), que estaba provisto de una diversidad de sensores así como una cámara de visión y sensores táctiles y podía desplazarse por el suelo. El proceso se llevaba en dos computadores conectados por radio, uno a bordo encargado de controlar los motores y otro remoto para el procesamiento de imágenes.
- 1969 El 'Stanford Arm', un pequeño brazo de robot de accionamiento eléctrico, se desarrolló en la Stanford University.
- En los setenta, la NASA inició un programa de cooperación con el Jet Propulsion Laboratory para desarrollar plataformas capaces de explorar terrenos hostiles. El primer fruto de esta alianza sería el MARS-ROVER, que estaba equipado con un brazo mecánico tipo STANFORD, un dispositivo telemétrico láser, cámaras estéreo y sensores de proximidad.
- 1970 La Universidad de Stanford crea el "Stanford Cart". Un robot diseñado para seguir líneas en el suelo, aunque también se puede controlar desde un computador a través de radio frecuencia.
- 1973 Se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con la denominación WAVE. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Los dos lenguajes se desarrollaron posteriormente en el lenguaje VAL comercial para Unimation por Víctor Scheinman y Bruce Simano.
- 1974 Cincinnati Milacron introdujo el robot T3 con control por computadora.
- 1975 El robot 'Sigma' de Olivetti se utilizó en operaciones de montaje, una de las primitivas aplicaciones de la robótica al montaje.

- 1976 Un dispositivo de Remote Center Compliance (RCC) para la inserción de piezas en la línea de montaje se desarrolló en los laboratorios Charles Stark Draper Labs en Estados Unidos.
- 1978 El robot T3 de Cincinnati Milacron se adaptó y programó para realizar operaciones de taladro y circulación de materiales en componentes de aviones, bajo el patrocinio de Air Force ICAM (Integrated Computer- Aided Manufacturing).
- 1978 Se introdujo el robot PUMA (Programmable Universal Machine for Assambly) para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors.
- 1979 Desarrollo del robot tipo SCARA (Selective Compliance Arm for Robotic Assambly) en la Universidad de Yamanashi en Japón para montaje. Varios robots SCARA comerciales se introdujeron hacia 1981.
- 1980 Un sistema robótico de captación de recipientes fue objeto de demostración en la Universidad de Rhode Island. Con el empleo de visión de máquina el sistema era capaz de captar piezas en orientaciones aleatorias y posiciones fuera de un recipiente.
- 1981 Takeo Kanade desarrolló en la Universidad de Carnegie-Mellon un robot de impulsión directa. Utilizaba motores eléctricos situados en las articulaciones del manipulador sin las transmisiones mecánicas habituales empleadas en la mayoría de los robots.
- 1982 IBM introdujo el robot RS-1 para montaje, basado en varios años de desarrollo interno. Se trata de un robot de estructura de caja que utiliza un brazo constituido por tres dispositivos de deslizamiento ortogonales. El lenguaje del robot AML, desarrollado por IBM, se introdujo también para programar el robot SR-1.
- 1983 Informe emitido por la investigación en Westinghouse Corp. bajo el patrocinio de National Science Foundation sobre un sistema de montaje

programable adaptable (APAS), un proyecto piloto para una línea de montaje automatizada flexible con el empleo de robots.

- 1986 Honda comienza un programa de investigación y desarrollo sobre robótica. El programa comienza con la premisa de que un robot "debería coexistir y cooperar con los seres humanos, haciendo lo que una persona no puede hacer y desarrollando una nueva dimensión en movilidad para beneficiar a la sociedad".
- 1989 El "Mobile Robots Group" del MIT desarrolla un robot hexapodo llamado Genghis. Debido a la forma que tiene el de caminar acaba siendo conocido como "Genghis gait" (Genghis paso).
- 1989 Los investigadores del MIT Rodney Brooks y A. M. Flynn publican el artículo "Fast, Cheap and Out of Control: A Robot Invasion of the Solar System" (Rápidos baratos y fuera de control: Una invasión robot del Sistema Solar). Este artículo cambia la filosofía de desarrollo de la construcción de un robot grande y caro a la construcción de muchos robots pequeños y baratos.
- 1993 Dante un robot con 8 patas desarrollado en la Universidad Carnegie-Mellon intenta el descenso al interior del Monte Erebus en la Antártida. Su misión es recoger datos en un ambiente duro similar al que se encontraría en otro planeta. La misión falla cuando después de 20 pasos de descenso el arnés de Dante se rompe dejándolo caer al cráter.
- 1994 Una versión más robusta del Dante el Dante II desciende en el cráter de un volcán en Alaska. La misión se considera un éxito.
- 1996 David Barrett diseña y construye RoboTuna como parte de su tesis doctoral en el MIT. Este robot se usó para estudiar la forma que tienen los peces de nadar.
- 1996 Chris Campbell y Stuart Wilkinson crean Gastrobot, un robot que digiere materia orgánica para producir dióxido de carbono a presión que se usa como energía. Wilkinson denominó al sistema el "motor flatulento".

- 1996 El "Sojourner" es un vehiculo de seis ruedas controlado desde la Tierra por un operador, que usa imágenes obtenidas tanto por el vehiculo como por los sistemas de la nave de aterrizaje. Hay que darse cuenta que existe un retraso de 10 minutos entre la emisión y la recepción de la señal por lo que es necesaria cierta automatización en el vehiculo. Los objetivos principales se establecieron para los primeros 7 días marcianos (1 día marciano = ~24.7 hours) todos los objetivos dentro de un radio de 10 metros del punto de aterrizaje. La misión final incluyó análisis de rocas y suelo circundantes, así como la prueba de las capacidades del vehículo.
- 1997 Se presenta el P-3. El P-3 es un robot diseñado por Honda, mide 1.60 m, pesa 130 Kg y se sustenta sobre dos piernas. Cada vez que empieza a caminar flexiona ligeramente las rodillas, el proyecto fue dotado de 5 millones de dólares, evita las caídas gracias a sensores de gravedad, y está acondicionado con sensores de ángulos, sensores visuales y sensores de aceleración. Es capaz de subir y bajar escaleras, abrir puertas, pulsar interruptores y empujar vehículos.
- 1998 Tiger Electronics lanza el Furby para la campaña de juguetes de navidad. Usando una variedad de sensores esta "mascota animada" puede reaccionar ante los cambios del entorno y comunicarse usando mas de 800 frases en el idioma del usuario y en su propio idioma el "Furbish".
- 1998 LEGO lanza Robotics Invention System™ 1.0 al que llama MINDSTORMS.
- 1999 SONY lanza el AIBO un robot perro para su uso como mascota.
- 2000 Honda lanza el robot humanoide ASIMO (Advanced Step in Innovative Mobility). Desarrollado a partir del P-3 el ASIMO pesa 43 Kg y mide 120 cm.
- En el Mundial de fútbol 2006 se utilizó un robot llamado OFRO que puede recorrer hasta 10,000 metros cuadrados buscando y encontrando armas atómicas, biológicas o químicas usando cámaras termales y sensores. El robot transmite la información recogida de forma inalámbrica. También obtiene muestras del aire y

si encuentra irregularidades inmediatamente suena una alarma. El robot es autónomo y no necesita que se lo dirija a control remoto.

- 2007 Ecuador no es ajeno a la realidad y desarrollo de la robótica. Muchas Universidades incluyen en sus programas el estudio de la Robótica, Domótica y Mecatrónica, tal es el caso de la PUCESA. Así también existe la Compañía ecuatoriana OneRobots que desarrolla y exporta robots a otros países.

GLOSARIO DE TERMINOS.

A.

ASIMO.-

(Advanced Step in Innovative Mobility). Robot desarrollado por Honda

B.

BACK-END.-

Todos los elementos que involucran la administración de operaciones de un sitio, desde tecnología hasta fulfillment e integración de sistemas.

BIT (Binary Digit).-

En español (dígito binario), es la unidad mínima de información de la memoria, equivalente a un "sí" (0) o un "no" (1) binarios. La unión de 8 bits da lugar a un byte.

BITNET (Because It's There NETwork).-

Red de sitios educativos (investigación y universitarios) separada de Internet, pero el correo electrónico es libremente intercambiado entre BITNET e Internet.

BROWSERS.-

Un navegador es un programa de software que le permite que se vean los documentos de la Web. Algunos ejemplos de navegadores incluyen Netscape, Microsoft Internet Explorer, Macweb, y Netcruiser.

BYTE.-

Se describe como la unidad básica de almacenamiento de información, generalmente equivalente a 8 bits, pero el tamaño del byte depende del código de información en el que se defina.

C.

CHIP.-

Es un circuito integrado (CI) muy delgado en el que se encuentran miles o millones de dispositivos electrónicos interconectados, principalmente diodos y transistores, y también componentes pasivos como resistencia o capacitores.

CMOS.-

Complementary Metal Oxide Semiconductor ("Metal Óxido Semiconductor Complementario") es una tecnología utilizada para crear circuitos integrados, como pueden ser compuertas lógicas, contadores etc. Consiste básicamente en dos transistores, uno PFET y otro NFET. De esta configuración resulta el nombre.

CPU.-

Central Processing Unit, Unidad Central de Proceso.

D.

DB-9.-

Conector de 9 pines usado en líneas en serie.

DB-25.-

Conector de 25 pines usado en líneas en paralelo, en los pc se los utiliza para la comunicación con la impresora.

DLL.-

Dynamic Link Library. Librería de Concatenación Dinámica

DOF.-

Degree of Freedom. Grados de Libertad

E.

EPROM.-

Erasable Programmable Read-Only Memory, Memoria de sólo lectura programable que puede ser borrada.

H.

HOST.-

Ordenador conectado a Internet. Ordenador en general. Literalmente anfitrión.

I.

INFRAROJO IR.-

Es una sección especial dedicada en exclusiva a trabajar con los Infrarrojos, tanto emitiendo como recibiendo señales mediante un tipo de onda luminosa.

I/O (Input / Output).-

Control de dispositivos de Entrada /Salida.

L.

LED.-

Light-Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática.

LSI.-

Large Scale Integration (Integración a gran escala) consistía de sistemas con al menos mil compuertas lógicas. El sucesor natural del LSI fue VLSI (varias decenas de miles de compuertas en un solo chip). Hoy en día, los microprocesadores tienen varios millones de compuertas en el mismo chip.

N.

NET (RED).-

Net es un dominio de Internet genérico que forma parte del sistema de dominios de Internet. El dominio .net es manejado por la compañía VeriSign.

NVT (Network Virtual Terminal).

Una NVT es un dispositivo imaginario que posee una estructura básica común a una amplia gama de terminales reales.

O.**OSCILADOR.-**

Un circuito que es capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo (corriente periódica) estas oscilaciones pueden ser senoidales, cuadradas, triangulares, etc., dependiendo de la forma que tenga la onda producida. Un oscilador de onda cuadrada suele denominarse multivibrador.

P.**PIC.-**

Un PIC es un mini CPU, capaz de ser programado, y nos proporciona capacidad de cálculo para pequeñas aplicaciones.

PIN.-

Nombre con el que se les conoce a cada uno de los conectores del microcontrolador o de un circuito integrado en general.

R.**RAM.-**

Random Access Memory (memoria de acceso aleatorio).

ROM

Read-Only Memory (memoria de sólo lectura).La ROM suele almacenar la configuración del sistema o el programa de arranque del ordenador. Es una memoria no destructible, es decir que no se puede escribir sobre ella.

RS232.-

Es una conexión serie normalizada, muy frecuente en ordenadores personales.

S.

SCARA.-

(Selective Compliance Arm for Robotic Assambly) Robot para montaje desarrollado en la Universidad de Yamanashi en Japón.

SERVO MOTORES.-

Un servo, o servomotor, es un dispositivo electromecánico utilizado principalmente en robótica y Tiene la capacidad de lograr y mantener una posición angular , que se le indica por medio de una señal de control.

SV2.-

Circuito controlador de servomotores tipo SV2 (circuito comercial para control de servomotores).

T.

TORQUE.-

Es el momento de una fuerza con respecto a un punto que da a conocer en qué medida existe tendencia en una fuerza o desequilibrio de fuerzas que pueda causar la rotación de un cuerpo con respecto a éste.

U.

USB.-

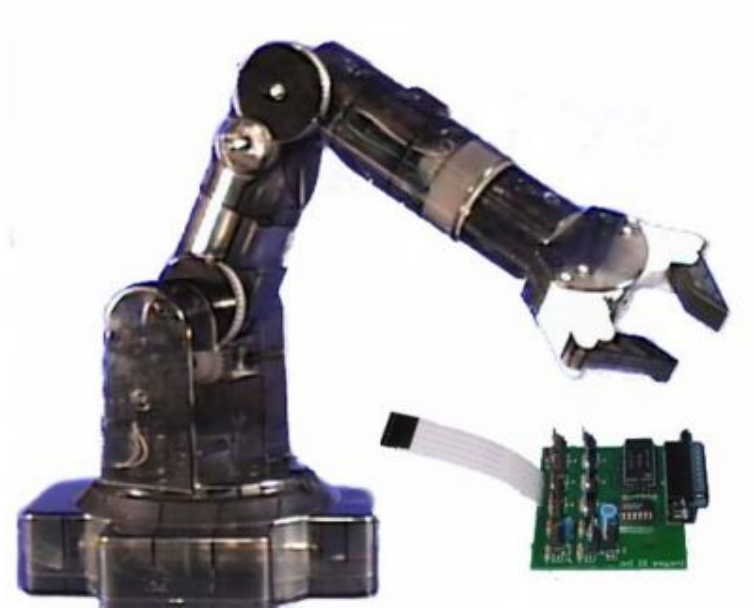
Universal Serial Bus es una interfaz plug & play (Conecte y ejecute)

V.

VLSI.-

Very Large Scale Integration, integración en escala muy grande. La integración en escala muy grande de sistemas de circuitos basados en transistores en circuitos integrados comenzó en los años 1980, como parte de las tecnologías de semiconductores y comunicación que se estaban desarrollando.

MANUAL DE USUARIO



Manual del Usuario

Introducción

El Robotic Arm Trainer, Educational Electrónica Kit” Modelo Movit 007 desarrollado por la empresa OWI Incorporated. Este brazo robótico enseña el sentido básico de la robótica y principios de movimiento y funcionamiento de los motores y engranajes al poseer una carcasa transparente y al venir el brazo en piezas.

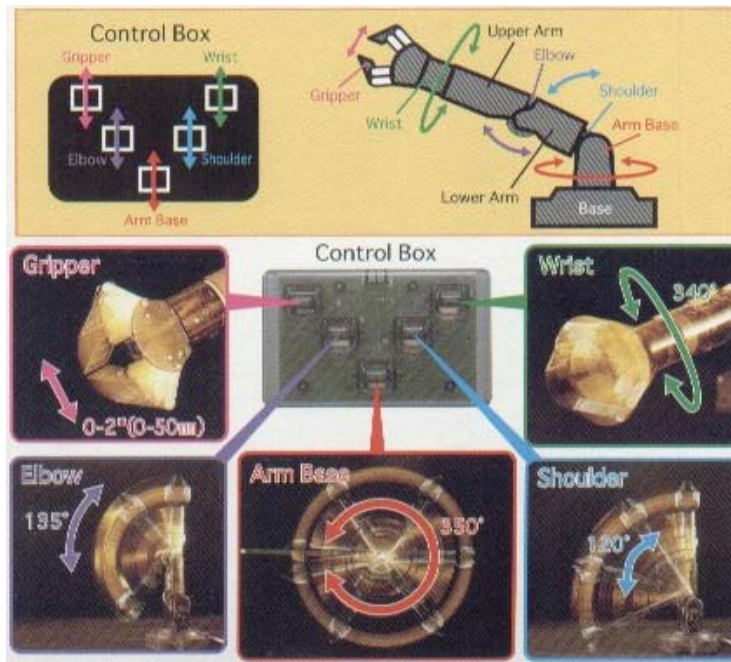
Puede ser controlado por un control de manual conectado directamente al brazo y se puede ver que parte del brazo está funcionando porque posee leds que indican su movimiento. Permite movimientos de las pinzas, muñeca, codo, hombro y base es decir que tiene 5 grados de libertad y lo más importante es que puede incorporarse un circuito opcional para conexión al computador y otro para reconocimiento de voz.

El uso de éste Robot es muy fácil, por lo que el manual de usuario no es extenso sino contiene los aspectos más relevantes.

Operación Manual

Para operar el Robot de forma manual existe un control con cinco interruptores en dónde cada uno de estos accionará un motor que formarán los cinco ejes de movimiento:

- La Base que rota de izquierda a derecha (Aproximadamente 350°)
- El Hombro que se mueve en un rango aproximado de 120°
- El Codo que se mueve en un rango aproximado de 135°
- La muñeca que rota en sentido horario/anti-horario(Aprox. 340°)
- La Pinza abre y cierra

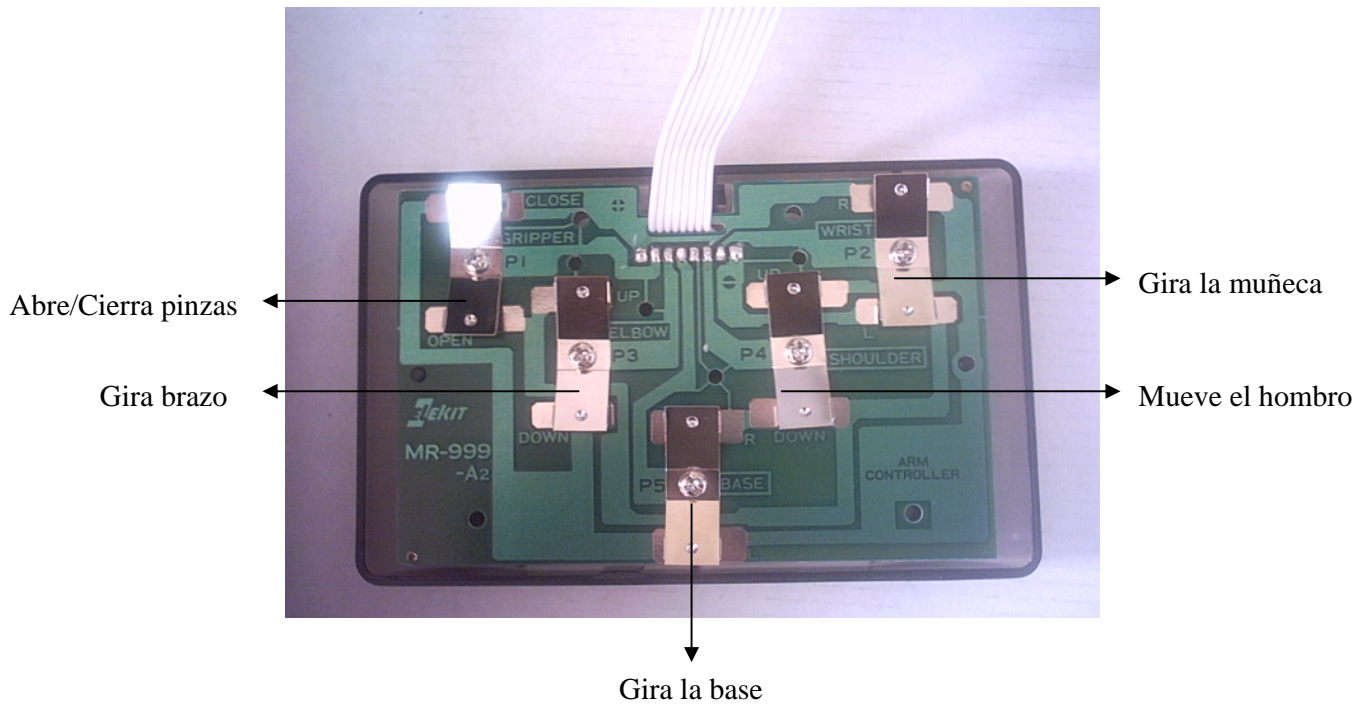


Cuando se acciona cada uno de los controles en el brazo se encienden unas pequeñas luces que indican la parte del brazo que se está accionando en ese momento, tal como se puede visualizar en el siguiente gráfico.



En la manipulación del robot es importante tomar en cuenta que cada uno de los elementos tiene un límite en su movimiento, por ejemplo la base no gira los 360° sino 350° debido a que tiene un tope, es decir que cuando gire la base en sentido horario lo hará hasta que llegue al tope y se tendrá que girar en sentido anti-horario para regresar y evitar forzar el motor. El mismo procedimiento se sigue con los demás elementos de acuerdo a los grados de libertad que se indicaron anteriormente.

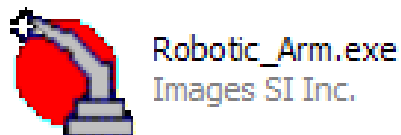
En el siguiente gráfico se detalla el funcionamiento la estructura interna del control manual del robot, como se puede observar existen cinco interruptores y cada uno de ellos realiza dos funciones, movimiento horario y anto-horario, excepto en el caso de las pinzas que abre y cierra.



Operación por medio del computador

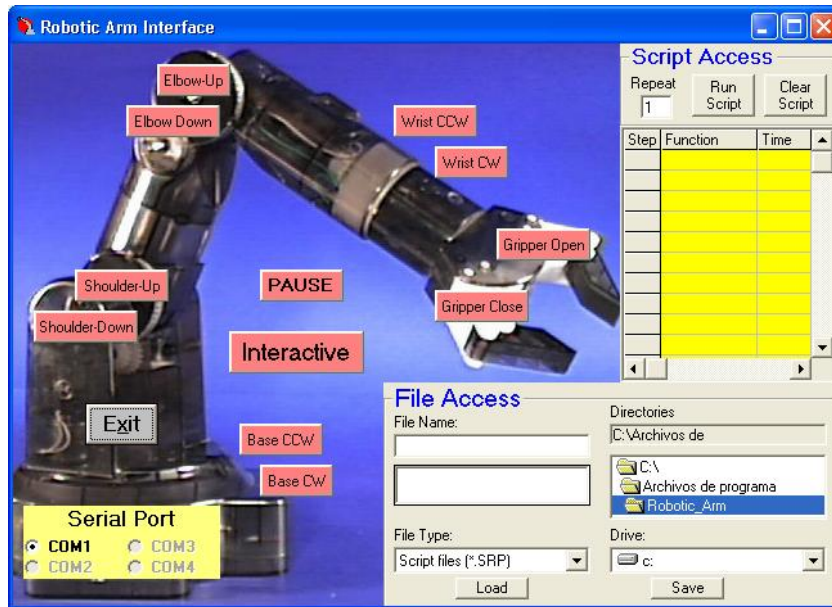
En el modo Controlado por la Computadora es necesario la instalación del software que se provee en un Disquete o que se lo puede descargar de la dirección electrónica <http://www.imagesco.com/catalog/RoboticArm/007serial.zip>. Las funciones que desempeñará el brazo serán las mismas, a diferencia que se utilizará una ventana de control en la computadora en lugar de la caja de control manual.

Una vez instalado el software se creará un acceso en el menú de programas y por defecto se instala en la carpeta “Archivos de Programa/Robotic_Arm”. Para iniciar el programa se debe dar doble clic en el icono que tiene la siguiente figura.



Al ejecutar el programa aparecerá una sola ventana con la imagen del brazo robótico y una serie de botones en las partes móviles del Robot. En la parte

inferior izquierda se muestra un recuadro para seleccionar el puerto de conexión de la computadora, el puerto predeterminado es el Com1, como se muestra en la siguiente figura.



Se puede observar que en el medio de la pantalla aparece un botón de mayor tamaño con la leyenda **[Interactive]**, éste botón permite cambiar de modalidad entre modo interactivo y modo de programa **[Program]**.

Modo Interactivo. En éste modo es posible manipular el robot directamente desde ésta pantalla por medio de los botones de color rosa, que a continuación se explican:

[Base CW]: Base ClockWise. Mueve la base en el sentido de las manecillas del reloj.

[Base CCW]: Base Contrary ClockWise. Mueve la base en el sentido inverso de las manecillas del reloj.

[Shoulder-Down]: Hombro abajo. Mueve el hombro hacia abajo.

[Shoulder-Up]: Hombro arriba. Mueve el hombro hacia arriba.

[Elbow-Down]: Codo abajo. Mueve el antebrazo hacia abajo

[Elbow-Up]: Codo arriba. Mueve el antebrazo hacia arriba

[Wrist-CCW]: Wrist Contrary ClockWise. Mueve la muñeca en sentido contrario a las manecillas del reloj.

[Wrist-CW]: Wrist ClockWise. Mueve la muñeca en sentido de las manecillas del reloj.

[Gripper-Open]: Pinza abierta. Abre las pinzas

[Gripper-Close]: Pinza cerrada. Cierra las pinzas

Por otro lado también existe el botón **[Exit]** que cancela cualquier acción que esté ejecutando el robot en ese momento y cierra la aplicación.

Modo Programación. En éste modo es posible automatizar una secuencia de movimientos del brazo robótico para que realice una determinada tarea o varias tareas en forma repetitiva sin la intervención de un ser humano durante su ejecución.

En el lado superior derecho de la ventana se muestra una sección **“Script Access”** compuesto de cuatro elementos:



El valor que se ingrese en el campo **“Repeat”** es usado para indicar el número de veces que se ejecutarán las instrucciones de los movimientos del brazo al momento de presionar el botón **[Run Script]**. El botón **[Clear Script]** se usa para limpiar todas las instrucciones que contengan el programa.

Para que la interfaz permita crear instrucciones es necesario cambiar la modalidad, es decir si está en modo **[Interactivo]** se debe presionar el botón hasta que cambie a modo **[Program]**.

Una vez que se encuentre activo el modo de programación se pueden comenzar a crear las instrucciones dando clic en los botones que se explicó en el modo interactivo y adicional a esto en algunas instrucciones es posible configurar el

tiempo que tomará en realizar esa acción. En el gráfico siguiente se muestra un ejemplo de las instrucciones creadas en la zona de programación ubicada en la parte derecha de la ventana.

Step	Function	Time	
1	basecw		
2	baseccw	24.75	
3	shoulderdown	18	
4	shoulderup	15	
5	elbowdown	5	
6	elbowup	3.25	
7	wristccw	2	
8	wristcw		
9	gripopen	14.5	
10	gripclose	4.25	

En el ejemplo anterior se pueden observar las instrucciones en el campo **Function** y el tiempo en el campo **Time**. Los nombres de las instrucciones representan los botones seleccionados, por ejemplo **baseccw 24.75** significa que mueva la base en sentido contrario a las manecillas del reloj durante 24.75 segundos, al terminar esa instrucción moverá el hombro hacia abajo durante 18 segundos al poner la instrucción **shoulderdown 18**.

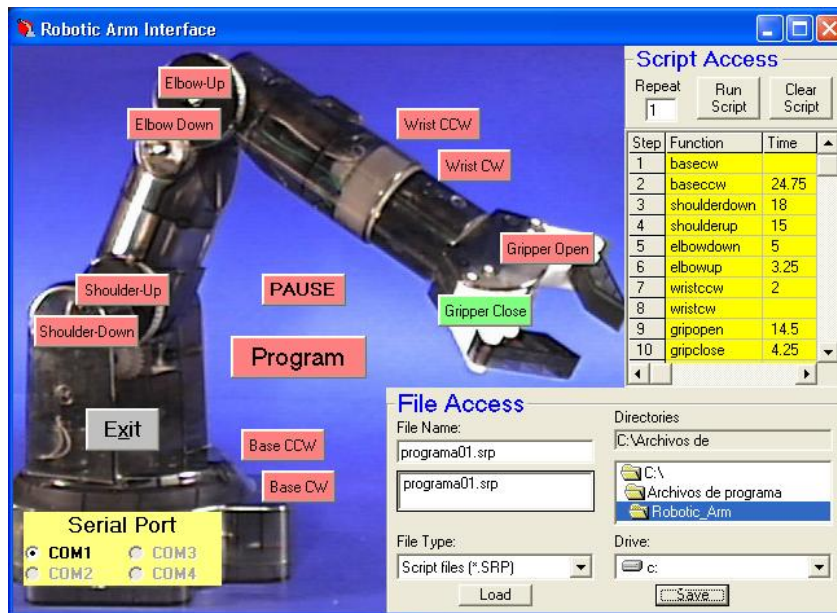
Mientras se va escribiendo el programa es posible probar su correcto funcionamiento al presionar el botón **[Run Script]**. Si se desea detener el programa en cualquier momento se debe presionar el botón **[Pause]**.

Los programas pueden ser almacenados en el disco duro de la computadora para su uso posterior. Para lograr lo antes mencionado nos referimos a la sección ubicada en la parte inferior derecha de la pantalla que se muestra a continuación **“File Access”**.



Para almacenar el programa en curso se debe escribir un nombre en el campo **File Name**, luego se debe seleccionar el tipo de archivo en el casillero **File Type** que puede ser de tipo texto o de la extensión (SPR – Script Program) que utiliza la interfaz. Al presionar el botón [**Save**] se almacenará el programa en la ubicación dada en **Directories** y **Drive**.

El cualquier momento estos programas pueden ser recuperados para su ejecución, esto se logra presionando el botón [**Load**]. Un ejemplo de la explicación anterior se resume en la siguiente figura.

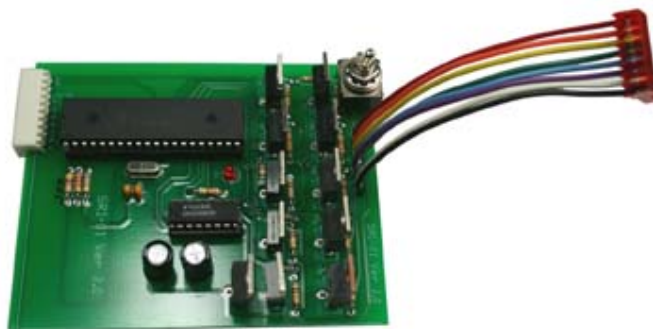


Operación por medio del módulo de Reconocimiento de voz

El modo de Reconocimiento de igual forma manipula al Brazo Robótico por comandos de voz con la diferencia que se debe utilizar un micrófono y audífonos. Para poner en marcha el funcionamiento del módulo de reconocimiento de voz se deben conectar los siguientes elementos:



Al Brazo Robótico que se muestra con la etiqueta OWI-007 Robotic Arm se le debe conectar en el pórtilo ubicado en la parte inferior la tarjeta de Interfaz de reconocimiento etiquetada como SRI OWI speech Interface, después se debe conectar la tarjeta SR-07 Main Borad que es donde se conecta el sistema de micrófono y audífonos. Esta tarjeta se muestra en el siguiente gráfico:



Una vez que se encuentren conectadas las dos tarjetas entre sí y éstas al brazo robótico se puede comenzar a operar.

Para operar el brazo robótico mediante comandos de voz se debe pronunciar claramente las instrucciones que se han explicado en éste manual, estas son:

[Base CW]: Pronunciación “Base CW”. Mueve la base en el sentido de las manecillas del reloj.

[Base CCW]: Pronunciación “Base CCW”. Mueve la base en el sentido inverso de las manecillas del reloj.

[Shoulder-Down]: Pronunciación “Shoulder down” Hombro abajo. Mueve el hombro hacia abajo.

[Shoulder-Up]: Pronunciación “Shoulder up”. Mueve el hombro hacia arriba.

[Elbow-Down]: Pronunciación “Elbow down” Codo abajo. Mueve el antebrazo hacia abajo

[Elbow-Up]: Pronunciación “Elbow up” Codo arriba. Mueve el antebrazo hacia arriba

[Wrist-CCW]: Pronunciación “Wrist CCW”. Mueve la muñeca en sentido contrario a las manecillas del reloj.

[Wrist-CW]]: Pronunciación “Wrist CW”. Mueve la muñeca en sentido de las manecillas del reloj.

[Gripper-Open]]: Pronunciación “Gripper open” Pinza abierta. Abre las pinzas

[Gripper-Close]]: Pronunciación “Gripper close” Pinza cerrada. Cierra las pinzas

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- Anibal Ollero Baturone, “Robótica: Manipuladores y Robots Móviles”, Alfaomega – Marcombo, Barcelona-España, 2001.
 - Carlos A. Reyes, “Microcontroladores PIC Programación en Basic”, 2da Edición, Quito 2006.
 - Ferretti G., G. Magnani, P. Rocco, “ Towards implementation of hybrid position/force control in industrial robots”, IEEE Trans. on Robotics and Automation, 1997.
 - Marvin Minsky, “ Robótica: La ultima frontera de la alta tecnología” , Planeta, Barcelona , 1985.
 - Carlos Gispert Gener, “EL MUNDO DE LA COMPUTACIÓN”, Primera Edición, 1991.
 - Stuart Russell y Peter Norvig, “INTELIGENCIA ARTIFICIAL : Un enfoque moderno ” , Pearson Educación , S.A, 2004.
 - James Nilsson y Susan Riedel, “CIRCUITOS ELECTRICOS “, Pearson Educación , S.A, 2005.
- W. Bolton, “MECATRÓNICA: Siatemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Electrónica “ , Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V, Mexico, 2001.

INTERNET

- [1] <http://pages.cpsc.ucalgary.ca/~jaeger/visualMedia/robotHistory.html>
- [2] <http://world.honda.com/ASIMO/history/> Honda Company
- [3] www.roboticajoven.mendoza.edu.ar/apl_esp.htm Robotica J6ven
- [4] www.microsoft.com/spain/empresas/tecnologia/reconocimiento_voz.msp
- [5] <http://www.wikipedia.org> Enciclopedia Wikipedia en l6nea.
- [6] www.upv.es Universidad Polit6cnica de Valencia