

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CARRERA DE LAS CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

**ESPECIALIDAD: INGENIERIA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO QUE
DEMUESTRE LA TECNOLOGÍA DE LA ROBÓTICA EN
APLICACIONES ACADEMICAS PARA LA ESPECIALIDAD DE
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**

**PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO
DE INGENIERO EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

AUTOR

Egdo. EDWIN PATRICIO CHANATÁSIG MALLITÁSIG

DIRECTORA.

ING. EMMA CAMPAÑA.

ASESOR.

ING. MARCO SILVA

LATACUNGA – ECUADOR

2005.

DECLARACIÓN Y RESPONSABILIDAD DE AUTORIA

EL AUTOR CERTIFICA QUE LA INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y
PROPUESTA DEL PRESENTE TRABAJO SON DE EXCLUSIVA
AUTORIA.

EDWIN PATRICIO CHANATÁSIG MALLITÁSIG.

C.C. 0502338288

CERTIFICADO

En cumplimiento a lo estipulado en el artículo 9 literal f) del Reglamento del curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de director de tesis del tema **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO QUE DEMUESTRE LA TECNOLOGÍA DE LA ROBÓTICA EN APLICACIONES ACADEMICAS PARA LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”**, propuesto por el Egdo. Edwin Patricio Chantásig Mallitásig, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo a los planteamientos formulados por la denuncia y construcción teórica del objeto de estudio.

La claridad y veracidad de su contenido a más del desempeño y dedicación puesto por su autor en cada etapa de su realización merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que el autor de la presente tesis se encuentra habilitado para presentarse al acto de defensa de tesis.



Ing. Emma Campaña

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN.

A QUIEN INTERESE:

Por el presente cumple certificar que la traducción del resumen, del proyecto de Tesis *"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO DIDÁCTICO QUE DEMUESTRE LA TECNOLOGÍA DE LA ROBÓTICA EN APLICACIONES ACADÉMICAS PARA LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI."* Conformado por el Sr. Edwin Patricio Chantásig; cumple con los requisitos establecidos por el lenguaje de Inglés.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente, para los fines pertinentes.

Latacunga a 12 de Noviembre de 2004.



L.cda. Elsa Gálvez.

CATEDRÁTICA DE INGLÉS.

CERTIFICADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI.- CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS.-

En mi calidad de Director de la Carrera en legal y debida forma **CERTIFICO:**

Que el señor **CHANATASIG MALLITASIG EDWIN PATRICIO**, portador de la cédula de identidad 050233828-8, egresado de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, es autor de la Tesis "Diseño e implementación de un módulo Didáctico que demuestre la tecnología de la Robótica en Aplicaciones Académicas para la especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi", el mismo que se encuentra implementado.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, autorizando al peticionario hacer uso del presente como estimare conveniente.

Latacunga febrero 1, 2005



Ing. Guido Yauli Chicaiza, M. SC
Director Académico Carrera de Ciencias
De la Ingeniería y Aplicadas. Encargado



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho amor a un ser supremo, el cual controla todo el universo, a Dios, por darme salud y vida, y darme la oportunidad de cristalizar una más de mis metas.

A mis padres, por que son lo más importante en este mundo, quienes me supieron dar su comprensión, confianza, y ayuda moral, para poder culminar la carrera con éxito.

A mi familia y amigos quienes me apoyaron para que con seguridad alcance las metas propuestas.

Edwin Patricio Chantásig.

AGRADECIMIENTO

A mi Directora de Tesis Ing. Emma Campaña, que ha mostrado siempre interés por este proyecto al tiempo que ha contribuido con su opinión y experiencia para la culminación de esta tesis.

Mi mas sincero agradecimiento al Ing. Marco Polo Silva Segovia, que ha contribuido con su asesoramiento teórico, su disposición en todo momento y, su colaboración y participación en la mejora del contenido del proyecto gracias a sus sugerencias y consejos.

Quiero agradecer la colaboración desinteresada de varias personas que de una manera u otra han colaborado en el desarrollo de este proyecto.

De manera especial a los catedráticos y autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes con abnegado esfuerzo, supieron brindarme sus conocimientos y permitieron forjarme como profesional en tan noble institución educativa.

Al utilizar una herramienta novedosa como es el LabVIEW, es difícil encontrar información. Si la información que buscas no se encuentra en los libros, qué sería de nosotros si no existiesen los amigos de la red, que de forma desinteresada te ayudan a seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
PORTADA.....	I
PAGINA DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
PLAN DE TESIS.....	XV
RESUMEN.....	XLI
ABSTRACT.....	XLIII
INTRODUCCIÓN.....	XLV

CAPITULO I

Introducción a la Robótica.....	1
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Tipos de Robots.....	4
1.2.1 Por su arquitectura.....	5
1.2.1.1 Androides.....	5
1.2.1.2 Móviles.....	5
1.2.1.3 Zoomórficos.....	6
1.2.1.4 Médicos.....	6
1.2.1.5 Industriales.....	7
1.2.1.6 Teleoperadores.....	8
1.2.1.7 Híbridos.....	9
1.2.2 Por su Generación.....	10
1.2.2.1 Robots de 1 ^{ra} Generación.....	10
1.2.2.2 Robots de 2 ^{da} Generación.....	11
1.2.2.3 Robots de 3 ^{ra} Generación.....	11
1.2.2.4 Robots de 4 ^{ta} Generación.....	11
1.2.2.5 Robots de 5 ^{ta} Generación.....	11
1.2.3 Nivel de inteligencia.....	11
1.2 Nivel de control.....	12

1.4 Nivel de lenguaje de programación.....	13
1.5 Educación y robótica.....	14
1.6 La tecnología aplicada al potencial Humano.....	15
1.6.1 Características de los Robots.....	16
1.6.2 Razones para la incorporación de robots.....	17
1.7 Los elementos de un robot industrial.....	18
1.7.1 Señales de entrada y salida.....	23
1.7.2 Dispositivos especiales.....	24
1.7.3 El manipulador, ejecutor o efector final.....	25
1.7.3.1 El controlador de posición.....	25
1.7.3.2 Los elementos motrices o Actuadores.....	26
1.7.3. Principio del motor de corriente directa (dc).....	26
1.7.3.1 Características de operación.....	27
1.7.3.2 Características.....	27
1.7.3.3 Engranajes.....	28
1.8 Ordenadores de tamaño grande o mediano.....	29
1.9. Trabajo en entornos peligrosos.....	30
1.10 Operaciones con Robots.....	30

1.10.1 Efectos de los robots sobre las fuentes de empleo.....	32
1.11 Mecanismos y Configuraciones para robots.....	36
1.11.1 Mecanismos.....	36
1.11.2 El robot industrial.....	38
1.11.3 Contexto actual de la robótica.....	39
1.12 Determinación de los grados de libertad.....	40
1.12.1 Grados de libertad.....	40
1.12.2 Precisión en la repetibilidad.....	43
1.12.3 La Resolución del mando.....	44
1.12.4 Velocidad.....	44
1.12.5 Coordenadas de los movimientos.....	44
1.12.6 Brazos del robot.....	45
1.13 Tipo de actuadores.....	45
1.13.1 Programabilidad.....	45
1.13.1.1 Programación del espacio de trabajo.....	46
1.14 Muñecas.....	46

1.14.1 Efector final (gripper).....	47
1.15 Configuraciones para Robots.....	49
1.15.1 Sistemas de Brazos.....	49
1.15.1.1 El brazo humano.	50
1.15.1.2 Tipos de brazos.....	51

CAPITULO II

Metodología.....	56
2.1 Desarrollo del software para el movimiento del brazo robot.....	56
2.1.1 Recolección y refinamiento de requisitos tanto en hardware como en software.....	56
2.1.1.1 Estudio de requisitos.....	56
2.1.1.2. QUÉ ES LabVIEW?.....	63
2.1.2 Diseño rápido.....	66
2.1.2.1 Diagrama de flujo de datos del panel principal.....	66
2.1.3 Construcción del prototipo.....	72
2.1.3.1 Elaboración del software.....	72
2.1.3.2 Panel Frontal Principal del control del brazo robótico.....	72
2.1.3.3 Panel principal de control de movimientos básicos.....	74
2.1.3.3 Aplicación en un robot industrial.....	78

2.1.4 Evaluación del prototipo por el cliente.....	82
2.1.5 Refinamiento del prototipo.....	84
2.1.6 Producto de ingeniería.....	84
2.2 Ensamblaje del kit del brazo robot y su acoplamiento con el software.....	84

CAPITULO III

Implementación y Pruebas.....	85
3.1 Implementación de un plan de Pruebas.....	85
3.2 Análisis de resultados.....	88
3.3 Plan de revisión y corrección de problemas en la implementación.....	89
3.4 Perspectivas del sistema robótico.....	89

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones.....	90
4.1 Verificación de objetivos.....	90
4.2 Conclusiones.....	91
4.3 Recomendaciones.....	92
Glosario de términos.....	94
Glosario de siglas.....	99
Bibliografía.....	101
Anexos.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Brazo mecánico.....	2
Figura2: Robot androide.....	5
Figura3: Robot móvil.....	6
Figura4: Robot medico.....	6
Figura5: Robot industrial.....	7
Figura6: Competer module.....	20
Figura7: Teach pendat.....	21
Figura8: Dispositivos de entrada, salida.....	21
Figura9: Componentes del robot.....	22
Figura10: Señales de entrada y salida.....	23
Figura11: Robot move master ex.....	24
Figura12: Actuadores y sensores.....	29
Figura13: Aplicaciones de suelda.....	31
Figura14: Inspección, medición.....	32
Figura15: Muñeca del manipulador.....	42
Figura16: Movimiento lineal.....	43
Figura17: Movimiento angular.....	43
Figura18: Eslabones de un robot.....	46
Figura19: Efecto final, pinza lineal.....	47
Figura20: Pinza de trabajo.....	48
Figura21: Doble pinza.....	49
Figura22: Manipulador.....	55
Figura23: Partes del efecto final.....	55

Figura24: Puerto paralelo estándar.....	61
Figura25: Ejemplo de un instrumentador virtual.....	65
Figura26: Diagrama de flujo de datos del panel principal.....	66
Figura27: Diagrama de flujo del panel principal.....	67
Figura28: Diagrama de flujo, de los movimientos básicos del brazo robot.....	68
Figura29: Diagrama de flujo, del panel principal, de las aplicaciones del brazo robot.....	69
Figura30: Diagrama de flujo, de la secuencia de pasos del brazo robot.....	70
Figura31: Diagrama de flujo, de la traslación de un objeto con el brazo robot.....	71
Figura32: Panel frontal robótica control.vi.....	73
Figura33: Robótica control.vi Diagan.....	73
Figura34: Panel frontal movimientos básicos.....	76
Figura35: Diagrama de bloque movimientos básicos, por la negación.....	77
Figura36: Diagrama de bloque movimientos básicos, para la afirmación.....	78
Figura37: Panel frontal de los movimientos de un robot industrial.....	79
Figura38: Diagrama de bloque de los movimientos en un robot industrial.....	79
Figura39: Panel frontal del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.....	80
Figura40: Diagrama de bloque del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.....	81
Figura41: Panel frontal del SubVI traslación de un objeto en un robot industrial.....	81
Figura42: Diagrama de bloque del SubVI traslación de un objeto de un punto a otro.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla1: Ciencias que controla la robótica.....	4
Tabla2: Puerto paralelo.....	58
Tabla3: Pines del puerto paralelo.....	60
Tabla4: Funciones y datos para el brazo robot.....	76

ANEXOS

Anexo 1: Manual de Usuario.

Anexo 2: Guía de Prácticas.

PLAN DE TESIS.

1. SELECCIÓN Y DELIMITACIÓN

En los momentos actuales que la ciencia avanza a pasos agigantados es importante cambiar los métodos y técnicas de enseñanza – aprendizaje, dotándole al educador y educando de importantes herramientas que estén acorde con los adelantos científicos y tecnológicos de cada época. En este caso se realizará con la ayuda de la informática aplicada en la robótica.

La computadora debe ser utilizada en función a las necesidades curriculares, el modo de combinarla con la utilización de otros medios tecnológicos, el empleo de una metodología adecuada al tipo de actividad, y la organización del aula por ello existe la necesidad de trabajar con la ayuda de diferentes asistentes automáticos, en este caso se realizará una aplicación diferente, a los estudios realizados en la carrera, que nos exigirá aprender nuevos conocimientos sobre Informática y Programación, para lo cual, se optó desarrollar un programa que fuera capaz de gestionar el movimiento de un brazo robot conectado al puerto de un ordenador que será utilizado como herramienta didáctica para los ciclos de segundo, cuarto, sexto de la Especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Es un medio didáctico que puede participar en la creación de entornos de aprendizaje en los que se lleven a cabo actividades orientadas a la construcción del conocimiento y en los que el aprendizaje se haga significativo.

2. PROBLEMATIZACIÓN

En nuestro país históricamente la educación formal ha mantenido un carácter discriminatorio como consecuencia de ello se encuentra en un permanente retraso con relación a otros países, es decir, no está a la par con los últimos avances tecnológicos que la época lo exige.

Por dicha necesidad se elaborará una herramienta didáctica que permita al educando tener un conocimiento más claro de la robótica, sobre la base de demostraciones que permita correlacionar la teoría con la práctica, para que de esta manera el docente tenga unos alumnos críticos capaces de formar su propio conocimiento.

El no estar a la par con los últimos avances tecnológicos será consecuencia de un obstáculo que afecte el proceso ínter aprendizaje logrando que no tenga los niveles óptimos de aprovechamiento y asimilaciones requeridas para el desarrollo exitoso del educando.

De la misma manera los docentes presentan ciertas debilidades en la dirección del proceso de ínter aprendizaje al no contar con la tecnología adecuada en sus labores cotidianas.

3. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

Erradicar las clases solamente explicativas al implantar un módulo didáctico a través de la tecnología de la robótica.

4. JUSTIFICACIÓN.

El reto de responder a los requerimientos socio – educativo del siglo XXI que exige Profesionales en la Educación con capacidad crítica para procesar conocimientos y aprendizajes en forma autónoma frente a los avances científicos y tecnológicos de este tiempo de globalización.

Es prioridad que los estudiantes de los niveles superior tengan bien centrados sus conocimientos, constituyéndose como puntales fijos para su superación especialmente en el estudio de la robótica correlacionada a la informática y con la ayuda de ello incentivar el estudio de la cibernética. La presente tesis se fundamentara principalmente en dotar de un modulo didáctico de robótica a los ciclos segundo, cuarto y sexto de la Especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi como también a los maestros del área de hardware, que permitirá incentivar a mejorar una tecnología de enseñanza – aprendizaje aplicando principios y leyes fundamentales de la Robótica, dotándoles de esta manera al maestro de una herramienta de trabajo de fácil comprensión.

con el término artificial se descarta a los seres vivos, y con el término físico se descarta a los agentes constituidos únicamente por software.

La robótica es un área de investigación multidisciplinaria. El diseño de robots requiere conocer estructuras, materiales, cinemática, dinámica, actuadores, sensores, control y programación.

Los sensores son las herramientas de la percepción de los robots porque les permiten, al igual que a los humanos, saber donde se localizan y que acciones tomar a ciertos cambios en su entorno” *OP.CIT*¹

Según **Karel Capek** dice:

“De forma general, la robótica se define como el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en diversas tareas. Un sistema robótico puede describirse, como "Aquel que es capaz de recibir información, de comprender su entorno a través del empleo de modelos, de formular y de ejecutar planes, y de controlar o supervisar su operación". La robótica es esencialmente pluridisciplinaria y se apoya en gran medida en los progresos de la

¹ <http://www.ROBOTICA/1303567.htm>, robótica, Ing. Clemente Herrera y Jesús Pérez , 06/05/2002, página principal

5. OBJETIVOS

5.1 GENERALES

- ❑ Desarrollar un módulo didáctico que facilite la enseñanza de la robótica en aplicaciones académicas, para la especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.2 ESPECIFICOS.

- ❑ Ensamblar el kit de un brazo robot y conectar vía puerto con el ordenador para conseguir su funcionamiento
- ❑ Aplicar el Ciclo de Vida “Prototipos” para que permita gestionar el movimiento de un brazo robot
- ❑ Diseñar e implantar un módulo didáctico de robótica para contribuir de forma efectiva a la enseñanza activa, para los profesores del área de hardware.

6. MARCO TEORICO

6.1 ANTECEDENTES.

La enseñanza de la robótica en los distintos establecimientos del país, y en nuestra ciudad se ha dado en su mayor parte en una forma teórica basado únicamente en libros y textos generando con ello aprendizajes pocos significativos.

Al encontrarnos en los actuales momentos en el auge de la informática se realizará una aplicación diferente, a lo estudiado en la carrera, la misma que nos exigiera aprender nuevos conocimientos sobre Informática y programación, para lo cual se optó por desarrollar un programa que fuera capaz de gestionar el movimiento de un brazo robot conectado al puerto de un ordenador.

6.2 BASES TEORICAS

ROBÓTICA

Según los Ing. Clemente Herrera y Jesús Pérez profesores de pregrado y postgrado del Instituto Universitario Experimental de Tecnología de La Victoria, estado Aragua. nos dice: “El robot se puede definir. Como un agente artificial, activo, cuyo entorno es el mundo físico. Con el término activo se descarta de la definición a los objetos inanimados,

microelectrónica y de la informática, así como nuevas disciplinas tales como el reconocimiento de patrones y de inteligencia artificial” OP.CIT.²

En consecuencia la robótica es definida como el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos, es un área de investigación multidisciplinaria. La robótica se apoya en gran medida en los progresos de la microelectrónica y de la informática, cinemática, dinámica, actuadores, sensores, control y programación.

Así como nuevas disciplinas tales como el reconocimiento de patrones y de inteligencia artificial

TECNOLOGÍA EDUCATIVA

Según el Dr. Vicente Matellan Olivera de la Unesco dice:

“Una de las funciones sociales más importantes de la educación es la de dotar a las generaciones jóvenes del repertorio de capacidades que les permitan desempeñarse con propiedad en la sociedad productiva. Sin embargo, las profundas y vertiginosas transformaciones sociales hacen que esta función de la educación se haga extensiva a todos los individuos sin importar su edad.

² <http://www.tesisrobotica/pub1.htm>, robótica, Karel Capek, 1920, página principal.

Una educación para toda la vida con sus ventajas de flexibilidad, diversidad y accesibilidad en el espacio y en el tiempo, que vaya más allá de la distinción entre educación básica y educación permanente y proporcione a los individuos competencias de orden genérico adaptables a los cambios en los entornos tanto productivos como cotidianos, es una de las llaves del siglo XXI.

El mundo ha llegado a niveles de complejidad inimaginables y, con ello, aparecen retos y desafíos jamás pensados. Para afrontar estos retos y desafíos, los individuos no sólo necesitarán una base considerable de conocimientos significativos, sino tal vez, lo más importante, una gran capacidad para aplicarlos convenientemente. Los cambios son tan rápidos que ya no es posible como en otros tiempos aprender lo suficiente en unos años de educación formal para estar preparado para la vida. Se requiere una educación a lo largo de toda la existencia; ésta «no es un ideal lejano, sino una realidad que tiende cada vez más a materializarse en el ámbito complejo de la educación. Uno de los problemas más serios que afrontan tanto los jóvenes como las generaciones mayores tiene que ver con la organización mental requerida para comprender la complejidad y profundidad del mundo actual. Si reflexionamos sobre el hecho de que la mayor parte del conocimiento humano ha sido logrado en este siglo y sobre todo en los últimos treinta años,

debemos considerar que la educación, en su lento proceso de adaptación, ha entrado en franca obsolescencia. “ OP/CIT”³

Según *De la Torre y Viítez* dice:

“La tecnología favorece la adquisición de competencias básicas que deberán tener los ciudadanos para participar con plenas garantías en esta sociedad del conocimiento.

El ámbito de la tecnología engloba el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que debidamente organizados y sistematizados satisfacen la mayor parte de las necesidades humanas. Su campo de aplicación es amplio y diverso, ya que se relaciona tanto con los conocimientos teóricos en los que se fundamenta como con las diversas necesidades que satisface, en cuya respuesta se encuentran algunas claves esenciales de la organización y evolución de las sociedades.

Entender la tecnología, desde una perspectiva histórica y de sus formas de desarrollo, dota a los alumnos de una mayor capacidad para evaluar tecnologías nuevas y para utilizar de forma más crítica y efectiva las existentes. “ OP.CIT.”⁴

³ http://www.te.ipn.mx/webte2/cursos_eventos/cursos.htm, tecnología educativa, Dr. Vicente Matellan Olivera, 11/05/2003, página principal.

⁴ <http://www.eden.bme.hu/contents/news.html#1>, tecnología educativa, *De la Torre y Viítez*, 2002 página 1.

Los cambios en la tecnología son tan rápidos que hacen imposible aprender lo suficiente durante los años de educación formal. El ámbito de la tecnología educativa engloba el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que debidamente organizados y sistematizados satisfacen la mayor parte de las necesidades humanas.

LA INFORMÁTICA COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

Según la dirección <http://www.profesores/cir.htm>. dice:

“Los espacios educativos que se están configurando por el influjo de la evolución de la Informática no puede encontrarse al margen de los otros elementos humanos (cultura, sociedad, técnica). El desarrollo de la industria de las comunicaciones, los cambios culturales, los avances técnicos, la política, la economía, etc. Condicionan el uso de una nueva tecnología apropiada en el campo educativo.

Al final del siglo XX: Ordenadores, comunicación digital y Biología van a ser los que marcarán los primeros años del siglo XXI. La Bioelectrónica ya ha hecho realidad lo que parecería imposible. Las tomografías axiales computadas, la resonancias magnéticas, las tomografías de emisión de positrones y los ultrasonidos.

Todas éstas técnicas han sido posibles gracias a potentes ordenadores y sensores sofisticados que han aumentado las capacidades de nuestros sentidos. Más radicales son las técnicas que han permitido sustituir

disfunciones en procesos neurológicos por la lógica programada, de manera que se puede complementar e incluso sustituir funciones neuronales.

Hasta ahora las aplicaciones de Internet se han basado en ordenadores personales que tienen acceso a servidores más grandes en la red.

Todos estos avances junto a los avances de la tecnología espacial exigen y provocan reflexiones desde diversos campos sobre el tema. De entre todas ellas, la controversia entre aceptar los avances de la tecnología y el respeto al humanismo parece el más cercano a nuestros intereses.

La evolución de la ciencia, la cultura y la sociedad combina forzosamente el respeto a la asunción de la tradición con la práctica y apuesta por la innovación. Aquellas sociedades que se centran en la tradición se convierten en inmovilistas, mientras que aquellas que olvidando la tradición científica y cultural solo prestan atención a descubrimientos efímeros pierden la referencia.

En el dilema tecnología – humanismo, hay que tener presente que si alguna cosa hay intrínsecamente humana, esta es la tecnología, ya que es la manifestación más profunda de nuestra disconformidad con las cosas tal como son, además servimos para estructurar el mundo y explicarnos el por qué de las cosas, la actividad más antigua y que ha ocupado más tiempo a los humanos.” OP.CIT.⁵

⁵ <http://www.profesores/cir.htm>. La Informática como herramienta didáctica 17/04/2003, página principal.

Según [www//profesores/informática.ec.cir.htm](http://www.profesores/informatica.ec.cir.htm). 17-04-2003 dice:

“Por lo general, la inteligencia que posee un agente es algo que le ha dado su diseñador pero este no es el mejor método ya que el mundo físico no es lineal y poco predecible presenta variables que no se pueden determinar con facilidad.

Cuando el diseñador desconoce el ambiente en el que va a interactuar el agente, el único camino de que dispondrá el agente es el aprendizaje. Este aprendizaje lo hace por medio de la experiencia permitiendo un alto desempeño, dominio sobre la aplicación y autonomía.

Este aprendizaje puede ir desde la memorización de experiencias hasta la creación de teorías científicas.” OP.CIT.⁶

El aprendizaje se produce como resultado de la interacción entre el agente y el mundo, y, de la observación por el agente de sus propios procedimientos de toma de decisiones. La evolución de la ciencia, la cultura y la sociedad combina forzosamente el respeto a la asunción de la tradición con la práctica y apuesta por la innovación. Aquellas sociedades que se centran en la tradición se convierten en inmovilistas.

⁶ [http:// www.profesores/informática.ec.cir.htm](http://www.profesores/informatica.ec.cir.htm). La informática como herramienta didáctica, 17/04/2003, página principal.

SOFTWARE.

Según el autor George Lópezcano dice:

“El termino software fue concebido para contrastar con el de hardware de un sistema de computadora. Los elementos constituyentes del software son los programas, lenguajes y procedimientos de un sistema de computadora.

Se refiere a las rutinas internas preparado de forma profesional, para simplificar la programación y las operaciones de las computadoras. Su utilización, permite al programador emplear su propio lenguaje o matemáticas en comunicación con la computadora” OP:CIT. ⁷

Según el libro software Shock, de Presman y Herron “El software de computadora, se a convertido en el alma mater. Es la máquina que conduce a la toma de decisiones comerciales. Sirve como la base de investigación científica moderna y de resolución de problemas de ingeniería. Es el factor clave que diferencia los productos y servicios modernos. Esta inmerso en sistemas de todo tipo: de transportes, médicos, tele comunicaciones militares, procesos industriales, entretenimientos, productos de oficina la lista es casi interminable. A medida que nos adentremos en el siglo veintiuno, será el que nos lleve a avances en todo desde la educación elemental a la ingeniería genética.

⁷ Software, George Lópezcano, 1984, página18.

Todo esto ha cambiado la percepción pública del software. Los programas informáticos están omnipresentes, y el público los ve como un hecho tecnológico de la vida. En muchos ejemplos, las personas dejan su trabajo, bienestar, seguridad, entretenimiento, decisiones y sus propias vidas en manos del software informático.” OP.CIT.⁸

Software es la denominación de los paquetes de programación previamente escritos y depurados y que están concebidos para realizar una o más funciones generales en interrelacionarse con el hardware, en algunos casos ayudan a la toma de decisiones.

6.3 DETERMINACION DE TERMINOS BÁSICOS

Aprendizaje.- Adquisición de una nueva conducta en un individuo a consecuencia de su interacción con el medio externo. Psicología; Psicología de la educación; Memoria (psicología).

Automatizar.- Técnica para simplificar la escritura y la ejecución de programas en una computadora.

Cibernética.- La cibernética parte de un estudio analógico del sistema o en la actualidad se conoce como teoría general del sistema (es el arte de guiar o dirigir ciertos proyectos).

Didáctica.- Es el arte de enseñar.

Enseñanza asistida por una computadora u ordenador.- Otras expresiones son aprendizaje asistido por computadora, aprendizaje impulsado

⁸ Software, Presman y Herron, PRE 91, página9.

por computadora, aprendizaje basado en computadora, formación basada en ordenador o computadora e instrucción administrada por computadora.

Implementación.- Establecer y poner en ejecución doctrinas nuevas, instituciones, práctica o costumbre.

Método científico.- Método de estudio sistemático de la naturaleza que incluye las técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción, ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

Robótica.- Los robots sueldan piezas de un automóvil en la línea de producción automatizada de una fábrica estadounidense. A medida que han ido avanzando la tecnología informática y la robótica, los robots han sido capaces de efectuar tareas cada vez más complicadas.

Software.- Software es la denominación de los paquetes de programación previamente escritos y depurados y que están concebidos para realizar una o más funciones generales.

7. ESQUEMA DE CONTENIDOS

Portada.

Página de responsabilidad de autoría.

Informe del Director de Tesis.

Agradecimiento.

Dedicatoria.

Índice general.

Índice de gráficos.

Índice de tablas.

Plan de tesis.

Resumen.

Abstrac en Ingles.

Introducción.

CAPITULO I

Introducción a la Robótica.

- 1.1 Antecedentes.
- 1.2 La tecnología aplicada al potencial humano.
- 1.3 Elementos de un robot industrial.
- 1.4 El porque de los robots.
- 1.5 Operaciones con robots.

Mecanismo y configuraciones para robots.

- 1.6 Determinación de los grados de libertad.
- 1.7 Muñecas.
- 1.8 Tenazas.
- 1.9 Robots Móviles.

CAPITULO II

2.1 Desarrollo de Software para el movimiento del brazo robot.

2.1.1 Recolección y refinamiento de requisitos

2.1.2 Diseño rápido

2.1.3 Construcción del prototipo

2.1.4 Evaluación del prototipo por el cliente

2.1.5 Refinamiento del prototipo

2.1.6 Producto de Ingeniería

2.2 Ensamblaje del Kit del Brazo Robot y su acoplamiento con el Software

CAPITULO III

Implementación y pruebas.

3.1 Implementación de un plan de pruebas.

3.2 Análisis de resultados.

3.3 Plan de revisión y corrección de problemas en la implementación.

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Verificación de objetivos (y resultados obtenidos)

4.2 Conclusiones

4.3 Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

8. METODOLOGÍA

8.1 METODOS

Para realizar dicha investigación se utilizará los siguientes métodos:

8.1.1 Inductivo.- Para el desarrollo de la investigación en la parte bibliografía se realizará un análisis la cual permita establecer un proceso que determine los problemas particulares del proceso enseñanza aprendizaje al ser de corte vertical lo que nos facilitara la interacción del maestro alumno, y llegar a conclusiones que fortalezca la comunicación en la relación teórica practica a través de la aplicación de un procedimiento que ayude a resolver el problema.

8.1.2 Deductivo.- partiremos de las demostraciones realizadas por algunos autores, que al ser aplicadas en el grupo de estudio, nos ayudara a demostrar, el mejor desarrollo de la clase y mantenerle motivado al estudiante para un mejor aprendizaje.

8.2 TÉCNICAS

Utilizaremos la investigación cuasi experimental que nos permitirá manipular deliberadamente una de las variables para establecer una verificación y nos

permita mantener un nivel de confiabilidad en el pre experimento / y la investigación descriptiva.

Entrevista.- Es una técnica para obtener datos que consisten en un diálogo entre dos personas: el entrevistador (investigador) y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de éste para la consecución de la investigación.

Encuesta Para poder aplicar esta técnica se hace uso de cuestionarios adecuados con el fin de recopilar información, se basa en un banco de preguntas que se le entregará a las personas a quienes se les vaya a realizarla encuesta.

Observación Directa.- Es la que nos va a permitir realizar una investigación real de los hechos, porque permite trasladarme al lugar donde se encuentra el objeto de estudio.

Bibliografía.- En la recolección de datos bibliográficos, información que será utilizada durante el desarrollo de toda la investigación.

METODOLOGIA DE DISEÑO DE SOFTWARE

MODELO DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPOS

Un cliente a menudo define un conjunto de objetivos generales para el software, pero no identifica los requisitos detallados de entrada,

procesamiento o salida. En otros casos el responsable del desarrollo del software puede no estar seguro de la eficacia de un algoritmo, de la capacidad de adaptación de un sistema operativo o de la forma en que debería tomarse la interacción hombre - máquina. En esta y en muchas otras situaciones, un paradigma de construcción de prototipos puede ofrecer el mejor enfoque.

Modelo de construcción de prototipos



El paradigma de construcción de prototipos comienza con la recolección de requisitos. El desarrollador y el cliente encuentran y definen los objetivos globales para el software, identifican los requisitos conocidos y las áreas del esquema en donde es obligatoria más definición. Entonces aparece un <<diseño rápido>>. El diseño rápido se centra en una representación de esos aspectos del software que serán visibles para el usuario/cliente, enfoques de entrada y formatos de salida. El diseño rápido lleva a la construcción de un

prototipo. El prototipo lo evalúa el cliente/usuario y lo utiliza para refinar los requisitos del software a desarrollar. La interacción ocurre cuando el prototipo satisface las necesidades del cliente, a la vez que permite que el desarrollador comprenda mejor lo que se necesita hacer.

VENTAJAS.

- Ayuda a identificar los requisitos.
- Agrada tanto a los clientes como a los desarrolladores.

INCONVENIENTES.

- El cliente considera al prototipo como el producto final, listo para usar.
- La calidad de software o la factibilidad de mantenimiento no se toma en cuenta.
- El desarrollador a menudo hace compromisos de implementación.

9 INSTRUMENTOS

Para la investigación utilizaremos los siguientes instrumentos:

- Fichas.
- Preguntas *Semiestructuradas*.
- Cuestionario.

10 RECURSOS

Para la presente investigación se utilizará los siguientes recursos:

10.1 HUMANOS

- Directora de Tesis (Ing. Emma Campaña).
- Asesor de Tesis (Ing. Marco Polo Silva)
- Investigador: Edwin Patricio Chanatásig.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
 - Director de la carrera. Ing. Jesús Gonzáles
 - Docentes de la especialidad
 - Estudiantes de la carrera.
- Especialistas
 - Desarrolladores de software educativo.

10.2 TECNICOS

• Internet	\$150,00
• Utilización computadora	100,00
• Escáner	60,00
• Impresiones	180,00
• Libros	200,00
• Levantamiento de datos estadísticos	50,00
Suman	740,00

10.3 MATERIALES.

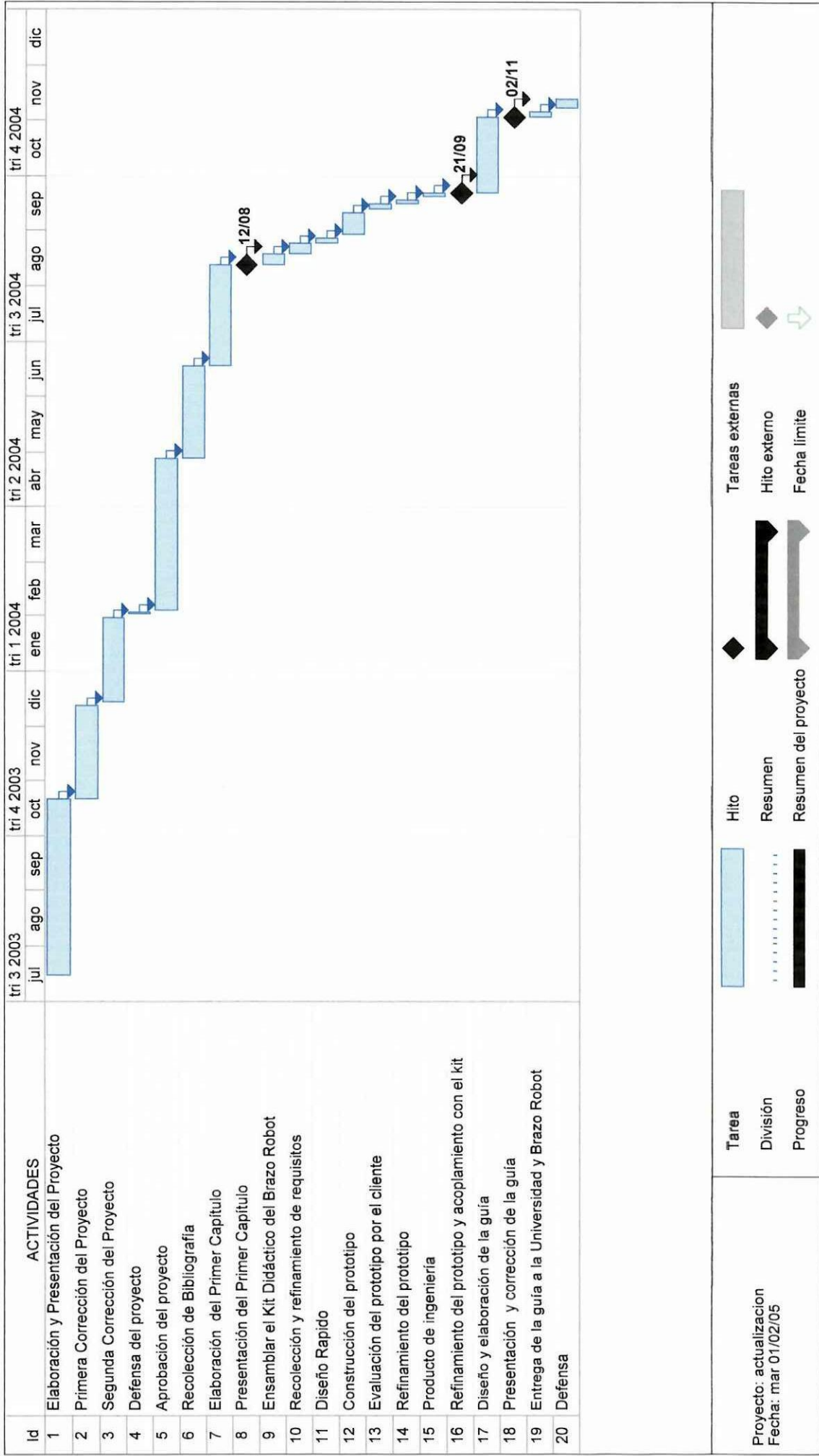
• Hojas de papel bon	30,00
• Copias	80,00
• Anillado	10,00
• Empastado	20,00
• Útiles de oficina	20,00
• Movilización	100,00
• Imprevistos	110,00
• Brazo robot	100,00
SUMAN \$ 470,00	

10.4 PRESUPUESTO.

Recursos Técnicos	\$ 740,00
Recursos Materiales	\$ 470,00
Subtotal	\$ 1210,00
+ 2 % de Inflación	\$ 24, 20
Total	\$ 1234,20

Nota: Los gastos de la investigación y desarrollo del proyecto serán cubiertos en su totalidad por el investigador.

11. CRONOGRAMA



12. BIBLIOGRAFÍA E INTERNET.

- **BÁSICA.**

Prácticas de tecnología educativa. Cabero Almenara, J. et al. (1999).

Software Engineering. Thayer Drofun (1992);

La Palme BÉLANGER, M., J. B.

“Student Problem Solving in Constructing and Programming Kit-Built, Robotic Devices”, en *Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. Montreal. 1990.

- **CONSULTADA**

McCloy Robótica una Introducción Marabotto, M.I. y Grau, J.E. (1995).

“Robótica pedagógica y sociedad”, en *Memoria del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. México. 1992.

RABARDEL, P., P. Verillon

“Robotique pédagogique et conceptualisation du repérage tridimensionnel dans l'espace”, *Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica*. Le Mans. 1989.

RUIZ-VELASCO, E.

NOMA: *prototipo didáctico para la enseñanza de la robótica en el área electromecánica*. Tesis para obtener el título de Licenciado en Pedagogía. México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras. 1993.

- **CITADA**

<http://www.ROBOTICA/1303567.htm>, robótica, Ing. Clemente Herrera y Jesús Pérez, 06/05/2002, página principal.

<http://www.tesisrobotica/pub1.htm>, robótica, Karel Capek, 1920, página principal.

http://www.te.ipn.mx/webte2/cursos_eventos/cursos.htm, tecnología educativa, Dr. Vicente Matellan Olivera, 11/05/2003, página principal.

<http://www.eden.bme.hu/contents/news.html#1>, tecnología educativa, *De la Torre y Viéitez, 2002 página 1.*

<http://www.profesores/cir.htm>. La Informática como herramienta didáctica 17/04/2003, página principal.

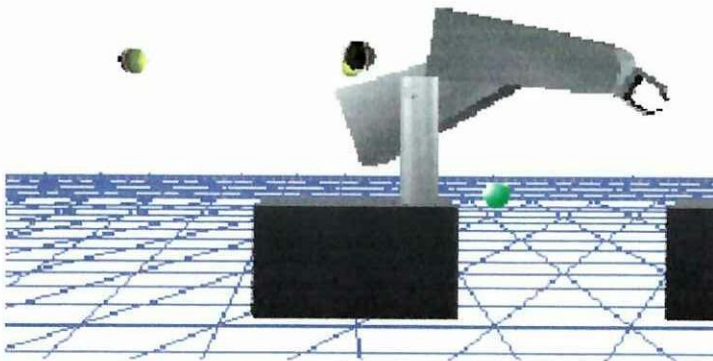
<http://www.profesores/informatica.ec.cir.htm>. La informática como herramienta didáctica, 17/04/2003, página principal.

Software, George Lópezcano, 1984, página 18.

Software, Presman y Herron, PRE 91, página 9.

Resumen

La robótica ha experimentado en los últimos años un gran auge y se encuentra cada vez más presente en los medios universitarios e industriales. Desde que en 1978 “General Motor Estudios”, creara el robot PUMA (Manipulador Universal Programable para Tareas de Ensamblaje) este ha evolucionado mucho y han aparecido nuevos modelos de robots más modernos y complejos. Aquellos primeros robots como el PUMA, hoy en día se han consolidado como modelos estándar y aunque no pueden rivalizar con los robots actuales utilizados con fines comerciales, poseen ciertas características que los hacen muy interesantes desde el punto de vista didáctico.



Robot PUMA

El estudio de los modelos estándar (PUMA, SCARA y STANFORD) es la base ideal para la iniciación y comprensión de los fundamentos de la robótica.

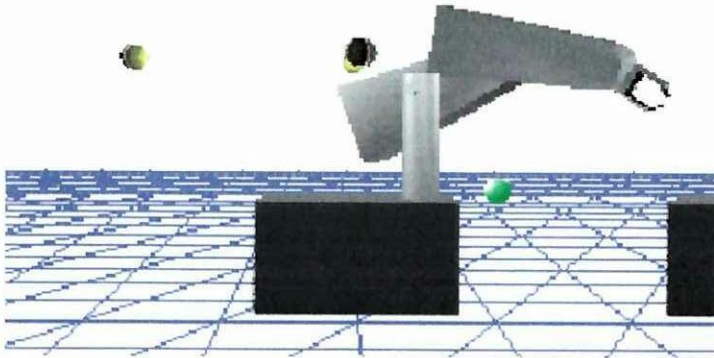
Desgraciadamente, es difícil para un usuario acceder a estos robots debido a su precio y suelen estudiarse en la mayoría de los casos sólo de forma teórica.

Por esta razón, se ha decidido desarrollar un módulo didáctico que facilite la enseñanza de la robótica en aplicaciones académicas, para la especialidad de Ingeniería en Informática y sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el mismo que cuenta con un kit de un brazo robot conectado al puerto paralelo del ordenador para su funcionamiento.

El presente proyecto de tesis esta dividido básicamente en cuatro partes: el CAPITULO I en el cual se realiza un estudio básico de la robótica y sus características, para entender el principio de funcionamiento del brazo robot, luego en el CAPITULO II conduce al desarrollo del software para que permita gestionar el movimiento de un brazo robot, utilizando el ciclo de vida “Prototipos”, en el CAPITULO III se realiza la respectiva implantación y pruebas, por último en el CAPITULO IV, la Verificación de Objetivos, Conclusiones, y Recomendaciones.

SUMMARY

The robotics has experienced in the last years a great peak and it is more and more present in the university and industrial means. Since in 1978 “General Motor Studies” the PUMA robot created (Programmable Universal Manipulator for Tasks of Assembling) It has evolved a lot and new models of more modern and more complex robots have appeared. Those first robots like the PUMA, now days it has consolidated as standard models and although they cannot compete with the current robots used with commercial ends, they possess certain characteristics that make them very interesting from the didactic point of view.



PUMA Robot

The study of the standard models (PUMA, SCARA and STANFORD) it is the ideal base for the initiation and understanding of the foundations of the robotics.

Unfortunately, it is difficult for a user to consent to these robots due to their price and they usually study only in most of the cases in a theoretical way.

For this reason, it/ has decided to develop didactic model that facilitates the teaching of the robotics in academic applications, for the specialty in Computer Engineering science and

Computational systems of the “Technical University of Cotopaxi”, the same one that has a kit from an arm connected robot to the parallel port of the computer for their operation.

The present thesis project is divided basically in four parts: the chapter one, in which is carried out a basic study of the robotics and their characteristics, to understand the principle of operation of the robot arm, then in the chapter two, we introduce ourselves to the development of the software so that it allows to negotiate the movement of an robot arm, using the cycle of life "Prototypes", in the chapter three, we carry out the respective installation and tests, and the last in the chapter four, we have the Verification of Objectives, Conclusions and Recommendations.

INTRODUCCIÓN.

El estudio de la robótica permitirá al profesor dar a los estudiantes conocimientos teóricos y prácticos para concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poliarticuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o la sustitución del hombre en muy diversas tareas.

Un sistema robótico puede describirse, como aquel que es capaz de recibir información, de comprender su entorno a través del empleo de modelos, de formular y de ejecutar planes, y de controlar o supervisar su operación

Al mismo tiempo los estudiantes se involucrarán en actividades de diseño que los desafían a desarrollar su propia solución original para cada problema presentado, desarrollando así un pensamiento "original", fundamental a los innovadores.

El profesor se transforma en un facilitador y presenta información basada en la necesidad de conocer. Conceptos de ciencia, y tecnología. Los estudiantes reconocen, inmediatamente, la importancia de estos conceptos académicos debido a que los necesitarán para tener una clara idea de robótica.

Los estudiantes podrán utilizar los programas para controlar el robot. Conocer los frontales, y los diagramas de bloques realizados en el instrumentador Virtual.

CAPITULO I

Introducción a la Robótica.

La palabra "**Robot**" proviene del checo "*robota*" que significa "trabajo duro", forzado o servil, mientras que en otras lenguas eslavas solamente significa "trabajo".

Los **robots** son sistemas compuestos de sensores que reciben datos de entrada (input) y los trasladan a la computadora. Ésta, al recibir la información de entrada, ordena al robot que efectúe una determinada acción (output). Puede ser que los propios robots dispongan de microprocesadores que reciban el input de los sensores y que estos microprocesadores ordenen al robot la ejecución de acciones para las cuales está concebido. En este último caso, el propio robot es, a su vez, una computadora.

Los robots ya están entre nosotros. Están presentes en las actividades industriales, en la investigación, en la actividad espacial y también en la educación, sustituyen al hombre en las tareas repetitivas, en los trabajos cansadores y peligrosos. Su utilización, hace que sean posibles actividades que antes no podían ni imaginarse y aumenta la competitividad de los procesos y permite reducir los costos de producción

La palabra **Robot** la acuñó en 1917, Karel Capek a través de su obra de teatro titulada RUR (Los robots universales de Rossum). En la obra aparecían una serie de seres artificiales con apariencia humana que respondían a las órdenes de su maestro y desempeñaban los trabajos duros.

En 1950 Isaac Asimov toma el tema y escribe su famosísimo "Yo robot". En su obra aparecen diferentes figuras antropomorfas, capaces de moverse, de ejecutar operaciones, de hablar e incluso de emocionarse.

Salvo en el cine, la apariencia real de los robots empleados en la industria para la realización de tareas repetitivas en poco o en nada se parecen al hombre.

La mayoría de las veces estas máquinas consisten en un brazo mecánico que puede llevar a cabo todos los movimientos en todas las posiciones y en una mano que sirve para tomar o dejar objetos, pero con una frecuencia cada vez mayor.



Figura1: Brazo mecánico.

A los robots se les está dotando de órganos sensoriales que les permiten tener vista y tacto, o el uso de la palabra. Una característica de los robots industriales es la de ser idóneos para muchos usos, con la capacidad de memorizar sus tareas y aprender otras nuevas. Esto supone la existencia, junto a una estructura mecánica, de otra electrónica basada en un microprocesador y una memoria, es decir, un auténtico mini ordenador.

Hoy en día la robótica constituye una ciencia aplicada compleja, que merece la mayor atención. Omitir la enseñanza de sus principios sería perjudicial y contradictorio frente a las exigencias de una sociedad que quiere desarrollarse.¹

1.1 Antecedentes.

Desde épocas inmemoriales el hombre ha tenido la ilusión de crear algún tipo de vida a imagen y semejanza de si mismo.

La Robótica en nuestros días es una nueva tecnología, que surgió como tal aproximadamente hacia el año 1960.

Contemplar la robótica como una ciencia que aunque se han conseguido grandes avances todavía ofrece un amplio campo para el desarrollo y la innovación y es precisamente este aspecto el que motiva, y a muchos investigadores y aficionados a los robots a seguir adelante planteando cada vez robots más evolucionados.

La robótica es esencialmente pluridisciplinaria y se apoya en gran medida en los progresos de la microelectrónica y de la informática, así como en los de nuevas

¹ <http://www.ROBOTICA/1303567.htm>, robótica, Ing. Clemente Herrera y Jesús Pérez , 06/05/2002, pagina principal

disciplinas tales como el reconocimiento de patrones y de inteligencia artificial, debido a que el proceso de diseño y construcción de un robot intervienen muchos campos pertenecientes a otras ramas de la ciencia, como por ejemplo:

Mecánica	Electrónica
Informática	Matemática

Tabla1: Ciencias que apoyan la robótica.

Un sistema robótico puede describirse, como "Aquel que es capaz de recibir información, de comprender su entorno a través del empleo de modelos, de formular y de ejecutar planes, y de controlar o supervisar su operación".²

1.2 Tipos de Robots³

Actualmente es posible encontrar una variada gama de formas de clasificar a los robots.

A continuación se describe la subdivisión.

² Robótica una introducción, McCLOY, 621.391, primera edición 1993.

³ <http://www.robotics.utexas.edu/rrg/education/history/main.htm>

1.2.1 Por su arquitectura

1.2.1.1 Androides

Los androides son robots que se parecen y actúan como seres humanos. Los robots de hoy en día vienen en todas las formas y tamaños, pero a excepción de los que aparecen en las ferias y espectáculos, no se parecen a las personas y por tanto no son androides. Actualmente, los androides sólo existen en la imaginación y en las películas de ficción.



figura2: Robot androide

1.2.1.2 Móviles

Los robots móviles están provistos de patas, ruedas u orugas que los capacitan para desplazarse de acuerdo a su programación. Procesan la información que reciben a través de sus propios sistemas de sensores y se emplean en determinado tipo de instalaciones industriales, sobre todo para el transporte de mercancías en cadenas de producción y almacenes.

También se utilizan robots de este tipo para la investigación en lugares de difícil acceso o muy distantes, como es el caso de la exploración espacial y las investigaciones o rescates submarinos.



Figura3 Robot móvil

1.2.1.3 Zoomórficos

Robots caracterizados principalmente por su sistema de locomoción que imita a diversos seres vivos. Los androides también podrían considerarse robots zoomórficos.

1.2.1.4 Médicos

Los robots médicos son, fundamentalmente, prótesis para minusvalidez que se adaptan al cuerpo y están dotados de potentes sistemas de mando.

Con ellos se logra igualar con precisión los movimientos y funciones de los órganos o extremidades que suplen.



Figura4: Robot medico.

1.2.1.5 Industriales

Los robots industriales son artilugios mecánicos y electrónicos destinados a realizar de forma automática determinados procesos de fabricación o manipulación. Son en la actualidad los más frecuentes.

Japón y Estados Unidos lideran la fabricación y consumo de robots industriales siendo Japón el número uno. Es curioso ver cómo estos dos países han definido al robot industrial:



Figura5: Robot industrial.

- ❖ **La Asociación Japonesa de Robótica Industrial (JIRA):** Los robots son "dispositivos capaces de moverse de modo flexible análogo al que poseen los organismos vivos, con o sin funciones intelectuales, permitiendo operaciones en respuesta a las órdenes humanas".
- ❖ **El Instituto de Robótica de América (RIA):** Un robot industrial es un manipulador multifuncional y reprogramable diseñado para desplazar materiales,

componentes, herramientas o dispositivos especializados por medio de movimientos programados variables con el fin de realizar tareas diversas.

Se puede observar que la definición japonesa es muy amplia, mientras que la definición americana es más concreta, por ejemplo un robot manipulador que requiere un operador "mecánicamente enlazado" a él se considera como un robot en Japón, pero no encajaría en la definición americana. Asimismo, una máquina automática que no es programable entraría en la definición japonesa y no en la americana.

Una ventaja de la amplia definición japonesa es que muchos de los dispositivos automáticos cotidianos se les llama "robots" en Japón, como resultado los Japoneses han aceptado al robot en su cultura mucho más fácilmente que los países occidentales, puesto que la definición americana es la que es internacionalmente aceptada.

1.2.1.6 Teleoperadores

Hay muchos "parientes de los robots" que no encajan exactamente en la definición precisa. Un ejemplo son los teleoperadores. Dependiendo de cómo se defina un robot, los teleoperadores pueden o no clasificarse como robots. Los teleoperadores se controlan remotamente por un operador humano. Cuando pueden ser considerados robots se les llama "telerobots". Cualquiera que sea su clase, los teleoperadores son

generalmente muy sofisticados y extremadamente útiles en entornos peligrosos tales como residuos químicos y desactivación de bombas.

Los robots teleoperadores son definidos por la NASA como:

Dispositivos robóticos con brazos manipuladores y sensores con cierto grado de movilidad, controlados remotamente por un operador humano de manera directa o a través de un ordenador.⁴

1.2.1.7 Híbridos

Estos robots corresponden a aquellos de difícil clasificación cuya estructura resulta de una combinación de las expuestas anteriormente.

Cabe decir que la clasificación anterior es la más conocida. Existe otra donde se tiene más en cuenta la potencia del software en el controlador, lo que es determinante de la utilidad y flexibilidad del robot dentro de las limitantes del diseño mecánico y la capacidad de los sensores. De acuerdo a esta posición los robots han sido clasificados de acuerdo a su:

❖ **generación.**

❖ **nivel de inteligencia.**

⁴ Robótica manipuladores y robots móviles, Aníbal Ollero Baturone, 2001

❖ **nivel de control.**

❖ **nivel de lenguaje de programación.**

Estas clasificaciones reflejan la potencia del software en el controlador, en particular, la sofisticada interacción de los sensores.

1.2.2 Por su Generación.

La generación de un robot se determina por el orden histórico de desarrollos en la robótica. Cinco generaciones son normalmente asignadas a los robots industriales. La *tercera generación es utilizada en la industria, la cuarta se desarrolla en los laboratorios de investigación, y la quinta generación es un gran sueño.*

1.2.2.1 Robots de 1^{ra} Generación

El sistema de control usado en la primera generación de robots está basado en las paradas fijas mecánicamente. Como ejemplo de esta primera etapa están los mecanismos de relojería que mueven las cajas musicales o los juguetes de cuerda.⁵

⁵ <http://net.org/html/history/timeline/threads/robots/index.html>

1.2.2.2 Robots de 2^{da} Generación

El movimiento se controla a través de una secuencia numérica almacenada en disco o cinta magnética. Por regla general, este tipo de robots se utiliza en la industria automotriz y son de gran tamaño.

1.2.2.3 Robots de 3^{ra} Generación

Utilizan las computadoras para su control y tienen cierta percepción de su entorno a través del uso de sensores. Con esta generación se inicia la era de los robots inteligentes y aparecen los lenguajes de programación para escribir los programas de control.

1.2.2.4 Robots de 4^{ta} Generación.

Se trata de robots altamente inteligentes con más y mejores extensiones sensoriales, para entender sus acciones y captar el mundo que los rodea. Incorporan conceptos “modélicos” de conducta.

1.2.2.5 Robots de 5^{ta} Generación.

Actualmente en desarrollo. Esta nueva generación de robots basará su acción principalmente en modelos conductuales establecidos.

1.2.3 Nivel de inteligencia.

La Asociación de Robots Japonesa (JIRA) ha clasificado a los robots dentro de seis clases sobre la base de su nivel de inteligencia:

1. **Dispositivos de manejo manual.** (controlados por una persona.)
2. **Robots de secuencia arreglada.** (secuencia fija.)
3. **Robots de secuencia variable.** (donde un operador puede modificar la secuencia fácilmente.)
4. **Robots regeneradores.** (donde el operador humano conduce el robot a través de la tarea.)
5. **Robots de control numérico.** (donde el operador alimenta la programación del movimiento, hasta que se enseñe manualmente la tarea.)
6. **Robots inteligentes.** (los cuales pueden entender e interactuar con cambios en el medio ambiente.)

1.3 Nivel de control.

Programas de control de robots.

Los programas en el controlador del robot pueden ser agrupados de acuerdo al nivel de control que realizan:

1. **Nivel de inteligencia artificial,** donde el programa aceptará un comando como levantar el producto y descomponerlo dentro de una secuencia de comandos de bajo nivel basados en un modelo estratégico de las tareas.
2. **Nivel de modo de control,** donde los movimientos del sistema son modelados, para lo que se incluye la interacción dinámica entre los diferentes mecanismos, trayectorias planeadas, y los puntos de asignación seleccionados.

3. **Niveles de servo sistemas**, donde los actuadores controlan los parámetros de los mecanismos con el uso de una retroalimentación interna de los datos obtenidos por los sensores, y la ruta es modificada sobre la base de los datos que se obtienen de sensores externos. Todas las detecciones de fallas y mecanismos de corrección son implementados en este nivel.

1.4 Nivel de lenguaje de programación.

En la clasificación final se considera el nivel del lenguaje de programación.

La clave para una aplicación efectiva de los robots para una amplia variedad de tareas, es el desarrollo de lenguajes de alto nivel. Existen muchos sistemas de programación de robots, aunque la mayoría del software más avanzado se encuentra en los laboratorios de investigación⁶.

Los sistemas de programación de robots se ubican dentro de tres clases:

1. **Sistemas guiados**, en el cual el usuario conduce el robot a través de los movimientos a ser realizados.
2. **Sistemas de programación de nivel-robot**, en los cuales el usuario escribe un programa de computadora al especificar el movimiento.
3. **Sistemas de programación de nivel-tarea**, en el cual el usuario especifica la operación por sus acciones sobre los objetos que el robot manipula.

1.5 Educación y robótica.

Los robots están apareciendo en los salones de clases de tres distintas formas. Primero, los programas educacionales utilizan la simulación de control de robots como un medio de enseñanza. Un ejemplo palpable es la utilización del lenguaje de programación del robot Karel, el cual es un subconjunto de Pascal; este es utilizado por la introducción a la enseñanza de la programación.

El segundo y de uso más común es el uso del robot tortuga en conjunción con el lenguaje LOGO para enseñar ciencias computacionales. LOGO fue creado con la intención de proporcionar al estudiante un medio natural y divertido en el aprendizaje de las matemáticas.

En tercer lugar está el uso de los robots en los salones de clases. Una serie de manipuladores de bajo costo, robots móviles, y sistemas completos han sido desarrollados para su utilización en los laboratorios educacionales.

Debido a su bajo costo muchos de estos sistemas no poseen una fiabilidad en su sistema mecánico, tienen poca exactitud, no existen los sensores y en su mayoría carecen de software.

⁶ Manipulador y robots móviles, A. Ollero, página 341.

De las anteriores definiciones se deriva la definición de robótica como la ciencia que estudia los robots, sobresaliendo las tres leyes de la robótica enunciadas en su libro “yo robot”:⁷

1. Un robot no debe dañar a un ser humano o, por su inacción, dejar que un ser humano sufra daño.
2. Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto cuando estas órdenes se oponen a la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia hasta donde esa protección no entre en conflicto con la primera o la segunda ley.

1.6 La tecnología aplicada al potencial Humano.

Este proceso de resolución de problemas de aplicación de los conocimientos adquiridos ha redundado, como parte de un desarrollo evolutivo en una gran variedad de tecnologías, cada una de las cuales amplía el potencial humano de una forma particular.

Las máquinas y la mecanización, han incrementado la fuerza muscular; la computadora a aumentado el poder mental; los estudios del hombre se han ampliado por medio de instrumentos y dispositivos de medición; a nuestra capacidad de control lo a mejorado la cibernética; la velocidad y el alcance de nuestros medios de comunicación se han incrementado enormemente con las telecomunicaciones; es ilimitado el acervo de

⁷ - *The Art of Programming*. Autor Donald Knuth, Volume 1 *Fundamental Algorithms*

materiales y estructuras disponibles para la fabricación de artefactos, incluyendo los de cerámica, las fibras de carbono y los materiales compuestos.

Hemos llegado a una era emocionadamente dinámica en la cual la tecnología, especialmente la de los robots, no solo incrementara nuestras capacidades humanas sino que bien podría reemplazarlas por completo.

1.6.1 Características de los Robots.

Los robots poseen tres características que le son propias: planificación, captación de la información sensorial y aprendizaje.

La captación de la información sensorial es fundamental sobre todo el reconocimiento de formas u objetos, lo que ha dado un gran auge a las investigaciones sobre visión artificial.

Muchas de las tareas que realizan conllevan un alto nivel de complejidad y toma de decisiones, actividades que no puede llevar a cabo un autómatas, dado que suponen principios de acción considerados "inteligentes" por lo que este ámbito se ha constituido en uno de los más importantes de la IA (Inteligencia Artificial).

Por otra parte, si comparamos a los robots con los humanos podemos distinguir las siguientes características:

- ❖ Los robots **pueden ser más fuertes**, lo que les permite levantar pesos considerables y aplicar mayores fuerzas.

- ❖ **No se cansan** y pueden trabajar fácilmente las 24 hs. del día y los 7 días de la semana. No necesitan descansos y rara vez se enferman.
- ❖ **Son consistentes.** Una vez que se han instruido para realizar un trabajo pueden repetirlo, prácticamente de forma indefinida, con un alto grado de precisión. El desempeño humano tiende a deteriorarse con el paso del tiempo.
- ❖ **Son casi completamente inmunes a su ambiente.** Pueden trabajar en entornos extremadamente fríos o calientes, o en áreas donde existe el peligro de gases tóxicos o radiación. Manipulan objetos con temperaturas muy elevadas. Son capaces de trabajar en la oscuridad.

1.6.2 Razones para la incorporación de robots.

Diversas investigaciones entre usuarios industriales muestran las razones de la industria para la incorporación de robots.

La lista de prioridades de la industria japonesa es la siguiente:

- ❖ Ahorro de mano de obra.
- ❖ Mejoramiento de las condiciones laborales.
- ❖ Mayor flexibilidad.
- ❖ Facilidad del control de la producción.
- ❖ Otros.

Un estudio en la industria alemana se tradujo en la siguiente lista de prioridades:

- ❖ Aumento de la productividad.
- ❖ Reducción de los costos de mano de obra.
- ❖ Rendimiento de la inversión.
- ❖ Mejoramiento de la calidad.
- ❖ Condiciones de trabajo más humanas.

La importancia de estas tendencias resulta obvia si se considera que un robot puede trabajar dos o incluso tres turnos al día. Lo anterior, ha ayudado a los aumentos potenciales en calidad y los ahorros en materiales.

1.7 Los elementos de un robot industrial.

En términos antropomorfos el robot industrial requiere de un cerebro, sentidos, un torrente sanguíneo, un brazo, una muñeca y una mano con los músculos apropiados y posiblemente piernas y pies, también con los músculos correspondientes. En un robot industrial típico, los equivalentes en términos de máquinas podrían ser una computadora, dispositivos de medición, un generador de potencia eléctrica, hidráulica o neumática, un manipulador y, posiblemente, ruedas.

Las dimensiones finales de los diversos elementos mecánicos restringen el efector final a un volumen de trabajo en particular; movimientos que excedan los límites de este

volumen. Los volúmenes normales de trabajo son adecuados para la mayoría de los procesos productivos, pero algunas aplicaciones, como el almacenamiento automático en bodegas, necesitan incrementar el volumen de trabajo dando cierta movilidad al robot. Las aplicaciones del futuro, como el robot doméstico, también demandará una cierta movilidad. La solución obvia a este problema consiste en instalar ruedas al robot, pero estas ruedas requerirán de una superficie plana.

- ❖ Un robot industrial es una máquina programable de propósito general que posee ciertas características antropomórficas.
- ❖ El componente principal lo constituye el manipulador, el cual consta de varias articulaciones y sus elementos.
- ❖ Las partes que conforman el manipulador reciben los nombres de cuerpo, brazo, muñeca y efector final o gripper. Otros elementos son el controlador, los mecanismos de entrada y salida de datos y los dispositivos especiales.
- ❖ Existen dos categorías de efectores finales (grippers): las pinzas y las herramientas. Las pinzas pueden ser de tipo pivotante o de movimiento lineal entre otras. Entre las herramientas tenemos los desarmadores y las pistolas para soldar.
- ❖ Los movimientos de un robot están relacionados con los grados de libertad que posea. Un grado de libertad es un número o tipo de movimiento del

manipulador. Los grados de libertad se determinan por los movimientos que ejecutan el brazo y la muñeca del robot que pueden ser de uno a tres cada uno.

Además del manipulador, los otros elementos que forman parte del robot son un controlador, mecanismos de entrada y salida de datos y dispositivos especiales.

El controlador del robot, como su nombre lo indica, es el que controla cada uno de los movimientos del manipulador y guarda sus posiciones. El controlador recibe y envía señales a otras máquinas-herramientas (por medio de señales de entrada/salida) y almacena programas.⁸

Los mecanismos de entrada y salida, más comunes son: teclado, monitor y caja de comandos llamada "teach pendant".

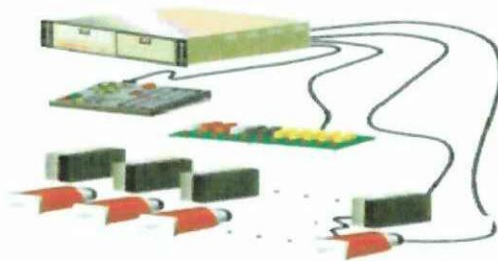


Figura6:Competer module

⁸ More Programming Pearls. Autor Jon Bentley. Association for Computing Machinery, February 1988.

En la figura6 se observa un controlador competet module que envía señales a los motores de cada uno de los ejes del robot, la caja de comandos teach pendant la cual sirve para enseñarle las posiciones al manipulador del robot.

La siguiente figura muestra un teach pendat para un tipo de robot industrial.



Figura7: Teach pendat

Los dispositivos de entrada y salida permiten introducir y, a su vez, ver los datos del controlador.

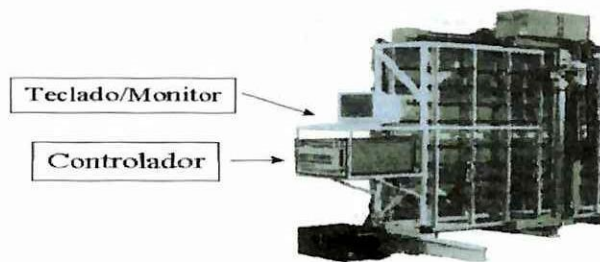


Figura8: Dispositivos de entrada, salida

Para enviar instrucciones al controlador y para dar de alta programas de control, comúnmente se utiliza una computadora adicional.

Es necesario aclarar que algunos robots únicamente poseen uno de estos componentes. En estos casos, uno de los componentes de entrada y salida permite la realización de todas las funciones.

Esto se realiza en el robot Júpiter, el cual se puede programar utilizando el teach pendant.

En el caso del robot del AS/RS, éste se puede programar y enseñar sus posiciones a través de un teclado y monitor conectado directamente al controlador.

En otros casos, es indispensable conectar una computadora al controlador del robot.

Ejemplo de ello es el robot Move Master (Mitsubishi), el cual requiere una computadora externa para realizar y cargar los programas del controlador.



Figura9: Componentes del robot

1.7.1 Señales de entrada y salida:

Las señales de entrada y salida se obtienen mediante tarjetas electrónicas instaladas en el controlador del robot las cuales le permiten tener comunicación con otras máquinas-herramientas.

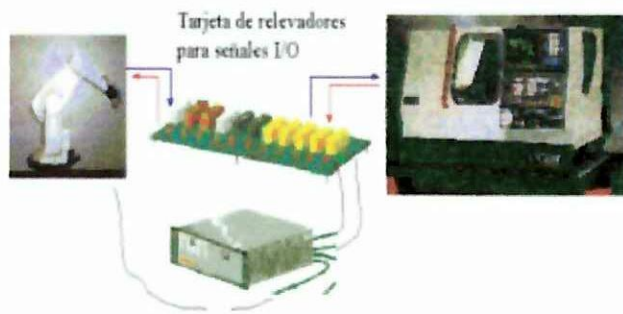


Figura10: Señales de entrada y salida.

En la celda de manufactura, por ejemplo, se utilizan estas tarjetas para comunicar al robot PUMA con las máquinas de control numérico (torno y centro de maquinado). Estas tarjetas se componen de relevadores los cuales mandan señales eléctricas que después son interpretadas en un programa de control, estas señales nos permiten controlar cuando debe entrar el robot a cargar una pieza a la máquina, cuando debe empezar a funcionar la máquina o el robot, etc.

Dispositivos especiales en la estación del robot Move Master EX

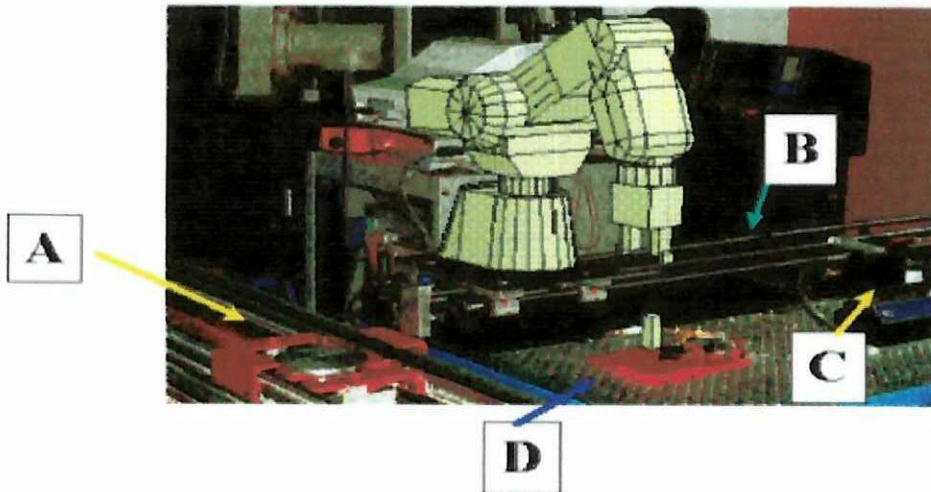


Figura11: Robot move master ex.

1.7.2 Dispositivos especiales.

Entre los dispositivos especiales se encuentran los ejes que facilitan el movimiento transversal del manipulador y las estaciones de ensamble, que son utilizadas para sujetar las distintas piezas de trabajo.

En la estación del robot Move Master EX (Mitsubishi) se encuentra los siguientes dispositivos especiales:

- A. Estación de posición sobre el transportador para la carga/descarga de piezas de trabajo.

B. Eje transversal para aumentar el volumen de trabajo del robot.

C. Estación de inspección por computadora integrada con el robot.

D. Estación de ensamble.

Con todos estos dispositivos el robot cuenta con señales de **entrada/salida** para poder realizar la integración de su función incorporando estos elementos.

1.7.3 El manipulador, ejecutor o efector final: (dispositivos de manipulación: brazos, muñecas, manos, herramientas, dispositivos de succión y magnéticos).

El manipulador o brazo son los elementos mecánicos que propician el movimiento del elemento terminal. Los elementos rígidos del brazo están relacionados entre sí mediante articulaciones, las cuales pueden ser giratorias o prismáticas. El número de elementos del brazo y el de las articulaciones que los relacionan determinan los grados de libertad del manipulador, que en los robots industriales suele ser seis.

1.7.3.1 El controlador de posición: es el dispositivo que se encarga de regular el movimiento de los elementos del brazo, y de todo tipo de acciones, cálculos y procesos de información. La complejidad del control varía con los parámetros que se manejan, existiendo varias categorías de controlador:

- ❖ El controlador de **posición** solo interviene en el control de posición del elemento terminal, pudiendo actuar punto a punto, o bien en modo continuo.
- ❖ El controlador **cinemático** además de la posición controla la velocidad del brazo.
- ❖ El controlador **dinámico** tiene en cuenta también las propiedades dinámicas del manipulador, motores y elementos asociados.
- ❖ El control **adaptativo**, además de lo indicado en los anteriores, también considera la variación de las características del manipulador al variar la posición.

1.7.3.2 Los elementos motrices o Actuadores

Son motores neumáticos, mecánicos o eléctricos que suministran la fuerza de entrada para el movimiento de los ejecutores.

1.7.3. Principio del motor de corriente directa (dc)

Los motores de corriente directa (DC) se emplean de forma extensa en la industria gracias a la capacidad para satisfacer una gran variedad de requisitos de par y velocidad.

Estos motores son especialmente adecuados para aplicaciones que requieren aceleración gradual dentro de un intervalo muy amplio, ajuste preciso de velocidad, sincronización de velocidades (o ambas cosas) y control preciso del par de rotación o de tensión.⁹

1.7.3.1 Características de operación

En casi todas las ramas de la industria es posible encontrar aplicaciones tanto para motores de CA como para motores de DC. Pueden decirse que estos dos tipos de máquinas tienden a complementarse y no a competir entre sí.

Los motores de corriente directa fueron los primeros dispositivos para la conversión electromecánica de energía, y se utilizaron principalmente en tranvías, en lo que la tracción eléctrica reemplazó a la tracción animal.

Desde luego, la invención del motor de CA de inducción inclino la balanza hacia una mayor utilización de la corriente alterna; sin embargo, estadísticas recientes demuestran que, contra las predicciones; el uso de motores de DC tiende a aumentar en vez de disminuir.

1.7.3.2 Características.

En condiciones usuales en que la alimentación general de una industria es a base de CA, las principales razones para especificar un motor de CD son:

⁹ Thomas. L. Floyd, *Dispositivos eléctricos 1*, Editorial Lumisa, Primera Edición.

- ❖ La facilidad para controlar su velocidad.
- ❖ El control del par- motor.
- ❖ La posibilidad de obtener su detención en posiciones muy precisas.

En efecto, los motores de DC son extremadamente flexibles en sus características de operación, y es posible obtener con ellos una gran variedad de curvas par- velocidad, estas máquinas motrices poseen una característica que ningún motor de AC ha logrado igualar: la facilidad para ajustar su velocidad dentro de una gama sumamente amplia, que puede ser controlada con gran precisión. Además, los motores de DC tienen mayor eficiencia que los de AC en aplicaciones que impliquen aceleración y desaceleración frecuentes con cargas de inercia elevada.

1.7.3.3 Engranajes.

Los engranajes constituyen el tipo más común de transmisión. Consisten en un par de ruedas dentadas que transmiten la potencia y el movimiento mediante interacción por su periferia. Aparte de transmitir movimiento relativo, pueden también convertir movimiento rotativo en movimiento de traslación como es el caso del sistema piñón-cremallera.¹⁰

¹⁰ <http://www2.ing.pwc.cl/~icm 2312 / apuntes/ engranaje>.

1.8 Ordenadores de tamaño grande o mediano:

Conectados a los actuadores y sensores por cable o radio, o microprocesadores internos (dentro del robot), o una combinación de ambos.



Figura12:Actuadores y sensores.

La tendencia actual es diseñar robots más y más versátiles, capaces de adaptarse a distintos trabajos. Cuanto más general es la aplicación más complejo es el diseño de la máquina y, por lo tanto, más se encarece el mismo.

Sería interesante que los robots fueran:

- ❖ **Autónomos**, es decir, que pudieran desarrollar su tarea de forma independiente.
- ❖ **Fiables**, que siempre realizaran su tarea de la forma esperada.
- ❖ **Versátiles**, que pudieran ser utilizados para variadas tareas sin necesidad de demasiadas modificaciones en su control.

1.9. Trabajo en entornos peligrosos.

Una de sus ventajas principales de los robots es su capacidad para soportar condiciones de trabajo que pueden resultar desagradables para los humanos. Los robots son capaces de soportar niveles de temperatura, polvo, radiactividad, muy superiores a los seres humanos.

1.10 Operaciones con Robots.

¿En 1984 habían 2623 robots operando en Inglaterra?. La distribución de las aplicaciones conocidas eran:

- ❖ Soldadura de puntos.
- ❖ Moldeo de inyección.
- ❖ Soldadura por arco.
- ❖ Servicio a máquinas herramienta.
- ❖ Ensamblaje.
- ❖ Recubrimiento de superficies.
- ❖ Manejo movimiento de charolas.
- ❖ Servicio de herramienta de prensa.
- ❖ Esmerilado, recubrimientos.
- ❖ Pruebas de inspección.
- ❖ Fundición por inyección.
- ❖ Pegado/sellado.

El robot que aparece en la siguiente figura tiene un dispositivo en su muñeca para aplicaciones de soldadura.¹¹



Figura13: Aplicaciones de suelda.

En este robot el efector final consiste de una serie de sensores que puede tener diversas aplicaciones (medición, inspección).

¹¹ [http:// usuarios, bitmailer.com/ aperobot /. Robohistoriatecno..htm](http://usuarios.bitmailer.com/aperobot/.Robohistoriatecno..htm).



Figura14: Inspección medición.

1.10.1 Efectos de los robots sobre las fuentes de empleo.

La seguridad personal está afectada por las condiciones de salubridad y seguridad en el trabajo; la seguridad en el trabajo tiene ramificaciones mucho más extensas. Hace más de 80 años, H.G. Wells dijo: "Pero ahora que se han dado las nuevas condiciones de las ciencias físicas, no sólo prescinden del hombre como fuente de energía, sino que además brindan la esperanza de que todo el trabajo rutinario se realice en forma automática, es cada vez más claro que en la actualidad ya no es necesario que nadie se esfuerce de manera habitual..." (Wells, 1905). Esta visión utópica de Wells vio más allá del simple proceso de mecanización y llegó a abarcar la era de la automatización. El momento de la automatización ha llegado, pero su llegada ha engendrado un clima industrial que es aún más controvertido que utópico.

Una organización mundial con operaciones en los cinco continentes comienza a utilizar el correo electrónico; dentro de la compañía no surgen controversias por que no se pierden trabajos en la misma, pero pueden surgir ciertas repercusiones en algunas organizaciones postales.

Una planta de manufactura introduce un robot para cargar y descargar dos tornos con control neumático; sólo es necesario uno de los dos operarios existentes para atender la nueva celda robot e incluso ese operario no se utilizará en toda su capacidad. Aunque lo anterior puede servir para incrementar el número de trabajos en la industria de fabricación de robots, la introducción de un robot ha sido la causa directa de la desaparición de un puesto en la fábrica. Sin embargo, en una escala global, la introducción de un robot es invariablemente, dado que se mejora la eficacia y la productividad y el conflicto emana de los intereses opuestos de la administración y los empleados en el futuro inmediato. Para la administración el beneficio inmediato es una mayor productividad, una mejor calidad, o ambas; para los empleados, el prospecto inmediato es quedarse sin trabajo. Los administradores están preocupados por el uso eficaz de la fuerza de trabajo, las materias primas, las máquinas y el capital. Los trabajadores se preocupan por sus salarios, sus horas de trabajo y su ambiente de trabajo.

Dado lo anterior no es nada extraño que surjan conflictos.

Los efectos inmediatos y a largo plazo de la instalación de robots han sido y son reconocidos por ambas partes de la fuerza de relaciones laborales. El resultado es que los fabricantes de robots, los ingenieros industriales y otras personas a favor de la

introducción de robots siempre remarcan a los empleados los beneficios derivados de este ejercicio; los robots se hacen cargo de trabajos sucios o peligrosos, con lo que mejoran las condiciones de trabajo de quienes operan la nueva maquinaria. Algunos llegan incluso a sugerir que los robots crean de manera directa un número mayor de trabajos que los que eliminan en las áreas de manufactura, ventas, mantenimiento y operación. Por otra parte, los sindicatos que representan a aquellos empleados desplazados en forma directa por los robots están, como es natural, preocupados por la seguridad en el trabajo y con frecuencia están forzados a aceptar la posición de "no estamos en desacuerdo con la introducción de la nueva tecnología como tal, pero..."

La experiencia dice que se pierden de dos a cinco trabajos como resultado directo de la instalación de un robots (Williams, 1984, Kalmbach y colaboradores, 1982); las plazas perdidas se manifiestan más usualmente en la forma de redundancia o, más usualmente, en la transferencia del operador desplazado dentro de la compañía para llenar alguna vacante que de otra forma hubiera requerido la contratación de otro empleado. Como contrapartida de esto, es posible que se hayan generado uno o dos puestos de trabajo en las industrias de fabricación de robots, en áreas como manufactura, ventas, mantenimiento, operación. Pero muy poco de este trabajo lo podrá adquirir la compañía del usuario.

Dada la naturaleza de los trabajos que ocupan los robots, resulta evidente que son los trabajadores no especializados y semiespecializados los más afectados por la pérdida de trabajos

La demanda de este tipo de trabajadores decrece en forma constante en comparación con otras ocupaciones.

Es muy probable que gran parte de los nuevos puestos creados por la instalación de robots se distribuya entre los empleados existentes; esto significa que aquellos que cuentan con habilidades de tipo técnico, al ser los más adecuados para una nueva capacitación, tienen mayores posibilidades de permanecer dentro de la organización; no así los trabajadores no calificados que ya no serán necesarios. Las nuevas habilidades requeridas se concentran en la electrónica y la programación.

Si se considera primero la situación global, se puede sugerir que la automatización en la manufactura crea mayor riqueza al reducir los costos unitarios, lo que a su vez, redundará en un menor precio; esto crea así una mayor demanda, que debe satisfacerse por medio de una mayor producción; de este modo se reducen a un más los costos unitarios y se sigue así sucesivamente alrededor del círculo económico. Es aquí donde radica la base para la aseveración de que la automatización crea más trabajo de los que elimina. Sin embargo, también se ha dicho que la industria de la robótica en última instancia crea una mayor actividad que la que elimina en manufactura, pero que el número de trabajos disminuye inevitablemente. Por lo tanto, los beneficios derivados de la mejoría en la industria de la manufactura pasan de manera directa a la economía en forma global y no permanecen en forma específica dentro de dicha industria.

1.11 Mecanismos y Configuraciones para robots.

1.11.1 Mecanismos.

Un mecanismo es un medio para transmitir, controlar o limitar movimientos relativos. En el mundo real siempre existe un cierto grado de elasticidad inherente en cada uno de los cuerpos integrantes, o eslabones dentro de un mecanismo, pero esto con frecuencia puede ignorarse, de modo que el mecanismo se puede tratar como un ensamblaje de los eslabones rígidos conectados unos con otros por medio de articulaciones que permiten un movimiento relativo.

La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial podemos definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en computadoras en la operación y control de la producción. Ejemplos de esta tecnología son: líneas de transferencias, máquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación, máquinas-herramienta con control numérico y robots. En consecuencia, la robótica es una forma de automatización industrial.

Hay tres clases amplias de automatización industriales:¹²

1. **La automatización fija:** Utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para

¹² Programming Pearls. Autor Jon Bentley, Addison-Wesley 1989.

procesar el producto (o un componente de producto) con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción, claro es en la producción de motores y transmisiones.

2. **La automatización programable:** Emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se realiza haciendo funcionar el equipo bajo el control de un programa de instrucciones para el producto dado.
3. **La automatización flexible:** Es una categoría entre automatización fija y automatización programable. Este tipo de automatización se ha visto que es más adecuado para el rango de producción medio. Una de las características que distingue a la automatización programable de la flexible, es que con la primera los productos se obtienen en lote.

Cuando se completa un lote, el equipo se reprograma para procesar el siguiente lote. Con la automatización flexible, diferentes tipos pueden obtenerse al mismo tiempo e n el mismo sistema de fabricación.

1.11.2 El robot industrial.

El robot industrial nace de la unión de una estructura mecánica articulada y de un sistema electrónico de control en el que se integra una computadora. Esto permite la programación y control de los movimientos a efectuar por el robot y la memorización de las diversas secuencias de trabajo, por lo que le da al robot una gran flexibilidad y posibilita su adaptación a muy diversas tareas y medios de trabajo.

El robot industrial es pues un dispositivo multifuncional, es decir, apto para muy diversas aplicaciones, al contrario de la máquina automática clásica, fabricada para realizar de forma repetitiva un tipo determinado de operaciones.

El robot industrial se diseña en función de diversos movimientos que debe poder ejecutar; es decir, lo que importa son sus grados de libertad, su campo de trabajo, su comportamiento estático y dinámico.

La capacidad del robot industrial para reconfigurar su ciclo de trabajo, unida a la versatilidad y variedad de sus elementos terminales (pinzas, garras, herramientas, etc.), le permite adaptarse fácilmente a la evolución o cambio de los procesos de producción, facilitando su reconversión.

Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas. La gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas:

1. **La configuración polar:** utiliza coordenadas polares para especificar cualquier posición en términos de una rotación sobre su base, un ángulo de elevación y una extensión lineal del brazo.
2. **La configuración cilíndrica:** sustituye un movimiento lineal por uno rotacional sobre su base, con los que se obtiene un medio de trabajo en forma de cilindro.
3. **La configuración de coordenadas cartesianas:** posee tres movimientos lineales, y su nombre proviene de las coordenadas cartesianas, las cuales son más adecuadas para describir la posición y movimiento del brazo. Los robots cartesianos a veces reciben el nombre de XYZ, donde las letras representan a los tres ejes de movimiento.
4. **La configuración de brazo articulado:** utiliza únicamente articulaciones rotacionales para conseguir cualquier posición y es por esto que es el más versátil.

1.11.3 Contexto actual de la robótica.

En el contexto actual la noción de robótica implica una cierta idea preconcebida de una estructura mecánica universal capaz de adaptarse, como el hombre, a muy diversos tipos de acciones y en las que concurren, en mayor o menor grado según los casos, las características de movilidad, programación, autonomía y multifuncionalidad. Pero en sentido actual, abarca una amplia gama de dispositivos con muy diversos trazos físicos y

funcionales asociados a la particular estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación para el que se han concebido. Es además evidente que todos estos factores están íntimamente relacionados, de tal forma que la configuración y el comportamiento de un robot condicionan su adecuación para un campo determinado de aplicaciones y viceversa, y ello a pesar de la versatilidad inherente al propio concepto de robot.

1.12 Determinación de los grados de libertad.

1.12.1 Grados de libertad:

Los grados de libertad son los parámetros que se precisan para determinar la posición y la orientación del elemento terminal del manipulador. También se pueden definir, como los posibles movimientos básicos (giratorios y de desplazamiento) independientes. Un mayor número de grados de libertad conlleva un aumento de la flexibilidad en el posicionamiento del elemento terminal.¹³

Las dimensiones de los elementos del manipulador, junto a los grados de libertad, definen la zona de trabajo del robot.

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

¹³ McCloy Don Y Harris Michael, Introducción a la Robótica, Primera Edición, Editorial Lumisa, 1993

queda restringida la zona de trabajo por los límites de giro y desplazamiento que existen en las articulaciones.

El peso en kilogramos, que puede transportar la garra del manipulador recibe el nombre de capacidad de carga. A veces, este dato lo proporcionan los fabricantes, incluyendo el peso de la propia garra. En modelos de robots industriales, la capacidad de carga de la garra, puede oscilar de entre 205kg. Y 0.9Kg.

Sin duda, una de las principales características que definen a los robots lo constituyen los "grados de libertad" que posea. Hablar de "grados de libertad" equivale a decir número y tipo de movimientos del manipulador.

Observando los movimientos del brazo y de la muñeca, podemos determinar el número de grados de libertad que presenta un robot.

Generalmente, tanto en el brazo como en la muñeca, se encuentra una variación que va desde uno hasta los tres grados de libertad.

Corresponden los siguientes movimientos o grados de libertad: giro (hand rotate), elevación (wrist flex) y desviación (wrist rotate) como lo muestra el siguiente modelo.

A la muñeca de un manipulador le corresponden los siguientes movimientos o grados de libertad: giro (hand rotate), elevación (wrist flex) y desviación (wrist rotate) como lo muestra el siguiente modelo.

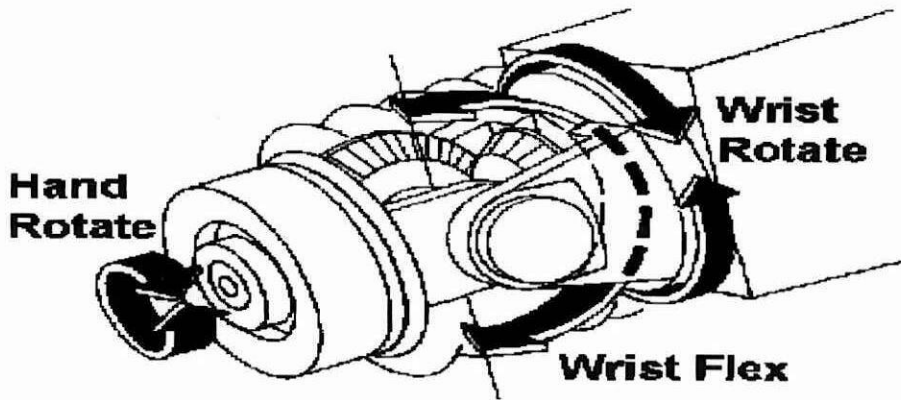


Figura 15: Muñeca del manipulador.

Cabe hacer notar que existen muñecas que no pueden realizar los tres tipos de movimiento.

Las muñecas, tanto del robot del sistema de almacenamiento y reposición automática (AS/RS) como la del robot Júpiter, muestran únicamente un grado de libertad de giro.

Por su parte, la muñeca del robot MoveMaster Mitsubishi está diseñada para realizar movimientos de giro y de elevación. Es decir, presenta dos grados de libertad.

Los grados de libertad del brazo de un manipulador están directamente relacionados con su anatomía, o configuración.

Vamos a centrar nuestra atención en los elementos de las articulaciones. Cada articulación provee al robot de al menos un "grado de libertad". En otras palabras, las articulaciones permiten al manipulador realizar movimientos:

- ❖ Lineales que pueden ser horizontales o verticales.

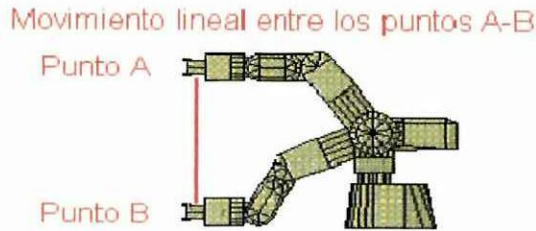


Figura16: Movimiento lineal.

- ❖ Por articulación.

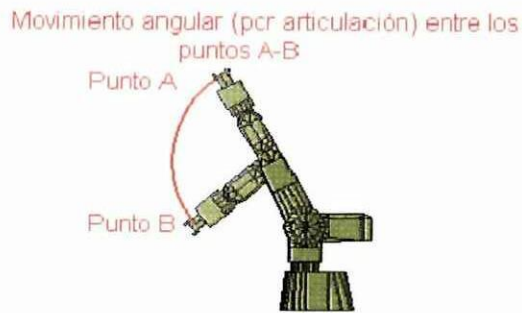


Figura17 Movimiento angular.

(En los dos casos la línea representa la trayectoria seguida por el robot).

1.12.2 Precisión en la repetibilidad.

Esta magnitud establece el grado de exactitud en la repetición de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada. Dependiendo del trabajo que se deba realizar, la precisión en la repetibilidad de los movimientos es mayor o menor.

1.12.3 La Resolución del mando.

La resolución espacial es el incremento más pequeño de movimiento en que el robot puede dividir su volumen de trabajo. La resolución espacial depende de dos factores: los sistemas que controlan la resolución y los robots las inexactitudes mecánicas.

El control de la resolución es determinado por el sistema de mando de posición del robot y su sistema de medida de regeneración. Es la habilidad de los controladores de dividir el rango total de movimiento para la junta particular en incrementos individuales que pueden dirigirse en el controlador. Los incrementos a veces son llamados "el direccionamiento parte". La habilidad de dividir el rango de la junta en los incrementos depende de la capacidad de almacenamiento en la memoria de mando.

1.12.4 Velocidad.

En muchas ocasiones, una velocidad de trabajo elevada, aumenta extraordinariamente el rendimiento del robot, por lo que esta magnitud se valora considerablemente en la elección del mismo.

1.12.5 Coordenadas de los movimientos.

La estructura del manipulador y la relación entre sus elementos proporcionan una configuración mecánica, que da origen al establecimiento de los parámetros que hay que

conocer para definir la posición y orientación del elemento terminal. Fundamentalmente, existen cuatro estructuras clásicas en los manipuladores, que se relacionan con los correspondientes modelos de coordenadas, en el espacio y que se citan a continuación: cartesianas, cilíndricas, polares y angulares.

1.12.6 Brazos del robot.

Los tipos de la junta típicos son: lineal, rotacional, de torsión y de revolución.

Las configuraciones Básicas son: cartesiano rectilíneo, cilíndrico, esférico, Articulado, Articulado Esférico, Rotación, y el Scara (el Brazo de Complacencia Selectivo para el ensamble).

1.13 Tipo de actuadores.

Los elementos motrices que generan el movimiento de las articulaciones pueden ser, según la energía que consuman, de tipo hidráulico, neumático o eléctrico.

1.13.1 Programabilidad.

La inclusión del controlador de tipo microelectrónica en los robots industriales, permite la programación del robot de muy diversas formas.

1.13.1.1 Programación del espacio de trabajo.

En general, los modernos sistemas de robots admiten la programación manual, mediante un modulo de programación.

La programación y textual, controlan diversos aspectos del funcionamiento del manipulador: control de la velocidad y la aceleración, saltos de programa condicionales, temporizaciones y pausas, edición, modificación, depuración y ampliación de programas, funciones de seguridad, funciones de sincronización con otras maquinas y uso de lenguajes específicos de Robótica.

1.14 Muñecas.

En tanto que los tres primeros eslabones de un robot se usan para el control de la potencia.

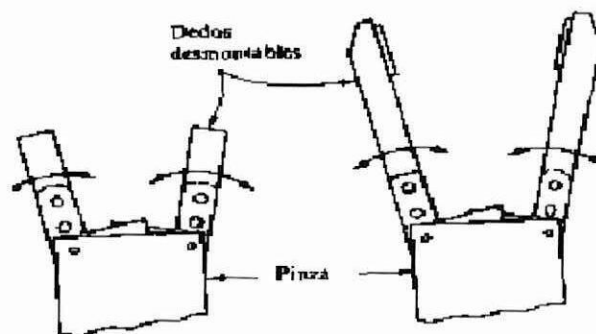


Figura18: Eslabones de un robot.

1.14.1 Efecto final (gripper):

El efecto final (gripper) es un dispositivo que se une a la muñeca del brazo del robot con la finalidad de activarlo para la realización de una tarea específica. La razón por la que existen distintos tipos de efectos finales es, precisamente, por las funciones que realizan. Los diversos tipos podemos dividirlos en dos grandes categorías: pinzas y herramientas.

Las pinzas han sido diseñadas para que el robot cargue y descargue objetos, transporte materiales y ensamble piezas.

Los tipos de pinzas más comunes pertenecen al tipo llamado **pivotante**. Los dedos de la pinza giran en relación con los puntos fijos del pivote. De esta manera, la pinza se abre y se cierra.

Otro tipo de pinzas se denominan de movimiento lineal. En este caso, los dedos se abren y se cierran ejecutando un movimiento paralelo entre sí.

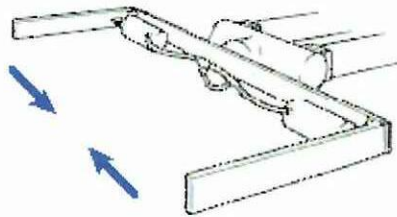


Figura19: Efecto final, pinza lineal.

Al momento de diseñar una pinza deben tomarse en cuenta la forma y peso de la pieza de trabajo así como el tipo de movimiento que harán los dedos. Con estos lineamientos, se puede asegurar una buena sujeción, de tal forma que la pinza no modifique o dañe la estructura de la pieza. Una regla general es que la pinza debe sujetar a la pieza de trabajo de su centro de gravedad, esto ocasiona que se anulen los momentos que se pudieran generar por el peso de la pieza de trabajo.

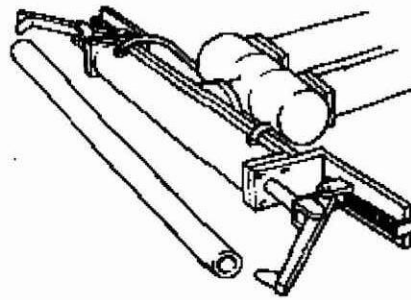


Figura20: Pinza de trabajo.

Para reducir los tiempos de ciclo en operaciones de carga y descarga de piezas a máquinas-herramientas se pueden diseñar efectores finales con doble pinza.

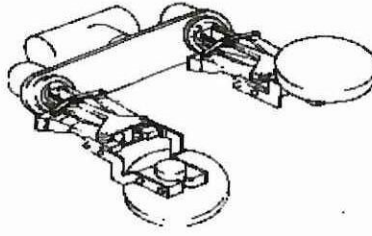


Figura21: Doble pinza.

1.15 Configuraciones para Robots.

1.15.1 Sistemas de Brazos.

Los robots sin brazos están limitados a moverse sobre ruedas o andar, percibiendo las cosas que suceden a su alrededor, pero poco más. 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 en absoluto difíciles de construir. Los diseños que se haga de brazos 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.

Del concepto y diseño teórico de brazos robóticos. Cuando se habla de brazos por lo general se quiere decir solo el mecanismo del brazo, excluida la mano.

1.15.1.1 El brazo humano.

Observe el brazo humano por un momento. Rápidamente se nota varios puntos importantes. Primero, el brazo, sin duda, es mecanismos enormemente adaptables. Los brazos 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 mueve 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 solo proporcionan un grado de libertad; otros proporcionan tres, cuatro, incluso cinco grados distintos de libertad.

1.15.1.2 Tipos de brazos

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 solo los mecanismos de brazo.¹⁴

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. Imagina que estás en el interior de una cáscara de naranja vacía, si estás colocado en su interior puedes 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

¹⁴ [http:// www. Superrobots. com.](http://www.Superrobots.com)

cuatro tipos básicos de brazos robóticos. Miremos un poco más de cerca a cada uno de ellos.

❖ **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.

❖ **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.

❖ **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.

❖ **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.

Componentes:

El componente principal lo constituye el manipulador, el cual consta de varias articulaciones y sus elementos.

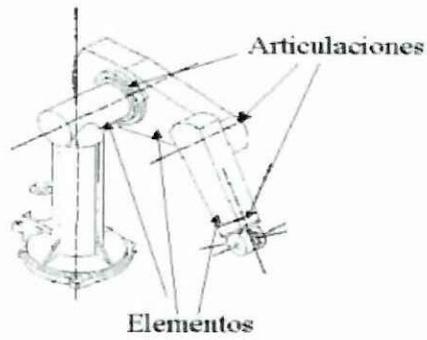


Figura22: Manipulador.

Las partes que conforman el manipulador reciben los nombres de: cuerpo, brazo, muñeca y efector final. Al efector final se le conoce comúnmente como sujetador o gripper.

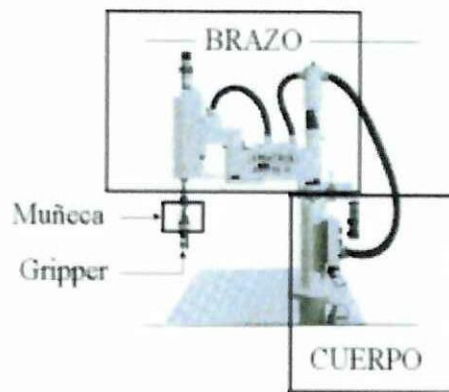


Figura23: Partes de el efector final.

CAPITULO II

Metodología.

2.1 Desarrollo del software para el movimiento del brazo robot.

La aplicación práctica propuesta en este proyecto es el ensamblaje de un kit didáctico de brazo robot y desarrollar un sistema para poder gestionar los movimientos, que utilice el principio de la robótica.

Se requiere poner en funcionamiento los grados de libertad determinados por el estudio, la calibración de cada uno de los motores de C.C., y el envío de los datos vía puerto paralelo, para que estas puedan ser procesadas por el computador.

Para alcanzar este objetivo se deberá diseñar un circuito de dos fuentes variables cada una de 3 voltios C.C. Ensamblar el kit didáctico, ensamblar la tarjeta controladora para tener una comunicación vía puerto con el ordenador que será encargado de generar una señal eléctrica para cada uno de los motores del brazo robot.

2.1.1 Recolección y refinamiento de requisitos tanto en hardware como en software.

2.1.1.1 Estudio de requisitos

Cuando se ensambla un kit didáctico de un brazo robótico, tenemos que tener en cuenta muchos factores que inciden en el ensamblaje y en la programación.

Estos factores son los siguientes:

- La finalidad del proyecto.
- Conocer los materiales y herramientas que vamos a utilizar.
- Estudio de los medios y mecanismos necesarios para terminar el proyecto.
- Tener una idea clara de cómo se va a realizar la presentación al final de terminar el proyecto.

En el caso del Hardware se realizó un estudio analizando los costos y medios necesarios para la elaboración del proyecto, tomando en cuenta las siguientes opciones:

- La disponibilidad del kit didáctico.
- Tiempo estimado en la importación desde los EE.UU. hasta la ciudad de (Quito /Guayaquil) del kit.
- La existencia de un manual para el ensamblado del kit.
- El medio de transmisión de los datos (lo cual se realizara vía puerto paralelo).
- Se determino que la mejor opción para la adquisición de brazo robot es la firma JAMECO.

Las características de el brazo robot ofrecida por la empresa JAMECO la misma que se encuentra en los Estados Unidos son las siguientes.

- Longitud del brazo 510mm., en un ángulo de 90°.
- Apertura máxima de la pinza 0-50mm.

- Giro de la muñeca 340⁰.
- Longitud del brazo y antebrazo partiendo de la base 360mm.
- Inclinación del hombro 120⁰.
- Inclinación del antebrazo 135⁰.
- rotación de la base 350⁰.
- Capacidad de levantamiento de peso 130g. (4.6 oz.)

❖ Puerto paralelo

Es también llamado puerto de la impresora, está diseñado de forma que pueda ser usado como un puerto de entrada/salida genérico. Ofrece 3 registros que poseen las siguientes características:¹⁵

Dirección	Nº de bits	Entrada	Salida	Lectura	Escritura
378H	8		X	X	X
379H	5	X		X	
37AH	4	X	X	X	X

Tabla2: Puerto paralelo.

¹⁵ CREATUROIDES - El Puerto Paralelo de la PC.htm

❖ Composición del puerto paralelo de la PC con direcciones

Los puertos paralelos han permanecido casi igual desde las primeras PC. Se han hecho algunas extensiones a su funcionamiento, pero siempre respetando la compatibilidad con los modelos anteriores.

El modelo de puerto paralelo que se describe aquí es el modelo estándar, de modo que su funcionamiento es válido para cualquier tipo de PC.

Este modelo es unidireccional (significa que cada pin es de entrada o salida, pero no ambos), y puede transmitir 150 Kbytes por segundo. Para los bidireccionales, es necesario investigar primero las especificaciones particulares de la máquina.

❖ Pines del puerto paralelo.

Pines del puerto paralelo

Pin	Señal	Función	Conexión	Registro	Bit	Estado
1	STB	Strobe	I/O	Control	0	Y
2	DO	Bit 0	O	Datos	0	N
3	D1	Bit 1	O	Datos	1	N
4	D2	Bit 2	O	Datos	2	N
5	D3	Bit 3	O	Datos	3	N

6	D4	Bit 4	O	Datos	4	N
7	D5	Bit 5	O	Datos	5	N
8	D6	Bit 6	O	Datos	6	N
9	D7	Bit 7	O	Datos	7	N
10	ACK	Acknowledge	I	Status	6	N
11	BSY	PrinterBusy	I	Status	7	Y
12	PE	PaperEnd	I	Status	5	N
13	SEL	PrinterSelect	I	Status	7	N
14	AUTOLF	AutomLineFeed	I/O	Control	4	N
15	ERR	Error	I	Status	3	N
16	INIT	InicialicePrinter	I/O	Control	2	N
17	SELIN	SelectPrinter	I/O	Control	3	Y
18 - 25	GND	Ground				

Tabla 3: Pines del puerto paralelo.

La figura 24 muestra los pines del puerto paralelo estándar. Este es el diagrama que se encontraría en la mayoría de los manuales técnicos.

Como puede verse, está específicamente diseñado para la impresora. Las flechas que salen del puerto son los comandos que se envían a ésta y tiene una entrada para cada señal de la impresora.

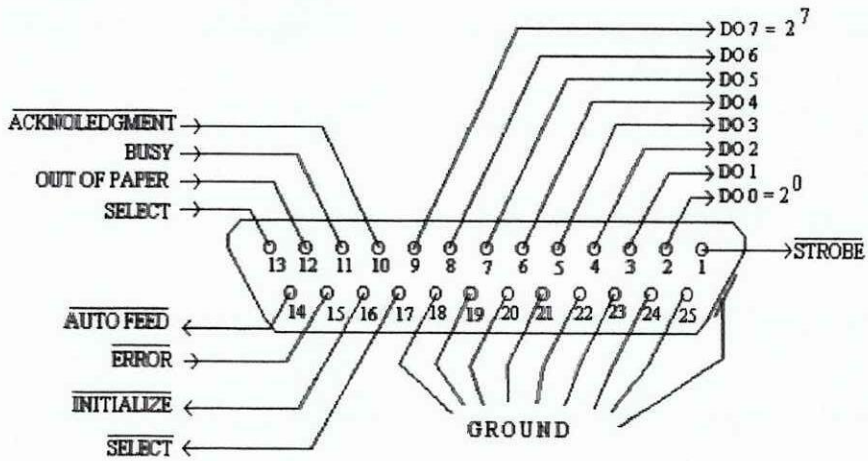


Figura24: Puerto paralelo estándar.

❖ **Requerimientos de Hardware:**

Mínimos

- Computador con procesador Intel Pentium I de 233 Mhz.
- 32Mb de Memoria RAM
- Tarjeta SVGA 800*600 a 256 colores.
- Unidad de CD-ROM
- Monitor a color
- Teclado y Mouse

❖ **Recomendados:**

- Computador con procesador Intel Pentium III o IV
- 128 Mb de Memoria RAM.
- Tarjeta SVGA 1024*720 a color real de 32 byts
- Unidad de CD-ROM
- Monitor a color
- Teclado y Mouse

❖ **Requerimientos de Software:**

Mínimo

- Windows 95

❖ **Recomendado:**

- Windows 98 o superior.

❖ **Características de los programas que se utilizaron para la selección.**

Para el desarrollo del Software se ha realizado estudios de los lenguajes de programación que servirían para la programación del kit didáctico de un brazo robot, dentro de los cuales tenemos:

- C ++
- VISUAL BASIC
- LABVIEW

Para este tipo de aplicaciones si se va a trabajar con Visual Basic o C ++ es necesario diseñar una tarjeta compleja que nos permita acoplar las señales de salida del computador hacia la interfase para la manipulación del brazo robótico.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques

2.1.1.2. Qué es LabVIEW?

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un entorno de desarrollo basado en la programación gráfica, Lenguaje G. LabVIEW es plenamente integrado para comunicarse con hardware tal como GPIB, VXI, dispositivos serie, PLCs y tarjetas de adquisición de datos (DAQ). LabVIEW también puede construir librerías

utilizando un software estándar o protocolos como el TCP/IP para gestión de redes y ActiveX.¹⁶

Usando LabVIEW, se puede crear programas de 32-bits los cuales tienen una rápida ejecución para adquisición de datos, pruebas y soluciones a medida. También se puede crear ejecutables porque LabVIEW es un verdadero compilador de 32 bits.

Se puede utilizar LabVIEW con poca experiencia de programación. LabVIEW usa terminología, e ideas con iconos que son familiares a técnicos, científicos e ingenieros, cuenta con símbolos y gráficos reales en lugar de un lenguaje textual para describir acciones de programación.

Programar en LabVIEW para un mundo real de aplicaciones puede ser muy simple a muy poderoso, como ilustra en la figura 25.

¹⁶ National Instruments, Measurements and automation_catalog, 2002.

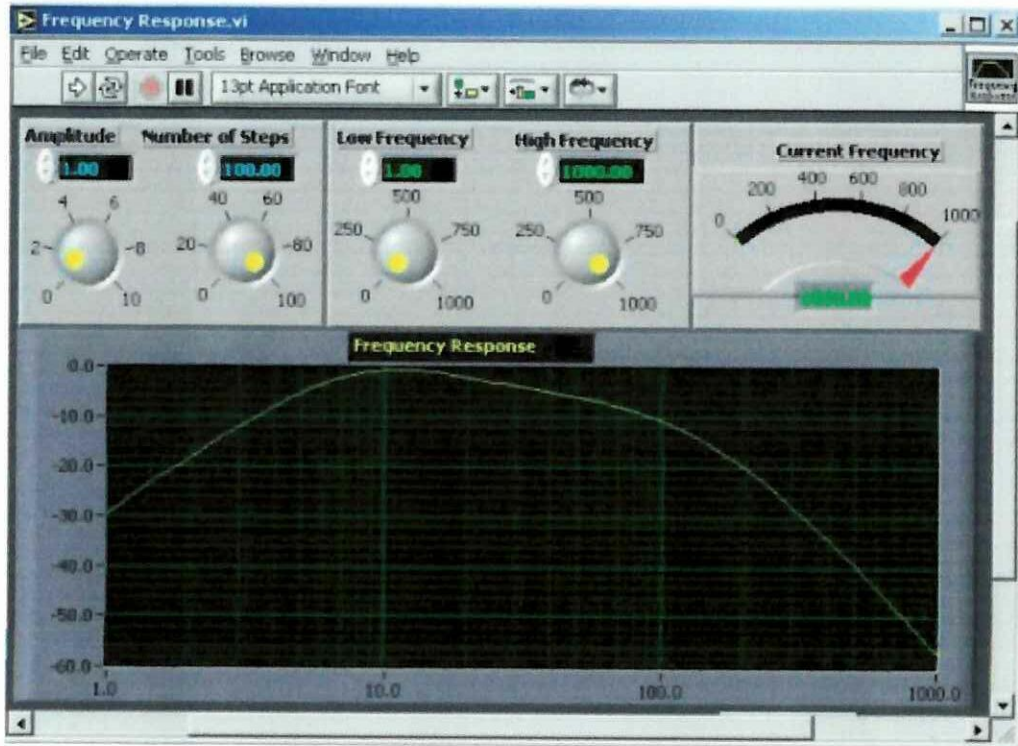


Figura 25: Ejemplo de un instrumentador virtual.

LabVIEW contiene librerías comprensibles para la colección, análisis, presentación y almacenamiento de datos. LabVIEW también incluye programas tradicionales con herramientas de desarrollo. Se puede poner puntos de ruptura para ver la ejecución, del programa y fácilmente depurarlo a través de la función debugging (depuración).

LabVIEW también provee de varios mecanismos para interactuar con código externo a través de DLLs, librerías compartidas, ActiveX, y mucho más. Además se puede agregar un conjunto de herramientas de trabajo que permitan una variedad de aplicaciones según las necesidades.

2.1.2 DISEÑO RAPIDO

2.1.2.1 Diagrama de flujo de datos del panel principal.

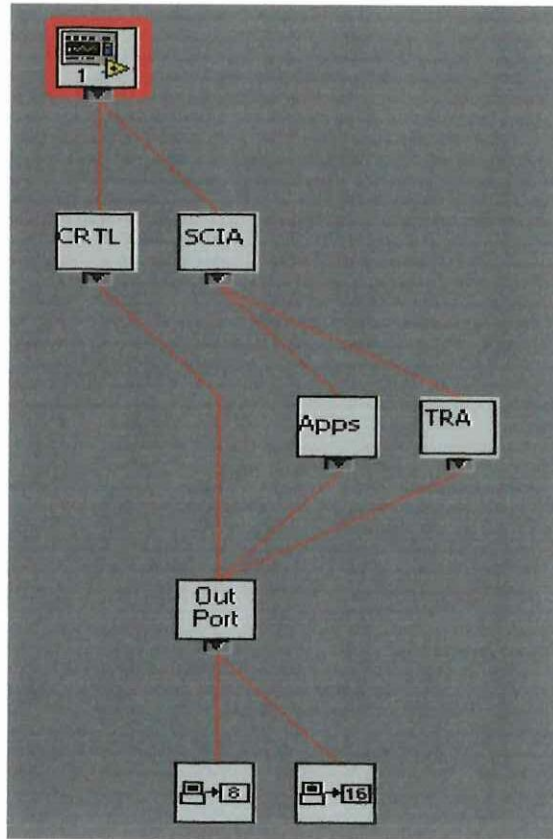


Figura 26 (DFD)

- Diagrama de flujo del panel principal, utilizado en el desarrollo del software para la manipulación del brazo robot.

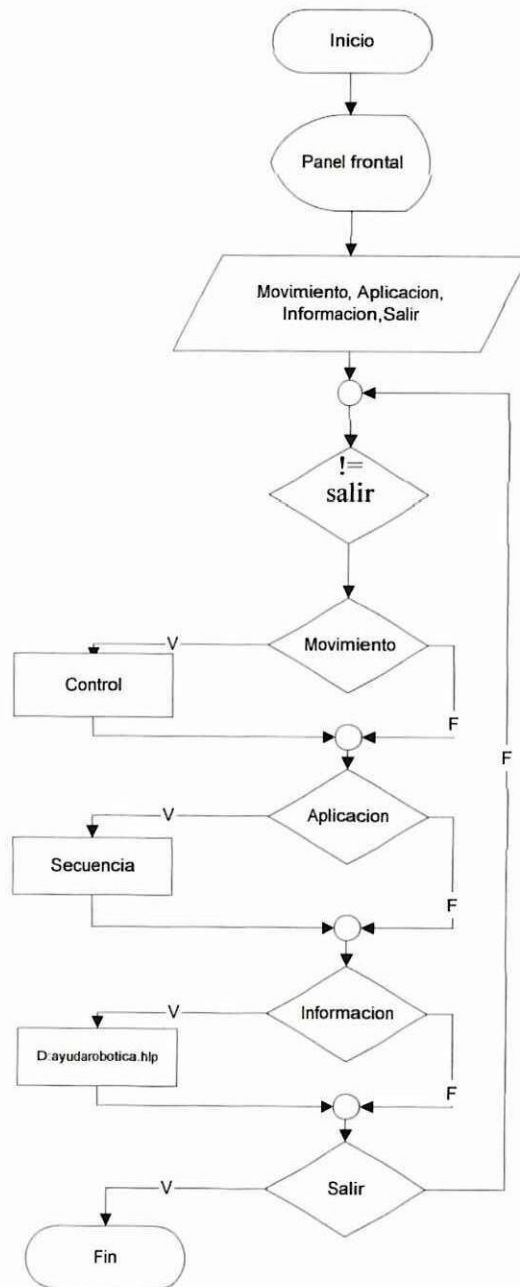


Figura 27: (Diagrama de flujo del panel principal)

➤ Diagrama de flujo, de los movimientos básicos del brazo robot.

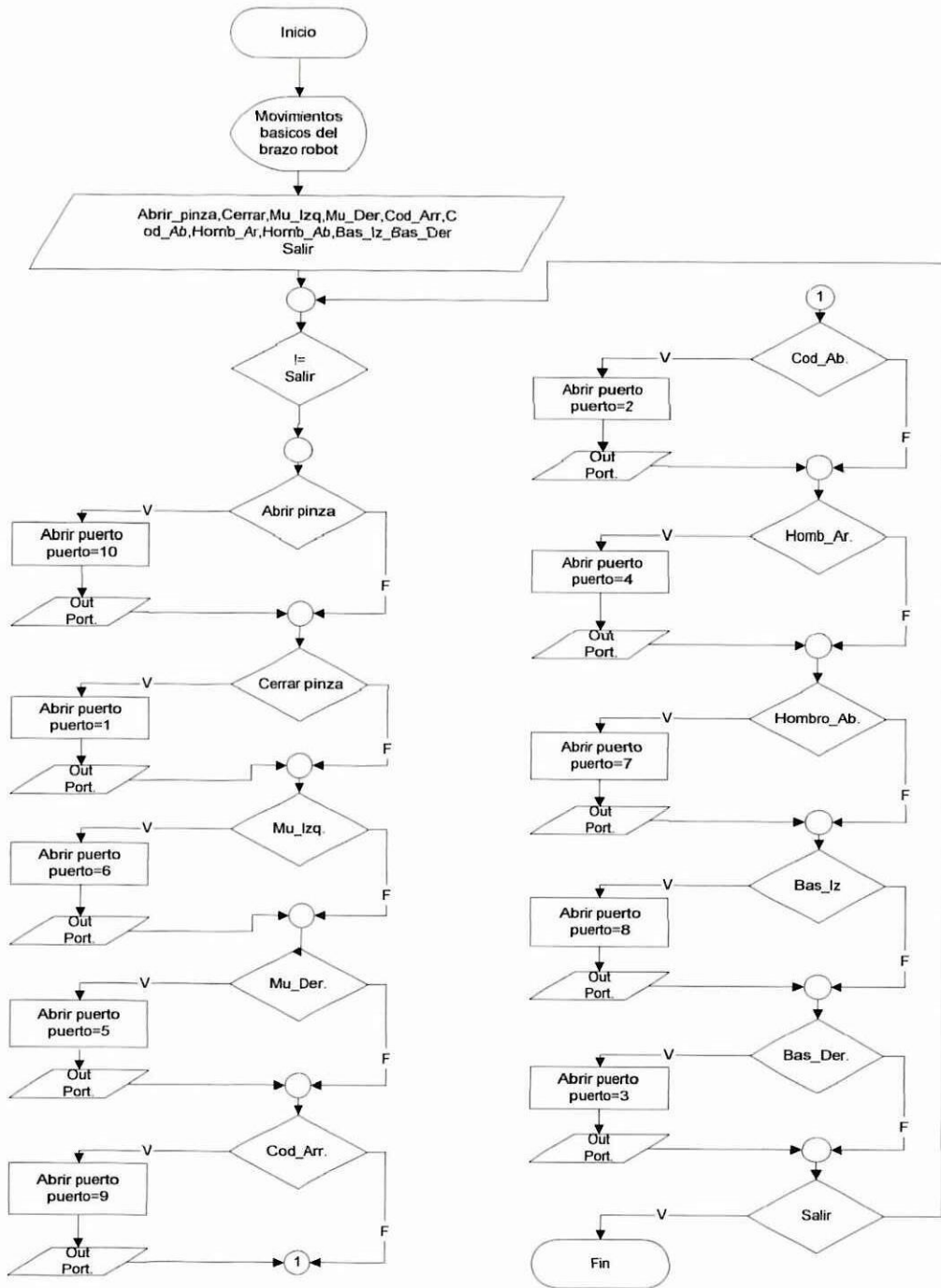


Figura 28: (Diagrama de flujo, de los movimientos básicos del brazo robot.)

➤ Diagrama de flujo, del panel principal, de las aplicaciones del brazo robot.

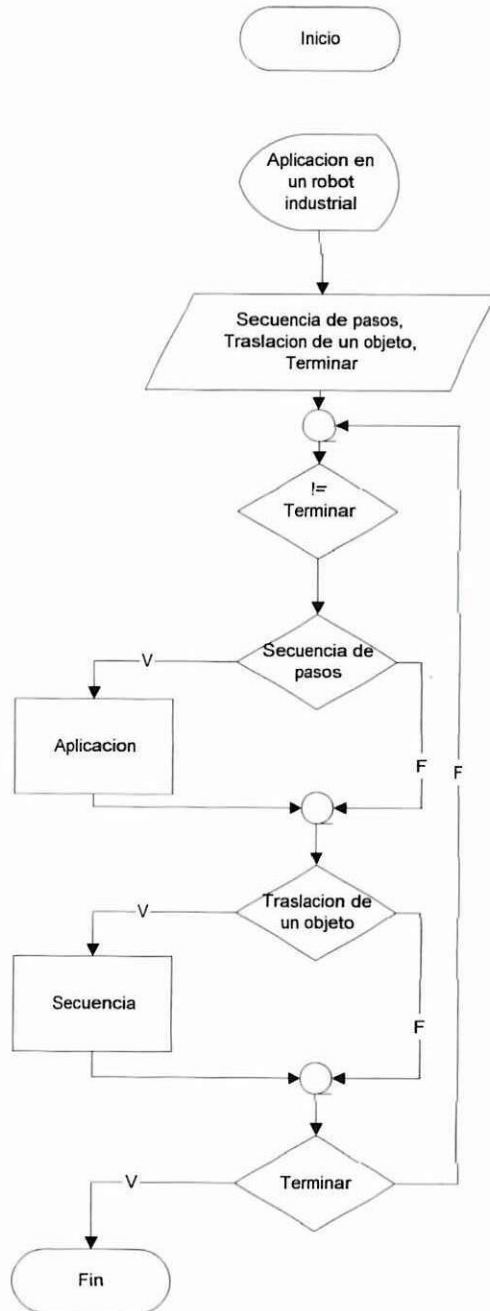


Figura 29: (Diagrama de flujo, del panel principal, de las aplicaciones del brazo robot.)

➤ Diagrama de flujo, de la secuencia de pasos del brazo robot.

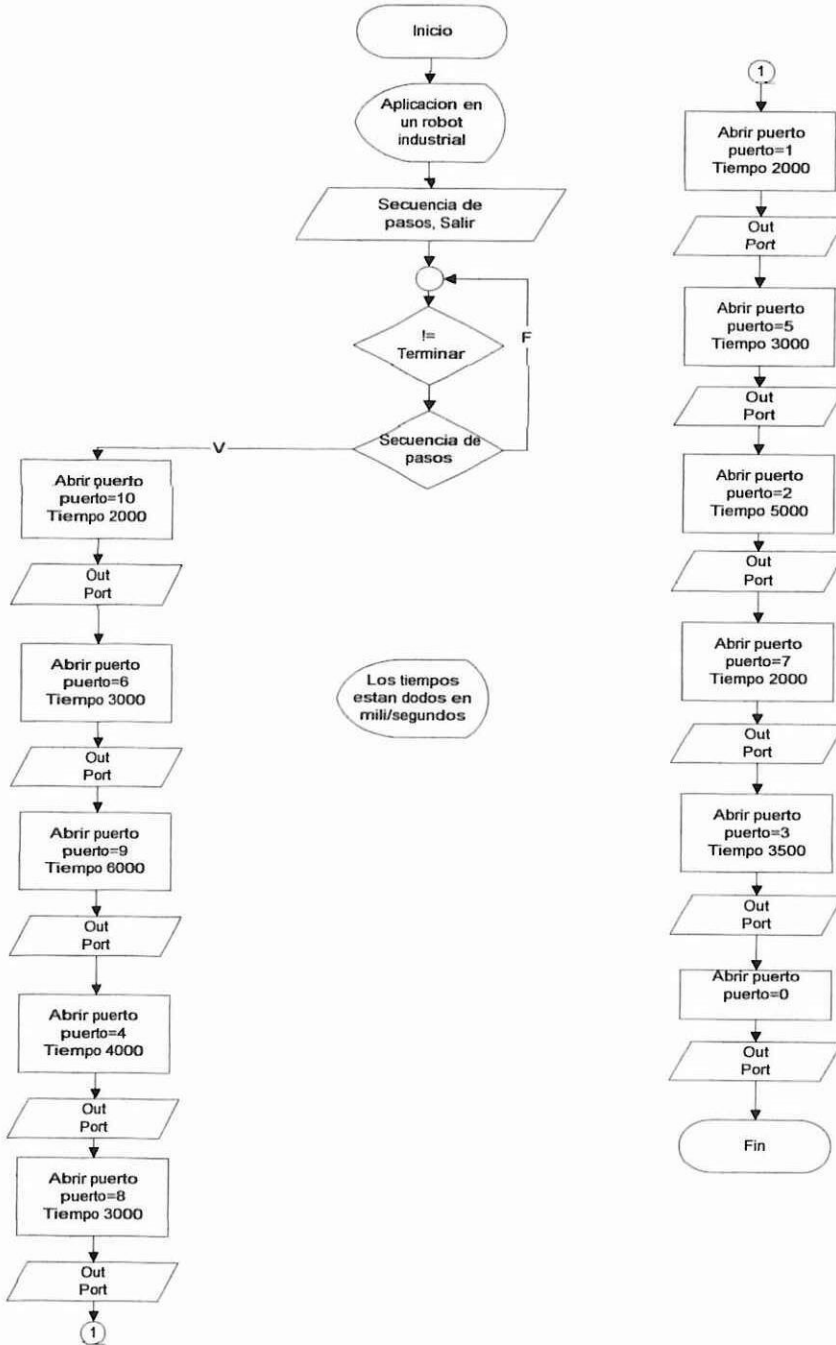


Figura 30: (Diagrama de flujo, de la secuencia de pasos del brazo robot.)

➤ Diagrama de flujo, de la traslación de un objeto con el brazo robot.

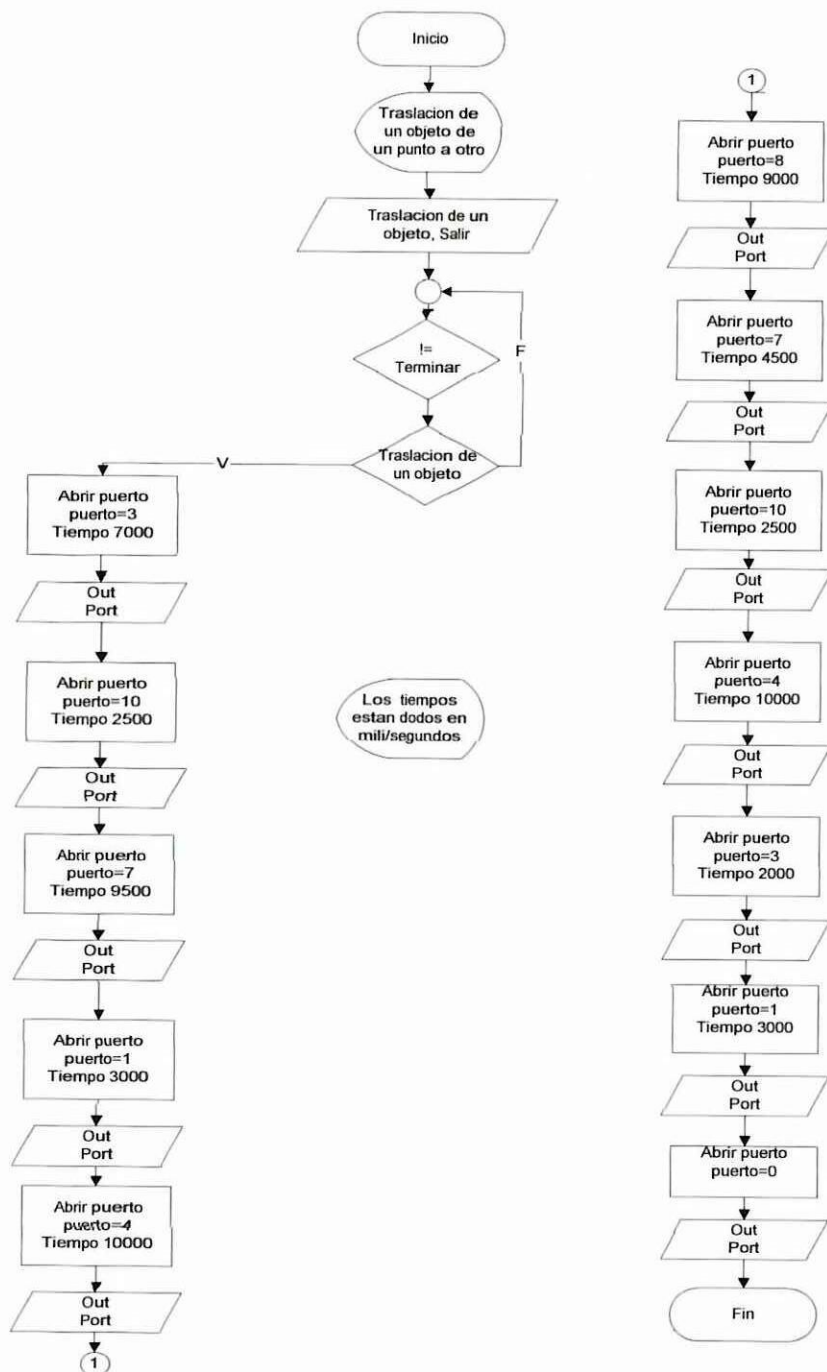


Figura 31: (Diagrama de flujo, de la traslación de un objeto con el brazo robot.)

2.1.3 Construcción del prototipo.

2.1.3.1 Elaboración del software.

Para la elaboración del software se ha tomado en consideración la programación en el lenguaje de programación LabVIEW, se comienza a programar desde el panel frontal.

- ❖ Seleccione de la paleta de control todos los controles y entradas que utilice el usuario y en la cual el usuario podrá programar en el diagrama de bloques la acción que desee y así conseguir la movilidad de kit didáctico del brazo robótico, cambiando de tiempos a las secuencias.
- ❖ La elaboración del panel principal, se basa en las funciones que tiene el brazo robot, el panel principal posee tres botones, movimientos básicos, secuencia de pasos, información, un botón para salir mediante una programación de los mismos que permiten entrar a las diferentes pantallas de simulación, las mismas que contienen pulsadores similares a la pantalla principal.

2.1.3.2 Panel Frontal Principal del control del brazo robótico.

En este panel existen cuatro botones, de estos, tres permiten seleccionar otras pantallas deferentes, el primero enlaza hacia la pantalla de movimientos básicos que realiza el brazo robot, el segundo botón lleva a la pantalla de la secuencia de pasos, mientras que el tercero conecta con la información, y por ultimo el botón de salida del programa.

Como se muestra en la siguiente figura 32:

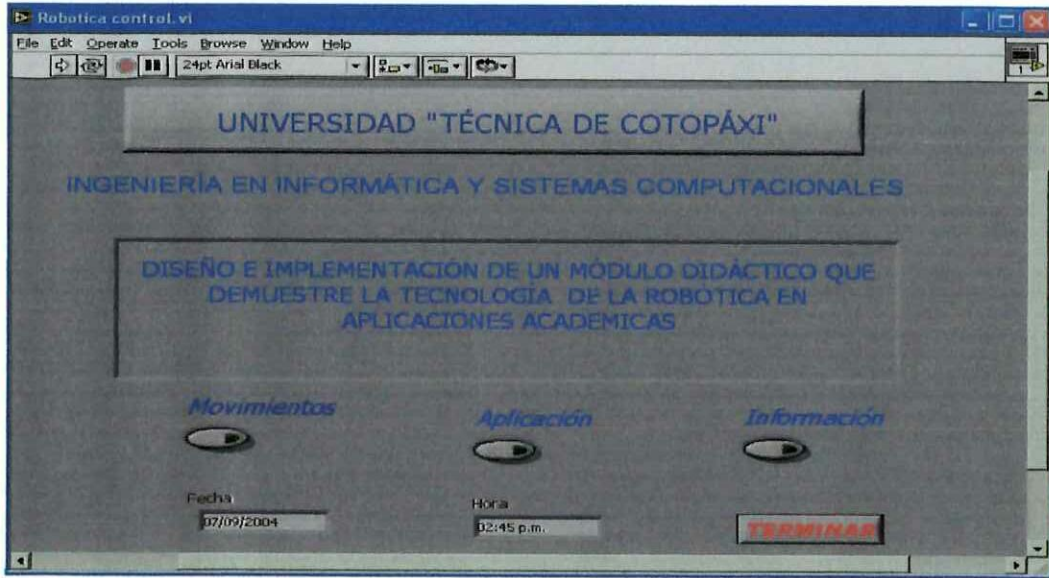


Figura32: Panel frontal robótica control.vi.

El panel frontal principal del brazo robot, tiene su diagrama de bloques, como se muestra en la siguiente figura 33:

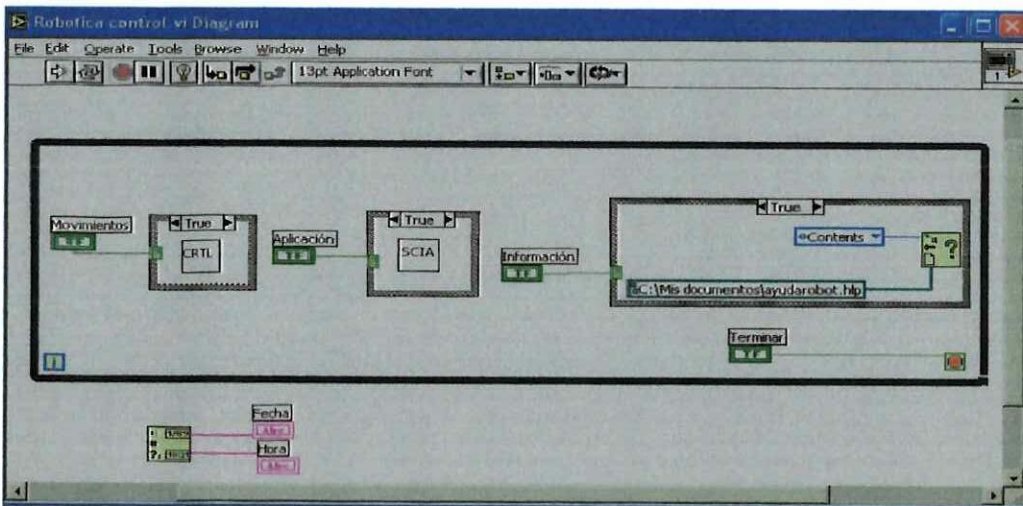


Figura 33: Robótica control.vi Diagram.

2.1.3.3 Panel principal de control de movimientos básicos.

Para la pantalla de los movimientos básicos que realiza el brazo robot, su programación esta basada en la utilización de 10 case, cada uno de ellos desempeña un movimiento en el control de el brazo robot.

Movimientos básicos del brazo robot en forma manual, operados por los siguientes botones:

- ❖ **Pinza abrir.-** Este botón ejecuta el movimiento de la tenaza para abrirla en el momento que se presiona el interruptor con el puntero del Mouse, el mismo que emite un dato hacia el puerto paralelo.
- ❖ **Pinza cerrar.-** Este botón ejecuta el movimiento de la tenaza para cerrarla en el momento que se presiona el interruptor con el puntero del Mouse, el mismo que emite un dato hacia el puerto paralelo.
- ❖ **Muñeca izquierda.-** Este botón sirven para dar movimiento hacia la izquierda de la muñeca.
- ❖ **Muñeca Derecha.-** Este botón sirven para dar movimiento hacia la derecha de la muñeca.

- ❖ **Codo arriba.**- este botón nos sirve para subir el codo.
- ❖ **Codo abajo.**-este botón nos sirve para bajar el codo.
- ❖ **Hombro arriba.**- este botón sube el hombro.
- ❖ **Hombro abajo.**- este botón baja el hombro.
- ❖ **Base izquierda.**- este botón gira la base del robot hacia la izquierda.
- ❖ **Base derecha.**- este botón gira la base del robot hacia la derecha.

Nota.- todas estas funciones actúan mientras el usuario mantiene pulsado el control, y dejan de funcionar cuando se lo libera.

FUNCIONES Y DATOS QUE EMITE EL COMPUTADOR PARA LOGRAR LOS RESPECTIVOS MOVIMIENTOS.

FUNCION	DATO DECIMAL	DATO BINARIO
PINZA ABRIR	10	0101
PINZA CERRAR	1	1000
MUÑECA IZQUIERDA	6	0110
MUÑECA DERECHA	5	1010
CODO ARRIBA	9	1001
CODO ABAJO	2	0100
HOMBRO ARRIBA	4	0010
HOMBRO ABAJO	7	110

BASE IZQUIERDA	8	0001
BASE DERECHA	3	1100

Tabla4: Funciones y datos para el brazo robot.

Nota: los valores decimales son constantes y corresponden a su valor decimal invertido, estos datos controla cada uno de los motores de c.c. del brazo robot.

Panel frontal de los movimientos básicos del brazo robot.



Figura 34: Panel frontal movimientos básicos.

Diagrama de bloque de los movimientos básicos del brazo robot (utilizando la sentencia CASE este diagrama es de la negación).

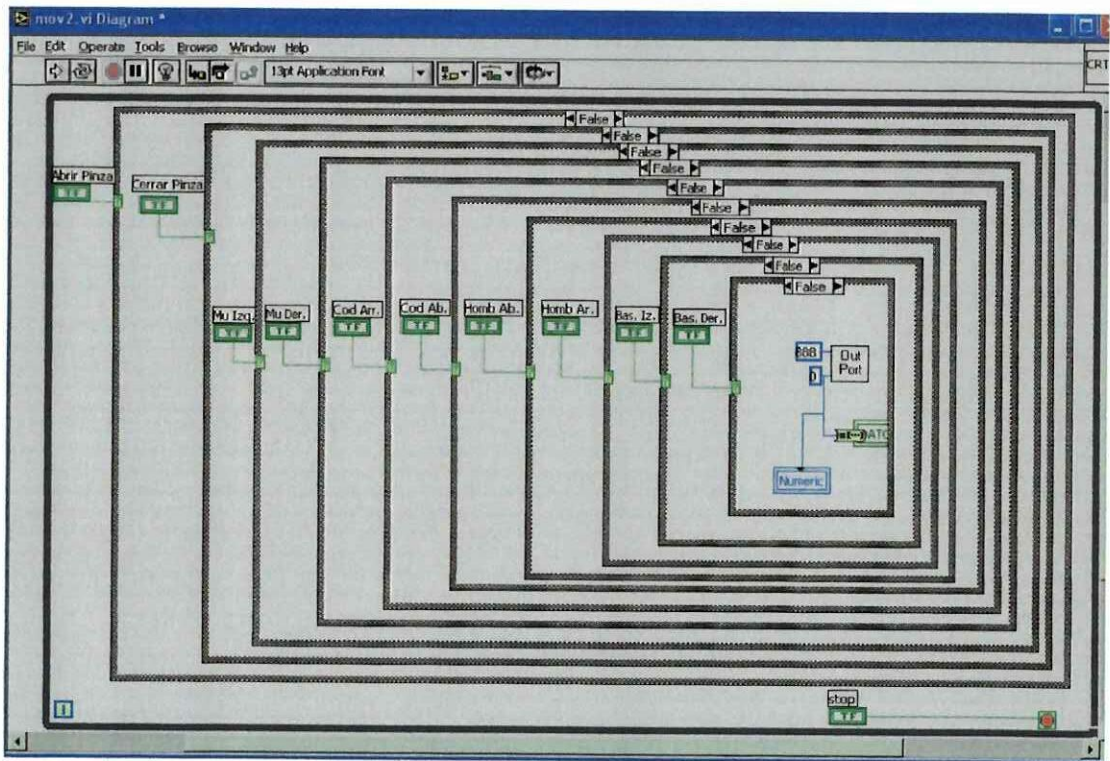


Figura35: Diagrama de bloque movimientos básicos, por la negación.

Diagrama de bloque de los movimientos básicos del brazo robot(utilizando la sentencia CASE este diagrama es de la afirmación).

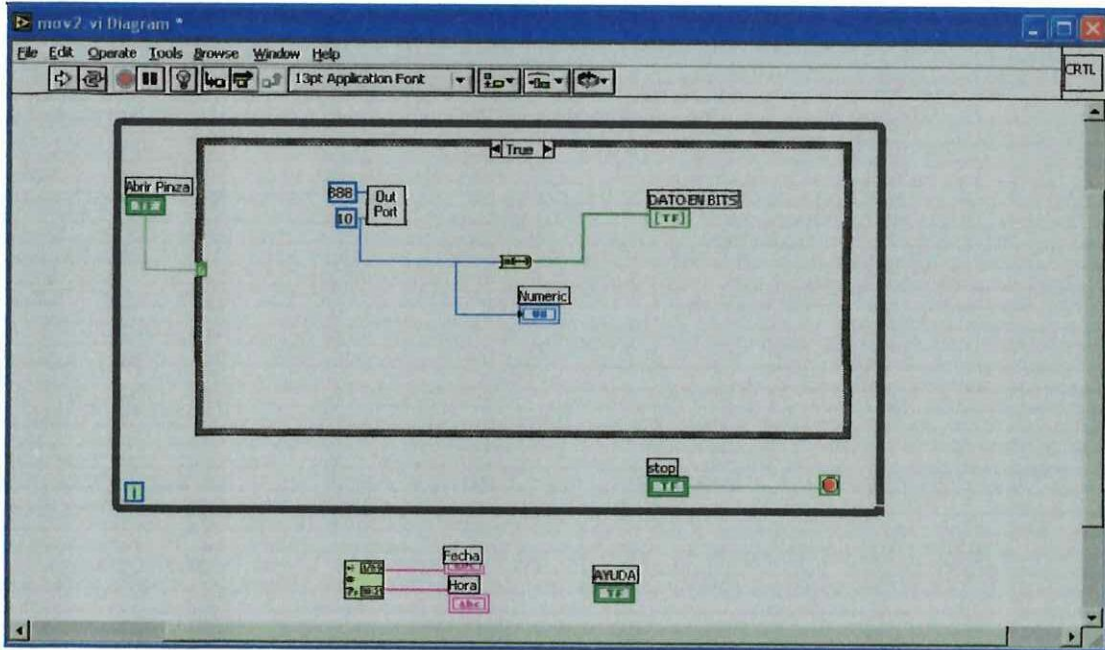


Figura36: Diagrama de bloque movimientos básicos, por la afirmación.

2.1.3.3 Aplicación en un robot industrial.

Para la elaboración del panel frontal, de la aplicación en un robot industrial el diseño es similar a la de los movimientos básicos del brazo robot, con la diferencia que en la una se utilizo la sentencia CASE, y en la otra se utilizara la sentencia Secuencia, dentro de la misma tendremos un puerto que recibe la señal y este a su vez conectado a un timer para poder dar el tiempo estimado para cada secuencia

Panel frontal de los movimientos de un robot industrial.



Figura37: Panel frontal de los movimientos de un robot industrial.

Diagrama de bloque de los movimientos en un robot industrial.

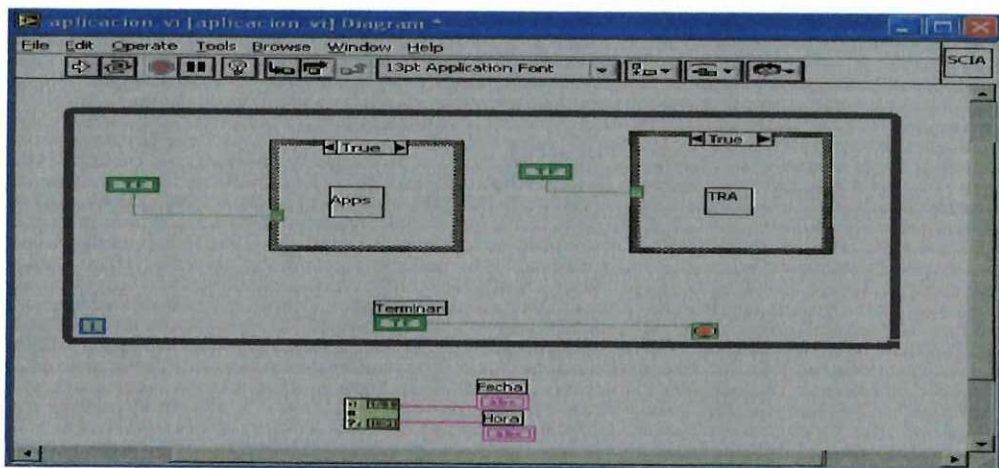


Figura38: Diagrama de bloque de los movimientos en un robot industrial.

Cabe indicar que dentro del panel frontal de los movimientos de un robot industrial tenemos dos SubVI el primero realiza una aplicación (dentro de esta aplicación tenemos la secuencia de pasos, o como podemos decir los pasos básicos sin las ordenes de el teleoperador o de pulsar con el Mouse los interruptores, sino simplemente con dar un clic en el botón secuencia de pasos). Al dar esta instrucción el programa no se podrá interrumpir hasta que este termine dicha secuencia, solo se puede interrumpir de forma manual al quitar la energía.

El segundo SubVI realiza una tarea especifica la que es trasladar un objeto de un lugar a otro, de igual manera que el anterior no se interrumpir mientras no cumpla la tarea a el asignada.

Panel frontal del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.

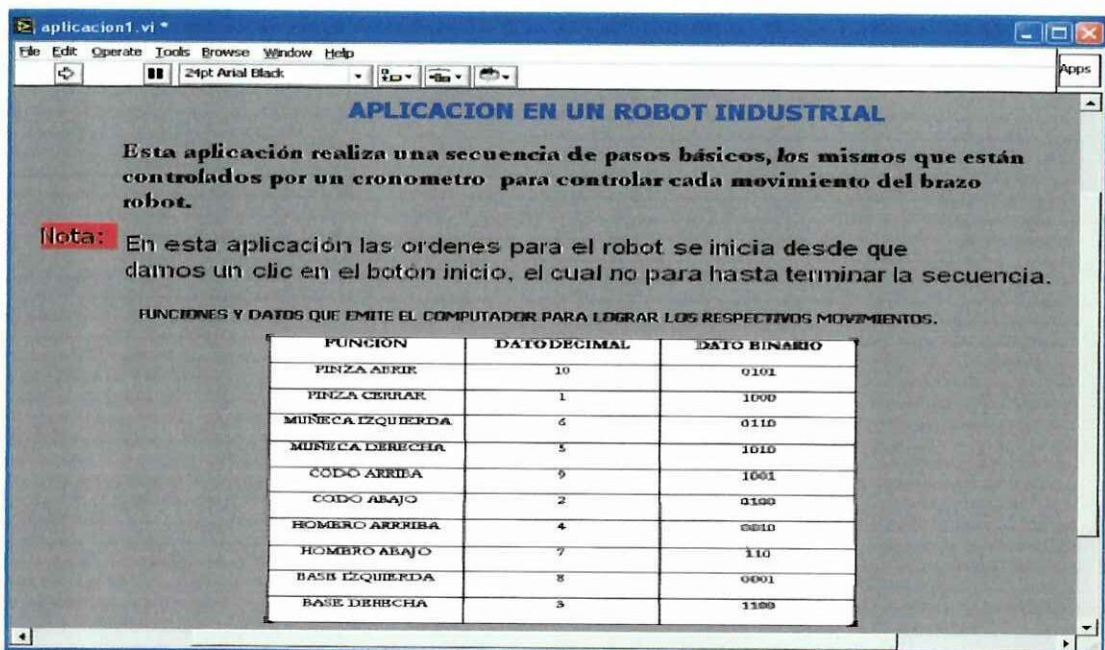


Figura39: Panel frontal del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.

Diagrama de bloque del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.

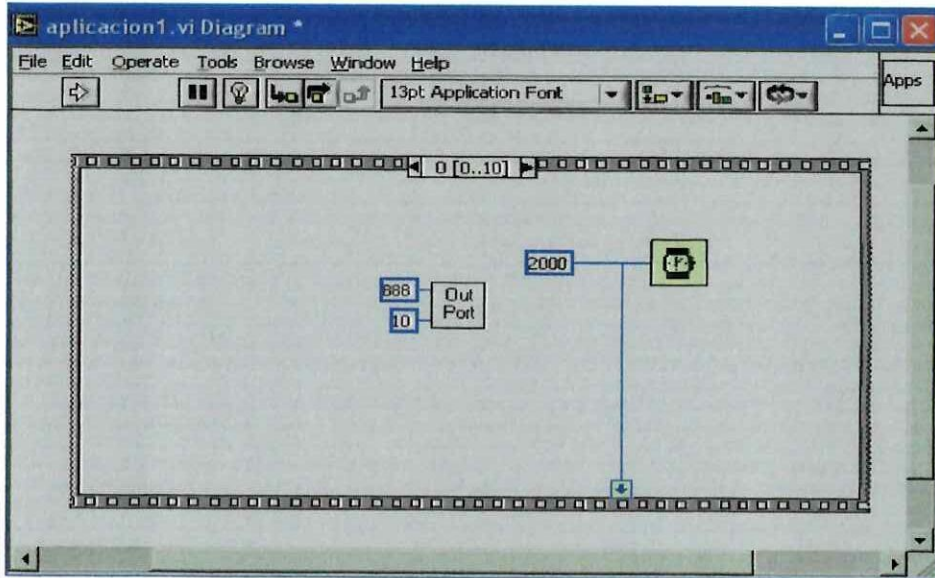


Figura 40: Diagrama de bloque del SubVI secuencia de pasos en un robot industrial.

Panel frontal del SubVI traslación de un objeto en un robot industrial.

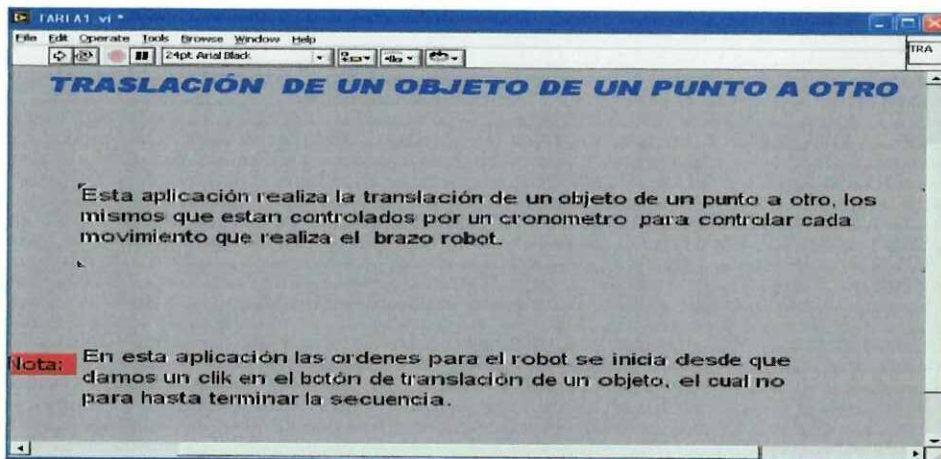


Figura 41: Panel frontal del SubVI traslación de un objeto en un robot industrial.

Diagrama de bloque del SubVI traslación de un objeto de un punto a otro en un robot industrial.

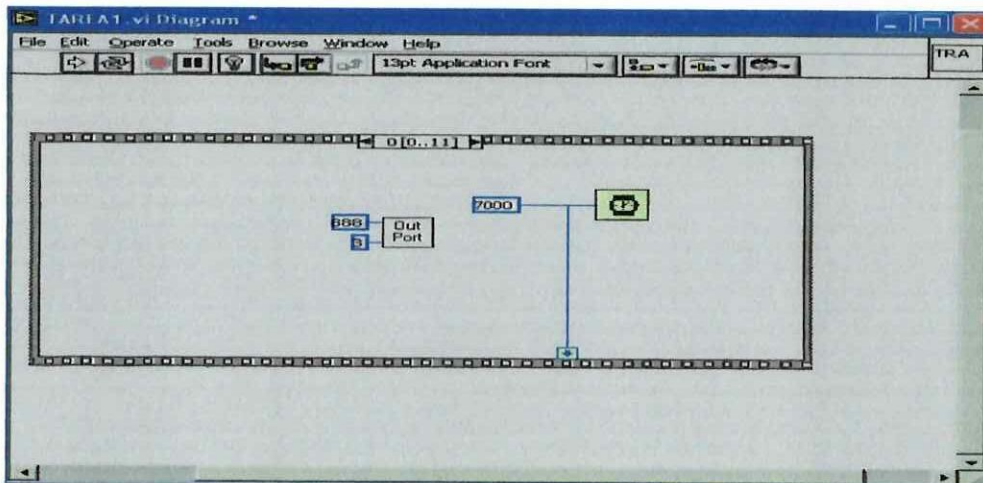


Figura 42: Diagrama de bloque del SubVI traslación de un objeto de un punto a otro en un robot industrial

2.1.4 Evaluación del prototipo por el cliente.

La evaluación del prototipo por parte del cliente se reduce al sistema de pruebas de interfaz gráfica de usuario y de ésta a las pruebas de ventana, entrada de datos, información.

❖ PLAN DE LA PRUEBA

Para ventanas

¿Se abrirá las ventanas basándose en órdenes de los paneles frontales, y los diagramas de bloques, estos a su vez manipulados por el puntero del Mouse?

El ingreso a las ventanas se realizará con el Mouse.

¿Se ejecutan los diferentes SubVI de forma independiente?

La ejecución de los SubVi es independiente del instrumentador virtual o (VI)

¿Esta todo el contenido de la información dentro de un SubVI accesible para ayudar al usuario adecuadamente, debido a que solo con un clic le mostrara toda la ayuda necesaria para su manipulación?

Si.

❖ RESULTADOS DE PRUEBA OBTENIDOS.

Los resultados de las pruebas realizadas durante la elaboración del programa han sido satisfactorias debido a que las pruebas de ventana en su mayoría han sido positivas.

Mientras que en las pruebas de entrada de datos son satisfactorias debido a que funcionan adecuadamente los modos gráficos de entrada de datos y se reconocen adecuadamente los datos no validos.

La información es consistente con el programa real la terminología, las descripciones de los paneles frontales y las respuestas del sistema. Es relativamente fácil de localizar la documentación.

2.1.5 Refinamiento del prototipo.

Durante este proyecto, la única especificación de diseño es el propio prototipo, habiendo de adquirir cuantas modificaciones sean necesarias, acerca del producto, según las necesidades del usuario.

2.1.6 Producto de ingeniería.

El producto modela un sistema con componentes significativos para la interfaz del usuario.

2.2 Ensamblaje del kit del brazo robot y su acoplamiento con el software.

Ver Anexo (Manual del Usuario).

CAPITULO III

Implementación y Pruebas.

3.1 Implementación de un plan de Pruebas.

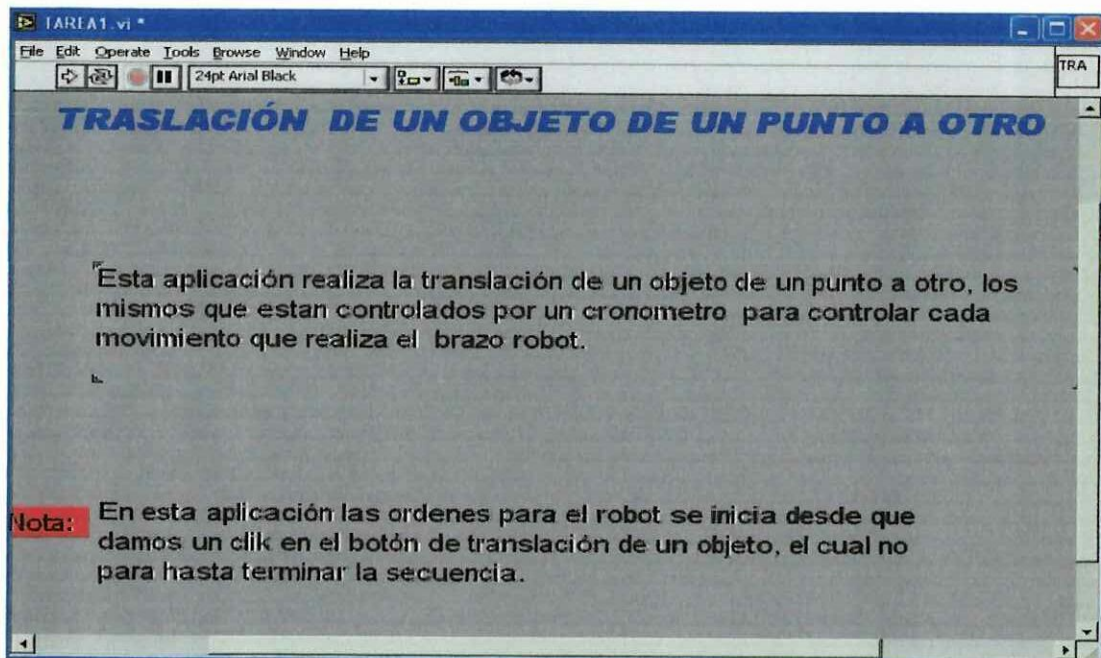
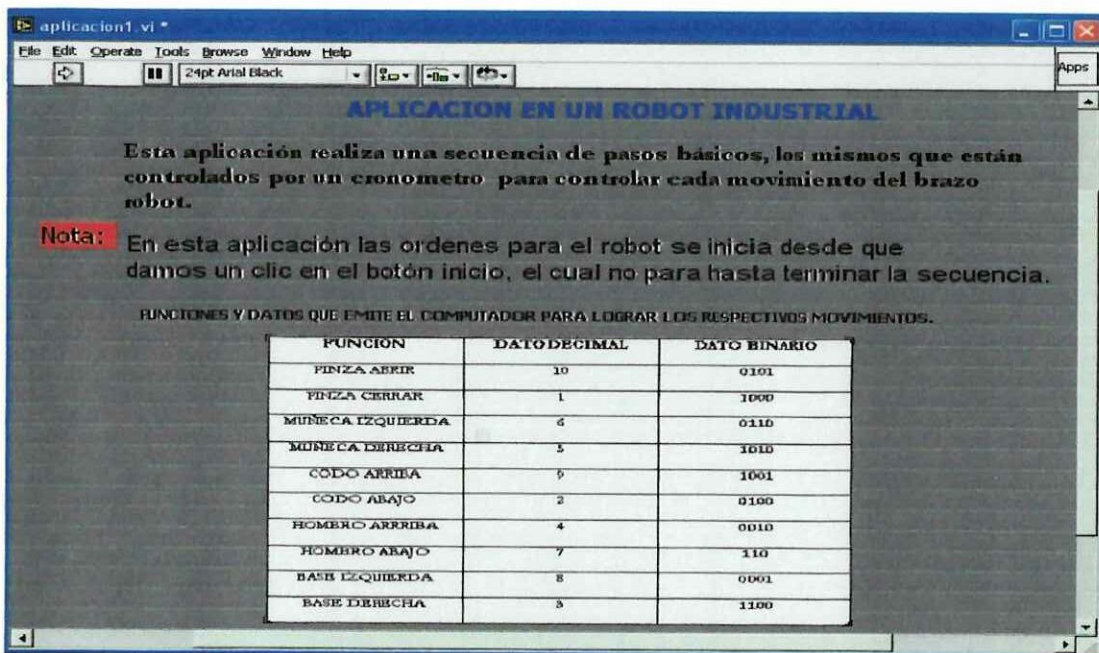
Una vez que el brazo robot esta armado y calibrado, se efectuaron pruebas del sistema total.

Estas pruebas se encaminaron a determinar el numero de grados de libertad con las que cuenta nuestro modulo didáctico, y la determinación del rango de respuesta de el prototipo y el comportamiento de el mismo ante variaciones de voltaje, y de esta manera poder calibrar cada uno de los motores de c.c.

Para determinar el rango de respuesta del prototipo se realizo la siguiente prueba bajo el esquema que se aplica a continuación.

Se realiza los movimientos básicos del brazo robot, aplicación en un robot industrial, secuencia de pasos del brazo, traslación de un objeto de un punto a otro con el brazo robot y la información respectiva para poder manipular el brazo robot.





3.2 Análisis de resultados.

Los resultados de las pruebas realizadas durante la elaboración del programa han sido satisfactorios debido a que las mismas en su mayoría han sido positivas, por consiguiente son aplicables al sistema.

Mientras que en las pruebas de entrada de datos al brazo robot son satisfactorias debido a su funcionamiento adecuado, solo con un inconveniente de descalibración en el motor del hombro, como es un módulo didáctico no cuenta con la tecnología adecuada para utilizar sensores de precisión.

En la información del módulo, es en sí la información de todo el proyecto poniendo en consideración lo más utilizado, como una breve introducción a la robótica, los paneles frontales de cada una de las aplicaciones, el manual de ensamblaje del brazo robot, y como apoyo el manual del programador de LaVIEW. Todos estos parámetros son consistentes para la manipulación del módulo didáctico de robótica, es relativamente fácil de localizar la documentación.

3.3 Plan de revisión y corrección de problemas en la implementación.

El Prototipo es el resultado de más de seis meses de experimentación y búsqueda de la interfaz adecuada, el lenguaje de programación mas idóneo, y la simulación de cada uno de los eventos para llegar a controlar el brazo robot en su totalidad, hasta obtener este resultado que al parecer cubre las expectativas que estaban previstas en DISEÑAR UN MODULO DIDACTICO QUE DEMUESTRE LA TECNOLOGIA DE LA ROBOTICA EN APLICACIONES ACADEMICAS, y la determinación de un brazo robótico con una aceptable precisión.

3.4 Perspectivas del sistema robótico.

La realización de este proyecto afianzará conocimientos teóricos y prácticos para docentes y alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, además puede servir como punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos aplicables en el área industrial.

Tales como:

- El manejo del puerto paralelo utilizando el Kit didáctico del brazo robot, con cualquier lenguaje de programación tales como: C, C++, Visual Basic, Pascal, LabVIEW, etc.
- Control del brazo robot a través de TCP/IP.

CAPITULO IV

Conclusiones y Recomendaciones.

4.1 Verificación de objetivos.

- ❖ Mediante el desarrollo de este proyecto de tesis se ha logrado tener las bases principales para el uso de una nueva tecnología en la enseñanza aprendizaje (como es la robótica), con la implementación del Módulo de Robótica y el Kit didáctico de un brazo robot conectado al puerto paralelo de un ordenador para su funcionamiento, lo cual servirá como complemento a la educación y de esta manera poder interactuar la teoría con la practica, donde el docente obtenga alumnos críticos capaces de formar su propio conocimiento.

- ❖ Mediante el presente trabajo de investigación se ha llegado a cumplir a cabalidad con el objetivo general, dándole la respectiva solución a los objetivos específicos, probando de esta manera la implementación del módulo didáctico que facilite la enseñanza de la robótica en aplicaciones académicas, para la especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4.2 Conclusiones.

- ❖ En la actualidad el mundo de la Robótica, electrónica y de la informática han empezado a ser sinónimos por tal razón no se puede hablar de lo uno, sin involucrar a lo otro.
- ❖ En la actualidad estamos rodeados de aparatos electrónicos que tienen cierto grado de inteligencia y esto es gracias a los avances de la informática.
- ❖ El presente trabajo se convirtió en un verdadero reto que esta inmerso en cada etapa de la investigación, a explorar en infinidad de fuentes de información, sobre la base y principios de la robótica, elementos electrónicos que podrían resolver el problema planteado, al punto de trabajar a ciegas con características de circuitos integrados cuya documentación no estuvo a la mano pero que permitieron la conclusión de este trabajo.
- ❖ LabVIEW es una de las nuevas herramientas de software que permiten controlar hardware utilizando un PC y se ha constituido en un nuevo campo de aplicación para la ingeniería de software que complementada con la electrónica permiten crear productos poderosos con bajos costos de producción.
- ❖ Finalmente el proyecto ha cumplido con su objetivo y se ha logrado obtener un Módulo Didáctico que demuestre la tecnología de robótica en aplicaciones académicas, permitiendo que sea un apoyo didáctico de los estudiantes de la especialidad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, el cual al parecer cumple con los requisitos de precisión necesarios para este objetivo

- ❖ Se ha implementado un Kit didáctico de un brazo robótico conectado al puerto paralelo de un ordenador para su funcionamiento, el mismo que será una herramienta y un apoyo didáctico de la introducción a la Robótica.

4.3 Recomendaciones.

- ❖ Proyectos de esta naturaleza proveen de un amplio campo de acción para la Ingeniería en Sistemas que por el momento está limitada a áreas administrativas. Es esto lo que las autoridades universitarias deberán tomar en cuenta para que el campo ocupacional de los ingenieros en sistemas se amplíe a áreas poco explotadas como la robótica, el hardware de computadores, la instrumentación industrial basada en PC, el control automático con PC. y otras aplicaciones.
- ❖ Se deberá dar mayor importancia al conocimiento de la electrónica del PC, por que es la única forma de explotar sus reales capacidades. No se puede producir software que aproveche en su totalidad las capacidades de un computador, sin conocer a fondo el funcionamiento del hardware que lo va a utilizar.
- ❖ La Universidad es el vínculo con el usuario final de su producto los profesionales graduados, y los consumidores del mismo, los empresarios e industriales de un país en vías de desarrollo, por esta razón ambos, productor y consumidor deben apoyarse mutuamente compartiendo su tecnología y obteniendo algo en común el desarrollo y progreso del país.

- ❖ El romper los esquemas tradicionales sobre los temas de tesis, debe ser el punto de partida para la creación de nuevas tecnologías que permitan el desarrollo y progreso de nuestro país.

GLOSARIO DE TERMINOS.

A

Androide.- Autómata de figura de hombre.

Autómatas.- Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos.

Automatización.- Convierte ciertos movimientos corporales en movimientos automáticos o indeliberados.

B

Bastidor.- Armazón de palos o listones de madera, o de barras delgadas de metal, en la cual se fijan lienzos para pintar y bordar, que sirve también para armar vidrieras y para otros usos análogos.

C

Cibernética.- ciencia interdisciplinario que trata de los sistemas de comunicación y control en los organismos vivos, las máquinas y las organizaciones

Cognitiva .- Pertenciente o relativo al conocimiento.

Compilador.- Programa que convierte el lenguaje informático empleado por el usuario en lenguaje propio del computador.

Contracción.- Acción y efecto de contraer o contraerse.

Compatibilidad.- Propiedad que posee dos sistemas de comunicación para ser interconectados sin pérdida de información.

E

Efactor.- Dicho de un órgano o de una parte orgánica: Que en ella se manifiesta esa acción.

Electroimán.- Imán artificial que consta de un núcleo de hierro dulce rodeado por una bobina por la que pasa una corriente eléctrica.

Electromecánico.- Dicho de un dispositivo o de un aparato mecánico: Accionado o controlado por medio de corrientes eléctricas.

G

Gradilla.- Utensilio que se utiliza en los laboratorios para mantener verticales y ordenados los tubos de ensayo.

H

Homologa.- Equiparar, poner en relación de igualdad dos cosas.

I

Infrarrojos.- Se dice de la radiación del espectro electromagnético de mayor longitud de onda que el rojo y de alto poder calorífico.

Interfaz.- Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes

Input.- Entrada de datos.

Inteligencia Artificial.- La capacidad de un artefacto de realizar los mismos tipos de funciones que caracterizan al pensamiento humano

Informática o Computación, conjunto de conocimientos científicos y de técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras

L

LABVIEW.- Laboratory virtual Instrument Engineering Workbench.

M

Microchips.- Chip miniaturizado.

Microelectrónica.- Técnica de diseñar y producir circuitos electrónicos en miniatura, aplicando especialmente elementos semiconductores.

Monótona.- Uniformidad, igualdad de tono en quien habla, en la voz, en la música, etc.

O

Ofimática.- Automatización, mediante sistemas electrónicos, de las comunicaciones y procesos administrativos en las oficinas.

Ordenadores.- Los ordenadores o computadoras también son útiles a la investigación y compilación de proyectos estudiantiles

Output.- Salida de datos.

P

Patente.- Claro, perceptible.

Proliferación.- Acción y efecto de proliferar.

R

Radiación.- Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.

Realimentación.- Retorno de parte de la salida de un circuito o sistema a su propia entrada.

Reprogramable.- Promesa repetida.

Robot.- esta palabra proviene del checo “Robota” que significa trabajo duro, forzado o servil

S

Sensor.- Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la trasmite adecuadamente.

T

Tediosas.- Que produce aburrimiento extremo o estado de ánimo del que soporta algo o a alguien que no le interesa.

U

Ultrasónicos.- Sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano. Tiene muchas aplicaciones industriales y se emplea en medicina.

GLOSARIO DE SIGLAS

A.C.- Corriente alterna.

ACKNLG.- Pulso bajo que indica que ya ha recibido el dato y que esta listo para recibir mas datos.

AUTO FEED.- Cuando esta bajo.

BUSY.- Señal que cuando esta en alto que no puede recibir datos.

C.C. - Corriente continua.

D0-D7.- Son los ocho bits de datos.

D.C.- Corriente directa

ERROR.- Cuando esta en el nivel bajo indica que hay un error.

Gprippers.-Pinzas.

INIT.- Inicializa.

JIRA.- Asociación Japonesa de Robótica Industrial.

Kg.- Kilogramos.

Off.- Desconectado

On.- Conectado.

RIA.- Instituto de Robótica de América.

SELECT.- Indica al computador que la interfaz esta seleccionada.

SLCT IN.- Esta en bajo, es valido cuando esta en nivel alto.

STROBE.- Pulso para informar que hay un dato valido en el bus de datos.

SudVI.- Es un análogo a una subrutina

V.c.c.- Voltaje de corriente continua

VI.- Instrumento Virtual jerárquico

Bibliografía.

- ❖ CREATUROIDES - El Puerto Paralelo de la PC.htm
- ❖ La Palme BÉLANGER, M., J. B.
- ❖ McCloy Robótica una Introducción Marabotto, M.I. y Grau, J.E. (1995).
- ❖ NOMA: *prototipo didáctico para la enseñanza de la robótica en el área electromecánica*. Tesis para obtener el título de Licenciado en Pedagogía. México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras. 1993.
- ❖ National Instruments, Measurements and automation_catalog, 2002.
- ❖ Prácticas de tecnología educativa. Cabero Almenara, j.et al. (1999).
- ❖ “Robótica pedagógica y sociedad”, en *Memoria del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. México. 1992.
- ❖ “Robotique pédagogique et conceptualisation du repérage tridimensionnel dans l'espace”, *Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica*. Le Mans. 1989.
- ❖ Software, George Lópezcano, 1984, página18.
- ❖ Software, Presman y Herron, PRE 91, página9.
- ❖ Software Engineering. Thayer Drofum (1992);
- ❖ “Student Problem Solving in Constructing and Programming Kit-Built, Robotic Devices”, en *Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. Montreal. 1990.

- ❖ <http://www.ROBOTICA/1303567.htm>, robótica, Ing. Clemente Herrera y Jesús Pérez , 06/05/2002, pagina principal.
- ❖ <http://www.tesisrobotica/pub1.htm>, robótica, Karel Capek, 1920, página principal.
- ❖ http://www.te.ipn.mx/webte2/cursos_eventos/cursos.htm, tecnología educativa, Dr. Vicente Matellan Olivera, 11/05/2003, página principal.
- ❖ <http://www.eden.bme.hu/contents/news.html#1>, tecnología educativa, *De la Torre y Vieitez, 2002 página 1.*
- ❖ <http://www.profesores/cir.htm>. La Informática como herramienta didáctica 17/04/2003, página principal.
- ❖ <http://www.profesores/informatica.ec.cir.htm>. La informática como herramienta didáctica, 17/04/2003, página principal.

ANEXOS

ANEXO 1: MANUAL DEL USUARIO.

El presente manual esta dirigido a los docentes del área de hardware y alumnos, para la utilización del modulo didáctico de un brazo robótico, programa desarrollado en LabVIEW.

INTRODUCCIÓN.

El estudio de la robótica permite al profesor dar a los estudiantes conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli articuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o la sustitución del hombre en muy diversas tareas.










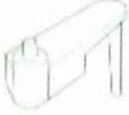


Un sistema robótico puede describirse, como "Aquel que es capaz de recibir información, de comprender su entorno a través del empleo de modelos, de formular y de ejecutar planes, y de controlar o supervisar su operación". La robótica es esencialmente pluridisciplinaria y se apoya en gran medida en los progresos de la microelectrónica y de la informática, así como en los de nuevas disciplinas tales como el reconocimiento de patrones y de inteligencia artificial


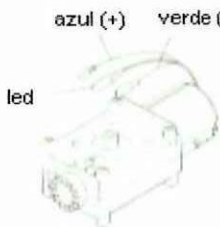
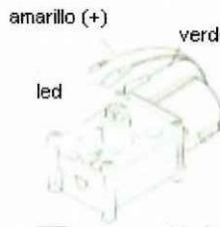
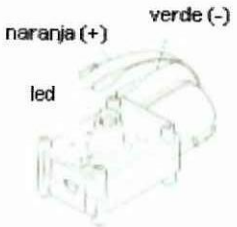
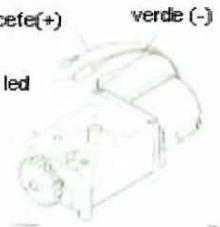







Al mismo tiempo los estudiantes se involucrarán en actividades de diseño que los desafían a desarrollar su propia solución original para cada problema presentado, desarrollando así un pensamiento “original”, fomentando a la innovación.






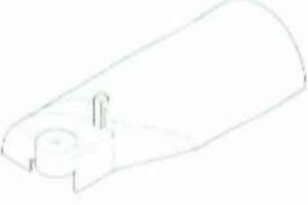

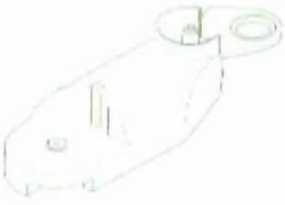




El profesor se transforma en un facilitador y presenta información basada en la necesidad de conocer, Conceptos de ciencia, y tecnología. Los estudiantes reconocen, inmediatamente, la importancia de estos conceptos académicos debido a que los necesitarán para tener una clara idea de robótica.

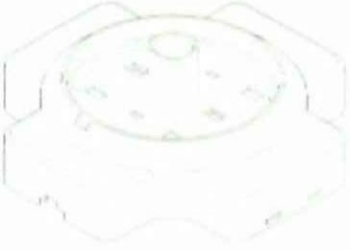


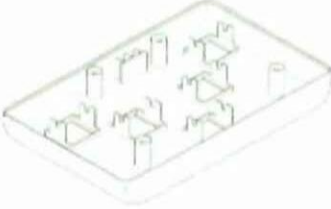
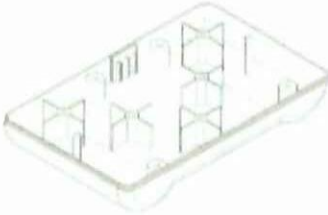




Los estudiantes podrán utilizar los programas para controlar el robot. Conocer los frontales, y los diagramas de bloques realizados en el instrumentador Virtual.






GUIA DE ENSAMBLAJE DEL KIT DIDACTICO DE UN BRAZO ROBOT.

<p>1) Mediación engranaje 2pcs</p> 	<p>2) Disco de engranaje (metal) 4pcs</p> 	<p>3) Embrague del engranaje B 2pcs</p> 
<p>4) Estabilizador del embrague 1pc</p> 	<p>5) estabilizador del rotor 1pc.</p> 	<p>6) plato de embrague 1pc</p> 
<p>7) Dedo base A 1pc</p> 	<p>8) Dedo base B 1pc.</p> 	<p>9) Acoplamiento del dedo A 1pc.</p> 
<p>10) Acoplamiento del dedo B 1pc.</p> 	<p>11) unión del dedo 2pcs.</p> 	<p>12) Unión del dedo 2pcs.</p> 

<p>13) Grupo de mando mecánico P-1 1pc.</p> <p>blanco (+) verde(-)</p> <p>led</p> 	<p>14) Grupo de mando mecánico P-2 1pc.</p> <p>azul (+) verde (-)</p> <p>led</p> 	<p>15) Grupo de mando mecánico P-3 1pc.</p> <p>amarillo (+) verde (-)</p> <p>led</p> 
<p>16) Grupo de mando mecánico P-4 1pc.</p> <p>naranja (+) verde (-)</p> <p>led</p> 	<p>17) Grupo de mando mecánico P-5 1pc.</p> <p>rojo (+) verde (-)</p> <p>led</p> 	<p>18) placa de batería terminal # 1 1pc.</p> 
<p>19) placa de batería terminal # 2 1pc.</p> 	<p>20) placa de batería terminal # 3 1pc.</p> 	<p>21) Embrague de engranaje A 1pc.</p> 
<p>22) Soporte del engranaje 1pc.</p> 	<p>23) dedo 2pcs.</p> 	<p>24) Palanca de control 5pcs.</p> 

<p>25) Seguro de la cubierta de la batería. 1pc.</p> 	<p>27) pieza intermedia / grande / plástica negra 2pcs.</p> 	<p>28) pieza intermedia / corta / plástica negra 1pcs.</p> 
<p>29)Cubierta de la muñeca A 1pc.</p> 	<p>30)Cubierta de la muñeca b 1pc.</p> 	<p>31) Antebrazo A 1pc.</p> 
<p>32) antebrazo B 1pc.</p> 	<p>33) Antebrazo superior A 1pc.</p> 	<p>34) antebrazo superior B 1pc.</p> 
<p>35) antebrazo base 1pc.</p> 	<p>36) Lado base del panel a 1pc.</p> 	<p>37) lado base del panel B 1pc.</p> 

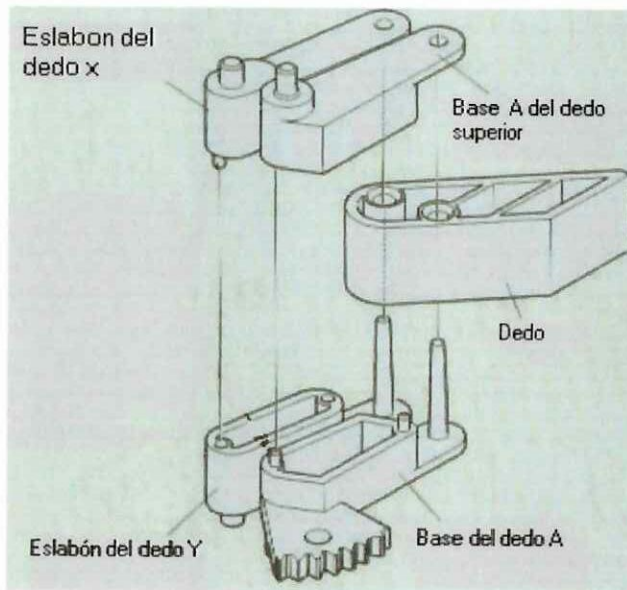
<p>38) Caja de batería 1pc.</p> 	<p>39) cubierta de la caja de la batería 1pc.</p> 	<p>40) Engranaje principal 1pc.</p> 
<p>41) Panel de control 1pc.</p> 	<p>42) Base del panel de control 1pc.</p> 	<p>43) conjunto terminal de conector 1pc.</p> 
<p>44) Tablero de control de procesos 1pc.</p> 	<p>45) M3x12 tornillo hembra 29pcs.</p> 	<p>46) M3x25 tornillo 2pcs.</p> 

<p>47) Tuerca 2pcs,</p> 	<p>48) superficie de montaje del embrague (filtro) 4pcs.</p> 	<p>49) Partes de interruptor de metal 5pcs.</p> 
<p>51) alambre de batería, negro, rojo, verde, cada una 1pc.</p> 	<p>52) Placa deslizante 2pcs.</p> 	

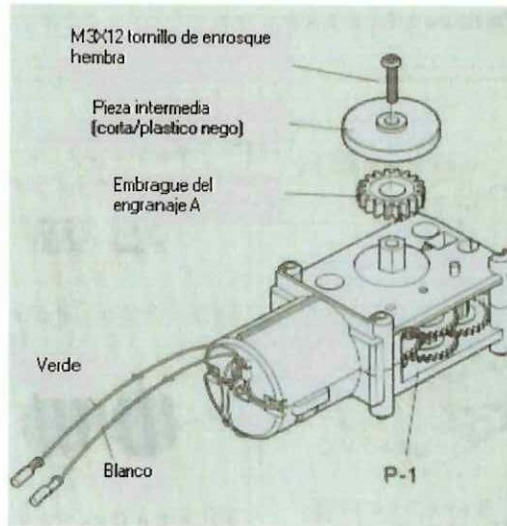
MONTAJE DE PARTES MECANICAS

Montaje de la muñeca:

- 1.) Montaje del dedo, dedo base superior A, y el eslabón del dedo (X) hacia la base del dedo A y del eslabón del dedo (Y), como se ilustra a continuación.



No apriete totalmente el tornillo en este punto.

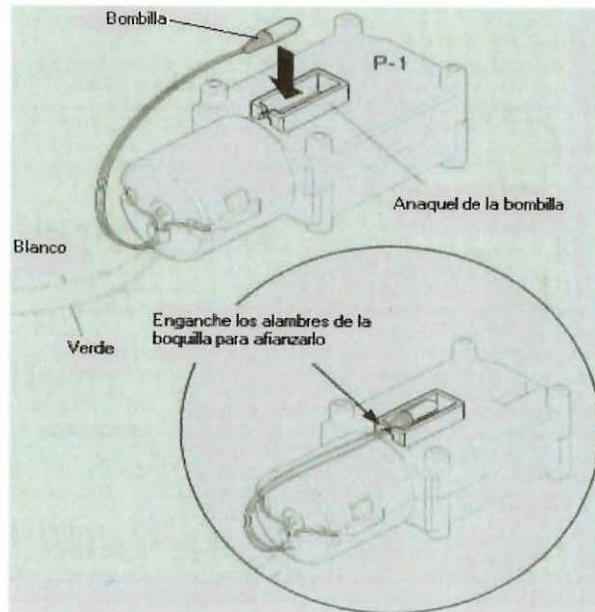


5.) Encaje el soporte del engranaje en la base A del dedo.



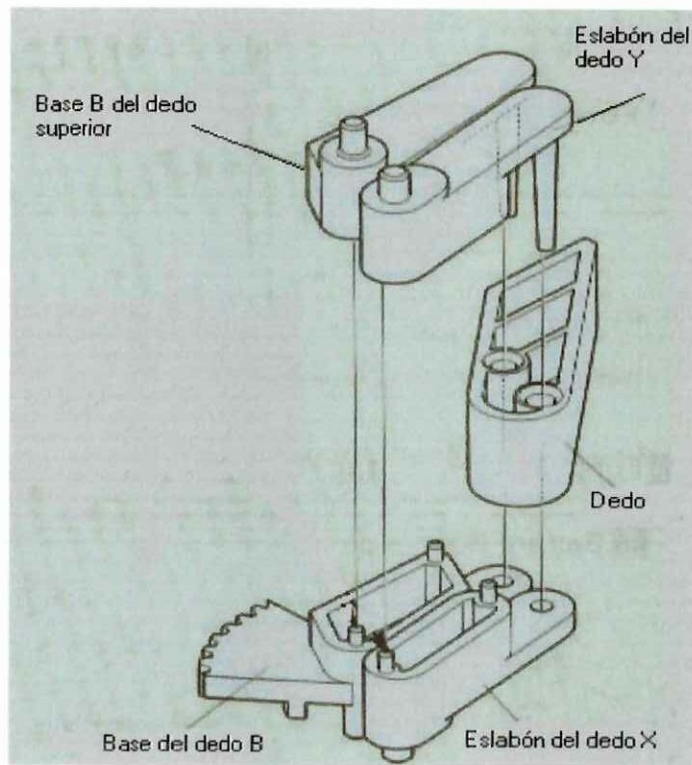
6.) Instale la instrucción (5) de la sección del conjunto del dedo, hasta el conjunto de la unidad de potencia P-1 de la instrucción (4).

3.) Inserte la bombilla como se ilustra a continuación:



4.) Instale el embrague del engranaje y una pieza intermedia corta de el eje motor en la unidad de poder P-1 con el tornillo de enrosque hembra (M3X12).

2.) Montaje del dedo, dedo base superior B, y el eslabón del dedo (Y) hacia la base del dedo B y del eslabón del dedo (X), como se ilustra a continuación.



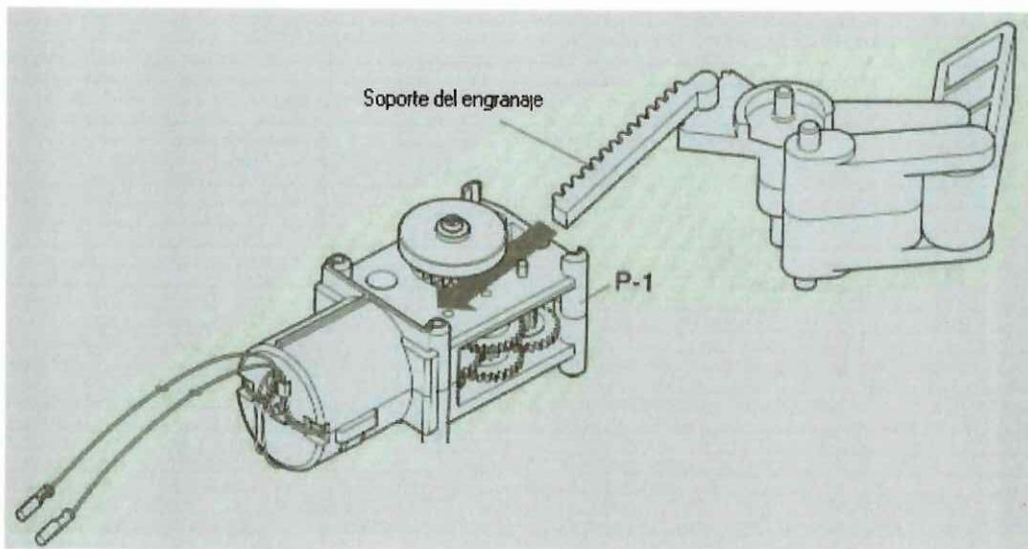
Engranar efectivamente el ojal del soporte del engranaje con el embrague del engranaje.

Suelte el tornillo si el conjunto de la sección del dedo no puede instalarse fácilmente.

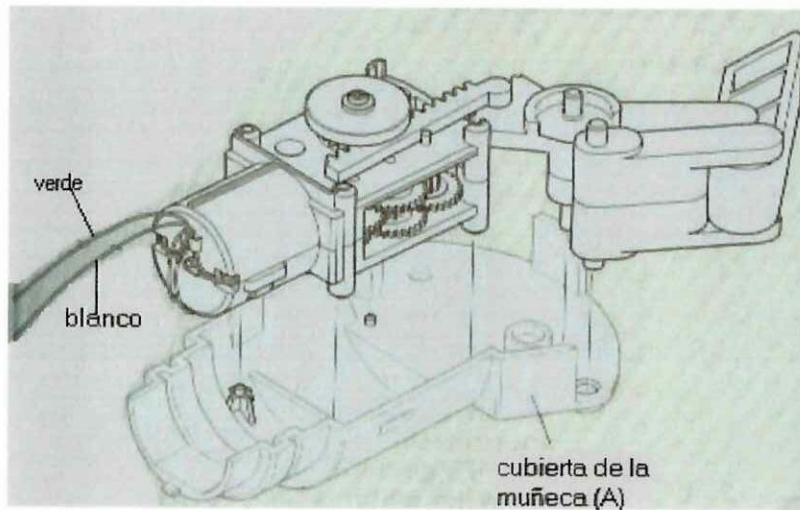
Una vez que el soporte de el engranaje este en su lugar, apriétese el M3 X 12 enroscando el tornillo (como se muestra en la instrucción # 4).

Apriétese solo con la punta, que el soporte de el engranaje pueda moverse fácilmente con el embrague de el engranaje.

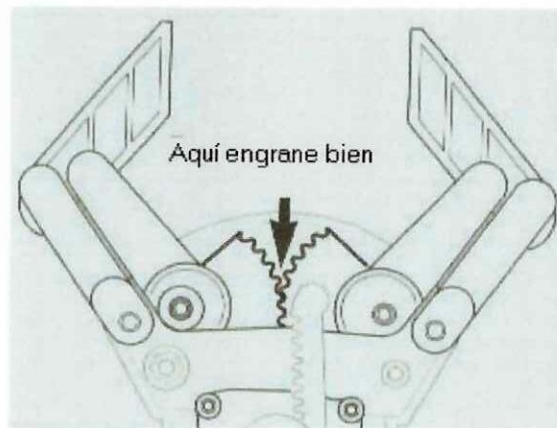
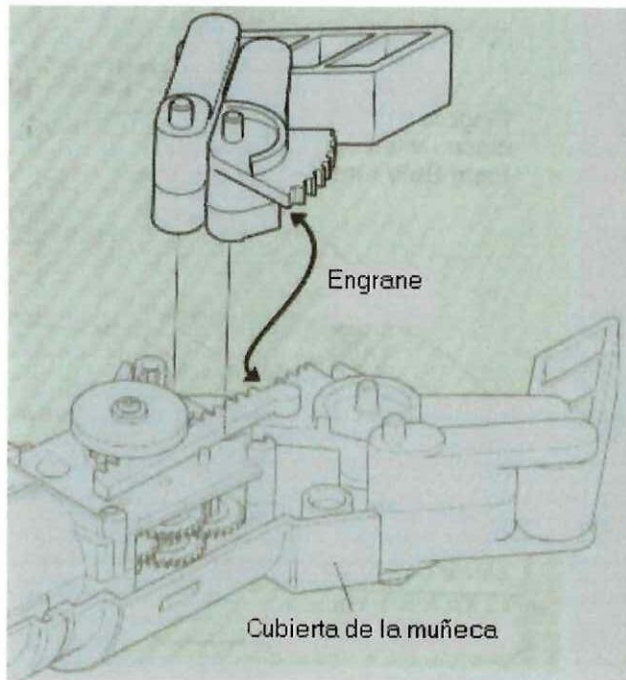
Si el soporte de el engranaje no puede insertarse fácilmente suelte enseguida el enrosque del tornillo M3X12, el cual se fijo en la instrucción # 4. .



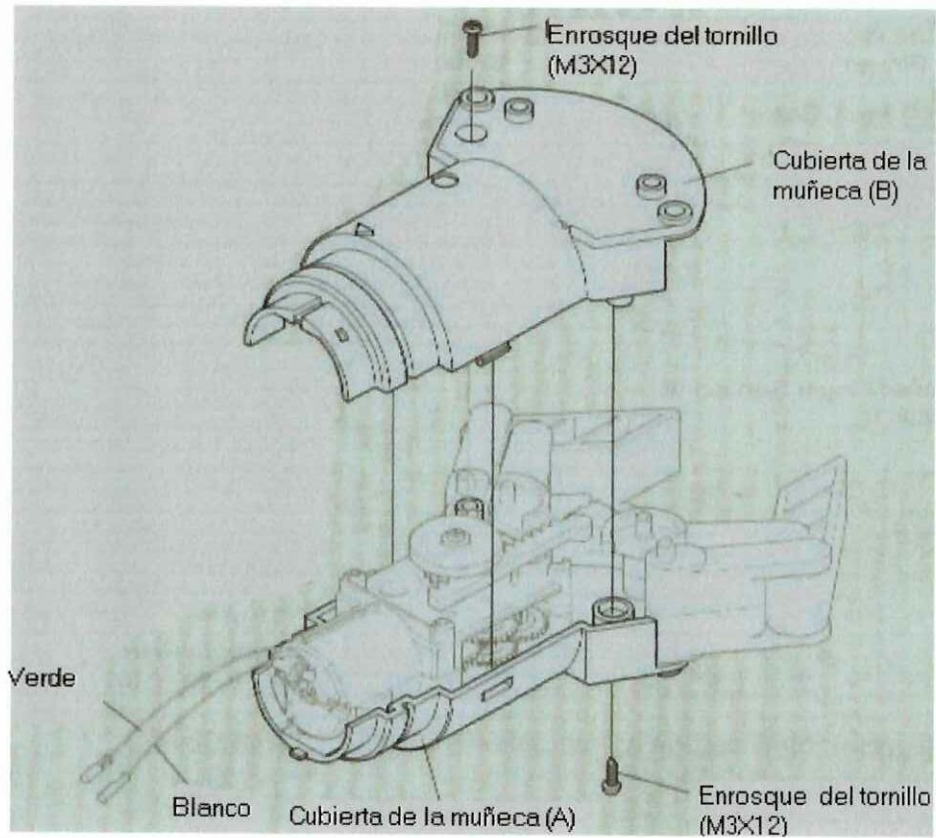
- 7.) Coloque la sección del conjunto de instrucciones (6) hacia la cubierta de la muñeca (A).



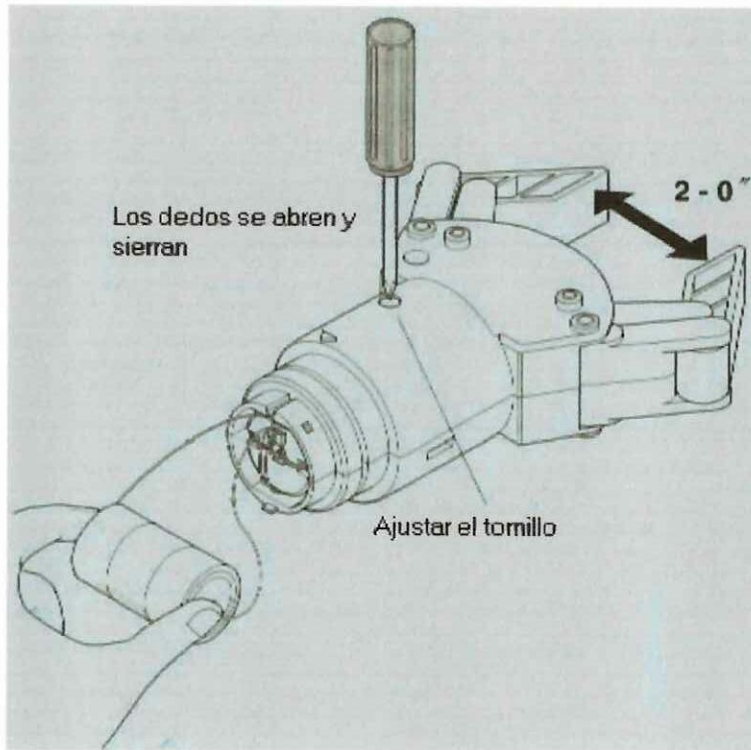
- 8.) Instale el otro conjunto de la sección de instrucciones del dedo (2) hasta la unidad de potencia P-1. hacer acertar los dientes del engranaje con el otro engranaje del dedo como se ilustra a continuación.



9.) Una la cubierta de la muñeca (B) junto con el conjunto de la sección de instrucción (8) y asegurar con los tornillos (M3X12) como se ilustra a continuación.

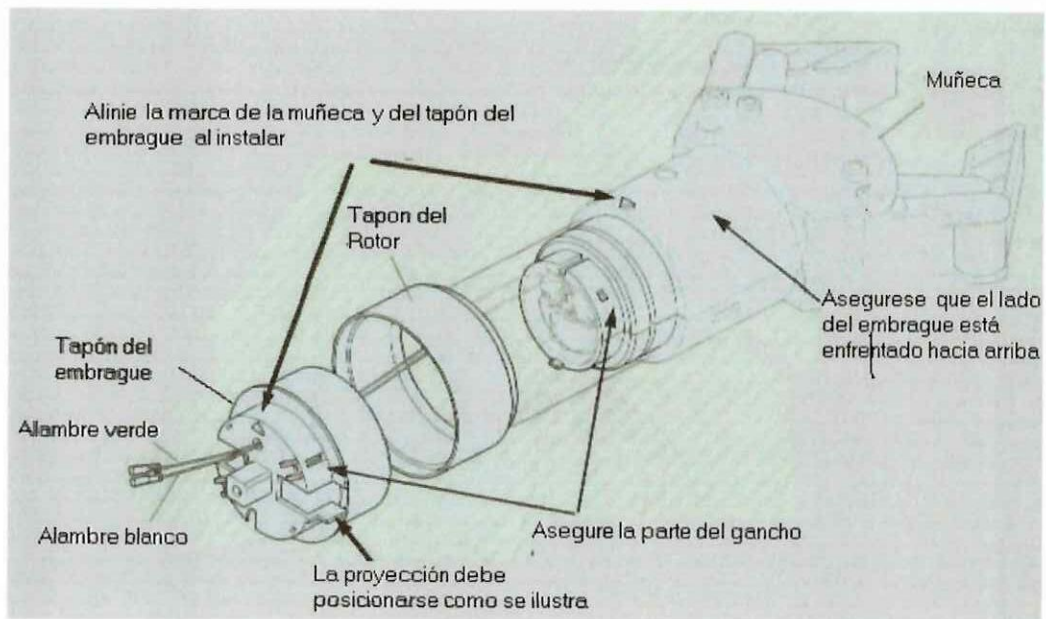


9.) Conecte una pila a la unidad de potencia P-1, y ajustar el embrague, verificar que los dedos se abren o sierran en los giros ligeros.

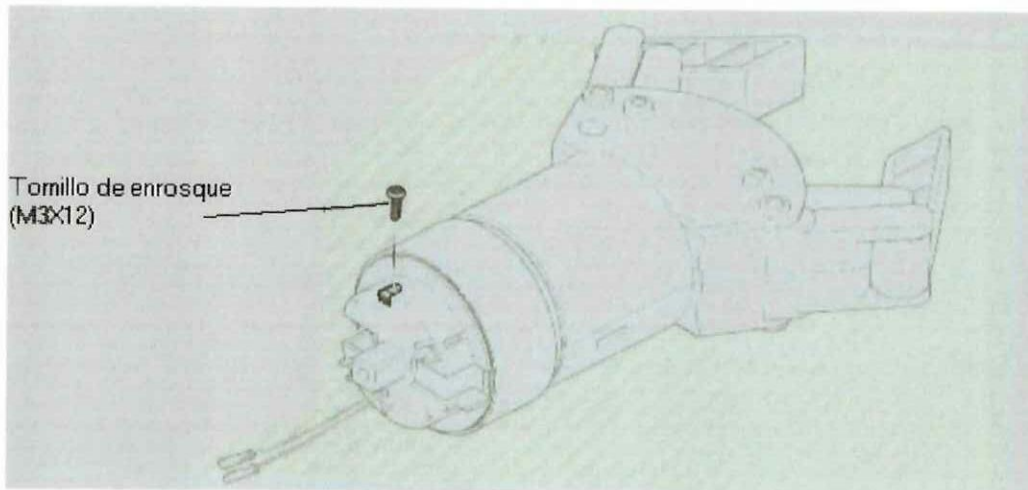


Montaje del movimiento del brazo

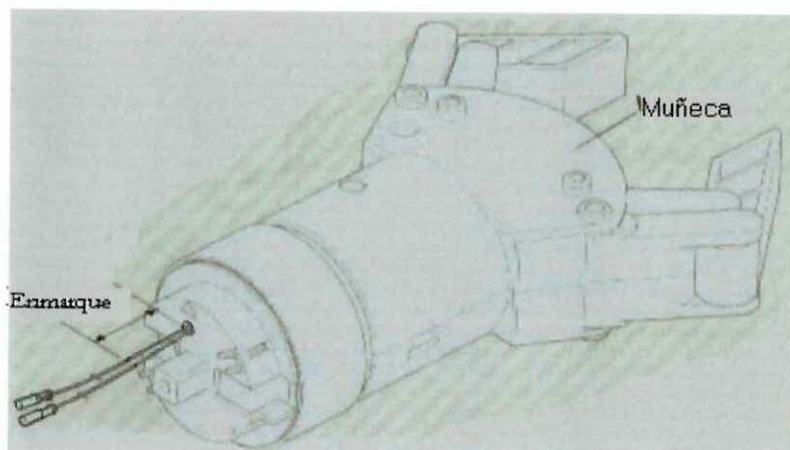
- 1.) Instale el tapón del embrague y el tapón del rotor al conjunto de la sección de instrucciones (1-9) de la muñeca como se ilustra a continuación.



- 2.) Realice un giro encima de la muñeca y apriete el tapón del embrague y la muñeca con un tornillo de enrosque.

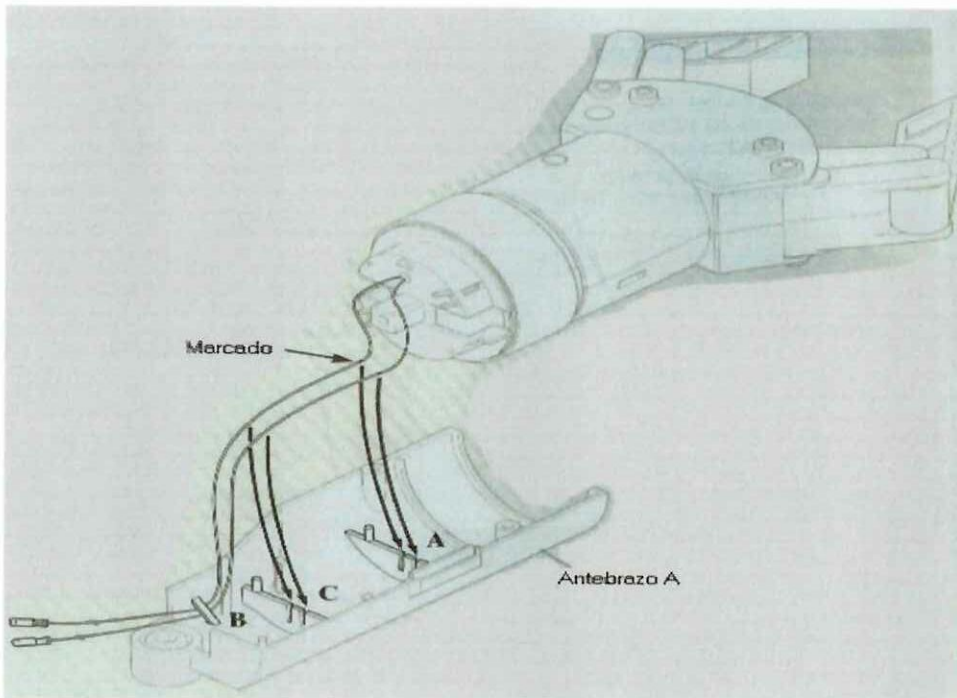


- 3.) Enmarque los alambres con una cinta adhesiva aproximada de 2" y señale con una pluma.

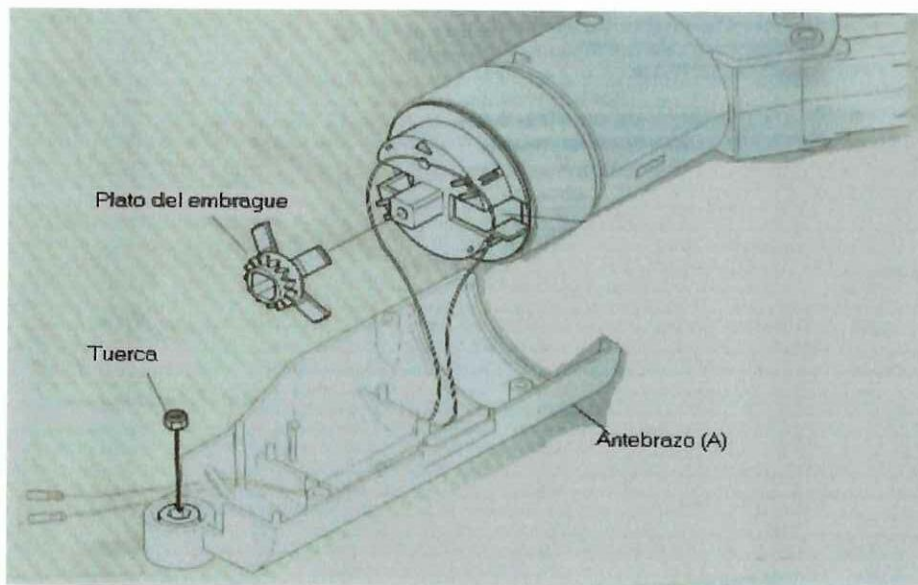


4.) Coloque los alambres en el antebrazo, en el orden que sigue como se explica a continuación.

- 1) Encaje los puntos marcados de los alambres en las aberturas de las costillas del brazo del frente. Como se ilustra.
- 2) Ponga los alambres a través de la apertura de la sección (B).
- 3) Encaje los alambres en la sección (C) como se ilustra.



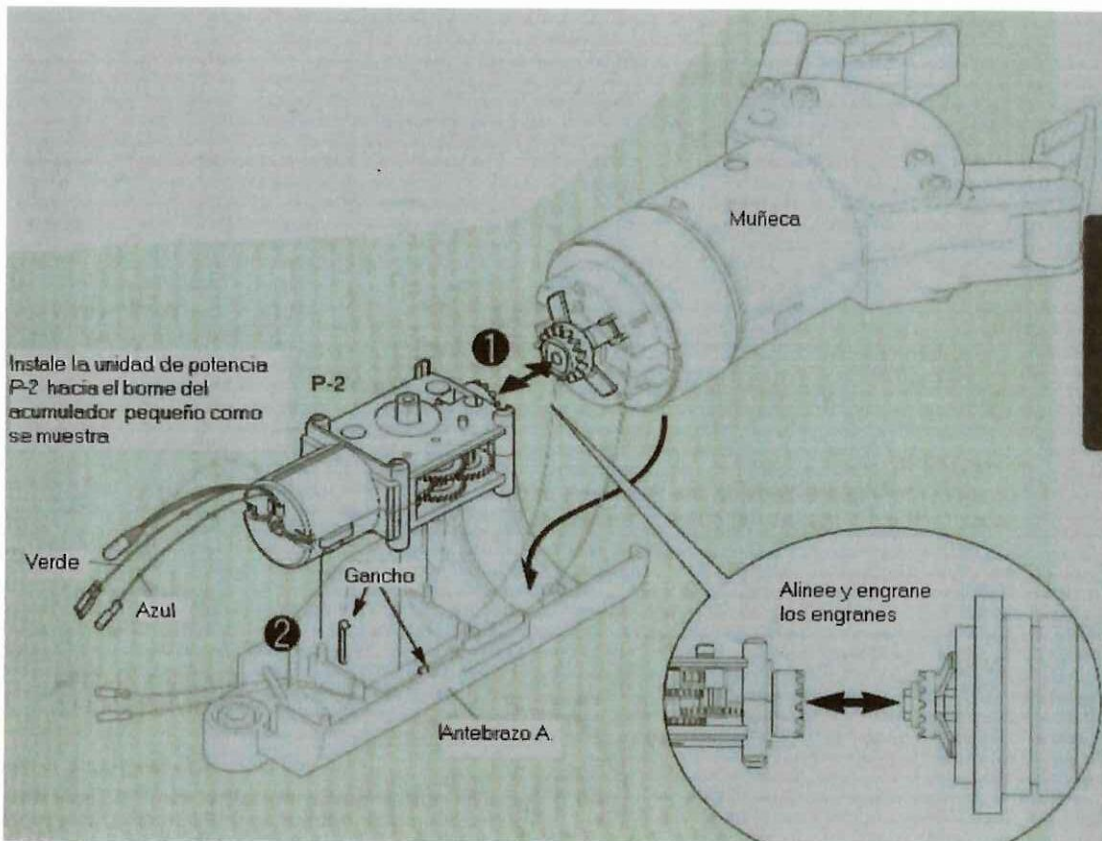
- 5.) Instale el plato del embrague a la sección de la muñeca como se ilustra a continuación y coloque la tuerca en el agujero hexagonal del antebrazo (A).



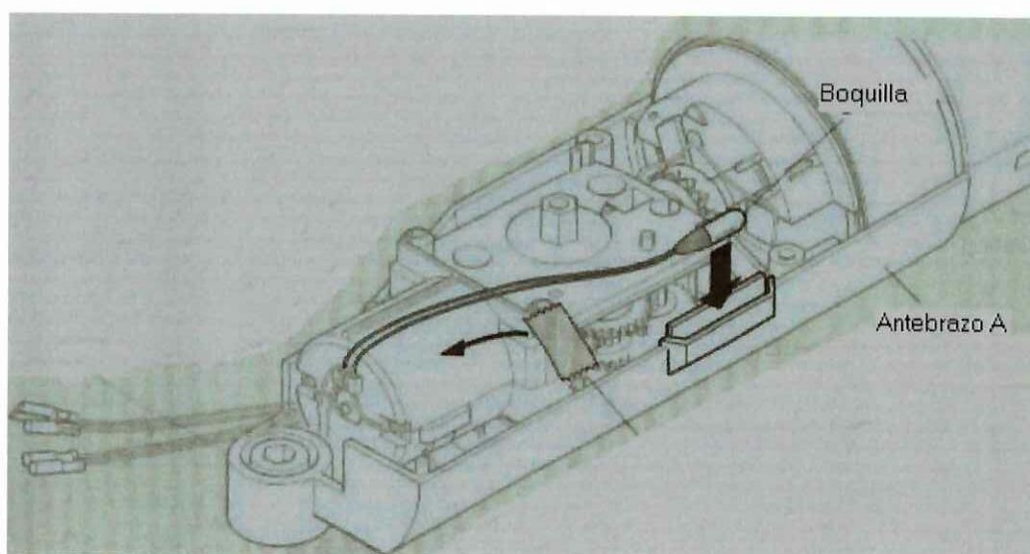
- 6.) Encaje la unidad de potencia P-2 y la muñeca en el brazo en el siguiente orden de 1 a 2.

- 1.) Con la unidad de potencia P-2 y la muñeca orientada como se muestra a continuación, alinea el engranaje en la unidad de potencia P-2 con el engranaje del plato del embrague, para que ellos engranen correctamente.

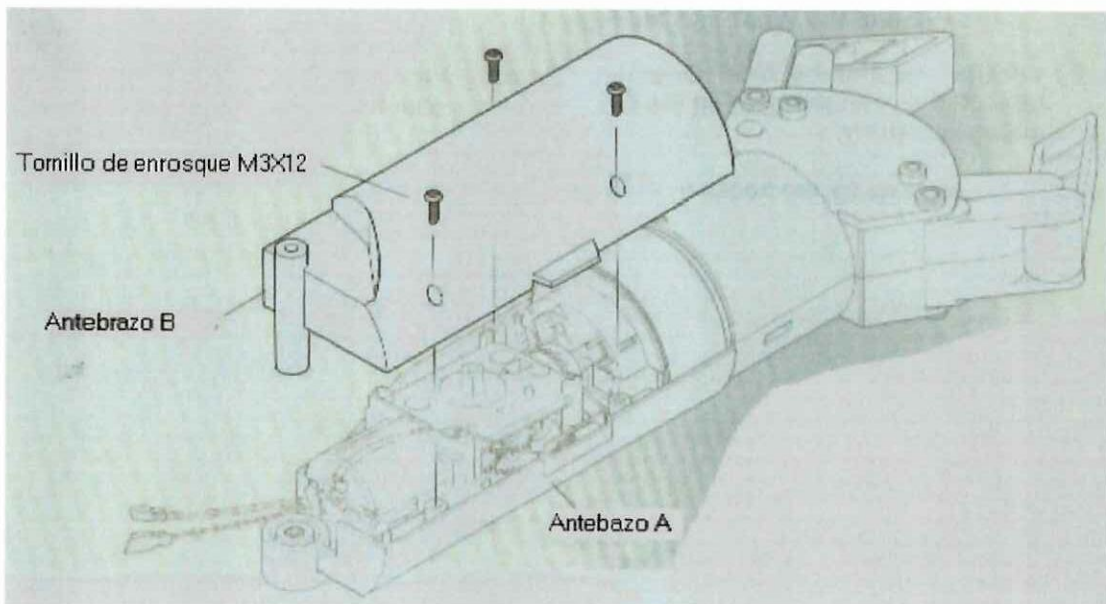
2.) La unidad de potencia P-2 es asegurada por los ganchos del antebrazo A.



7.) Inserte la boquilla en el antebrazo (A) como se muestra.

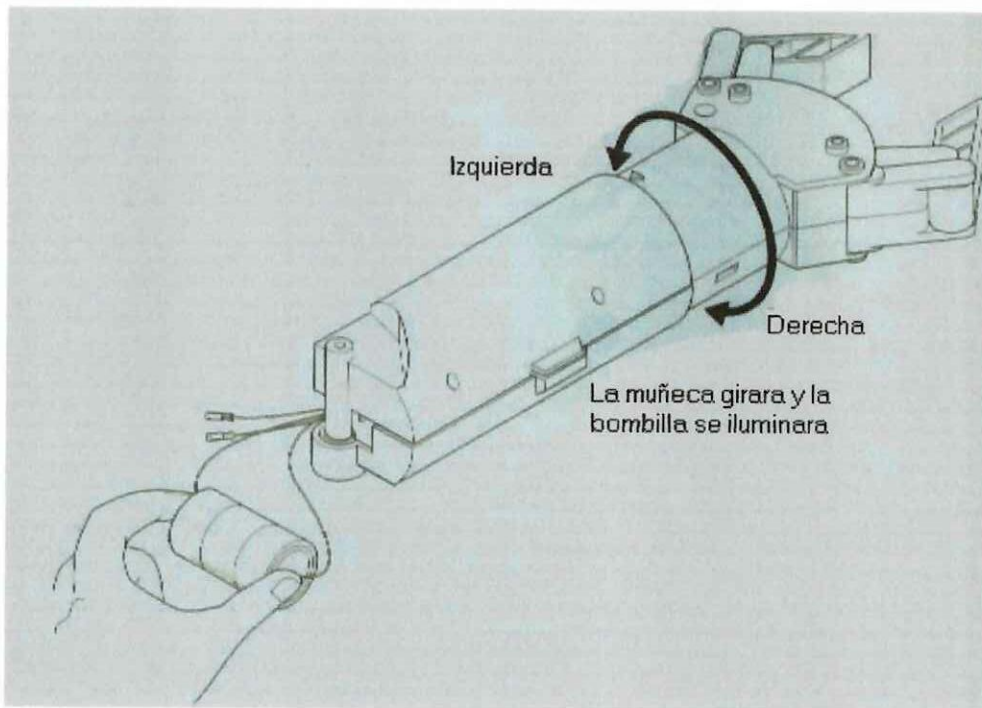


8.) Coloque el antebrazo (B) como se ilustra a continuación y apriete con tres tornillos taladrando, que coincida todas las partes para que la tapa encaje herméticamente.



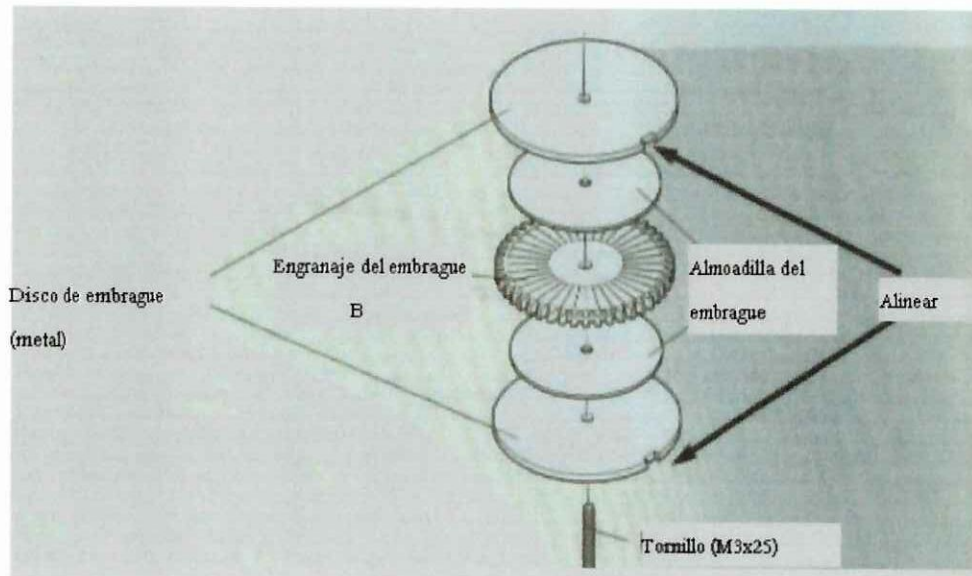
9.) conecte una pila de acumulador seca (tamaño D) a los alambres de la unidad de potencia P-2 y verifique si hace los movimientos correctos.

- El brazo se doblará a la derecha cuando la unidad de potencia P-2, se conecte de la siguiente manera, el alambre azul del motor se conecta al polo (+) y el alambre verde del motor al polo (-); el brazo se doblará a la izquierda cuando ellos intercambien las polaridades.
- Si el movimiento se detiene por el tapón interior de la unidad de potencia p-2 de influencia externos harán clic y correrán los engranes en banda por la acción del embrague.

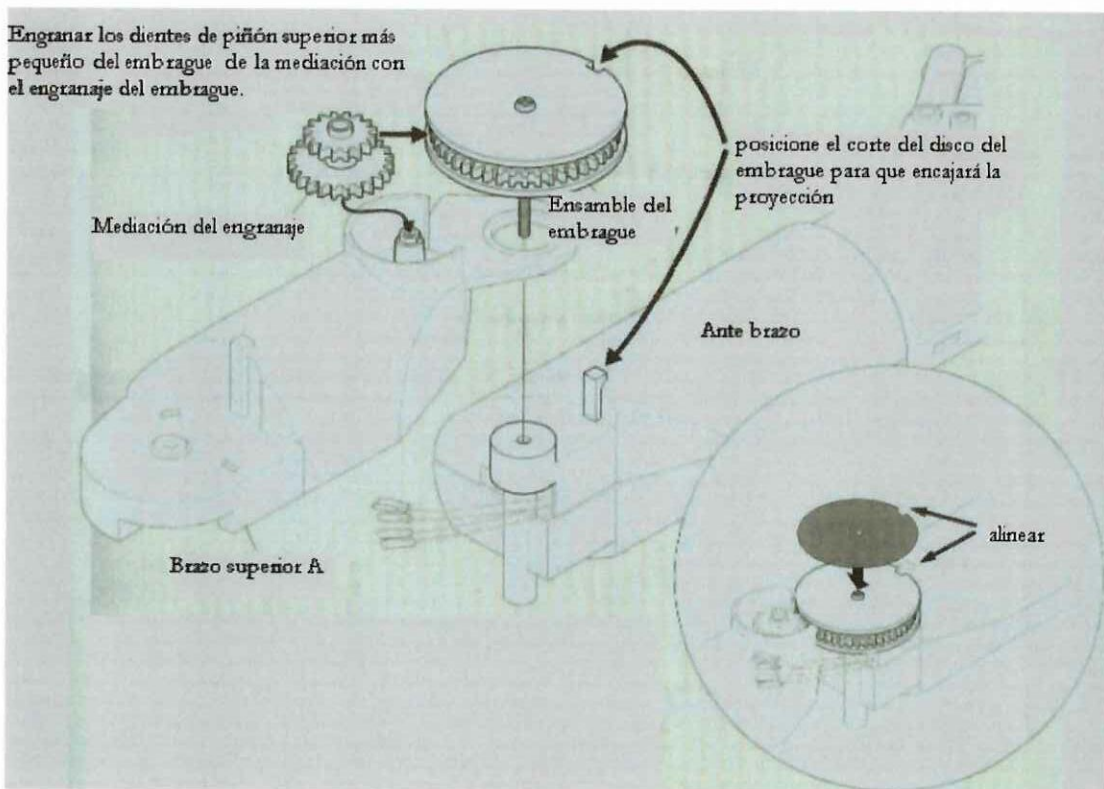


Acoplamiento del brazo superior

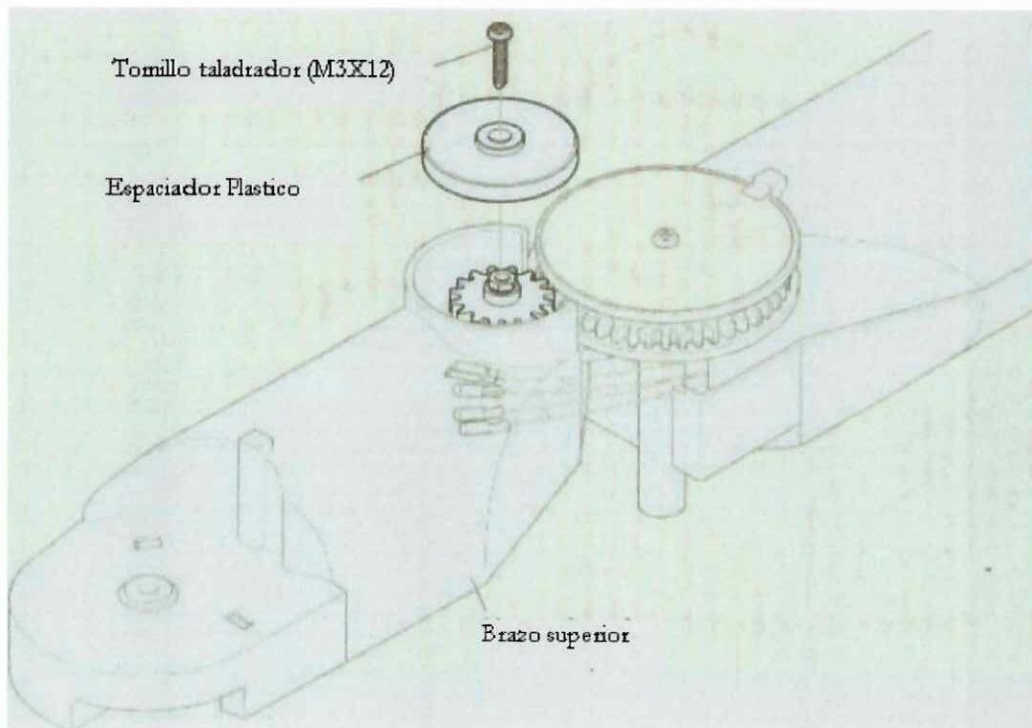
1. _ Inserte el tornillo (M3x25), en el conducto disco de embrague, la almohadilla del embrague y la almohadilla del engranaje B como esta ilustrado.



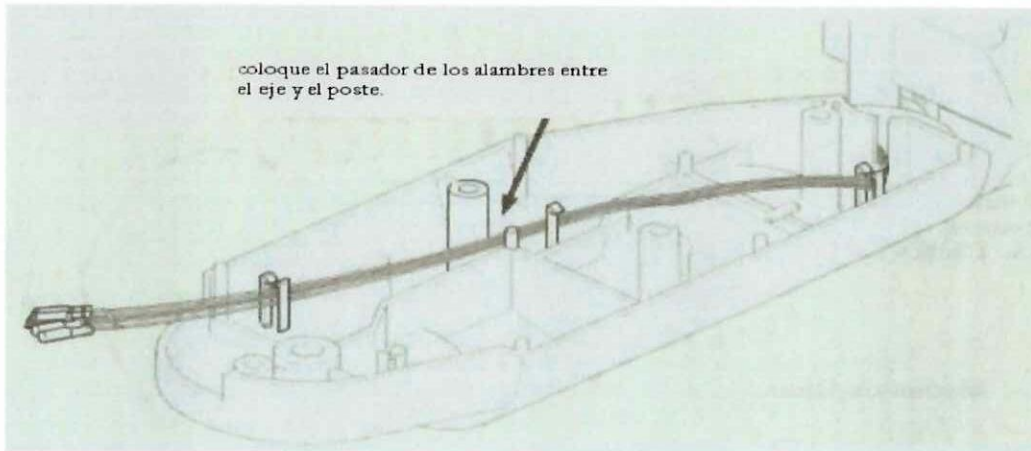
2.- Instale las piezas de la instrucción (1), Embrague de la mediación al brazo superior como esta ilustrado. No apriete el tornillo del embrague completamente.



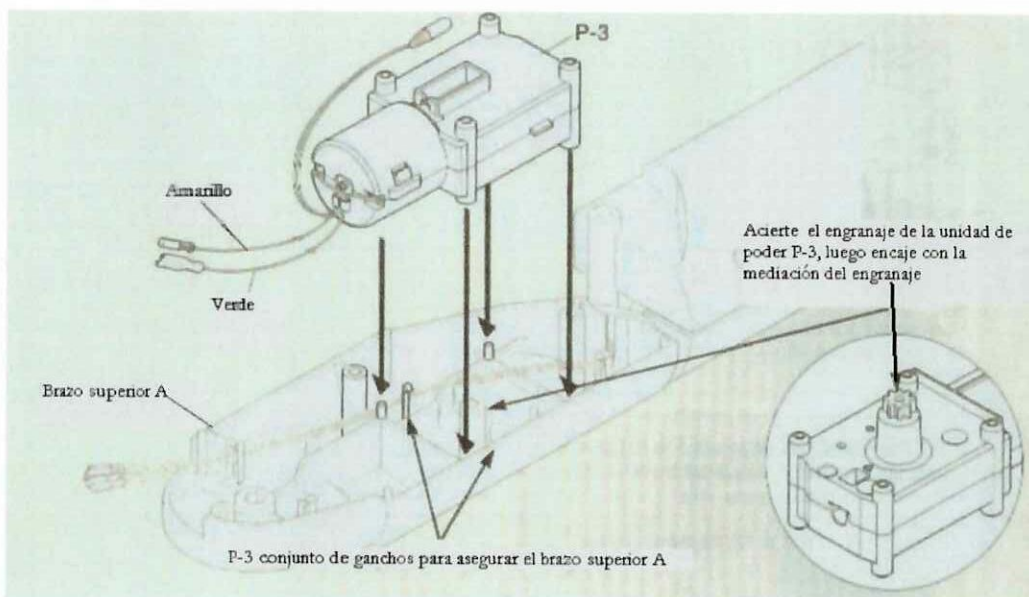
3.- Asegure la pieza intermedia (grande) al brazo superior A con el tornillo (M3X12) y aprieta el tornillo.



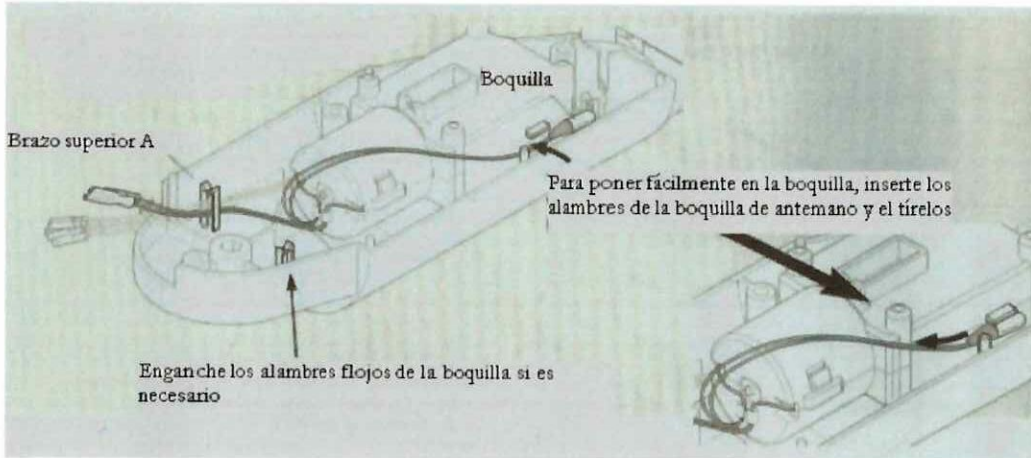
4.- Coloque los alambres de la parte 1,2 como se muestra a continuación.



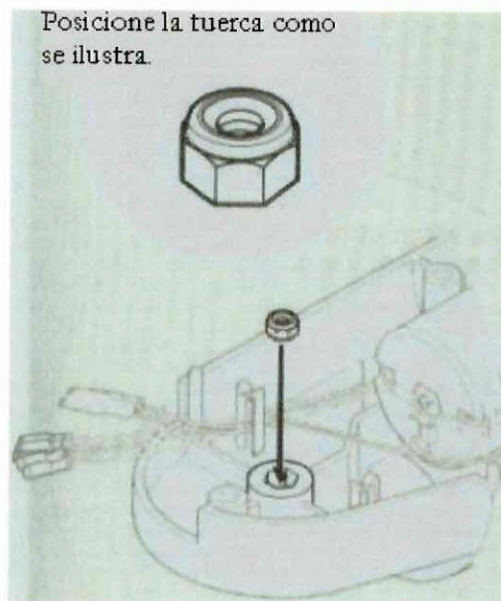
5.- La unidad de poder P.3 será colocada con los dos ganchos en el brazo superior A.



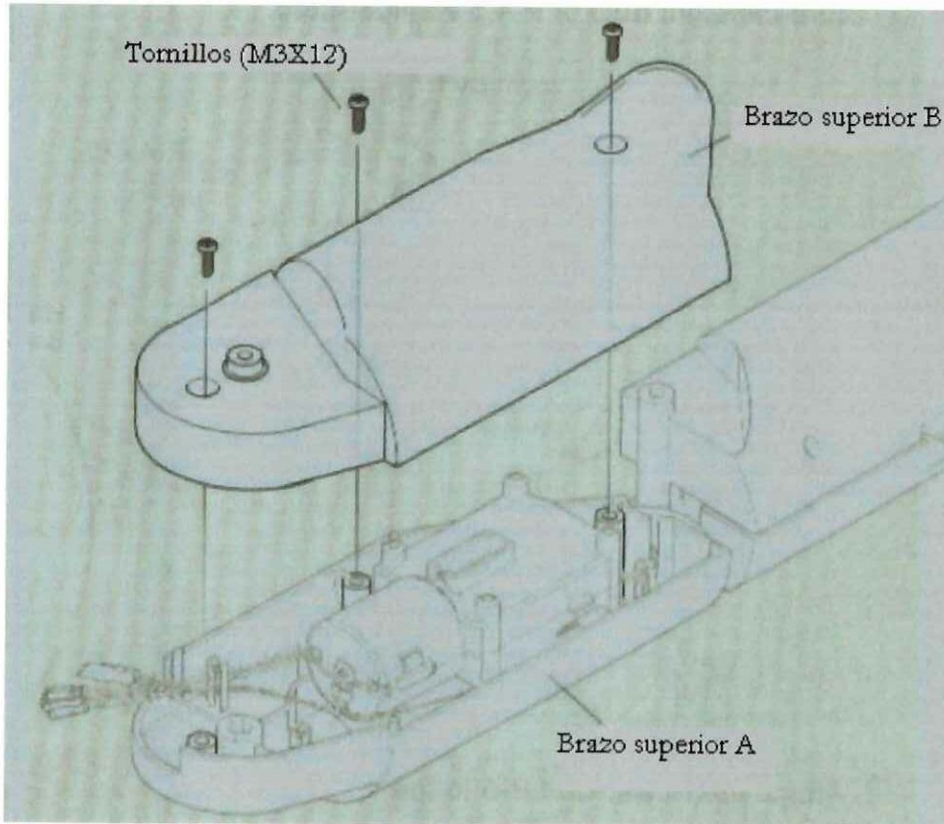
6.- Coloque la boquilla como se ilustra a continuación. (La inserción de al boquilla se lo realiza bajo la proyección pequeña de P-3)



7.- Ponga la tuerca en el agujero hexagonal del brazo superior A.



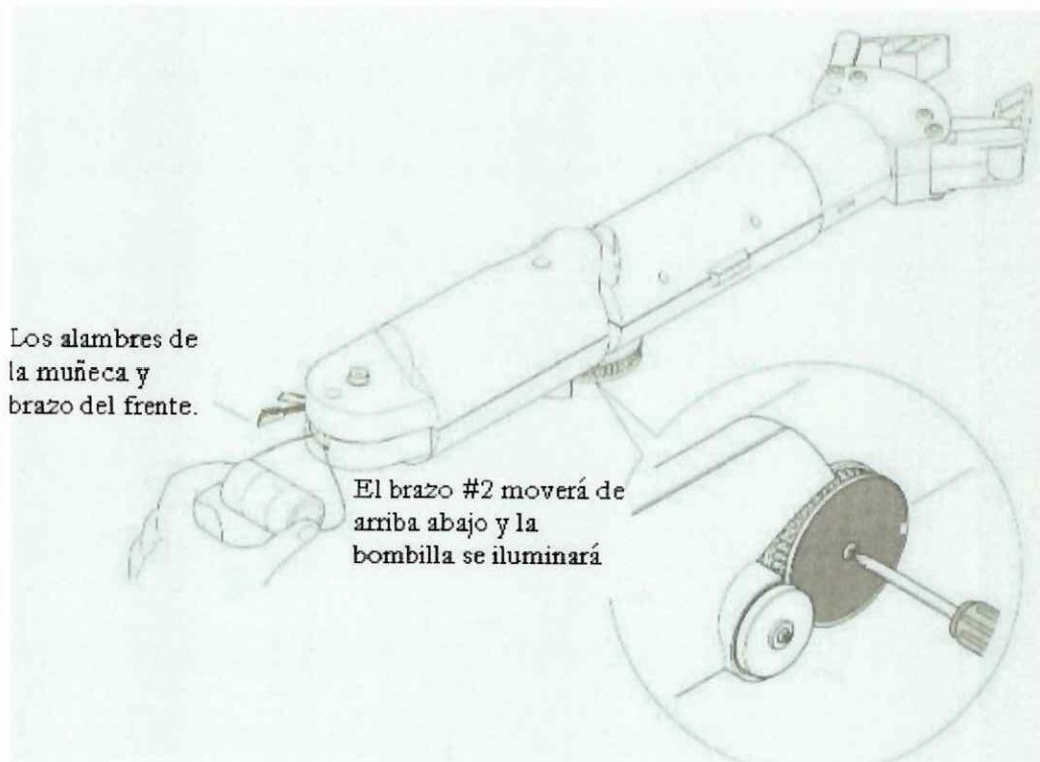
8.- Coloque el brazo superior B como se ilustra, y sujetelos con los tres tornillos (M3X12) taladrando.



9.- Conecte una pila (de tipo D) a los alambres de P-3 y verifique que la parte del brazo realiza los movimientos correctos.

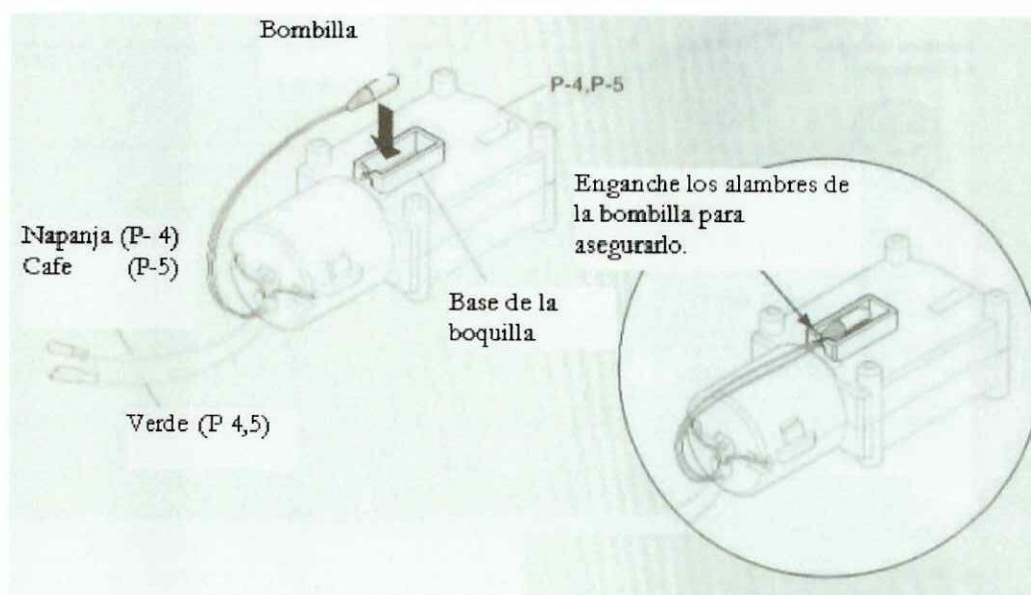
- ❖ El brazo estirará cuando el alambre verde este conectado al (+), y el amarillo al (-); doblará cuando los alambres estén conectados en sentido inverso en la marcha atrás.

- ❖ Si el brazo no mueve fácilmente aunque el motor está corriendo, verifique y aprieta el tornillo ajustando pero en incrementos pequeños.

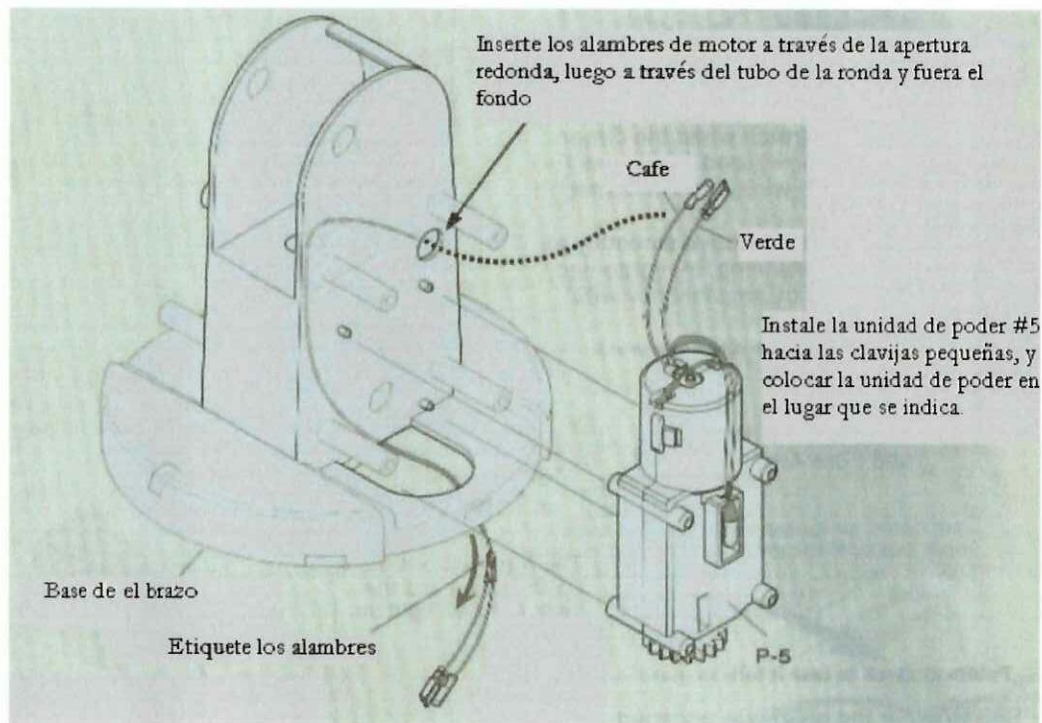


Ensamblado de la base del brazo.

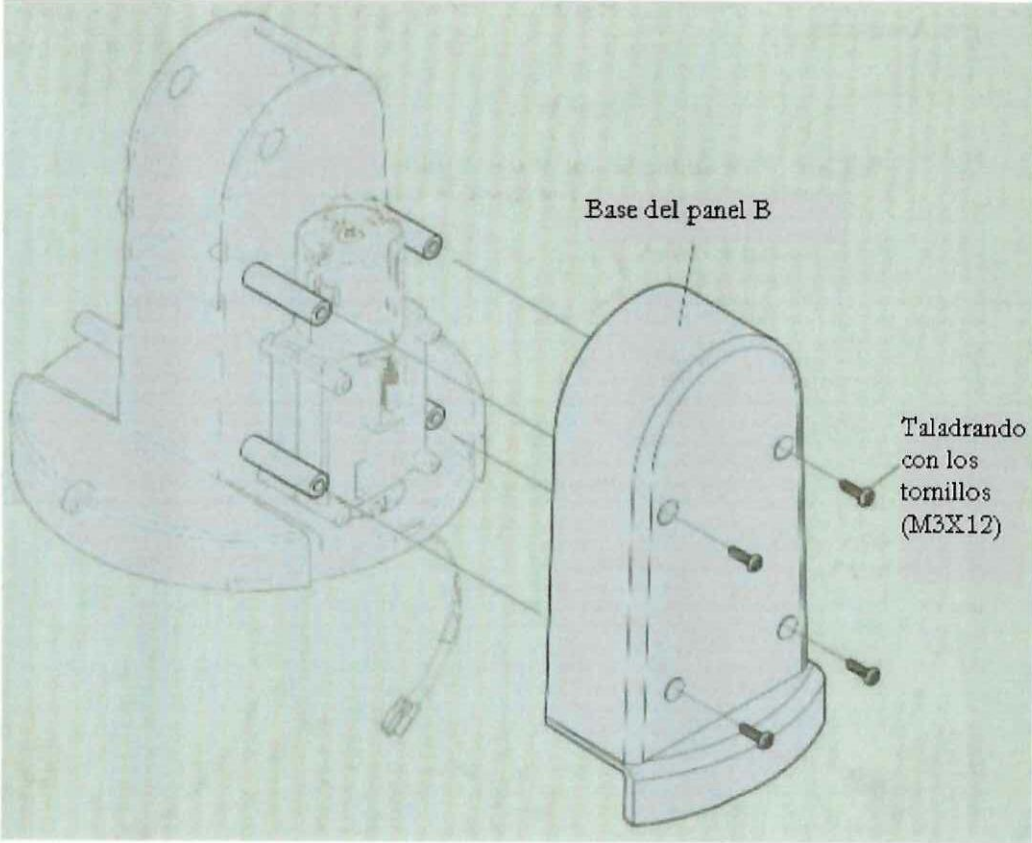
1.- Coloque la bombilla de P 4,5 como se ilustra a continuación.



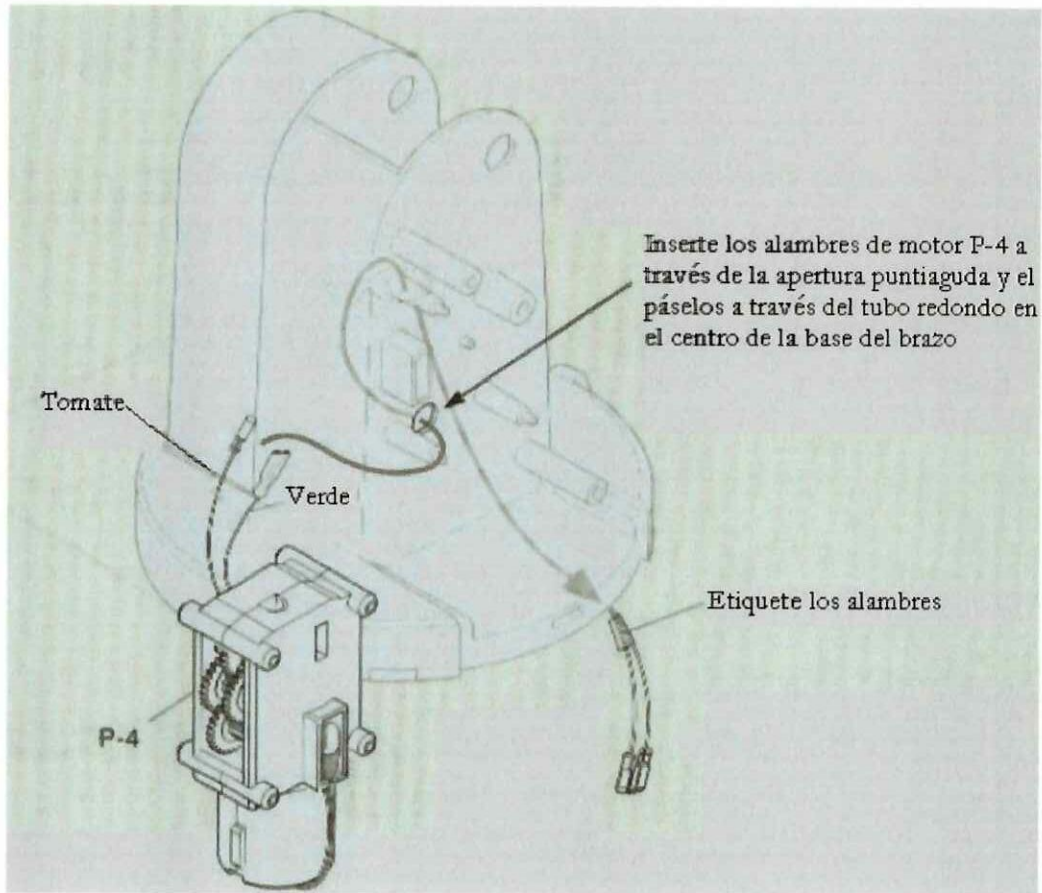
2.- Coloque la unidad de poder P-5 a la base del brazo.



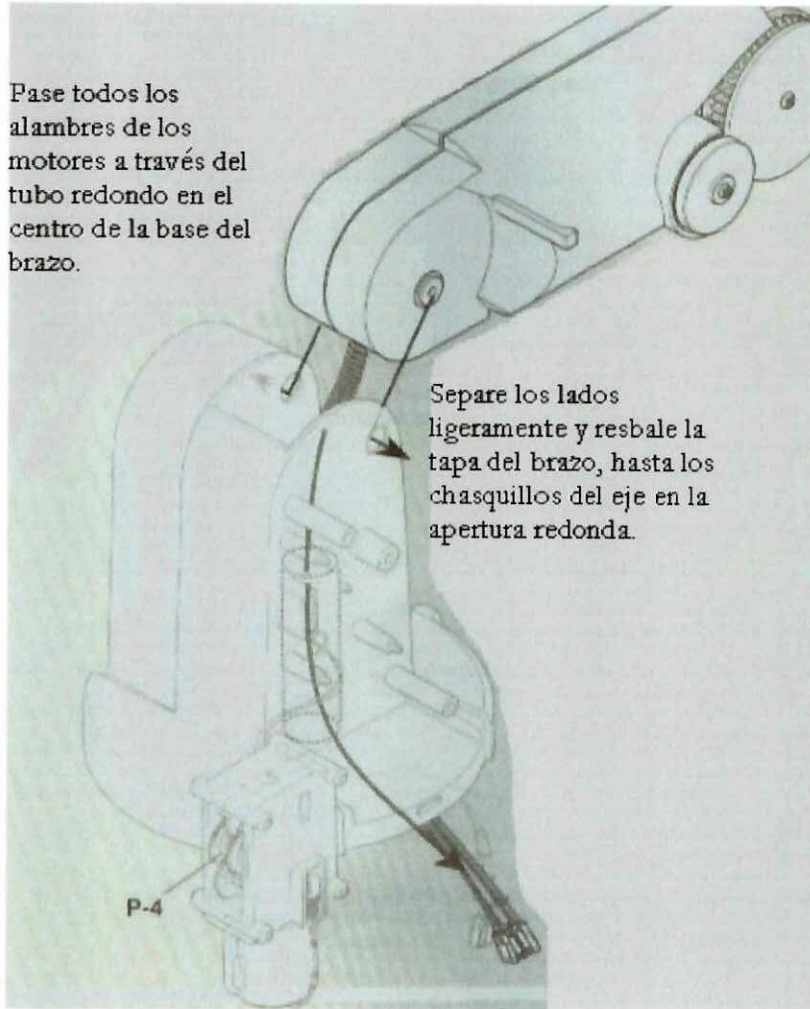
3.- Coloque el tablero lateral del panel B, a la base del brazo con los tornillos (M3X12) taladrando.



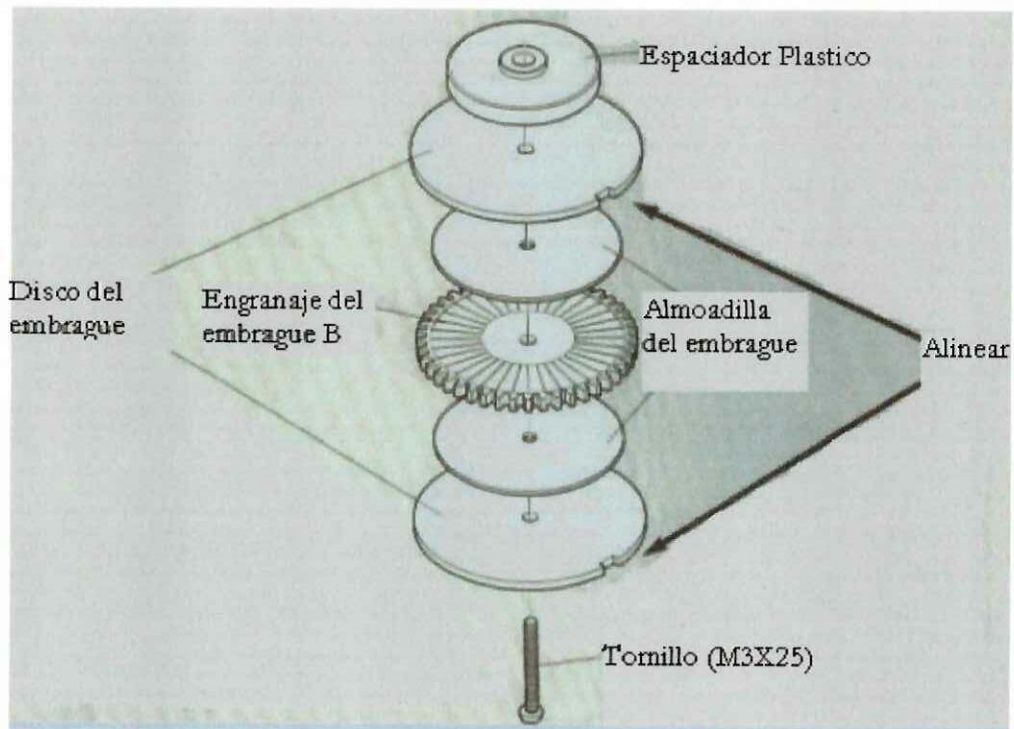
4.- Coloque la unidad de poder P-4, a la base de el brazo.



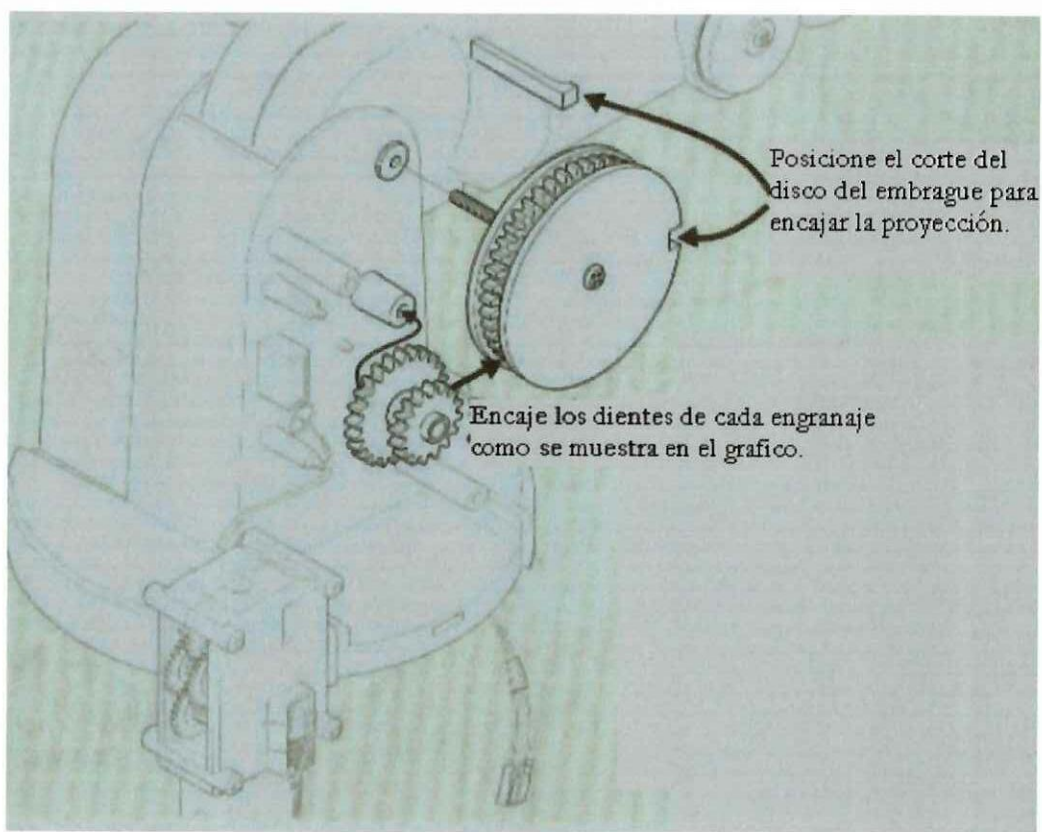
5.- Inserte el brazo y los alambres del brazo superior, a la base del brazo.



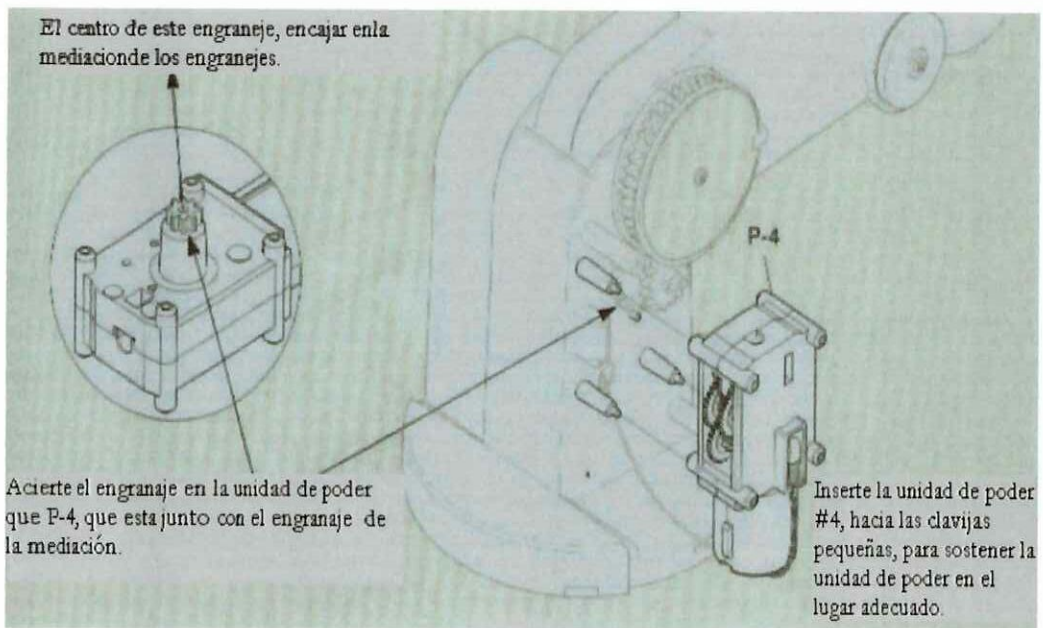
6.- Inserte el tornillo (M3X12) a través del disco del embrague, la almohadilla del embrague, el engranaje del embrague B y el espaciador plástico como esta ilustrado.



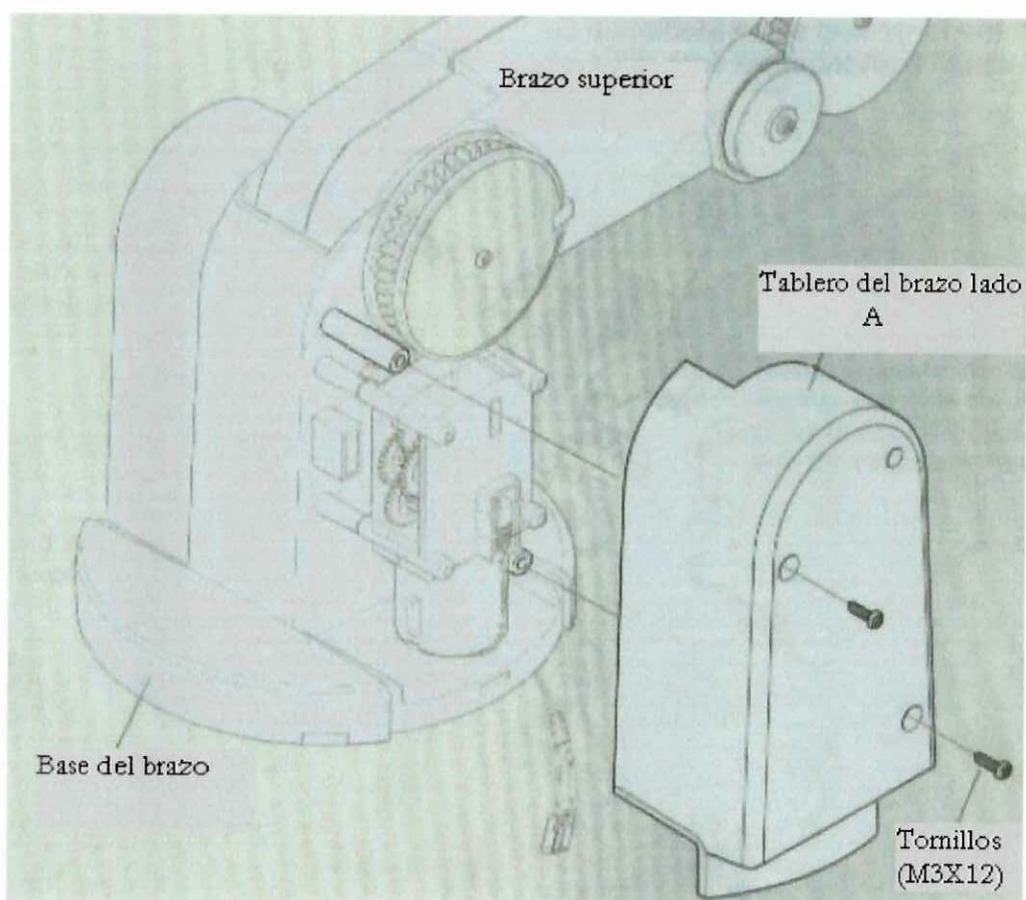
7.- Primero, una el embrague y la mediación engrana poniendo el disco de embrague de metal entre los engranes de la mediación, grandes y pequeños. Instale los dos juntos hacia la base del brazo.



8.- Coloque la unidad de poder P-4 a la base del brazo.

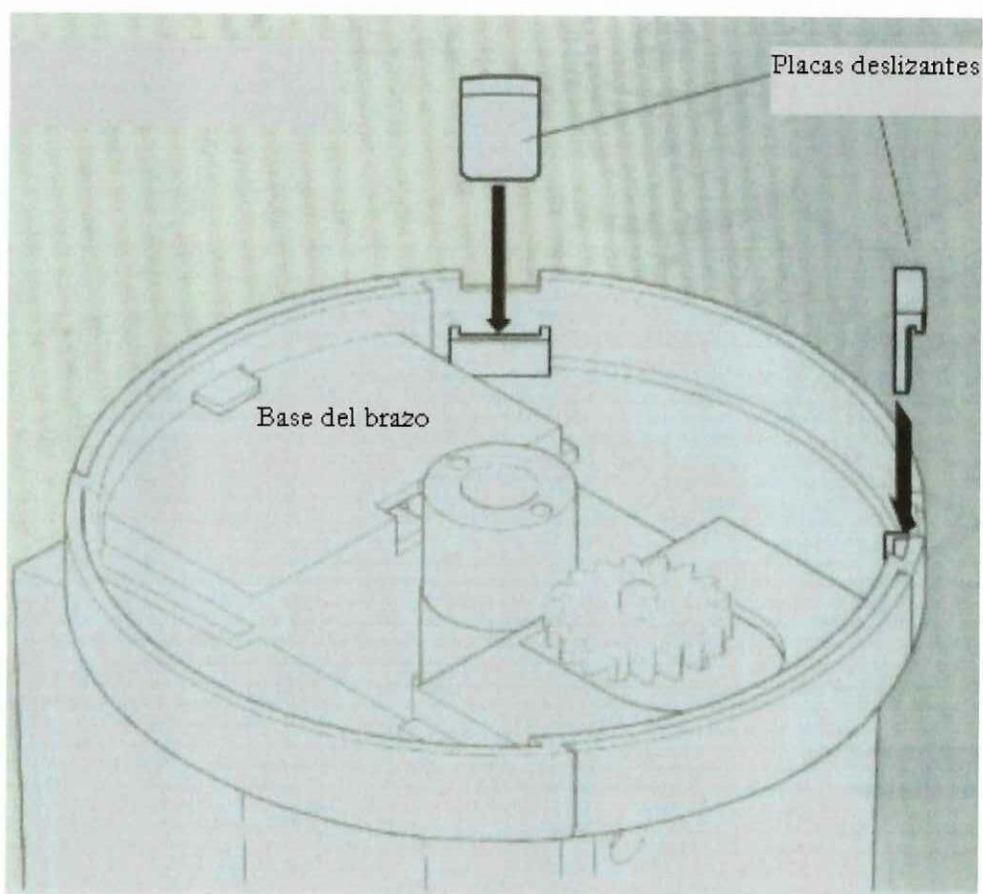


9.- Coloque el tablero lateral A bajo la base del brazo con los tornillos (M3X12) taladrando.

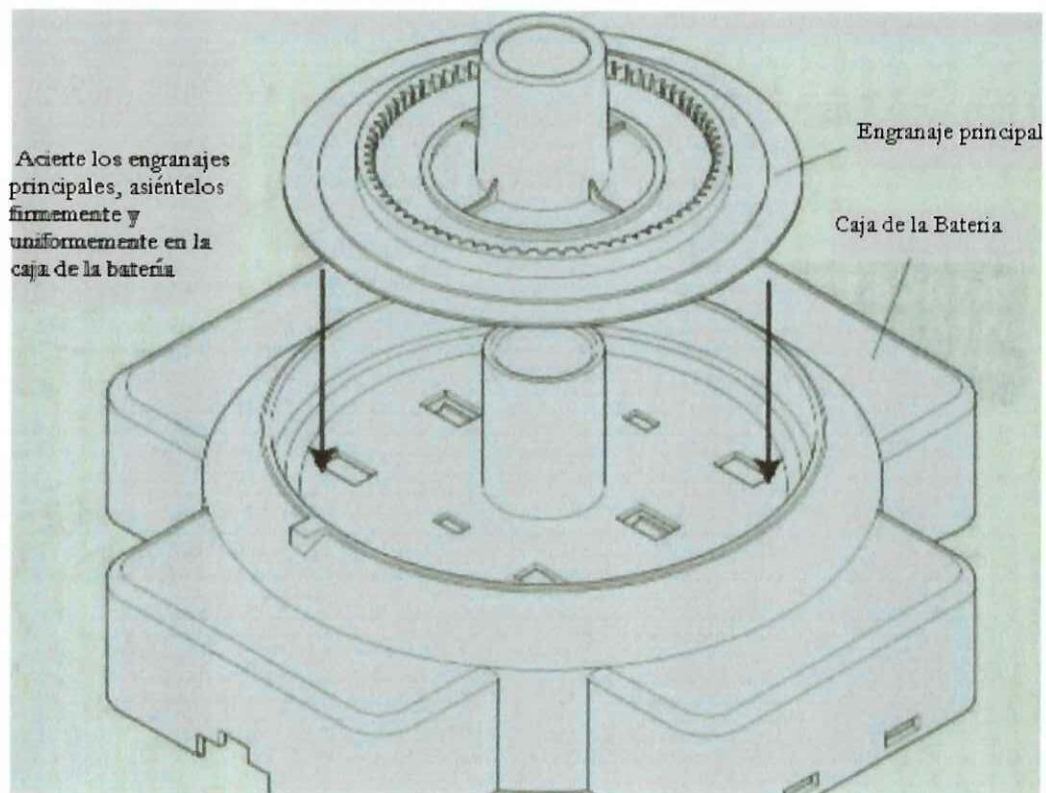


Montaje de la caja de batería

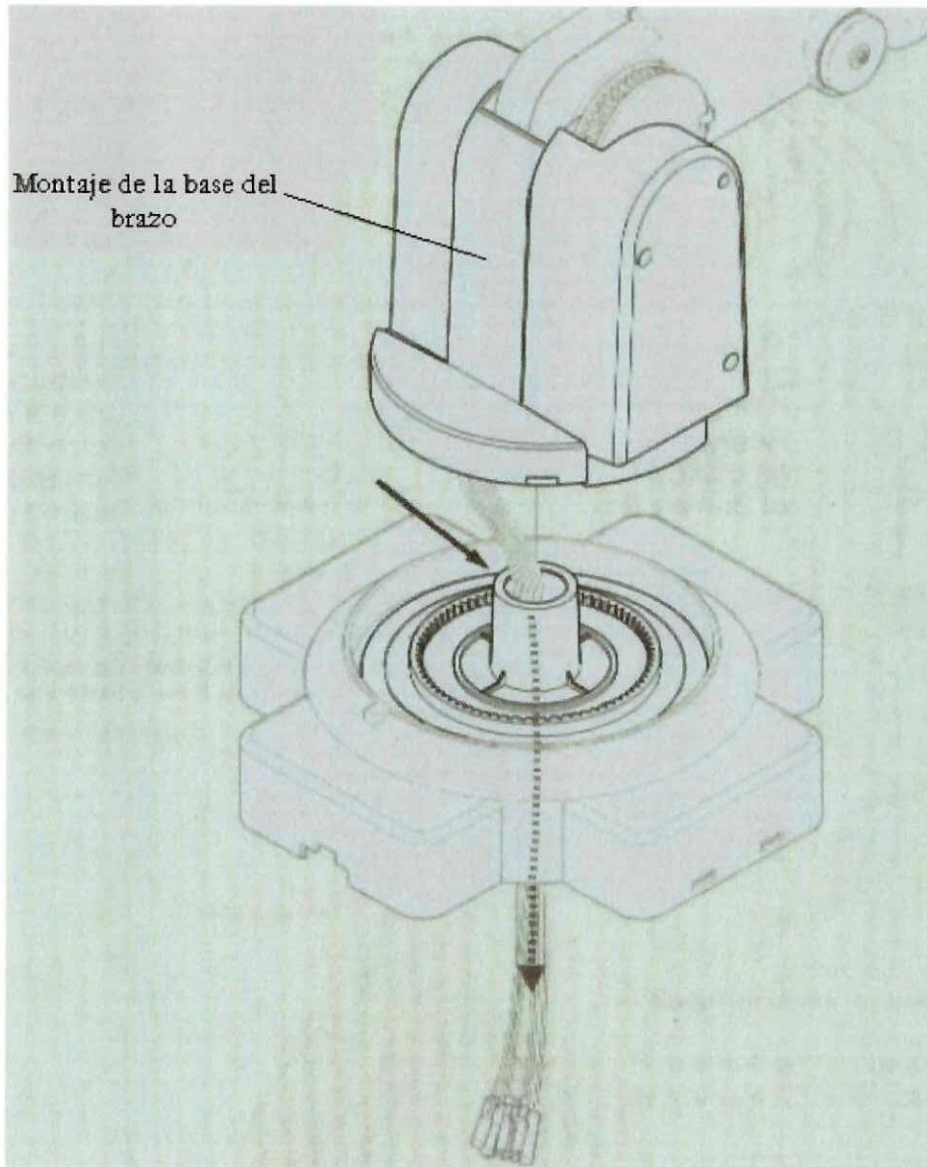
1.- Coloque hacia arriba la base del brazo e inserte las placas deslizantes como se muestra a continuación.



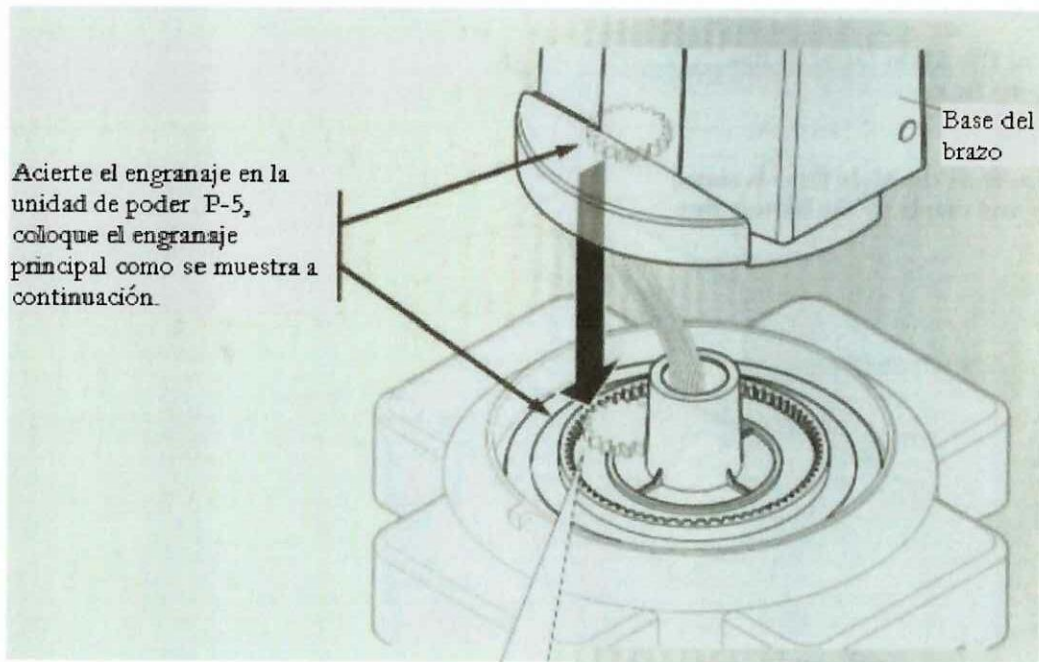
2.- Monte el engranaje principal a la caja de la batería.



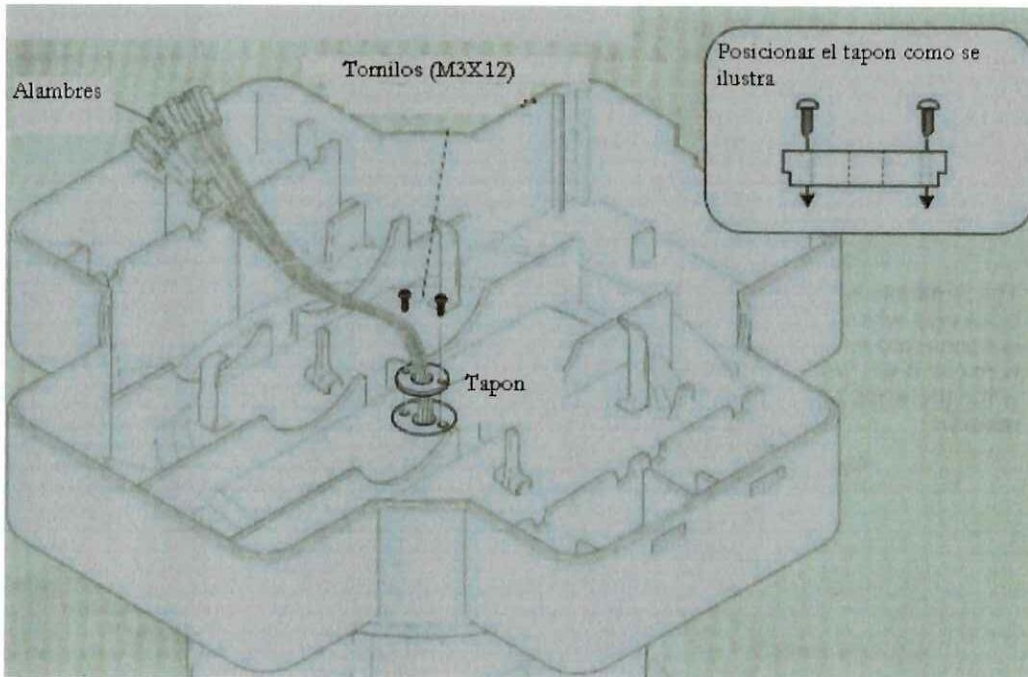
3.- Inserte los alambres de los motores (P-1..... P-5), a través de la apertura del tubo redondo como esta ilustrado.



4.- Monte la base del brazo a la caja de la batería.



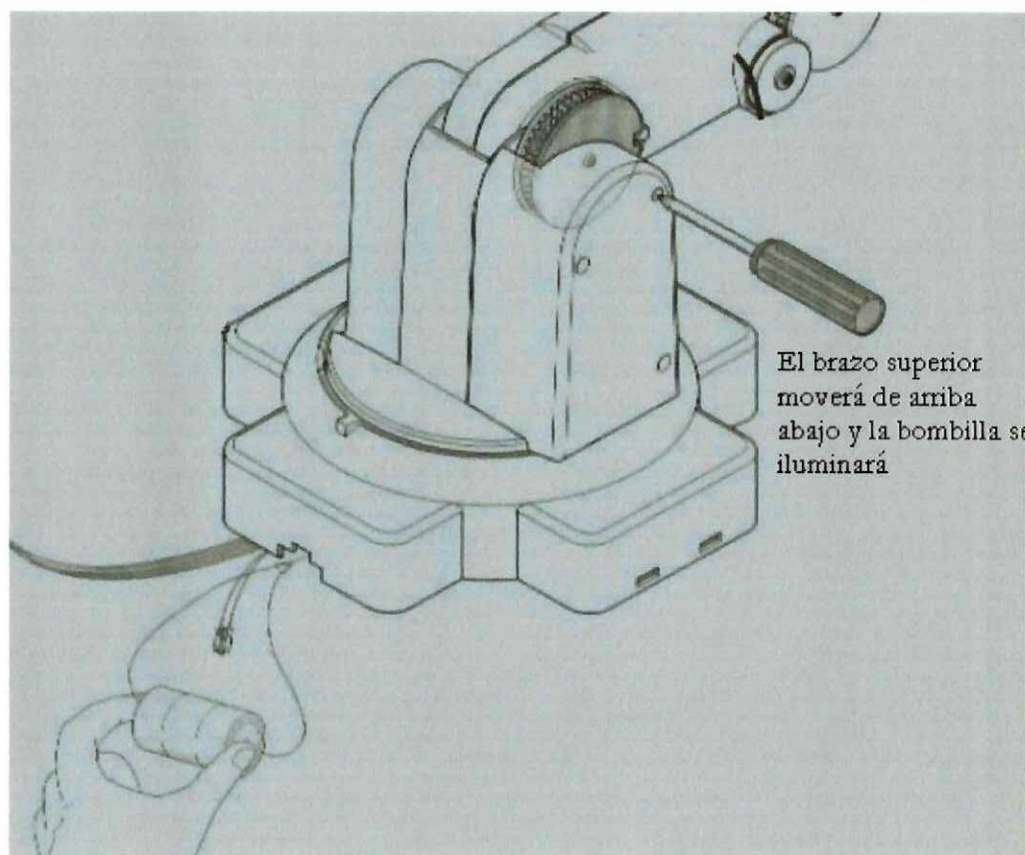
5.- Inserte todos los alambres a través del tapón y atorníllelo adelante.



6.- Conecte una pila (tamaño D) a la unidad de poder P-4, y verifique si realiza los movimientos correctos.

- ❖ El brazo superior subirá cuando el alambre verde se conecta al (-) y el alambre tomate al (+); bajará cuando los alambres se conectan en la marcha atrás.

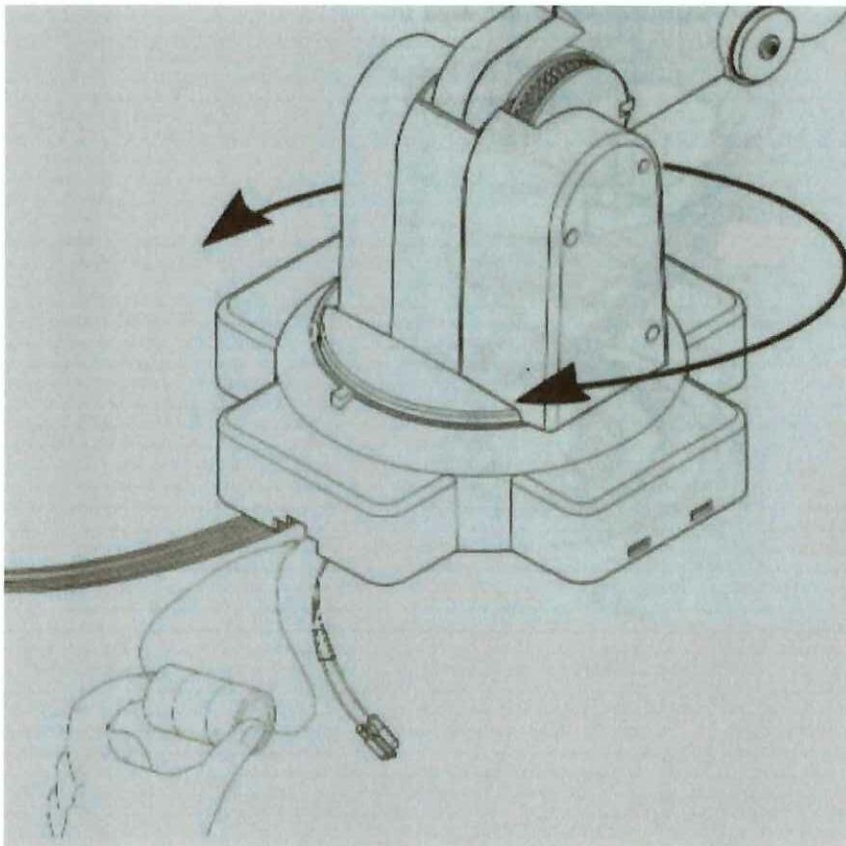
- ❖ Si el brazo superior no mueve fácilmente, aunque el motor está corriendo, intente apretar el tornillo ajustando de prueba para apretar el tornillo, también ajustando el embrague del hombro por los incrementos pequeños.



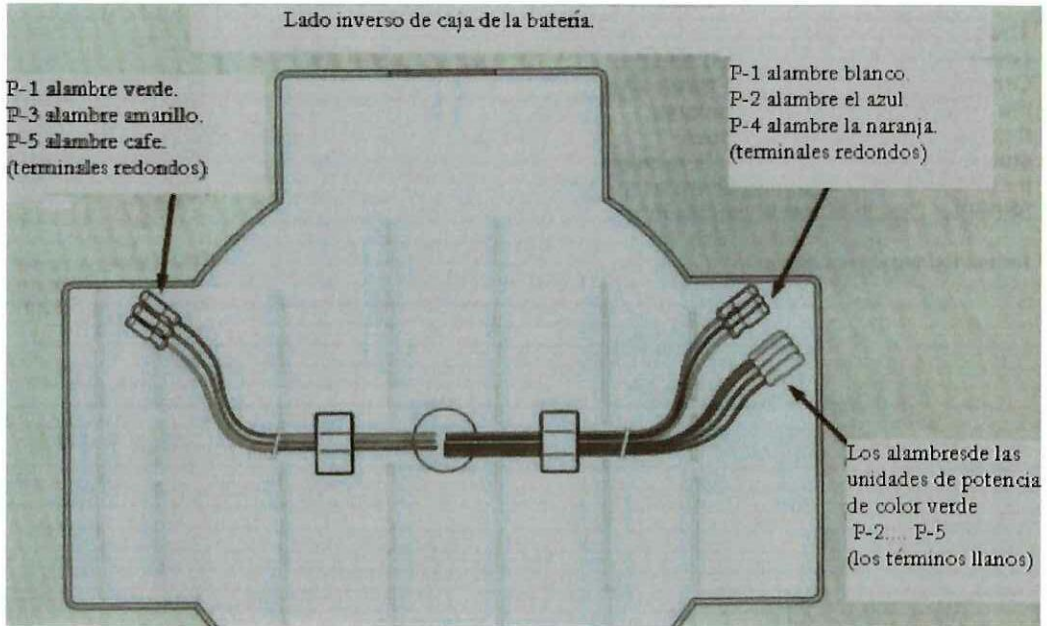
El brazo superior moverá de arriba abajo y la bombilla se iluminará

7.- conecte una pila (Tamaño D) a la unidad de potencia P-5, y verifique si realiza los movimientos correctos.

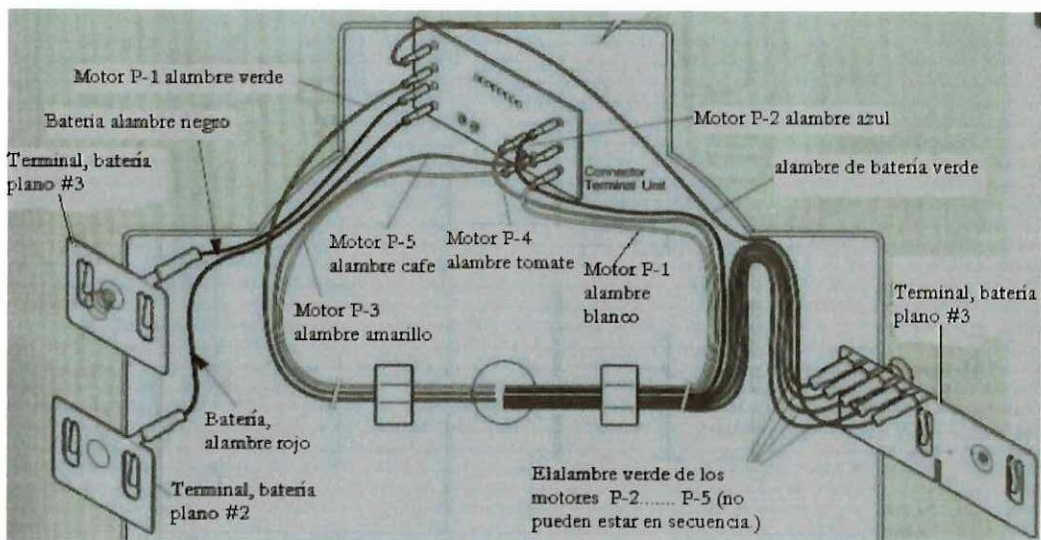
- ❖ La base del brazo se volverán lo opuesto - en el sentido de las agujas del reloj cuando el alambre verde se conecta a (-) y el alambre café (+); se volverá en el sentido de las agujas del reloj cuando los alambres se conectan en la marcha atrás.



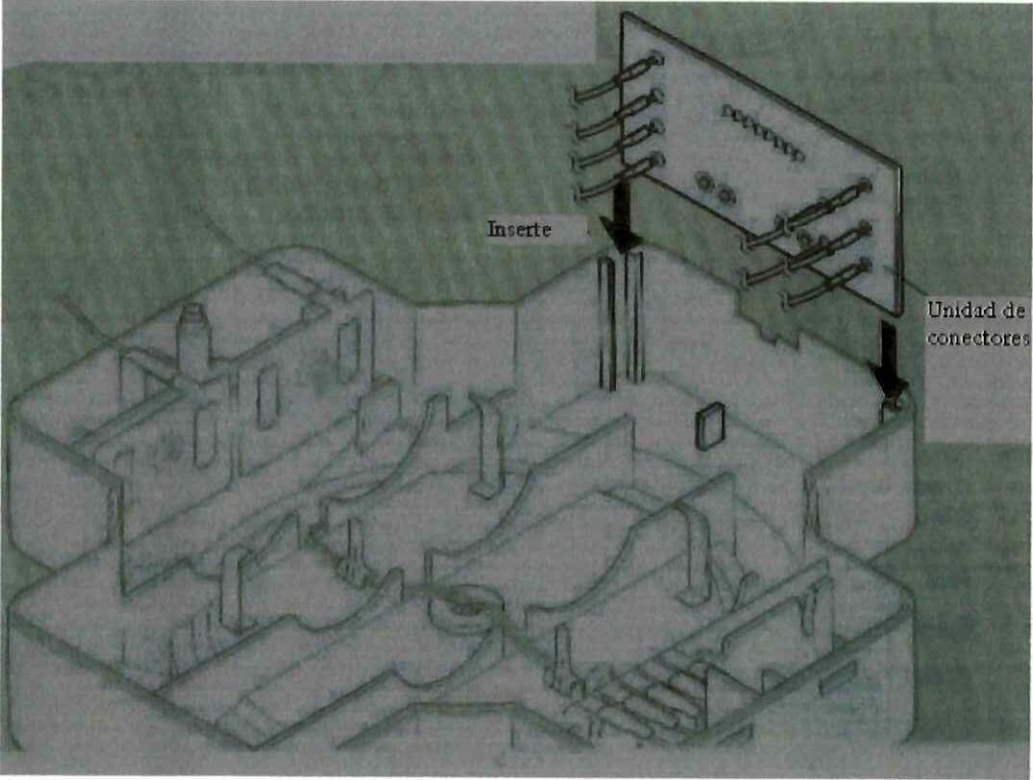
8.- Inserte los alambres a través del túnel-formado en la caja de la batería como se ilustra a continuación.



9.- Conecte cada alambre como se muestra a continuación.

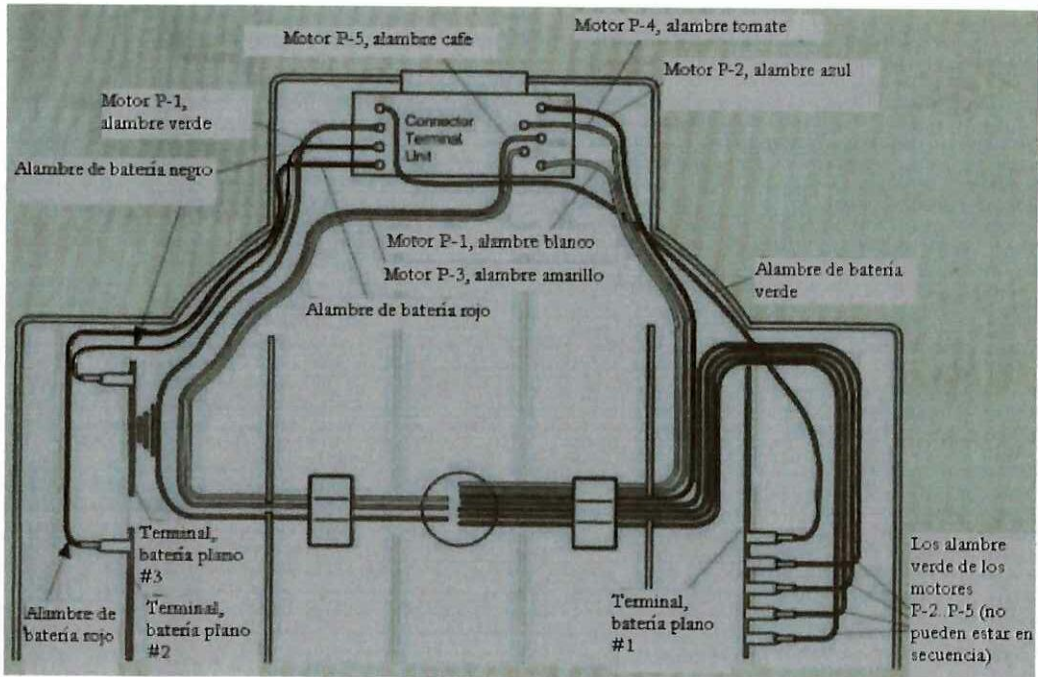


11.- Inserte la unidad de conectores, terminales en la caja de la batería como se ilustra.

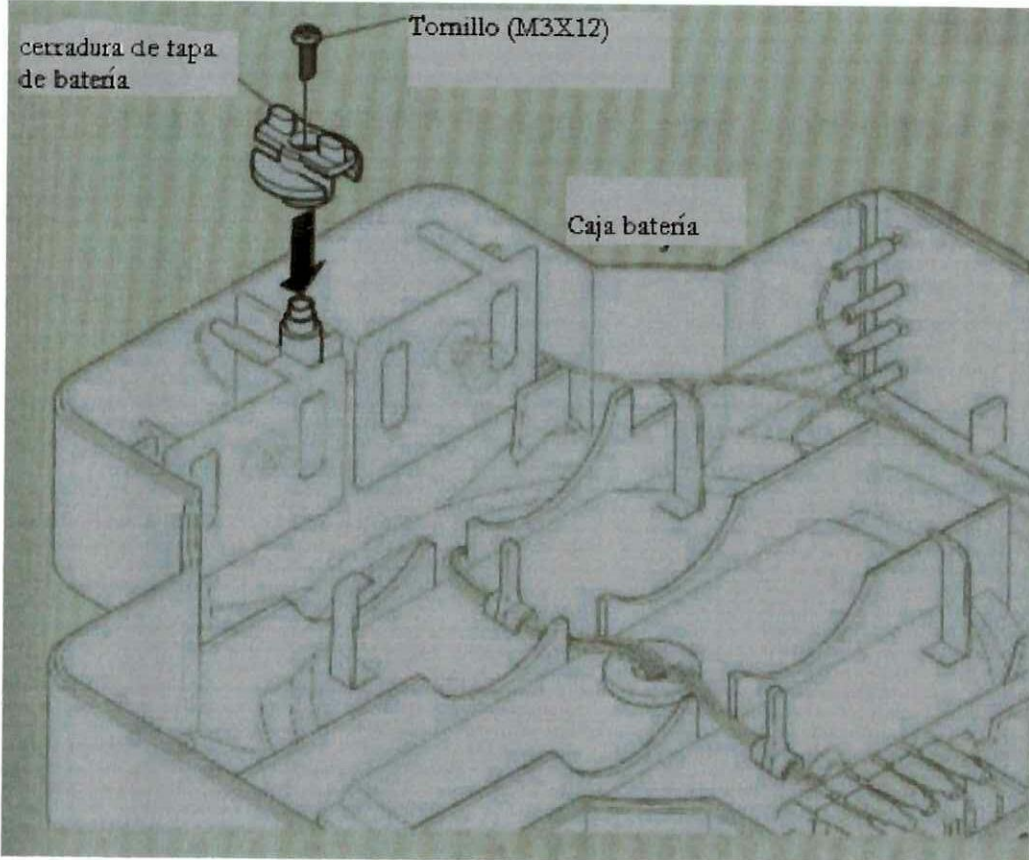


12.- Coloque los alambres como se muestra a continuación después de haber instalado en las placas de la batería.

❖ Los alambres se colocan de forma, que ellos no interfieran con las baterías.

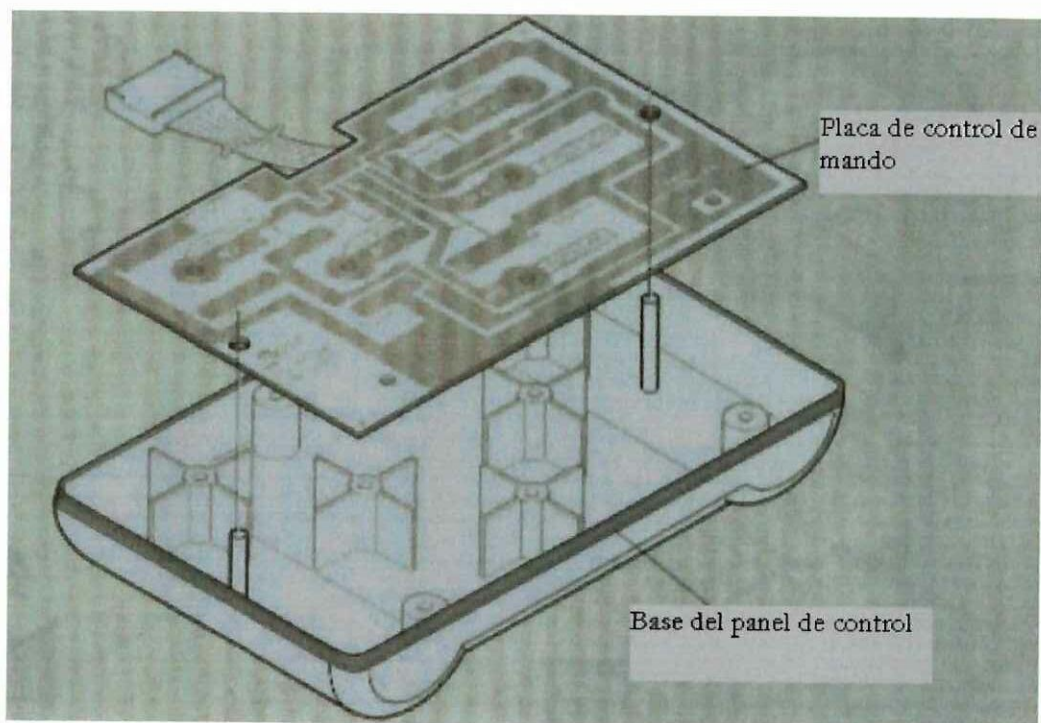


13.- Coloque la cerradura de tapa de batería, en la caja de la batería como se ilustra y sujete con el tornillo (M3X12) taladrando.

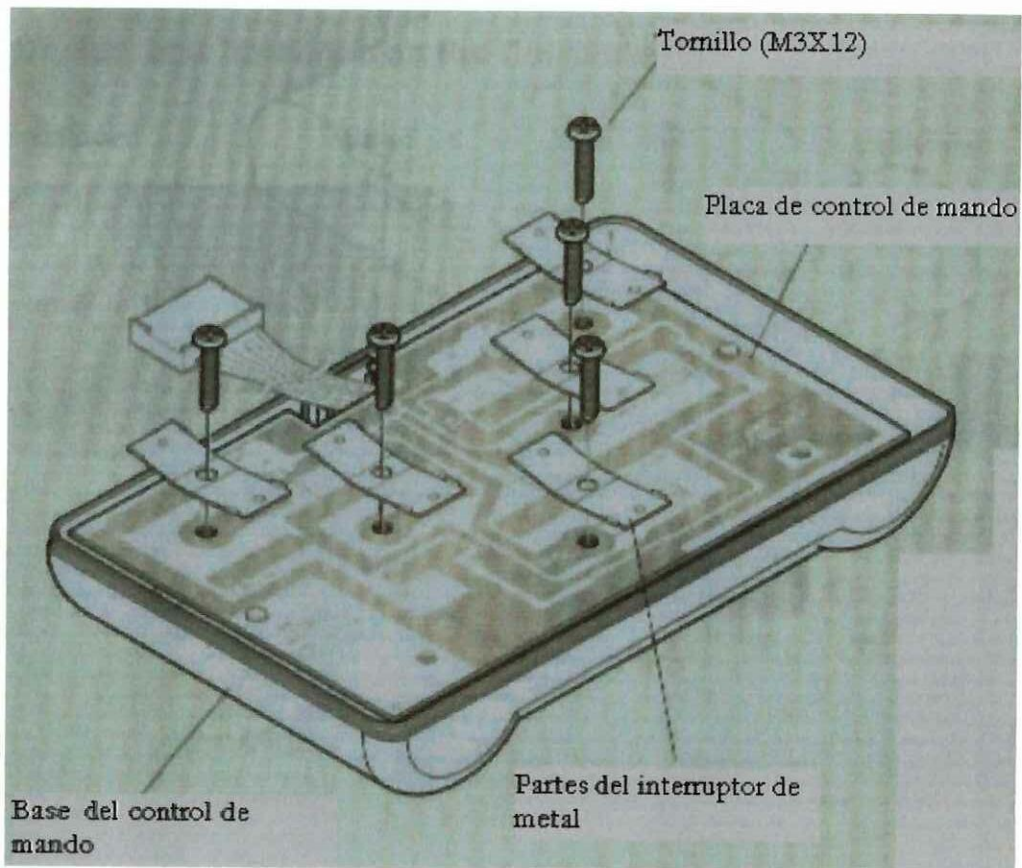


Montaje de la caja de control del teleoperador.

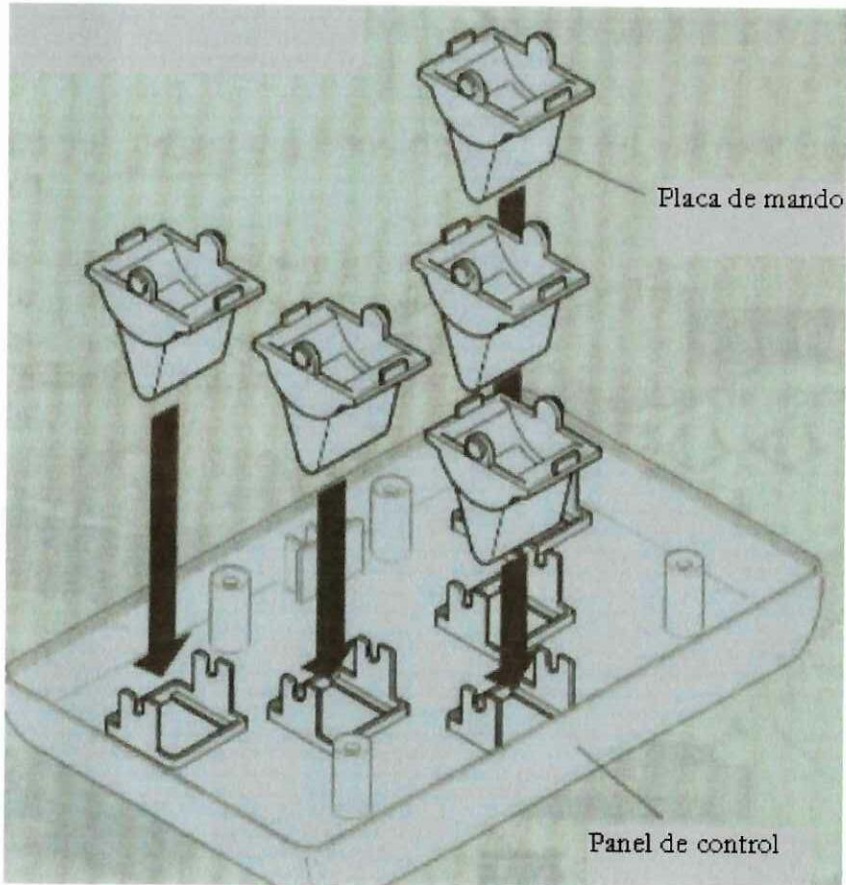
1.- Instale la placa de mando, en la base del panel de control, encajando ambos agujeros hacia los postes.



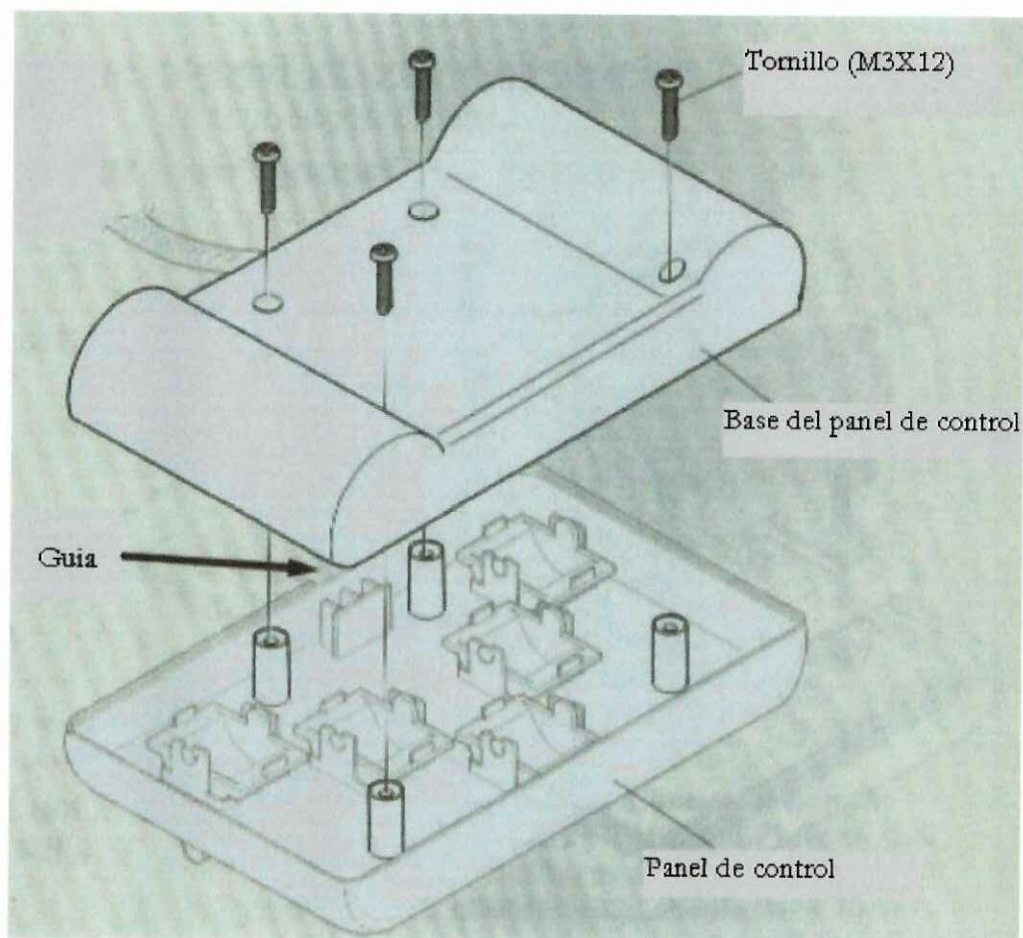
2.- Coloque las partes del interruptor de metal en la placa de control de mando, y asegure con los tornillos (M3X12) taladrando.



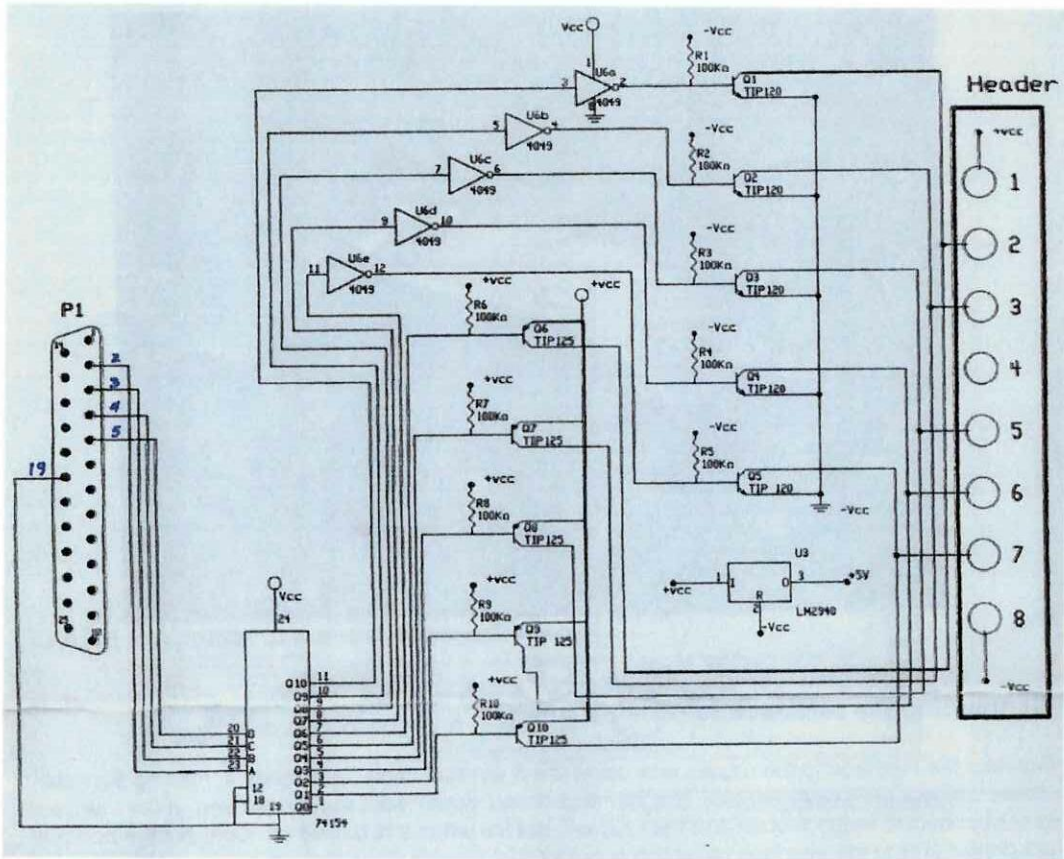
3.- Coloque las palancas del mando en el panel de control.



4.- Coloque la base del panel de control de instrucción, hacia el tablero de control y atornille con los tornillos (M3x12).



Colocación de los elementos.



INSTALACIÓN DEL HARDWARE

El primer pasó que debemos realizar, para el funcionamiento del brazo robótico debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. Conectamos el cable paralelo, que va desde la salida del puerto del computador hacia la interfase del brazo robot.



2. Luego conectamos el puerto paralelo con la interfaz del brazo robot de la siguiente manera:



- 3 Conectamos el bus de datos de la interfase con el brazo robot



- 4 Conectamos las fuentes de poder al brazo robot, según el diagrama siguiente. (las fuentes son de 3 voltios C.C. cada una).



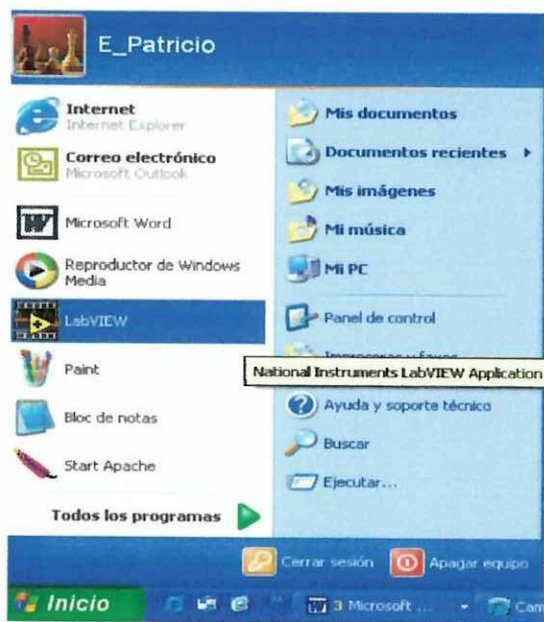
REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE

Para la instalación del software se requiere.

Un PC. De:

- ❖ Por lo menos Intel Pentium I de 233 Mhz, o superior
- ❖ 64 Mb de Memoria RAM
- ❖ Tarjeta SVGA 800*600 a 256 colores.
- ❖ Unidad de CD-ROM
- ❖ Monitor a color
- ❖ Teclado y Mouse
- ❖ Instalado Windows 98 o superior.
- ❖ Instalado LabVIEW 6.0, 6.i.

Para ingresar a LabVIEW, se da un clic en inicio, programas National Instruments LabVIEW 6.1



- ❖ Luego ingresamos a la pantalla de LabVIEW como se muestra en la siguiente figura.



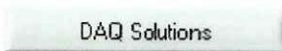
Esta pantalla contiene las siguientes opciones como detallamos a continuación:



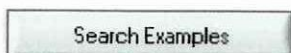
(Este icono), abre un nuevo Instrumento Virtual



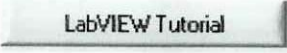
(Este icono), abre un Instrumento Virtual ya existente.



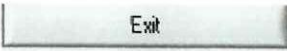
(Este icono), da soluciones de la tarjeta de adquisición.



(Este icono), busca ejemplos existentes dentro de LabVIEW.

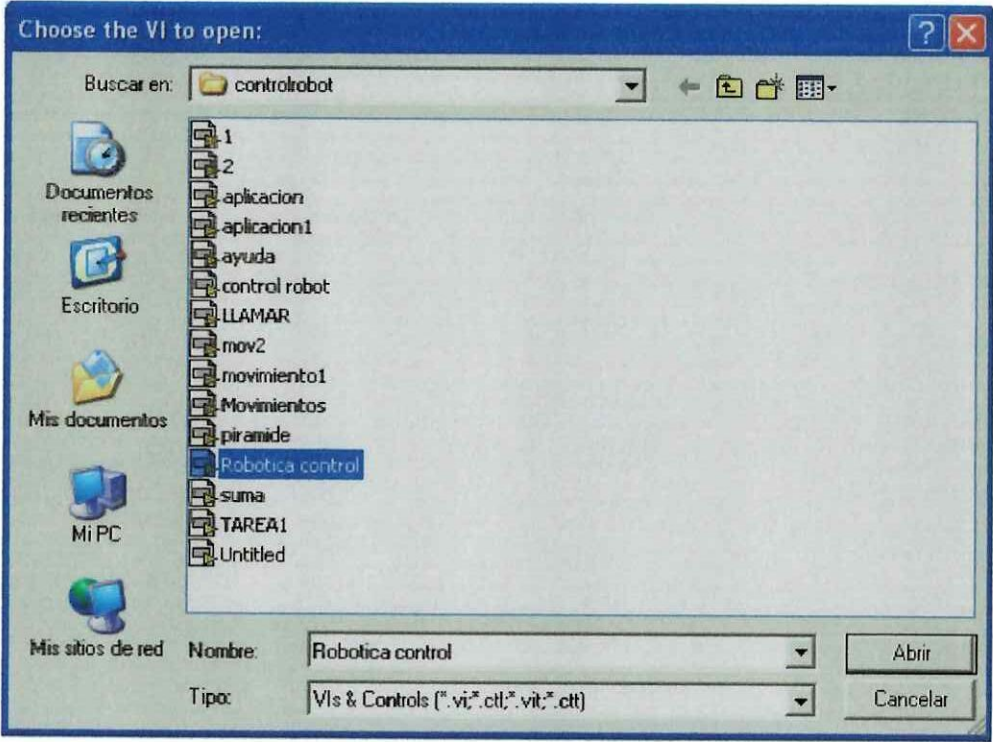


(Este icono), abre el tutorial de LabVIEW.

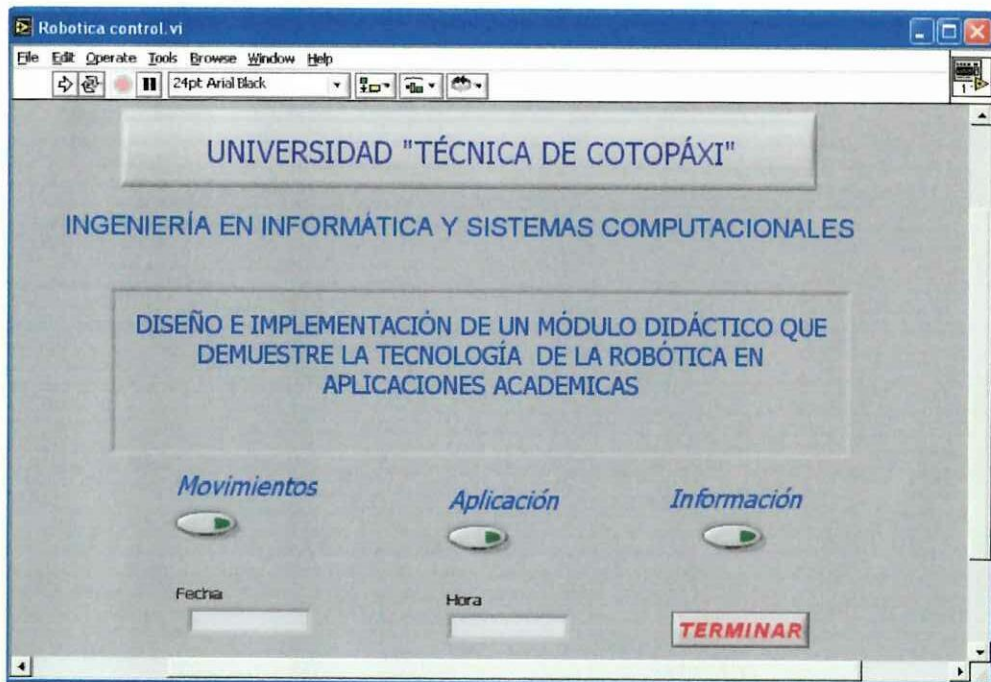


(Este icono), sale de LabVIEW.

Seleccionamos el botón Open VI para abrir el proyecto y escogemos Robótica control.



Luego de seleccionar Robótica control damos un clic en abrir y se nos ejecutara el panel frontal para la manipulación del brazo robot.



ANEXO 2: GUÍA DE PRÁCTICAS.

ROBÓTICA

GUÍA GENERAL DE PRÁCTICAS

BRAZO DEL ROBOT

Descripción de Prácticas de Robótica

Las prácticas a realizar pretenden mostrar los siguientes aspectos:

- ❖ Ensamblar el kit didáctico de un brazo robot
- ❖ Conectar el brazo robot con la interfase, para luego conectarlo con el ordenador.
- ❖ Control y automatización de tareas con el robot teleoperador.
- ❖ Planificación en entorno simulado.
- ❖ Automatización de procesos industriales con LabVIEW.
- ❖ Control y planificación de trayectorias en robots.

Las prácticas están distribuidas de forma que el alumno pueda asimilar las enseñanzas que se pretenden mostrar.

Control y automatización de tareas mediante el brazo robot.

La finalidad de esta guía es que el alumno programe un brazo robótico, siendo capaz de gestionar los movimientos básicos del mismo, para luego realizar distintas funciones del robot.

El alumno aprenderá los diferentes pasos que se siguen en programación de robots para manejo de maquinaria industrial.

En esta práctica se simulará la clasificación por parte del robot de partes.

Los objetivos son:

- ❖ Manejo de un Brazo robótico industrial.
- ❖ Programación en un lenguaje de programación orientado al manejo de circuitos electrónicos (LabVIEW).
- ❖ Gestión de diferentes tareas del robot mediante secuencia de pasos.

Los pasos a realizar son:

- ❖ Grabación de las posiciones del robot y manipulación del teleoperador, para determinar los grados de libertad.
- ❖ El alumno se debe familiarizar con el manejo del robot y con sus articulaciones.

Para ello se mueve el robot a cada una de las posiciones en las que debe situarse para realizar la tarea de clasificación y se memorizan.

Debe comprobar el efecto de variar la velocidad y despegue que optimicen la labor del robot.

Finalmente se debe reproducir la secuencia de movimientos para comprobar su correcta definición.

Todas estas funciones actúan mientras el alumno mantiene pulsado el control, y dejan de funcionar cuando se lo libera.

Se debe tener en cuenta que para realizar la secuencia de movimientos necesarios es conveniente modificar la velocidad de movimiento del robot en los tramos en los que no se corra ningún riesgo.

Nota. Toda esta guía general de práctica está desarrollada en el manual de usuario.

