

881217

**UNIVERSIDAD ANAHUAC** 5

ESCUELA DE INGENIERIA

Con estudios Incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México

Lej



**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN ROBOT PROGRAMABLE  
Y DIRIGIBLE A CONTROL REMOTO**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A N:**

**GINA PATRICIA REYES BEJAR**

**DAVID GONZALEZ GARCIA DE ALBA**

MEXICO D. F.

1992



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

OBJETIVO.

INTRODUCCION.

## CAPITULO I FUNDAMENTOS DE LA ROBOTICA.

- 1.1 Definición.
- 1.2 Terminología.
- 1.3 Estructura de un Robot.
  - 1.3.1 Sistema Mecánico.
  - 1.3.2 Actuadores.
  - 1.3.3 Sensores.
  - 1.3.4 Unidad de Control.
- 1.4 Clasificación de los Robots.
  - 1.4.1 Robots Personales.
  - 1.4.2 Robots Industriales.
    - 1.4.2.1 Robots de Secuencia Limitada.
    - 1.4.2.2 Robots de Tareas Programables.
    - 1.4.2.3 Robots de Uso General con Supervisión Humana.
    - 1.4.2.4 Robots Autónomos.
    - 1.4.2.5 Robots No Servo Controlados.
    - 1.4.2.6 Robots Servo Controlados.
    - 1.4.2.7 Robots con Desplazamiento de Paso a Paso.
    - 1.4.2.8 Robots con Trayectoria Continua.
- 1.5 Evolución y Futuro de los Robots.  
Bibliografía.

## CAPITULO II SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UN ROBOT.

- 2.1 Percepción en los Robots.
  - 2.1.1 Percepción Visual.

## I N D I C E

- 2.1.1.1 Elementos Utilizados en la Captación de Imágenes.
  - 2.1.2 Percepción Táctil.
  - 2.1.2.1 Elementos Utilizados en la Percepción Táctil.
  - 2.1.3 Percepción Acústica.
  - 2.2 Capacidad de Memoria.
  - 2.3 Tipos de Programación para Robots.
  - 2.4 Brazo y Mando Final.
  - 2.4.1 Libertad de Movimientos.
  - 2.4.2 Velocidad de Movimientos.
  - 2.4.3 Precisión de Movimientos.
  - 2.4.4 Capacidad de Carga.
  - 2.4.5 Mando Final.
- Bibliografía.

### CAPITULO III APLICACION Y SEGURIDAD DE LOS ROBOTS.

- 3.1 Algunas Aplicaciones de los Robots.
  - 3.2 Guía para la Aplicación de Robots.
  - 3.3 Guía de Seguridad para Robots Industriales.
  - 3.3.1 Seguridad Durante la Programación.
  - 3.3.2 Seguridad Durante la Operación.
  - 3.3.3 Seguridad Durante el Mantenimiento.
- Bibliografía.

### CAPITULO IV IMPACTO SOCIAL.

- 4.1 Impacto Social.
  - 4.2 Los Robots en la Actualidad.
- Bibliografía.

## I N D I C E

### CAPITULO V LOS ROBOTS EN LA INDUSTRIA.

- 5.1 Principales Fabricantes de Robots.
- 5.2 Factibilidad Económica de la Instalación de Robots.  
Bibliografía.

### CAPITULO VI TEORIA Y DISEÑO APLICADO AL PROTOTIPO.

- 6.1 Electrónica.
  - 6.1.1 Circuitos de Control.
    - 6.1.1.1 Circuito Transmisor Infrarrojo de Tonos.
    - 6.1.1.2 Circuito Receptor Infrarrojo de Tonos.
  - 6.1.2 Circuito Decodificador de Tonos.
  - 6.1.3 Circuito de Monoestables.
  - 6.1.4 Circuito de Memoria.
  - 6.1.5 Circuito Optoacoplador de Salidas.
  - 6.1.6 Circuito de Seguridad de Encendido.
  - 6.1.7 Circuito Generador de Tonos Pseudo-Aleatorios.
  - 6.1.8 Circuito de Luces Secuenciales.
  - 6.1.9 Circuito Indicador de Dirección de Motores.
  - 6.1.10 Circuito del Voltímetro Digital.
  - 6.1.11 Circuito Procesador de Palabras.
  - 6.1.12 Circuito de Arreglo de Relés de Motores de Impulso.
  - 6.1.13 Circuito de Arreglo de Relés de Motores del Brazo.
- 6.2 Piezas Mecánicas.
  - 6.2.1 Base para los Motores.
  - 6.2.2 Soportes del Motor.
  - 6.2.3 Ejes para los Motores.
  - 6.2.4 Soportes para el Eje del Motor.
  - 6.2.5 Tensores para las Bandas.

## I N D I C E

- 6.2.6 Base para la Batería.
- 6.2.7 Soportes para la Batería.
- 6.2.8 Poleas y Bandas.
- 6.2.9 Piezas del Cuerpo.
- 6.2.10 Pieza Soporte para el Brazo Tipo Industrial.
- 6.2.11 Pieza Soporte para la Cabeza.
- 6.2.12 Cabeza.
- 6.2.13 Brazo.

### CAPITULO VII PROTOTIPO.

- 7.1 Descripción y Construcción del Prototipo.
- 7.2 Instrucciones de Ensamble y Ajuste.
- 7.3 Manual de Funcionamiento.
- 7.4 Mantenimiento.

### CAPITULO VIII EVALUACION Y CONCLUSIONES.

- 8.1 Evaluación del Prototipo.
- 8.2 Conclusiones.

## OBJETIVO

El propósito de este trabajo es el de aplicar los conocimientos adquiridos durante los años de estudio contribuyendo al desarrollo tecnológico de la robótica en México, aportando ideas que muestren la factibilidad de desarrollar en México esta tecnología. Para cumplir con lo anterior, hemos elegido diseñar y construir un aparato electromecánico móvil y programable conocido como Robot o Automata. En el presente trabajo se utilizará la primera denominación.

El Robot que hemos elegido será capaz de asir, presionar o tirar de objetos por medio de un brazo telescópico con tenaza, de desplazarse por medio de dos bandas dentadas tipo oruga y de repetir una secuencia de movimientos previamente programados, así como de ser controlado a control remoto vía luz infrarroja o control remoto vía cable. También será capaz de generar sonidos y de comunicarse con el mundo exterior por medio de sus indicadores.

Este trabajo consta de tres partes esenciales. La primera en la que se da una definición de lo que se debe entender por Robot, su terminología, su clasificación y su evolución. Asimismo, se explica para que se utilizan actualmente y sobre todo el impacto social que provocan.

La segunda, en la que se diseñan y elaboran los circuitos y piezas mecánicas necesarias, en base a las posibilidades económicas personales y las limitantes en la obtención de componentes en México.

Y la tercera y última parte, en la cual se ensamblan las piezas ya elaboradas para formar el prototipo, haciendo los ajustes necesarios para un buen funcionamiento del mismo.

## INTRODUCCION

Mencionando la palabra ROBOT, la mayoría de las personas visualizan una curiosa máquina de metal con cabeza, brazos y piernas emitiendo luces y ruidos intermitentes. Los Robots industriales contemporáneos, difícilmente caben dentro de esta imagen; son descritos con más exactitud por sus fabricantes como brazos mecánicos capaces de tener un rango de movimientos con varios grados de libertad.

Los Robots actuales pueden ser programados para efectuar una variedad de funciones con alto grado de precisión. En el desarrollo tecnológico se han efectuado impresionantes adelantos como, robots que utilizan minicomputadoras y cámaras digitales para distinguir partes diferentes dentro de una línea de ensamble.

La población mundial de Robots está creciendo, y los que se fabrican no pueden satisfacer la demanda. El tiempo de espera para la entrega de un Robot ha obligado a algunas compañías a diseñar, producir, programar e instalar sus propios Robots. Algunas más están diseñando y fabricando su propio equipo robótico porque fueron incapaces de comprar un Robot que pudiera efectuar funciones especiales y peculiares de sus industrias; y otras optan por la producción en casa, para protegerse de copias.

No existe duda de que la industria de los Robots está creciendo de una manera impresionante. Un estudio de la Sociedad Americana de Ingenieros Manufactureros y de la Universidad de Michigan estima que:

- \* Para 1985, el 20% del trabajo en el ensamble final de Automóviles será reemplazado por automatización;
- \* Para 1987, el 15% de todos los sistemas de ensamble usarán tecnología robótica;
- \* Para 1988, el 50% del trabajo en el ensamble de pequeños componentes será reemplazado por la automatización, y
- \* Para 1990, el desarrollo en técnicas sensoriales permitirá a los robots aproximarse a la capacidad humana de ensamble.

Claramente, los gerentes de producción y operaciones tendrán que enfrentar este repentino crecimiento en la tecnología de los robots y sus aplicaciones. Los gerentes tendrán que evaluar todos los aspectos de los sistemas de manufactura en relación a la incrementada rentabilidad de los robots.



## INTRODUCCION

Algunas de las preguntas que tendrán que analizar los gerentes para determinar si los robots son o no apropiados para sus compañías son: ¿Cuál será el efecto total en la compañía? ¿Cuál será el impacto social en la fuerza de trabajo? ¿Qué funciones desarrollarán los robots? Estas preguntas son algunas de las que se tratarán de analizar y contestar en este trabajo. [1]

## CAPITULO I

## 1.1 DEFINICION

Fue en Praga, Checoslovaquia donde Karel Capek's en 1920 introdujo la palabra ROBOT en su drama RUR ( Rossun's Universal Robots ). Dicha palabra se deriva de una expresi3n checa "ROBOTA" que implica la calidad de esclavitud a trabajos forzados. Actualmente se ha cambiado el sentido de esta palabra; el Instituto de Rob3tica de Am3rica define un robot como "Manipulador Multifuncional Programable destinado a mover materiales, partes, instrumentos o artefactos, a trav3s de movimientos variables programados para la ejecuci3n de diversas tareas".[2][3][4][5]

Aceptar una definici3n de este tipo obliga a recalificar a un buen n3mero de m3quinas autom3ticas, desplaz3ndolas de la categor3a de robots que fabricantes y usuarios les otorgan en raz3n de su automatismo, pero sin atender a su programabilidad. A lo anterior se puede sumar el hecho de que un robot se diferencia de equipos autom3ticos, sofisticados, generales y de prop3sitos especiales en que reemplaza directamente a personas.[2]

Cabe mencionar la distincion que se hace a lo que se denomina Robot Industrial, "M3quina de prop3sito general, programable que posee ciertas caracteristicas antropom3rficas". Su caracteristica humana m3s obvia es un brazo. Este Brazo, combinado con la capacidad de ser programado, lo hace ideal para una gran cantidad de tareas como movimiento de partes, cargar y descargar m3quinas, pintar por rociado, soldar, etc.[5]

Existen los Robots Personales, los cuales tambi3n son llamados Robots Caseros por ser m3quinas no construidas con el prop3sito de ser utilizadas en la industria. Este tipo de robot es una m3quina "jugueta" que en la actualidad est3 siendo utilizada con fines did3cticos y de experimentaci3n.

En la figura 1, se presenta el diagrama funcional generalizado de un robot. En 3l pueden distinguirse las siguientes cuatro partes que ser3n vistas con mayor detalle.[2]

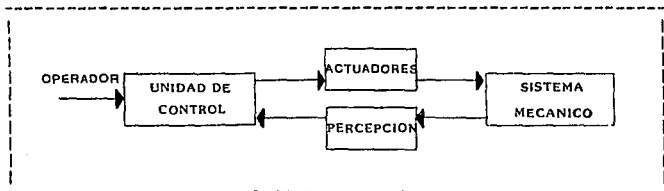


Figura 1. Diagrama Funcional.

## 1.1 DEFINICION

- a) Sistema de Percepción.
- b) Sistema Actuador.
- c) Unidad de Control.
- d) Sistema Mecánico.

## 1.2 TERMINOLOGIA

Entre los mayores obstáculos para los ingenieros que intentan comprender la tecnología de los robots está la falta de familiaridad con la terminología robótica.

Supóngase, por ejemplo, que usted tiene que planear un área de trabajo y herramientas para un trabajador humano que ejecutará una cierta tarea. A usted se le ha dicho que el trabajador (debido a la naturaleza de la tarea) deberá tener por lo menos 180 cm. de altura y ser de constitución musculosa. Entonces usted podrá designar el área de trabajo y diseñar la herramienta.

Ahora considere la diferencia si a usted se le hubiera dicho que el trabajador es un robot servo-controlado, paso a paso, un brazo con 6 grados de libertad, coordenadas cilíndricas, con un alcance horizontal de 150 cm. y una memoria de acceso aleatorio. Tendrá usted una imagen mental de este trabajador, como usted la tendría del trabajador humano? probablemente no.

El área de trabajo se deberá establecer considerando el alcance del brazo articulado de la misma manera que para el trabajador humano como se muestra en la figura 2.

El proyecto para designar un área de trabajo para un trabajador humano no es muy diferente básicamente del designado para trabajadores robots. La diferencia real es que los trabajadores robots son más fuertes, más precisos y más dependientes, y se les pueden dar capacidades físicas y mentales superiores a las de los trabajadores humanos.[6]

Como en otros campos de la tecnología, la robótica ha originado algunos términos especiales. Los robots industriales tienen 3 elementos básicos: el manipulador, la fuente de poder y el controlador. Algunos robots tienen estos tres elementos en una misma unidad estructural. Otros tienen los tres elementos como tres unidades separadas. Estos términos utilizados para robots industriales también se aplican a los robots personales.[7]

\*El Manipulador es la unidad mecánica que efectúa el trabajo; se le denomina frecuentemente como "brazo".

\*La Fuente de Poder es la que provee la fuerza. Existen 3 tipos: hidráulico, eléctrico y neumático.

\*El Controlador es el cerebro que recuerda las tareas y controla los movimientos. Su rango de complejidad va desde la simple lógica hasta la minicomputadora.

El manipulador, la fuente de poder y el controlador son partes integrales de un robot. El manipulador se denomina frecuentemente como brazo porque es solo eso; no tiene una mano. La mano se la adiciona después y es diseñada para cada tarea específica.

## 1.2 TERMINOLOGIA

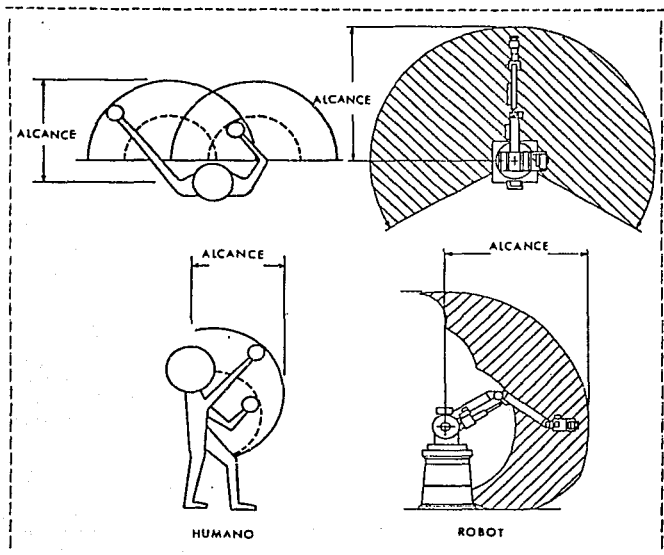


Figura 2. Área de Trabajo de un Humano y un Robot.

En unión con el cerebro, deben de existir dispositivos de retroalimentación (sensores y otros dispositivos) que le comunican al controlador lo que está pasando en los alrededores del robot. El robot por sí mismo no puede ver, oír o sentir; por lo tanto esos sentidos se le deben proveer a través de dispositivos externos.

Cada robot tiene capacidades distintivas de alcance, movimiento y carga. Todos los puntos en el espacio que puede tocar con el mando final montado en el brazo, forman su área de trabajo. La figura 3 ilustra los tres tipos básicos de áreas de trabajo para robots industriales.

La cantidad de peso que un robot puede levantar se define como su capacidad de carga. Esta capacidad incluye el peso de la mano (algunas veces llamada mando final o herramienta del brazo). La capacidad de carga varía de acuerdo a los tipos de articulaciones y velocidad del manipulador.

## 1.2 TERMINOLOGÍA

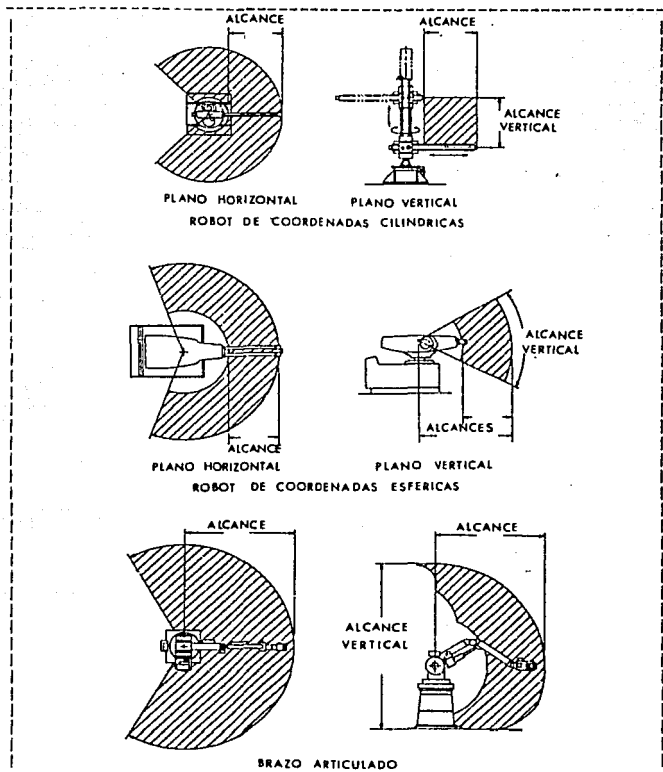


Figura 3. Areas de Trabajo.

Los ejes de movimiento o grados de libertad simplemente indican los movimientos que el robot puede efectuar en su manipulador y base. Los ejes principales de movimiento se muestran en la figura 4.

## 1.2 TERMINOLOGIA

Un robot de coordenadas cilíndricas tiene una barra horizontal que se desplaza sobre ese eje y a la vez, hacia arriba y hacia abajo sobre un eje vertical que a su vez rota con respecto a la base que se encuentra fija.

Un robot de coordenadas esféricas tiene una barra que se desplaza hacia adentro y hacia afuera y es levantado y bajado con una trayectoria angular y rotando con respecto a la base.

Un robot articulado trabaja de manera similar a un arreglo de brazo, codo y hombro humano.

La mayoría de los robots tienen 6 ejes de movimiento o grados de libertad. Si se coloca al robot sobre correderas transversales, se agrega un séptimo eje. [6]

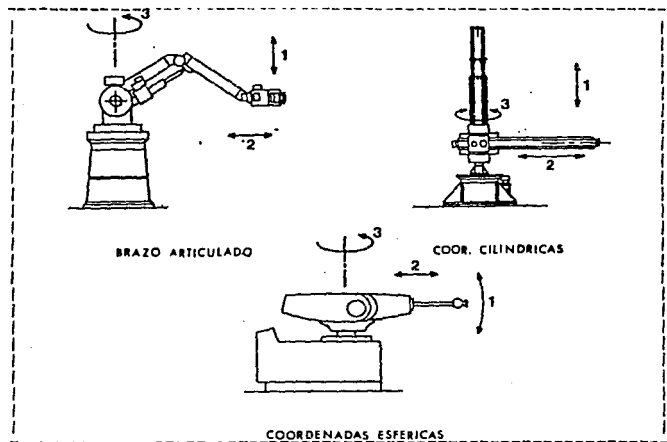


Figura 4. Ejes Principales de Movimiento.



### 1.3 ESTRUCTURA DE UN ROBOT

Los robots presentan estructuras muy diversas, según el tipo de aplicaciones a que estén destinados. Pero en cualquier caso constan de cuatro partes bien diferenciadas, Sistema Mecánico, Actuadores, Sensores y Unidad de Control, y que en mayor o menor grado integran cualquier tipo de robot.

#### 1.3.1 SISTEMA MECANICO

El sistema mecánico de un robot es el esqueleto del equipo que en general estará constituido por uno o más manipuladores (sistema brazo/mano) que pueden estar instalados sobre un sistema de traslación o de giro.

El manipulador toma generalmente la forma de un conjunto de elementos rígidos, que permiten rotaciones o desplazamientos entre sí. El número de grados de libertad del elemento terminal con respecto a la base considerada fija, determina la operatividad del conjunto.

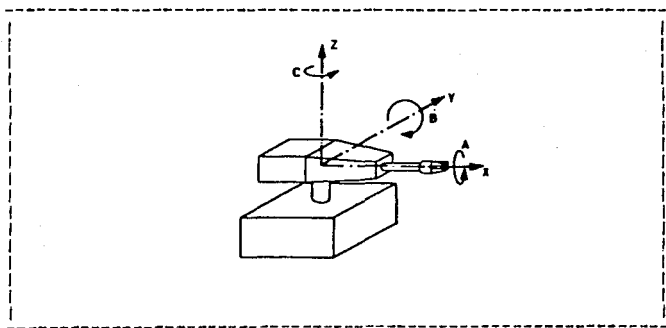


Figura 5.

### 1.3 ESTRUCTURA DE UN ROBOT

Para poder situar un objeto en el espacio de forma totalmente específica, se precisa un mínimo de seis grados de libertad: 3 coordenadas de traslación, para el posicionamiento del objeto, y 3 ejes de rotación para su orientación, como se muestra en la figura 5.

Los grados de libertad que superan este número reciben el nombre de grados de "maniobrabilidad". Un ejemplo es el presentado en la figura 6, que muestra un manipulador con 2 grados de maniobrabilidad, suficientes para salvar ciertos obstáculos.

Los movimientos de posición posibles (o movimientos primarios) determinan el espacio básico de trabajo, en tanto que los de orientación (o movimientos secundarios) definen el espacio suplementario de trabajo. Para una geometría concreta o supuesta una base fija, el área básica de trabajo queda descrita por el extremo móvil del manipulador. En la figura 7 se presentan 3 configuraciones distintas según se utilicen

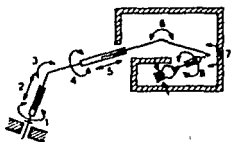


Figura 6.

### 1.3 ESTRUCTURA DE UN ROBOT

coordenadas polares, cilíndricas o cartesianas para los movimientos del brazo.

En general, las articulaciones deben accionarse y controlarse individualmente. Las más convenientes son las de tipo telescópico y las de revolución. Los manipuladores con todas las articulaciones del tipo de revolución son los más fáciles de construir; sin embargo, presentan inercias de rotación elevadas que son muy difíciles de compensar.

Para un área de trabajo determinada, las estructuras mínimas son las que cuentan con una o dos articulaciones telescópicas. Asimismo, estas estructuras permiten un mayor espacio de trabajo para un mismo tamaño de manipulador. Los tiempos de respuesta son también menores puesto que los desplazamientos por articulación, necesarios para que el extremo móvil alcance

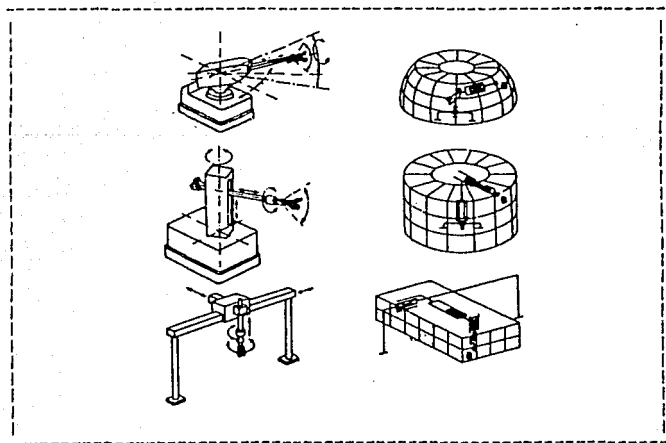


Figura 7.

### 1.3 ESTRUCTURA DE UN ROBOT

una posición determinada, son más pequeños.

Por este motivo, la mayoría de los modelos comercializados utilizan la estructura de coordenadas cilíndricas, dos movimientos de traslación y uno de rotación con uno o dos movimientos secundarios, constituyendo manipuladores de 4 o 5 grados de libertad.

#### 1.3.2 ACTUADORES

Cada uno de los movimientos de la estructura mecánica de un robot, se debe a la acción de los actuadores de que está dotado.

Estos actuadores utilizados pueden ser de tipo eléctrico hidráulico, o neumático.

En la tabla 1 aparecen los actuadores más utilizados en los robots industriales, con sus principales características.

Los actuadores más utilizados actualmente son los hidráulicos, por su buena relación potencia/peso, y los motores paso a paso que permiten efectuar la medida de los desplazamientos efectuados, sin necesidad de disponer de captadores, controlando el número de impulsos de alimentación suministrados.

#### 1.3.3 SENSORES

Pueden distinguirse dos tipos de sensores: sensores que informan del estado del propio sistema y sensores que lo hacen acerca del estado del entorno. Las magnitudes medidas por los primeros, se refieren generalmente a la fuerza ejercida por un

ACTUADORES	CARACTERISTICAS
<b>ELECTRICOS:</b>	
Motores C.C.	Potencia Elevada. Fácil Regulación.
Motores A.C.	Bajo Costo.
Mot. Paso a Paso	Posibilidad de Medición del Angulo Girado sin Utilizar Sensores.
<b>HIDRAULICOS:</b>	
Mot. Hidráulicos	Economía. Facilidad de Regulación.
Cil. Hidráulicos	Elevada Potencia. Simplicidad Mec.
<b>NEUMATICOS:</b>	
Cil. Neumáticos	Economía (Apto para Mov. Punto a Punto)

Tabla 1. Actuadores mas Utilizados y sus Características.

### 1.3 ESTRUCTURA DE UN ROBOT

determinado elemento del manipulador y a su posición.

En la tabla 2, se muestra en forma simplificada los tipos y características de los principales transductores utilizados en las medidas que es necesario efectuar en el sistema mecánico.

Los sensores utilizados en la exploración del entorno, fundamentalmente se centran en: 1) Cámaras de TV que permiten recoger toda la información contenida en su área de acción. 2) Ultrasonidos que permiten detectar la presencia de objetos y determinar su distancia sin necesidad de contacto físico alguno. 3) Finalmente, también son utilizadas las celdas fotoeléctricas para la detección de objetos.

#### 1.3.4 UNIDAD DE CONTROL

La unidad de control en la mayoría de los robots, la constituye el equipo electrónico de mando, según el grado de inteligencia del robot. La unidad de control debe poseer la adecuada capacidad de cálculo que necesite el robot para procesar la información recibida de los sensores, para poder efectuar la toma de decisiones, durante la ejecución de su trabajo. [2]

MAGNITUD MEDIDA	TIPO DE SENSORES	CARACTERISTICAS
Angulos	Discos Codific.	Medida digital incremental. Medida digital absoluta.
Desplazamiento	Resolvers	Medida analógica.
	Cod. Opticos	Medida digital incremental. Medida digital absoluta.
Fuerzas	Trans. Diferencial	Medida analógica de cortos desplazamientos con gran precisión.
	Galgas extensiométricas Magnetoestricción	Medida analógica de gran sensibilidad. Medida analógica grandes esfuerzos.

Tabla 2.

## 1.4 CLASIFICACION

Los robots se clasifican en dos grupos genéricos principales y que básicamente se refieren a su campo de aplicación. Estos son: los que se fabrican con fines didácticos y de experimentación llamados Robots Personales y los que se aplican en la industria llamados por esta razón, Robots Industriales.

### 1.4.1 ROBOTS PERSONALES:

Los robots personales, se clasifican básicamente por su grado de inteligencia, que va desde los que solo caminan en una trayectoria previamente programada, hasta los que son capaces de memorizar la posición de obstáculos con los que tropiezan para decidir y optimizar una trayectoria por sí solos.

### 1.4.2 ROBOTS INDUSTRIALES:

Los robots industriales se pueden clasificar desde 3 puntos de vista diferentes, es decir: por su grado de inteligencia, por su control y por su desplazamiento.

\* Por su grado de inteligencia se clasifican en: robots de secuencia limitada, de tareas programables, de uso general con supervisión humana y autónomos.

\*\* Por su control se clasifican en robots servo-controlados y no servo-controlados.

\*\*\* Por su desplazamiento en robots de paso a paso o de trayectoria continua.

#### 1.4.2.1 ROBOTS DE SECUENCIA LIMITADA:

Son capaces de manipular un determinado tipo de objeto, entre posiciones fijas y de coordenadas conocidas, con una secuencia programada. En este caso, el controlador consta únicamente de un generador de secuencia, capaz de coordinar los movimientos de los distintos ejes durante la manipulación, para que las coordenadas en cada operación, sean las correspondientes a los valores previamente determinados.

El panel de control contiene los elementos necesarios para efectuar el mando manual del manipulador, así como los indicadores que permitan el seguimiento de su funcionamiento en ciclo automático.

El generador de secuencia, como lo podría ser una grabadora, activa sucesivamente los distintos movimientos del manipulador, hasta completar su recorrido. Cada recorrido es acotado mediante detectores de final de carrera.

Ejemplos de este tipo de robots, son los utilizados en la carga y descarga de piezas en algunas máquinas-herramienta.

## 1.4 CLASIFICACION

### 1.4.2.2 ROBOTS DE TAREAS PROGRAMABLES

Realizan tareas mediante movimientos con trayectoria optimizada, previamente memorizada. Los datos correspondientes a cada movimiento, pueden ser programados numéricamente, o pueden ser adquiridos por aprendizaje, mediante la realización previa de una tarea en ciclo manual. La unidad de control basada en un microcomputador, memoriza las coordenadas finales de cada movimiento efectuado previamente, y permite realizar posteriormente, de forma automática, la tarea asignada con una mayor velocidad y con trayectorias optimizadas.

La utilización del microcomputador en la unidad de control como se indica en la figura 8, permite el uso de una amplia gama de equipos periféricos. Facilita asimismo la preparación de la máquina para la realización de tareas cuyo programa se dispone en el archivo, ya sea en cinta magnética o en discos flexibles.

El microcomputador, dispone de una interfase para su conexión a los sensores y actuadores de que dispone el robot y la cual puede contener un multiplexor analógico, para la lectura de las señales producidas por los transductores analógicos utilizados; registros de entrada de datos en paralelo, para lectura de señales de estado, como son, los finales de carrera o las células fotoeléctricas y detectores de proximidad, utilizados en la detección de objetos. Dispone asimismo de contadores reversibles para la medida de posición mediante los captadores incrementales.

La salida de las señales hacia los actuadores, pueden ser digitales, para accionamientos por todo o nada, y analógicas para el mando de válvulas proporcionales.

### 1.4.2.3 ROBOTS DE USO GENERAL CON SUPERVISION HUMANA:

A un nivel superior se hallan los robots de uso general con supervisión humana, aptos para la búsqueda y el reconocimiento

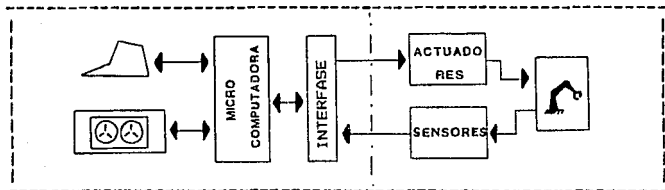


Figura 8.

## 1.4 CLASIFICACION

de objetos con elevada capacidad de decisión y adaptación frente a eventualidades externas.

El conjunto de la unidad de control forma un sistema en el que pueden considerarse tres niveles de decisión: un primer nivel localizado en el propio robot, un segundo nivel, constituido por la unidad de control central, y un tercer nivel en el que ya interviene el control humano.

El operador supervisa el funcionamiento del equipo a través de los periféricos necesarios, y resuelve las situaciones imprevistas que puedan producirse.

La unidad de control central incorporará en su memoria las nuevas situaciones producidas, de forma que con el proceso de aprendizaje se consiga una creciente independencia del operador.

### 1.4.2.4 ROBOTS AUTONOMOS:

Los robots autónomos constituyen el objetivo básico, pero aún lejano de la robótica, consistentes en un sistema inteligente, con facultades antropomórficas, apto para un amplio campo de aplicaciones, incluso en ambientes muy adversos, y sin necesidad de supervisión. A pesar de los grandes avances de la microelectrónica, que ha hecho posible la construcción de controladores capaces de coordinar el movimiento simultáneo de varios brazos, y efectuar trabajos con rapidez y precisión y con unos costos razonables, todavía no ha podido alcanzarse la capacidad de reconocimiento de formas y tratamiento de imágenes que exige un robot de estas características.[2]

### 1.4.2.5 ROBOTS NO SERVO CONTROLADOS:

El movimiento va de un límite mecánico a otro. El movimiento solo se verifica en estos límites. Cada eje de movimiento de un robot no servo controlado, está equipado con interruptores mecánicos o con interruptores magnéticos. Estos interruptores permiten al controlador verificar que el movimiento ha alcanzado el límite antes de que comience la siguiente operación. Se pueden usar temporizadores para verificar si un eje ha alcanzado su límite en un tiempo preestablecido. Una falla en esta prueba indicará que el robot ha golpeado con algo, o ha fallado por alguna otra causa.

### 1.4.2.6 ROBOTS SERVO CONTROLADOS:

En este tipo de robots, se tendrá una continua indicación de la posición del robot. Las técnicas para proveer esta información involucran el uso de codificadores, comparadores y potenciómetros.



#### 1.4 CLASIFICACION

Los codificadores fueron desarrollados para operar en sistemas digitales ya que proveen una salida digital que representa una posición angular. Son muy precisos.

En los comparadores, se puede determinar una posición angular comparando la fase de dos señales sinusoidales. Será necesario utilizar sistemas de electrónica especiales para interpretar esta señal. Su precisión es similar a la del codificador.

Los potenciómetros representan una posición angular por medio de una tensión proporcional. Estos dispositivos son menos precisos que los 2 anteriores y solo se usan en robots que no requieren de alta precisión como aquellos que se utilizan para pintar.[8]

La tabla 3 provee algunas indicaciones de los tipos de trabajos que los robots podrán efectuar en base a si son servo o no-servo controlados. Esa lista no es limitativa puesto que

	TIPO DE TRABAJO				
	INSPECC.	ENSAMBLE	EMPAQUE	LINEA MOV.	ENSAMBLE
T	NO SERVO PASO A PASO	LIMITADO PIEZAS SIMPLES	LIMITADO PIEZAS SIMPLES	LIMITADO PIEZAS SIMPLES	
I	SERVO PASO A PASO	MANEJO PIEZAS	MANEJO HERRAM.		SEGUIMIENTO DE LINEA MOVIL
P	SERVO TRAYECTOR CONTINUA				
D		MANEJO PIEZAS	MANEJO MATERIAL	MANEJO HERRAM.	MANEJO DISF. ESP.
E	NO SERVO PASO A PASO	CAP. DE CARGA LIMITADA	CAP. DE CARGA LIMITADA		
R	SERVO PASO A PASO		CAP. DE HASTA 1000 KG.	PROPOS. GENERAL	
D	SERVO TRAYECTOR CONTINUA				DISPOSIT. ESPECIALES

Tabla 3. Tipos de Trabajos Realizables por un Robot.

## 1.4 CLASIFICACION

pueden existir otras combinaciones en las cuales equipo periférico y herramienta podrán permitir que un robot sencillo efectúe tareas mucho más complejas.[6]

### 1.4.2.7 ROBOTS CON DESPLAZAMIENTO DE PASO A PASO:

En sistemas de paso a paso, el movimiento del brazo es controlado de un punto (localizado en el espacio) a otro. Al robot de paso a paso, se le enseña uno por uno, los puntos en el espacio que se desea que memorice, de manera que pueda realizar esta misma secuencia de puntos durante su ciclo de trabajo. Lo anterior se puede realizar como sigue:[5]

El operador posiciona la mano del robot en un determinado punto en el espacio por medio de interruptores que causan el movimiento en un determinado eje. Cuando se alcanza la posición deseada, el operador acciona un interruptor programador, que le dice al controlador del robot que deberá recordar esa posición alcanzada. Una vez que se le enseña de esta manera una serie de puntos, el robot será capaz de repetir la secuencia que se le ha enseñado.[6]

Debe pensar que un robot de este tipo tendrá movimientos discontinuos o bruscos, es decir, de paro y arranque cada vez que alcanza un punto previamente enseñado. De hecho, muchos servo robots de paso a paso son confundidos con los de trayectoria continua por sus movimientos suaves.

Los robots de paso a paso, tienen aplicaciones típicas como son: la carga y la descarga de máquinas herramienta, el manejo de materiales y soldado por punteado.

### 1.4.2.8 ROBOTS CON TRAYECTORIA CONTINUA:

En estos sistemas el brazo es capaz de seguir fielmente una serie de puntos muy próximos entre sí, que se aproximan a una trayectoria continua. Los requerimientos de control y memoria son mayores para estos robots, y se pueden satisfacer proporcionando al robot su propia computadora.

En este tipo de robots, el operador mueve físicamente el manipulador del robot a través de los movimientos deseados, de manera que le enseña una trayectoria continua de movimiento.

Los robots de trayectoria continua se usan principalmente para pintar por rociado y procesos de soldado continuo.[5][6]

## 1.5 EVOLUCION Y FUTURO DE LOS ROBOTS

Durante la corta historia de los robots industriales, ha existido un desarrollo tecnológico a través de dos líneas principales. La primera es incrementar la capacidad de un robot en términos de flexibilidad, complejidad de movimientos y precisión. Mientras más se descubre acerca de este tipo de automatización, más requerimientos de aplicación llevan al desarrollo de brazos mecánicos más sofisticados.

La segunda línea de desarrollo se ha encargado de conectar al robot con su alrededor. Los primeros robots tuvieron una capacidad muy limitada para percibir cambios en su área de trabajo. Primeramente trabajaron como unidades que solo recogían y depositaban objetos, cambiándolos de un lugar a otro: en este caso los objetos se encontraban en una posición determinada y ninguna variable en esta posición podía ser tolerada.

Aplicaciones más complejas han requerido que los robots tengan una mayor capacidad de interactuar. Como resultado de los avances tecnológicos, ahora es posible encontrar robots conectados a sistemas de información en industrias de alta tecnología. En este caso el robot recibe información de la producción y produce información del trabajo que efectúa.

Por cada nueva generación de computadoras de bajo costo, nuevas capacidades y adelantos se han sumado al desarrollo de los robots industriales. Esto incluye controladores de movimiento continuo, técnicas sensoriales más sofisticadas, coordinación con equipo periférico y técnicas de programación avanzada. En nuestros días casi cualquier robot lleva o tiene una computadora por lo menos.[12]

Es muy posible que en el futuro se les incorpore a los robots una multitud de programas cuya capacidad los haga rivalizar con el ser humano. Y puesto que se podrá recurrir a los bancos de datos en fracción de segundos sin importar el lugar donde se encuentren, muchos de estos robots no necesitarán andar cargando con su computadora. Podrán acudir a un banco central que tenga programas para realizar cualquier tarea imaginable.

En las fábricas, los robots podrían ser programados con todas las instrucciones necesarias para hacer un producto. Un supervisor en computación podría dirigir a los robots de un lado a otro de la fábrica para mantener el ritmo de la producción.[11]

El nivel de automatización de una fábrica en el futuro dependerá del tipo de producción que se desarrolle. Existen cuatro tipos de producción que podemos distinguir:

\* Proceso continuo - Industrias de procesos químicos continuos, Refinerías de aceite, Etc., donde el mismo producto se produce continuamente.

## 1.5 EVOLUCION Y FUTURO DE LOS ROBOTS

\*\* Producción en masa de productos discretos - Automóviles Accesorios y Motores.

\*\*\* Producción periódica - La manufactura de lotes de tamaño medio del mismo producto. Los lotes se pueden producir una sola vez o repetirse periódicamente.

\*\*\*\* Producción de bajo volumen - Los lotes son pequeños y algunas veces solo es producido uno de cada clase.

A medida que avanzamos en la lista, es cada vez mas difícil justificar económica y tecnológicamente una industria totalmente automatizada. Por ejemplo, en el caso del proceso continuo una planta automatizada es mas una regla que una excepción.

Ahora que hemos analizado las futuras tendencias en la tecnología y aplicación de las computadoras podríamos sintetizar un boceto de una fábrica automatizada para el año 2000. Esta breve descripción se aplicará a plantas de producción en masa y plantas de bajo volumen de producción.

La fábrica del futuro se podrá comparar en muchos aspectos con una controlada por computadora corrientemente usada en la actualidad para procesos continuos como en las plantas químicas y en las refinerías de petróleo.

Una pequeña cantidad de personas manejarán y mantendrán la planta, pero no participarán directamente en las operaciones de manufactura. Las mismas funciones de procesamiento, ensamblado, inspección y manejo de material serán efectuadas. La diferencia es que éstas se harán sin intervención humana y serán posibles por el manejo de datos, toma de decisiones y capacidad de control de los sistemas computerizados. Estas computadoras coordinarán y controlarán las actividades de las fábricas en las cuales estarán interconectados robots.[10]

## CAPITULO I

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Kenneth M. Jenkins, Alan R. Raedels  
"The Robot Revolution: Strategic Considerations for Managers"  
Production & Inventory Mgmt.  
Vol. 13 No. 3 1982
- [2] J. Amat, F. Ferrer  
"Robots Industriales"  
Mundo Electronico  
No. 99 Septiembre 1980
- [3] George DevoI  
"The Robot Master"  
Datamation  
Abril 1982
- [4] David L. Heirserman  
Robot Intelligence with Experiments  
Tab Books  
Enero 1981
- [5] Mikell P. Groover, P.E.  
"Industrial Robots: A Primer on the Present Technology"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1980
- [6] Lester V. Ottinger  
"Robotics: Terminology, Types of Robots"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1981
- [7] Leslie Solomon  
"Robotic Arms"  
Electronics  
Febrero 1983
- [8] Rick Thomas  
"Sensing Devices Extend Applications of Robotic Cells"  
Industrial Engineering  
Marzo 1983
- [9] Mortimer J. Sullivan  
"Guia para la Seleccion de Automatas Industriales"  
Industria Internacional  
Vol. 12 No. 5
- [10] Mikell P. Groover, Emory W. Zimmers  
"Energy Constraints and Computer Power will Greatly Impact  
Automated Factories in the Year 2000"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1980
- [11] Conacyt  
"La Invasion de los Robots"  
Informacion Cientifica y Tecnologica  
Vol. 3 No. 38 Febrero 1981
- [12] Rick Thomas  
"Programming Expands Limits of Robot Controllers"  
Industrial Engineering  
Abril 1983.
- 20

## CAPITULO II

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

Por la simplicidad de las aplicaciones de los primeros robots, que solo ejecutaban movimientos limitados, muy pocos sensores eran necesarios para ayudar al robot a efectuar su tarea. Como las aplicaciones de los robots se han venido expandiendo, los requerimientos para alimentarles información se han convertido en un factor crítico en muchas aplicaciones.

Ahora se espera que un robot responda a una gran cantidad de factores, condiciones y situaciones externas. Esto incluye respuesta a fallas como partes desalineadas y herramientas rotas. En cada área, una amplia variedad de sensores deberán proveer información al robot.[1]

Una de las áreas que recibe mayor atención dentro de la robótica es la de "visión". La visión de los robots es posible mediante el uso de cámaras de TV, fuentes de luz y computadoras programadas para procesar los datos obtenidos. Las cámaras de TV se montan o en el brazo del robot o en alguna parte fija cubriendo su área de trabajo.

Otras capacidades sensoriales que pueden poseer los robots incluyen sensores de proximidad y sensores táctiles. Estos sensores habilitan al robot a sentir la presencia de algún objeto. Los sensores de proximidad probablemente se localizarán cerca del mando final del brazo y podrán ser utilizados como sensores de presencia o ausencia de partes. Este tipo de sensibilidad puede ser usado también para ayudar a proteger a los trabajadores humanos que interactúen con el robot.

Los sensores táctiles permiten al robot responder al contacto. Estos perciben la presencia de un objeto solamente después que el robot lo ha tocado. Un uso de los sensores táctiles puede ser la inspección de operaciones y ensamblado. Robots con sensores de contacto sofisticados podrían utilizarse para desarrollar operaciones delicadas. Los sensores táctiles son también de gran ayuda en la medición de dimensiones para la inspección de materiales.

El desarrollo de la investigación actual intenta proveer a los robots con capacidades sensitivas simulando las humanas, proporcionándole dos brazos y dos manos, tendiendo a disminuir su tamaño con el objeto de ocupar menor espacio, y dándole oportunidad de que pueda desplazarse por sí mismo. La mayoría de estos adelantos en la anatomía de los robots ha sido desarrollada como se puede constatar en los robots personales.[2]

El sistema de percepción tiene por misión recoger información tanto del estado del conjunto de elementos que constituye el sistema mecánico del robot (esqueleto), como de situaciones externas a él (cambios en el entorno, obstáculos, objetos a manipular, etc.). Este sistema puede incluir:

- \* Detectores de presencia y proximidad.

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

\*\* Transductores de posición.

\*\*\* Sistemas de percepción visual.

\*\*\*\* Sistemas de percepción táctil.

\*\*\*\*\* Sistemas de percepción acústica.

En los manipuladores y robots mas elementales, los detectores de proximidad y presencia y los transductores de posición constituyen la parte fundamental de los sistemas de percepción. La facilidad de las tareas a realizar permite que se pueda sustentar en estos elementos tanto el control de la situación del brazo y de su herramienta de trabajo, como la detección de los cambios que se producen en el entorno.

Sin embargo, al desarrollo de los sistemas de percepción visual y táctil, junto con los avances efectuados en el campo de la inteligencia artificial permiten al robot realizar funciones más complejas. El robot puede ya adaptarse a tareas más complicadas como evitar obstáculos, afrontar situaciones imprevistas e incluso aprender.

### 2.1.1 PERCEPCION VISUAL.

La utilización de la celda fotoeléctrica fue un primer paso en el intento de proporcionar al computador cierta información visual. Sin embargo, un sistema de percepción visual debe poder adquirir más y mejor información, de manera que el robot dotado de percepción visual está capacitado para realizar funciones tales como la determinación de la posición y orientación de un objeto, su identidad, o incluso su calidad.

#### 2.1.1.1 ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA CAPTACION DE IMAGENES.

Entre los diversos sistemas de captación de imágenes que utilizan los sistemas de visión aplicados a la robótica, pueden destacarse:

##### El Vidicón.

Es el elemento captador de imágenes mas empleado debido al gran volumen de cámaras producidas por la industria de la televisión. Presenta como dificultades su limitado tiempo de vida y su necesidad de mantenimiento. En la actualidad solo existen sistemas que utilizan cámaras de TV en blanco y negro, y están en fase de laboratorio sistemas de cámaras de TV a color.

La señal de video es digitalizada y transferida al computador como una imagen típica de 64 x 64 a 512 x 512 puntos, dependiendo de la resolución requerida para una aplicación dada. La resolución de una imagen influye en el



## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

costo y velocidad de un sistema puesto que la cantidad de datos a procesar dependen del espaciamiento y brillantez. Una resolución mayor incrementará la flexibilidad y confiabilidad del sistema, pero disminuye la velocidad y aumenta el costo puesto que es necesario más equipo.

Los sistemas de visión pueden utilizar una o más cámaras. Aunque la mayoría de los sistemas de visión hoy en día utilizan una sola cámara, un par de cámaras proveerá mayor información. Las imágenes obtenidas de dos cámaras pueden ser usadas independientemente, donde cada una proveerá una porción de la información requerida.

En los sistemas de visión estéreo, las imágenes de dos cámaras localizadas en diferentes puntos son analizadas para extraer mayor información acerca de la escena. Si la posición de las cámaras y los ángulos visuales son conocidos, las coordenadas tridimensionales de un punto de la escena podrán ser calculadas. Aunque la visión estéreo presenta un número de dificultades de proceso, como el encontrar un mismo punto en las dos imágenes, la aplicación del reconocimiento de imágenes por este método es cada vez mayor.[4]

Los sistemas que utilizan un rayo de luz explorador (usualmente se utiliza un rayo láser), y una simple cámara, son conceptualmente lo mismo que un sistema de dos cámaras (estéreo). De cualquier manera la detección de puntos explorados es más simple que compaginar dos imágenes.

Una técnica común para extraer información en tres dimensiones de una imagen de dos dimensiones, es la de utilizar luz estructurada.[5] Patrones de luz como lo son líneas paralelas u ortogonales son proyectadas sobre un objeto. Este alto contraste de los patrones de luz permite la binarización de imágenes. Inclinación, profundidad y contorno son características fácilmente detectables con este método.

La capacidad de una visión en tres dimensiones es necesaria por varias razones. Primero, el mundo en el que vivimos, es intrínsecamente de tres dimensiones. Muy pocas cosas tienen dos dimensiones, aún los espesores más insignificantes como lo podría ser el espesor de un circuito impreso tiene mucha importancia. El manejo de objetos, ya sea manual o por robots es básicamente tridimensional. Por lo tanto una visión en tres dimensiones podrá simplificar muchas aplicaciones de robots que fueron construidos con un sistema bidimensional.

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

### Cámaras de Estado Sólido.

Hace pocos años se introdujeron las primeras cámaras basadas en la agrupación de elementos fotosensibles. Los dispositivos se componen esencialmente de un sustrato de material semiconductor en el que se deposita una delgada capa aislante. El depósito de electrodos metálicos sobre el aislador conduce a la formación de capacidades MOS. Estas capacidades pueden emplearse para recoger y almacenar las cargas generadas por la incidencia de fotones en el material fotosensible (detector).

### Sistemas de Exploración Lineal.

Este sistema de detección está formado por un sensor lineal constituido por 128 a 256 fototransistores discretos que son multiplexados para obtener una señal de video binaria. El objeto a explorar es movido transversalmente para poder obtener así la imagen completa de este objeto en la memoria, como se muestra en la figura 9. Este sistema de visión es adecuado para la detección de objetos, la determinación de coordenadas y la obtención de determinados parámetros.

La exploración lineal puede ser efectuada también mediante un barrido de láser deflexionado con espejos giratorios, como se muestra en la figura 10. El sensor lineal recibe la luz reflejada o directamente a través del objeto, a fin de conseguir la detección de aristas u otros elementos

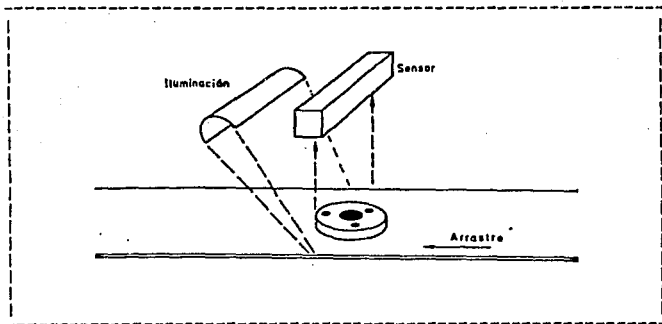


Figura 9.

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

significativos.

### Sistemas de Exploración de Acceso Aleatorio.

Para determinadas aplicaciones puede emplearse una matriz de elementos fotosensibles de acceso direccionable por la unidad de tratamiento de imágenes. Este tipo de captador presenta la ventaja de hacer innecesaria la memorización de toda la imagen para efectuar su tratamiento. La matriz puede ser explorada parcialmente, siguiendo un perfil, circularmente, radialmente, etc., según se precise.

La información extraída de los sensores de visión es utilizada en los robots para optimizar trayectorias, evitar obstáculos y corregir posiciones.

Podemos ilustrar el uso de la visión en los robots, considerando algunos detalles del sistema CONSIGHT 1 de la General Motors. En su modo de operación el sistema transfiere partes automáticamente. El operador deposita partes (como piezas de fundición) con una posición aleatoria sobre una banda en movimiento. La banda lleva las piezas a través de la estación visual del robot, la cual está continuamente explorando la banda. El sistema de visión establece el tipo de pieza, su posición y orientación y manda esta información al sistema de control del robot. Mientras la pieza continúa moviéndose, el robot la rastrea sobre la banda, la levanta y la transfiere a un lugar determinado.

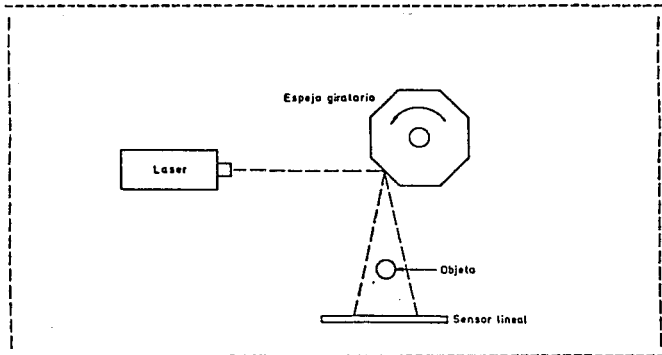


Figura 10.

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

### 2.1.2 PERCEPCION TACTIL.

El problema típico de la percepción táctil, requiere que el mando final de un robot se acerque a una pieza, la recoja y la reconozca por medio de sensores colocados en lo que serían sus dedos. Esto requiere que el mando final sepa la localización aproximada de la pieza, lo que se podría efectuar por medio de métodos de percepción visual, pero cabe pensar en la posibilidad de que se bloquee la imagen debido a un área de trabajo complejo, y para evitarlo, se podrán emplear las técnicas que involucran la detección por proximidad o posiblemente la detección por ultrasonido.[1]

La percepción visual también posee la ventaja de poder efectuar la exploración remota de objetos, pero en muchos casos es excesivamente costoso conseguir una percepción tridimensional. Es por ello que en algunos equipos se complementa o se substituye el sistema de visión por el de percepción táctil.

Los sistemas de percepción táctil consisten en matrices con elementos detectores de presencia, con salida binaria o salida analógica, que se disponen en el plano de apoyo del objeto que debe reconocerse.[2]

#### 2.1.2.1 ELEMENTOS UTILIZADOS EN LA PERCEPCION TACTIL.

Estos elementos pueden ser:

Captadores de Agujas.

La utilización de agujas tiene la ventaja de su simplicidad y fidelidad de la información obtenida. Las agujas palpadoras pueden incorporarse en el mando final, permitiendo detectar la presencia del objeto y determinar su posición. Sin embargo, las agujas presentan los inconvenientes propios de los elementos mecánicos, lo que dificulta su utilización en determinados ambientes de trabajo.

Captadores Piezoeléctricos.

Para evitar la utilización de las agujas mecánicas, se utilizan en algunos casos los captadores piezoeléctricos, que presentan la ventaja de no poseer elementos móviles y de poder quedar protegidos los captadores mediante una superficie elástica (piel artificial). La señal de salida es analógica, lo que aumenta la información obtenida del palpador pero en cambio los circuitos de amplificación y multiplexado precisan ajustes y calibrado y son relativamente costosos.

## 2.1 PERCEPCION EN LOS ROBOTS

### Captadores Resistivos.

La "piel artificial" puede estar realizada también por celdas resistivas en forma de matriz. Como elemento resistivo puede utilizarse grafito en polvo o mezclas con partículas metálicas, de forma que su resistividad varíe con la presión ejercida. Cada resistencia está limitada por una retícula bidimensional de electrodos situados sobre el soporte inferior que contiene el conexionado entre ellas como lo indica la figura 11. La cara superior está formada por una superficie elástica apropiada al medio de trabajo.[2]

### 2.1.3 PERCEPCION ACUSTICA.

Otra tecnología en desarrollo es la percepción acústica. Una onda de choque o ultrasónica es reflejada por la pieza, y el eco es analizado. La percepción por onda de choque se utiliza actualmente para la inspección de defectos internos en piezas metálicas.

Los dispositivos ultrasónicos tienen aplicación en sistemas robóticos, particularmente como sistemas de seguridad. Pero una resolución aceptable dentro de la percepción acústica aún no se encuentra disponible para aplicaciones industriales. Esta tecnología es prometedora por que inherentemente provee información tridimensional.

La fuente ultrasónica está bajo el control de un sensor, y la distancia entre el sensor y las diferentes partes de la pieza produce ecos en diferentes tiempos. El desarrollo alcanzado hasta nuestros días de esta tecnología nos ha mostrado que es posible reconocer imágenes de la superficie de una moneda a través de la percepción acústica.[1]

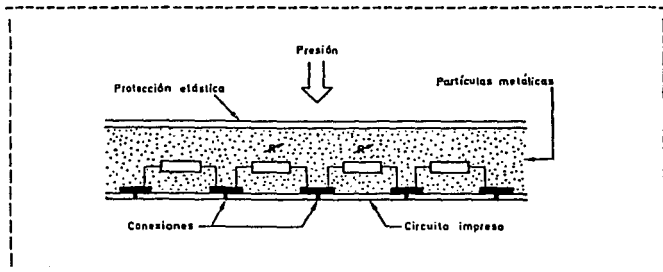


Figura 11.

## 2.2 CAPACIDAD DE MEMORIA

La capacidad de memoria de un robot determina la longitud y la complejidad del ciclo de trabajo que podrá efectuar. Los robots más simples, es decir, los que solamente pueden cambiar la posición de piezas, no poseen memoria. Estos dispositivos son programados estableciendo interruptores de paro y arreglando el cableado de los circuitos de manera que se pueda obtener el ciclo de movimientos deseado. Generalmente, estos ciclos no son complicados porque la capacidad de programación de estos robots es limitada.

El siguiente nivel dentro de la capacidad de memoria, involucra el uso de circuitos electrónicos que proporcionen una retentiva. Esto lo podemos encontrar en un robot de paso a paso, que típicamente es capaz de mantener 256 localizaciones de puntos en memoria.

Aunque los robots de trayectoria continua pueden usar este tipo de memoria electrónica, se usa una computadora digital para tener un mejor control sobre su operación continua. Con este control por computadora se podrán programar miles de pasos en memoria. Ya no solo es posible efectuar un programa más grande, sino que además la computadora se puede programar para que efectúe decisiones relativas al ciclo de trabajo del robot. Entonces, podemos decir que el uso de una computadora como medio de control para un robot, aumenta en gran parte su capacidad de trabajo.[3]

### 2.3 TIPOS DE PROGRAMACION PARA ROBOTS.

El procedimiento requerido para programar un robot, se encuentra muy relacionado con el tipo y capacidad de memoria del mismo. Estos procedimientos se pueden agrupar en cuatro categorías: método manual, método directo, método indirecto y método de programación.

\*\* El método manual es utilizado para robots que utilizan límites mecánicos, levas, relevadores, etc. Esencialmente, el método manual es efectuar ajustes a una maquina mas que programar un robot.

\*\* El método directo requiere que un programador mueva manualmente el brazo del robot a través de la secuencia de movimientos deseada. Cada movimiento es grabado en su memoria para una futura reproducción del ciclo de trabajo.

\*\* En el método indirecto el programador utiliza un control remoto para dirigir el robot a través de la secuencia de movimientos deseados. Cada movimiento se graba en la memoria para una futura reproducción. Este método representa una técnica de programación muy popular en robots por su facilidad y conveniencia.

\*\* El método por programación, involucra la preparación de una computadora. Cuyo programa es alimentado a la memoria del robot para su uso durante el ciclo de trabajo. Las ventajas de este método son que la utilidad del robot se puede incrementar y la cantidad de tiempo que un robot se toma para su programación, se reduce.[3]

## 2.4 BRAZO Y MANDO FINAL.

El brazo de un robot se caracteriza por su número de grados de libertad, la velocidad y precisión de sus movimientos y su capacidad de carga. Cada una de estas características se describen a continuación.

### 2.4.1 LIBERTAD DE MOVIMIENTOS.

Existen hasta seis movimientos básicos o grados de libertad que permiten a un robot ejecutar una manipulación requerida para situar el mando final en un punto determinado. Tres grados de libertad se asocian con los movimientos del brazo y tres con los movimientos de muñeca.[3]

#### Grados de Libertad del Brazo:

\*\* Eje vertical - es el movimiento de arriba hacia abajo del brazo.

\*\* Eje rotacional - es el giro del brazo con respecto al eje vertical.

\*\* Eje radial - se refiere a la extensión y retracción del brazo.

#### Grados de Libertad de la Muñeca:

\*\* Giro de muñeca - es la rotación de la "mano".

\*\* Flexión de muñeca - involucra el movimiento de arriba a abajo de la mano.

\*\* Desvío de muñeca - implica el giro de derecha a izquierda de la mano.

### 2.4.2 VELOCIDAD DE MOVIMIENTOS.

La velocidad con la cual el mando final puede ser movido es como máximo, aproximadamente 1.5 metros por segundo. La mayoría de los robots tienen un ajuste que permite al programador establecer la velocidad a un nivel deseado.

Este ajuste deberá ser determinado en la fábrica considerando el peso del objeto a manipular, la distancia a la que el objeto será desplazado y la exactitud con la que el objeto deberá ser depositado. Las piezas pesadas no pueden ser manipuladas tan rápido como las piezas menos pesadas por los problemas de inercia y la dificultad de obtener una gran exactitud.[3]



## 2.4 BRAZO Y MANDO FINAL.

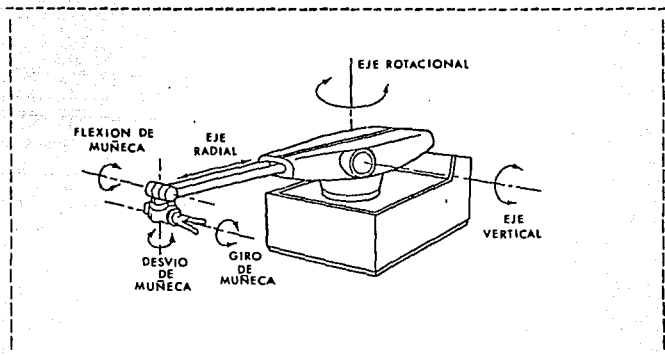


Figura 12. Movimientos Básicos

### 2.4.3 PRECISION DE MOVIMIENTOS.

La precisión de movimientos se refiere a la habilidad del robot de moverse precisamente a un lugar determinado y de repetir ese movimiento cíclicamente. Muchas operaciones de ensamble requieren de un alto nivel de precisión, mientras que otras operaciones como el pintado por rociado no necesitan de la misma exactitud.

La precisión de un robot generalmente se define en términos de su capacidad de alcanzar un punto u objetivo con una cierta tolerancia.

Cuando la velocidad de movimiento se incrementa, se pierde precisión. Generalmente, los robots más grandes y más complejos tienen menos precisión de movimiento que los pequeños robots simples que solo toman y depositan piezas.[3]

### 2.4.4 CAPACIDAD DE CARGA.

La capacidad de carga de los robots comerciales disponibles va desde gramos hasta miles de kilogramos. Lo que complica la fabricación de los robots de baja capacidad de carga es que el peso del mando final influye en la elección del tipo de soporte del mismo (el robot con mayor capacidad de carga que se ha fabricado en el mundo es el montado por la NASA en la nave espacial Challenger, con una capacidad de carga de 70 toneladas).[3]

## 2.4 BRAZO Y MANDO FINAL.

### 2.4.5 MANDO FINAL.

La herramienta o mando final puede ser desde una simple pinza hasta un dispositivo complicado. Esto incluye complicadas prensas con múltiples movimientos, herramientas de corte, diferentes clases de unidades de soldadura y muchas otras.

En el caso de herramientas de prensa, son necesarios interruptores de proximidad y de límite para verificar la posición de la herramienta. Es muy usual encontrarse con 12 o más interruptores en una compleja herramienta para verificar la posición antes de continuar con la tarea.

Para herramientas de corte como taladros y avellanadoras, es necesario que se mida la fuerza que está siendo aplicada por el brazo del robot. [1]

## CAPITULO II

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Rick Thomas  
"Sensing Devices Extend Applications of Robotic Cells"  
Industrial Engineering  
Marzo 1983
  
- [2] J. Amat, R. Lopez de Mantaras, F. Ferrer  
"Sistemas de Percepcion en Robots Industriales"  
Mundo Electronico  
No. 108 Julio 1981
  
- [3] Mikell P. Groover, P. E.  
"Industrial Robots: A Primer on the Present Technology"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1980
  
- [4] Rafael C. Gonzalez, Reza Safabakhsh  
"Computer Vision Techniques for Industrial Applications  
and Robot Control"  
Computer  
Diciembre 1982
  
- [5] John F. Jarvis  
"Research Directions in Industrial Machine Vision"  
Computer  
Diciembre 1982

C A P I T U L O    I I I

### 3.1 ALGUNAS APLICACIONES DE LOS ROBOTS.

Los robots industriales están siendo aplicados a una amplia gama de situaciones de producción. Tales como:

\*\* Acomodo de Piezas. - Los robots de este tipo se utilizan simplemente para mover piezas de un lugar a otro. La orientación de las piezas puede ser incluida en esta función.

\*\* Carga de Máquinas. - El robot se utiliza para cargar y descargar piezas de una máquina de producción. Los tipos de máquinas de producción incluyen estampadoras, inyectoras de plásticos, forjadoras y cortadoras.

\*\* Pintado por Rociado. - La boquilla para el pintado se monta en el extremo del mando final, y el robot es programado para moverse dentro de una secuencia de movimientos continuos aplicando la pintura como sea requerida.

\*\* Soldadura. - Las aplicaciones de soldado por punteado para los robots está siendo ya común en la industria, sobre todo en la automotriz. Estas son aplicaciones para los tipos de robots de paso a paso.

\*\* Manejo de Materiales Químicos. - Materiales químicos corrosivos que puedan ser perjudiciales para los humanos.

\*\* Forjado. - Involucran el uso de cámaras con altas temperaturas que pueden ser de gran peligro para los humanos.

\*\* Baño de Arena. - El robot es manejado dentro de un medio ambiente abrasivo muy peligroso para los seres humanos. En este caso se requieren varios grados de libertad en el robot.

\*\* Ensamblado. - Actualmente los robots solo son utilizados en ensambles mecánicos, desarrollando operaciones que básicamente son de acomodamiento.

\*\* Inspección. - Esta es un área relativamente nueva. Los robots equipados con capacidad visual u otros sensores, son programados para inspeccionar alguna situación previamente determinada en una pieza.[1]

De las aplicaciones aquí enlistadas, las de carga y descarga de maquinaria, la de soldadura por punteado y la de acomodamiento son las más comunes.

Mientras más crece la capacidad de los robots, particularmente en la tecnología de los sensores y el control por computadora, la aplicación de la inspección, el ensamblado y el soldado continuo se hacen más importantes. Como ejemplo de los distintos equipos comercializados se pueden citar:

-- El sistema CONSIGHT-1, desarrollado por General Motors. Este sistema, trabajando en un medio perturbado por ruidos, es

### 3.1 ALGUNAS APLICACIONES DE LOS ROBOTS.

capaz de determinar la posición y orientación de las piezas en una cinta transportadora, después de lo cual el manipulador toma las piezas y las deposita en un lugar predeterminado.

-- El robot PUMA de Unimation tiene un sistema de visión como soporte para operaciones de ensamblaje de piezas cuyas partes llegan en cualquier posición y orientación. Este robot ocupa aproximadamente el mismo espacio que un ser humano y tiene cinco articulaciones. La programación está simplificada gracias a la utilización de un lenguaje de alto nivel y de un módulo de aprendizaje.

-- El robot para ensamblaje Praga A 3000 desarrollado por D.E.A. (Digital Electronic Automation), equipado con captadores táctiles para detectar los posibles errores durante la operación de ensamblaje es capaz de detectar defectos en la pieza que está manipulando.

-- El sistema desarrollado por HITACHI, compuesto de dos manipuladores, cada uno con ocho grados de libertad, dos cámaras y dos ordenadores, realiza con éxito el montaje de aspiradoras.

-- El sistema desarrollado por la REHAULT para la identificación y localización de piezas depositadas sobre una superficie plana, trabajando en un medio industrial.[2]

### 3.2 GUIA PARA LA APLICACION DE ROBOTS

Las características generales de algunas situaciones en la producción, en las cuales un robot industrial podría ser instalado con el objeto de aprovecharlo al máximo, podrían sintetizarse: [1]

**\*\* Condiciones de Trabajo Peligrosas y No Confortables -** En situaciones donde el trabajo es potencialmente peligroso o en lugares donde existe alta temperatura o atmósferas tóxicas, se debe considerar un robot como un sustituto para el trabajador humano. Algunas condiciones de este tipo se encuentran por ejemplo en el forjado de piezas en caliente, el vaciado de moldes y pintar por rociado.

**\*\* Tareas Repetitivas -** Si el ciclo de trabajo involucra una secuencia de actividades y elementos que no varíen entre ciclos, sería posible programar un robot para desarrollar dicha tarea. Como ejemplos de este tipo de tareas, se encuentra el cargar y descargar máquinas y el pasar piezas de un lugar a otro.

**\*\* Manejo Difícil -** Si la pieza de trabajo o herramienta es delicada o muy pesada, se podría utilizar un robot. Algunos robots industriales pueden levantar hasta cientos de kilogramos.

**\*\* Operación Múltiple -** Si el costo inicial del robot se puede distribuir en dos o tres partes, los ahorros laborales que genere darán lugar a su pronta amortización. Esto podría establecer si la inversión en un robot es económicamente atractiva o no. El moldeado por inyección de plásticos y otros procesos que deben ser operados continuamente son ejemplos de esta aplicación.

No todos los robots instalados en la industria han tenido el éxito que se esperaba. Existen suficientes historias acerca de una aplicación equivocada de éstos, de una mala selección de la máquina o la falta de aceptación del robot por el personal de la fábrica. Las siguientes son algunas ideas generales que podrían ayudar a que la instalación del robot tenga éxito. [1]

**\*\* Escoger la aplicación adecuada -** Una aplicación ideal debe poseer las cuatro características mencionadas anteriormente. Sin embargo, no solo porque la aplicación potencial no cuente con las cuatro características, significa que el proyecto debe ser abandonado. La oportunidad de aplicación del robot deberá ser considerada con el mismo criterio económico que cualquier otra propuesta de desarrollo.

**\*\* Elegir el robot correcto -** Se deberá seleccionar un robot con las características correctas para la aplicación como su velocidad, precisión, capacidad de carga, etc. En general, se debe escoger un robot con más de las especificaciones

### 3.2 GUIA PARA LA APLICACION DE ROBOTS

mínimas para el trabajo inicial, puesto que su próxima aplicación podría necesitar de dichas características extras.

\*\* Decidir quién va a programar el robot - No dejar que un obrero sea responsable de la programación, esto sería equivalente a dejarle la responsabilidad de decidir los métodos de producción que usará la fábrica. La programación del robot deberá estar a cargo de una persona previamente entrenada para ello.

\*\* Considerar el mantenimiento - Los robots industriales son sistemas mecánicos y electrónicos muy complejos y aunque su confiabilidad es bastante buena, es posible que sufran averías y tengan la necesidad de un mantenimiento periódico. Se necesita personal calificado y propiamente entrenado en robótica para mantener estas máquinas operando.

\*\* Considerar el costo de la herramienta - El mando final es la herramienta especial con la cual el robot se adapta a un trabajo particular, y consiste normalmente en una prensa para el manejo de piezas. Como estas herramientas son adquiridas generalmente del fabricante del robot y pueden costar varios miles de pesos, no puede ignorarse este costo en la justificación económica del proyecto.

\*\* Considerar los sensores e interconexiones - En el lenguaje usual, un sensor es un transductor utilizado para indicar algún fenómeno físico. En la robótica, un sensor es utilizado para indicar tanto la presencia de una pieza o alguna herramienta rota, como para identificar una pieza atorada en algún molde, etc.

Un interconector es un dispositivo para la comunicación entre el robot y algún equipo externo. Deberá ser utilizado para indicar al equipo periférico cuando deba operar. También puede ser usado para indicar al robot que debe iniciar una determinada secuencia. Los interconectores son necesarios puesto que muchas aplicaciones de los robots involucran la conexión de éste con otra máquina.

\*\* No pasar por alto la seguridad - Algunos robots son relativamente grandes y poseen brazos capaces de levantar varios cientos de kilogramos. Dichas máquinas son un peligro potencial para los humanos que puedan atravesarse por su área de trabajo. Se deben tomar en cuenta todas las precauciones necesarias para asegurarse de que el personal de la planta permanezca fuera del alcance del robot.



### 3.3 GUIA DE SEGURIDAD PARA ROBOTS INDUSTRIALES.

En muchas aplicaciones, el uso de los robots industriales permite desplazar a obreros que se encuentren trabajando en un medio ambiente peligroso o dañino y por lo tanto se incrementa su seguridad.

Irónicamente, los robots acarrearán problemas en la seguridad de los humanos, por lo tanto es necesario que los usuarios y los fabricantes de los robots estén alerta de la peligrosidad potencial de éstos, e instalen sistemas con los dispositivos de seguridad y equipo requerido para dar una mayor seguridad al trabajador.

Debido a las varias aplicaciones de los robots, se requieren equipos específicos de seguridad para cada instalación. Aún así, existen ciertas guías que deberán ser utilizadas para la seguridad en el uso de robots en general.

El personal deberá interactuar con el robot en varias ocasiones. Primero, durante la programación del robot, el personal por lo general estará dentro del área de trabajo del robot. Segundo, durante el ciclo de producción del robot, el personal requerirá de entrar al área de trabajo del robot con el objeto de llevar partes nuevas o de sacar piezas terminadas. Y tercero, el personal deberá introducirse en el área de trabajo del robot durante su mantenimiento o servicio.[3]

#### 3.3.1 SEGURIDAD DURANTE LA PROGRAMACION.

Muchos robots (servo controlados o de paso a paso) requieren el uso de una programación manual para introducir el programa a la memoria del robot. Desarrollando esta función, el personal caminará alrededor y cerca del robot, moviendo el brazo mecánico hacia varias posiciones en el espacio, presionando botones de un control de mando cercano al robot. Para dar seguridad durante este procedimiento, los robots se construyen con dispositivos de seguridad que limitan la velocidad del robot durante su programación.

Los robots hidráulicos están equipados con válvulas de seguridad de sobre presión (fusibles hidráulicos) que están normalmente abiertas y restringen el flujo de aceite a los actuadores del robot. Durante la programación, la señal eléctrica requerida para cerrar estas válvulas se anula, y estas válvulas limitan el flujo de aceite de manera que el robot solamente pueda moverse lentamente. En la forma automática o de repetición, estas válvulas se cierran permitiendo movimientos rápidos.

En los robots manejados electrónicamente, cuando son programados, un dispositivo similar de control de velocidad, limita la cantidad de corriente disponible para los motores.

Los robots manejados neumáticamente, normalmente no tienen un control de velocidad para cuando son programados.

### 3.3 GUIA DE SEGURIDAD PARA ROBOTS INDUSTRIALES.

También durante la programación los robots programables manualmente tienen un botón de paro de emergencia en el mismo lugar de donde está siendo manejado.

Los robots servo controlados de trayectoria continua, típicamente utilizados para pintar por rociado y operaciones de acabado, son programados de manera diferente. En lugar de ir a través del programa oprimiendo botones, éstos tienen un mango incorporado al final del brazo y son manualmente instruidos en la secuencia de movimientos solamente dirigiendo el brazo del robot. El personal se encuentra en contacto directo con el robot.

Para procurar la seguridad en este tipo de procedimiento de programación, el suministro de potencia hidráulica es desconectado y el brazo del robot es apto para un manejo manual.

Algunos robots de trayectoria continua utilizan brazos especiales de poco peso y sin fuerza motriz, que reemplazan al brazo original mientras se programan.

Se deben tomar precauciones mientras se desarrolla la programación de un robot. En los robots que tienen velocidad programable, es buena idea programarlos a una velocidad relativamente baja, observar la ejecución del programa y gradualmente cambiar la velocidad de cada acción independiente o paso hasta que se logre un ciclo óptimo haciendo ésto fuera del área de trabajo del robot.

También, si es necesario que el personal se encuentre dentro del área de trabajo del robot durante la programación, se deberá tener cuidado que cualquier parte del cuerpo no sea puesta en una posición donde pueda ser lastimada como resultado de una malfunción del robot. El personal nunca deberá estar en un lugar donde pueda ser alcanzado si el brazo del robot se mueve sin control.

Un robot deberá ser programado solamente por personal capacitado, y programas elaborados por otras personas o almacenados en la memoria del robot, deberán ser documentados para permitir al operador entender las acciones del robot y los movimientos principales antes de utilizarlos.

#### 3.3.2 SEGURIDAD DURANTE LA OPERACION.

Quando un robot ha sido programado y va a ser puesto en operación, se deberán establecer provisiones adecuadas para la seguridad. Lo mejor que se puede utilizar, es una barrera física alrededor del área de trabajo del robot. Una línea pintada en el piso no es suficiente para asegurar condiciones de seguridad.

### 3.3 GUIA DE SEGURIDAD PARA ROBOTS INDUSTRIALES.

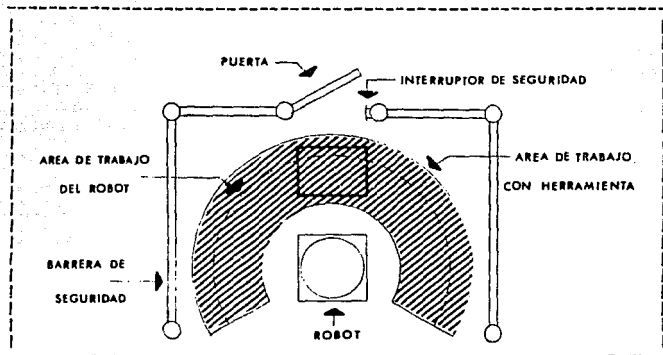


Figura 13. Seguridad por Barrera Física.

Una barrera física que prohíbe al personal entrar al área de trabajo del robot es por lo general suficiente para restringir la entrada accidental.

Una reja alrededor del robot deberá tener una puerta de acceso solamente para personal autorizado. En este caso la puerta deberá estar equipada con un interruptor que cuando es abierta, se accione desconectando al robot. Un interruptor manual de reconexión deberá ser utilizado para reestablecer su funcionamiento.

La figura 13 se refiere a la disposición de una barrera física. Se debe notar que la barrera debe estar localizada fuera de los extremos más lejanos, alcanzables por la herramienta del robot, aún si éste no está programado para alcanzar dichos puntos durante su ciclo de trabajo. En caso de falla, todos los puntos del área de trabajo serán accesibles al robot. Un interruptor de paro de emergencia deberá localizarse en la barrera donde sea accesible al personal. Además, el área de trabajo del robot deberá estar restringida con topes mecánicos.

### 3.3 GUIA DE SEGURIDAD PARA ROBOTS INDUSTRIALES.

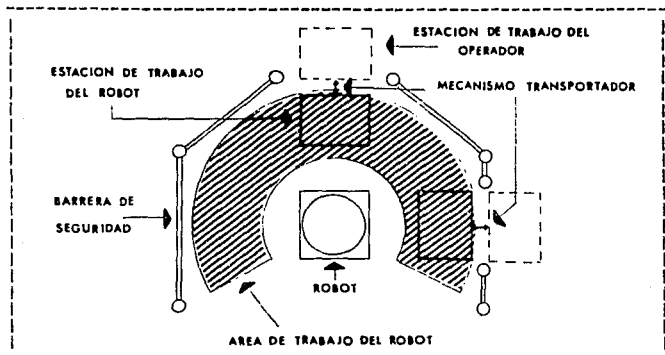


Figura 14. Método de Transportador.

En la figura 14 se muestra otro método de seguridad en el cual el personal deberá interactuar con el robot entregando y quitando piezas. El personal podrá trabajar fuera del área de trabajo del robot desde una estación de trabajo desde donde las

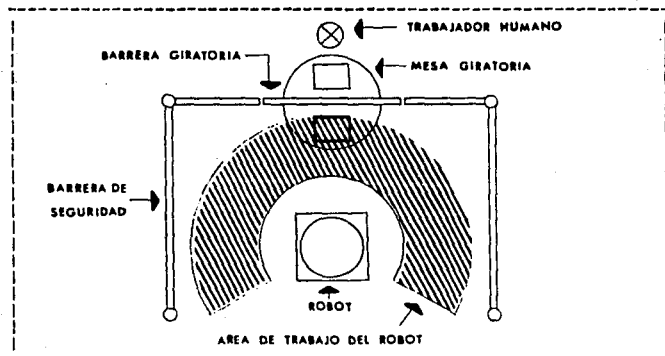


Figura 15. Variación del Método de Transportador.

### 3.3 GUIA DE SEGURIDAD PARA ROBOTS INDUSTRIALES.

piezas pueden ser transferidas por un transportador al robot.

La figura 15 muestra una variación del sistema con transportador. Se utiliza una mesa giratoria de 2 posiciones con el robot trabajando de un lado mientras que el operador trabaja del otro, existiendo una barrera física entre los dos. Esta disposición permite al operador utilizar una coordinación mano/ojo para inspeccionar las piezas o realizar otra labor mientras que el robot ejecuta el monótono, fastidioso, aburrido y peligroso trabajo.

En muchas aplicaciones no es posible parar y reestablecer el funcionamiento del robot en una línea de producción ya que muchos robots requieren de un período de cuatro a cinco minutos para su reestablecimiento lo cual podría tener un impacto negativo en la producción.

Otros métodos aparte de las barreras físicas como barreras de luz y sensores de presión en el piso alrededor del robot, se utilizan para desconectar al robot si ocurre una intrusión. Estos dispositivos de cualquier manera, son más susceptibles a desconectar un robot por otras razones que por las de seguridad como el paso de algún objeto a través de la barrera de luz.

Para incrementar la seguridad se utilizan otros dispositivos como sensores montados en el robot que detecten condiciones extraordinarias. Dichos sensores pueden ser detectores ultrasónicos similares a los que se utilizan en las cámaras de enfoque automático. Cuando cualquier disturbio es detectado por estos sensores durante la operación del robot, éste detendrá su operación a una distancia mínima previamente establecida. Si el disturbio es eliminado el robot continuará su operación desde el punto donde se detuvo.[3]

#### 3.3.3 SEGURIDAD DURANTE EL MANTENIMIENTO.

Los procedimientos de seguridad durante el mantenimiento y servicio deberán seguir los mismos pasos que durante la programación del robot. El robot normalmente es puesto en modo de programación durante el servicio para verificar las condiciones de operación, o se desconectará completamente. Antes de intentar cambiar cualquier componente se deberá asegurar la completa desconexión del robot.[3]

CAPITULO III BIBLIOGRAFIA

- [1] Mikell P. Groover. P. E.  
"Industrial Robots: A Primer on the Present Technology"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1980
- [2] J. Amat, R. Lopez de Mantaras, F. Ferrer  
"Sistemas de Percepcion en Robots Industriales"  
Mundo Electronico  
No. 108 Julio 1981
- [3] Ronald D. Potter  
"Requirements for Developing Safety in Robot Systems"  
Industrial Engineering  
Julio 1982

45

## CAPITULO IV

#### 4.1 IMPACTO SOCIAL.

Durante los últimos años, las fábricas, los campos agrícolas, las minas y los laboratorios de investigación científica han sido invadidos por robots, contruidos para realizar labores rutinarias o demasiado peligrosas para el hombre, con notables ventajas económicas y gran confiabilidad.

Esta "especie" evoluciona rápidamente e incrementa su número en forma explosiva. Aunque en la actualidad existen en el mundo unos 60 000 robots industriales, no es difícil predecir que en pocos años inducirán cambios notables en los métodos de producción y en la sociedad en general.[1]

Por décadas, la automatización ha sido teida por los obreros puesto que para ellos esto sugiere el desempleo. De hecho, si consideramos el crecimiento de la automatización durante los pasados 30 años, no notamos que el hombre haya sido completamente desplazado por las máquinas. En muchos casos, la introducción de la automatización y la nueva tecnología, ha permitido gradualmente a los trabajadores permanecer en sus puestos y ajustarse a las innovaciones. Si las ofertas de empleo son una indicación, la automatización ha creado diferentes oportunidades de empleo reemplazando las que por esto han quedado obsoletas.

La tecnología robótica es diferente, en vez de desplazar a los obreros gradualmente, elimina abruptamente toda una fuerza de trabajo. Entonces, la tecnología robótica causa un mayor impacto en el desempleo.

Los prospectos de eliminar puestos de trabajo causarán una mayor resistencia por parte de los sindicatos obligando a los empleados a desarrollar políticas que puedan enfrentar la robotización en cuanto sea posible.

Una de las razones dadas por la industria japonesa en la rápida adopción de los robots, es la garantía de empleo que se les da a los obreros. De esta manera, los empleados saben que no perderán sus trabajos y por lo tanto no se oponen a la robotización. En los Estados Unidos, los industriales, sienten que tienen la responsabilidad de efectuar la transición de la tecnología de una forma suave.

Un periódico norteamericano decretó que no serían necesarios sus empleados de medio tiempo debido a los cambios tecnológicos debido a la edición computerizada. La reducción neta de personal fue de 17 personas en 10 años, pero la redacción se incrementó en 30 personas.

Actualmente, la automatización está causando un pequeño impacto en la fuerza de trabajo, puesto que el tiempo requerido para una instalación usualmente da una amplia oportunidad para planear una reorganización de la empresa.



#### 4.1 IMPACTO SOCIAL.

Los robots tendrán un efecto mayor en el futuro, ya que aún los sindicatos japoneses se revelarán contra los robots cuando los procesos de ensamble no requieran de fuerza de trabajo y sean completamente robotizados.

La General Electric estima que técnicamente podrá ser posible, pero no económicamente factible reemplazar con robots a la mitad de sus 37 000 ensambladores.

Un obrero de una fábrica de automóviles hace un comentario interesante diciendo: "Ellos dicen que solamente instalarán robots en los trabajos aburridos, pero en una planta de ensamble de autos todos los trabajos son aburridos."

Las fábricas automatizadas han cambiado la fuerza de trabajo humana por la fuerza de trabajo mecanizada. Por ello, los supervisores ya no pueden indicar a los operadores que trabajen más rápido o reprimir su inaceptable mano de obra; el papel de los supervisores entonces se verá reducido y esto los preocupa debido a que su autoridad se verá disminuída, a la vez que la presión de hacer que los robots operen de manera adecuada caerá sobre sus hombros.

Tradicionalmente, el salario representa una compensación a la destreza, experiencia, educación, entrenamiento, esfuerzo físico y mental, productividad, peligrosidad del empleo, responsabilidad, antigüedad, toma de decisiones etc., Sin embargo, existen muchos otros factores que un empresario debe tomar en cuenta para pagar a los obreros en compensación por la automatización. En una planta automatizada, los incentivos tradicionales para los trabajadores no son ya apropiados.

Existen grandes desacuerdos en que si la automatización aumenta o disminuye los requerimientos de destreza de la fuerza de trabajo. Mucho depende del tipo de conocimientos que son necesarios; los operadores por ejemplo encontrarán que trabajar con robots requiere una mayor destreza manual y un mejor juicio, pero también requiere de una mejor comprensión del diseño del equipo y de los desarrollos tecnológicos. La responsabilidad del operador generalmente se incrementa debido al número de máquinas que ahora debe atender. Su responsabilidad también se incrementará si se es encargado del centro principal del cual dependen otras muchas secciones del sistema de producción.

La destreza de los supervisores se verá incrementada, los ingenieros industriales y las cuadrillas de mantenimiento también aumentarán como resultado de la complejidad mecánica y de la necesidad del conocimiento de la programación del robot.

Se cree que no habrá problemas diferentes con la introducción de los robots que cuando empezó la automatización. Aún con toda la automatización que existe en nuestros días, hay más gente trabajando que en el pasado. Deberán existir

#### 4.1 IMPACTO SOCIAL.

millones de robots industriales trabajando antes de que se provoque un serio problema, y para entonces los obreros estarán reentrenados. Los hombres estarán ahora trabajando en cooperación con los robots, por ejemplo, en las líneas de ensamble entregando partes al robot.[3]

No en todos los países del mundo surgirán problemas de este tipo al mismo tiempo debido a los diferentes grados de tecnología de cada uno y a los diferentes costos en la mano de obra, dándose por esto la robotización, primero en los países con un mayor adelanto tecnológico.

Un problema que los soviéticos tienen actualmente al tratar de robotizar sus industrias es que no tienen la suficiente tecnología para hacerlo. Hoy en día están importando tecnología pero no es suficiente. Rusia por razones obvias no logra una productividad adecuada en los obreros por lo que planea para 1990 instalar 500 000 robots. Esto tal vez no se logre debido a que actualmente la política de los países no comunistas obliga a limitar las exportaciones de robots sofisticados y de sistemas de control. Los soviéticos dicen que actualmente construyen sistemas de control para robots tan buenos como los importados pero que no pueden producir el alto volumen de partes electromecánicas con la precisión necesaria.

Los soviéticos están importando robots sofisticados del Japón, pero éste se los vende como un equipo que consta de partes sueltas y una serie de instrucciones de ensamble, provocando de esta manera un retraso en la utilización de los mismos.

Recientemente en una fábrica soviética donde se maneja material radioactivo, se trata de convencer a los trabajadores que los equipos robóticos son eficientes y seguros, pero los empleados que por la peligrosidad del medio en el que laboran, solo trabajan 3 horas diarias para completar su cuota y recibir su pensión completa de 55 rublos, se oponen a la nueva tecnología.[3]

#### 4.2 LOS ROBOTS EN LA ACTUALIDAD.

Hace dieciséis años, Joe Engelberger, fundador y presidente de Unimation Inc., de Danbury Connecticut, la mayor empresa fabricante de robots en el mundo, visitó Japón y dió una serie de conferencias sobre robots industriales, desconocidos entonces en aquel país. Le causó gran sorpresa la reacción que causó: asistieron centenares de japoneses, mientras que en Estados Unidos el tema no había interesado a casi nadie.

Actualmente abundan estas máquinas autómatas en Japón. Son los héroes de la televisión y del cine como lo demostró la exposición de la Isla del Puerto de Kobe organizada en 1981, pero estas modernas máquinas producen resultados aún mas espectaculares en la industria.

Cerca de dos terceras partes de los robots industriales del mundo están en Japón. Una de las razones de ello estriba en que el gobierno aplica a la industria robótica la misma poderosa combinación de fomento y exhortación moral que ha propiciado la victoria japonesa sobre Estados Unidos en las competencias de fabricación y venta de autos y artefactos electrónicos.

Los especialistas predicen que en el próximo decenio las naciones industrializadas pugnarán por participar en el mercado de autómatas, cuyo potencial es de miles de millones de dólares. Una vez mas, Japón se enfrentará a Estados Unidos, el otro importante productor de robots. Y, de nuevo, pese a que han ingresado tardamente en este campo, los japoneses van a la vanguardia, con una producción que se espera se habrá quintuplicado en 1990 con 2300 millones de dólares anuales.

Los robots de hoy, en lo técnico, causan tan poca sorpresa como los miniautos japoneses de 1960. Con todo, igual que los miniautos, los robots están modificando el panorama económico. El rendimiento anual por trabajador en las más modernas fábricas japonesas, en las que casi no se emplea mano de obra, se acerca al equivalente de medio millón de dólares, en comparación con el salario promedio de 10 000 dólares al año por trabajador, lo cual significa cuantiosísimas utilidades.

En parte, la rentabilidad del robot deriva de un solo factor: el ser humano se sustituye con un trabajador mecánico que no duerme y que opera las veinticuatro horas del día. Además, no falta al trabajo y no pierde tiempo a causa de accidentes. Por si ésto fuera poco, los robots representan una ganga: los peritos del Banco de Crédito a Largo Plazo de Japón, señalan que en tanto que en el último decenio los salarios han aumentado en un trece por ciento anual, el costo de un robot estándar se ha sostenido en el equivalente de unos 25 000 dólares. Según Kanji Yonemoto, director general de la Asociación de Robots Industriales de Japón, es posible incrementar en un treinta por ciento la productividad de los robots y reducir los defectos del producto, del índice cinco a solo el 0.1 %.

## 4.2 LOS ROBOTS EN LA ACTUALIDAD.

Un factor importante de la difusión de los robots en compañías grandes y pequeñas ha sido la empresa Arrendamiento de Robots de Japón, considerada la primera institución del mundo que los renta a compañías pequeñas. Una fábrica puede arrendar artefactos soldadores por el equivalente de unos 600 dólares al mes. En el supuesto caso de que los soldadores humanos ganen el salario promedio es decir, unos 1200 dólares mensuales, incluidas sus prestaciones y gratificaciones, un robot que opere de día y de noche puede sustituir a tres soldadores adiestrados, lo cual significa pagar solo 600 dólares por mano de obra en vez de 36000. El que se aplique ahora esta clase de alquiler constituye un reconocimiento de la prioridad que atribuye la nación a los robots. El gobierno indujo a 24 fábricas de robots y a 10 firmas aseguradoras a fundar la compañía arrendadora.

Estos robots se fabrican en gran variedad de tamaños y formas. Los primeros robots japoneses eran fundamentalmente brazos mecánicos que funcionaban por medio de una serie de interruptores internos. Cuando concluía determinada fase de la tarea, un interruptor desplazaba el brazo mecánico hacia la siguiente etapa. Si se alteraba la línea de producción, había que desarmar el aparato y disponer una nueva secuencia de cambios de interruptor.

Hoy en día, la combinación de robot y máquina herramienta puede programarse mediante computadoras (ya no con interruptores). Se estima que hoy funcionan en Japón unos 14000 robots programables, casi tres veces más que los actualmente en operación en Estados Unidos.

Los gigantes de la Industria Japonesa se han movilizado para producir robots más avanzados. El gobierno trabaja en un proyecto de siete años, con un costo equivalente a 120 millones de dólares, para fomentar la fabricación de robots más "listos". Las exenciones fiscales y los préstamos subsidiados facilitan a la industria la obtención de estos robots.

La fascinación de los japoneses por las máquinas es otro elemento que refuerza esta tendencia. En el mejor de los casos los trabajadores norteamericanos se muestran indiferentes hacia los robots. Pero en las fábricas japonesas, los obreros les ponen nombres de cantantes y de estrellas deportivas.

Resulta interesante el punto de vista de algunos especialistas; según ellos, el budismo ejerció influencia en el grado de aceptación del robot. Dicen también que a diferencia de los occidentales cristianos los japoneses no establecen distinciones entre la criatura superior, el hombre y el mundo circundante. Todo se funde en la unidad del cosmos, y aceptan a los robots fácilmente, junto con el ancho mundo: los insectos, las rocas, todo es parte de la unidad esencial.

## 4.2 LOS ROBOTS EN LA ACTUALIDAD.

Por supuesto, los obreros de producción que laboran en las grandes compañías japonesas pueden ver con tranquilidad la automatización. Los convenios que garantizan el empleo por lo menos hasta la edad de cincuenta y cinco años, eliminan el temor al desempleo, en realidad, los robots plantean la posibilidad de que los trabajadores desplazados sean contratados para hacer otras tareas más interesantes y mejor pagadas. Es más: los obreros apoyan toda medida tendiente a mejorar la productividad, pues así se incrementan las utilidades de la empresa, lo cual a su vez, aumenta su participación en las ganancias. El reparto de utilidades puede aumentar los ingresos globales del trabajador hasta en un cincuenta por ciento de su salario nominal.

Por lo general, las compañías estadounidenses no ofrecen a sus empleados garantía de empleo de por vida, ni gratificaciones, ni reparto de utilidades o algún otro beneficio de este tipo, para amortiguar el efecto negativo de los robots.

A muchos industriales norteamericanos no parece preocupar la delantera que les llevan los japoneses en la producción y en la aplicación de los robots, y esto es así, en gran medida, porque consideran a Estados Unidos el país líder en la investigación de máquinas robóticas. Es indiscutible que esta industria se inició en Estados Unidos y, asimismo, es patente la tendencia de este país a concentrarse más en la fabricación masiva de robots de alta tecnología, a diferencia de los japoneses los cuales prefieren las máquinas más sencillas para líneas de producción. Pero la interrogante clave hoy en día no estriba en que país tiene los robots más "inteligentes"; lo esencial es preguntarse que país desea obtener tales máquinas, capaces de triplicar y aún cuadruplicar la productividad. En estos términos, los japoneses sin duda alguna, marchan a la vanguardia.[4]

México es un país que comienza a mostrar interés en el desarrollo tecnológico de la Robótica, como ejemplo podemos hacer mención de los trabajos de investigación dentro del área del CINESTAV\_IPN.

En el Departamento de Ingeniería Eléctrica del CIEA-IPN se iniciaron los trabajos de investigación y desarrollo en inteligencia artificial a principios de 1982. Dentro del vasto dominio de esta área, actualmente se realizan actividades en Robótica y en Visión por computadora.

Los trabajos realizados en el área Robótica, pretenden contribuir al desarrollo de una tecnología que permita la automatización de los puestos de trabajo insalubres o de alto riesgo y de las tareas imposibles de ejecutar por operadores humanos. Las actividades actualmente en curso en dicho departamento son las siguientes:

## 4.2 LOS ROBOTS EN LA ACTUALIDAD.

**Mecánica:** Diseño y construcción de brazos articulados y órganos de presión. Estudio cinemático de robots manipuladores y la obtención de modelos dinámicos.

**Actuadores:** Posicionador lineal neumático.

**Percepción:** Posición y velocidad. Proximetría infrarroja y Visión por computadora.

**Control:** Modelado, identificación y control de robots manipuladores en simulación y en tiempo real. Control jerárquico de robots inteligentes.

**Programación:** Desarrollo de un lenguaje interpretado de programación de robots industriales. Desarrollo de programas ejecutores.


**Decisión:** Consideración del entorno y sus variaciones en el control de robots usando captosres exteroceptivos. Generación de planes de trabajo a partir de las tareas programadas.

Encaminados hacia el desarrollo de robots inteligentes ( versátiles, adaptables y capaces de autoorganizarse ), este departamento piensa continuar con el desarrollo de actuadores, perceptores y la separación óptima de las tareas de inteligencia ( decisión, generación de planes, reorganización de tareas, análisis del entorno ) de aquellas de control de las articulaciones y de la coordinación de movimientos.

Los trabajos realizados en el área de Visión por computadora, tienen como objetivo conocer en forma abstracta el universo que rodea al robot, utilizando la luz como soporte de la información. Las actividades en esta área son del tipo de desarrollo de circuitos electrónicos específicos (Hardware). [5]

## CAPITULO IV

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Conacyt  
"La Invacion de los Robots"  
Informacion Cientifica y Tecnologica  
Vol. 3 No. 38 Feb. 1981
- [2] Keneth M. Jenkins, Alan R. Raedels  
"The Robot Revolution: Strategic Considerations for Managers"  
Production & Inventory Mgmt.  
Vol. 13 No. 3 1982
- [3] Michael Okamoto  
"Russian Robot Makers Can not Put it all Together"  
BusinessWeek  
Mayo 1983
- [4] Henry Scott Stokes  
"Robots: Nuevos Aliados de la Industria Japonesa"  
Selecciones del Reader's Digest  
Enero 1983
- [5] J. M. Ibarra Zannatha  
"Robotica, Aplicaciones y Perspectivas"  
Compumundo  
Octubre 1984
- 

## CAPITULO V



## 5.1 PRINCIPALES FABRICANTES DE ROBOTS.

En los próximos años habrá una gran competencia entre los fabricantes de robots, debido a su rápido crecimiento. Se elaborarán sistemas de alta tecnología y equipos simples. Existirá una gran variedad de tipos de robots y también nacerán nuevos fabricantes, todos con un amplio rango de opciones para que los usuarios puedan elegir a su mejor conveniencia.

En la tabla 3 se muestra una lista de los principales proveedores de robots en los Estados Unidos a la fecha.[1]

## 5.1 PRINCIPALES FABRICANTES DE ROBOTS.

Advanced Robotics Corp. Newark Ohio Ind. Park Building B, Ruote 79 Hebron, Ohio 43025	General Numeric Corp. 390 Kent Avenue Elk Grove Village Illinois 60007
ASEA Inc. 4 New King St. White Plains New York 10604	Industrial Automates Inc. 6123 West Mitchel St. West allis Wisconsin 53214
Auto-Plase Inc. 1401 East Fourteen Mile Troy, Michigan 48084	Nordson Corp. 555 Jackson St. P.O. Box 151 Amherst, Ohio 44001
Automatrix 217 Middlesex Turnpike Burlington Massachusetts 01803	Planet Corp. 27888 Orchard Lake Road Farmington Hills Michigan 48018
Binka Manufacturing Co. 8201 W. Belmont Avenue Franklin Park Illinois 60131	Prab Conveyors Inc. 5944 E. Kilgore Road Kalamazoc Michigan 49003
Cincinnati Milacron Ind. Robot Division 4701 Marburg Avenue Cincinnati Ohio 45209	Reis Machines 1450 David Road Elgin, Illinois 60120
Conair Inc. Conair Building Franklin Pennsylvania 16232	Seiko Instruments Inc. 2990 W. Lomita Blvd. Torrance California 90502
Cybotech Inc. P.O. Box 88514 Indianapolis Indiana 46208	Thermwood Corp. P.O. Box 43c Dale Indiana 47521
The DeVilbiss Co. 300 Philips Avenue Toledo, Ohio 43692	Unimation Inc. Shelter Rock Lane Danbury Connecticut 06810
General Electric Co. Automation Systems 1285 Boston Avenue, Bldg. 33-DE Bridgeport, Connecticut 06602	

Tabla 4. Principales Proveedores.

## 5.2 FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA INSTALACION DE ROBOTS.

La instalación de un robot puede mostrar un rápido reembolso. Un simple cálculo del reembolso en años para tal instalación se puede obtener utilizando algunas suposiciones acerca de los costos de manufactura, más la ecuación:

$$P = I / (L - E)$$

donde:

P es igual al reembolso en años.

I es la inversión total de 1.5 a 2 veces el costo del robot.

L incluye la nómina, impuestos, beneficios y gastos indirectos.

E son gastos de operación anuales por el robot o 4 dls./hr.

Un año = 2 000 hrs. de trabajo.

El destajo de un robot y de un obrero se considerara igual.

Entonces, para un robot de 50 000 dls. el tiempo de recuperación del costo de la instalación, trabajando un turno es:

$$P = 87\ 500 / (40\ 000 - 8\ 000) = 2.73 \text{ años}$$

donde:

$$I = 50\ 000 \times 1.75 = 87\ 500$$

$$L = 20 \text{ dls.} \times 2\ 000 \text{ hrs.} = 40\ 000$$

$$E = 4 \text{ dls.} \times 2\ 000 \text{ hrs.} = 8\ 000$$

La recuperación del costo de un robot que trabaja 2 turnos sera la mitad es decir, 1.367 años; para una unidad que trabaja 24 hrs. diarias su recuperación sera de .91 años.

Se deberá notar que estas cantidades están basadas en la suposición de que el robot tendrá 5 años de vida útil y no tiene valor de desecho. Además, este ejemplo ignora la aplicación de impuestos.

El precio de compra de la instalación del robot ( \$87 500 ) es el flujo de efectivo negativo original. Para una operación de 2 turnos, el ahorro anual en salarios será de \$80 000 y los gastos de mantenimiento anuales de \$16 000. Esto representa un ahorro neto de \$64 000 o bien, \$5 334 mensuales por el tiempo de vida del robot.

Este ejemplo es un buen indicador del tremendo potencial de reembolso que existe para la inversión que se hace en la instalación de un robot si éste es utilizado en varios turnos.

## 5.2 FACTIBILIDAD ECONOMICA DE LA INSTALACION DE ROBOTS.

El cálculo de la recuperación en años ignora algunos factores que hacen que los argumentos en la instalación de un robot sean más fuertes. Por ejemplo, en los cálculos se asume que el trabajo desarrollado por el robot y el obrero son iguales, cuando en realidad, el destajo de un robot es mayor que el de un obrero. Mas aún, los robots trabajan más continua e uniformemente que los humanos. El promedio de trabajo desarrollado por una persona en una fábrica es de aproximadamente 70%. Por otro lado los robots desarrollan una eficiencia de 90% o más considerando las reparaciones y las rutinas de mantenimiento.[2]

CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA

- [1] Leslie V. Ottinger  
"Robotics: Terminology, Types of Robots"  
Industrial Engineering  
Noviembre 1981
  
- [2] Rollie Woodcock, Rich Carone  
"Intelligent Robots Lend a Hand in Automating High Technology"  
Industrial Engineering  
Junio 1983

CAPITULO VI

## 6.1 ELECTRONICA

En este subcapítulo se analizará y explicará brevemente el funcionamiento de cada circuito utilizado en el prototipo. Para cada uno de dichos circuitos, se muestra el diagrama de conexión utilizado, la lista de partes necesarias para su armado y los ajustes necesarios si así se requieren.

### 6.1.1 CIRCUITOS DE CONTROL.

Para el control remoto de nuestro prototipo, elegimos utilizar un transmisor infrarrojo de tonos y su respectivo receptor.

Se eligió utilizar la luz infrarroja para el control remoto debido a que ofrece ciertas ventajas sobre un control remoto por radiofrecuencia. Por ejemplo, no se necesitan circuitos sintonizados ya que solo se utiliza un diodo emisor de luz infrarroja, que emite la señal generada por el circuito; además, la luz infrarroja no interfiere con la recepción de radio frecuencia ya sea en radios o T.V. Aún más importante que lo anterior, es que la FCC prohíbe transmitir sin licencia. En general, se escogió por simplicidad y bajo costo ya que los circuitos de radiofrecuencia contienen típicamente más componentes. Esto no solo suma un mayor costo al proyecto, sino que también constituye en el transmisor un mayor consumo de baterías.

Aún así, podemos admitir una gran ventaja que la transmisión por radiofrecuencia tiene sobre la luz infrarroja: un transmisor de radiofrecuencia transmite la señal a distancias mayores (aún si el camino entre el transmisor y el receptor está obstruido por algún objeto). Con el transmisor infrarrojo se necesita que su trayectoria esté libre de obstáculos y tiene un menor alcance.

A continuación se explica brevemente el funcionamiento de los circuitos transmisor y receptor infrarrojos utilizados.

### 6.1.1.1 CIRCUITO TRANSMISOR INFRARROJO DE TONOS.

El sistema utilizado para el control remoto es el llamado DTMF (dual tone multi frequency), o bien, sistema de doble tono multifrecuencia. Este sistema consta de un teclado de 12 funciones en forma de matriz de interruptores de 4 renglones por 3 columnas, los cuales son utilizados para instruir al generador DTMF, que en este caso es el circuito integrado S2559,[1] para producir un par de tonos únicos a la salida, correspondientes a la tecla oprimida.

El teclado consta, como ya se dijo antes, de 3 columnas y 4 renglones, donde cada columna genera su propio tono al igual que cada renglón; el pulsar cualquier tecla ocasiona que se genere un único par de tonos.

El circuito generador de tonos está diseñado para tomar una entrada de renglón y una de columna para dar una respuesta única correspondiente a ese único par. La frecuencia de salida es un submúltiplo de la frecuencia de 3.579545MHz, generada por el cristal aplicado entre las terminales 7 y 8 del circuito integrado.

Las frecuencias generadas por los renglones y columnas se enumeran a continuación,[2]

RENGLON 1	697 Hz.	COLUMNA 1	1209 Hz.
RENGLON 2	770 Hz.	COLUMNA 2	1336 Hz.
RENGLON 3	852 Hz.	COLUMNA 3	1477 Hz.
RENGLON 4	941 Hz.		

La salida obtenida en la terminal 16 del circuito integrado, debido a la poca capacidad de manejo de corriente, se aplica a la base de un transistor NPN el cual será capaz de manejar la corriente necesaria para que el diodo emisor de luz infrarroja opere a su mayor capacidad.

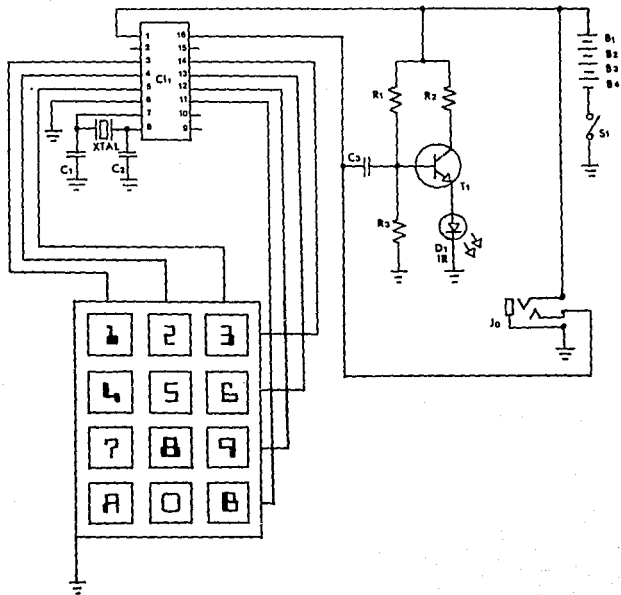
#### LISTA DE PIEZAS

C11	92559	GENERADOR DE TONOS.
XTAL	3.58MHz.	CRISTAL.
T1	2N2222 NPN	TRANSISTOR.
D1	T1L38	DIODO EMISOR DE LUZ INFRARROJA.
C1,C2	100pf. 25V.	CAPACITOR.
C3	.1uf. 25V.	CAPACITOR.
R1	33K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R2	220 OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R3	22K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
B1-B4	1.5V.	BATERIA.
S1	INTERRUPTOR	UN POLO UN TIRO.
J0	CONECTOR JACK STEREO DE 3.5mm.	
TECLADO	DE 12 INTERRUPTORES.	

[1] Linear Databook National Semiconductors.

[2] Forrest M. Mims III Eng. Notebook II Pag. 109





GENERADORA DE TONOS

### 6.1.1.2 CIRCUITO RECEPTOR INFRARROJO DE TONOS.

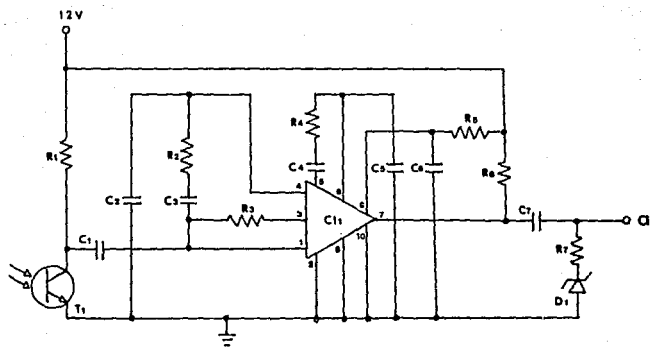
Su principal componente es el circuito integrado CI3035 que consta de 3 etapas de amplificación conectados en cascada y con un equivalente de 10 transistores, 1 diodo y 15 resistores. Usando los tres etapas de amplificación en cascada, como se muestra en el diagrama, se logra una ganancia total máxima de 110 db.[1]

Es por ésto, que se logra una recepción de muy alta sensibilidad. La salida de este circuito de amplificación se aplicará al circuito Decodificador de Frecuencias.

#### LISTA DE PIEZAS.

R1	56K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R2	1.2K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R3	220K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R4	680	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R5	1K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R6	4.7K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
R7	120K	OHMS	1/2W.	RESISTOR.
C1	10uf.		25V.	CAPACITOR.
C2	.04uf.		25V.	CAPACITOR.
C3	.22uf.		25V.	CAPACITOR.
C4-C5	.05uf.		25V.	CAPACITOR.
C6	50uf.		25V.	CAPACITOR.
C7	10uf.		25V.	CAPACITOR.
D1	1N750A		3.2V.	DIODO ZENER.
T1	TIL414			FOTOTRANSISTOR.
CI1	CA3035			AMPLIFICADOR OPERACIONAL.

- [1] 84 Practical Electronic Projects  
Warring Ronald Horace  
Tab Book 1980



RECEPTOR DE INFRAROJO

## 6.1.2 CIRCUITO DECODIFICADOR DE TONOS.

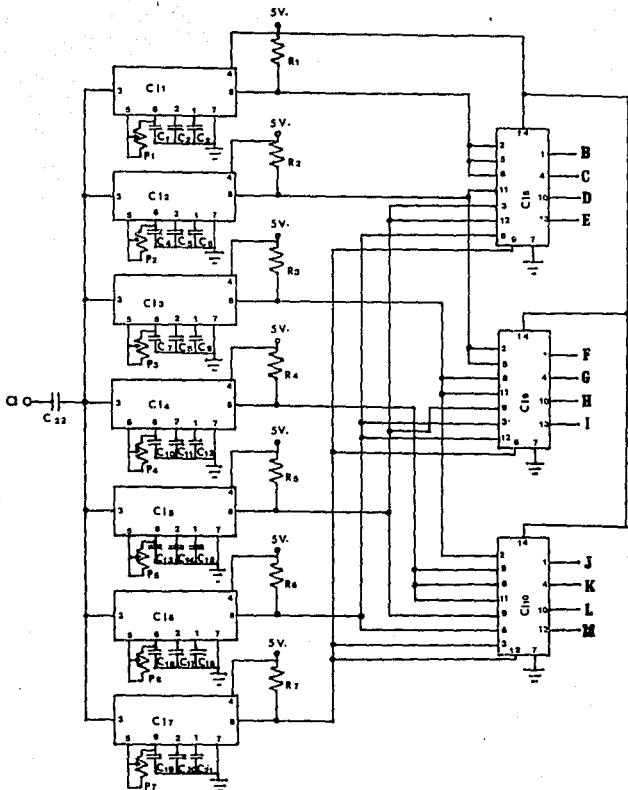
Las frecuencias transmitidas son recibidas por el receptor infrarrojo, explicado anteriormente. Su señal de salida es aplicada a la entrada común de 7 circuitos integrados LM567. Dichos circuitos son circuitos filtro sintonizados a una determinada frecuencia y cuya salida cambiará del estado lógico, uno a cero cuando se aplique la misma frecuencia a la que está sintonizado.

Las salidas de los filtros son combinadas en compuertas NOR (o-negadas) y de las cuales obtendremos un uno lógico en la salida que corresponda a la función transmitida.[1]

### LISTA DE PIEZAS.

C11-C17	LM567	DECODIFICADOR DE TONOS.
C18-C110	LM7402	4 COMPUERTAS O-NEGADA 2.ENTRADAS
R1-R7	2.2K OHMS.	1/2W. RESISTOR.
P1-P7	20K OHMS.	POTENCIOMETRO.
C1, C4, C7	.1uf. 25V.	CAPACITOR.
C10, C13	.1uf. 25V.	CAPACITOR.
C16, C19	.1uF. 25V.	CAPACITOR.
C2, C5, C8	4.7uf. 25V.	CAPACITOR.
C3, C6, C9	2.2uf. 25V.	CAPACITOR.
C11, C12	2.2uf. 25V.	CAPACITOR.
C14, C15	2.2uf. 25V.	CAPACITOR.
C17, C18	2.2uf. 25V.	CAPACITOR.
C20, C21	2.2uf. 25V.	CAPACITOR.
C22	.22uf. 25V.	CAPACITOR.

[1] Forrest M. Mias III  
Engineer Notebook II  
Archer Pag. 108



B - M A MONOESTABLES

# DECODIFICADOR DE TONOS

51

### 6.1.3 CIRCUITO DE MONDESTABLES.

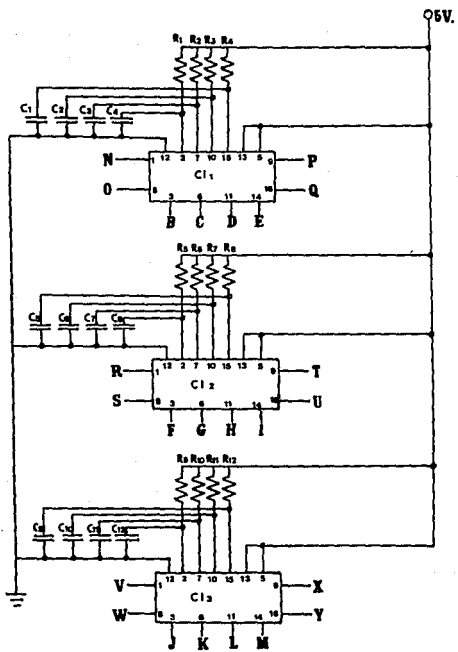
Este circuito tiene por objeto eliminar el ruido que pudiera producir condiciones no deseadas en la memoria del prototipo, y que podrían provocar fallas en el manejo del Robot.

Los 3 circuitos integrados LM558 [1] son cada uno 4 temporizadores integrados en un solo encapsulado. Dichos circuitos efectúan la siguiente función: por cualquier señal a la entrada que sobrepase el potencial de disparo, se tendrá a la salida un solo pulso de una duración determinada por  $1/RC$ , evitando con esto falsos cambios de estado en el circuito de memoria.

#### LISTA DE PIEZAS

C11-C13	LM558	CUATRO TEMPORIZADORES.
R1-R12	330K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
C1-C12	1.5uf. 25V.	CAPACITOR.

[1] Forrest M. Mims III  
Engineer Notebook II  
Archer Pag. 102



R - Y A BIESTABLES

MONOSTABLES

69

#### 6.1.4 CIRCUITO DE MEMORIA

Con el objeto de almacenar las órdenes dadas al robot, es necesario contar con un circuito de memoria sin el cual, existe la necesidad de mantener oprimido el interruptor de determinada función del teclado con el inconveniente de que de esta manera sólo es posible efectuar una sola orden a la vez.

Con la memoria es posible efectuar cualquier combinación de órdenes debido a que solo es necesario pulsar el botón para comenzar y oprimirlo nuevamente para terminar la acción.

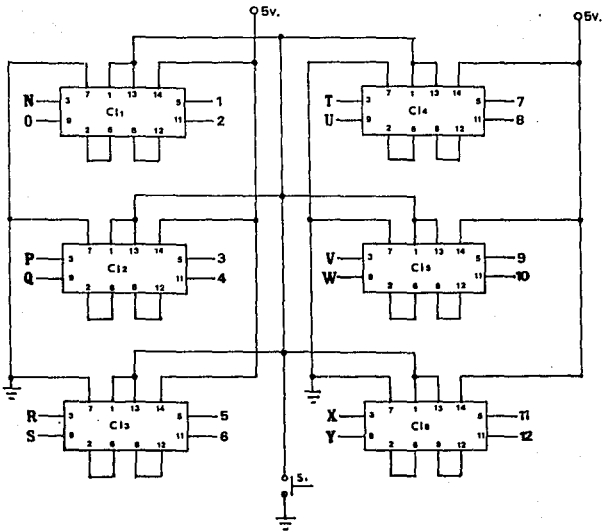
El circuito de memoria consta de 6 circuitos integrados 7474,[1] flip-flop tipo D dobles para formar 12 estados de memoria. Estos circuitos están conectados de manera de que con un primer pulso por parte del Decodificador de Tonos, la salida del flip-flop cambiará de un estado lógico 0 al estado lógico 1, con lo cual se comenzará la acción escogida y con un segundo pulso por parte del decodificador, se terminará la acción ya que el flip-flop cambiará al estado 0 lógico.

LISTA DE PIEZAS.

CI1-CI6            LM7474            DOBLE FLIP-FLOP TIPO "D".

[1] Linear Databook  
National Semiconductors





**BIESTABLES**

### 6.1.5 CIRCUITO OPTOACOPLADOR DE SALIDA

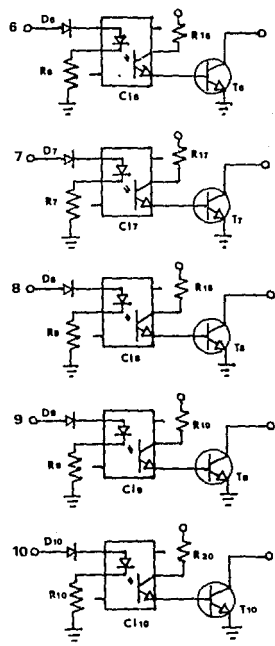
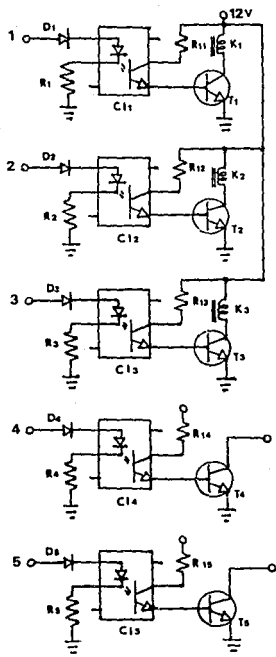
Este circuito nos permita aislar a los circuitos anteriores del ruido que se produce por los contactos de los relevadores y por el cambio de dirección de los motores.

El circuito funciona de la siguiente manera: la señal de salida de los biestables es aplicada a la terminal 1 del circuito integrado 4N28 [1] el cual es un optoacoplador, esta señal polariza directamente el diodo emisor de luz del circuito integrado, el cual al ser polarizado de esta manera, proyecta su luz sobre el fototransistor que existe en el mismo encapsulado. Esta luz ocasiona que el transistor conduzca y éste a su vez hace que el transistor 2N2222 se sature permitiendo el paso de la corriente hacia la bobina del relevador correspondiente en el caso de los CI1, CI2 y CI3. En los demás casos esta saturación provoca que el transistor se comporte como un interruptor a tierra.

#### LISTA DE PIEZAS.

CI1-CI10	4N28	OPTOACOPLADOR.
D1-D10	1N914	DIODO.
T1-T10	2N2222 NPN	TRANSISTOR.
R1-R10	22 OHMS. 1/2W.	RESISTOR.
R11-R20	1,2K OHMS. 1/2W.	RESISTOR.
K1	RELEVADOR	UN POLO NORMALMENTE ABIERTO.
K2, K3	RELEVADOR	2 POLOS 2 TIROS.

[1] RCA Databook 1983



# OPTOCOPLADORES DE SALIDA

14

### 6.1.6 CIRCUITO DE SEGURIDAD DE ENCENDIDO

Este circuito funciona de la siguiente manera: Como se muestra en la figura, los interruptores son momentáneos normalmente abiertos, los cuales deberán de ser oprimidos con la secuencia S4-S5-S6 con el objeto de poder energizar la bobina del relevador que a su vez cerrará el contacto K1.

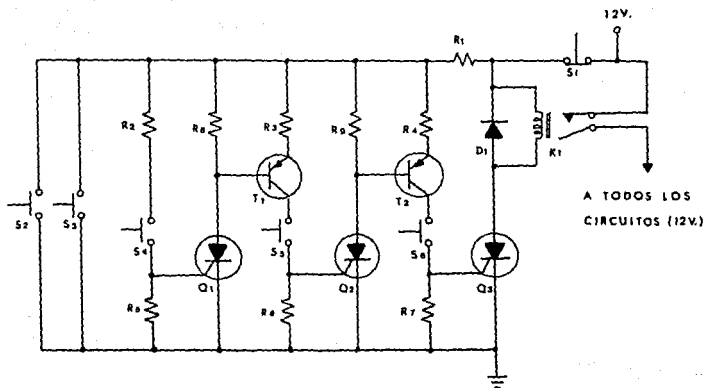
Al oprimir S4, se logra que conduzca el SCR Q1 debido a que su compuerta tendrá el potencial necesario para lograr el disparo. Una vez efectuado esto, la base del transistor T1 contará con una tensión que le permitirá conducir. Si ahora, se presiona S5, se repite la operación descrita, Q2 energizará a T2 y si se continúa con S6 se logrará que Q3 conduzca lo que a su vez provocará que K1 se energice y cierre sus contactos, logrando que queden conectados los circuitos del prototipo a la batería.

Si en algún paso intermedio se presiona alguno de los interruptores S2 y/o S3, se anulará toda la secuencia efectuada hasta el momento y será necesario repetir todas las instrucciones debido a que la resistencia por la rama del circuito R1-S2 o R1-S3 es mucho menor que por cualquier otra rama del mismo circuito, provocando que dejen de conducir los SCR que ya hubieran sido disparados. [1]

#### LISTA DE PIEZAS.

T1, T2	2N3906 PNP	TRANSISTOR.
Q1-Q3	2N5060	SCR.
D1	1N914	DIODO.
S1	INTERRUPTOR	UN POLO NORMALMENTE CERRADO.
S2-S6	INTERRUPTOR	UN POLO NORMALMENTE ABIERTO.
K1	RELEVADOR 12V.	UN POLO NORMALMENTE ABIERTO.
R1	100 OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R2-R7	4.7K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
RB, R9	560 OHMS 1/2W.	RESISTOR.

[1] 101 Electronic Projects



CANDADO SECUENCIAL

23

## 6.1.7 CIRCUITO GENERADOR DE TONOS PSEUDO-ALEATORIOS

Este circuito como su nombre lo indica, genera una serie de tonos pseudo-aleatorios de la siguiente manera:

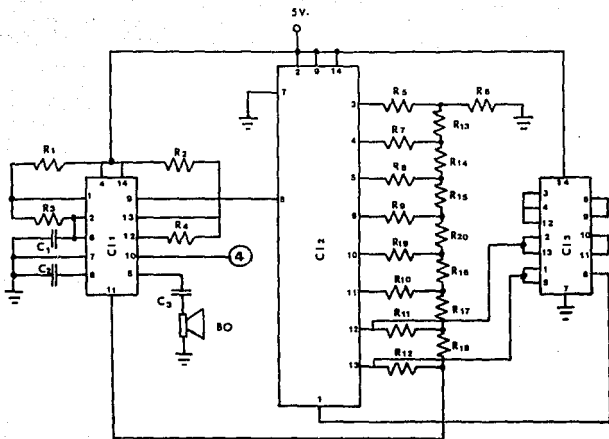
El CI LM74174 es un Registro de Desplazamiento de 8 bits el cual tiene como se puede apreciar en el diagrama, un arreglo de resistencias en las terminales de salida 3,4,5,6, 10,11,12,13, que dependiendo de la entrada pseudo-aleatoria generada por el CI LM9002, cuatro compuertas Y-negada de dos entradas cada una, produce una tensión pseudo-aleatoria entre las terminales de los resistores R12 y R18. [1]

Esta tensión se aplica a la terminal 11 del CI 556, temporizador doble, en el cual un temporizador se utiliza como reloj generador de pulsos y el otro temporizador como modulador en frecuencia dependiendo de la tensión que se aplique a la terminal 11.

### LISTA DE PIEZAS.

CI1	LM556	DOBLE TEMPORIZADOR.
CI2	LM74164	REGISTRO DE CORRIMIENTO PARALELO DE 8 BITS.
CI3	LM9002	4 COMPUERTAS Y-NEGADA DE 2 ENTRADAS.
C1	.22uF, 25V.	CAPACITOR.
C2,C3	10uF, 25V.	CAPACITOR.
R1	5.6K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R2	15K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R3	2.2K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R5-R12	2.2K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R19	2.2K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R4	1K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R13-18	1.1K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R20	1.1K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
B0	Ø OHMS	BOCINA.

[1] Archer Engineer's Notebook II.  
Forrest M. Nias III  
Pag. 63



④ A BIESTABLES

GENERADOR DE  
TONOS PSEUDO-ALEATORIOS

## 6.1.8 CIRCUITO DE LUCES SECUENCIALES

Este circuito consta de un generador de pulsos formado por el circuito integrado LM555, el cual aplica su salida al circuito integrado LM74193 que es un contador BCD y cuyas salidas son aplicadas al circuito integrado LM74154 que multiplexa de acuerdo a las combinaciones de entrada 1 de 16 salidas diferentes en las cuales se tienen conectados los cátodos de los diodos emisores de luz logrando de esta manera un desplazamiento secuencial de la luz.[1]

### LISTA DE PIEZAS.

C11	LM555	TEMPORIZADOR.
C12	LM74193	CONTADOR BINARIO DE 4 BITS.
C13	LM74154	DECODIFICADOR MULTIPLEXOR 4 A 16.
C1	4.7uf. 25V.	CAPACITOR.
R1,R2	10K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R3	180 OHMS 1/2W.	RESISTOR.
D1-D16		DIODOS EMISORES DE LUZ.

[1] Linear Databook  
National Semiconductors 1983





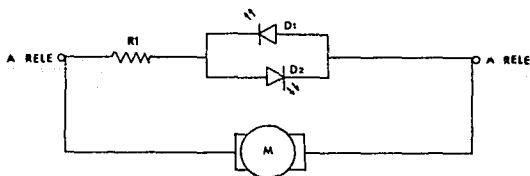
### 6.1.9 CIRCUITO INDICADOR DE DIRECCION DE MOTORES

Este sencillo circuito indica en que dirección están girando los motores. Sabamos que por ser motores de C.D. giran en una dirección determinada dependiendo de que polaridad se aplique a las terminales de los mismos.

Por la capacidad de los diodos de conducir solo cuando son polarizados Directamente, se logra el objetivo del circuito indicador de dirección, conectando 2 diodos emisores de luz en paralelo inversamente uno de otro a través de las terminales de cada uno de los motores del robot.

#### LISTA DE PIEZAS.

D1-D2		DIODO EMISOR DE LUZ.
R1	560 OHMS 1/2W.	RESISTOR.



**INDICADOR DE DIRECCION  
DE MOTORES**

### 6.1.10 CIRCUITO DE VOLTÍMETRO DIGITAL

El componente principal de este circuito es el CI 3162E, convertidor Analógico/Digital que lee la tensión de la batería y la convierte en un número digital de código BCD. Este número aparece en las terminales 2, 1, 15 y 16 del mismo circuito y lo alimenta a las terminales 7, 1, 2 y 6 del CI 7447, Decodificador BCD a 7 segmentos que manejará una pantalla de 3 y medio dígitos.

La máxima diferencia de potencial permitida entre las terminales 10 y 11 del CI 3162E es de 999 mV, por lo tanto, los resistores R8 y R9 cuyos valores tienen una razón de 100:1, se usan para formar un atenuador con un factor de 100. Así, si se aplican 13.8 volts de la batería a dicho atenuador, la diferencia de tensión entre la terminal 10 (que está aterrizada) y la terminal 11 será de 136.6 mV. Como se quiere que esta tensión sea exactamente 138 mV., la diferencia se podrá compensar con el potenciómetro de ganancia P2.

El potenciómetro para el ajuste a cero, P1, se usa junto con un capacitor de .33 uf. ( C2 ) para generar la tensión rampa interna necesaria para el proceso de conversión de Analógico a Digital del circuito.

#### Calibrado del Circuito.

Conectar una fuente de tensión precisa a la entrada (terminal 11) del CI 3162E; si se tiene un voltímetro disponible, conectarlo en paralelo para asegurar el ajuste.

El potencial de ajuste deberá estar entre 10 y 16 volts; para ajustar la lectura a 00.0 volts, utilizar el potenciómetro P1 y conectar a tierra temporalmente las terminales 10 y 11 del circuito C11.

Para ajustar el valor al potencial aplicado, utilizar el potenciómetro P2 girándolo cuidadosamente hasta obtener la lectura apropiada y correcta. [1]

#### LISTA DE PIEZAS.

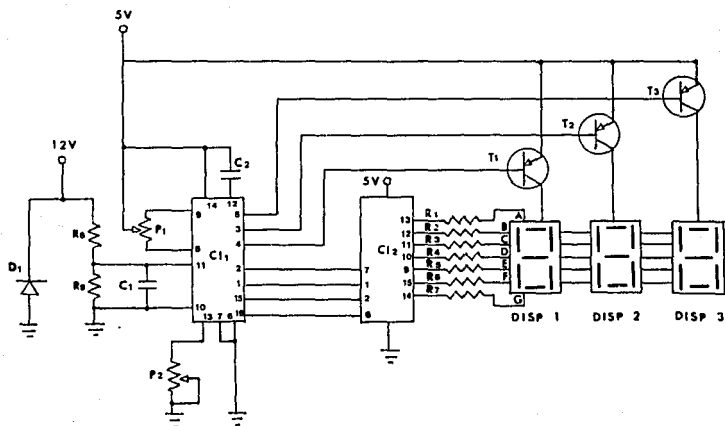
R1-R7	330 OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R8	100K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R9	1K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
C1	10uf. 16V.	CAPACITOR.
C2	.22uf. 16V.	CAPACITOR.
D1	1N914	DIODO.
P1	50K OHMS	POTENCIOMETRO.
P2	10K OHMS	POTENCIOMETRO.
T1, T2, T3	1N914B PNP	TRANSISTOR.
C11	CA3162E	CONVERTIDOR ANALOGO-DIGITAL.
C12	DM7447	DECODIFICADOR BCD A 7 SEGMENTOS.

## 6.1.10 CIRCUITO DE VOLTIMETRO DIGITAL

DISP1-DISP3

PANTALLA 3,5 DIGITOS A 7 SEGMENTOS.  
ANODO COMUN.

[1] Radio Electronics  
Julio 1983  
Pags. 59 a 62



### 6.1.11 CIRCUITO PROCESADOR DE PALABRA

El circuito principal es el CI SP0256 el cual es un microprocesador que utiliza su programa almacenado para sintetizar voz y sonidos complejos, leyendo los datos del circuito de memoria SPR-16.

La salida es una señal de 5KHz (carrier) que será modulada en frecuencia por los datos obtenidos del mismo procesador. El carrier es separado de la información por un filtro de 5KHz. y la información será amplificada por el circuito integrado LM386, amplificador operacional para audio, para poder manejar una bocina.

Las terminales 10,11,13,14,15,16,17,18 del CI SP0256 están conectadas a 8 interruptores de un polo un tiro con los cuales se podrá establecer una dirección de 8 bits que definirá una de las 256 posibles entradas.

Con el control remoto se podrá cargar al procesador la dirección establecida con los interruptores y por lo tanto se reproducirá el sonido grabado en dicha dirección.[1]

NOTA: Debido a que la memoria del procesador ha sido grabada en inglés, el prototipo "habla" en dicho idioma.

El vocabulario es el siguiente:

DIRECCION	PALABRA	DIRECCION	PALABRA
0	Oh	18	Eighteen
1	One	19	Nineteen
2	Two	20	Twenty
3	Three	21	Thirty
4	Four	22	Forty
5	Five	23	Fifty
6	Six	24	It Is
7	Seven	25	A.M.
8	Eight	26	P.M.
9	Nine	27	Hour
10	Ten	28	Minute
11	Eleven	29	Hundred Hour
12	Twelve	30	Good Morning
13	Thirteen	31	Attention Please
14	Fourteen	32	Please Hurry
15	Fifteen	33	Melodia A
16	Sixteen	34	Melodia B
17	Seventeen	35	Melodia C

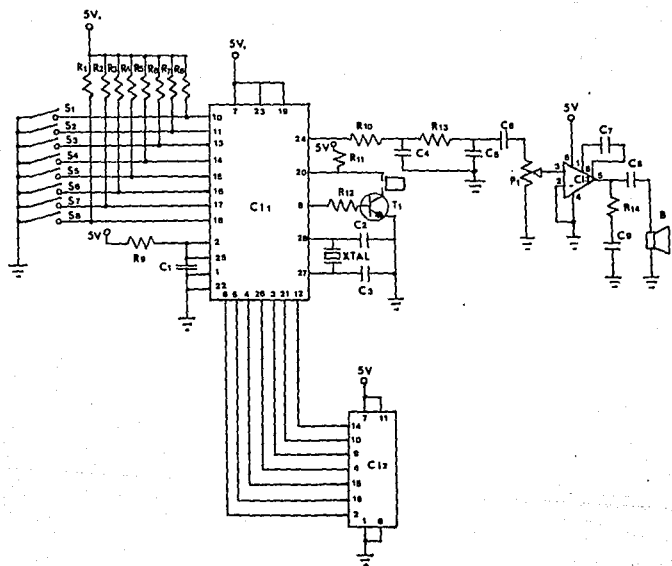
#### LISTA DE PIEZAS.

R1-R9	100K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R10-R13	33K OHMS 1/2W.	RESISTOR.
R11,R12	10K OHMS 1/2W.	RESISTOR.

### 6.1.11 CIRCUITO PROCESADOR DE PALABRA

R14	10 OHMS 1/2W.	RESISTOR.
C1	.1uf. 25V.	CAPACITOR.
C2,C3	22uf. 25V.	CAPACITOR.
C4,C5	.022uf. 25V.	CAPACITOR.
C6,C7	10uf. 25V.	CAPACITOR.
C8	100uf. 25V.	CAPACITOR.
C9	.1uf. 25V.	CAPACITOR.
T1	2N2222 NPN	TRANSISTOR.
XTAL	3.12MHz.	CRISTAL DE CUARZO.
P1	10K OHMS	POTENCIONETRO.
B0	8 OHMS	BOCINA.
CI1	SP0256-017	PROCESADOR DE PALABRAS.
CI2	SPR-16	MEMORIA EXTERNA ROM.
CI3	LN386	AMPLIFICADOR DE AUDIO.
S1-S8	UN POLO UN TIRO	INTERRUPTORES.

[1] Archer Radio Shack  
 Numero de Catalogo 276-1783



PROCESADOR DE PALABRAS

#### 6.1.12 CIRCUITO ARREGLO DE RELES DE MOTORES DE IMPULSO

Con solo 2 relevadoras de 2 polos 2 tiros y uno de un polo un tiro, se logra controlar los movimientos de marcha adelante marcha atrás, giro a la derecha, giro a la izquierda y paro del prototipo.

Esto se logra haciendo la conexión de los relés y los 2 motores como se muestra en el diagrama.

En el circuito, el relé K1 efectúa la función de marcha y paro, el relé K2 efectúa el cambio de polaridad y por lo tanto de dirección de los 2 motores simultáneamente y el relé K3 afecta únicamente la polaridad del motor M2.

Combinando estas 3 operaciones se logra, como se explicó antes, manejar ampliamente el desplazamiento en cualquier dirección del prototipo.

#### LISTA DE PIEZAS.

K1 CONTACTO DE RELE K1  
K2 CONTACTO DE RELE K2  
K3 CONTACTO DE RELE K3  
M1, M2 MOTOR CORRIENTE DIRECTA ELEVADOR DE VIDRIOS (RAMBLER 79)  
MARCA BOSCH 12V.  
NOTA: K1, K2, K3 RELEVADORES INDICADOS EN EL CIRCUITO  
OPTOACOPLADORES DE SALIDA.





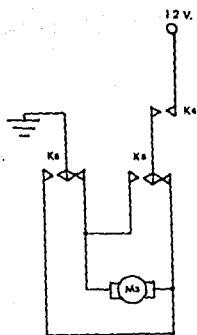
### 6.1.13 CIRCUITO ARREGLO DE RELES DE MOTORES DEL BRAZO

Al igual que en el circuito anterior, con un arreglo de relés, 2 de un polo un tiro, uno de un polo dos tiros y uno de dos polos dos tiros se logra el control de los movimientos de giro, extensión y contracción del brazo del prototipo.

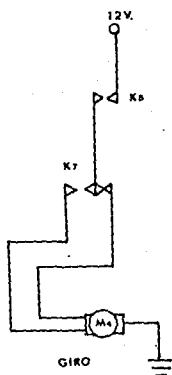
Para lograr los movimientos deseados se utilizan 2 relés para controlar el motor de extensión y retroceso del brazo y los otros dos para el giro del mismo. En los dos casos un relé es utilizado como interruptor para interrumpir o conectar la corriente de los motores. Otro relé se utiliza como un interruptor que hará el cambio de polaridad de la tensión aplicada a la bobina del motor de extensión del brazo y que por consecuencia cambiará la dirección de giro del mismo. El último relé efectúa un cambio alternado entre las dos terminales positivas del motor de giro del brazo, acción que provocará el cambio de dirección de giro del brazo.

#### LISTA DE PIEZAS.

- K4 CONTACTO DE RELE K4
  - K5 CONTACTO DE RELE K5
  - K6 CONTACTO DE RELE K6
  - K7 CONTACTO DE RELE K7
  - M1 MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA  
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE AUTOMOVIL.
  - M2 MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA DOBLE ARMADURA  
ELEVADOR DE CRISTALES DE AUTOMOVIL.
- NOTA: K4, K5, K6, K7 RELEVADORES INDICADOS EN EL CIRCUITO OPTOACOPLADORES DE SALIDA.



EXTENSION



GIRO

ARREGLO DE RELES DEL BRAZO

## 6.2 PIEZAS MECANICAS

En este subtema se describirán las piezas mecánicas, las cuales fueron fabricadas una por una de acuerdo a las facilidades económicas personales y de herramienta con que se cuenta en los talleres mecánicos de Ingeniería y Diseño de la Universidad Anáhuac.

Para cada una de las piezas se muestra un dibujo en el que se indican las medidas en cm., se explican brevemente los pasos a seguir y el material para la fabricación de cada una de ellas.

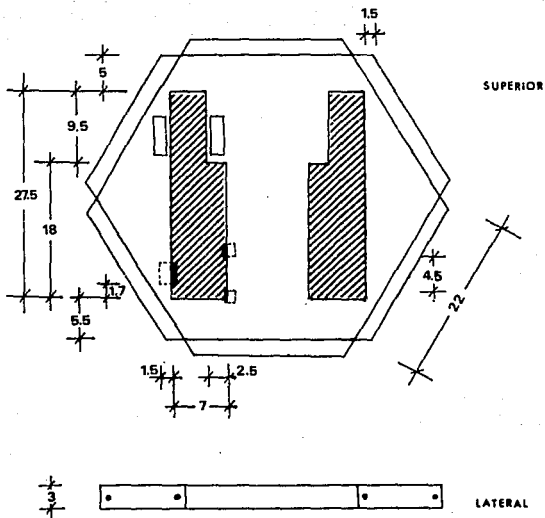
### 6.2.1 BASE PARA LOS MOTORES

Como se puede apreciar en la figura correspondiente a "BASE", esta pieza forma un hexágono de 22cm. por lado. Deberá construirse de lámina galvanizada de 1/32" de espesor con el objeto de dar mayor fuerza a la estructura, ya que esta pieza prácticamente recibe todo el peso del Robot.

En la figura, los espacios ashurados en la vista superior, corresponden a las áreas que ocuparán los motores. Asimismo, se indica la localización de las piezas que soportarán al motor y que se describen a continuación.

Es necesario dejar una pequeña pestaña a cada lado del hexágono con el fin de doblarlas en ángulo recto y poder fijar así las piezas que formarán el cuerpo del robot. En el dibujo para estas piezas, en la vista lateral se indican los orificios necesarios para tornillo de cabeza allen de 1/8" de ancho por 3/8" de largo y de cuerda fina.

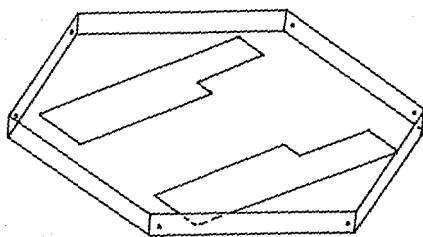
VISTAS



MED. EN CM.

BASE

ISOMETRICA



BASE

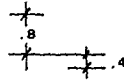
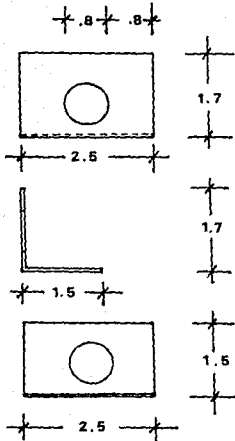
### 6.2.2 SOPORTES DEL MOTOR

Para sujetar los motores en el área correspondiente como se indicó en la figura anterior, es necesario construir 4 piezas (dos para cada motor) como las indicadas en la figura siguiente.

Dichas piezas fueron construidas de lámina galvanizada de 1/64 plg de espesor y dobladas en ángulo recto. Como la figura lo indica, es necesario hacer un orificio de .8 cm. de diámetro en cada una de ellas para pasar por ellos los tornillos necesarios para fijar los motores a la base. Estas piezas fueron fijadas en su lugar, como se indica en el dibujo "Base", por medio de soldadura por punteado.

NOTA: Estas piezas están condicionadas al tipo de motor que se utilice y a los apoyos que sean necesarios para su sujeción

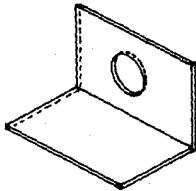
VISTAS



POSTERIOR

LATERAL

FRONTAL



ISOMETRICA

MED. EN CM.

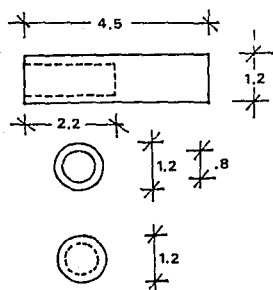
SOPORTES DEL MOTOR

63



### 6.2.3 EJES PARA LOS MOTORES

Estas piezas al igual que todas, son especiales y dependerán del tipo de motor que se utilice. En nuestro caso, son 2 piezas (una para cada motor) fabricadas de acero y torneadas a las medidas que se indican en el dibujo correspondiente. Se muestra una perforación axial en la cual se introducirá el pequeño eje guía con que cuenta el mismo motor.

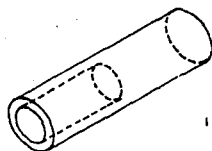


VISTAS

LATERAL

FRONTAL

POSTERIOR



MED. EN CM.

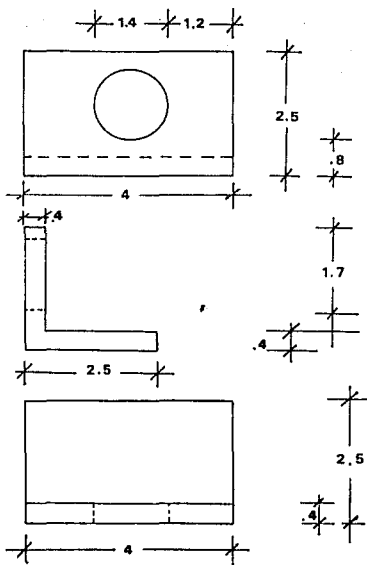
#### 6.2.4 SOPORTE PARA EL EJE DEL MOTOR

El soporte del eje del motor, está fabricado con solera de 1/8 de pulgada de espesor doblada en ángulo recto como se muestra en el dibujo correspondiente.

Esta pieza necesita un orificio de 1.4cm. de diámetro para pasar el eje del motor y sostenerlo en su lugar.

Se necesitan 2 piezas de este tipo, una para cada motor. Estas piezas fueron fijadas en su lugar, (como se indica en el dibujo "BASE") por medio de soldadura por punteado.

NOTA: De la misma forma que para los soportes de los motores, estas piezas están condicionadas al tipo de motor que se utilice.

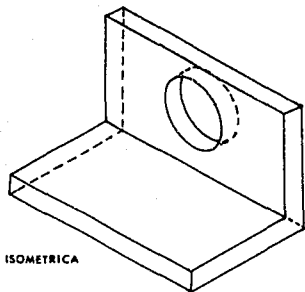


VISTAS

FRONTAL

LATERAL

SUPERIOR



ISOMETRICA

MED. EN CM.

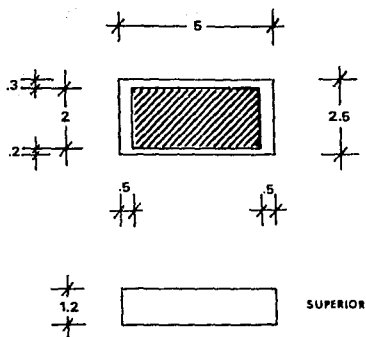
SOPORTE EJE DEL MOTOR

CS

### 6.2.5 TENSORES PARA LAS BANDAS

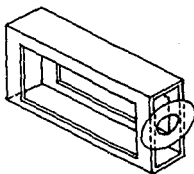
La pieza fija que se muestra en la parte superior del dibujo, fue fabricada partiendo de un perfil de tubo rectangular con las medidas que se indican. Fue necesario hacer una perforación lateral a este perfil ( ahurada en el dibujo ), con el objeto de que dentro de dicha perforación pudiera desplazarse el tensor ( que a continuación se explica ) apoyandose en un extremo lateral de dicha pieza. Deberán construirse cuatro piezas de este tipo, dos para cada motor, y deberán soldarse donde se indica en el dibujo: Base para Motores.

Los tensores móviles están hechos de lámina de 1/16 plg. de espesor con las medidas que se muestran en el dibujo. Los tornillos que se indican pueden ser de cualquier medida, en este caso se utilizaron de 1/4 plg. de diámetro, cuerda standard y se soldaron perpendicularmente a las piezas antes descritas.

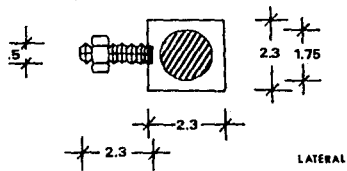
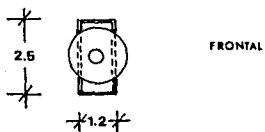


VISTAS

LATERAL



ISOMETRICA



MED. EN CM.

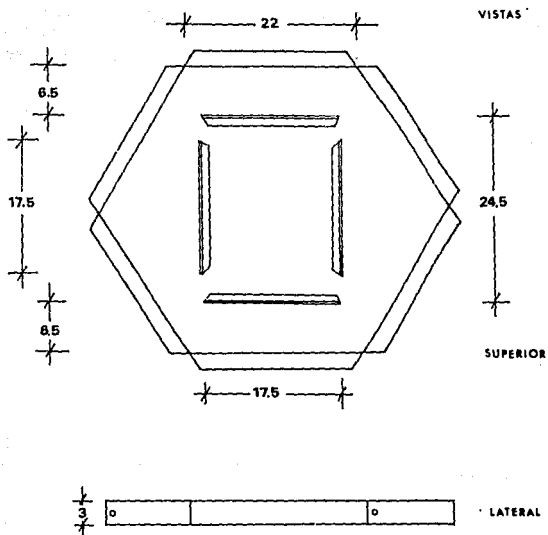
TENSORES

### 6.2.6 BASE PARA LA BATERÍA

Esta es una pieza fabricada de lámina de 1/64 de PLg. de espesor con las medidas que en el dibujo se indican. Esta pieza servirá de soporte para la batería y relevadores los cuales serán instalados alrededor de la batería.

Es necesario dejar una pequeña pestaña a cada lado del hexágono con el fin de doblarlo en ángulo recto y poder fijar las piezas que formarán el cuerpo del robot. En el dibujo para esta pieza, en la vista lateral se indican los orificios necesarios para los tornillos de cabeza allen descritos anteriormente.

En la vista superior de la figura se indican 4 piezas que servirán de soporte para la batería y que se describen a continuación.

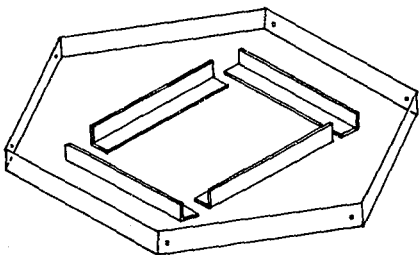


MED. EN CM.

BASE PARA LA BATERIA

55

ISOMETRICA



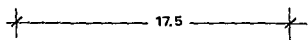
BASE PARA LA BATERIA

201



#### 6.2.7 SOPORTES PARA LA BATERIA

Estas piezas son sencillamente 4 láminas de 1/64 de Plg. de espesor cortadas a las medidas indicadas en el dibujo, dobladas a lo largo en ángulo recto y soldadas por punteado en los lugares que se muestran en el dibujo de "Base para la Bateria".



VISTAS

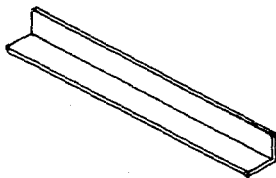
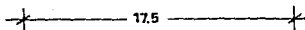
SUPERIOR



LATERAL



FRONTAL



MED. EN CM.

ISOMETRICA

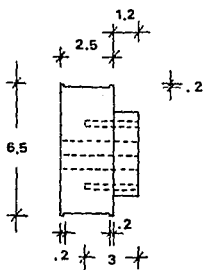
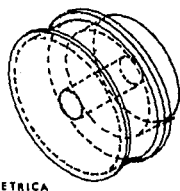
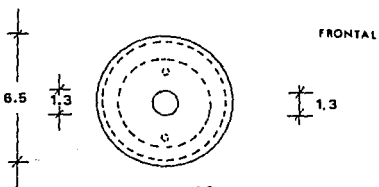
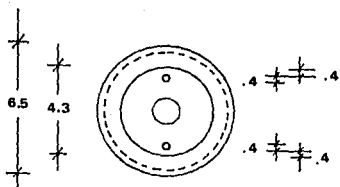
SOPORTES DE LA BATERIA

## 6.2.8 POLEAS Y BANDAS

Para que nuestro prototipo pudiera desplazarse, se eligieron 2 bandas tipo oruga modelo Pirelli 24. Para dichas bandas, fue necesario torneear 4 poleas de aluminio a las medidas que se indican en el dibujo y que corresponden al ancho de las bandas.

Las perforaciones que se indican con un diámetro de .4 cms. son utilizadas para atornillar la polea al engrane del motor. La perforación de 1.3 cms. es para pasar por ella el eje del motor.

VISTAS



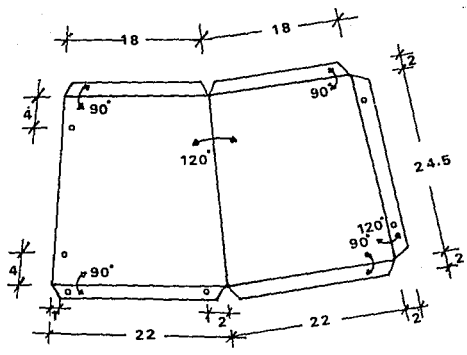
POLEAS

103

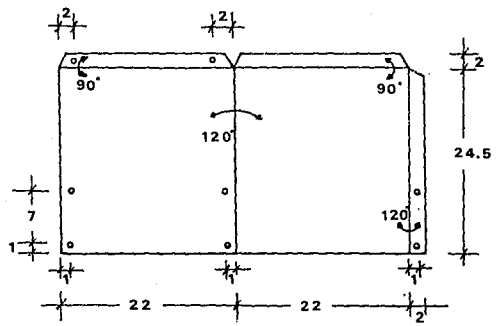
### 6.2.9 PIEZAS DEL CUERPO

Las piezas del cuerpo están hechas de lámina galvanizada de 1/64 plg. de espesor y fueron cortadas a la medida que se indica en el dibujo. Las perforaciones que se indican son de 1/8 plg. de diámetro para los tornillos de cabeza allen. Los dobleses que se muestran deberán efectuarse con respecto al ángulo indicado en el diagrama en la dirección indicada:

Nótese que las piezas superior e inferior son diferentes y deberán fabricarse 3 piezas de cada una.



PIEZAS  
SUPERIOR

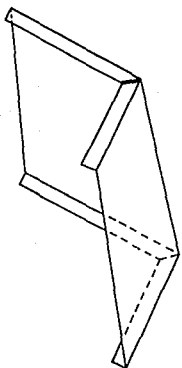


INFERIOR

MED. EN CM.

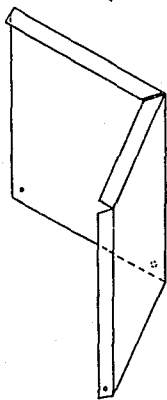
PIEZAS DEL CUERPO

105



PIEZA  
SUPERIOR

ISOMETRICAS



PIEZA  
INFERIOR

PIEZAS DEL CUERPO

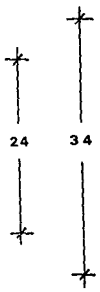
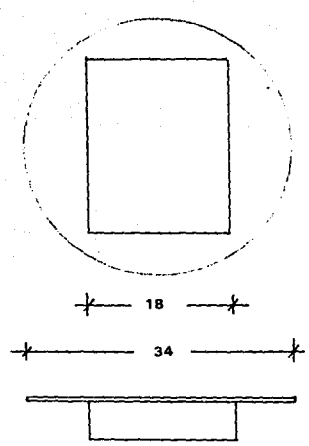
201

#### 6.2.10 PIEZA SOPORTE PARA EL BRAZO TIPO INDUSTRIAL

Esta pieza, es una pieza de acrílico cuyo único objeto es sujetar en su lugar el brazo modelo industrial que será colocado horizontalmente en la parte superior del robot, debajo de lo que será la cabeza.

Esta pieza de plástico acrílico está cortada a las medidas que en el dibujo se indican, y corresponden a las medidas de la base del brazo modelo industrial que será colocado sobre esta pieza.

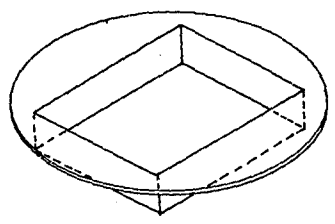




VISTAS

SUPERIOR

LATERAL



ISOMETRICA

MED. EN CM.

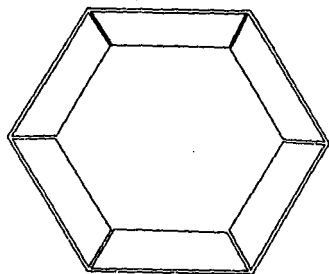
SOPORTE DEL BRAZO INDUSTRIAL

89

## 6.2.11 PIEZA SOPORTE PARA LA CABEZA

Esta pieza está hecha de un perfil de aluminio doblado a lo largo en seis lados para formar un hexágono y se encuentra atornillada al cuerpo en los puntos que se indican en el dibujo. Esta pieza sirve como soporte a la pieza descrita anteriormente y a la cabeza.

20



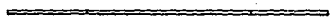
5

35.5

VISTAS

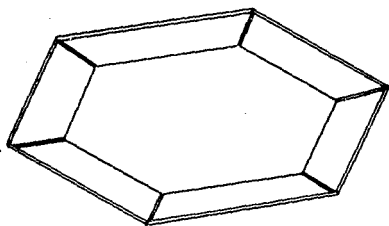
SUPERIOR

41



.8

LATERAL



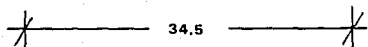
ISOMETRICA

MED. EN CM.

SOPORTE PARA LA CABEZA

## 6.2.12 CABEZA

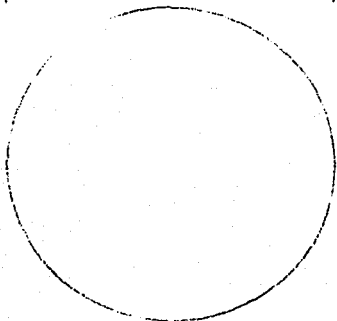
Esta pieza es sencillamente un domo circular de acrílico de 32 cm. de diámetro por 15 cm. de alto color café claro transparente, a través del cual podremos apreciar el brazo modelo industrial instalado sobre su soporte.



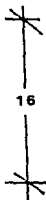
34.5

VISTAS

SUPERIOR



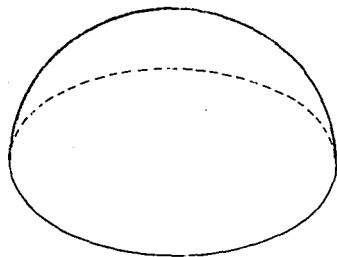
LATERAL



16



ISOMETRICA



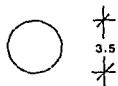
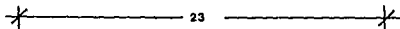
MED. EN CM.

### 6.2.13 BRAZO

El brazo mecanico fue disenado y construido con los materiales mas simples utilizando 2 tubos circulares de material plastico pvc, un motor de 12 Voltios de corriente directa marca Fiam, generalmente utilizado en algunos automoviles en el sistema de antena electrica, una varilla plastica acrilica flexible de 50 cm. de largo y un motor de 12 Voltios de corriente directa que se utiliza en algunos automoviles para los elevadores electricos de los cristales.

Con los 2 perfiles tubulares circulares cuyas medidas se indican en los dibujos correspondientes se forma el cuerpo del brazo. Al perfil de mayor area transversal se le fija el motor FIAM en uno de sus extremos y al eje de este se le sujeta la varilla plastica. Al perfil de menor seccion transversal se le anade un tope en uno de sus extremos con el objeto de que sea sujeta en dicho tope el otro extremo de la varilla plastica, elementos que produzcan un desplazamiento de esta pieza hacia adentro o hacia afuera con respecto a la primera seccion del brazo segun sea la direccion de giro del eje del motor al cual la varilla se encuentra sujeta.

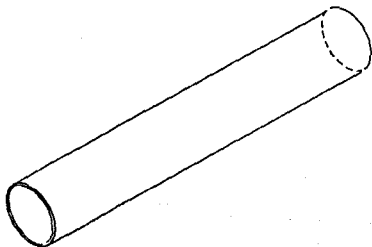
Estas piezas ya ensambladas se fijan al eje del motor de giro del brazo y este a su vez se fija al cuerpo del robot en el lugar que mas convenga. En este caso se sujeto a la parte superior anterior derecha del cuerpo del robot.



VISTAS

LATERAL

FRONTAL

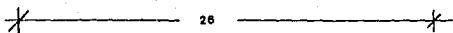


ISOMETRICA

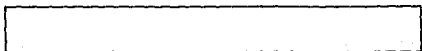
MED. EN CM.

**BRAZO**

112



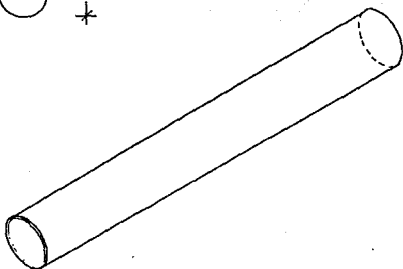
VISTAS



LATERAL



FRONTAL

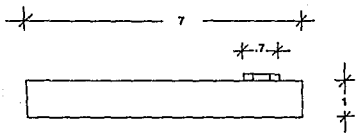


ISOMETRICA

MED. EN CM.

EXTENSION DEL BRAZO

6/11

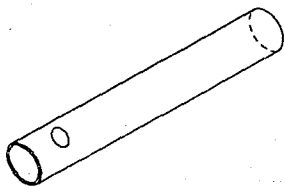


VISTAS

LATERAL



FRONTAL



ISOMETRICA

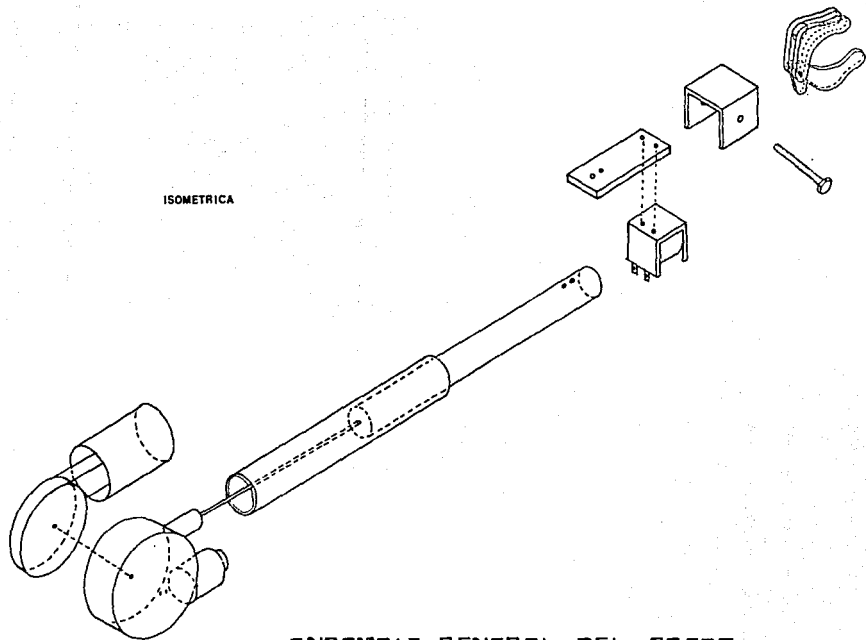
MED. EN CM.

COUPLE

h11



ISOMETRICA



ENSAMBLE GENERAL DEL BRAZO

CAPITULO VII

## 7.1 DESCRIPCION Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

El Prototipo, como se ha descrito a lo largo de este trabajo, es un Robot tipo Personal o Robot Casero, que puede ser utilizado con fines didácticos o de experimentación.

Este Robot fue construido en su bastidor y cuerpo de lámina galvanizada debido a la resistencia mecánica que por naturaleza tiene este material y a la facilidad de trabajarlo.

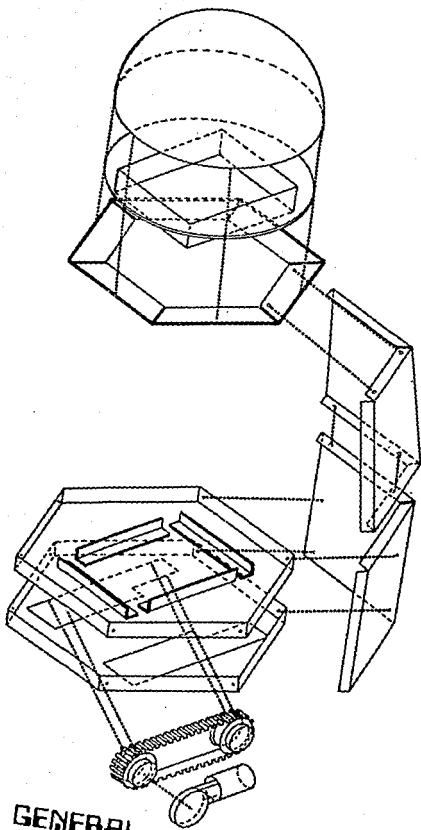
El cuerpo consta de nueve piezas principales, la primera, es una lámina de forma hexagonal de 22 cm. por lado que sirve como base del cuerpo del robot y de soporte de los motores de tracción. La segunda, es una pieza de la misma forma, que sirve como soporte de la batería y de los relevadores utilizados.

Las tres piezas siguientes, son las piezas laterales inferiores de lo que denominamos el cuerpo, estas láminas se fijan mediante tornillos a las dos anteriores como se muestra en los dibujos respectivos.

Las tres siguientes piezas, son las piezas superiores del cuerpo, hechas de lámina que se fijan por la parte inferior a la parte superior de las anteriores con tornillos a través de las pestañas que para este objeto se diseñaron, de la misma manera que deberán atornillarse entre sí mediante las pestañas correspondientes.

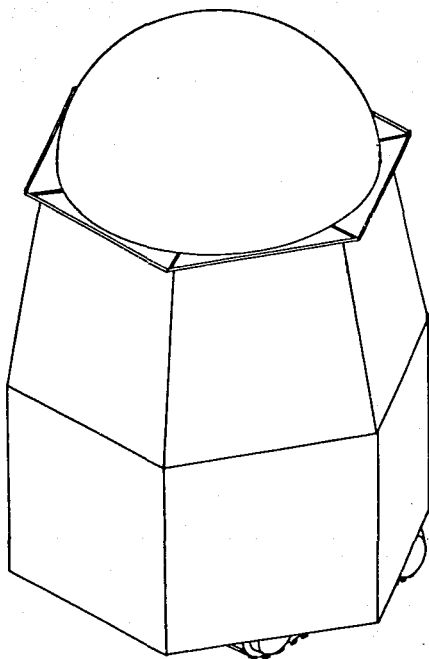
La última pieza es la cabeza que sencillamente es un domo de acrílico circular apoyado al cuerpo a través de un perfil de aluminio que la sirve como soporte.

El brazo que se ensambla individualmente, se coloca en una de las piezas laterales superiores del cuerpo fijando primeramente el motor del giro del brazo por la parte interior del robot y sujetando al eje de éste, el brazo por medio del cople fabricado para esta función.



ENSEMBLE GENERAL

211



ISOMETRICA GENERAL

## 7.2 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLE Y AJUSTE

Primeramente se deberán de cortar las ocho piezas de lamina (1 base para motores, 1 base para la batería, 3 piezas inferiores del cuerpo y 3 piezas superiores del cuerpo) a las medidas indicadas en los dibujos, efectuando los dobleces y las perforaciones que se indiquen en los mismos.

Después se deberán soldar los soportes de los motores, los soportes de los ejes de los motores y los soportes de los tensores, en los lugares indicados, para después atornillar las poleas de tracción a los motores y colocar las poleas de tensión en su lugar, instalando simultáneamente los tensores de las bandas, las bandas y los ejes en sus lugares respectivos.

Es muy importante pintar cada una de las piezas debido a que por el tipo de material se produce oxidación fácilmente. En este caso se pintaron las bases de la batería y motores, soportes de los motores, de tensores y de ejes, así como la cara interior de las piezas del cuerpo de color negro y la cara exterior de las piezas del cuerpo de color plateado metálico.

Teniendo ya la base del robot completamente armada, deberá de ensamblarse simultáneamente esta pieza con las piezas laterales inferiores del cuerpo y con la base para la batería.

Terminado lo anterior deberán de fijarse los relevadores en el lugar que se elija alrededor de la batería en la piezas fabricadas para este propósito, efectuando las conexiones que fueran necesarias a los motores y preparando las conexiones para la batería y los circuitos que lo requieran.

En las piezas laterales deberán de instalarse, dependiendo del espacio libre y piezas que se utilicen, las bocinas, interruptores y conectores que sean necesarios y que se indican en cada circuito.

Instálase ahora la batería en su lugar. En este prototipo se utilizó una batería marca Robinson modelo W-9 y para la cual se soldaron en los lugares marcados cuatro soportes con el objeto de evitar que se nueva. Estos soportes deberán fijarse en los lugares adecuados dependiendo del tipo de batería que se utilice.

Ahora instale los circuitos electrónicos en un bastidor. En este caso, se utilizan conectores de peine con el objeto de tener un fácil acceso a cada circuito en caso de mantenimiento, ajuste o reparación.

Ya fijos los circuitos en su bastidor, se atornilla el mismo a cualquier pieza superior del cuerpo para instalarse al prototipo y tener acceso para las conexiones necesarias hacia los relevadores, circuitos y batería previamente instalados.

Terminadas las conexiones, se podrá terminar de ensamblar la parte superior del robot, atornillando cada una de las

## 7.2 INSTRUCCIONES DE ENSAMBLE Y AJUSTE

piezas en su respectivo lugar. Después será necesario fijar a base de tornillos el soporte de la cabeza en su lugar para poder instalar fácilmente el domo "cabeza" en su lugar.

Finalmente, solo es necesario ajustar la tensión de las bandas por medio de los tensores que para éste propósito se instalaron, esta tensión es solo la necesaria para evitar que la banda patine sobre la polea y así evitar derrapes. También es necesario revisar la alineación de la polea de tensión, aumentando o disminuyendo rondanas a los lados de éstas para evitar que las bandas se salgan de su lugar.

El brazo se ensambla de la siguiente manera: primeramente se deberán de cortar los componentes a las medidas indicadas en los dibujos respectivos. Terminado lo anterior, procedase a pegar por el interior y perpendicular al eje longitudinal del perfil de menor diámetro en uno de los extremos un tope-soporte, éste tope, como se explicó anteriormente, proveerá del movimiento telescópico deseado en conjunto con la varilla plástica a la cual es adherida y dependiendo de la dirección del giro del motor al cual está fija ésta misma.

Un cople de las medidas indicadas en el dibujo correspondiente, se deberá de soldar transversalmente al eje longitudinal del brazo en el punto mas conveniente. El otro extremo se fijará al eje principal del motor de giro de brazo por medio de un prisionero lo que lo hace fácilmente desmontable.

### 7.3 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

Este prototipo puede funcionar de 3 maneras diferentes. Control remoto por cable, control remoto por luz infrarroja o Programa por grabación-reproducción de cinta magnética "cassette".

En el caso del control remoto, es posible transmitir las órdenes una tras otra en cualquier secuencia según sea necesario. En el caso del control remoto Infrarrojo, el alcance máximo es de aproximadamente 10 metros y para el control remoto vía cable el alcance está limitado a 5 metros.

Cuando el robot está siendo manejado a base del programa almacenado, éste podrá desplazarse en cualquier dirección sin límite de alcance, debido a que el prototipo porta consigo la reproductora de la cinta que contiene el programa.

Para poner en operación al prototipo es necesario efectuar los siguientes pasos:

1.- Energizar los circuitos oprimiendo los interruptores del circuito de seguridad de encendido en la secuencia adecuada.

2.- Los botones 1,2 y 3 del control remoto efectúan las siguientes funciones:

2.1.- El botón 1 es el avance o paro del robot, dependiendo del estado en que se encuentre antes de dar ésta orden.

2.2.- El botón 2 es el cambio de dirección del robot. Por ejemplo, si el robot avanza hacia adelante y se presiona este botón, cambiará de dirección y retrocederá sobre la misma trayectoria que seguía. Si el robot gira en el sentido de las manecillas del reloj y se presiona este botón, cambiará la dirección de giro.

2.3.- El botón 3 es el cambio de dirección de un solo motor, esto provoca que el robot cambie su estado de giro a trayectoria rectilínea o de trayectoria rectilínea a giro según la dirección de su trayectoria original.

3.- Los botones 4 y 5 son utilizados para el procesador de palabra y los sonidos pseudo-aleatorios respectivamente.

4.- El indicador digital de voltaje nos indica la tensión de la batería, la que no deberá de ser por ningún motivo menor de 11.5 V. Llegando a este nivel, se recomienda recargar la batería con el cargador que para este propósito se construyó.

5.- En el caso del procesador de palabra, la dirección de palabra se programa mediante los microinterruptores que se



### 7.3 MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

encuentran instalados en el exterior del robot y que programan la palabra de acuerdo a la tabla que se anlista en la explicación del circuito correspondiente.

Para poner en funcionamiento el brazo es necesario efectuar las siguientes operaciones:

1.- Energizar los circuitos oprimiendo los interruptores del circuito de seguridad de encendido en la secuencia adecuada.

2.- Los botones 6,7,8 y 9 del control remoto efectúan las siguientes funciones:

- 2.1.- El control 6 es la función de extensión o regresión del brazo según el estado en que se encontrase antes de dar esta orden.
- 2.2.- El botón 7 da la orden de cambio de dirección de extensión o retroceso del brazo.
- 2.3.- El botón 8 efectúa la acción de energizar el motor de giro del brazo, el cual girará en el sentido que se presente en ese momento y que dependerá de la orden dada por el botón 9.
- 2.4.- El interruptor 9 maneja la dirección de rotación del motor de giro del brazo.

C A P I T U L O      V I I I

## 8.1 EVALUACION DEL PROTOTIPO

A lo largo de nuestro trabajo se ha descrito individualmente cada componente del prototipo y se ha analizado o explicado el funcionamiento de cada uno.

Se logró que el prototipo construido respondiera a las órdenes indicadas mediante control remoto infrarrojo, control remoto alámbrico o por programa previamente grabado. Debido a los materiales y componentes con los que fue fabricado nuestro prototipo, la precisión de los movimientos no es extraordinaria, pero se tiene un alto grado de confiabilidad de precisión.

Es muy importante hacer notar que debido a la crisis económica, el retraso tecnológico existente en México y el alto costo de los componentes adquiribles en el país, se complica enormemente el desarrollo de nuevas ideas.

Por estas razones, encontramos ciertas dificultades en el desarrollo y construcción de nuestro prototipo. En general implementamos de la manera más sencilla las piezas mecánicas descritas, con materiales que se pueden adquirir en el país; en cuanto a los componentes electrónicos, hubo la necesidad de importar la mayoría de éstos, lo que repercutió en el tiempo y costo de fabricación.

A pesar de todo, el prototipo puede continuar desarrollándose debido a que es factible implementarle continuamente modificaciones y mejoras mecánicas, eléctricas y electrónicas.

El principal problema que enfrentamos en la fabricación del prototipo, fue la transmisión de la señal a través de luz infrarroja. El problema se presentó al no poder adquirir en el país diodos emisores de luz infrarroja de potencia, y aquellos adquiribles de importación tienen un costo muy elevado. Con el diodo utilizado se alcanza una distancia confiable máxima de 5 metros. Otro problema importante se debió a la mala calidad de los potenciómetros nacionales utilizados en el circuito decodificador de tonos, debido a que cambiaban notablemente su resistencia en respuesta a la humedad del medio ambiente; así mismo, en dicho circuito los capacitores cerámicos de .1µf. utilizados en el circuito que sintoniza la frecuencia de cada circuito decodificador, tuvieron que ser sustituidos por capacitores de tantalio a causa de la marcada variación de su capacitancia en respuesta a la temperatura ambiente.

Para evitar cambios de estado en el circuito de memoria, provocados por "ruido" producido por los relevadores utilizados, se desarrolló la idea de aislar ópticamente los circuitos lógicos de los circuitos de potencia, logrando con ésto el propósito señalado.

Por lo que respecta a los demás circuitos empleados en el prototipo, su fabricación se llevó a cabo en base al diseño original con un mínimo de contratiempos.

## 6.2 CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir que el prototipo desarrollado satisface la idea fundamental de asir, presionar o tirar de objetos por medio de su brazo telescópico mecánico que fue diseñado y construido como se muestra, para eliminar así los múltiples componentes y sistemas que implicaría el uso de un brazo telescópico hidráulico o neumático, así como la cantidad de piezas y elementos que requiere un brazo articulado.

El desplazamiento del robot por medio de bandas dentadas tipo oruga implementa la facilidad de desplazarse por caminos accidentados, lo que no sería posible si el prototipo estuviera provisto de ruedas o neumáticos, debido a que éstos se suelen atorar en ranuras, grietas, piedras y pequeños escalones que la tracción por bandas dentadas tipo oruga sí puede sortear. Además de que este tipo de impulso permite al robot girar sobre su propio eje, tarea sumamente difícil para uno con llantas.

Se utilizó una grabadora para la programación de los movimientos debido a la sencillez que representa el uso de ésta, eliminando la necesidad de una programación por computadora, microprocesador o cualquier circuito electrónico, además de que los circuitos diseñados se adaptan a este tipo de programación considerando que la precisión de los movimientos no requiere ser exacta.

Como ya se explicó anteriormente, de acuerdo con el objetivo planteado en el presente trabajo, el prototipo que se fabricó cumple ampliamente con el propósito de aportar una idea general sobre la factibilidad de desarrollar en México la tecnología robótica, en su rama didáctica y de experimentación.

En cuanto a la rama industrial de dicha tecnología, se analizó extensamente a lo largo de todo este trabajo las ventajas y desventajas que tiene el aceptar esta tecnología como una revolución tecnológica industrial inevitable.

Cabe mencionar que no se trata exclusivamente de un cambio de tecnología, con todas las implicaciones que encierra, sino de algo cuyas repercusiones son mucho más profundas. Estamos en presencia de una de las revoluciones más impactantes que ha sufrido la humanidad; se trata de una verdadera transformación del orden social, del pensamiento y de la vida misma.