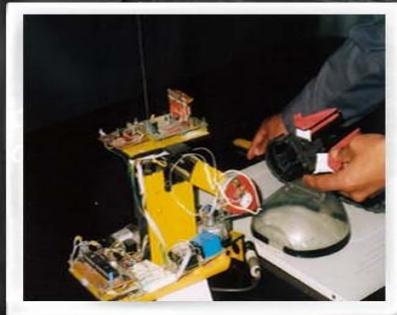




DISEÑO Y CONSTRUCCION DE HUMMINGBIRD -1



HUMMINGBIRD - 1

HIR

7.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS

El área de desplazamiento de HUMMINGBIRD-1 está fijado por un sistema de coordenadas rectangulares en un espacio de 2 dimensiones, sus desplazamientos son guiados por computador.

El proyecto consta de dos áreas de desarrollo, la primera está relacionada con la parte lógica constituida por software, y la segunda involucra el aspecto físico o hardware, los dos campos indicados son complementarios, ya que el uno depende directamente del estado de operación en el que se encuentra el otro.

En esta sección se explicarán los detalles técnicos que se han utilizado en estas dos fases de desarrollo, tratando de utilizar la terminología sencilla para no confundir al lector.

7.1.1. SOFTWARE

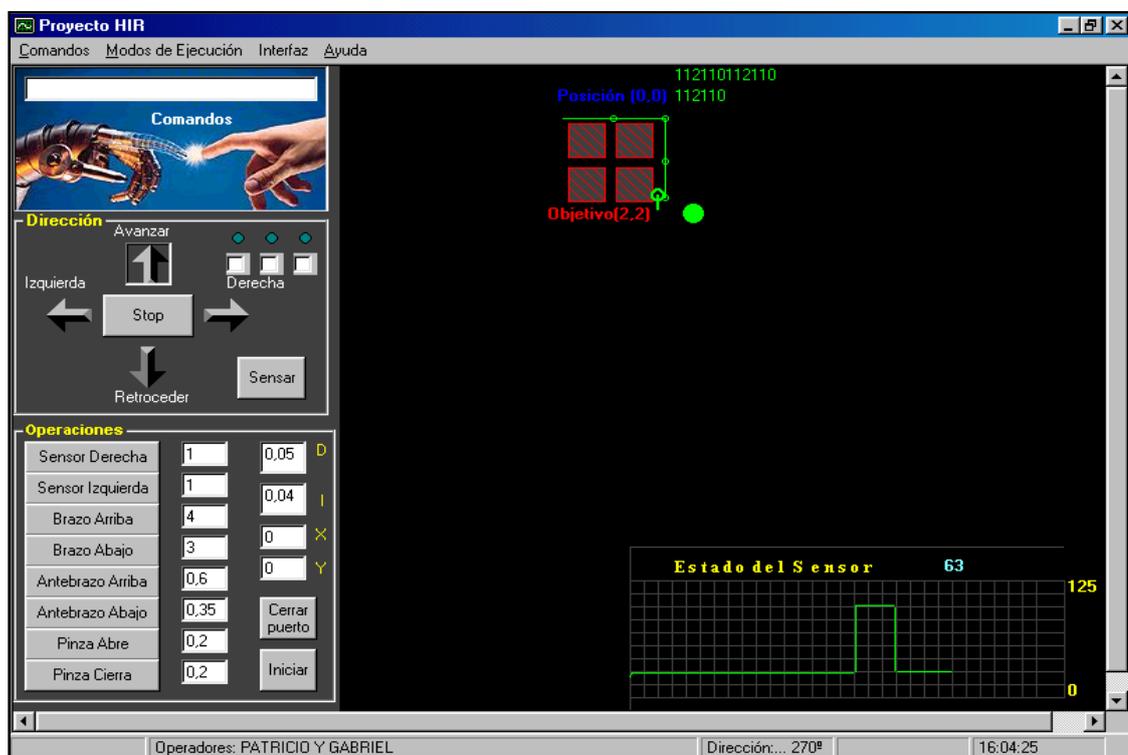


Figura 7.1 Pantalla Principal

El software base se ha seleccionado considerando aspectos como: Conocimiento del lenguaje, soporte para el reconocimiento de voz, interfaces de amigables para el usuario, agilidad para responder a eventos, etc.

Microsoft Visual Basic es un lenguaje de programación que soporta la programación orientada a objetos que utiliza la interfaz gráfica de usuario (GUI), además es un lenguaje de alto nivel con un conjunto de herramientas y objetos que apoyan el reconocimiento de la voz (RS), dispone de librerías de enlace dinámico (DLLs) para el control del flujo de entrada y salida de datos del puerto paralelo (LPT), principales aspectos que han hecho que la aplicación encargada de controlar a HUMMINGDIRD-1 se haya desarrollado en este Lenguaje de programación.

HUMMINGDIRD-1 tiene dos modos de operación:

Manual.- El modo de operación manual es un método de enseñanza por guiado, consiste en utilizar las teclas de desplazamiento del teclado y guiar a HUMMINGDIRD-1 hacia un objetivo cuyas coordenadas son previamente establecidas.

Archivo.- Este modo de operar del robot se sirve de un conjunto de datos que se encuentran almacenados en una archivo tipo texto, que contiene el número de desplazamientos y giros en uno u otro sentido que le permitirán alcanzar el objetivo, para ello se vale del modo de operación manual descrito anteriormente que permite además de lo enunciado permite grabar los puntos por los cuales HUMMINGDIRD-1 debe pasar hasta conseguir el objetivo.

El programa para el reconocimiento de voz, que hace posible comandar a HUMMINGDIRD-1 hablando al micrófono es Dragón Naturally Speaking. Se ha seleccionado este programa por su facilidad tanto en el entrenamiento como en su uso. Dentro de la aplicación que comanda a HUMMINGDIRD-1 se encuentra un Cuadro de Texto en el que se escribe lo que se habla al micrófono, cuando se pronuncia las palabras "nueva línea", busca reconocer en la cadena escrita algún comando que permita ejercer alguna acción o procedimiento de control.

7.1.2. HARDWARE

La estructura de este robot es un ejemplo relativamente simple de cómo puede ser un robot didáctico con el cual se puede empezar la investigación en lo que se refiere a la programación, funcionamiento y operación mediante radio frecuencia.

El prototipo es un robot con dos orugas que estabilizan el sistema y son impulsadas cada una por un motor independiente, capaces de trasladar y guiar al robot hacia el objetivo. La base está formada por la estructura de un juguete sobre esta se encuentran los circuitos de comunicación RF, circuitos de potencia, circuitos de control, fuentes de alimentación, la estructura del brazo compuesta por motores de las articulaciones y sus eslabones de trabajo.

El sensor utilizado para la parte de recepción, es un sensor de proximidad fotoeléctrico modelo E3F2 el cual esta montado en la base con un alcance de 30 cm.

7.2. CONSTRUCCION DEL CIRCUITO

Los circuitos están montados en placas de baquelita, se instala primero los puentes de acuerdo al diagrama y los demás componentes de menor altura como son las resistencias, los diodos, condensadores, transistores y más elementos menores; posteriormente se suelda las bases de los circuitos integrados en este caso los microcontroladores Atmel 8951 y 16F84 de Motorola.

Se requiere implementar circuitos de potencia que permiten autocoplar los circuitos decodificadores con los actuadores.

7.2.1. EVALUACION Y SELECCION DE CIRCUITOS INTEGRADOS

En electrónica de consumo, los circuitos integrados han hecho posible el desarrollo de muchos nuevos productos, como computadoras y calculadoras personales, relojes digitales y videojuegos. Se han utilizado también para mejorar y rebajar el coste de muchos productos existentes, como los televisores, los receptores de radio y los equipos de alta fidelidad. Su uso está muy extendido en la industria, la medicina, el control de tráfico (tanto aéreo como terrestre), control medioambiental y comunicaciones.

Para este proyecto se consideraron aspectos como costos, capacidad de memoria, número de puertos E/S, disponibilidad en el mercado tanto del resto de elementos necesarios para su funcionamiento como de sí mismo.

7.2.2. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES ELECTRONICOS

El robot tiene un conjunto de características y las principales se muestran a continuación:

a) MEDIDAS

Largo:	27 cm
Ancho:	20 cm
Alto:	37 (sin antena)
Longitud brazo:	30 cm
Peso:	2 Kg
Frecuencia:	45 Mhz
Alimentación:	12V, 9V, 5V
Corriente	800mA

Tabla 7.1 *Medidas del robot*

b) LISTADO DE COMPONENTESRECEPTORResistencias:

1 1 k Ω
 1 100 k Ω
 1 2M Ω
 1 820 k Ω
 1 10 k Ω

Transistores:

1 LNT78L
 1 2N5210
 1 78LO8AC

Condensadores

2 100 μ F electrotítico
 1 47 μ F electrotítico

Integrados

1 Modulo Aurel (PIC)

LM358N

Diodos

IN07

LED

CODIFICADORES y DECODIFICADORESOsciladores

4 Cristal 4 Mhz

Condensadores

2 30pF cerámico
 1 10 μ F electrolítico

Diodos

Rectificadores

Integrados

5 7805
 4 89C51
 2 16F84

GENERALIDADES

8 Shitch on/off
 1 Fuente 12V
 1 Fuente 9V
 1 Fuente 5V

TRANSMISORResistencias:

41 k Ω
 1 100 k Ω

Transistores:

S68
 05ACP

Condensadores

1 47pF cerámico
 1 4pF cerámico
 * 2 Bobinas transmisores

POTENCIAResistencias

12 3.3 k Ω

Relés

10 12 V. 1 Contacto
 6 12 V. 2 Contactos

Transistores

12 Tip122

Sensor Fotoeléctrico E3F2

6 Motores cc

6 Cajas Reductoras (Engranajes)

c) CARACTERÍSTICAS DEL MICROCONTROLADOR ATMEL 89C51

- Memoria de programa 4K Bytes de Memoria Flash
- Memoria de datos 64 bytes
- Memoria Ram 128 x 8 bit
- Resistencia: 1.000 ciclos de Escribir/Borrar
- Operación: 0 Hz a 24 MHz
- Oscilador tipo RC,LP, XT
- 32 pines Programable I/O
- Dos Timer / Counter de 16 - bit
- Cinco Interrupciones
- Salida serial
- Instrucciones 256
- Voltaje de grabación es de 12 voltios
- Voltaje de funcionamiento de 5 voltios

d) DIAGRAMA DE BLOQUE

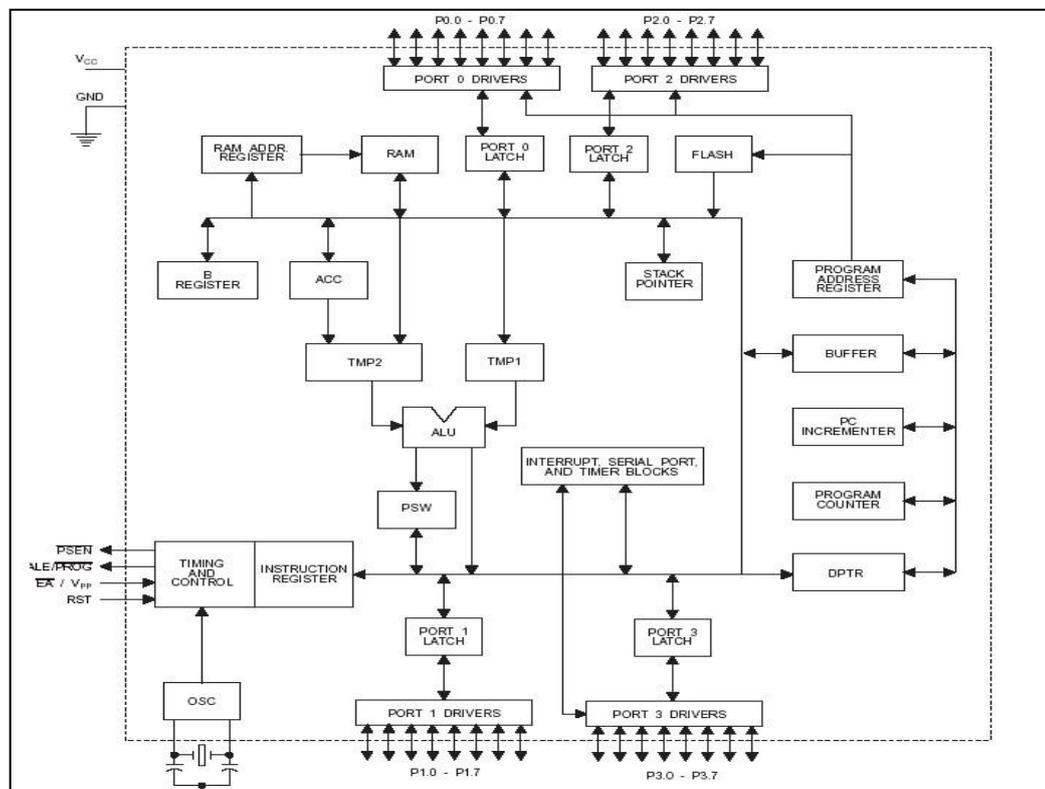


Figura 7.2 Diagrama de Bloque del Microcontrolador 89C51

➤ Unidad central de proceso (CPU)

Este subconjunto contiene de hecho varios de los elementos básicos presentes en un microprocesador. La ausencia de detalles sobre la estructura interna de la unidad central se justifica por su concepción muy próxima a la de un microprocesador clásico de 8 bits.

- Una unidad de control capaz de recuperar un código de instrucción, decodificarlo y comenzar una secuencia adecuada para su ejecución. La mayor parte de estas secuencias de ejecución duran sólo un ciclo de máquina. Es decir doce períodos del reloj interno.
- Una unidad Aritmética y lógica. Es posible utilizar esta unidad central de 8 bits como una unidad de proceso de 1 bit, lo que facilita las operaciones lógicas más comunes: lectura del estado lógico de una entrada (sensor), modificación del estado de una salida (indicador, relé, transistor, etc.). El fabricante emplea el término procesador booleano para referirse a esta característica de la unidad central de proceso. Así pues, el microcontrolador 8951 ofrece las posibilidades y la potencia de un procesador de 8 bits, complementadas con la flexibilidad de un procesador de 1 bit perfectamente adaptado a los problemas de automatismos.

➤ Memoria de programa y memoria de datos

El 8951 permite el direccionamiento de 64 Kbytes de memoria de programa y 64 Kbytes de memoria de datos. Además dispone de una memoria RAM interna de 128 bytes. Esta noción de direccionamiento separado para programa y para datos permite duplicar el espacio de memoria direccionable. La existencia de una memoria ROM integrada de 4Kb que forma parte de la memoria de programa y de una memoria RAM interna de 128 bytes puede parecer una contradicción con esta posibilidad. Lo que ocurre es que hay que distinguir, además de entre memoria de programa y memoria de datos, entre memoria interna y memoria externa. El direccionamiento de memorias externas es una posibilidad adicional a lo que inicialmente se pretendía para el microcontrolador: que se bastara por sí mismo. De hecho, es posible emplear memorias externas, pero en tal caso es necesario situar en algún sitio., los buces de datos y direcciones. Los dos puertos paralelos de 8 bits P0 y P2 pierden entonces su función de puerto y juegan el papel de buces externos, Si los puertos P0 y P2 tienen esta función auxiliar. También hay que privar al puerto P3 de dos de sus entradas-salidas para poder controlar los buces externos de direcciones y de datos.

➤ Puertos de entrada/salida (E/S)

Consisten en 32 líneas de entrada/salida direccionables individualmente que se reparten en 4 puertos, designados por las siglas P0, P1, P2 y P3. El fabricante define todas las líneas como bidireccionales, es decir, utilizables en la práctica como entradas o como salidas. Además de esta función principal, ciertas patillas del circuito integrado correspondientes a estas líneas de entrada/salida pueden desempeñar una función auxiliar.

➤ Contadores/Temporizadores (Timer 0 y 1)

La palabra anglosajona timer se refiere a un elemento capaz de atender funciones como contar y temporizar.

El 8059 posee dos timers de 16 bits, En modo temporizador, el incremento de los registros tiene lugar una vez por ciclo de máquina. La frecuencia máxima de conteo es igual por tanto a 1/12 de la frecuencia de reloj del procesador. En modo contador, el incremento del registro ocurre con cada flanco de bajada detectado en la entrada asociada al contador. La frecuencia máxima de conteo está limitada en este caso a una frecuencia 24 veces menor que la del reloj del procesador. Los timers 0 y 1 tienen cuatro modos diferentes de funcionamiento que permiten modificar el formato del registro de conteo o activar la recarga automática de un valor inicial.

El timer1 puede funcionar como generador de frecuencias para las comunicaciones por el puerto serie.

El timer2 posee tres modos de funcionamiento particulares:

- Cuenta de 16 bits con recarga automática.
- Cuenta de 16 bits con almacenamiento automático.
- Generador de frecuencias de transmisión.

➤ Comunicaciones serie

El puerto serie es bidireccional y capaz de transmitir y de recibir simultáneamente. La recepción de un dato puede comenzar aunque el dato anterior no haya sido retirado todavía del registro de recepción. El puerto serie posee cuatro modos de funcionamiento

que se diferencian en el formato de los datos y el régimen de transmisión, Las velocidades de transmisión son programables en base al timer1.

➤ Interrupciones

En un 8951 hay cinco posibles fuentes de interrupción estas fuentes son dos entradas que se programan según convengan, los contadores/temporizadores 0 y 1 y finalmente el puerto serie en recepción o en transmisión.

➤ Circuito de reloj

En el núcleo se integra un circuito oscilador. Los únicos elementos externos que hay que proporcionar son un cuarzo y dos condensadores. La lección del cuarzo permite al usuario definir la velocidad de ejecución de las instrucciones

e) DISTRIBUCION DE LOS PINES

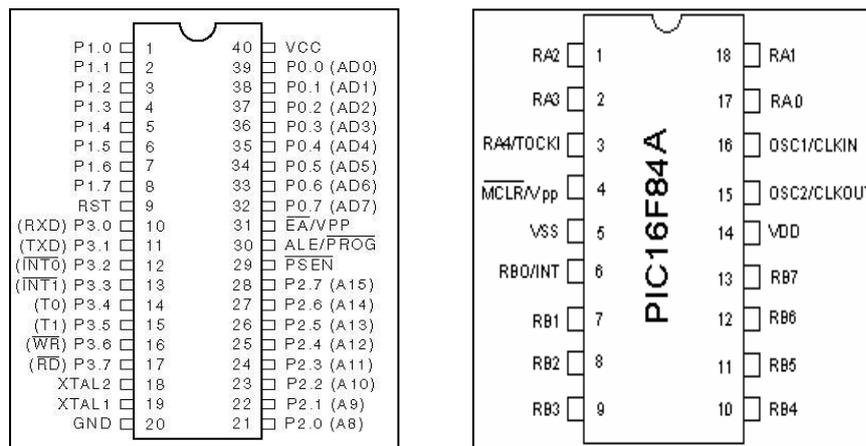


Figura 7.3 Distribución de los pines del microprocesador 89C51 y del 16f84

Todos los fabricantes tienen disponibles los microcontroladores 8951 y sus versiones CMOS en encapsulados DIP de 40 patillas

➤ Noción de función secundaria

Los cuatro puertos PO, P1, P2 y P3 constituyen un conjunto de 32 líneas bidireccionales que pueden ser utilizadas como entradas o como salidas independientes unas de otras sin que sea preciso realizar ningún procedimiento de Inicialización particular. Cada una de estas líneas bidireccionales ocupa una patilla del circuito integrado. En los

microcontroladores que se presentan en versión DIP de 40 patillas sólo quedan, pues, 8 patillas para efectuar las otras interconexiones con su entorno.

Si bien esta profusión de líneas de entrada/salida se corresponde bien con las necesidades de control de un proceso simple, limita a la vez las posibilidades de extensión del sistema, salvo que se aumente considerablemente el tamaño y el número de conexiones del circuito integrado para que éste pueda manejar, además de los cuatro puertos, un bus de datos y un bus de direcciones.

Sin estos buces externos habría enseguida una limitación a la adaptabilidad del producto. Aunque la función original de un microcontrolador sea la de permitir el control y mando de un sistema limitado y finito, es preciso a pesar de todo que se pueda adaptar, mejor o peor, a contextos mayores y ofrecer así una alternativa al empleo de un microprocesador. Una solución consiste en dotar a ciertas patillas, que corresponden a líneas de entrada/salida, de una segunda función o función auxiliar. Este es el caso de las patillas de los puertos PO y P2 que se pueden convertir en buces de datos y de direcciones, y de las patillas del puerto P3 que se pueden convertir en señales de control de los buces externos o servir para funciones diversas tales como transmisión y recepción serie o entradas de fuentes de interrupción externas.

➤ Descripción de las patillas

Vcc y Vss

Patillas de alimentación. La patilla Vcc debe recibir una tensión de +5V respecto a la patilla Vss con una tolerancia del 10%.

RST

Entrada de inicialización. Un nivel lógico 1 en esta entrada con una duración de dos ciclos de máquina, provoca la inicialización del microcontrolador. Para que la inicialización sea efectiva, el reloj debe estar operativo durante estos dos ciclos de máquina.

EA (External Access)

Esta entrada, activa por nivel lógico 0, permite configurar el microcontrolador para sistemas con buces externos. Si después de la inicialización se detecta.

Que el terminal *EA* esta conectado a masa o se encuentra en estado lógico 0, los puertos P0 y P2 pasan a desempeñar las funciones de bus de direcciones y, de datos, y las instrucciones del programa se buscan en la memoria externa a partir de la dirección 0000H. Si *EA* esta conectado a *Vcc* o se encuentra en estado lógico 1, el código del programa se busca en memoria interna. Por consiguiente, las versiones del microcontrolador desprovistas de memoria de programa interna deben utilizarse obligatoriamente con *EA* conectado al potencial *Vss*. Para las versiones del microcontrolador cuya interna es EPROM, esta entrada recibira la tension de programación (*Vpp*).

PSEN (Programa Store Enable)

El hecho de que la familia 8051 pueda direccionar 64Kb de memoria de programa y, 64 Kb de memoria de datos implica un bus de direcciones de 17 bits. La patilla PSEN juega, en cierto modo, el papel de decimoséptimo bit. PSEÑ pasa al estado lógico 0 cuando el microcontrolador comienza la recuperación de una instrucción desde la memoria de programa externa. Esta salida sólo es activa, pues, si *EA* = 0 y debe ser utilizada como señal de selección de circuitos de memoria ROM o EPROM. Durante un acceso a la memoria externa de datos, esta salida permanece en estado 1. Pasa dos veces a estado 0 durante un ciclo de máquina correspondiente a un acceso a la memoria de programa externa.

ALE (Adress Latch Enable)

La patilla ALE es una salida prevista para gobernar el multiplexado del puerto PO cuando éste desempeña su función secundaria: parte baja del bus de direcciones y bus de datos. Cuando ALE está en estado 1, el puerto PO presenta la parte A0/A7 de la dirección. Durante la transición de 1 a 0 de ALE, la dirección todavía presente debe ser memorizada en un circuito externo. Durante el período en que ALE=0, el puerto PO funciona como bus de datos.

Esta patilla se utiliza también como entrada durante la fase de programación de la EPROM interna de las versiones 8751 y 8752.

XTAL1 y XTAL2

XTAL1 es la entrada del amplificador inversor destinado al oscilador de reloj, mientras que XTAL2 es su salida. Los elementos externos que se necesita añadir para completar el

circuito de reloj son un cuarzo que se coloca entre XTAM y, XTAL2 y dos condensadores que conectan estas patillas a Vss. No obstante, existe la posibilidad de hacer funcionar al microcontrolador mediante un circuito de reloj externo.

P0. 0 a P0.7 (puerto P0)

Las 8 líneas del puerto PO son de tipo drenador abierto. Esta particularidad está justificada por la función auxiliar atribuida a este puerto: bus de direcciones y de datos cuando EA= 0. En este modo de utilización, cada línea del bus puede soportar el equivalente de 8 cargas TTL LS. Cuando el puerto PO se emplea como salida, es necesario equiparlo con una red de resistencias de pull-up conectadas a +Vcc.

P1.0 a P1.7 (puerto P1)

P1 es un puerto bidireccional de 8 bits. La etapa de salida (equipada con una resistencia interna de pull-up a +5V) puede manejar corrientes equivalentes a cuatro cargas TTL LS.

P2.0 a P2.7 (puerto P2)

P2 es un puerto bidireccional de 8 bits. La etapa de salida (equipada con una resistencia interna de pull-up a +5V) puede manejar corrientes equivalentes a cuatro cargas TTL LS. La función secundaria de este puerto es la de suministrar la parte alta de la dirección (A8 a A15) durante un acceso a la memoria externa. En ciertos modelos, como el 8051 AHP cuya ROM interna está protegida, el espacio de direcciones externas está limitado a 4Kb. Para esta versión, los bits P2.4 a P2.7 están forzados a 0.

P3.0 a P3.7 (Puerto P3)

El puerto P3 posee características de salida y de entrada similares a las de los puertos P1 y, P2. Las funciones secundarias atribuidas a las líneas de este puerto son:

- P3.0 RXI entrada del interfaz serie.
- P3.1 TXD salida del interfaz serie.
- P3.2 INTO entrada para interrupción externa.
- P3.3 INT1 entrada para la interrupción externa.
- P3.4 TO entrada para conteo para el timer 0.
- P3.5 T1 entrada de conteo del timer1 .
- P3.6 WR salida de escritura de la memoria externa.
- P3.7 RD salida de lectura de la memoria externa.

7.2.3. DISEÑO Y ELABORACION DE CIRCUITOS

A menudo se requiere en un diseño electrónico, su implementación física sobre un circuito impreso, el uso de una computadora personal como herramienta principal de diseño, facilita con ayuda de software especializado la realización de las pistas que se trazan sobre la baquelita, o sobre la fibra de vidrio, el método que se desarrolla consiste en almacenar los trazos de las pistas sobre un archivo con la ayuda del ORCAD.

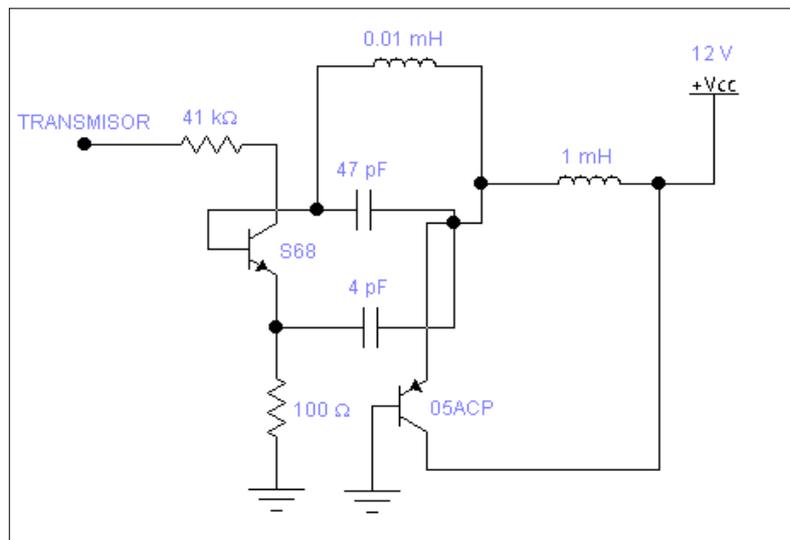


Figura 7.4 Diagrama electrónico del módulo Receptor

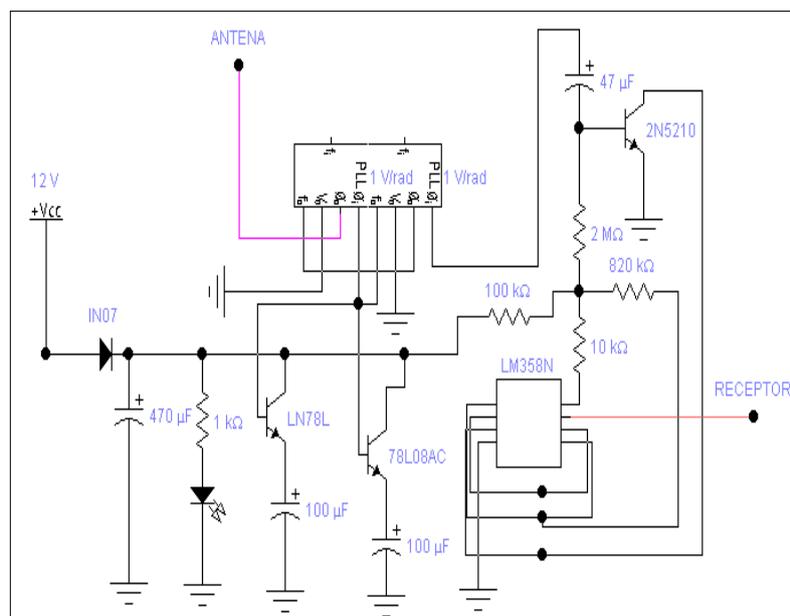


Figura 7.5 Diagrama electrónico del módulo Transmisor

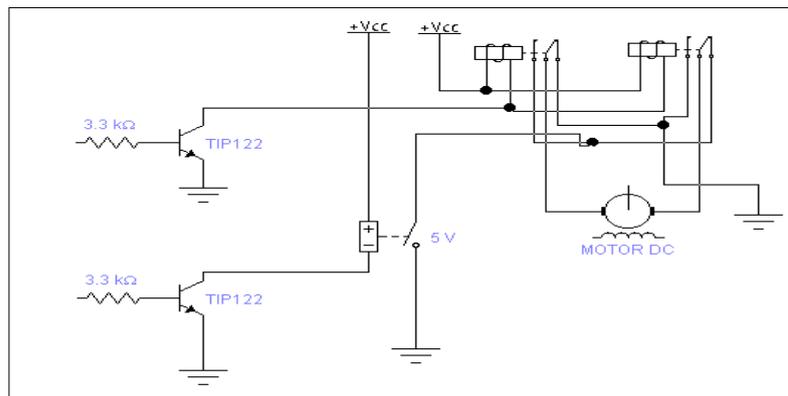


Figura 7.6 Diagrama electrónico del módulo Potencia

7.2.4. ELABORACION DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS

Un circuito impreso es una placa o lámina aislante que tiene adherida líneas conductoras muy delgadas por una cara o ambas. Inicialmente se realiza un borrador a lápiz con medidas aproximadas partiendo de la ubicación de los componentes y del diagrama esquemático o plano. Luego se va complementando y corrigiendo hasta tener un dibujo aceptable, este diseño se pasa a una computadora a través de un software de diseño de impresos con el Orcad, Tango etc. luego se realiza una impresión a láser logrando una mayor nitidez del impreso.

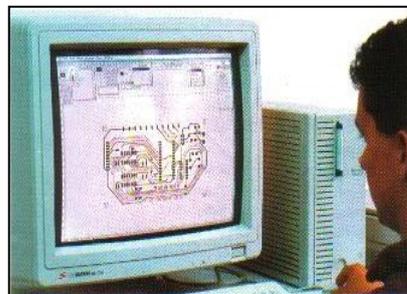


Figura 7.7 Diseño de circuito impreso por computadora

Una vez obtenido el diseño a través de un dibujo o arte, el siguiente paso es transferirlo a la lámina de cobre mediante fotorevelado o serigrafía y eliminar el metal sobrante. El proceso de eliminación de material sobrante se consigue sumergiendo la lámina de cobre y baquelita, en una solución corrosiva de percloruro férrico.

Este producto se debe manejar con mucho cuidado, ya que sus salpicaduras producen manchas difíciles de quitar, el riesgo que se corre por la inhalación de gases emanados en

la reacción química de oxidación sumado al tiempo que se emplea en la agitación para "reducir el tiempo de ataque", además si entra en contacto con la piel puede causar estragos en ella.

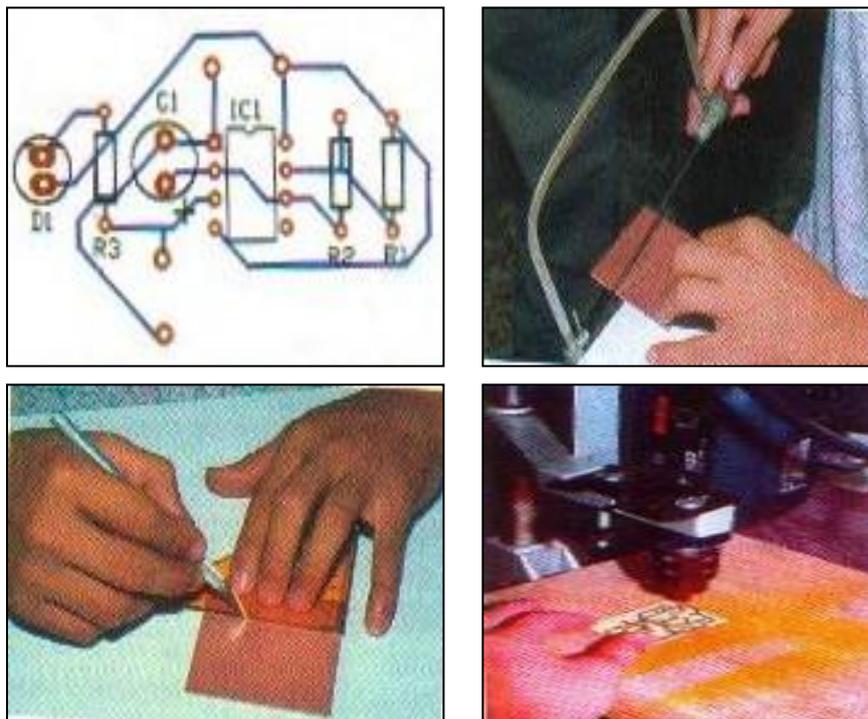


Figura 7.8 Fabricación de los circuitos impresos

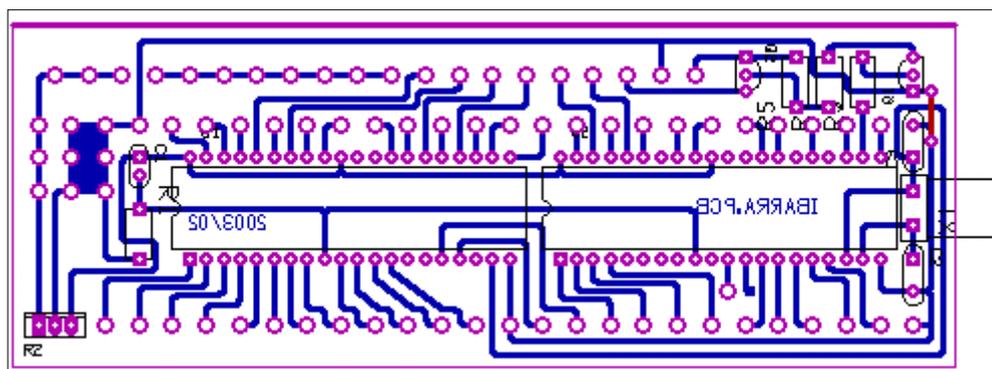


Figura 7.9 Diseño del Circuito Impreso del Módulo de Codificación/Decodificación

7.2.5. DISEÑO Y ELABORACION DE DIAGRAMAS

a) COMUNICACION PARALELA

El corazón del circuito electrónico está constituido por los microcontroladores ATMEEL 89C51, en el diagrama de bloques que se muestra en la figura se describe el proyecto el cual está compuesto por un conector DB-25 que se conecta al PC, cuatro microcontroladores que se encargan de codificar y decodificar la señal de los transmisores y receptores respectivamente, para luego enviar la señal eléctrica a los circuitos de potencia los mismos proporcionan la corriente requerida para la operación de los actuadores.

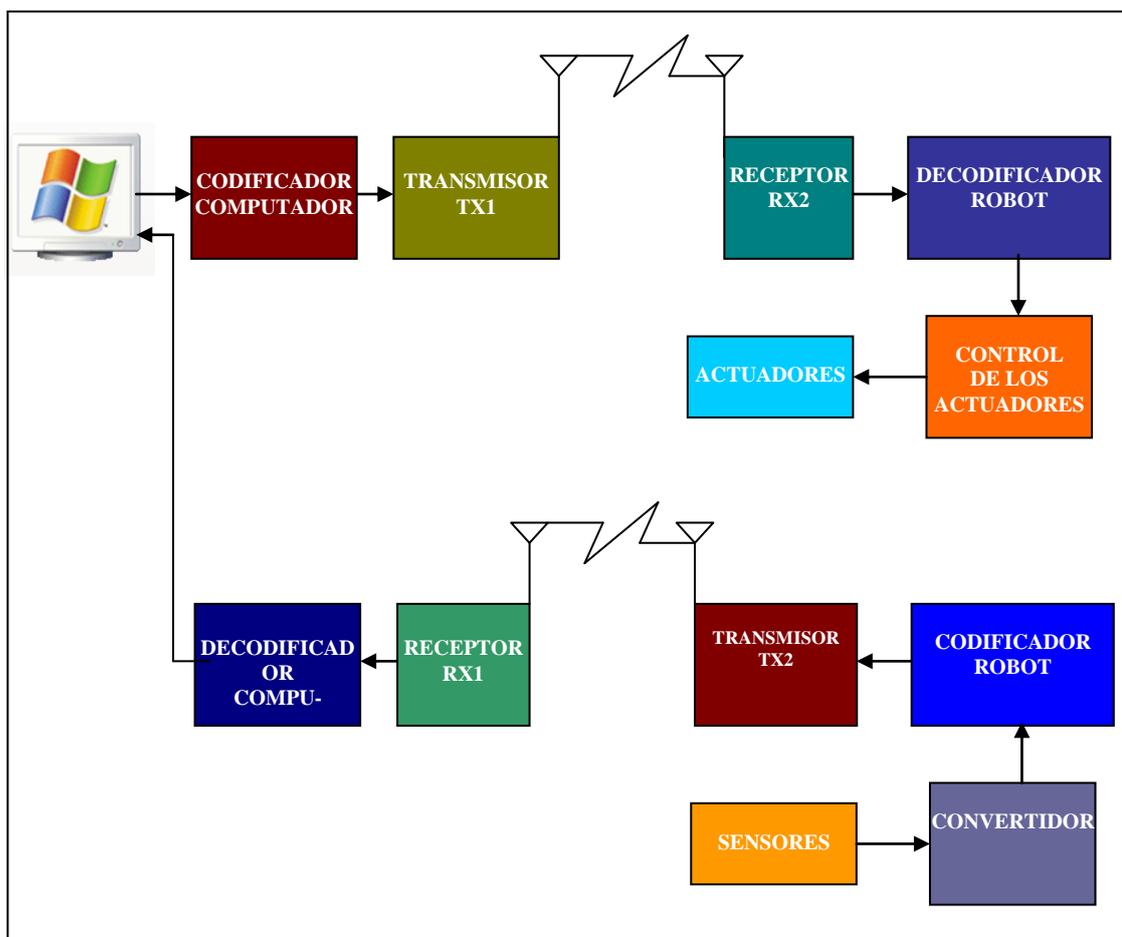


Figura 7.10 Diagrama de Bloques de HUMMINGBIRD-1 (Paralelo)

Figura 7.11 *Diagrama Esquemático Comunicación Paralela*

b) COMUNICACION SERIAL

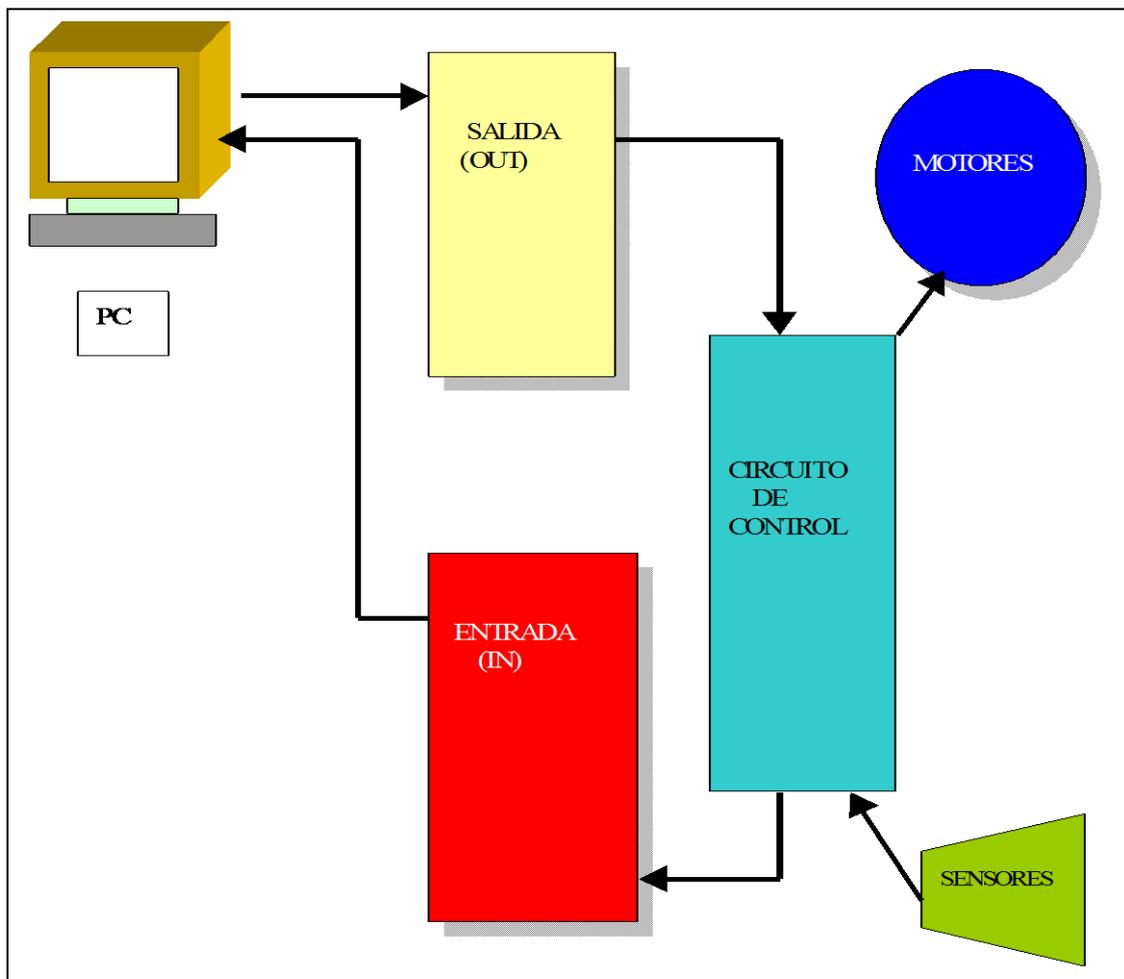


Figura 7.12 Diagrama de Bloque de la Comunicación Serial

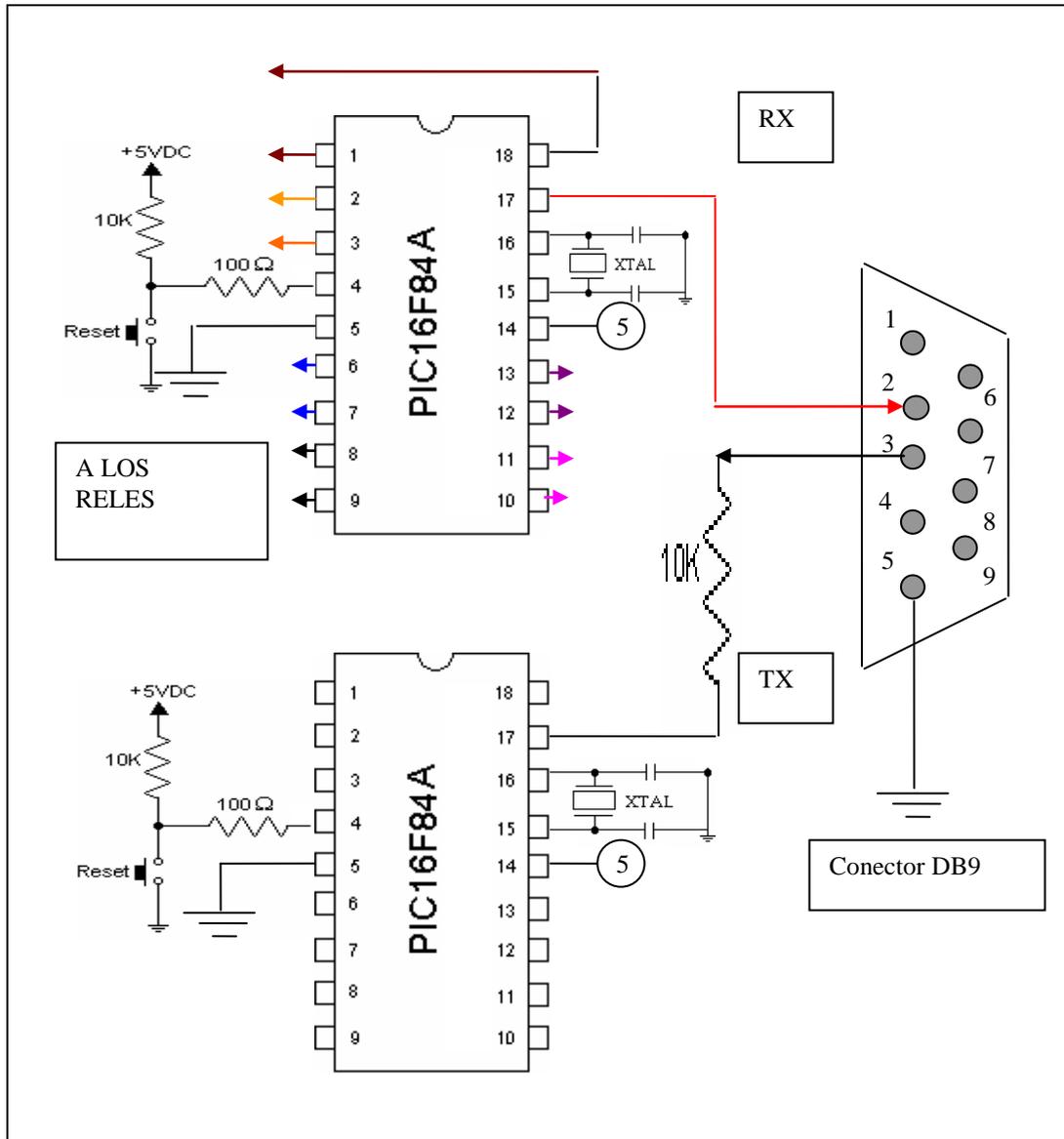


Figura 7.13 Diagrama Esquemático de la Comunicación Serial

7.3. CONSTRUCCION DEL ROBOT

La construcción de un robot, ya sea una máquina que camine de forma parecida a como lo hace el ser humano, o un manipulador sin rostro para una línea de producción, es fundamentalmente un problema de control. Existen dos aspectos principales: mantener un movimiento preciso en condiciones que varían y conseguir que el robot ejecute una secuencia de operaciones previamente determinadas.

Los avances en estos dos campos, el primero es esencialmente un problema matemático, y el segundo de tecnología suministran la más grande contribución al desarrollo del robot moderno. Los manipuladores propiamente dichos representan, en efecto, el primer paso en la evolución de la robótica y se emplean preferentemente para la carga-descarga de máquinas-herramientas, así como para manutención de prensas, cintas transportadores y otros dispositivos.

Actualmente los manipuladores son brazos articulados con un número de grados de libertad que oscila entre dos y cinco; cuyos movimientos, de tipo secuencial, se programan mecánicamente o a través de una computadora. Los manipuladores no permiten la combinación simultánea de movimientos ni el posicionamiento continuo de su efector terminal. A pesar de su concepción básicamente sencilla, se han desarrollado manipuladores complejos para adaptarlos a aplicaciones concretas en las que se dan condiciones de trabajo especialmente duras o especificaciones de seguridad muy exigentes.

Se utilizan sistemas y principios mecánicos tanto en la fabricación del brazo como en las articulaciones ya que estas están constituidas por engranajes que proporcionan la fuerza y la velocidad adecuada para permitir su control.

7.3.1. EVALUACION Y SELECCION DE MATERIALES

Con la finalidad de reducir el peso sobre los actuadores se consideran materiales plásticos, que presentan propiedades que benefician al proyecto.

Una vez seleccionado el tipo de comunicación que se realizará entre el PC y el Robot que es la Radio Frecuencia, se construyen el primer juego de comunicación que consiste en un *Emisor* y un *Receptor*; el dispositivo emisor principalmente consta de una Bobina y un

crystal oscilador alimentador por 12V, que se encarga de transmitir una cadena de 12 bits a una frecuencia de 120ms, a intervalos de la misma duración.

7.3.2. CONSTRUCCION DE LA BASE

Constituye parte de un juguete el cual posee un par de orugas encargadas de realizar los movimientos en la base.

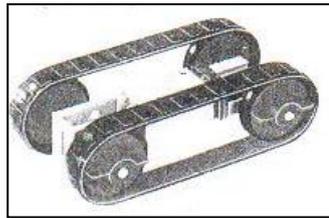


Figura 7.14 Orugas de la Base

Estas orugas esta accionadas por motores de CD de 3 voltios, como estos giran muy rápido aproximadamente unas 2000 rpm es necesario instalar una caja reductora de engranajes. Si una rueda dentada pequeña engrana en otra mayor el eje de esta girará mas despacio que el de la primera. El primer engranaje de la cascada en es accionado por uno muy pequeño montado en el motor y el último es el que acciona el las orugas. Las cajas reductoras deben estar bien engrasadas para evitar que se traben en la siguiente figura presentamos el modelo de las cajas. En la base se encuentra el sistema eléctrico que comanda a los motores.

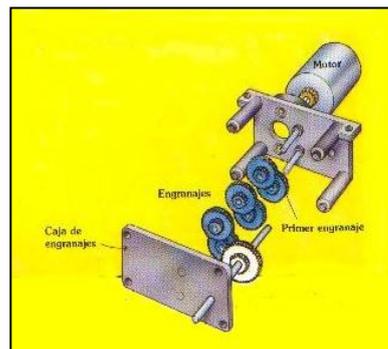


Figura 7.15 Caja reductora

7.3.3. CONSTRUCCION DE LAS ARTICULACIONES

Consta de tres secciones articuladas. La articulación o eje es el punto de unión de dos piezas en la siguiente figura podemos apreciar la cintura, el hombro, el codo.

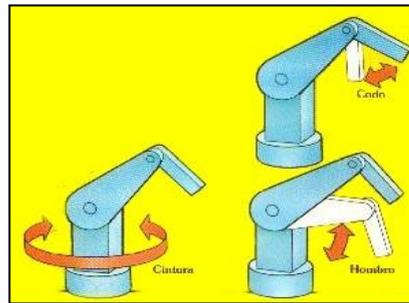


Figura 7.16 Articulaciones del robot

Los materiales utilizados para construcción son plástico y madera los cuales son acoplados mediante cajas y pasadores.

7.3.4. CONSTRUCCION DE LA PINZA

En el dispositivo de agarre del robot y está diseñada de acuerdo a un modelo industrial capaz de manipular materiales livianos y de forma rectangulares.

En las presentes figura se muestra la construcción y ensamblaje

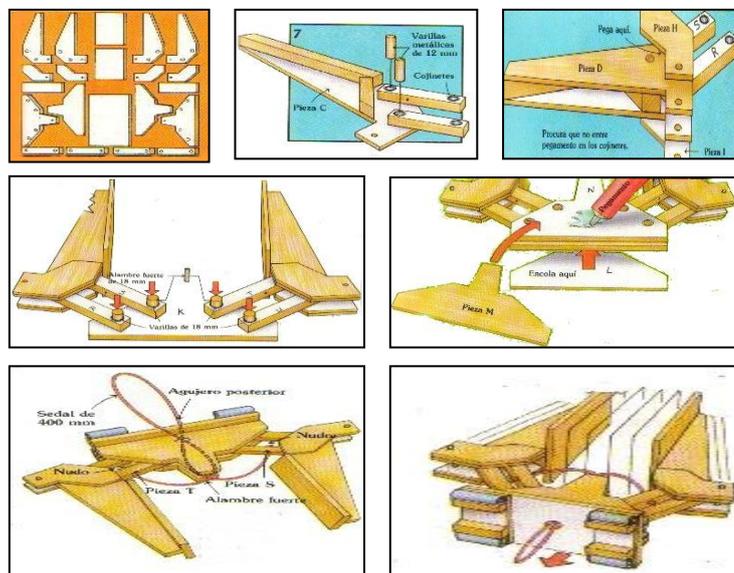


Figura 7.17 Construcción de la pinza

7.4. ANALISIS Y EVALUACION DEL SOFTWARE BASE

La mayoría de prototipos requieren que se les alimente con información del medio lo más rápido posible, por lo que se requiere respuestas en tiempo real, Windows en sí no es un sistema operativo a tiempo real, pero se tratará de eliminar al máximo esta desventaja.

Microsoft Visual Basic es un lenguaje de programación que soporta la programación orientada a objetos que utiliza la interfaz gráfica de usuario (GUI), además es un lenguaje de alto nivel con un conjunto de herramientas y objetos que apoyan el reconocimiento de la voz (RS), dispone de librerías de enlace dinámico (DLLs) para el control del flujo de entrada y salida de datos del puerto paralelo (LPT), principales aspectos que han hecho que la aplicación encargada de controlar a HUMMINGDIRD-1 se haya desarrollado en este Lenguaje de programación.

7.4.1. SOFTWARE PARA DISEÑO ELECTRONICO

El aplicar electrónica requiere de programas que permiten diseñar sin inconvenientes circuitos electrónicos para las placas de circuitos impresos, la ventaja de utilizar estos programas radica en la posibilidad de personalizar diseños, que se ajusten a los requerimientos del proyecto.

Existen múltiples programas que facilitar el diseño electrónico por sus facilidades se ha seleccionado Orcad, programa bajo Windows bastante sencillo de manejar, a continuación se presenta un listado del software más comercial que se encuentra a disposición en Internet en forma gratuita muchos de ellos.

Tango	Orcad
Electronic Workbench	MicroCap
Dr. Spice	Intusoft
CIRCAD	IVEX
Express PCB	Tina
SIMatrix Intro	SimExel
TopSPICE	B2Spice
Digital Simulator	AMS Electronic Design Software
EDWin NC	Next-For
Quickroute	Crocodile Clips Ltd

7.5. PROGRAMACION DE LOS MODULOS DE CONTROL

7.5.1. MODULO DE PARAMETROS

Este módulo permite la inicialización del sistema, al verificar que todos sus componentes se encuentran y que están correctamente ubicados, como por ejemplo: resolución del monitor, ubicación de la base de datos, los archivos de datos, Librerías de enlace dinámico DLLs requeridas para el manejo del puerto paralelo y más archivos y/o requerimientos que el sistema necesita. Estos parámetros se registran en un archivo de Configuración (PROTO.INI) el mismo que tiene la siguiente estructura:

```
[COMMANDS]
01=Coordenadas
02=Archivo
03=Enseñar
04=Detener
05=Autónomo
06=Izquierda
07=Derecha
08=Adelante
09=Atras
10=Sensor
```

La Clave [COMMANDS] contiene el listado de los comandos que el programa reconocerá como válidos dentro del módulo de reconocimiento de voz, para ejecutar las acciones de control de HUMMINGDIRD-1.

```
[RUTA]
AVANZAR=112113123121131210
```

La clave [RUTA] contiene la ruta codificada que HUMMINGDIRD-1 debe seguir para tratar de llegar al objetivo, cada dígito corresponde a una acción determinada, la secuencia numérica se establece mediante el modo de enseñanza dentro de la operación manual.

```
[OBJETIVO]
COORD=5,5
```

La Clave [OBJETIVO] contiene las coordenadas en las que se encuentra el objetivo y al que HUMMINGBIRD-1 debe intentar llegar, dentro de un sistema de coordenadas bidimensional, específicamente en el cuarto plano de un sistema coordenadas.

[NPTS]

PUNTOS=10

La clave [NPTS] contiene el valor del número de desplazamientos que en cualquier dirección deberá realizar el robot hasta alcanzar el objetivo.

La clave [COORDENADAS] contiene los puntos que dibujan la trayectoria gravada en la ruta.

7.5.2. MODULOS DE DESPLAZAMIENTO

El área de desplazamiento está delimitada por las coordenadas dadas para el objetivo y el punto donde se encuentra el objetivo. Los pasos tienen una dimensión de 33 unidades cada uno enmarcados en este espacio.

Conforme el robot avanza en busca del objetivo, se mantiene el control sobre la distancia recorrida y la restante en el sentido horizontal y vertical propuesto en la pantalla. Se dice que se ha conseguido al objetivo cuando la sumatoria de pasos multiplicado por su dimensión es igual a la multiplicación de las coordenadas del objetivo por la dimensión del paso, esta evaluación se la realiza en ambos sentidos del desplazamiento.

El código fuente de este procedimiento se muestra a continuación.

```

If Timer1.Interval = 0 Then Exit Sub
  If detenerA = True Then Timer1.Interval = 0
  If cx <= maxx Then Call caminar_h(CInt(maxx), CInt(maxy))
  If cy <= maxy Then Call caminar_v(CInt(maxx), CInt(maxy))
  If (cx >= maxx) And (cy >= maxy) And arch = 0 Then
    ubica = 1
    Call redef
    Call girar(39, cx, cy, 15)
    Call girar(37, cx, cy, 15)
    Call girar(39, cx, cy, 4)
    Out EnviarDatoPuerto, 0
    For k = 0 To 7
      frmMonitor.Shape1(k).FillColor = QBColor(3)
      frmMonitor.Shape1(k).Refresh
    
```

```

Next
MsgBox "Objetivo Conseguido", vbExclamation, "Coordenadas"
Front.Timer1.Interval = 0
MDI.mnubicar.Enabled = True
MDI.mndetener.Enabled = False
Exit Sub
End If

```

7.5.3. MODULOS DE MOVIMIENTO

Se refiere a los movimientos del brazo independientemente de la base, consiste en subir los eslabones por medio de sus articulaciones, la rotación de las articulaciones se controlan a través del tiempo que se aplica tensión a los actuadores, estas secuencias son dadas en forma manual desde el teclado, se pueden controlar las dos articulaciones de manera indistinta permitiendo el movimiento de la pinza sujetadora en dos direcciones arriba-abajo y adelante-atrás.

Cuando la articulación del brazo (hombro) gira en el sentido de las agujas de reloj, el brazo pierde altura y cuando el sentido cambia, el brazo sube el ángulo de trabajo es de 90° aproximadamente.

En cambio cuando se trabaja en la articulación del antebrazo (codo), al girar el sentido de las agujas del reloj la pinza se aleja de la base ganando distancia hacia delante y cuando cambiamos el sentido de rotación sucede lo contrario pierde alcance. Aquí parte del código para subir y bajar el brazo.

```

If shift = 1 then
Select Case KeyCode
' arriba
    Case 38
        Arrow(0).BorderStyle = 1
        Out EnviarDatoPuerto, 2 ^ 0
' abajo
    Case 40
        Arrow(2).BorderStyle = 1
        Out EnviarDatoPuerto, 2 ^ 0 + 2 ^ 1 ' cambia sentido rotación articulación
End Select
End if

```

Aquí parte del código para subir y bajar el antebrazo brazo

```

If shift = 2 then
Select Case KeyCode
' arriba
    Case 38
        Arrow(0).BorderStyle = 1
        Out EnviarDatoPuerto, 2 ^ 0
' abajo
    Case 40
        Arrow(2).BorderStyle = 1
        Out EnviarDatoPuerto, 2 ^ 0 + 2 ^ 1 ' cambia sentido rotación articulación
End Select
End if

```

7.5.4. MODULO PARA CONTROL MEDIANTE LA VOZ

En el módulo de operación manual, se incrusta el procedimiento que interactua con la aplicación de reconocimiento de voz, la misma que permite convertir en cadenas de texto que se escriben en un TextBox, el mismo que cuando se pronuncia el comando "Nueva Línea", llama y generara el evento denominado KeyPress de TextBox con el parámetro 13 que indica que se presionó la tecla de Retorno (ENTER).

Los comandos que contiene el archivo de configuración se cargan en un vector de 10 posiciones cuando el formulario es cargado por la aplicación en su arranque inicial.

```

For COM = 1 To 10
    If COM < 10 Then COM = "0" & COM
    COM1(COM) = LeerINI("COMMANDS", CStr(COM), "ValorDefecto")
Next

```

Cuando este evento es llamado, se busca dentro del archivo de configuración, en la clave [COMMANDS], el valor del nombre de cada una de las instrucciones listadas en esta sección del archivo, que se constituyen en comandos que ejecutan sentencias para que el robot las ejecute.

```

If KeyAscii = 13 Then
    LIM = 33
    comando = False
    For i = 1 To 16
        POS = InStr(1, UCase(Text1), UCase(COM1(i)))
        If POS > 0 Then
            comando = True

```

```
Text1.SelStart = POS - 1
Text1.SelLength = Len(COM1(i))
Select Case UCase(COM1(i))
Case "COORDENADAS"
    SendKeys "{F6}"
Case "ARCHIVO"
    SendKeys "{F8}"
Case "ENSEÑAR"
    SendKeys "{F3}"
Case "DETENER"
    SendKeys "{F3}"
    SendKeys "{F7}"
Case "AUTÓNOMO"
    SendKeys "{F4}"
Case "IZQUIERDA"
    Call girar(37, cx, cy, 15)
Case "DERECHA"
    Call girar(39, cx, cy, 15)
Case "ADELANTE"
    For k = 0 To LIM
        Call Arrow_KeyDown(0, 38, 0)
        Call redef
    Next
Case "ATRAS"
    For k = 0 To LIM
        Call Arrow_KeyDown(0, 40, 0)
        Call redef
Next
Case "SENSAR"
    MsgBox "sensar"
    'Call censar(1)
End Select
End If
Next
If comando = False Then
    MsgBox "Es eperaba un Comando"
    Text1.SelStart = 0
    Text1.SelLength = Len(Text1)
End If
End If
```

7.6. NOTAS BIBLIOGRAFICAS

El prototipo es un robot con dos orugas que estabilizan el sistema y son impulsadas cada una por un motor independiente, capaces de trasladar y guiar al robot hacia el objetivo.

La base está formada por la estructura de un juguete sobre esta se encuentran los circuitos de comunicación RF, circuitos de potencia, circuitos de control, fuentes de alimentación, la estructura del brazo compuesta por motores de las articulaciones y sus eslabones de trabajo.

Posee un sensor para la parte de recepción, el cual es un sensor de proximidad fotoeléctrico modelo E3F2 el cual esta montado en la base con un alcance de 30 cm.

El área de desplazamiento de HUMMINGDIRD-1 está fijado por un sistema de coordenadas rectangulares en un espacio de 2 dimensiones, sus desplazamientos son guiados por computador.

El software del programa es el Visual Basic ha sido seleccionado considerando aspectos como: Conocimiento del lenguaje, soporte para el reconocimiento de voz, interfaces de amigables para el usuario, agilidad para responder a eventos, etc.

HUMMINGDIRD-1 tiene dos modos de operación:

Manual.- El modo de operación manual es un método de enseñanza por guiado a través de un teclado.

Archivo.- Este modo de operar del robot se sirve de un conjunto de datos que se encuentran almacenados en un archivo tipo texto.

Dentro de la programación existe cuatro módulos que son el parámetros, desplazamiento, movimiento y control mediante voz cada uno cumple como sus respectivos nombres lo indican.

 LIBROS

- **JORGE MENDEZ** (1998), "Diseño y Fabricación de Circuitos", Edi. PARANINFO, MADRID ESPAÑA.
- **ATNEL CORPORATION** (1997), " Microcontrolador".

 REVISTAS

- **COLIN MOTTERAM, JOHN HAWKINS Y BILL PINDER** (1985), "Como Hacer Robots", Edi. AMAYA, VILLAFRANCA ESPAÑA.

 INTERNET

- [www. proton.ucting.udg.mx/tutorial/patino](http://www.proton.ucting.udg.mx/tutorial/patino)
- [www. ee.washington.edu/eeca](http://www.ee.washington.edu/eeca)
- [www. aaroncake.net/circuitos](http://www.aaroncake.net/circuitos)
- [www. atmel.com](http://www.atmel.com)
- [www. microchip.com](http://www.microchip.com)

<i>CAPITULO VII</i>	146
<i>DISEÑO Y CONSTRUCCION DE</i>	146
<i>HUMMINGbIRD -1</i>	146
7.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS	147
7.1.1. SOFTWARE.....	147
7.1.2. HARDWARE.....	149
7.2. CONSTRUCCION DEL CIRCUITO	149
7.2.1. EVALUACION Y SELECCION DE CIRCUITOS INTEGRADOS.....	149
7.2.2. CARACTERISTICAS Y COMPONENTES ELECTRONICOS.....	150
7.2.3. DISEÑO Y ELABORACION DE CIRCUITOS.....	159
7.2.4. ELABORACION DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS.....	160
7.2.5. DISEÑO Y ELABORACION DE DIAGRAMAS.....	162
7.3. CONSTRUCCIOn DEL ROBOT	166
7.3.1. EVALUACION Y SELECCION DE MATERIALES.....	166
7.3.2. CONSTRUCCION DE LA BASE.....	167
7.3.3. CONSTRUCCION DE LAS ARTICULACIONES.....	167
7.3.4. CONSTRUCCION DE LA PINZA.....	168
7.4. ANALISIS Y EVALUACION DEL SOFTWARE BASE	169
7.4.1. SOFTWARE PARA DISEÑO ELECTRONICO.....	169
7.5. PROGRAMACION DE LOS MODULOS DE CONTROL	170
7.5.1. MODULO DE PARAMETROS.....	170
7.5.2. MODULOS DE DESPLAZAMIENTO.....	171
7.5.3. MODULOS DE MOVIMIENTO.....	172
7.5.4. MODULO PARA CONTROL MEDIANTE LA VOZ.....	173
7.6. NOTAS BIBLIOGRAFICAS	175