



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**

**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ASISTENTE DE HOGAR,**

**CASO PRACTICO ASPIRADORA AUTONOMA”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa la obtención del título de**

**INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMPUTACION**

**Presentado por:**

*EDISON JAVIER SAMANIEGO PAUCAR*

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2009**

## **DEDICATORIA**

**AL ING. PAUL ROMERO**

**ING. DANIEL HARO**

Tribunal de la Tesis de Grado;

Por su ayuda y colaboración

Para la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Madre que con su apoyo incondicional, ha forjado a base de sacrificios y mucho amor el temple y carácter que hoy lo demuestro, al asumir el reto y compromiso de conseguir el título universitario, y que hoy se lo cristaliza con éxito.

Para nuestros hermanos dignos discípulos de nuestra ideología de vida, quienes lloran nuestras tristezas y ríen con nosotros, acompañantes silenciosos en nuestro trajinar, y que iluminados por su amor, nos contagian de esa esencia misma del ser feliz.

Como poder olvidar a nuestros amigos, que con sus gestos y apoyo moral que siempre nos han brindado, han sabido enriquecernos como personas, y tener una idea clara sobre la amistad.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

**Dr. Romeo Rodríguez**

**DECANO DE LA FACULTAD DE  
INFORMATICA Y ELECTRONICA**

.....

.....

**Ing. Paúl Romero**

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERIA ELECTRONICA**

.....

.....

**Ing. Paúl Romero**

**DIRECTOR DE TESIS**

.....

.....

**Ing. Daniel Haro**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

.....

**Tec. Carlos Rodríguez**

**DIRECTOR DEL DPTO.  
DOCUMENTACION**

.....

.....

**NOTA DE LA TESIS**

.....

“Yo, Edison Javier Samaniego Paucar soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de grado; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

---

Edison Javier Samaniego Paucar

# INDICE

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

INTRODUCCION

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL.....	14
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Justificación .....	15
1.3 Objetivos .....	16

CAPITULO II

MARCO TEORICO .....	17
2.1 Robots.....	17
2.2 Sensores .....	25
2.3 Sensor Infrarrojo.....	30
2.4 Sensor IS471F.....	33
2.5 Sensor CNY70.....	35
2.6 Sensor Infrarrojos SHARP GP2Y0A02YK.....	37
2.7 Sensores de Contacto .....	40
2.8 Actuadores .....	41
2.9 Microcontroladores (PIC).....	47

## CAPITULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROTOTIPO .....	50
3.1 Diseño de Hardware .....	51
3.1.1 Diseño de la mecánico de la aspiradora.....	51
3.1.2 Diseño del circuito de potencia de los motores.....	55
3.1.3 Diseño del Circuito de los sensores .....	60
3.2 Diseño de Software .....	62
3.3 Implementación .....	68

## CAPITULO IV

ANALISIS Y RESULTADOS .....	72
-----------------------------	----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

## INDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Clasificación de los robots por la geometría.....	20
Figura II.2. Componentes de un sensor activo.....	31
Figura II.3. Configuración en Array de Sensores.....	33
Figura II.4. Sensor IS471F.....	34
Figura II.5. Esquema del Funcionamiento del Sensor.....	34
Figura II.6. Disposición interna del sensor CNY70.....	35
Figura II.7. Funcionamiento del sensor CNY70.....	36
Figura II.8. Sensor SHARP.....	37
Figura II.9. Disposición Interna del Sensor SHARP.....	39
Figura II.10. Sensor de Contacto.....	40
Figura II.11. Utilización del Pistón Eléctrico.....	44
Figura II.12. Partes del Actuador Hidráulico.....	46
Figura II.13. Esquema de un microcontrolador.....	47
Figura II.14. Diagrama de Pines de PIC16F628A.....	49
Figura III.1. Diagrama esquemático de la tesis.....	50
Figura III.2. Ubicación de los motores para las llantas.....	52
Figura III.3. Motor para aspirar la basura.....	53
Figura III.4. Sensor QR1114.....	53
Figura III.5. Sensor infrarrojo de alto alcance.....	54
Figura III.6. Baterías de alimentación de los motores.....	55
Figura III.7. Elemento 4N25.....	56
Figura III.8. Relés.....	57
Figura III.9. Tip 31.....	57

Figura III.10. Circuito lógico (cerebro).....	58
Figura III.11. Circuito de Potencia de los Motores.....	59
Figura III.12. Impreso del circuito lógico (cerebro) de los motores parte inferior y superior.....	59
Figura III.13. Impreso del circuito de potencia de los motores parte inferior y superior...	60
Figura III.14. Diseño del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02.....	61
Figura III.15. Impreso del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02 parte inferior.....	62
Figura III.16. Diseño del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02 parte superior.....	62
Figura III.17. Flujo grama de la programación del PIC.....	63
Figura III.18. Modelo de la aspiradora.....	69
Figura III.19. Circuito lógico (cerebro) de los motores.....	69
Figura III.20. Circuito de Potencia de los motores.....	70
Figura III.21. Circuito de Potencia de los sensores de contacto y el SHARP GP2Y0A02...	70
Figura III.22. Implementación de todas las etapas.....	71
Figura IV.1. Modelo funcional de los grados de libertad del autómeta.....	72
Figura IV.2. Sistema de navegación.....	73
Figura IV.3. Algoritmo programado por el autómeta.....	74

## INDICE DE TABLAS

Tabla I. Tipos y Ejemplos de Sensores Electrónicos.....	29
Tabla II. Valores y Funcionamiento del sensor.....	38
Tabla III. Familias de Microcontroladores.....	48

## INTRODUCCION

El ser humano lleva siglos soñando con la creación de máquinas autónomas y obedientes, capaces de llevar a cabo los trabajos más duros. A finales del siglo XX ese sueño comenzó a ser real. Los robots ya han demostrado ser excelentes sustitutos de los humanos para llevar a cabo tareas repetitivas que no requieran capacidad de improvisación. Ya hay numerosos robots trabajando en minas y excavaciones petrolíferas, fabricando bienes de consumo en cadenas de montaje, explorando el espacio y combatiendo en guerras.

Las empresas representadas por la Robotic Industries Association (RIA), que suponen el 90% de la industria robótica de Estados Unidos, vendieron un total de 11.384 robots por un valor de 745,1 millones de dólares durante los primeros nueve meses de 2007, un 13% más que el año anterior.

Según un estudio de CEE-ONU, a principios de los noventa apenas había en España ocho robots industriales por cada 10.000 empleados en la industria manufacturera. A finales de 2002 ya había 66. La media de la UE ese año era de más de 80 unidades por cada 10.000 empleados, con Alemania ostentando del récord de casi 140 unidades. En la industria del automóvil la media era de 760 robots por cada 10.000 empleados.

Por otro lado hay muchos trabajos que las personas no les gusta hacer, sea ya por ser aburrido o bien peligroso, siempre se va a tratar de evitar para no hacerlo. La solución más práctica era obligar a alguien para que hiciera el trabajo, esto se le llama esclavitud y

se usaba prácticamente en todo el mundo bajo la política de que el fuerte y el poder dominan al débil.

Ahora los robots son ideales para trabajos que requieren movimientos repetitivos y precisos. Una ventaja para las empresas es que los humanos necesitan descansos, salarios, comida, dormir, y una área segura para trabajar, los robots no. La fatiga y aburrimiento de los humanos afectan directamente a la producción de una compañía, los robots nunca se aburren por lo tanto su trabajo va a ser el mismo desde que abra la compañía a las 8:00 AM hasta las 6:00PM.

El noventa por ciento de robots trabajan en fábricas, y más de la mitad hacen automóviles. Las compañías de carros son tan altamente automatizadas que la mayoría de los humanos supervisan o mantienen los robots y otras máquinas.

Otro tipo de trabajo para un robot es barajar, dividir, hacer, etc. en fábricas de comidas. Por ejemplo, en una fábrica de chocolates los robots arman las cajas de chocolates. ¿Cómo lo hacen? Son guiados por un sistema de visión, un brazo robótico que localiza cada pieza de chocolate y de forma gentil sin dañar al producto lo separa y divide.

El presente trabajo de investigación se encuentra dividido en cuatro capítulos para el análisis del DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ASISTENTE DE HOGAR, CASO PRACTICO ASPIRADORA AUTONOMA, los que se detallan a continuación:

*Capítulo 1.-* En este capítulo es específica cuales son los antecedentes, la debida justificación y los objetivos de la realización de esta tesis.

*Capítulo II.-* En este capítulo se fundamenta teóricamente los robots autómatas y sus tipos, lo que son efectores y actuadores, además se brindan los principales conceptos de todos los elementos que se utilizan.

*Capítulo III.-* Este capítulo contiene los pasos a considerar para el diseño y la implementación del prototipo.

*Capítulo IV.-* En este capítulo se detallará el Análisis respectivo así como los resultados obtenidos en la implementación de la tesis.

Esta estructura permitirá arribar a conclusiones y proponer recomendaciones fundamentadas en el proceso de investigación realizado.

## **CAPITULO I**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Antecedentes**

Actualmente una de las áreas de más atención en cualquier tipo de negocio es el de la optimización de recursos y control de costos. Disminuir éstos por medio de una estrategia que permita a las empresas seguir operando dentro de un ambiente sumamente competitivo, sin la necesidad de sacrificar a su personal ya capacitado, buscar la eficiencia en los procesos y al mismo tiempo aumentar el rango de utilidades es de vital importancia.

La creación de Robots o software personalizado, es el principio para la eliminación de cuellos de botella, procesos repetitivos y la implementación de flujos de trabajo que permitan el manejo de recursos digitales de manera automática, disminuyendo de forma drástica los costos relacionados con estos procesos, eliminando errores, acelerando los tiempos de ejecución y permitiendo al mismo tiempo que el personal de alto valor,

concentre su tiempo en aquello en lo que verdaderamente es importante, estimulando su desarrollo profesional.

Lo anterior por supuesto redundará en mayor productividad y naturalmente en mejores utilidades y valuación de la empresa. Los robots generados por este medio, pasan a formar parte de los activos de la empresa; tienen un valor intrínseco. Su creación requiere de una inversión. Estos producen ahorros medibles en tiempo y costos, adicional a las mejoras en calidad en los procesos en los que intervienen.

En las últimas décadas, la utilización de robots en la industria y en el sector científico y médico se ha intensificado de gran manera. Sumado a esto, los adelantos tecnológicos relacionados con áreas como la informática, electrónica digital y el control automático han facilitado y promovido la creación de potentes herramientas de automatización de procesos.

## **1.2 Justificación**

Podemos notar que de acuerdo al avance de la tecnología se ha masificado el desarrollo de asistentes de hogar, oficinas y fábricas, los cuales se diferencian por el proceso automático de control que realizan. Por esta razón el prototipo que se plantea, pretende ser el complemento necesario para asistir en la limpieza del hogar.

La razón de ser de este proyecto consiste en utilizar la tecnología actual, tanto en la parte mecánica (diseño del prototipo), eléctrica (motores DC), electrónica (programación de micro controladores) y computación (software para el diseño de sistema de navegación).

Estas especificaciones nos ayudan a:

- Mejorar la calidad de vida de las personas, reduciendo el tiempo de trabajo en casa.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Mejorar la disponibilidad de tiempo, pudiendo encargarse de otras actividades en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del prototipo.

### **1.3 Objetivos**

- El propósito de este proyecto es Diseñar e implementar un prototipo de asistente de hogar, caso práctico aspiradora autónoma, teniendo como objetivos:
- Estudiar los grados de libertad del autómeta
- Realizar un modelo funcional de los grados de libertad básicos del autómeta.
- Diseñar un sistema de navegación y esquivar obstáculos.
- Investigar a cerca del funcionamiento de cada uno de los actuadores, efectores y sensores que necesita el autómeta
- Realizar un sistema de control mediante un Micro controlador.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Robots**

##### Concepto

Según el Instituto Norteamericano de Robótica un Robot es "un manipulador multifuncional y reprogramable, diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos programados y variables que permiten llevar a cabo diversas tareas".

Aunque hay tal variedad de robots que es muy difícil concretar unos elementos comunes a todos, lo cierto es que la mayoría dispone de un esqueleto o chasis, que puede ser interno o externo, motores, piezas que permiten su movilidad, sistemas de agarre y manipulación y una fuente de alimentación, normalmente eléctrica.

La palabra robot viene de 'robotnik' o 'robota', que se podría traducir como 'trabajo tedioso' en checo. Lo empleó por vez primera, en 1917, el dramaturgo checoslovaco Karel Capek en su obra *Opilek*. Pero fue el escritor Isaac Asimov quien popularizó el concepto con sus muchos relatos de ciencia ficción, dotándolo de un componente romántico del que en realidad carecen estos artefactos.

Por otro lado si se considera a un robot como un agente autónomo inteligente (AAI) cuando cumple los siguientes requisitos:

- Autonomía: El sistema de navegación reside en la propia máquina, que debe operar sin conexión física a equipos externos.
- Inteligencia: El robot posee capacidad de razonar hasta el punto de ser capaz de tomar sus propias decisiones y de seleccionar, fusionar e integrar las medidas de sus sensores.

Se podría decir que ningún ingenio hasta ahora puede realmente considerarse un robot. Algunos se pueden programar, pero todos carecen de la capacidad de ejecutar tareas diversas, puesto que están por su propia estructura mecánica, concebidos para una sola aplicación.

Para cada uno de los robots se deduce que debe haber un nivel de complejidad a partir del cual un dispositivo puede considerarse un robot. Para esto, tenemos tres niveles de complejidad de un dispositivo de manipulación los cuales son:

Teleoperación: Es la manipulación a distancia por un operador humano. En este nivel están por ejemplo los brazos desarrollados a partir del final de la segunda guerra mundial para la manipulación de material radiactivo.

Telepresencia: Una teleoperación a la que además se añaden sensores que informan al operador del estado de la tarea, idealmente, como si éste se encontrase en el lugar de ejecución de la misma. Los dispositivos móviles para desactivación de explosivos dotados de cámaras de TV y sensores de contacto o fuerza son ejemplos de esto.

Autonomía: El Robot hace su trabajo tomando las decisiones oportunas a partir del programa que almacena, y de las señales recibidas de los sensores en cada instante, sin necesidad de intervención del operador durante la ejecución de la tarea. Lo idóneo sería que todo robot funcionase de este modo, e incluso con capacidad para variar su programa, y aprender. Si esto puede o no ser posible en el futuro, es objeto de investigación.

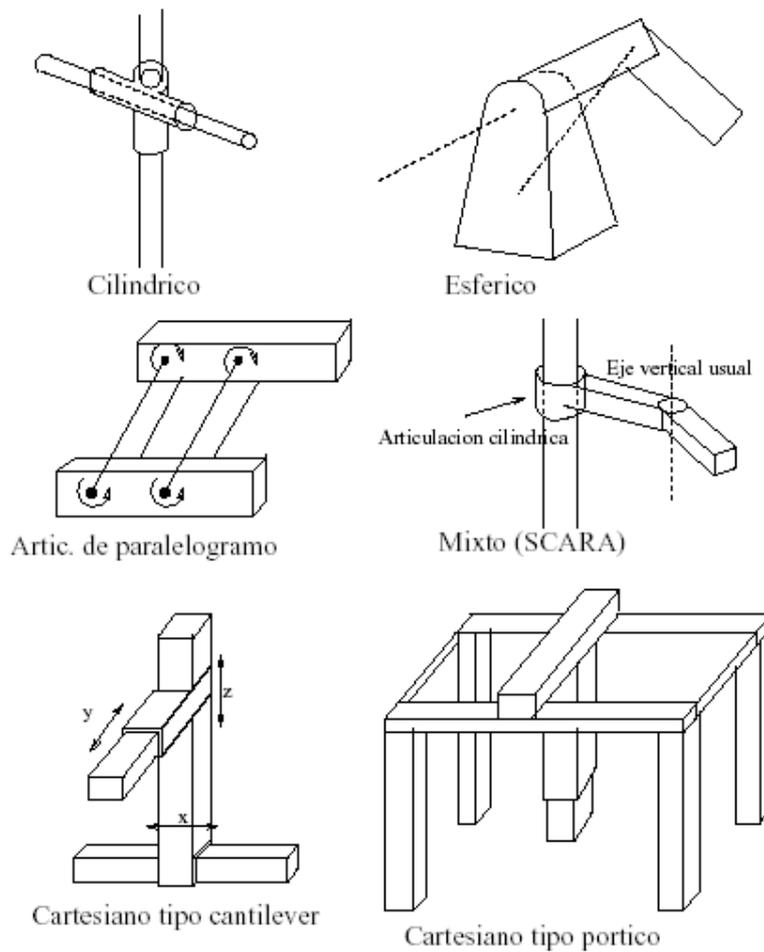
Por lo expuesto anteriormente podemos decir que un robot es un manipulador reprogramable multifuncional, diseñado para mover material, partes, herramientas o dispositivos especializados mediante movimientos programados variables para la ejecución de tareas diversas.

### Tipos de Robots

Existen hoy en día multitud de robots, algunos de ellos muy específicos, por lo que es difícil establecer una única clasificación válida. No obstante, hay dos criterios que ayudan:

*Clasificación por la Geometría (llamada también por las coordenadas)*

- Cilíndricos: Cada eje es de revolución total (o casi) y está encajado en el anterior.
- Esféricos: Hay ejes de rotación que hacen pivotar una pieza sobre otra.
- De paralelogramo: La articulación tiene una doble barra de sujeción.
- Mixtos: poseen varios tipos de articulación, como los SCARA
- Cartesianos: las articulaciones hacen desplazar linealmente una pieza sobre otra.  
Pueden ser de tipo Cantilever o tipo Portico.



*Figura II.1. Clasificación de los robots por la geometría.*

### *Clasificación por el Método de control*

- No servo-controlados: son aquellos en los que cada articulación tiene un número fijo (normalmente, dos) posiciones con topes y sólo se desplazan para fijarse en ellas. Suelen ser neumáticos, bastante rápidos y precisos.
- Servo-controlados: en ellos cada articulación lleva un sensor de posición (lineal o angular) que es leído, y enviado al sistema de control que genera la potencia para el motor. Se pueden así parar en cualquier punto deseado.
- Servo-controlados punto a punto: Para controlarlos sólo se les indican los puntos iniciales y finales de la trayectoria; normalmente pueden memorizar posiciones.

### *Clasificación por el empleo.*

- De producción, usados para la manufactura de bienes, pueden a su vez ser de manipulación, de fabricación, de ensamblado y de test.
- De exploración, usados para obtener datos acerca de terreno desconocido, pueden ser de exploración terrestre, minera, oceánica, espacial, etc.
- De rehabilitación: usados para ayudar a discapacitados, pueden ser una prolongación de la anatomía, o sustituir completamente la función del órgano perdido.

### *Clasificación por la Funcionalidad*

Dentro de los Robots tenemos dos grandes familias las cuales son:

Robots industriales. Los hay de varios tipos según su utilidad:

- Manipuladores. Aquellos que sueldan, pintan, taladran, trabajan con productos peligrosos... El 54% de los robots españoles se dedican a la soldadura.

- De control remoto. Se utilizan para localizar gente sepultada, desactivar explosivos o minas antipersona, tender cables en el fondo del mar, tomar muestras de minerales en la luna... Los hay terrestres, submarinos, aéreos y espaciales.
- Prótesis y asistentes. Aquellos que sustituyen miembros humanos (manos, piernas, brazos...) y los que prestan asistencia a personas con minusvalías.
- De uso doméstico. En constante aumento. Son los que ayudan en tareas domésticas, como aspirando el polvo o cortando el césped.

Robots experimentales. Desarrollados normalmente por universidades, empresas e instituciones con el propósito de investigar campos concretos de la robótica. Estas dos últimas divisiones tienden a solaparse en ocasiones. Algunos han llegado a popularizarse, como Asimo de Honda, e incluso se venden al público, como los perritos Aibo de Sony.

### Desafíos de la Robótica

La construcción de un robot implica serie de problemas. Y es necesario lidiar con los errores de la posición y orientación de acuerdo a las lecturas de los sensores, los problemas con la carga de las pilas, errores de programación y así sucesivamente.

Los seres humanos tenemos características muy difíciles, nuestro sistema de visión y de reacción son muy inesperados y de acuerdo a la situación. Por lo que construir un robot con características de humanos es un difícil e increíble desafío, a pesar de todo ello los robots desarrollados, tratan de reflejar nuestras capacidades y en esto buscar la perfección de las máquinas.

### *Navegación*

Realizar una tarea de navegación para un robot móvil significa recorrer un camino que lo conduzca desde una posición inicial hasta otra final, pasando por ciertas posiciones intermedias o submetas. El problema de la navegación se divide en las siguientes cuatro etapas:

- Percepción del mundo: Mediante el uso de sensores externos, creación de un mapa o modelo del entorno donde se desarrollará la tarea de navegación.
- Planificación de la ruta: Crea una secuencia ordenada de objetivos o submetas que deben ser alcanzadas por el vehículo. Esta secuencia se calcula utilizando el modelo o mapa de entorno, la descripción de la tarea que debe realizar y algún tipo de procedimiento estratégico.
- Generación del camino<sup>1</sup>: En primer lugar define una función continua que interpola la secuencia de objetivos construida por el planificador. Posteriormente procede a la discretización de la misma a fin de generar el camino.
- Seguimiento del camino: Efectúa el desplazamiento del vehículo, según el camino generado mediante el adecuado control de los actuadores del vehículo.

Estas tareas pueden llevarse a cabo de forma separada, aunque en el orden especificado. La interrelación existente entre cada una de estas tareas conforma la estructura de control de navegación básica en un robot móvil

### *Reconocimiento*

Otro reto importante desafío es el que el robot reconozca en entorno o ambiente en el que se está desarrollando.

Esto implica problemas con la complejidad computacional de procesamiento de imágenes y datos, además de las dificultades encontradas en el tratamiento de diferencias de la luz y en ruido, datos que son procedentes de sensores.

### *Aprendizaje*

Para realizar el robot más complejo, añadiendo nuevos sensores y actuadores, también estamos añadiendo la complejidad en la labor de la programación del mismo, además de la calibración de los sensores y la coordinación de los movimientos.

Para lo cual debemos realizar algoritmos que nos permitan calibrar los sensores para obtener un robot mas autómeta y adaptable.

### *Cooperación*

Otra línea de investigación sostiene la posibilidad de construir pequeños robots y baratos que juntos pueden realizar tareas complejas, cooperando unos con otros. Al igual que con un hormiguero.

### *Cognición*

El mayor de todos los desafíos es explorar los límites de la inteligencia artificial. Hasta qué punto puede crear nuevas formas de almacenar el conocimiento y utilizar este conocimiento en una decisión dotando al robot de capacidades cognitivas de alto nivel que permitan la autonomía con respecto al medio.

## 2.2 Sensores

### Concepto

Un sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Recordando que la señal que nos entrega el sensor no solo sirve para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable censada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

## Clasificación de los sensores

Internos: información sobre el propio robot

- Posición (potenciómetros, ópticos)
- Velocidad (eléctricas, ópticas)
- Aceleración

Externos: información sobre lo que rodea al robot

- Proximidad (reflexión lumínica, láser, ultrasonido)
- Tacto (varillas, presión, polímeros)
- Fuerza (corriente en motores, deflexión)
- Visión (cámaras de tubo)

Tomando en cuenta otro criterio de clasificación tenemos los tipos:

- Sencillos / complejos
- Activos / pasivos

Según el tipo de magnitud física a detectar podemos establecer la siguiente clasificación:

- Posición lineal o angular.
- Desplazamiento o deformación.
- Velocidad lineal o angular.
- Aceleración.
- Fuerza y par.
- Presión.
- Caudal.

- Temperatura.
- Presencia o proximidad.
- Táctiles.
- Intensidad lumínica.
- Sistemas de visión artificial.

### Criterios para la Evaluación de Sensores

#### *Sensibilidad*

Se define como el cociente entre la tasa de cambio de valores de salida para el cambio los valores de entrada.

#### *Linealidad*

Es la medida de la constancia de la tasa de salida con respecto a la entrada. .

#### *Rango*

Es la medida de la diferencia entre el mínimo y el máximo valor medido.

#### *Tiempo de Respuesta*

Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

### *Precisión*

Es el error de medida máximo esperado.

### *Repetitividad*

Error esperado al repetir varias veces la misma medida.

### *Resolución*

Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

### *Tipo de Salida*

La salida de un sensor puede ser de varias formas:

- Movimiento mecánico
- Tensión
- Corriente
- Presión
- Nivel hidráulico
- Intensidad luminosa, etc.

En la Tabla 1. Se muestran algunos tipos de sensores existentes.

<b>Magnitud</b>	<b>Transductor</b>	<b>Característica</b>
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
	Encoder	Digital
Desplazamiento y deformación	Transformador diferencial	Analógica
	Galga extensiométrica	Analógica
Velocidad lineal y angular	Dinamo tacométrica	Analógica
	Encoder	Digital
	Detector inductivo	Digital
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
Fuerza y par (deformación)	Galga extensiométrica	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
	Piezoeléctricos	Analógica
Caudal	Turbina	Analógica
	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
	RTD	Analógica
	Termistor NTC	Analógica
	Termistor PTC	Analógica
	Bimetal	I/O
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
	Capacitivos	I/O
	Ópticos	I/O y Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos	I/O
	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
	Cámaras CCD o CMOS	Procesamiento digital
Sensor de proximidad	Sensor final de carrera	
	Sensor capacitivo	
	Sensor inductivo	
	Sensor fotoeléctrico	
Sensor acústico (presión sonora)	micrófono	
Sensores de acidez	IsFET	
Sensor de luz	fotodiodo	
	Fotorresistencia	
	Fototransistor	
Sensores captura de movimiento	Sensores inerciales	

*Tabla 1. Tipos y Ejemplos de Sensores Electrónicos*

## 2.3 Sensor Infrarrojo

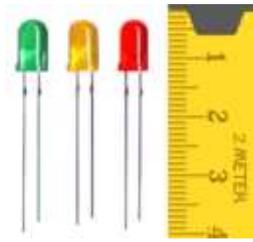
El sensor infrarrojo es un dispositivo electrónico capaz de medir la radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos en su campo de visión. Todos los cuerpos reflejan una cierta cantidad de radiación, esta resulta invisible para nuestros ojos pero no para estos aparatos electrónicos, ya que se encuentran en el rango del espectro justo por debajo de la luz visible.

### Principio de Funcionamiento

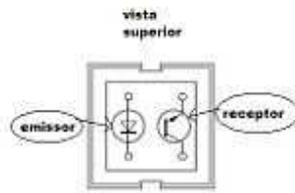
Los rayos infrarrojos (IR) entran dentro del fototransistor donde encontramos un material piroeléctrico, natural o artificial, normalmente formando una lámina delgada dentro del nitrato de galio (GaN), nitrato de Cesio (CsNO<sub>3</sub>), derivados de la fenilpirazina, y ftalocianina de cobalto. Normalmente están integrados en diversas configuraciones (1,2,4 píxels de material piroeléctrico). En el caso de parejas se acostumbra a dar polaridades opuestas para trabajar con un amplificador diferencial. Provocando la auto-cancelación de los incrementos de energía de IR i el desacoplamiento del equipo.

### Clasificación

- Sensores Pasivos: Están formados únicamente por el fototransistor con el cometido de medir las radiaciones provenientes de los objetos.
- Sensores Activos: Se basan en la combinación de un receptor y un emisor próximos entre ellos, normalmente forman parte de un mismo circuito integrado. El emisor es un diodo led infrarrojo (IRED) y el componente receptor e fototransistor. Ver figura II.2.



diodo LED



Esquema sensor infrarrojo



Fototransistor

Figura II.2. Componentes de un sensor activo

### Clasificación según el tipo de señal emitida

- *Sensores Reflectivos*: Este tipo de sensor presenta una cara frontal en la que encontramos tanto al LED como al fototransistor. Debido a esta configuración el sistema tiene que medir la radiación proveniente del reflejo de la luz emitida por el LED. Se tiene que tener presente que esta configuración es sensible a la luma del ambiente perjudicando las medidas, pueden dar lugar a errores, es necesario la incorporación de circuitos de filtrado en términos de longitud de onda, así pues será importante que trabajen en ambientes de luz controlada. Otro aspecto a tener en cuenta es el coeficiente de reflectividad del objeto, el funcionamiento del sensor será diferente según el tipo de superficie.
- *Sensores de Ranura*: Este tipo de sensor sigue el mismo principio de funcionamiento pero la configuración de los componentes es diferente, ambos elementos se encuentran enfrentados a la misma altura, a banda y banda de una ranura normalmente estrecha, aunque encontramos dispositivos con ranuras más grandes. Este tipo se utiliza típicamente para control industrial. Otra aplicación podría ser el control de las vueltas de un volante.

- **Sensores Modulados:** Este tipo de sensor infrarrojo sigue el mismo principio que el de reflexión pero utilizando la emisión de una señal modulada, reduciendo mucho la influencia de la iluminación ambiental. Son sensores orientados a la detección de presencia, medición de distancias, detección de obstáculos teniendo una cierta independencia de la iluminación.
- **Sensores de Barrido:** La diferencia con los anteriores reside en que el sensor realiza el barrido horizontal de la superficie reflectante utilizando señales moduladas para mejorar la independencia de la luz, el color o reflectividad de los objetos. Normalmente estos sistemas forman parte de un dispositivo de desplazamiento perpendicular al eje de exploración del sensor, para poder conseguir las medidas de toda la superficie.

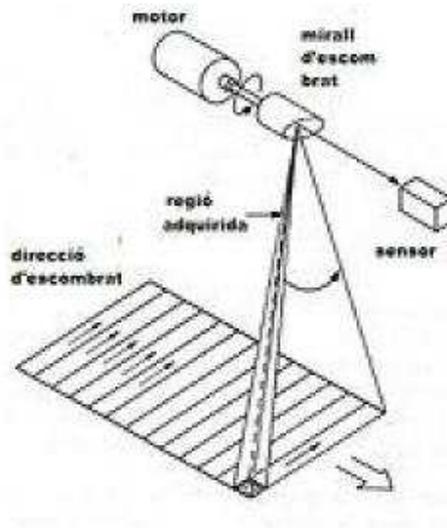
### Configuración Óptica de los Sensores

Esta configuración se basa en un único sensor enfrentado a un cristal, el cual genera la imagen de una sección de la región a medir. Dicho cristal solidario con un motor de rotación con el objetivo de lograr el barrido de toda el área. Tiene la ventaja que adquiere una secuencia continua de la región de barrido. Resulta un sistema lento en términos de exploración.

### Configuración de Array de Sensores

En este caso la configuración del sistema de medida está formado por un array de sensores infrarrojos, por tanto no es necesario la utilización de ningún sistema de cristales, únicamente necesita un conjunto de lentes ópticas de enfoque (concentración de

la radiación) a cada uno de los sensores. Esta configuración es más compleja pero permite mayor velocidad de translación y mejor protección contra errores de captación.



*Figura II.3. Configuración en Array de Sensores*

## **2.4 Sensor IS471F**

Sensor basado en el dispositivo SHARP IS471F inmune a interferencias de luz normal. Este sensor incorpora un modulador/demodulador integrado en su carcasa y a través de su patilla 4 controla un diodo LED de infrarrojos externo, modulando la señal que este emitirá, para ser captada por el IS471F que contiene el receptor. Cuando un objeto se sitúa enfrente del conjunto emisor/receptor parte de la luz emitida es reflejada y demodulada para activar la salida en la patilla 2 que pasará a nivel bajo si la señal captada es suficientemente fuerte.

El uso de luz IR modulada tiene por objeto hacer al sensor relativamente inmune a las interferencias causadas por la luz normal de una bombilla o la luz del sol.

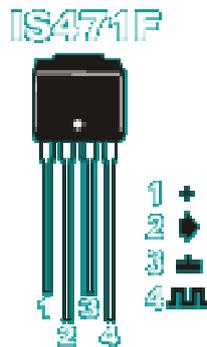


Figura II.4. Sensor IS471F

### Funcionamiento

Como puede verse en la Figura II.4., el sensor se alimenta por sus patitas 1 y 3 y estas corresponden a Vcc y Gnd respectivamente, la patita 2 es la salida del detector y la patita 4 es la salida que modula al led emisor externo. Mediante el potenciómetro P1 se varia la distancia a la que es detectado el objeto. Contra más baja sea la resistencia de este potenciómetro, más intensa será la luz emitida por el diodo de IR y por lo tanto mayor la distancia a la que puede detectar el objeto.

En la Figura II.5., vemos el simple circuito necesario para hacer funcionar al sensor.

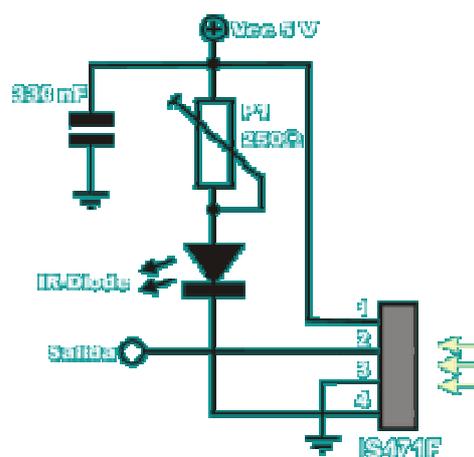


Figura II.5. Esquema del Funcionamiento del Sensor.

## 2.5 Sensor CNY70

### Descripción

El CNY70 es un pequeño dispositivo con forma de cubo y cuatro patitas que aloja en su interior un diodo emisor de infrarrojos que trabaja a una longitud de onda de 950 nm. y un fototransistor (recetor) estando ambos dispuestos en paralelo y apuntando ambos en la misma dirección, la distancia entre emisor y receptor es de 2.8 mm. y están separados del frontal del encapsulado por 1 mm.

En la siguiente figura vemos la disposición interna del CNY70 mirando el encapsulado desde arriba, así pues tenemos el diodo emisor de infrarrojos a la izquierda y el fototransistor a la derecha.

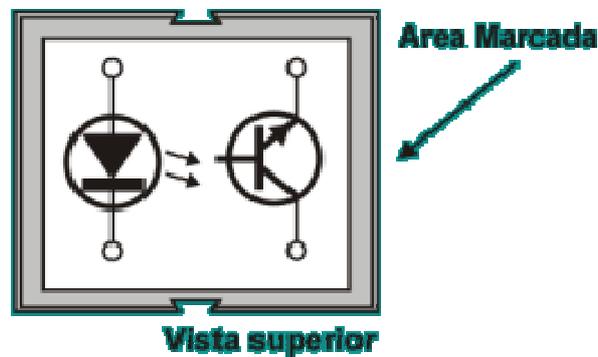


Figura II.6. Disposición interna del sensor CNY70

### Funcionamiento

El fototransistor conducirá mas, contra mas luz reflejada del emisor capte por su base. La salida de este dispositivo es analógica y viene determinada por la cantidad de luz reflejada, así pues para tener una salida digital se podría poner un disparador Trigger

Schmitt y así obtener la salida digital pero esto tiene un problema, y es que no es ajustable la sensibilidad del dispositivo y los puntos de activación de histerisis distan algunos milivoltios uno del otro (ver explicación en el esquema de la LDR ). Para solventar este problema muestro el siguiente circuito basado en un amplificador operacional configurado en modo comparador, en la salida del circuito obtendremos una señal cuadrada lista para su interconexión con la entrada de cualquier  $\mu$ Controlador.

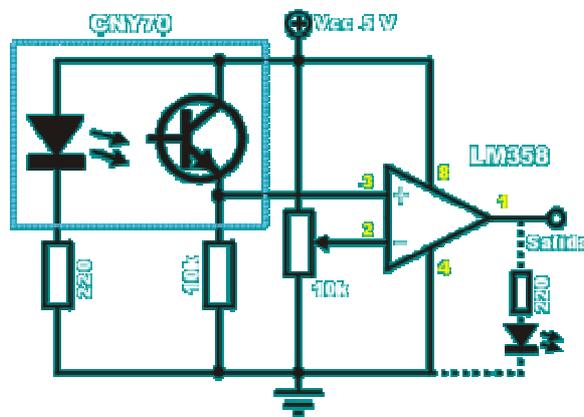


Figura II.7. Funcionamiento del sensor CNY70

La sensibilidad del circuito es ajustable mediante la resistencia variable de 10k (se aconseja poner una resistencia multivuelta). Para comprobar y visualizar la señal de salida es posible montar un diodo led en la salida con su resistencia de polarización a masa, si así lo hacemos veremos que cuando el sensor detecta una superficie blanca o reflectante el led se ilumina ya que la salida del LM358 pasa a nivel alto y por lo tanto alimenta al led que tiene su ánodo conectado directamente.

La salida del LM358 varía de 0V para nivel lógico 0 a unos 3,3V para nivel lógico 1, con lo que puede ser llevada directamente a un disparador trigger schmitt (p.ej. 74LS14) para conformar pulsos de niveles TTL de 0 a 5V si fuese necesario.

Usos: Comúnmente utilizado en los robots rastreadores (Sniffers) para detección de líneas pintadas sobre el suelo, debido principalmente a su baja distancia de detección.

## 2.6 Sensor Infrarrojos SHARP GP2Y0A02YK

El Sharp GP2Y0A02YK es un sensor de infrarrojos que proporciona una lectura continua de la distancia medida como una tensión analógica dentro de un rango de 20 a 150 cm. La tensión de alimentación es de 5V y la tensión de salida varía unos 2 voltios de diferencia entre el margen mínimo y el máximo de la distancia medida. El encapsulado es similar a otros sensores sharp, pero presenta una mayor distancia entre la lente y el sensor con el fin de aumentar el rango de trabajo. La conexión se realiza mediante un conector JST (incluido) de 3 vías, 2 para la alimentación y una para la salida. a salida esta disponible de forma continua y su valor es actualizado cada 39 ms. Normalmente se conecta esta salida a la entrada de un convertidor analógico digital el cual convierte la distancia en un número que puede ser usado por el microprocesador.



*Figura II.8. Sensor SHARP*

El conexionado de los GP2D02 con un microcontrolador es sumamente sencillo requiriendo solamente una entrada del conversor analógico-digital a la que se conectará el pin de salida del sensor (el de más a la izquierda visto de frente según se muestra en la Figura). Los otros dos pines corresponden, respectivamente, con GND y con Vcc, la tensión de alimentación, que deberá ser próxima a los 5 voltios. Se recomienda el uso de una tensión regulada (por ejemplo, mediante un 7805) para no introducir ruido en las medidas debido a que la tensión caiga por debajo de su umbral de funcionamiento. Así mismo, se recomienda utilizar un condensador de 22 uF entre Vcc y GND para reducir el ruido en la alimentación debida a la corriente requerida por el led emisor. También podría utilizarse un condensador entre la señal de salida Vo y Vcc o GND (filtro paso bajo) pero se disminuye considerablemente la dinámica del sensor.

#### Valores Máximos de Funcionamiento

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	Nota
Tensión Alimentación	VCC	-0.3 a +7	V	
Tensión del Terminal de Salida	VO	-0.3 a VCC +0.3	V	
Temperatura de Trabajo	T opr	-10 a +60	°C	
Temperatura Almacenamiento	T stg	-40 a +70	°C	

#### Tensión de Alimentación

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	Nota
Tensión de Alimentación	VCC	4.5 a 5.5	V	

#### Características Electro-Ópticas

Parámetro	Símbolo	Condiciones	Min.	Typ.	Max.	Unit
Rango de Distancia de Medición	delta L	*2 *3	20	-	150	cm
Tensión del Terminal de Salida	VO	L = 150 cm *2	0.25	0.4	0.55	V
Diferencia de Tensión en Salida	delta VO	Diferencial relativo a la distancia (150 cm -> 20 cm) *2	1.8	2.05	2.3	V
Consumo medio de corriente	Icc	-	-	33	50	mA

Tabla II. Valores y Funcionamiento del sensor

<sup>i</sup> Tabla Tomada de la Página: <http://www.superrobotica.com/S320106.htm>

L: Distancia hasta el objeto reflectante

\*2 Objeto reflectante: Papel Blanco (Hecho por Kodak Co. Ltd. gray cards R-27, cara blanca, ratio de reflexión ratio: 90%)

\*3 Distancia medida desde la óptica del sensor.

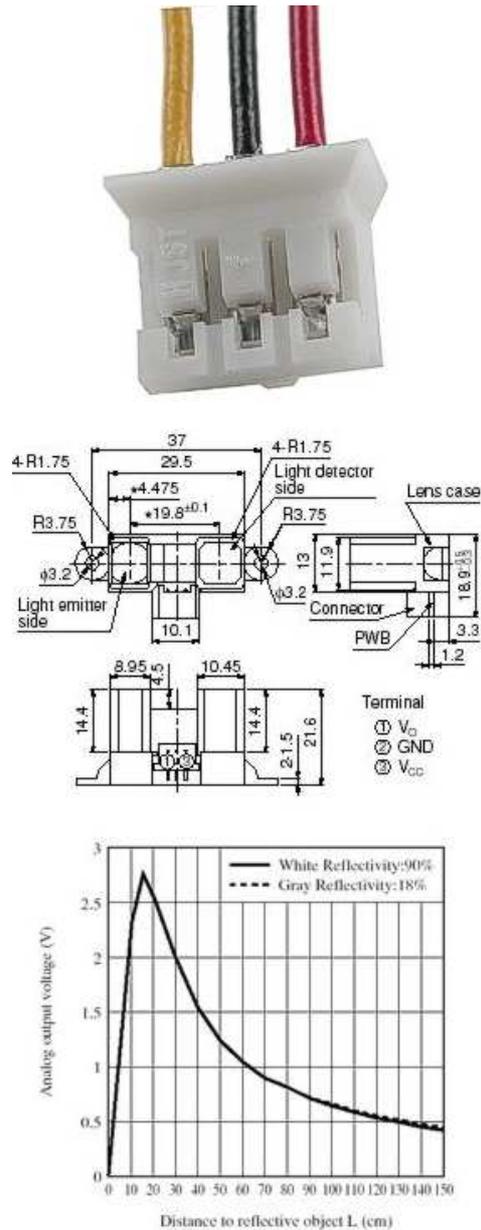
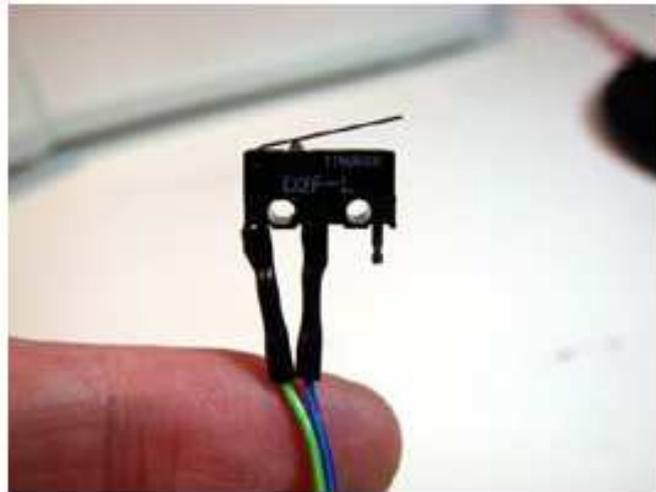


Figura II.9. Disposición Interna del Sensor SHARP

## 2.7 Sensores de Contacto

Los sensores de contacto nos indican simplemente si ha habido contacto o no con algún objeto, sin considerar la magnitud de la fuerza de contacto. Suelen ser dispositivos sencillos cuyo uso es muy variado. Se pueden situar en las pinzas de los brazos de robot para determinar cuando se ha cogido un objeto, pueden formar parte de sondas de inspección para determinar dimensiones de objetos, o incluso pueden situarse en el exterior de las pinzas para ir tanteando un entorno.



ç

*Figura II.10. Sensor de Contacto*

Estos sensores suelen ser interruptores de límite o microinterruptores, que son sencillos dispositivos eléctricos que cuando se contacta con ellos cambian de estado.

## **2.8 Actuadores**

### Concepto

Se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

### Clasificación

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

### *Actuadores Hidráulicos*

Los actuadores hidráulicos, que son los de mayor antigüedad, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, funcionan en base a fluidos a presión. Existen tres grandes grupos:

1. Cilindro hidráulico: De acuerdo con su función podemos clasificar a los cilindros hidráulicos en 2 tipos: de Efecto simple y de acción doble. En el primer tipo se utiliza fuerza hidráulica para empujar y una fuerza externa, diferente, para contraer. El segundo tipo se emplea la fuerza hidráulica para efectuar ambas acciones.
2. Motor hidráulico: En los motores hidráulicos el movimiento rotatorio es generado por la presión. Estos motores los podemos clasificar en dos grandes grupo: El primero es uno de tipo rotatorio en el que los engranes son accionados directamente por aceite a presión, y el segundo, de tipo oscilante, el movimiento rotatorio es generado por la acción oscilatoria de un pistón o percutor; este tipo tiene mayor demanda debido a su mayor eficiencia
3. Motor hidráulico de oscilación

### *Actuadores Neumáticos*

A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad.

En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

1. De efecto simple
2. Cilindro neumático
3. Actuador neumático de efecto doble
4. Con engranaje
5. Motor neumático con veleta
6. Con pistón
7. Con una veleta a la vez
8. Multiveleta
9. Motor rotatorio con pistón
10. De ranura vertical
11. De émbolo
12. Fuelles, diafragma y músculo artificial

### *Actuadores Eléctricos*

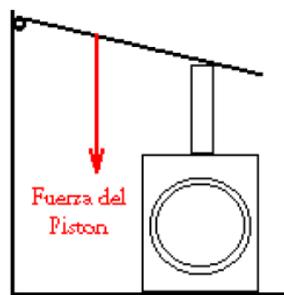
La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de

poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua.

Utilización de un pistón eléctrico para el accionamiento de una válvula pequeña.

La forma más sencilla para el accionamiento con un pistón, sería la instalación de una palanca solidaria a una bisagra adherida a una superficie paralela al eje del pistón de accionamiento y a las entradas roscadas.



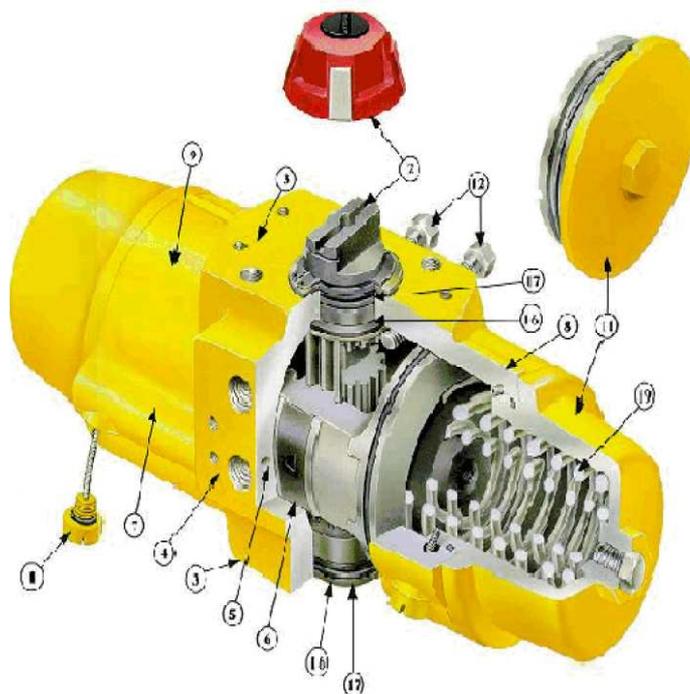
*Figura II.11. Utilización del Pistón Eléctrico*

Existen actuadores de estado sólido, los cuales permiten realizar movimientos silenciosos sin motores. Es la tecnología más innovadora para robótica y automática, como así también para la implementación de pequeños actuadores.

*Partes de un actuador*

1. Sistema de "llave de seguridad": Este método de llave de seguridad para la retención de las tapas del actuador, usa una cinta cilíndrica flexible de acero inoxidable en una ranura de deslizamiento labrada a máquina. Esto elimina la concentración de esfuerzos causados por cargas centradas en los tornillos de las tapas y helicoils. Las Llaves de Seguridad incrementan de gran forma la fuerza del ensamblado del actuador y proveen un cierre de seguridad contra desacoplamiento peligrosos.
2. Piñón con ranura: Esta ranura en la parte superior del piñón provee una transmisión autocentrante, directa para indicadores de posición e interruptores de posición, eliminando el uso de bridas de acoplamiento. (Bajo la norma Namur).
3. Cojinetes de empalme: Estos cojinetes de empalme barrenados y enroscados sirven para simplificar el acoplamiento de accesorios a montar en la parte superior. (Bajo normas ISO 5211 Y VDI).
4. Pase de aire grande: Los conductos internos para el pasaje de aire extra grandes permiten una operación rápida y evita el bloqueo de los mismos.
5. Muñoneras: Una muñonera de nuevo diseño y de máxima duración, permanentemente lubricada, resistente a la corrosión y de fácil reemplazo, extiende la vida del actuador en las aplicaciones más severas.
6. Construcción: Se debe proveer fuerza máxima contra abolladuras, choques y fatiga. Su piñón y cremallera debe ser de gran calibre, debe ser labrado con maquinaria de alta precisión, y elimina el juego para poder obtener posiciones precisas.
7. Ceramigard: Superficie fuerte, resistente a la corrosión, parecida a cerámica. Protege todas las partes del actuador contra desgaste y corrosión.
8. Revestimiento: Un revestimiento doble, para proveer extra protección contra ambientes agresivos.

9. Acople: Acople o desacople de módulos de reposición por resorte, o de seguridad en caso de falla de presión de aire.
10. Tornillos de ajuste de carrera: Provee ajustes para la rotación del piñón en ambas direcciones de viaje; lo que es esencial para toda válvula de cuarto de vuelta.
11. Muñoneras radiales y de carga del piñón: Muñoneras reemplazables que protegen contra cargas verticales. Muñoneras radiales soportan toda carga radial.
12. Sellos del piñón - superior e inferior: Los sellos del piñón están posicionados para minimizar todo hueco posible, para proteger contra la corrosión.
13. Resortes indestructibles de seguridad en caso de falla: Estos resortes son diseñados y fabricados para nunca fallar y posteriormente son protegidos contra la corrosión. Los resortes son clasificados y asignados de forma particular para compensar la pérdida de memoria a la cual está sujeta todo resorte; para una verdadera confianza en caso de falla en el suministro de aire.



*Figura II.12. Partes del Actuador Hidráulico*

Los actuadores más usuales son:

- Cilindros neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos lineales.
- Motores (actuadores de giro) neumáticos e hidráulicos. Realizan movimientos de giro por medio de energía hidráulica o neumática.
- Válvulas. Las hay de mando directo, motorizadas, electroneumáticas, etc. Se emplean para regular el caudal de gases y líquidos.
- Resistencias calefactoras. Se emplean para calentar.
- Motores eléctricos. Los más usados son de inducción, de continua, sin escobillas y paso a paso.
- Bombas, compresores y ventiladores. Movidos generalmente por motores eléctricos de inducción.

## 2.9 Microcontroladores (PIC)

Un micro controlador es un circuito integrado que nos ofrece las posibilidades de un pequeño computador. En su interior encontramos un procesador, memoria, y varios periféricos. El secreto de los microcontroladores lo encontramos en su tamaño, su precio y su diversidad. Su tamaño se reduce a unos pocos centímetros cuadrados.

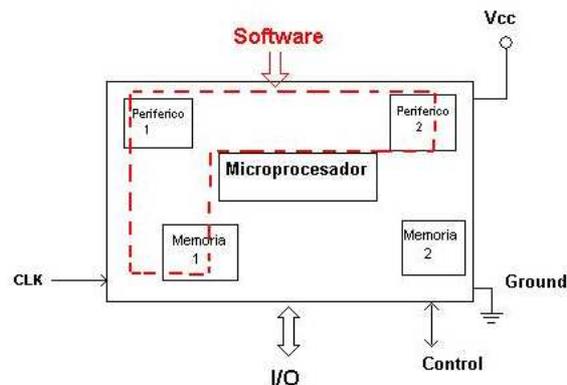


Figura II.13. Esquema de un microcontrolador.

Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. La idea es que el chip se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

### Familias de Microcontroladores

Los microcontroladores más comunes en uso son:

<b>Empresa</b>	<b>8 bits</b>	<b>12 bits</b>	<b>14 bits</b>	<b>16 bits</b>	<b>32 bits</b>	<b>64 bits</b>
<b>Atmel AVR</b>						
<b>Freescale</b>	68HC05, 68HC08, 68HC11, HCS08	X	X	68HC12, 68HC16	683xx, 68HCS12, 68HCSX12	X
<b>Hitachi, Ltd</b>	H8	x	x	x	x	X
<b>Holtek</b>	HT8					
<b>Intel</b>	MCS-48, MS51, COP8	X	X	MCS96, MXS296	X	X
<b>National Semiconductor</b>	COP8	X	X	X	X	X
<b>Microchip</b>	Familia 10f2xx	Familia 12Cxx	Familia 12Fxx, 16Cxx, 16Fxx	18Cxx y 18Fxx	X	X
<b>NEC</b>	78K					
<b>Parallax</b>						
<b>ST</b>	ST62, ST7					
<b>Texas Instruments</b>	TMS370, MSPA30					
<b>Zilog</b>	Z8, Z86E02					
<b>Silabs</b>	C8051					

*Tabla III<sup>ii</sup>. Familias de Microcontroladores*

<sup>ii</sup> Tabla Tomada de la Página: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

## El Microcontrolador PIC 16F628A

Los Microcontroladores PIC (Peripheral interface Controller), son fabricados por la empresa MICROCHIP Technology INC.

Uno de los microcontroladores más populares en la actualidad es el PIC16F628, soporta 1000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y 1'000.000 ciclos en su memoria Eeprom.

Dentro de sus ventajas es su oscilador interno RC de 4MHz, MCLR programable, mayor resistencia, comunicación AUSART, etc.

El voltaje de alimentación del PIC16F628 es de 3V. Hasta 5.5 V. como máximo, tiene 2 puertos, el A y el B que entrega un total de 200mA cada uno, es decir, 25mA cada pin.

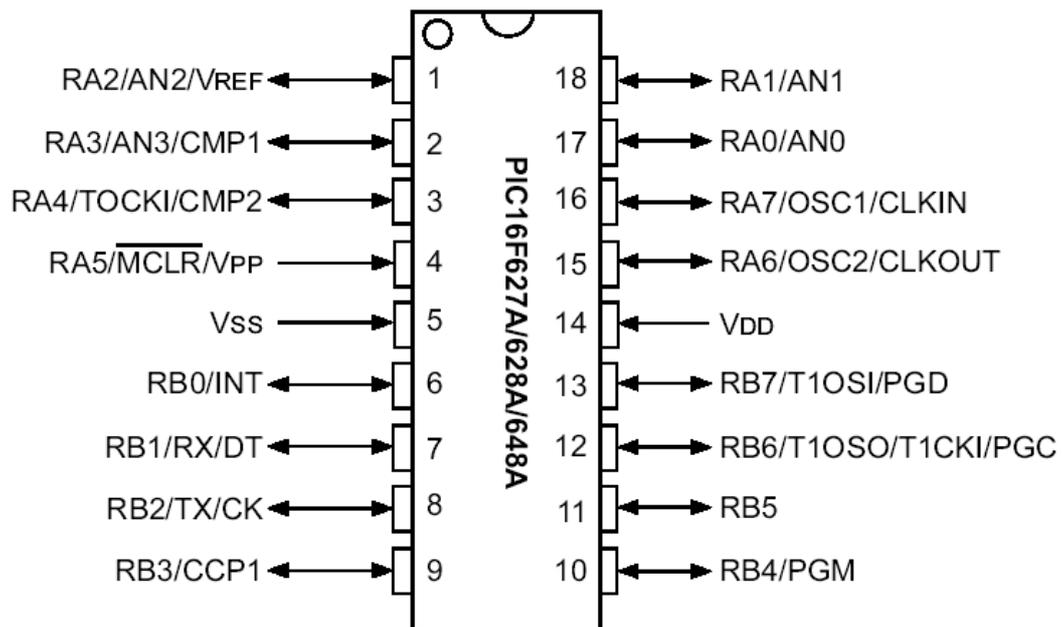
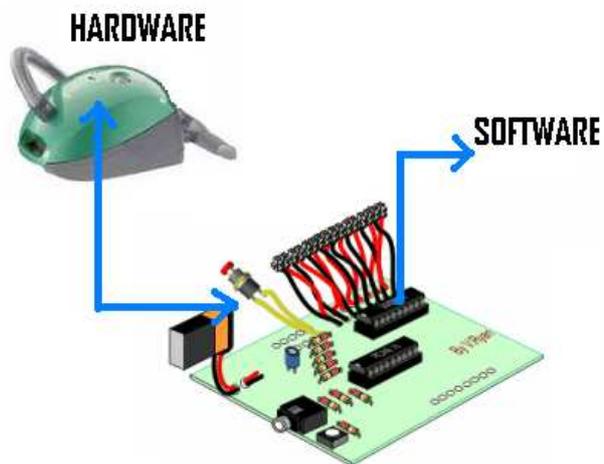


Figura II.14. Diagrama de Pines de PIC16F628A.

## CAPITULO III

### DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROTOTIPO

Para el diseño del prototipo se ha tomado en cuenta dos etapas principales como se muestra en la figura III.1



*Figura III.1. Diagrama esquemático de la tesis.*

### **3.1 Diseño de Hardware**

El diseño del hardware consta básicamente del tanto diseño mecánico como del diseño electrónico del prototipo, de esto depende el buen funcionamiento del mismo.

Dentro de lo que es del diseño mecánico podemos decir que se trata de la ubicación de los sensores y motores que utiliza la aspiradora.

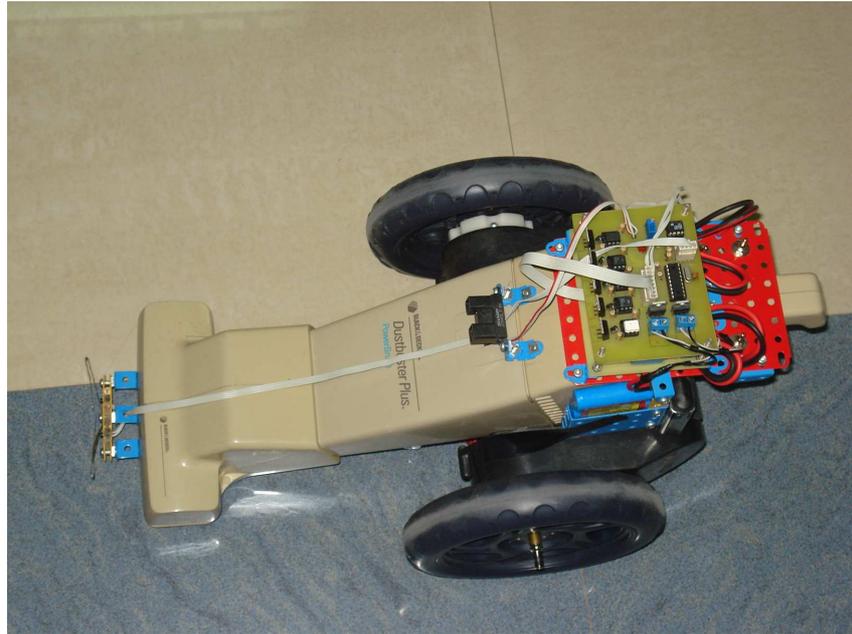
Dentro del diseño electrónico tenemos el diseño del circuito de potencia de los motores y el diseño del circuito para el funcionamiento de los sensores.

#### **3.1.1 Diseño de la mecánica de la aspiradora**

Para el diseño mecánico debemos tomar en cuenta aspectos como la movilidad, el peso y el tamaño.

Para obtener un modelo funcional se ha determinado utilizara una aspiradora fabricada de un material de plástico, esto por lo que el plástico es muy manejable y se podrán realizar las adaptaciones necesarias para colocar los respectivos motores y sensores.

En cuanto a la elección de los motores debemos tomar en cuenta que se debe analizar cuál va a ser un aproximado del peso total de la aspiradora. De acuerdo a este dato se ha podido determinar que la aspiradora utilizará motores de tipo: DC de 6 voltios y 2 amperios que son dos que se utilizaran para la movilidad del prototipo, y se los ha colocado en las partes laterales traseras de la aspiradora.



*Figura III.2. Ubicación de los motores para las llantas.*

Para un mejor desempeño en movilidad también tenemos una rueda loca en la parte delantera de la aspiradora, que a la vez nos sirve también como apoyo para el mismo.

También se ha ubicado un motor del tipo: DC a 6 voltios y 2 amperios en el interior de la aspiradora este será el que mueva las aspas del ventilador, y un motor de 4 DC el cual nos ayudará al sistema de barredora que recogerá la basura que va encontrando en su camino.



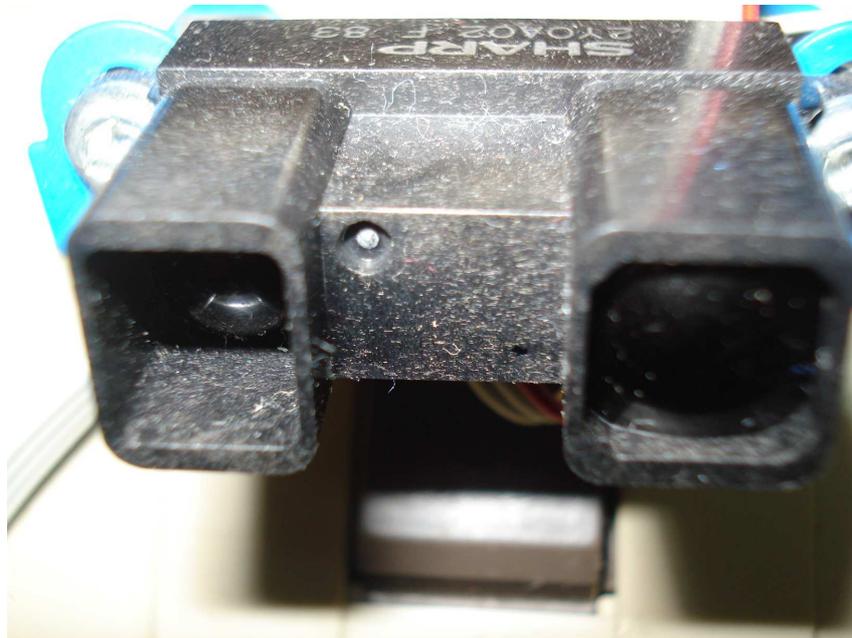
*Figura III.3. Motor para aspirar la basura.*

Adicionalmente a esto se ha ubicado sensores de contacto en forma de bigotes en la parte frontal del autómata, que nos ayudaran a evadir obstáculos y desniveles evitando de esta manera que la aspiradora sufra golpes o caídas.



*Figura III.4. Sensor QR1114.*

Se ha ubicado también un sensor infrarrojo (alto alcance) en la parte frontal del robot, para detectar obstáculos y poder evadirlos.



*Figura III.5. Sensor infrarrojo de alto alcance.*

Cabe indicar que dentro de la aspiradora se ha colocado cada una de las respectivas baterías para los motores que actuarán en el funcionamiento del mismo.



*Figura III.6. Baterías de alimentación de los motores.*

### 3.1.2 Diseño del circuito de potencia de los motores

En el Diseño electrónico del prototipo tenemos el circuito de potencia tanto de los motores como de los sensores.

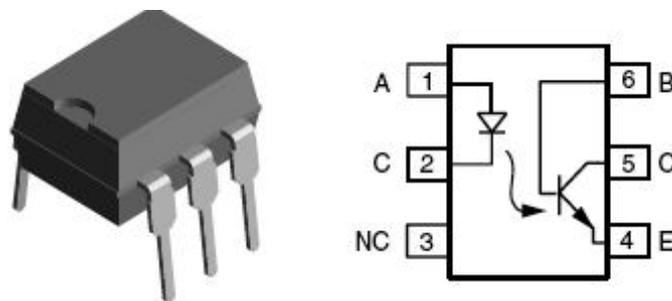
Para el circuito de potencia de los motores se han utilizado los siguientes elementos:

#### Materiales

- 5 4N25
- 5 Relés de 2 amperios y 5 voltios
- 10 resistencias de 330 ohm
- 5 TIP 31
- 5 diodos rectificadores IN4001
- 5 diodos led rojos

- 5 resistencias 10 k ohmio
- 1 microcontrolador 16f628A
- 1 oscilador de cristal de 4 Mhz
- 1 resistencia variable de 5 K ohmio
- 2 reguladores 7805
- 2 capacitores de 2.2 pf
- 2 molex de 4 pines
- 1 molex de 8 pines
- 6 conectores de polaridad

El elemento 4N25 es un opto acoplador y su objetivo principal es aislar corrientes y voltajes para que no exista retroalimentación al Microcontrolador.



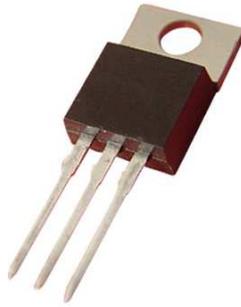
*Figura III.7. Elemento 4N25*

Cabe indicar que para un mejor control de los motores se ha diseñado un puente H para cada uno de estos, este puente H está compuesto de los relés, ya que de esta manera no tengo perdidas de corriente ni de voltaje.



*Figura III.8. Relés*

Los TIP 31 hacen la función de un SWICH que se activa con el pulso del Microcontrolador para activar a cada uno de los relés.



*Figura III.9. Tip 31*

### Diagrama Esquemático

El diagrama esquemático lo hemos dividido en dos partes, resaltando la primera del cerebro el cual maneja un voltaje de 5 DC, aquí también está el diagrama del sensor infrarrojo, el microcontrolador, los opto acopladores, los transistores tip31 que en conjunto es la parte inteligente del diseño de ahí su nombre cerebro.

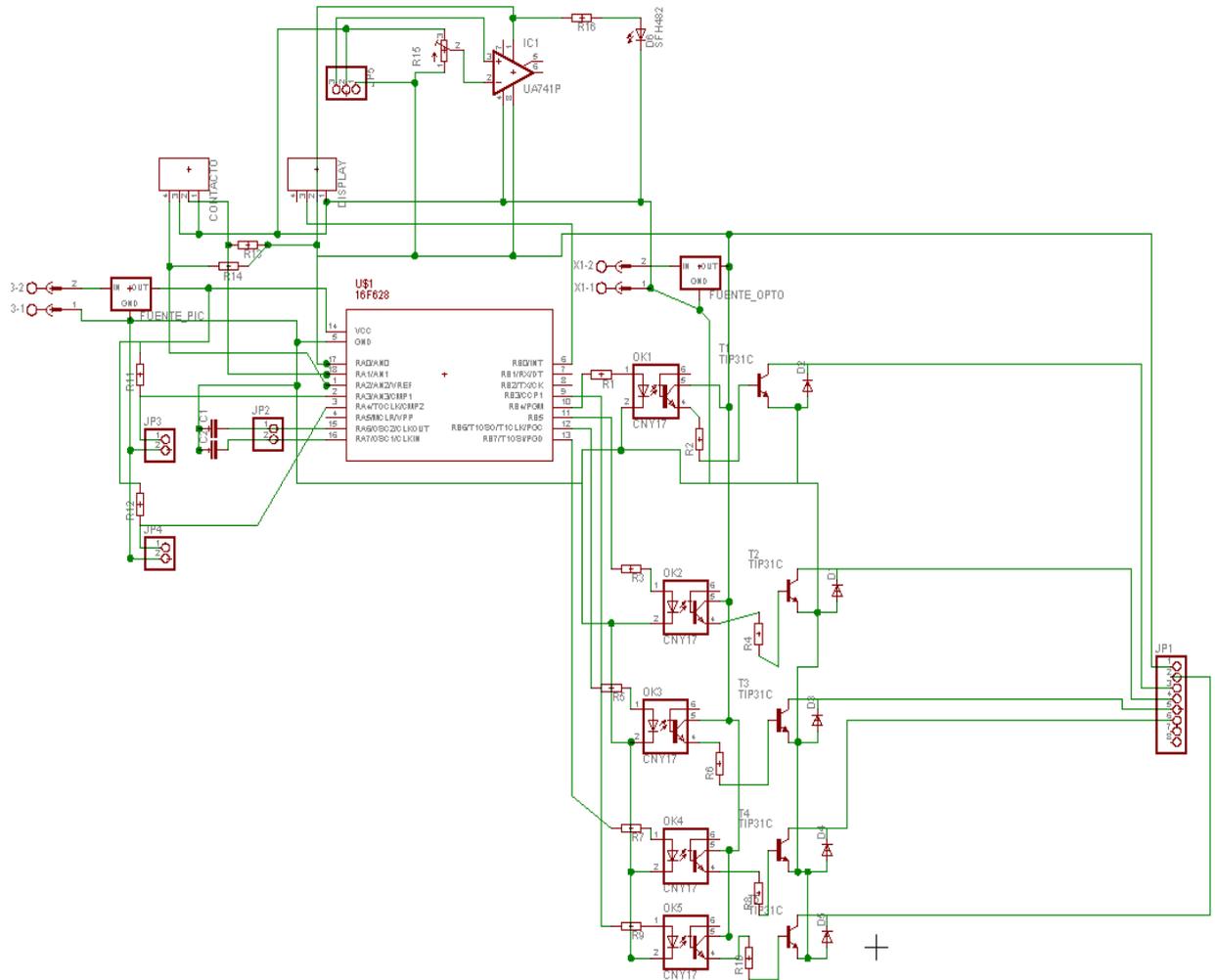


Figura III.10. Circuito lógico (cerebro).

La otra parte del diseño la conforma el diagrama de potencia llamado así porque es donde van a interactuar el voltaje 5 DC con una baja corriente, con el voltaje de 6 DC pero de una elevada corriente, pues para accionar los motores del robot se necesita esta fuente externa, en este diseño entra a trabajar los relays activando en forma directa e inversa a modo de un puente H, a cada uno de los motores.



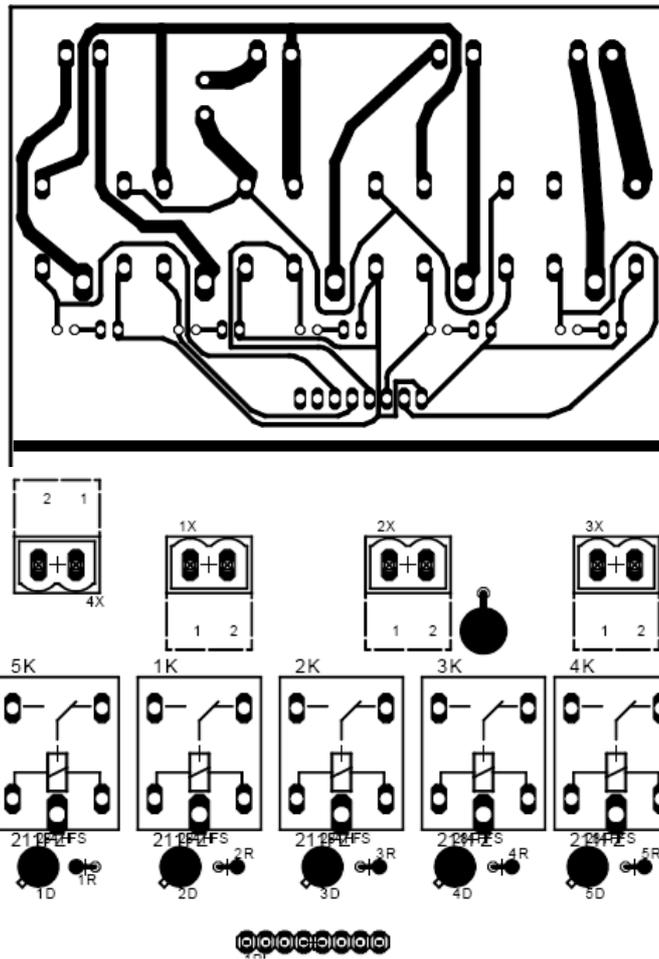


Figura III.13. Impreso del circuito de potencia de los motores parte inferior y superior.

### 3.1.3 Diseño del Circuito de los sensores

En el diseño del circuito de potencia del sensor SHARP GP2Y0A02 se han utilizado los siguientes materiales:

#### Materiales

- 1 resistencia variable de 5 K ohmio
- 1 resistencia de 10k ohm

- 1 amplificador operacional UA741P
- 1 diodo led rojo
- 3 molex de 4 pines
- SHARP GP2Y0A02
- 2 sensores de contacto

Los sensores son alimentados con 5 voltios, al prender la aspiradora, este sensor emitirá una luz infrarroja, esta luz ira detectando en su paso la presencia o no de obstáculos y también de los desniveles que encuentre en su camino, enviando esta señal al Microcontrolador para que este emita el funcionamiento de los motores de acuerdo a las condiciones dadas.

### Diagrama Esquemático

El diagrama esquemático del sensor infrarrojo y los de contacto, lo podemos apreciar en la siguiente figura.

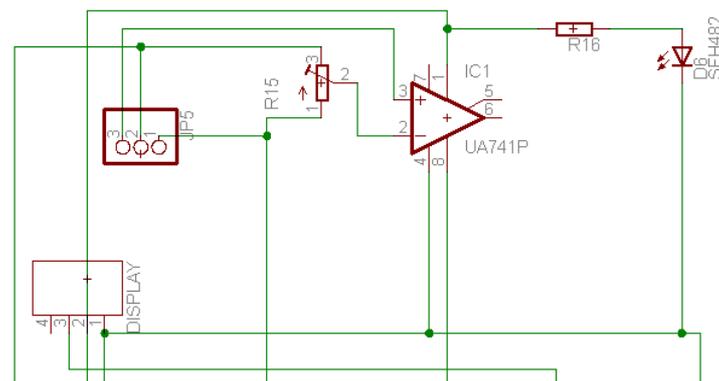


Figura III.14. Diseño del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02.

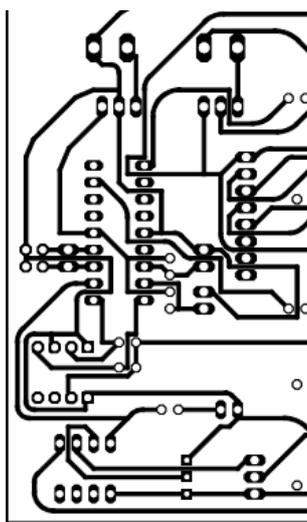


Figura III.15. Impreso del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02 parte inferior.

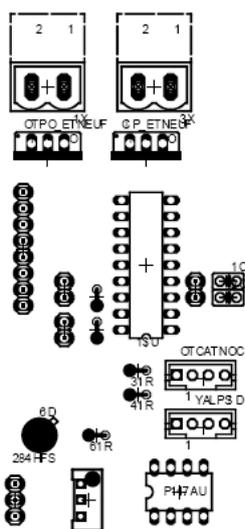
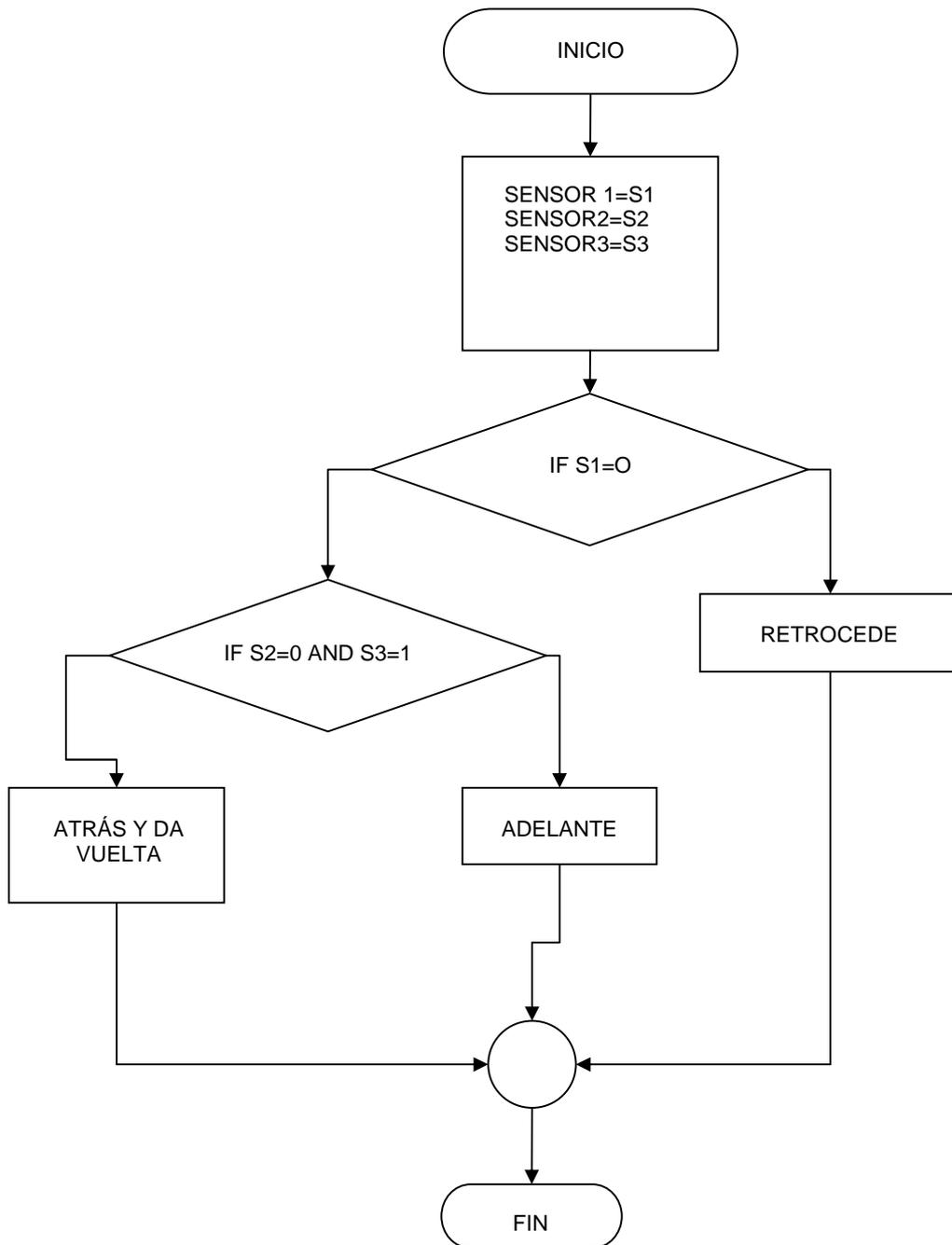


Figura III.16. Diseño del circuito del sensor SHARP GP2Y0A02 parte superior.

### 3.2 Diseño de Software

Para el diseño del software que va programado en el Micro controlador se ha utilizado el diagrama de flujo de la figura III.13.



*Figura III.17. Flujo grama de la programación del PIC*

Como podemos ver la programación del PIC es muy sencilla, se programó en Microcode con lenguaje Basic.

El programa realizado es el siguiente:

*I VAR WORD*

*J VAR WORD*

*CMCON=7 ; CAMBIAMOS EL PUERTO A COMO DIGITAL*

*LED4 VAR PORTB.4 ; CAMBIO DE NOMBRE AL PUERTO B.0 POR LED*

*LED5 VAR PORTB.5 ; CAMBIO DE NOMBRE AL PUERTO B.0 POR LED*

*LED6 VAR PORTB.6 ; CAMBIO DE NOMBRE AL PUERTO B.0 POR LED*

*LED7 VAR PORTB.7 ; CAMBIO DE NOMBRE AL PUERTO B.0 POR LED*

*SENSOR VAR PORTA.0 ; CAMBIO DE NOMBRE AL PUERTO A.0 POR PULSADOR*

*SENSOR1 VAR PORTA.1 ;*

*SENSOR2 VAR PORTA.2*

*J=0*

*;seteando los puertos y espera 5 segundos*

*low LED4*

*low LED5*

*low LED6*

*low LED7*

*pause 5000*

*high LED4 ;girando izquierda*

*low LED5*

*low LED6*

*high LED7*

*pause 150*

*low LED4 ;atras*

*high LED5*

*low LED6*

*high LED7*

PAUSE 500

;GOTO INICIO

inicio: ; CONSTANTEMENTE ESTA SENSANDO PARA ACTUAR

IF (SENSOR = 0) THEN ;PREGUNTA SI EL PULSADOR ES 0 ENTONCES

GOTO PRENDIDO ; SALTE A LA ETIQUETA PRENDIDO

ELSE ;

GOTO APAGADO

ENDIF

GOTO INICIO ; SALTE A INICIO

PRENDIDO: ; ETIQUETA DE SALTO

IF (SENSOR1 = 1)and (SENSOR2 = 1) THEN ;PREGUNTA SI EL PULSADOR ES 0

ENTONCES

GOTO AVANZA ; SALTE A LA ETIQUETA PRENDIDO

ELSE

GOTO RETROCEDE

ENDIF

GOTO INICIO

APAGADO: ; ETIQUETA DE SALTO

IF (SENSOR1 = 1)and (SENSOR2 = 1) THEN ;PREGUNTA SI EL PULSADOR ES 0

ENTONCES

GOTO BUSCA ; SALTE A LA ETIQUETA PRENDIDO

ELSE ;

GOTO RETROCEDE

ENDIF

GOTO INICIO

BUSCA:

*J=0*

*high LED4 ; adelante*

*low LED5*

*HIGH LED6*

*low LED7*

*pause 100*

*high LED4 ; gira izquierda*

*low LED5*

*low LED6*

*high LED7*

*pause 100*

*GOTO INICIO*

*AVANZA: ; tactica de ataque*

*J=J+1*

*IF (J = 5) THEN*

*GOTO TACTICA*

*ELSE*

*GOTO ADELANTE*

*ENDIF*

*GOTO INICIO*

*TACTICA: ;ESTRATEGIA DE ATAQUE*

*J=0*

*FOR i = 1 TO 2*

*high LED4 ; adelante*

*low LED5*

*HIGH LED6*

*low LED7*

*pause 500*

*low LED4 ; atras*

*HIGH LED5*

*low LED6*

*HIGH LED7*

*pause 200*

*NEXT I*

*high LED4 ;girando izquierda*

*low LED5*

*low LED6*

*high LED7*

*pause 200*

*low LED4 ;atras*

*high LED5*

*low LED6*

*high LED7*

*PAUSE 300*

*GOTO INICIO*

*ADELANTE:*

*high LED4 ; adelante*

*low LED5*

*HIGH LED6*

*low LED7*

*pause 500*

*GOTO INICIO*

*GOTO INICIO*

*RETROCEDE: ; evitando la line a blanca*

*low LED4 ; atras*

*high LED5*

*low LED6*

*HIGH LED7*

*PAUSE 400*

*high LED4 ; gira izquierda*

*low LED5*

*low LED6*

*high LED7*

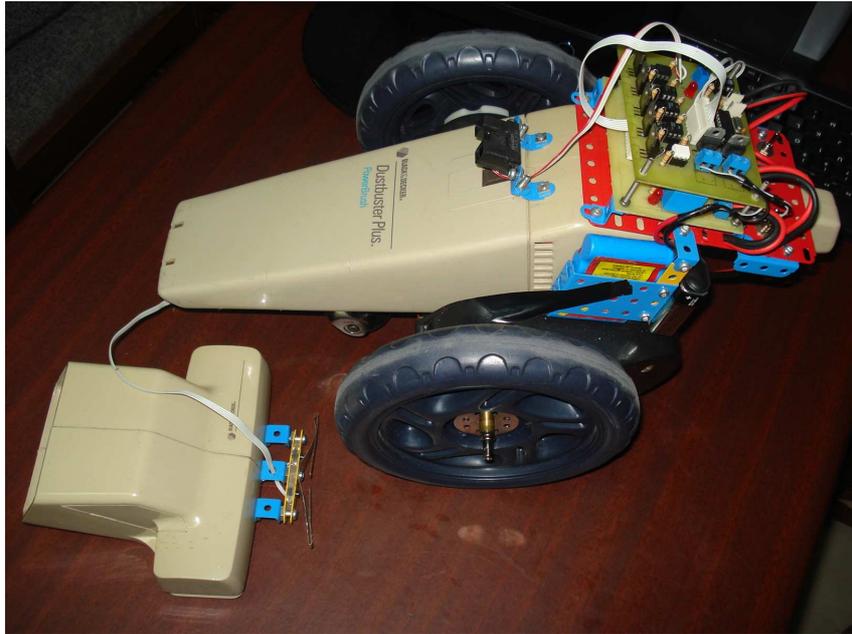
*pause 200*

*GOTO INICIO*

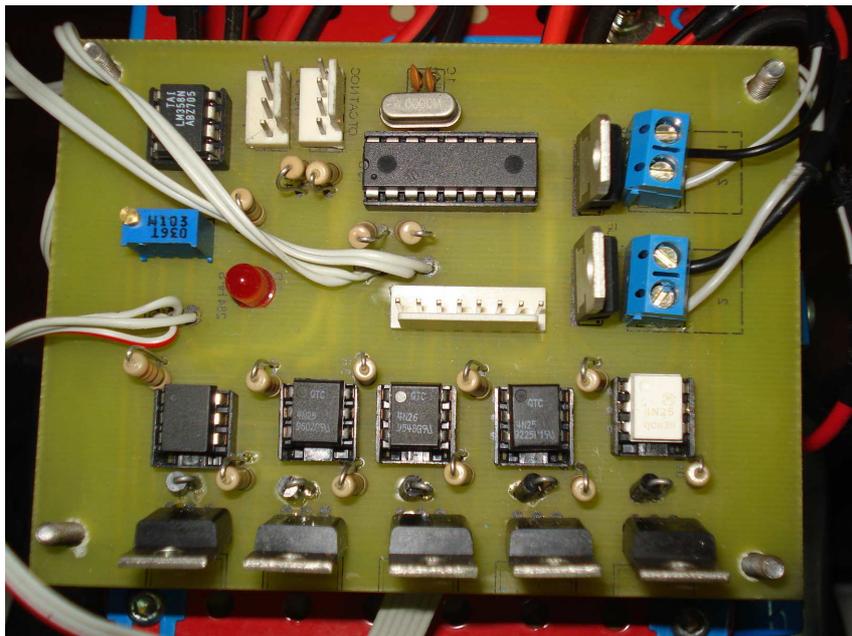
*END ; FIN DEL PROGRAMA*

### **3.3 Implementación**

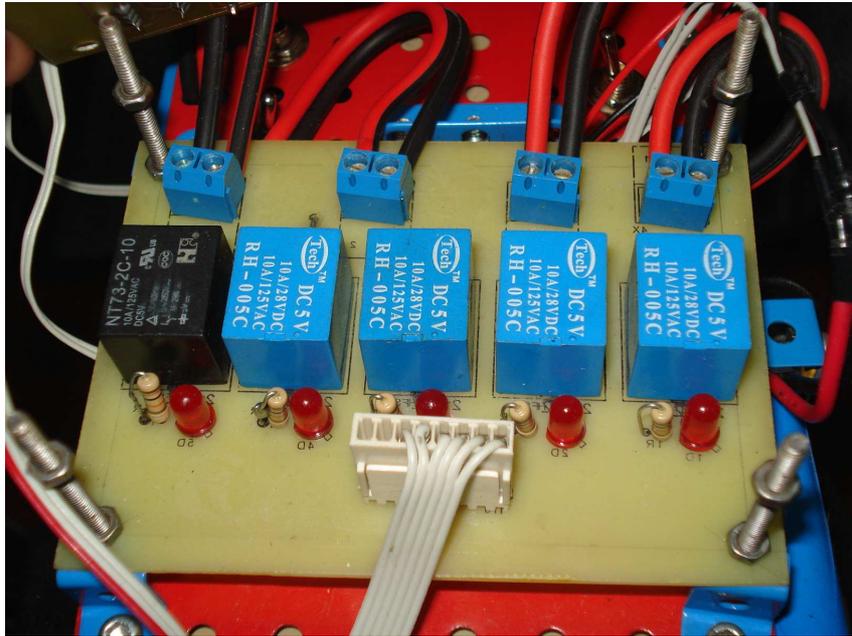
Una vez terminados todos los módulos diseñados anteriormente, como son: modelo mecánico de la aspiradora (figura III.18), circuitos de potencia de los motores (figura III.19) y de los sensores se procede (figura III.20), procedemos a unificar todas las etapas para poder verificar su funcionamiento. (figura III.21)



*Figura III.18. Modelo de la aspiradora.*



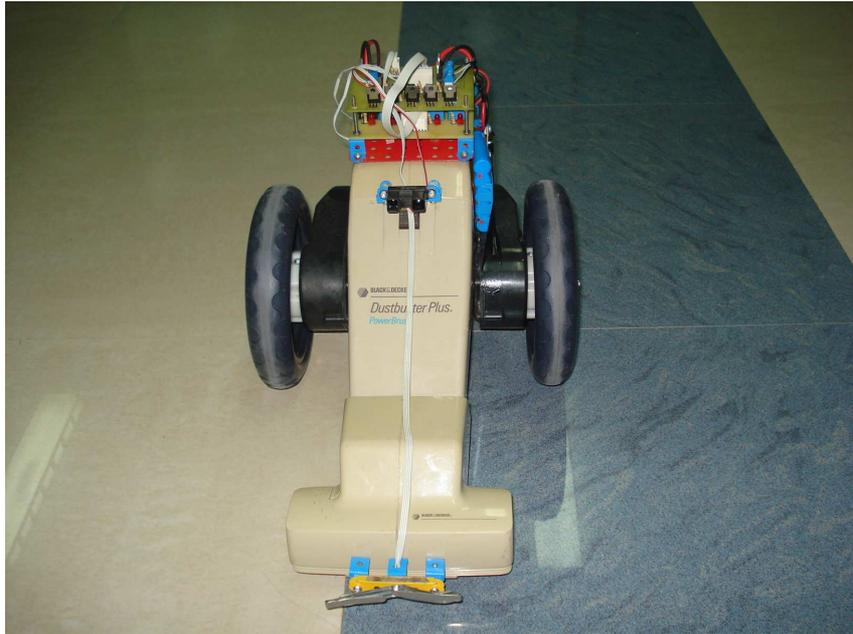
*Figura III.19. Circuito lógico(cerebro) de los motores.*



*Figura III.20. Circuito de Potencia de los motores.*



*Figura III.21. Circuito de Potencia de los sensores de contacto y el SHARP GP2Y0A02.*



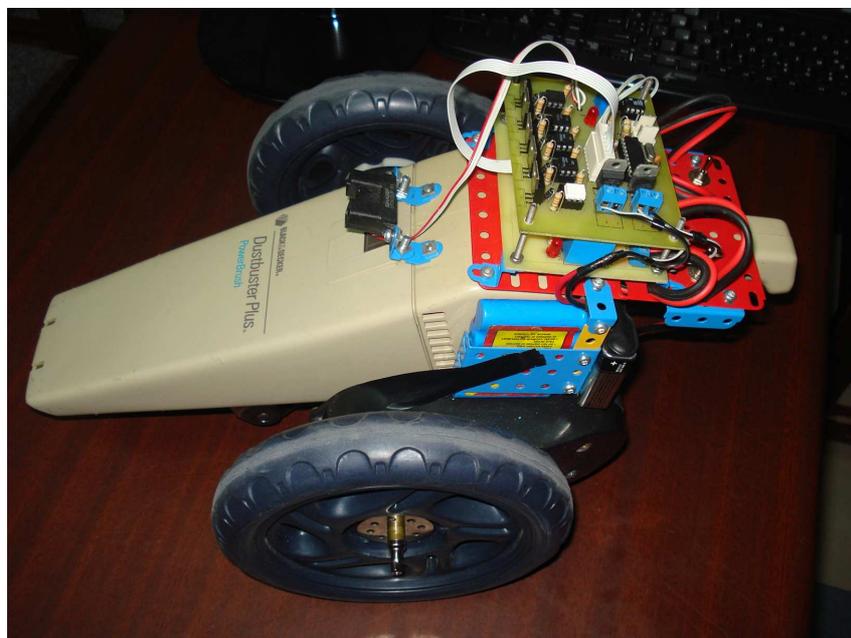
*Figura III.22. Implementación de todas las etapas.*

## CAPITULO IV

### ANALISIS Y RESULTADOS

En el funcionamiento del prototipo se consiguió como fue uno de los objetivos planteados, el estudiar, y realizar un modelo funcional de los grados de libertad básicos del autómeta

IV.1

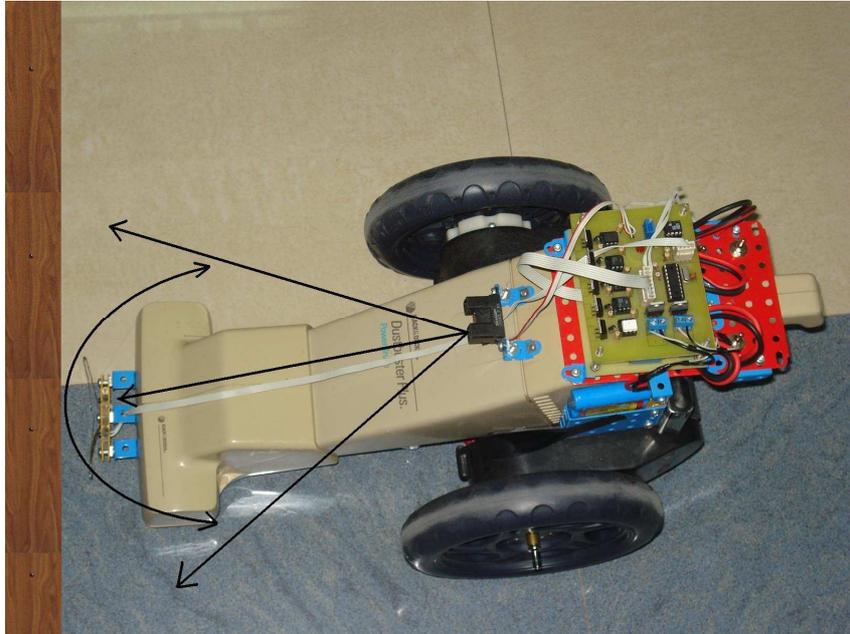


*Figura IV.1. Modelo funcional de los grados de libertad del autómeta*

Obteniendo como resultado un 90% de efectividad en el movimiento de los actuadores.

(Motores DC), sobre los efectores (llantas de superficie labrada de doble adherencia)

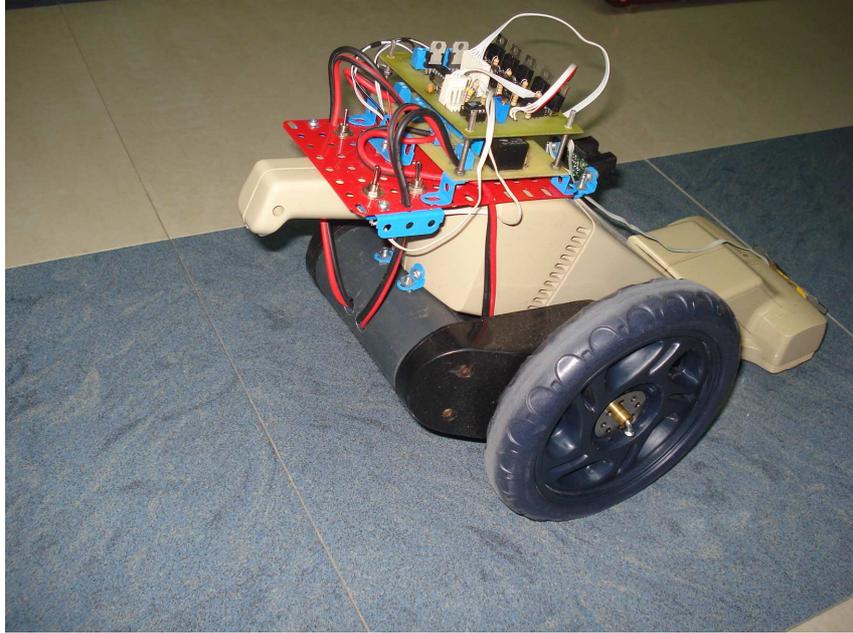
Cuando el prototipo censa un obstáculo, podemos observar el siguiente resultado:



*Figura IV.2. Sistema de navegación.*

El objeto tiene una longitud de 50 cm y una altura de 15 cm, es indistinto si el objeto es o no de una superficie lisa, pues gracias al sistema de navegación, ejecutado por el microcontrolador, tanto el sensor infrarrojo, como los sensores de contacto cumplen con la misma función, la cual es detectarlo y esquivarlo.

Según el algoritmo programado el autómata elija la trayectoria a seguir la cual puede ser circular, lineal, o aleatoria, todo va a depender de la opción por la que opte el usuario.



*Figura IV.3. Algoritmo programado por el autómata.*

Finalmente la basura recogida se deposita en el reservorio interno que posee la aspiradora, para posteriormente extraerla con facilidad y obtener un alto grado de eficiencia al aspirar la superficie recorrida por el autómata.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo al estudio realizado de los grados de libertad del autómeta, se ha realizado un diseño óptimo para que el prototipo pueda desempeñar de mejor manera la movilidad que se le aplica.
2. Se ha podido verificar que el diseño por separado del circuito lógico (cerebro), y el circuito de potencia (puente H), rinde al máximo al no tener retroalimentación, que podría causar errores en la ejecución del programa, dando de esta forma un control preciso en tiempo, giro, y decisión al momento de activar los distintos actuadores.
3. Se ha podido controlar los movimientos básicos del prototipo de un robot con sistema diferencial.
4. La utilización de baterías independientes para cada una de las etapas, proporciona mayor potencia en el instante que se pone en marcha tanto los actuadores para el sistema de locomoción, como para los actuadores de la aspiradora y barredora.
5. Un inconveniente de la utilización de las baterías independientes es el aumento considerable de peso, pero en este prototipo se ha optado por no escatimar en peso, si no más bien en la funcionalidad y eficiencia del autómeta.
6. El sistema de aspiración y barredora, no me genera mayor ruido, pues se encuentra en la cavidad interna del autómeta, al contrario presenta mucha fiabilidad los dos sistemas trabajando en paralelo.

7. El tiempo de respuesta de los sensores ante los estímulos, externos se lo realiza en tiempo real, con un retardo de medio segundo, que emplea en la ejecución del algoritmo seleccionado.

## RECOMENDACIONES

1. Al trabajar con etapas de potencia, se debe tomar en cuenta que no exista retroalimentación de corriente al microprocesador, ya que este puede resetear su funcionamiento en cualquier parte del programa, esta es la mayor dificultad que se debió superar.
2. Se debe tomar en cuenta el máximo de voltaje y corriente con los que se alimentaran, a cada uno de los actuadores (motores DC), para lo cual se deberá realizar los cálculos para las tenciones aplicados a los mismos.
3. Para alargar la vida útil de los actuadores se toma muy en cuenta, el trabajar con PWM, este ayudara a evitar los tracicentes generados al poner en marcha los motores.
4. Depende del tipo de sensor, este no deberán sobrepasar los limites de tención y corriente para los que fueron diseñados, pues la lectura cambiaria drásticamente, perdiendo exactitud en los resultados que posteriormente ingresaran al micro controlador.
5. Para lograr un mayor control al momento de localizar un desperfecto se recomienda que el diseño del circuito impreso se realice de una cara, con lo que la simplicidad del circuito se reduce considerablemente.

## RESUMEN

Se ha diseñado e implementado un prototipo de aspiradora autónoma, con la finalidad de aspirar la superficie, y al mismo tiempo evadir obstáculos por medio de los sensores infrarrojos y los de contacto, optimizando el trabajo y lograr un mejor resultado en la limpieza así como la optimización del tiempo.

Las dimensiones de la aspiradora automática son: 45 cm de largo 32 cm de ancho y una altura de 28 cm, esta compuesta de plástico, hierro, y caucho. En la parte electrónica se trabaja con el software realizado en MICROCODE PIC BASIC, que se carga en el Microcontrolador, se recibe las señales de los sensores de la existencia o no de obstáculos, esta señal es procesada en el Microcontrolador y de acuerdo a ésta funcionan los motores ya sea para avanzar, detenerse o encender y apagar la aspiradora, buscando otro camino y no permitir que el prototipo ocasione o sufra daños.

En el funcionamiento de la aspiradora se ha obtenido una eficacia en movimiento, aspirado y limpieza, concluyendo que el prototipo permite realizar las funciones de limpieza efectivamente.

Para el óptimo desempeño de la aspiradora se recomienda tener las baterías bien cargadas, tanto en los sistemas de control como en los de potencia.

## **SUMMARY**

It has been designed and implemented a prototype autonomous vacuum cleaner, with the aim of seeking the surface, while avoiding obstacles using infrared sensors and touch, and optimizing the best effect in the cleaning and the optimization time.

The dimensions of the vacuum cleaner robot is 45 cm long 32 cm wide and a height of 28 cm, is composed of plastic, iron, and rubber. In the electronics are working with the software done in microcode PIC BASIC, which is loaded into the microcontroller is receiving signals from the sensors of the presence or absence of obstacles, this signal is processed by the Microcontroller and according to this feature whether the engines to move, stop or turn on and off the vacuum cleaner, looking for another way and not allow the prototype results, or damaged.

In the operation of the vacuum has been obtained in an efficiency move, vacuuming and cleaning, and concluded that the prototype allows the cleaning duties effectively.

For optimum performance of the vacuum cleaner is recommended to have the batteries well charged, both in control and in power.

## **GLOSARIO**

### Infrarrojo

El infrarrojo es un tipo de luz que no podemos ver con nuestros ojos. Nuestros ojos pueden solamente ver lo que llamamos luz visible. La luz infrarroja nos brinda información especial que no podemos obtener de la luz visible.

### Opto acopladores

Un opto acoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción de luz que funciona como un interruptor excitado mediante la luz. La mencionada luz es emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un foto emisor y un foto receptor cuya conexión entre ambos es óptica.

### Puente H

Nombre que surge de la posición de los transistores, en una distribución que recuerda la letra H. Esta configuración es una de las más utilizadas en el control de motores de CC, cuando es necesario que se pueda invertir el sentido de giro del motor.

### PWM

Modulación por Ancho de Pulso. Método de transmisión de datos por una serie de pulsos.

### Relé

El relé o relevador (del francés relais, relevo) es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de

un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

## BIBLIOGRAFIA

1. ASPECTOS BASICOS DE LOS ROBOTS AUTONOMOS

[http://www.exa.unicen.edu.ar/cafr2004/pages\\_Spanish/papers/](http://www.exa.unicen.edu.ar/cafr2004/pages_Spanish/papers/)

WCAFR2004-12.pdf

2008.

2. CORRALES, SANTIAGO V. Electrónica Práctica con Microcontroladores PIC.

Quito: Imprenta Gráfica, 2006. 179 p.

3. INFRARROJOS

<http://www.infrarrojos.net/index2.html>

2007.

4. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

[http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_de\\_corriente\\_continua](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corriente_continua)

2007.

5. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

<http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>

2007.

6. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

<http://html.rincondelvago.com/motores-de-corriente-continua.html>

2007.

7. REYES, CARLOS A. Aprenda Rápidamente a Programar Microcontroladores.

Quito: Gráficas Ayerve, 2004. 193 p.

8. ROBOTS

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cybertech>

2007.

## 9. ROBOTS AUTONOMOS

[http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/PFCJorge/11\\_PFCJorge\\_APC.htm](http://laurel.datsi.fi.upm.es/~fsanchez/PFCJorge/11_PFCJorge_APC.htm)

2007.

## 10. SENSORES

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

2007

## 11. SENSORES

<http://www.superrobotica.com/Sensores.htm>

2007

## 12. SENSORES EXTERNOS

<http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/ROB/optativos/Sensores/externos.html>

2007

## 13. SENSORES INFRARROJOS

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sensores\\_infrarrojos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sensores_infrarrojos)

2007

## 14. SENSORES INFRARROJOS

<http://www.proxitron.de/spanisch/pdfdoc/wg610620sp.pdf>

2007

## 15. SENSORES TIPOS Y APLICACIONES

<http://www.imh.es/formacion-continua/cursos/mantenimiento-y-montaje/catalogo/sensores-tipos-y-aplicaciones>

2007

## 16. TIPOS DE SENSORES

<http://www.domotica.net/377.html>

2008

17. TIPOS DE ROBOTS

<http://www.roboticspot.com/spot/artic.shtml?newspage=tiposderobots>

2008

18. TIPOS DE ROBOTS

<http://www.quizma.cl/robotica/tipos.htm>

2008

19. TIPOS DE ROBOTS

[http://wiki.webdearde.com/index.php/TIPOS\\_DE\\_ROBOTS](http://wiki.webdearde.com/index.php/TIPOS_DE_ROBOTS)

2008

20. TIPOS DE SENSORES

[http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens\\_transduct/tipos.htm](http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/tipos.htm)

2008.