



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT
MÓVIL CON CONTROL AUTÓNOMO O RADIOFRECUENCIA E
IMAGEN EN TIEMPO REAL”.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA**

**CBOP.DE I. NELSON PATRICIO BASTIDAS DUCHI
CBOP. DE COM. OSWALDO GERMÁN SÁNCHEZ CABEZAS**

Latacunga, Marzo del 2011

CERTIFICACIÓN

CERTIFICAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO EN SU TOTALIDAD POR LOS SEÑORES CBOP. DE I. NELSON PATRICIO BASTIDAS DUCHI Y EL SR. CBOP. DE COM. OSWALDO GERMÁN SÁNCHEZ CABEZAS.

Latacunga, Marzo del 2011

Ing. José Bucheli A.
DIRECTOR

Ing. Amparo Meythaler N.
CODIRECTOR

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

CERTIFICADO

Ing. José Bucheli A. (DIRECTOR)
Ing. Amparo Meythaler N. (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT MÓVIL CON CONTROL AUTÓNOMO O RADIOFRECUENCIA E IMAGEN EN TIEMPO REAL” ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas establecidas por la ESPE, en el reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que colabora a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional SI recomendamos su publicación.

Latacunga, Marzo del 2011.

Ing. José Bucheli A.

DIRECTOR

Ing. Amparo Meythaler N.

CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El Sr. CBOP. DE I. Bastidas Duchi Nelson Patricio y Sr. CBOP. DE COM. Sánchez Cabezas Oswaldo Germán

DECLARAN QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT MÓVIL CON CONTROL AUTÓNOMO O RADIOFRECUENCIA E IMAGEN EN TIEMPO REAL” ha sido desarrollado en base a una investigación, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Por tal motivo este trabajo es de nuestra autoría.

En tal virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido y veracidad del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Marzo del 2011.

Cbop. De I. Bastidas D. Nelson P.

CI: 060347530-2

Cbop. De Com. Sánchez C. Oswaldo G.

CI: 171322418-4

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA

AUTORIZACIÓN

El Sr. CBOP. DE I. Bastidas Duchi Nelson Patricio y Sr. CBOP. DE COM. Sánchez Cabezas Oswaldo Germán

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROBOT MÓVIL CON CONTROL AUTÓNOMO O RADIOFRECUENCIA E IMAGEN EN TIEMPO REAL” cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Marzo del 2011.

Cbop. De I. Bastidas D. Nelson P.

CI: 060347530-2

Cbop. De Com. Sánchez C. Oswaldo G.

CI: 171322418-4

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios nuestro creador, por habernos permitido dar nuestro primer gran pasó en la vida estudiantil y culminar con éxito esta primera etapa en el campo de la Electrónica.

A nuestras familias, compañeros, a esta Institución Formadora de Líderes como lo es la ESPEL y a los docentes Ing. José Bucheli e Ing. Amparo Meythaler, dejándoles nuestro más sincero agradecimiento por todo el apoyo que nos brindaron en el desarrollo y culminación de este proyecto.

A esas personas que de una u otra forma colaboraron para que este trabajo llegue a su culminación.

Oswaldo Germán Sánchez Cabezas
Nelson Patricio Bastidas Duchi

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a las personas que, con su excelente ejemplo, nos supieron encaminar por los senderos del bien, en especial a nuestros padres y esposas como una retribución a su inmensa confianza y sacrificio que siempre depositaron en nosotros, a nuestros hermanos que siempre nos alentaron sin importar sacrificio alguno.

Oswaldo Germán Sánchez Cabezas
Nelson Patricio Bastidas Duchi

RESUMEN

Este prototipo de robot se pone en marcha y mediante sensores reconoce obstáculos en escenarios para el cual ha sido definida su programación.

Este robot móvil sirve para la experimentación e investigación en ambientes reales, ya que posee características similares a los robots de aplicación industrial o comercial.

Tiene tres modos de operación, mediante un potenciómetro y la variación de voltaje se puede seleccionar en qué modo desea que trabaje el prototipo sea este como ROBOT AUTÓNOMO SUMO, ROBOT AUTÓNOMO EXPLORADOR y en cualquiera de estos modos mencionados si se manipula el transmisor del control de radio frecuencia el prototipo interrumpe su modo de operación en el que se encuentra.

Una vez interrumpida su operación en cualquiera de los modos este procede a recibir las señale de RF. y pasa a trabajar o funcionar en su tercer modo de operación que es el de CONTROLADO POR RF.

Además en cualquiera de los 3 modos de operación puede trabajar con la imagen en tiempo real ya que tiene un interruptor independiente para encender la mini cámara inalámbrica y podremos visualizar en el ordenador la imagen transmitida por el prototipo.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ROBOT	1
1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS	2
1.1.1.1. SEGÚN SU CRONOLOGÍA:.....	2
1.1.1.2. SEGÚN SU ARQUITECTURA.....	2
a) ROBOT MÓVIL.....	2
1.1.2. ROBÓTICA (Robot-ica)	5
1.1.3. LA ROBÓTICA EN LA ACTUALIDAD	5
1.2. SENSOR.....	7
1.2.1. SENSORES DE PROXIMIDAD	7
1.2.1.1. SENSOR ULTRASÓNICO	8
1.2.1.2. SENSOR INFRARROJO	9
a) SENSORES PASIVOS.....	10
b) SENSORES ACTIVOS.....	10
1.3. MOTOR.....	11
1.3.1. MOTOR DC.....	11
1.4. MICROCONTROLADOR	13
1.4.1. FÁBRICAS DE MICROCONTROLADORES.....	14
1.4.2. LA FAMILIA PIC DE LA FÁBRICA MICROCHIP	14
1.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F876A.....	15
1.5. MINI CÁMARA INHALÁMBRICA.....	16

CAPÍTULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2. INTRODUCCIÓN	17
2.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	17
2.1.1. ESTRUCTURA DEL HARDWARE.....	17
2.1.1.1. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .	17
2.1.1.2. SUBSISTEMA SENSORIAL	18
a) SENSOR DE ULTRASONIDO SRF-04	18
• CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	18
• CONEXIONES	19
• AJUSTES.....	19

• APLICACIONES	20
b) SENSOR DE LUZ INFRARROJA CNY70.....	20
• FUNCIONAMIENTO	21
• USOS	22
2.1.1.3. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	22
2.1.1.4. SUBSISTEMA ACTUADOR.....	22
2.1.1.5. SUBSISTEMA DE POTENCIA/ALIMENTACIÓN	23
2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.....	23
2.2.1. DISEÑO DE LA FORMA DEL ROBOT.....	23
2.2.2. DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	24
2.2.3. SELECCIÓN Y DISEÑO DE LOCOMOCIÓN	27
2.2.3.1. DISEÑO DE DE RUEDAS.....	27
a) DIFERENCIAL	27
b) DISEÑO SINCRONIZADO.....	27
c) DISEÑO DE TRICICLO Y COCHE.....	27
2.3. ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE MOTORES.....	28
2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO.....	30
a) CASO 1:Descanso a masa:.....	31
b) CASO 2: Descanso a positivo con contacto o en el aire:	31
c) CASO 3:Descanso a positivo fijo:.....	32
2.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	32
2.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE CONTROL Y POTENCIA.....	33
2.5.1. DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL.....	33
2.5.1.1. MODO DE OPERACIÓN DE ACUERDO AL VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	34
a) MODO DE OPERACIÓN SI EL VOLTAJE ES MENOR A 2.5V	34
b) MODO DE OPERACIÓN SI EL VOLTAJE ES MAYOR O IGUAL A 2.5V.....	36
c) MODO DE OPERACIÓN EN RADIOFRECUENCIA	37
2.5.2. DISEÑO DE LA ETAPA DE POTENCIA.....	37
2.6. DISEÑO DEL SOFTWARE.....	41
2.6.1. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	41
2.7. INSTALACIÓN DE LA MINICÁMARA INHALÁMBRICA RC302 2.4G	48
2.8. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA	50
2.8.1. ELABORACIÓN DE LA PLACA Y TODA LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA.....	50
2.8.2. CIRCUITO DE CONTROL.....	51
2.8.3. CIRCUITO DE POTENCIA.....	53
2.8.4. CIRCUITO DE CONTROL DE RADIO FRECUENCIA	54

2.8.5. CIRCUITO ACONDICIONADOR PARA EL CONTROL EN SUS DIFERENTES MODOS DE OPERACION	54
--	----

CAPÍTULO III: EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. PRUEBAS DE OPERACIÓN.....	56
3.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	59

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	60
4.2. RECOMENDACIONES	61
4.3. BIBLIOGRAFÍA.....	62
4.4. ANEXOS	63

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Robótica es una área fundamental para el desarrollo científico y tecnológico a nivel mundial, saber sobre este tema o tener un conocimiento básico es muy importante ya que se encuentra en el entorno diario.

Un robot autónomo funciona solo; se pone en marcha y mediante sensores reconoce el borde de una pista, que es de color blanco y negro, o escenario para el cual ha sido definida su programación.

Una plataforma robótica móvil es un robot para experimentación e investigación en ambientes reales, posee características similares a los robots de aplicación industrial o comercial. Las plataformas robóticas se emplean intensivamente en la fase de desarrollo de proyectos de investigación aplicada de sistemas robotizados en la que por ejemplo, se utilizan para la prueba y validación de arquitecturas de control de robots, o para examinar algoritmos de navegación autónoma o semi-autónoma y con diferentes tipos de sensores, actuadores y demás dispositivos electrónicos.

El área de la robótica involucra el conocimiento previo de conceptos básicos y generales sobre sensores infrarrojos, sensores ultrasónicos, etc., microcontroladores y software de programación.

Este proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo móvil, en el cual se ubican sensores infrarrojos en 4 posiciones, las señales son adquiridas por un microcontrolador y enviadas al circuito para controlar a los motores.

Este documento, que presenta el desarrollo del trabajo, se divide en 4 capítulos. En el CAPÍTULO I se analiza, qué es un robot, la robótica, motores dc, sensores, microcontroladores, cámara de video y lenguajes de programación.

En el CAPÍTULO II se documenta sobre el diseño y construcción de la estructura, se justifica la selección de sensores y los microcontroladores, se diseñan los circuitos de control y potencia, se selecciona el motor dc. y por último se incluyen los algoritmos para la programación de los microcontroladores.

En el CAPÍTULO III se presentan las pruebas realizadas y el análisis de los resultados obtenidos del funcionamiento del prototipo.

Al final en el CAPÍTULO IV se incluyen las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al término del trabajo. Se incluyen también la bibliografía, enlaces y anexos utilizados en el desarrollo del prototipo.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se desarrolla la parte teórica de la monografía, en la cual se detallan conceptos básicos referentes a los robots móviles, la clasificación, funcionamiento de los sensores de proximidad, la estructura y funcionamiento del microcontrolador PIC16F876A y otros elementos que han sido empleados.

Se ha detectado un mayor interés dentro de los estudiantes de la carrera de Electrónica en cuanto al aprender a controlar robots. Este aprendizaje se ha visto dificultado por el alto costo que resulta construir un robot con las mejores piezas. Por lo anterior, están obligados a diseñar e implementar prototipos con elementos y materiales, por ejemplo sensores y actuadores, que no tienen las mejores características para ser utilizados en el campo real.

Dentro de la variada gama en el mundo de equipos modulares o módulos de entrenamiento para microcontroladores, se ha detectado que estos están diseñados para funcionar sólo con los componentes de sus propias marcas, por lo que dificulta el trabajo de integración de elementos.

1.1. ROBOT

Un robot es una entidad virtual o mecánica artificial. En la práctica, esto es por lo general un sistema electromecánico que, por su apariencia o sus movimientos, ofrece la sensación de tener un propósito propio. La palabra robot puede referirse tanto a mecanismos físicos como a sistemas virtuales de software, aunque suele aludirse a los segundos con el término de Bots.¹

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Robot>

No hay un consenso sobre qué máquinas pueden ser consideradas robots, pero sí existe un acuerdo general entre los expertos y el público sobre que los robots tienden a realizar como lo son: moverse, hacer funcionar un brazo mecánico, sentir y manipular su entorno y mostrar un comportamiento inteligente, especialmente si el comportamiento imita al de los humanos o a otros animales.

1.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ROBOTS

1.1.1.1. SEGÚN SU CRONOLOGÍA:

La que a continuación se presenta es la clasificación más común:

- a) 1ª Generación de Robots manipuladores.
- b) 2ª Generación de Robots de aprendizaje.
- c) 3ª Generación de Robots con control sensorizado.
- d) 4ª Generación de Robots inteligentes.

1.1.1.2. SEGÚN SU ARQUITECTURA

La subdivisión de los Robots, con base en su arquitectura, es la siguiente:

- a) Robots Poli articulados.
- b) Robots Móviles.
- c) Robots Androides.
- d) Robots Zoomórficos.
- e) Robots Híbridos.

a) ROBOT MÓVIL

Son robots con gran capacidad de desplazamiento, su movimiento se basa en carros o plataformas y están dotados de un sistema locomotor de tipo rodante. Siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida de su entorno a través de sensores. Estos robots aseguran el transporte de piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación; guiados mediante pistas

materializadas a través de la radiación electromagnética de circuitos empotrados en el suelo, o a través de bandas detectadas fotoeléctricamente, pueden incluso llegar a sortear obstáculos y están dotados de un nivel relativamente elevado de inteligencia.²

A continuación se describen los pilares para el diseño mecánico de un robot móvil, para el que también se pueden tener en cuenta otros puntos de vista.

Existe una gran variedad de modos de moverse sobre una superficie sólida; entre los robots, las más comunes son las ruedas, las cadenas y las patas.

Los vehículos de ruedas son los más populares por varias razones prácticas. Los robots con ruedas son más sencillos y más fáciles de construir, la carga que pueden transportar es mayor, relativamente; tanto los robots basados en cadenas como en patas se pueden considerar más complicados y pesados que los robots de ruedas para una misma carga útil. A esto se puede añadir el que se pueden transformar vehículos de ruedas de radio control para usarlos como bases de robots.³

En la figura 1.1 se presenta la locomoción de un robot móvil en desplazamiento sobre un terreno irregular.



Figura 1.1 Robot móvil en el terreno irregular

²<http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>

³http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/movil.htm

La principal desventaja de las ruedas es su empleo en terreno irregular, en el que se comportan bastante mal. Normalmente un vehículo de ruedas podrá superar un obstáculo que tenga una altura no superior al radio de sus ruedas, entonces una solución es utilizar ruedas mayores que los posibles obstáculos a superar; sin embargo, esta solución, a veces, puede no ser práctica.

Para robots que vayan a funcionar en un entorno natural las cadenas son una opción muy buena porque las cadenas permiten al robot superar obstáculos relativamente mayores y son menos susceptibles que las ruedas de sufrir daños por el entorno, como piedras o arena. El principal inconveniente de las cadenas es su ineficacia, puesto que se produce deslizamiento sobre el terreno al avanzar y al girar. Si la navegación se basa en el conocimiento del punto en que se encuentra el robot y el cálculo de posiciones futuras sin error, entonces las cadenas acumulan tal cantidad de error que hace inviable la navegación por este sistema. En mayor o menor medida cualquiera de los sistemas de locomoción contemplados aquí adolece de este problema. En la figura 1.2 se puede observar un robot móvil con bandas o cadenas que utiliza para su desplazamiento.

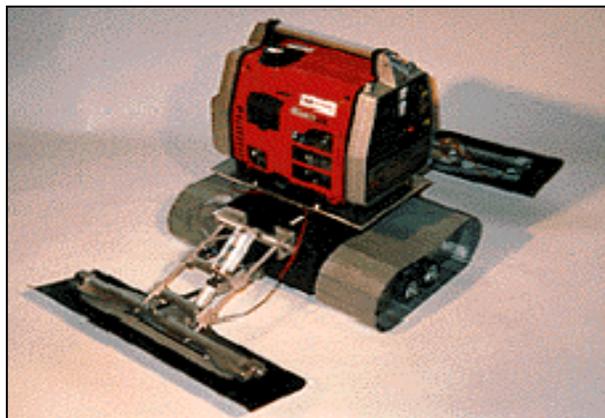


Figura 1.2 Robot móvil con bandas para desplazamiento

Los robots con patas pueden superar con mayor facilidad, que los otros, los problemas de los terrenos irregulares. A pesar de que hay un gran interés en diseñar este tipo de robots, su construcción plantea numerosos retos. Estos retos se originan principalmente en el gran número de grados de libertad que requieren

los sistemas con patas. Cada pata necesita como mínimo un par de motores lo que produce un mayor coste, así como una mayor complejidad y menor fiabilidad; es más, los algoritmos de control se vuelven mucho más complicados por el gran número de movimientos a coordinar, los sistemas de patas son un área de investigación muy activo.⁴

1.1.2. ROBÓTICA (Robot-ica)

La robótica es la ciencia y la tecnología de los robots. Se ocupa del diseño, manufactura y aplicaciones de los robots. La robótica combina diversas disciplinas como son: la mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control. Otras áreas importantes en robótica son el álgebra, los autómatas programables y las máquinas de estados.

La robótica es una disciplina que forma parte, junto con la Biónica y la Autómata, de una ciencia mayor que las engloba y toma el nombre de la Cibernética.

El término robot se popularizó con el éxito de la obra RUR (Robots Universales Rossum), escrita por Karel Capek en 1920. La palabra checa robota, que significa trabajos forzados, fue traducida al inglés como robot.⁵

1.1.3. LA ROBÓTICA EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad, los robots comerciales e industriales son ampliamente utilizados y realizan tareas de forma más exacta o más barata que los humanos. También se les utiliza en trabajos demasiado sucios, peligrosos o tediosos para los humanos. Los robots son muy utilizados en plantas de manufactura, montaje y embalaje, en transporte, en exploraciones en la Tierra y en el espacio, cirugía, armamento, investigación en laboratorios y en la producción en masa de bienes industriales o de consumo.

⁴http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/movil.htm

⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/Rob%C3%B3tica>

Otras aplicaciones incluyen la limpieza de residuos tóxicos, minería, búsqueda y rescate de personas y localización de minas terrestres.

Las figuras 1.3, 1.4 y 1.5 muestran el avance tecnológico que adquieren los robots día tras día respectivamente.

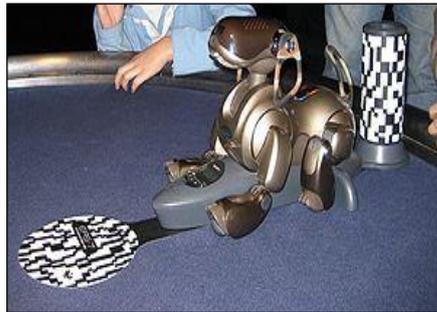


Figura 1.3 Robot Aibo de Sony.



Figura 1.4 Robot fabricado por Toyota



Figura 1.5 Expobots, Nagakute (Aichi)

Existe una gran esperanza, especialmente en Japón, de que el cuidado del hogar para la población de edad avanzada pueda ser desempeñado por robots.

Los robots parecen estar abaratándose y reduciendo su tamaño, una tendencia relacionada con la miniaturización de los componentes electrónicos que se utilizan para controlarlos. Además, muchos robots son diseñados en simuladores mucho antes de construirse y de que interactúen con ambientes físicos reales. Un buen ejemplo de esto es el equipo Spiritual Machine, un equipo de 5 robots desarrollado totalmente en un ambiente virtual para jugar al fútbol en la liga mundial de la F.I.R.A.

Además de los campos mencionados, hay modelos trabajando en el sector educativo, servicios (por ejemplo, en lugar de recepcionistas humanos o vigilancia) y tareas de búsqueda y rescate.⁶

1.2. SENSOR

Los sensores son normalmente transductores que convierten un fenómeno físico en señales eléctricas los mismos que un microcontrolador o PC leen, esto gracias a un convertidor analógico digital (ADC), en el que se carga un valor de un puerto de entrada y salida ó se usa una interrupción externa; comúnmente se necesita alguna interface electrónica entre el sensor y la computadora o microcontrolador para acondicionar y/o amplificar la señal.⁷

1.2.1. SENSORES DE PROXIMIDAD

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor. Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan.⁸

⁶<http://es.wikipedia.org/wiki/Robot>

⁷<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

⁸<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

Entre los sensores de proximidad más comunes se encuentran los siguientes:

- Sensor capacitivo
- Sensor inductivo
- Sensor fin de carrera
- Sensor infrarrojo
- Sensor ultrasónico
- Sensor magnético

1.2.1.1. SENSOR ULTRASÓNICO

Los sensores ultrasónicos tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas. Funcionan emitiendo un pulso ultrasónico contra el objeto a sensor; al detectar el pulso reflejado se para un contador de tiempo que inició su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta con ello, manda una señal eléctrica digital o analógica.⁹

La figura 1.6 presenta el circuito del sensor ultrasónico SFR-04

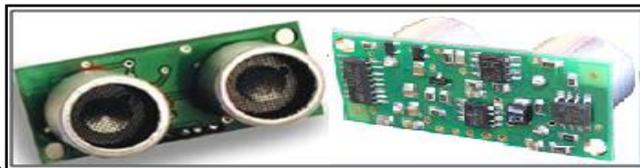


Figura 1.6 Sensor ultrasónico

La figura 1.7 presenta un diagrama de bloques del funcionamiento del sensor SFR-04.

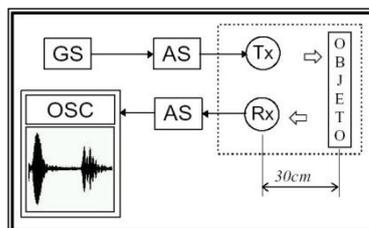


Figura 1.7 Diagrama de bloques del sensor SFR-04

⁹<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

1.2.1.2. SENSOR INFRARROJO

En la figura 1.8 se puede ver los componentes del sensor infrarrojo.

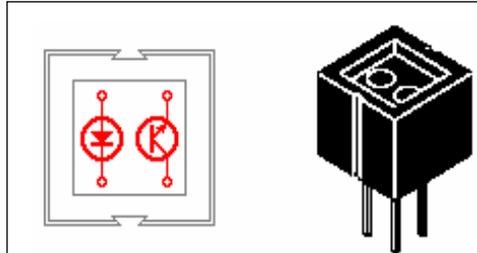


Figura 1.8 Sensor infrarrojo

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, ésta resulta invisible para los ojos del hombre pero no para estos aparatos electrónicos, ya que se encuentran en el rango del espectro justo por debajo de la luz visible.

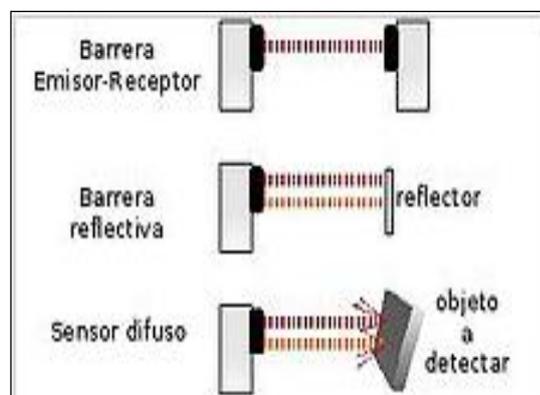


Figura 1.9 Funcionamiento del sensor infrarrojo

En la figura 1.9 se presenta el trazo de un sensor infrarrojo en el momento de detectar objetos.

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender. La señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguirla de otra y así identificar varios sensores a la vez, esto

es muy utilizado en la robótica en casos en que se necesita tener más de un emisor infrarrojo y sólo se quiera tener un receptor.¹⁰

a) Sensores pasivos

Están formados únicamente por el fototransistor con el cometido de medir las radiaciones provenientes de los objetos.

b) Sensores activos

Se basan en la combinación de un emisor y un receptor próximos entre ellos, normalmente forman parte de un mismo circuito integrado. El emisor es un diodo LED infrarrojo (IRED) y el componente receptor el fototransistor.

En la figura 1.10 se presentan los componentes de un sensor activo.

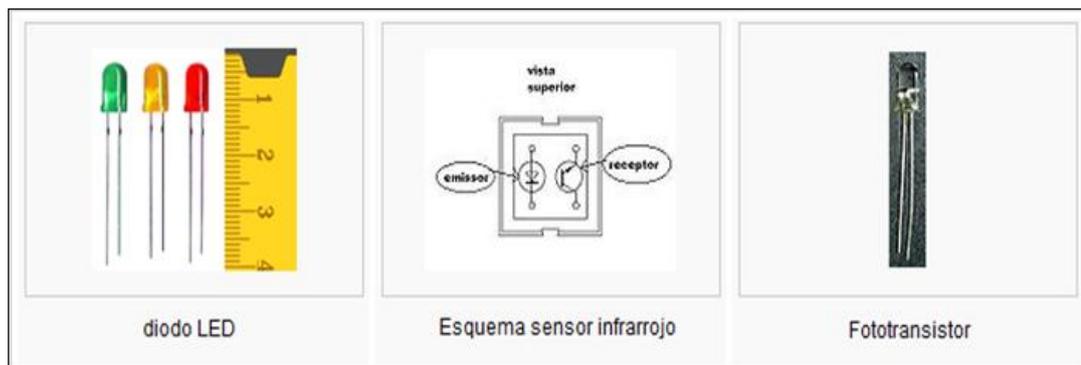


Figura 1.10 Elementos de un sensor activo

Existen encapsulados que traen incorporado en su interior tanto al emisor como receptor, de todos ellos, el más conocido es el CNY70, que cuenta con 4 pines, dos para el Diodo IR y dos para el fototransistor.¹¹

¹⁰<http://www.x-robotics.com/sensores.htm>

¹¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

1.3. MOTOR

Un motor es la parte de una máquina capaz de transformar cualquier tipo de energía ya sea esta eléctrica, de combustibles fósiles, etc., en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. Su efecto es una fuerza que produce el movimiento.

Existen diversos tipos de motores, siendo de los más comunes los siguientes:

- Motores térmicos.
- Motores de combustión interna.
- Motores de combustión externa.
- Motores eléctricos

1.3.1. MOTOR DC

En la figura 1.11 se observan algunos clásicos micro motores DC. (Direct Current) o también llamados CC (Corriente Continua) de los usados en robótica. Los hay de distintos tamaños, formas y potencias, pero todos se basan en el mismo principio de funcionamiento.



Figura 1.11 Motor de CC (Corriente Continua)

Accionar un motor DC es muy simple y sólo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

A diferencia del motor paso a paso y los servomecanismos, los motores DC no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.¹²

El motor de corriente continua está compuesto de 2 piezas fundamentales las cuales son el rotor y el estator los mismos que se presentan en las figuras 1.12 y 1.13¹³

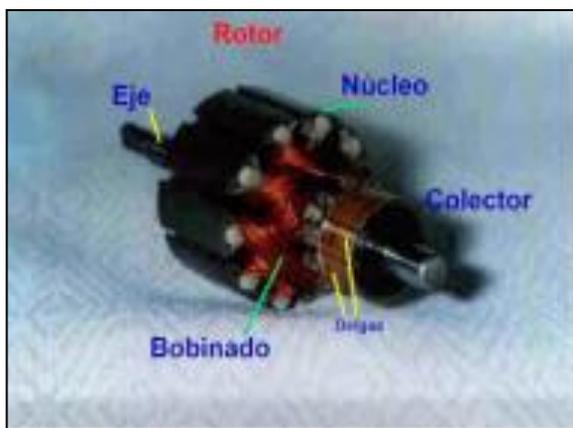


Figura 1.12 Rotor



Figura 1.13 Estator

La tabla 1.1 muestra la distribución de las piezas del motor.¹⁴

Tabla 1.1 Piezas del motor CC

ROTOR	ESTATOR
EJE	ARMAZÓN
NÚCLEO Y DEVANADO	IMÁN PERMANENTE
COLECTOR	ESCOBILLAS Y PORTA ESCOBILLAS
	TAPAS

¹²<http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf>

¹³ http://perso.wanadoo.es/luis_ju

¹⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Emotlectric_or

1.4. MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador. El microcontrolador dispone normalmente en su interior de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD (Conversor Analógico/Digital), CDA (Conversor Digital/Analógico), etc.
- Generador de impulsos de reloj, que sincroniza el funcionamiento de todo el sistema.

El empleo de un microcontrolador acarrea las siguientes ventajas:

- Aumento de prestaciones: Un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- Aumento de la fiabilidad: Al reemplazar el microcontrolador o un elevado número de elementos, disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- Mayor flexibilidad: Las características de control están programadas, por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna, en este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado (embedded controller).¹⁵

1.4.1. FÁBRICAS DE MICROCONTROLADORES

En la tabla 1.2 se indican algunas de las fábricas de microcontroladores.

Tabla 1.2 Microcontroladores más comunes

EMPRESA	8 bits	12 bits	14 bits	16 bits	32 bits	64 bits
MOTOROLA	68HC05 68HC08 68HC11 68HCS08	X	X	68HC1268H CS1268HCS X1268HC16	683xx, PowerPCArc hitecture	X
INTEL	MCS-48 (familia 8048) MCS51 (familia 8051) 8xC251	X	X	MCS96, MXS296	X	X
NATIONAL SEMICONDUCTOR	COP8	X	X	X	X	X
MICROCHIP	Familia 10f2xx Familia 12Cxx , 12Fxx Familia 16Cxx , 16Fxx Familia 18Cxx , 18Fxx			dsPIC30FXX dsPIC33FXX	PIC32	X

1.4.2. LA FAMILIA PIC DE LA FÁBRICA MICROCHIP

Esta familia, desarrollada por Microchip, se divide en cuatro gamas, gamas enana, baja, media y alta. Las principales diferencias entre estas gamas radica en el número de instrucciones y su longitud, el número de puertos y funciones, lo cual se refleja en el encapsulado, la complejidad interna y de programación y en el número de aplicaciones.¹⁶

¹⁵<http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

¹⁶<http://www.disca.upv.es/aperles/web51/modulos/index2/fabricantes.html>

1.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F876A

La tabla 1.3 presenta las características del PIC16F876A.^{17 18}

Tabla 1.3 Características del PIC16F876A

Características Principales del microcontrolador datos de referencia obtenidos del manual (DS33023)	PIC16F876
Frecuencia de operación	DC - 20 MHz
RESET y fusibles	POR, BOR (PWRT, OST)
Memoria de programa FLASH (palabras de 14 bits)	8K
Memoria de datos (bytes)	368
Memoria de datos EEPROM	256
Interrupciones	13
Puertos E / S	Puertos A,B,C
Temporizadores	3
Captura / Comparación / PWM módulos	2
Comunicación serial	MSSP, USART
Comunicación paralela	-
De 10 bits del módulo analógico a digital	5 canales de entrada
Conjunto de instrucciones	35 instrucciones

En la figura 1.14 se muestra el diagrama de la distribución de los pines del PIC16F876A.¹⁹

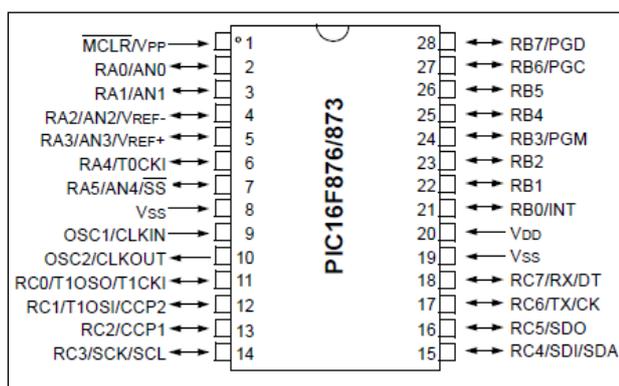


Figura 1.14 Disposición de pines del PIC16F876A

¹⁷<http://www.learobotics.com/personal/juan/publicaciones/art9/html/node2.html>

¹⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC

¹⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC

1.5. MINI CÁMARA INHALÁMBRICA

La figura 1.15 se presenta la mini cámara a utilizar en el prototipo.



Figura 1.15 Mini cámara

La microcámara inalámbrica es un kit que incluye una diminuta cámara de video de alta resolución, CM200 de 3.6mm, el lente e de 2.4G es una cámara inalámbrica CM200, además posee sensores y tecnología de micro transmisor inalámbrico.

Equipado con un sensor de imagen CCD 1/4-inch Sharp con 420 TV de resolución de línea. Soporte de salida AV, el micrófono va integrado, los píxeles de la cámara tiene 0,3 mega píxeles y la distancia de seguimiento es de 15.10 metros, además tiene un peso de 265g y sus dimensiones son: 13 * 8 * 6 cm.

Tiene un receptor de 2.4G RC302 AV con una antena, los adaptadores de corriente, para poder conectar a la red tanto el receptor como la cámara; es decir, incluye todo lo necesario para utilizar la mini cámara en sistemas de control de acceso.^{20 21}

²⁰ E:\CSM\Mini-RC302-2-4G-AV-Wireless-Receiver-3-6mm-Pinhole-Lens-CM200-Surveillance-Camera-Black-8110000-3640325.htm

²¹ E:\CSM\Wireless_Wireless_surveillance_suit_Video_Camera.html

CAPÍTULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el diseño y construcción del hardware y software del prototipo de un robot móvil, de bajo costo y altas prestaciones, adecuado para ser utilizado en la enseñanza y la investigación.

El robot cuenta con un microcontrolador PIC16F876A, posee sensores de luz infrarroja y ultrasonido; además, cuenta un circuito de RF y un sistema de video en tiempo real.

2.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

2.1.1. ESTRUCTURA DEL HARDWARE

El prototipo está diseñado de forma modular, compuesto por cinco subsistemas fundamentales:

- Subsistema de procesamiento de la información.
- Subsistema sensorial.
- Subsistema de comunicación.
- Subsistema actuador.
- Subsistema de potencia/alimentación.

2.1.1.1. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Está basado en el microcontrolador PIC16F876A, el cual se encarga de comandar todas las acciones del robot, tales como procesar la información proveniente de los sensores, enviar órdenes a los motores, en respuesta a la ejecución de un algoritmo de control, o por órdenes enviadas desde un control de RF (en

configuración “tele operado”). Este microcontrolador posee módulos especiales e instrucciones para la ejecución de algoritmos basados en lógica difusa, lo que facilita el desarrollo y aplicación de técnicas de inteligencia computacional para el control del prototipo. Es importante resaltar que el microcontrolador cuenta con un gran número de puertos libres de expansión, lo que facilita la adaptación de nuevos dispositivos en el robot.

2.1.1.2. SUBSISTEMA SENSORIAL

Está compuesto por sensores de luz infrarroja y ultrasonido.

a) Sensor de ultrasonido SRF-04

- **Características técnicas**

En la tabla 2.1 están las características técnicas del sensor **SRF-04**²²

Tabla 2.1 Características del sensor SFR-04

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Dimensiones del circuito	43 x 20 x 17	mm
Tensión de alimentación	5	Vcc
Frecuencia de trabajo	40	KHz
Rango máximo	4	m
Rango mínimo	1.7	cm
Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL)	10	μS
Duración del pulso eco de salida (nivel TTL)	100-25000	μS
Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra	20	mS

²² http://courses.engr.illinois.edu/ece445/projects/spring2005/project42_design_review.pdf

- **Conexiones**

El módulo emplea tan sólo 5 conexiones que se pueden realizar soldando directamente 5 cables o bien mediante un conector de 5 vías con paso de 2.54 mm. Estas se muestran en la figura. 2.1 y en la tabla 2.2

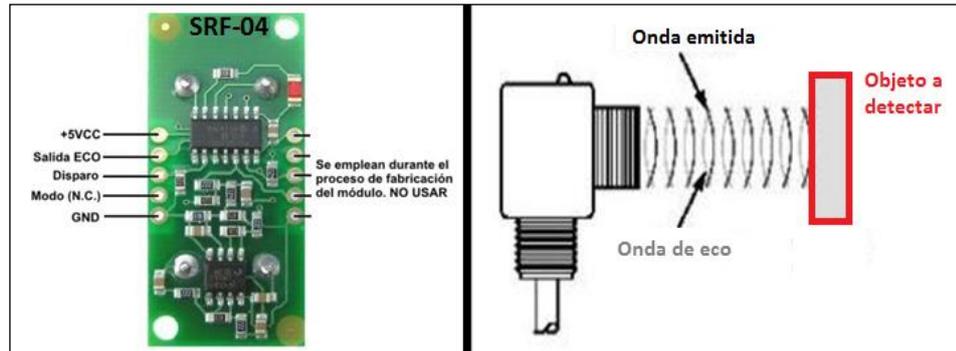


Figura 2.1 Distribución de pines y funcionamiento del sensor SRF-04

Tabla 2.2 Función de cada pin del sensor SFR-04

+5Vcc	Tensión positiva de alimentación
ECO	Salida del pulso cuya anchura determina el tiempo del recorrido de la señal ultrasónica
isparo	Entrada de inicio de una nueva medida. Se aplica un pulso con una duración mínima de 10µs
Modo (N.C.)	Sin conexión se selecciona el modo 1 de compatibilidad con SRF04. Conectado a GND se selecciona el modo 2 de trabajo
D	Tierra de alimentación.

- **Ajustes**

El módulo SRF04 viene perfectamente ajustado y calibrado de fábrica, por lo que no necesita de ningún tipo de ajuste. Su funcionamiento se puede verificar aplicando una serie de pulsos por la entrada de disparo. Con ayuda de un osciloscopio se puede medir la anchura de la señal eco de salida. Esta anchura, representada en µS y dividida entre 58.30 permite calcular la distancia del objeto.

- **Aplicaciones**

El módulo SRF04 es capaz de generar una señal lógica de salida cuya duración determina la distancia de un objeto. Las aplicaciones son numerosas, se citan unas cuantas a modos de ejemplo:

- Aplicaciones de control donde se deba actuar en función de la distancia o tamaño de objetos diversos.
- Alarmas activadas cuando el intruso se aproxima a una determinada distancia.
- Microbótica en donde es necesario que se actúe en función de la distancia que separa al robot de cualquier otro objeto

b) Sensor de luz infrarroja CNY70

El sensor 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 (receptor) cuando están ambos dispuestos en paralelo y apuntando 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 figura 2.2 se presenta la disposición interna del CNY70 mirando el encapsulado desde arriba, así pues se tiene el diodo emisor de infrarrojos a la izquierda y el fototransistor a la derecha.²³

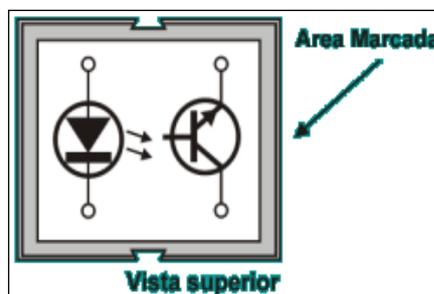


Figura 2.2 Sensor CNY70

²³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

- **Funcionamiento**

El fototransistor conducirá más, si hay más luz reflejada del emisor. La salida de este dispositivo es analógica y viene determinada por la cantidad de luz reflejada, así pues para tener una salida digital se puede 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 histéresis distan algunos milivoltios uno del otro. Para solventar este problema se puede optar por el circuito de la figura 2.3 que está basado en un amplificador operacional configurado en modo comparador, en la salida del circuito se obtiene una señal cuadrada lista para su interconexión con la entrada de cualquier microcontrolador.

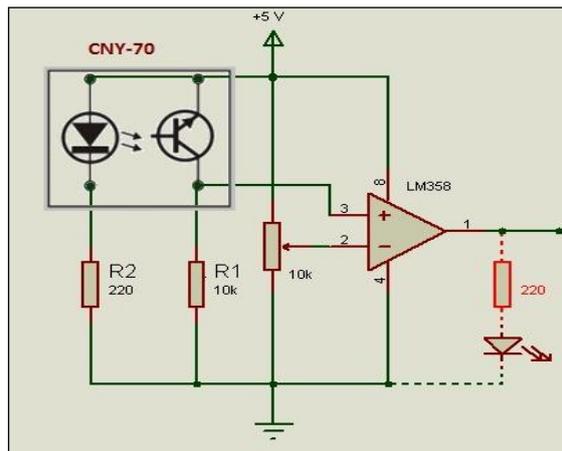


Figura 2.3 Esquema de acondicionamiento del sensor CNY70

La sensibilidad del circuito es ajustable mediante la resistencia variable de 10k (es aconsejable 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, en este caso se ve 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 este sensor es utilizado en los robots rastreadores (Sniffers) para detección de líneas pintadas sobre el suelo, debido principalmente a su baja distancia de detección.

2.1.1.3. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN

Permite la interacción con el robot a través de un módulo de comunicación inalámbrica por RF (radio frecuencia), que permiten comunicar un computador y el robot.

En la figura 2.4 se puede observar este sistema de comunicación.

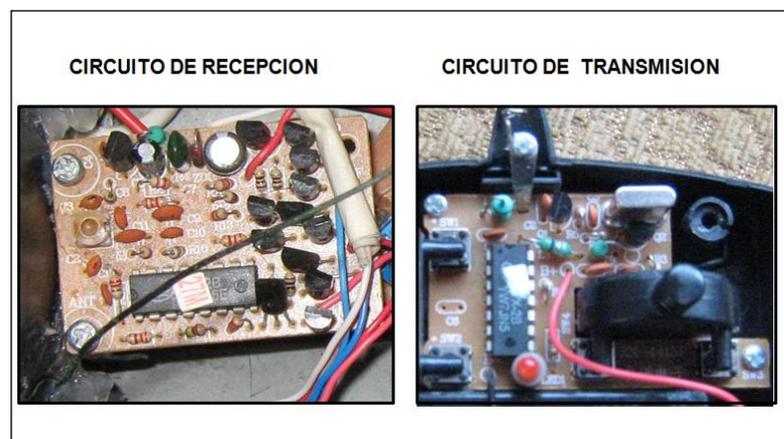


Figura 2.4 Sistema de comunicación

2.1.1.4. SUBSISTEMA ACTUADOR

Las ruedas del robot son accionadas, cada una, por un motor DC acoplado mecánicamente a un tren de engranajes que permite reducir su velocidad y aumentar su torque.

La figura 2.5 muestra como las ruedas son accionadas por el motor DC, acopladas a los engranajes.



Figura 2.5 Sistema actuador

2.1.1.5. SUBSISTEMA DE POTENCIA/ALIMENTACIÓN

Se diseñó para permitir que el robot opere con una autonomía de aproximadamente una hora, en pleno funcionamiento conectado a una fuente interna. El esquema del sistema central se observa en la figura 2.6



Figura 2.6 Sistema de potencia y alimentación

2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

2.2.1. DISEÑO DE LA FORMA DEL ROBOT

La forma del robot puede tener un gran impacto en sus prestaciones, un robot no cilíndrico corre mayor riesgo de quedar atrapado por una disposición desfavorable

de obstáculos o de fallar en encontrar un camino en un espacio estrecho o intrincado.

Si se consideran dos robots del mismo tamaño, uno cilíndrico y el otro cuadrado, ambos encuentran un paso estrecho según se mueven. Un algoritmo sencillo permitirá al robot cilíndrico pasar, el robot choca, gira y lo intenta de nuevo hasta que pasa. Esto es así de simple porque el robot es capaz de girar estando en contacto con el obstáculo.

El robot cuadrado, por el contrario, tiene que retroceder y girar si quiere usar la misma táctica; por tanto, siempre se requiere un algoritmo más complejo para la navegación de un robot cuadrado que para la de uno cilíndrico

2.2.2. DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Utilizando el software **Robot Arena**, se realizó un primer bosquejo del prototipo, lo que se presenta en la figura 2.7

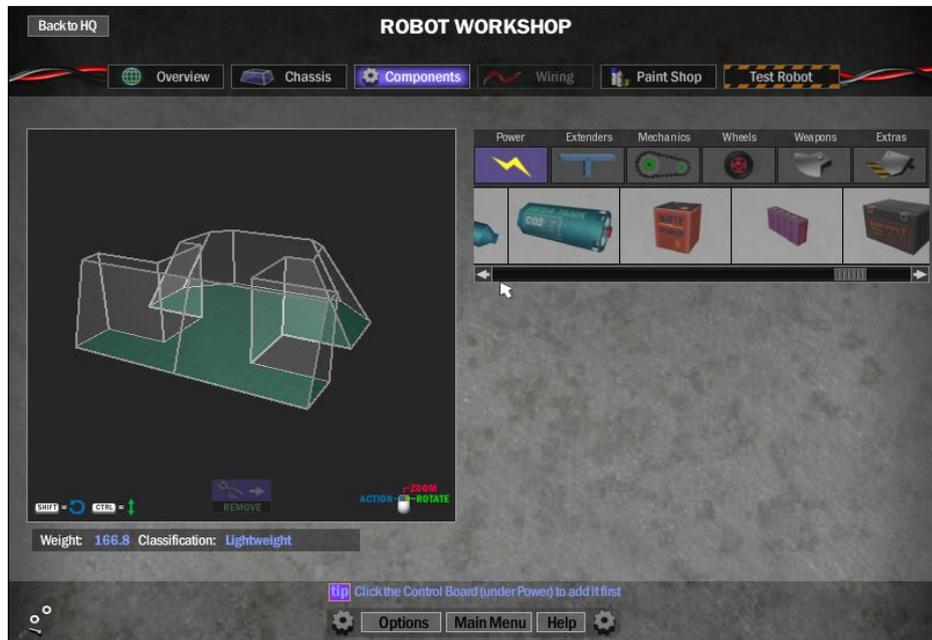


Figura 2.7 Taller del robot del software Robot Arena

En las figuras 2.8, 2.9 y 2.10 se observa la simulación conjuntamente con la materialización simultáneamente del prototipo.

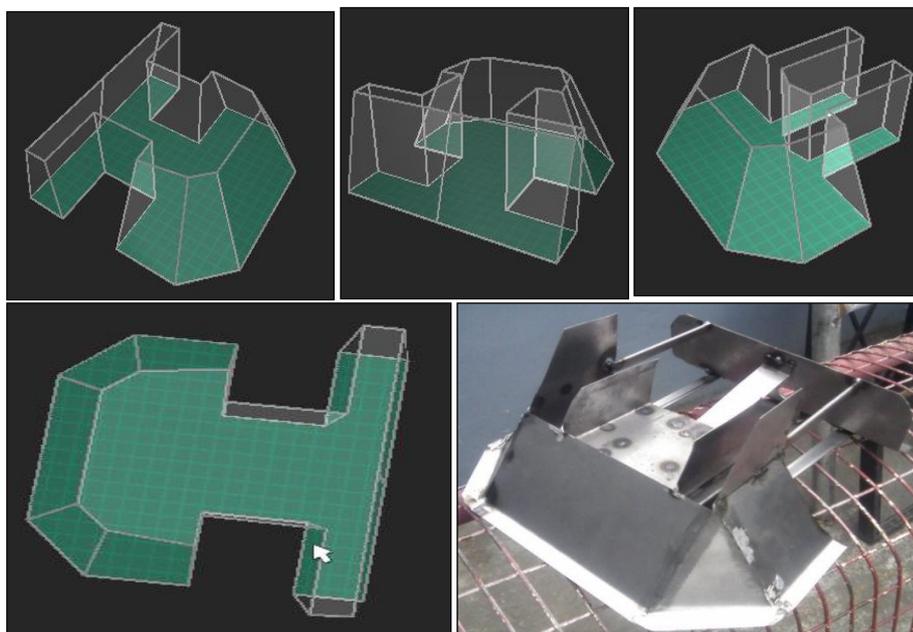


Figura 2.8 Simulación y elaboración de la estructura metálica

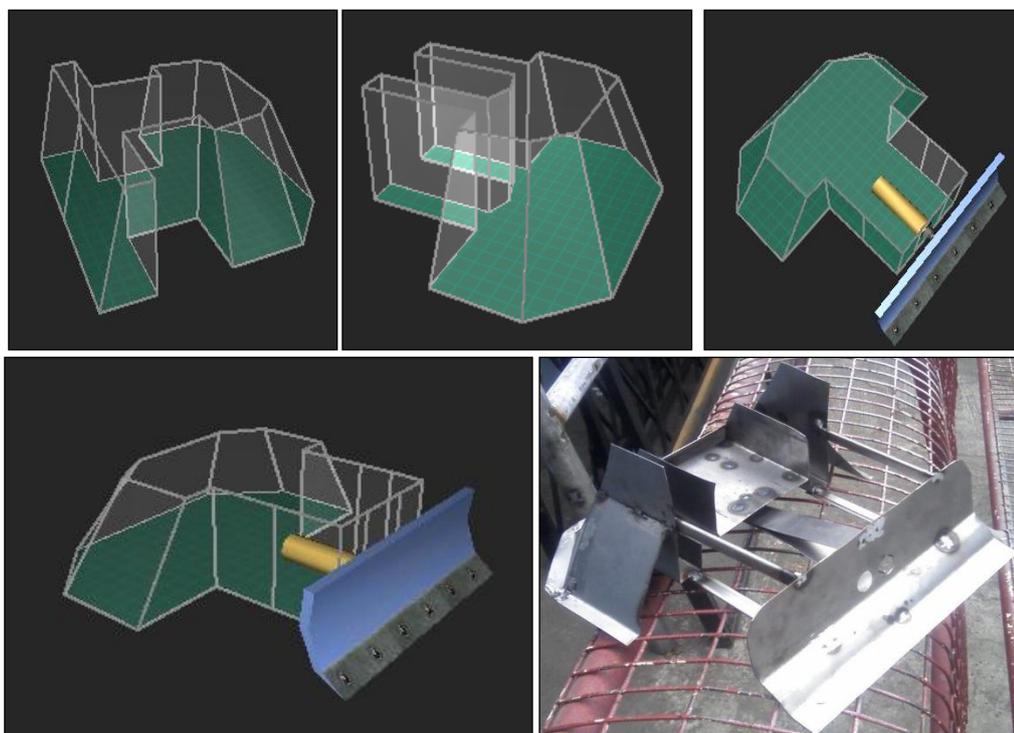


Figura 2.9 Simulación y elaboración de la pala que se utilizará como arma del robot

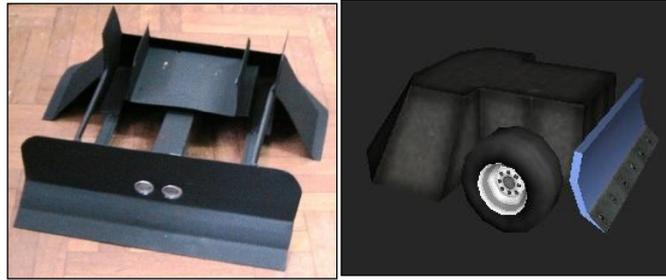


Figura 2.10 Simulación del acoplamiento de las llantas

En la figura 2.11 se muestra la posición de algunos componentes de la plataforma robótica móvil ROBOT SCRAPY, tal como los sensores de ultrasonido en la parte frontal, y los sensores de proximidad infrarrojos en la parte inferior; el rodamiento esférico omnidireccional, en la parte posterior, que ofrece mayor estabilidad a la plataforma; los motores y las ruedas están unidos a la estructura en un esquema de locomoción diferencial (ver figura 2.12).

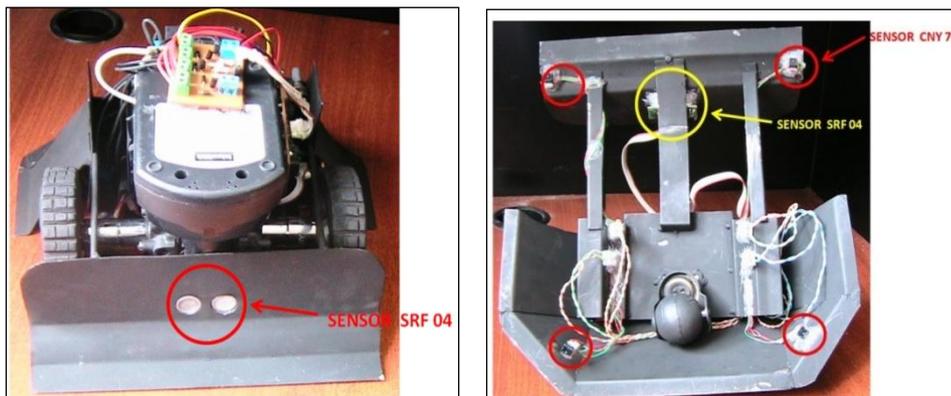


Figura 2.11 Ubicación de los sensores



Figura 2.12 Esquema de locomoción diferencial

2.2.3. SELECCIÓN Y DISEÑO DE LOCOMOCIÓN

Existen varios tipos y diseños de locomoción entre los que se puede elegir cuando se desea construir una plataforma móvil.

- Por el diseño de ruedas.
- Locomoción por medio de patas.
- Cinemática.

2.2.3.1. DISEÑO DE RUEDAS

El diseño por ruedas es el más utilizado porque permite que el desplazamiento sea más interactivo, existen varios diseños de ruedas para elegir cuando se quiere construir una plataforma móvil sobre ruedas estos son los siguientes:²⁴

- a) Diferencial.
- b) Diseño sincronizado.
- c) Diseño de triciclo y coche.

El literal c) es el más adecuado por ser más rápido e interactivo y en la figura 2.13 se observa un ejemplo similar al prototipo realizado.

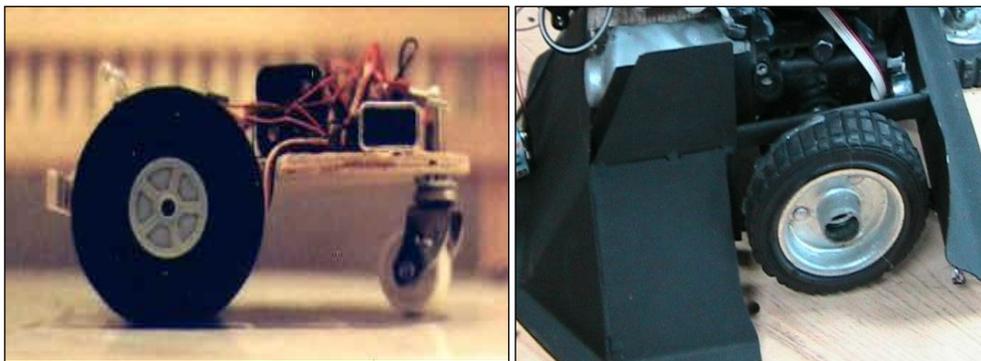


Figura 2.13 Ejemplo de triciclo y coche

²⁴ www.institutoidf.com/INSTITUTO DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y PRODUCCIÓN AUTOMATIZADA (IDF-UPV)

a) DISEÑO DE TRICICLO Y COCHE

En la figura 2.14 se aprecia el diseño en triciclo que se utilizó en el prototipo.



Figura 2.14 Diseño de triciclo y coche del prototipo

El diseño de coche con sus cuatro ruedas con suspensión proporciona una buena estabilidad, el diseño en triciclo tiene unas prestaciones similares con la ventaja de ser mecánicamente más simple ya que el coche necesita alguna unión entre las ruedas direccionales. En general en estos dos diseños las ruedas direccionales no son motrices y no es necesario controlar la velocidad de las ruedas para que el robot se mantenga recto.²⁵

2.3. ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE MOTORES

Todos los robots incluyen algún sistema capaz de producir movimiento, siendo los más corrientes los motores eléctricos en este caso particular se usarán motores de corriente continua (DC) y los servos motores o servos. Los primeros se utilizan casi siempre junto con un sistema de engranajes que reducen la velocidad y proporcionan mayor fuerza. El segundo sistema y quizás el más extendido en robótica consiste en la utilización de servos de radiocontrol que tienen la gran ventaja de ser económicos y fáciles de usar en cualquier tipo de robot.

Se analizaron los motores que usualmente se usan para la construcción de robots móviles como son los motores paso a paso y los servomotores; también se

²⁵ [www.institutoidf/INSTITUTO DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y PRODUCCION AUTOMATIZADA \(IDF-UPV\)](http://www.institutoidf/INSTITUTO DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y PRODUCCION AUTOMATIZADA (IDF-UPV))

analizó el mecanismo usado para subir y bajar los vidrios de las puertas de los automóviles, el cual es eléctrico y está compuesto básicamente por un pequeño motor eléctrico y un mecanismo que transforma el movimiento rotativo del motor en un movimiento lineal de sube y baja que es transmitido al cristal.

En la figura 2.15 se muestra los motores eléctricos de los vidrios de las puertas de los automóviles.



Figura 2.15 Motores eléctricos de vidrios de automóvil

El mecanismo del alza vidrios puede adoptar distintas formas o sentido de giro, según sea su constitución, las más usuales son las que utilizan para subir o bajar el vidrio. El mecanismo funciona como sigue:

- Cable de tracción: el motor mueve un cable de tracción en ambos sentidos.
- Cable rígido de accionamiento: el motor mueve en uno u otro sentido un cable rígido normalmente.
- Brazos articulados: el motor acciona un sector dentado que se articula a unas palancas en forma de tijera.

La figura 2.16 presenta un diagrama de funcionamiento del motor eléctrico de los vidrios de las puertas en los automóviles.

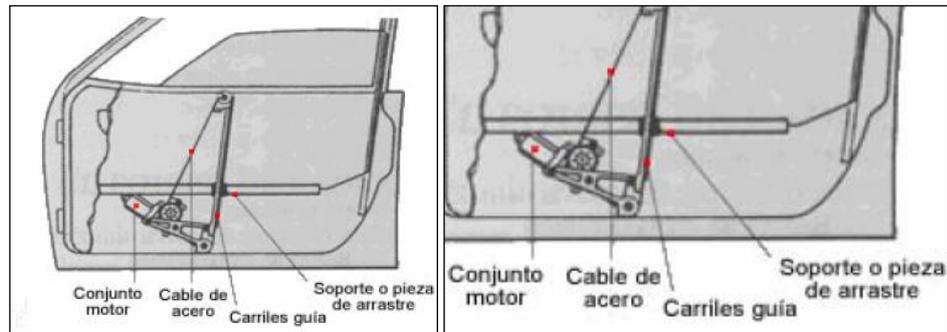


Figura 2.16 Diagrama de funcionamiento del motor eléctrico de los vidrios de los automóviles

El motor que mueve el levanta vidrios va adaptado de alguna manera a unas ruedas en el engranaje dentado que tiene este tipo de motor y se utiliza el mismo principio del sistema del levanta vidrios eléctrico denominado secuencial. Este modelo presenta la peculiaridad que basta pulsar una vez el interruptor de accionamiento para conseguir que el vidrio suba hasta el final de su recorrido o baje. Y la polarización hace las veces de control por medio de un circuito llamado llaves inversoras y estos automáticamente cambiarán el sentido de giro de los motores.²⁶

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO

Para comandar el sentido o dirección del prototipo es necesario únicamente alimentar el motor en sentido inverso.

Cada módulo trabaja por separado, el motor se dirige hacia adelante cuando gira para un lado y va en reversa cuando gira para el otro, para cambiar el sentido de rotación se cambia la polaridad de alimentación mediante una llave doble inversora (la llave de mando original).²⁷

²⁶ [Http://perso.wanadoo.es/luis_ju](http://perso.wanadoo.es/luis_ju)

²⁷ [Http://perso.wanadoo.es/luis_ju](http://perso.wanadoo.es/luis_ju)

Existen tres casos posibles según como queden polarizados los cables que van al motor cuando la llave de mando está en reposo (que no se acciona):

- Caso 1: los dos cables quedan a masa.
- Caso 2: los dos cables quedan con positivo por contacto o en el aire.
- Caso 3: los dos cables quedan con positivo fijo.

a) CASO 1: Descanso a masa

En este caso ambas llaves inversoras reposan a masa, o sea que en reposo ambos cables del motor están a masa. Cuando el módulo actúa, le da positivo al motor hasta que sube.

La figura 2.17, muestra el sentido de giro si es positivo gira a la izquierda (a) y en la figura (b) si es alimentado negativo gira a la derecha.

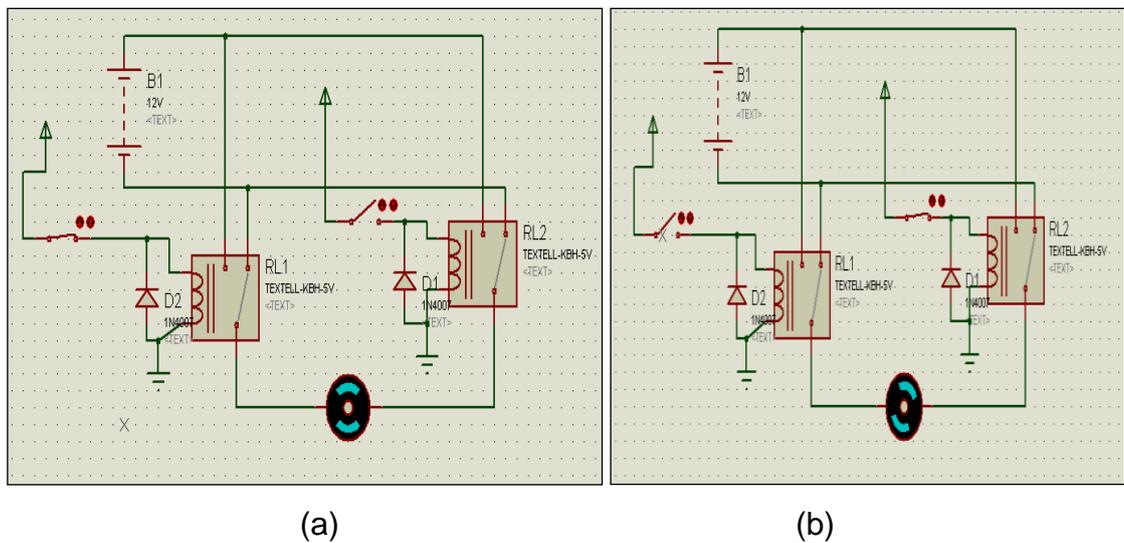


Figura 2.17 Sentido de giro de los motores

b) CASO 2: Descanso a positivo con contacto o en el aire

En estos casos ambas llaves inversoras pueden reposar en positivo o en el aire, o sea que en reposo los cables del motor tienen ambos positivos o no presentan polaridad.

En la figura 2.18 se observa que en el circuito los contactos están abiertos.

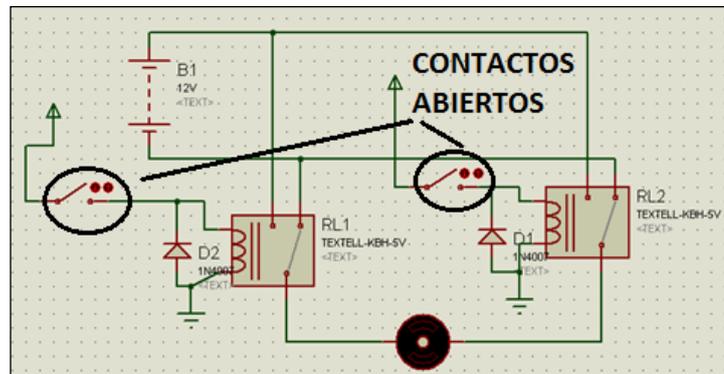


Figura 2.18 Circuito de contactos abiertos

c) CASO 3: Descanso a positivo fijo

En estos casos ambas llaves inversoras reposan en positivo fijo, osea que los cables del motor siguen teniendo ambos positivo.

La figura 2.19 presenta el circuito con los contactos cerrados.

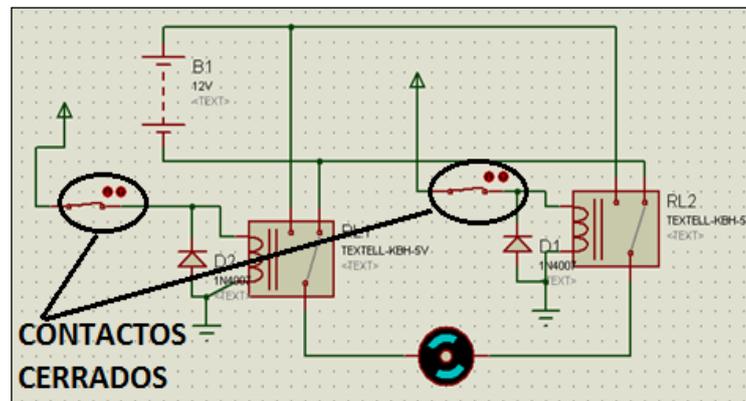


Figura 2.19 Circuitos de contactos cerrados

2.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación debe proporcionar energía eléctrica de dos valores, 12V para los motores de tracción y 5V para el resto de elementos electrónicos; además, debe disponer de un mecanismo de conexión y desconexión.

El sistema de alimentación toma la energía de una batería de 14 V. Se utiliza una batería de 14 V a 1.5 AH de la serie **A300** de **DryFit**, porque no habrá peligro de derrame de líquidos o vapores nocivos que pudieran estropear el robot autónomo y poner en peligro a los usuarios.

La alimentación a 5V se obtiene de la salida de un regulador de voltaje que es el 7805, los 5V se utiliza específicamente para el PIC 16f876A ya que este es el voltaje máximo de trabajo.

Se utiliza una batería de 9V para activar o desactivar los Releys los mismos que trabajan con voltaje mínimo de activación de 5V.

2.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ETAPA DE CONTROL Y POTENCIA

2.5.1. DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL

Para el diseño del circuito de control se consideraron los acondicionamientos de los sensores, los lazos o enlaces de la corriente y voltaje suministrados al prototipo, el acondicionamiento de control por medio de radiofrecuencia, el ingreso de datos y todo esto va al microcontrolador.

En la figura 2.20 se indican pruebas en protoboard.

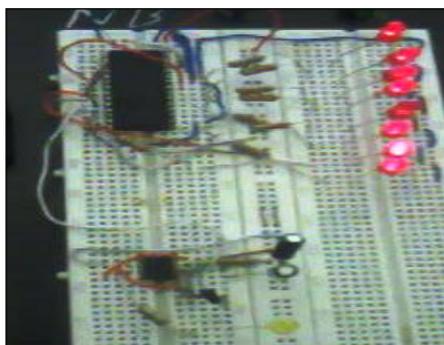


Figura 2.20 Circuito de control de leds

El desarrollo del sistema de control está basado en el microcontrolador PIC16F876A, como muestra la figura 2.21, el cual se encarga de interpretar las señales eléctricas que provienen de los sensores, circuitos de RF y en base a ellas tomar acciones para el correcto desempeño del sistema en general.

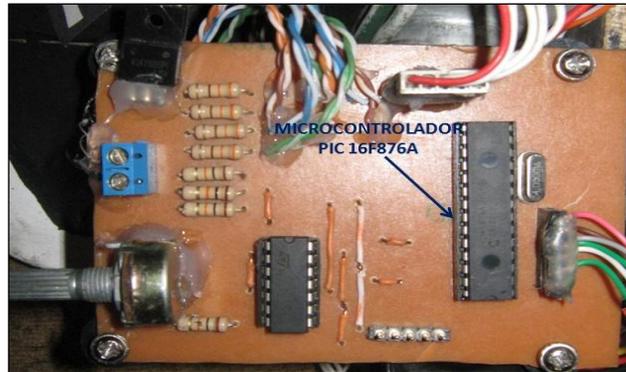


Figura 2.21 Placa de control del prototipo

2.5.1.1. MODO DE OPERACIÓN DE ACUERDO AL VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN

a) Modo de operación si el voltaje es menor a 2.5V

El funcionamiento del robot autónomo o guiado por radiofrecuencia opera de acuerdo al nivel de voltaje que tiene el potenciómetro, si el voltaje es menor a 2.5V el robot esquivará los obstáculos que se encuentren a menos de 35 cm y evitará o flanqueará si los sensores infrarrojos se encuentran en 0V, mediante esto se controla los motores con el principio que se detalla en la tabla 2.3

Tabla 2.3 Tabla de funcionamiento si el voltaje en el modo de operación es menor que 2.5V

CONTROLES DE LOS MOTORES MEDIANTE LOS SENSORES INFRARROJOS Y EL DE ULTRASONIDO CUANDO EL ROBOT ESTÉ ACTIVADO COMO ROBOT AUTÓNOMO VOLTAJE MENOR 2.5V						
ORD.	PASOS	ACCIÓN	M. IZQUIERD	M. DERECH		TIEMPO
	1	ENCENDIDO	STOP	STOP		
	2	PARADO	STOP	STOP		5s
	3	ATAQUE INICIAL	ADELANTE	ADELANTE		250ms
	4	BUSC >=35 cm	ADELANTE	ADELANTE		
	5	BUSC <35 cm	ADELANTE	ATRÁS		
	5	S1=0	ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	400 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	210 ms
		S2=0	ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	400 ms
			ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	210 ms
		S3=0	ADELANTE	ADELANTE	ADELANTE	400 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	100 ms
		S4=0	ADELANTE	ADELANTE	ADELANTE	400 ms
			ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	100 ms
		S1,S2=0	ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	400 ms
			ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	200 ms
		S3,S4=0	ADELANTE	ADELANTE		500 ms
		S1,S3=0	ATRÁS	STOP	GIR IZQ MDP	220 ms
			ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	400 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	600 ms
		S2,S4=0	STOP	ATRÁS	GIR DER MIP	220 ms
			ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	400 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	400 ms

b) Modo de operación si el voltaje es mayor o igual a 2.5V

Si el voltaje es mayor o igual a 2.5V el robot buscará cualquier objeto que se encuentre a menos de 80cm y lo empujará, en este modo el robot actuará si los sensores infrarrojos están en 1V, mediante esto se controla los motores con el principio que se detalla en la tabla 2.4

Tabla 2.4 Tabla de funcionamiento si el voltaje de operación es mayor o igual que 2.5V

CONTROLES DE LOS MOTORES MEDIANTE LOS SENSORES INFRARROJOS Y EL DE ULTRASONIDO CUANDO EL ROBOT ESTÉ ACTIVADO COMO ROBOT AUTÓNOMO VOLTAJE MAYOR O IGUAL 2.5V						
ORD.	PASOS	ACCIÓN	M. IZQUIERD	M. DERECH		TIEMPO
	1	ENCENDIDO	STOP	STOP		
	2	PARADO	STOP	STOP		5s
	3	ATAQUE INICIAL	ADELANTE	ADELANTE		250ms
	4	BUSC < 80 cm	ADELANTE	ADELANTE	ATAQUE	
	5	BUSC >=80 cm	ADELANTE	ATRÁS	BUSQUEDA	
	5	S1=0	ATRÁS	STOP	GIR IZQ MDP	150 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	80 ms
			ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	500 ms
		S2=0	STOP	ATRÁS	GIR DER MIP	150 ms
			ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	80 ms
			ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	500 ms
		S3=0	ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	220 ms
			ATRÁS	STOP	GIR IZQ MDP	700 ms
		S4=0	ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	700 ms
			ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	100 ms
		S1,S2=0	ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	500 ms
		S3,S4=0	ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	620 ms
		S1,S3=0	ATRÁS	STOP	GIR IZQ MDP	150 ms
			ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	200 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	200 ms
		S2,S4=0	STOP	ATRÁS	GIR DER MIP	150 ms
			ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	400 ms

c) Modo de operación en radiofrecuencia

De las formas de trabajo antes mencionadas el robot pasará a modo de radiofrecuencia si es manipulado cualquier botón del transmisor, este modo durará hasta apagarlo y volverá a trabajar de forma autónoma al encenderlo nuevamente, mediante esto se controlan los motores con el principio que se detalla en la tabla 2.5

Tabla 2.5 Tabla de funcionamiento en radiofrecuencia

CONTROLES DE LOS MOTORES MEDIANTE RADIOFRECUENCIA						
	PASOS	ACCIÓN	M. IZQUIERD	M. DERECH		TIEMPO
	1	ENCENDIDO	STOP	STOP		
	2	PARADO	STOP	STOP		5s
	3	ATAQUE INICIAL	ADELANTE	ADELANTE		250ms
SI ES MANIPULADO CUALQUIER BOTÓN DEL TRANSMISOR						
		ADR=1	ADELANTE	ADELANTE	ATAQUE	
		ATR=1	ATRÁS	ATRÁS	ATRÁS	
		DER=1	ADELANTE	ATRÁS	DERECHA	
		IZR=1	ATRÁS	ADELANTE	IZQUIERDA	
		ADR=1 Y DER=1	ADELANTE	STOP	GIR DER MDP	
		ADR=1 Y IZR=1	STOP	ADELANTE	GIR IZR MIP	
		ATR=1 Y IZR=1	STOP	ATRÁS	GIR DER MIP	
		ATR=1 Y DER=1	ATRÁS	STOP	GIR IZR MDP	

2.5.2. DISEÑO DE LA ETAPA DE POTENCIA

Un motor nunca debe conectarse directamente al microcontrolador. El motor absorbe mucha corriente (normalmente, los usados en robots rastreadores, suelen consumir unos 400mA, 500mA. depende mucho del tamaño del motor). El pin de un microcontrolador puede dar alrededor de 25mA; mucho menos que lo que necesita un motor, así que el μC se puede quemar.

Para poder controlar motores con un μC , se debe crear una etapa intermedia, entre el circuito de control y los motores. A esta etapa se la llama "etapa de potencia".

En la figura 2.22 está un motor de corriente continua flanqueado por cuatro interruptores, que a su vez están conectados a 5V en la parte superior y a tierra en la parte inferior.

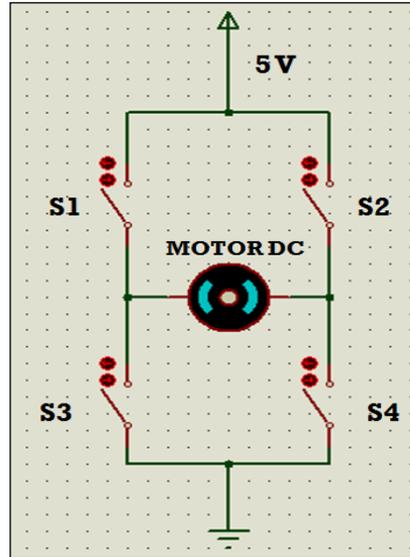


Figura 2.22 Circuito del control de un motor por medio de interruptores

¿Qué ocurre si se cierran los interruptores S1 y S4, dejando S2 y S3 abiertos?

Pues el lado izquierdo, el motor estará conectado a 5V, y el lado derecho a tierra (0V). La diferencia de potencial entre los bornes del motor es de 5V ($5-0=5$), con lo que el motor se pone a girar en un sentido horario como muestra la figura 2.23

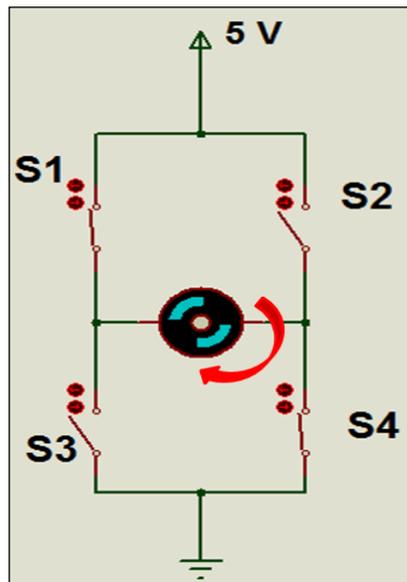


Figura 2.23 Giro del motor en sentido horario

¿Qué ocurre cuando se abren S1 y S4, cerrando S2 y S3?

Ahora al contrario: el lado derecho está a 5V y el izquierdo a 0V. La diferencia de potencial es -5V ($0-5=-5$). Esto quiere decir que el motor girará en el sentido contrario o anti horario como se muestra en la figura 2.24

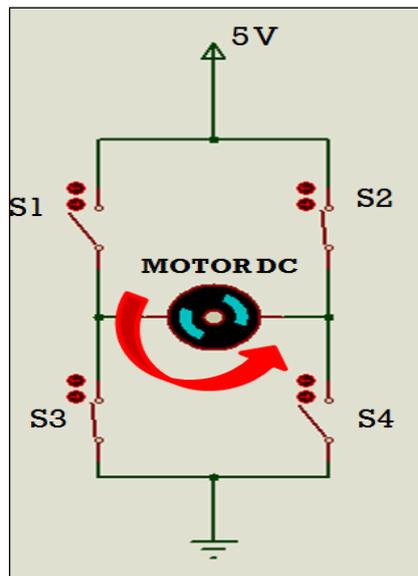


Figura 2.24 Giro del motor en sentido anti horario

Si este motor estuviera conectado a un robot, ya se sabría cómo hacer que éste camine hacia adelante o hacia atrás. Pero se tendría que ir detrás de él todo el tiempo, para abrir y cerrar los interruptores, no sería de gran utilidad este método, si se quiere un robot autónomo.

Lo que se hace entonces es colocar en vez de interruptores transistores. Un transistor es un elemento de tres pines, dos de ellos funcionan exactamente como un interruptor, si está cerrado pasa corriente y si está abierto no pasa. El tercer pin es el que controla el interruptor: si en ese pin hay un '1' lógico, se cierra el interruptor que forman los otros dos pines. Si se pone un '0' lógico, se abre el interruptor.

Los pines que controlan cada uno de los transistores, irán conectadas al microcontrolador para controlar por software cuando se abren y cierran.

Sin embargo para este trabajo se utilizó la llave inversora y se puede observar en la figura 2.25

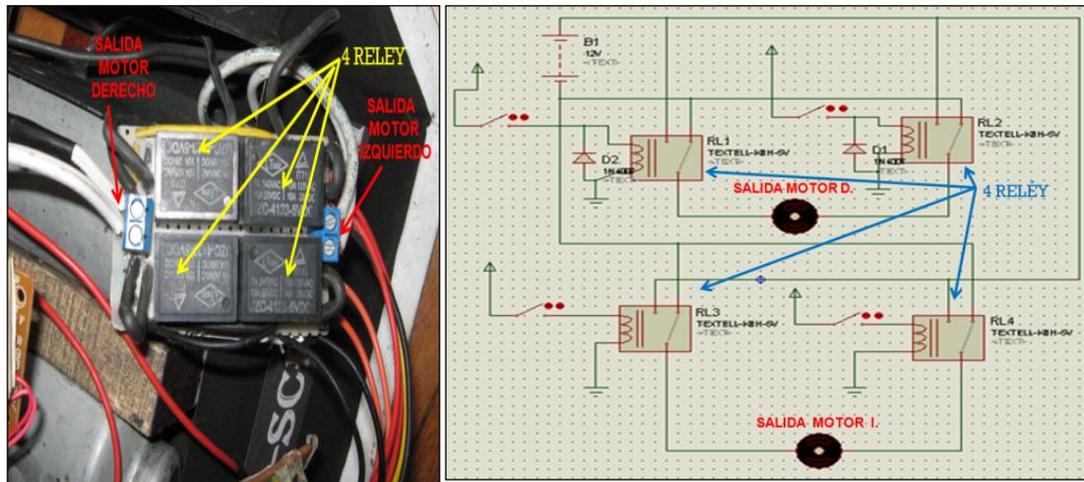


Figura 2.25 Circuito de llave inversora

En la figura 2.26 se observa el sentido de giro que deben adoptar los motores y la dirección de movimiento realizado por el prototipo de acuerdo a la programación.

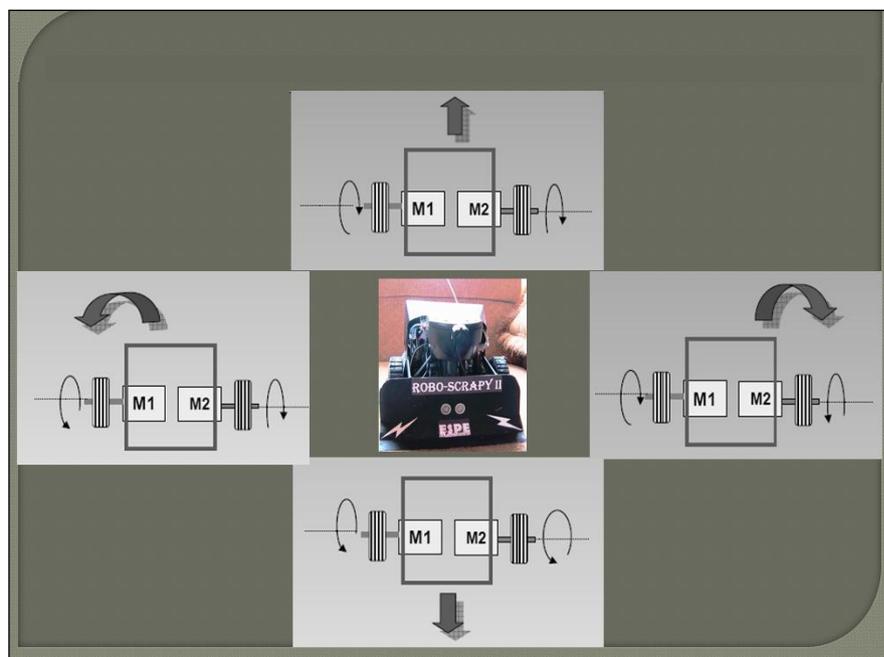
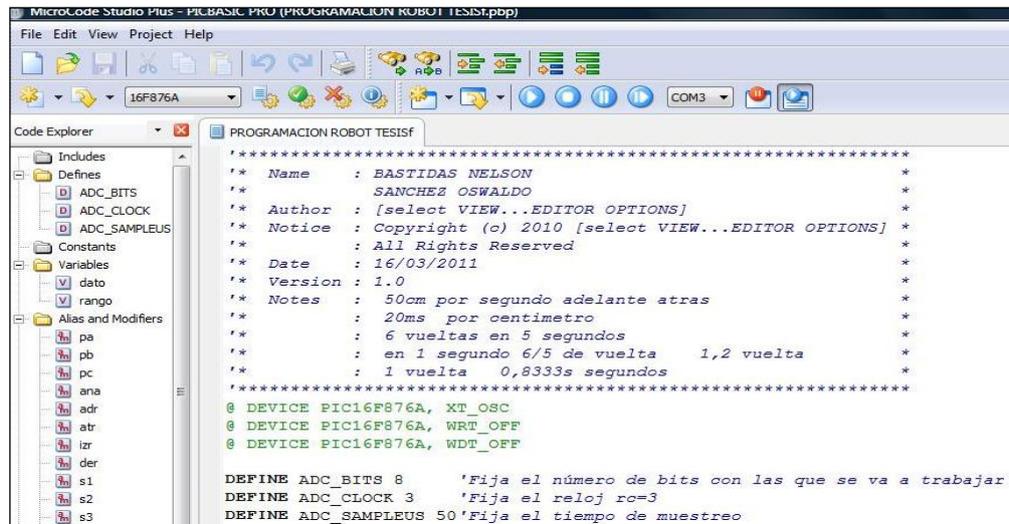


Figura 2.26 Dirección de movimientos realizados por el prototipo

2.6. DISEÑO DEL SOFTWARE

2.6.1. PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

- a) El lenguaje de programación usado es el Basic y se emplea la herramienta MicroCode Studio como se muestra en la figura 2.27



```
MicroCode Studio Plus - PICBASIC PRO (PROGRAMACION ROBOT TESIS1.pbp)
File Edit View Project Help
16F876A COM3
Code Explorer PROGRAMACION ROBOT TESIS1
Includes
Defines
  ADC_BITS
  ADC_CLOCK
  ADC_SAMPLES
Constants
Variables
  dato
  rango
Alias and Modifiers
  pa
  pb
  pc
  ana
  adr
  atr
  izr
  der
  s1
  s2
  s3
*****
'* Name      : BASTIDAS NELSON
'*          : SANCHEZ OSWALDO
'* Author    : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'* Notice    : Copyright (c) 2010 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'*          : All Rights Reserved
'* Date      : 16/03/2011
'* Version   : 1.0
'* Notes     : 50cm por segundo adelante atras
'*          : 20ms por centimetro
'*          : 6 vueltas en 5 segundos
'*          : en 1 segundo 6/5 de vuelta 1,2 vuelta
'*          : 1 vuelta 0,8333s segundos
*****
@ DEVICE PIC16F876A, XT_OSC
@ DEVICE PIC16F876A, WRT_OFF
@ DEVICE PIC16F876A, WDT_OFF
DEFINE ADC_BITS 8      'Fija el número de bits con las que se va a trabajar
DEFINE ADC_CLOCK 3    'Fija el reloj re=3
DEFINE ADC_SAMPLES 50 'Fija el tiempo de muestreo
```

Figura 2.27 Pantalla del MicroCode

- b) El programa compilado se carga en el microcontrolador con la ayuda de un programador universal para dispositivos programables o de un programador específico de los microcontroladores PIC. La figura 2.28 presenta esta segunda opción.

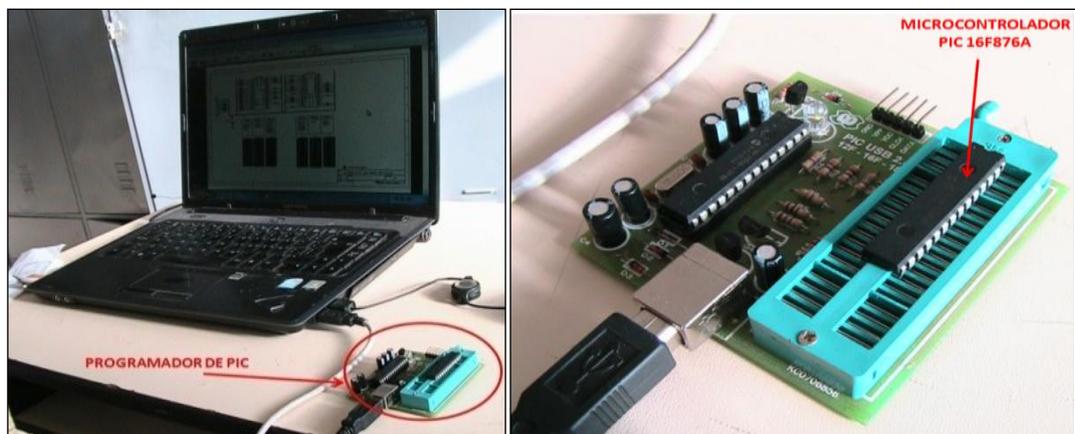
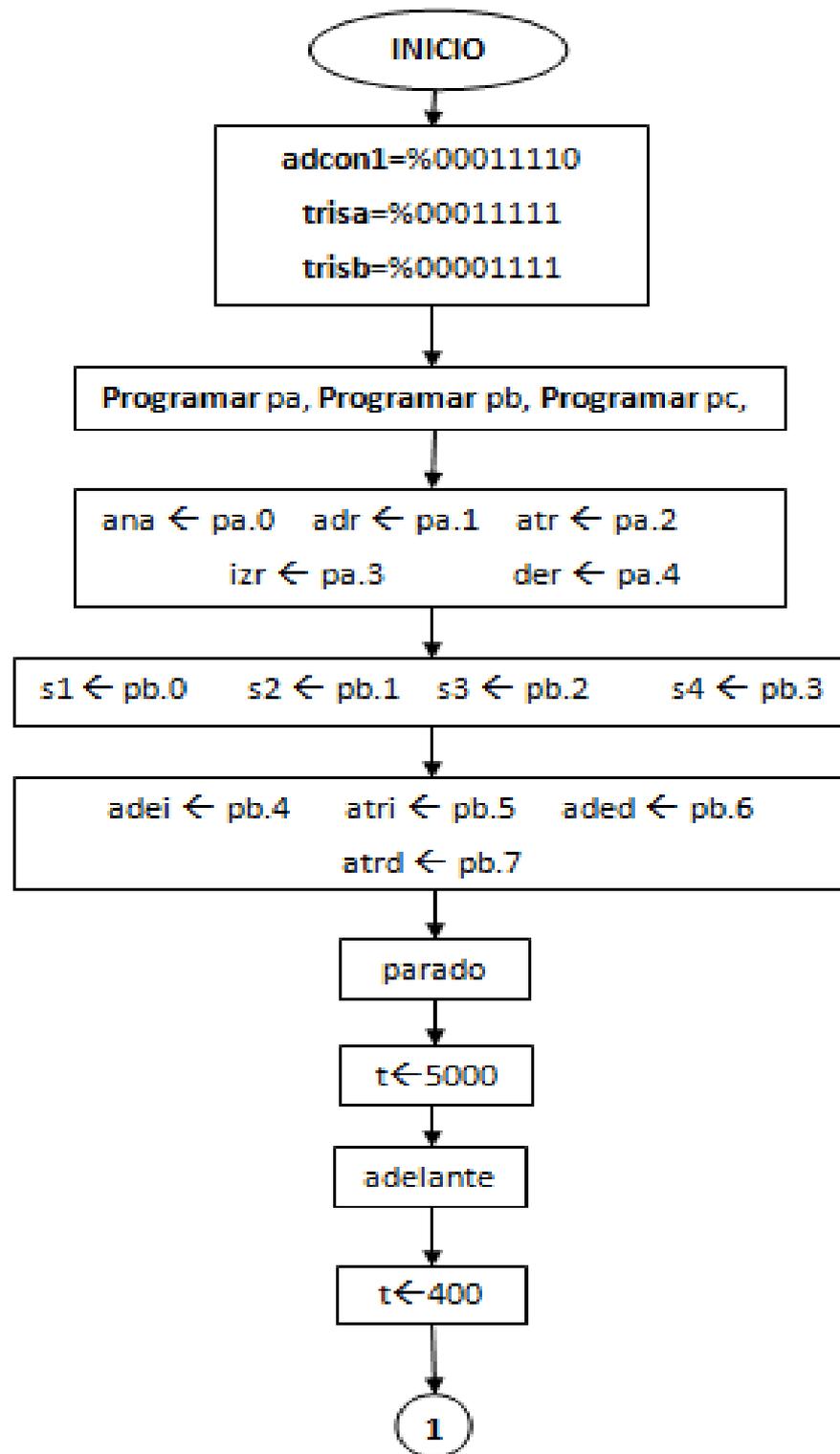
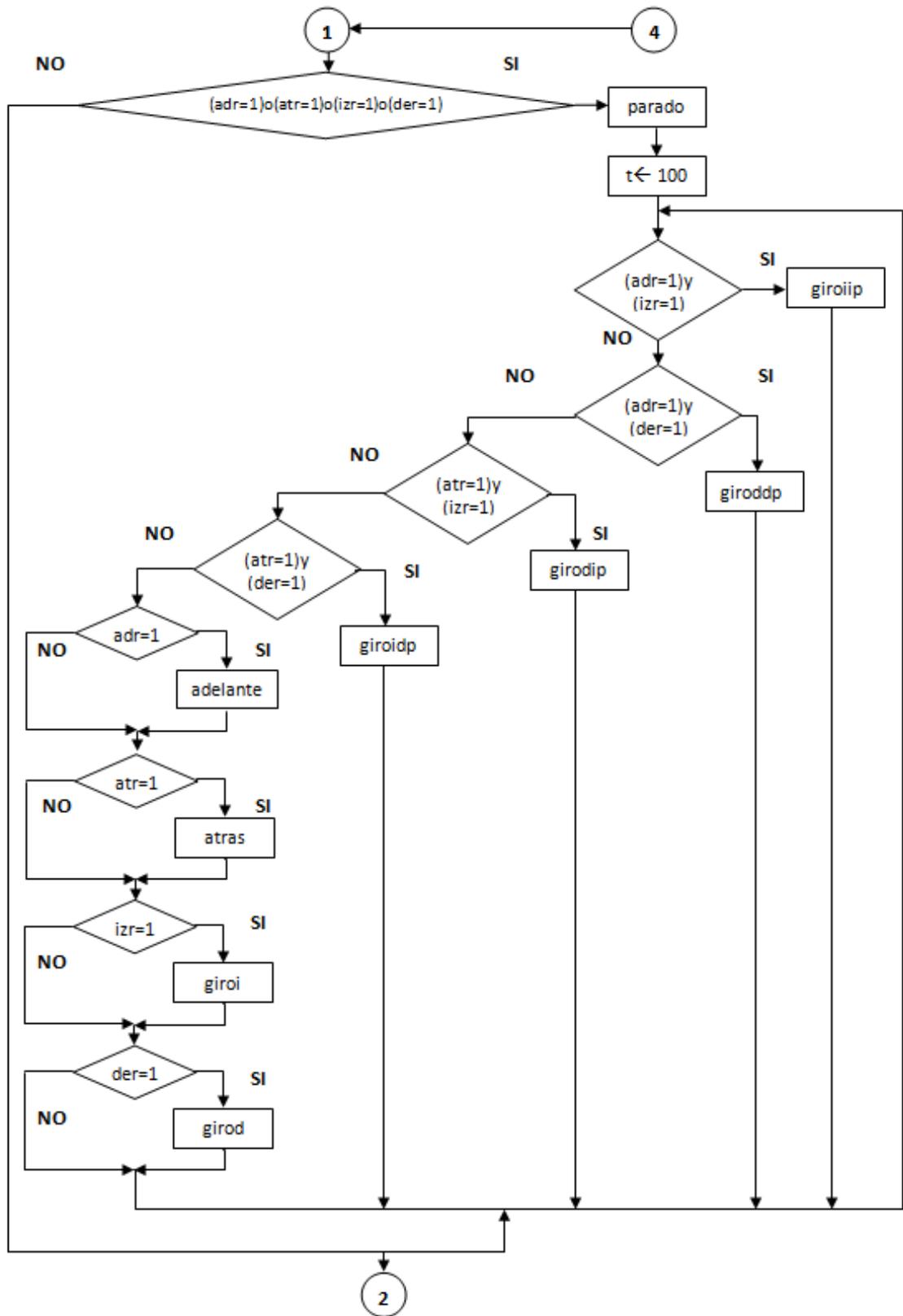
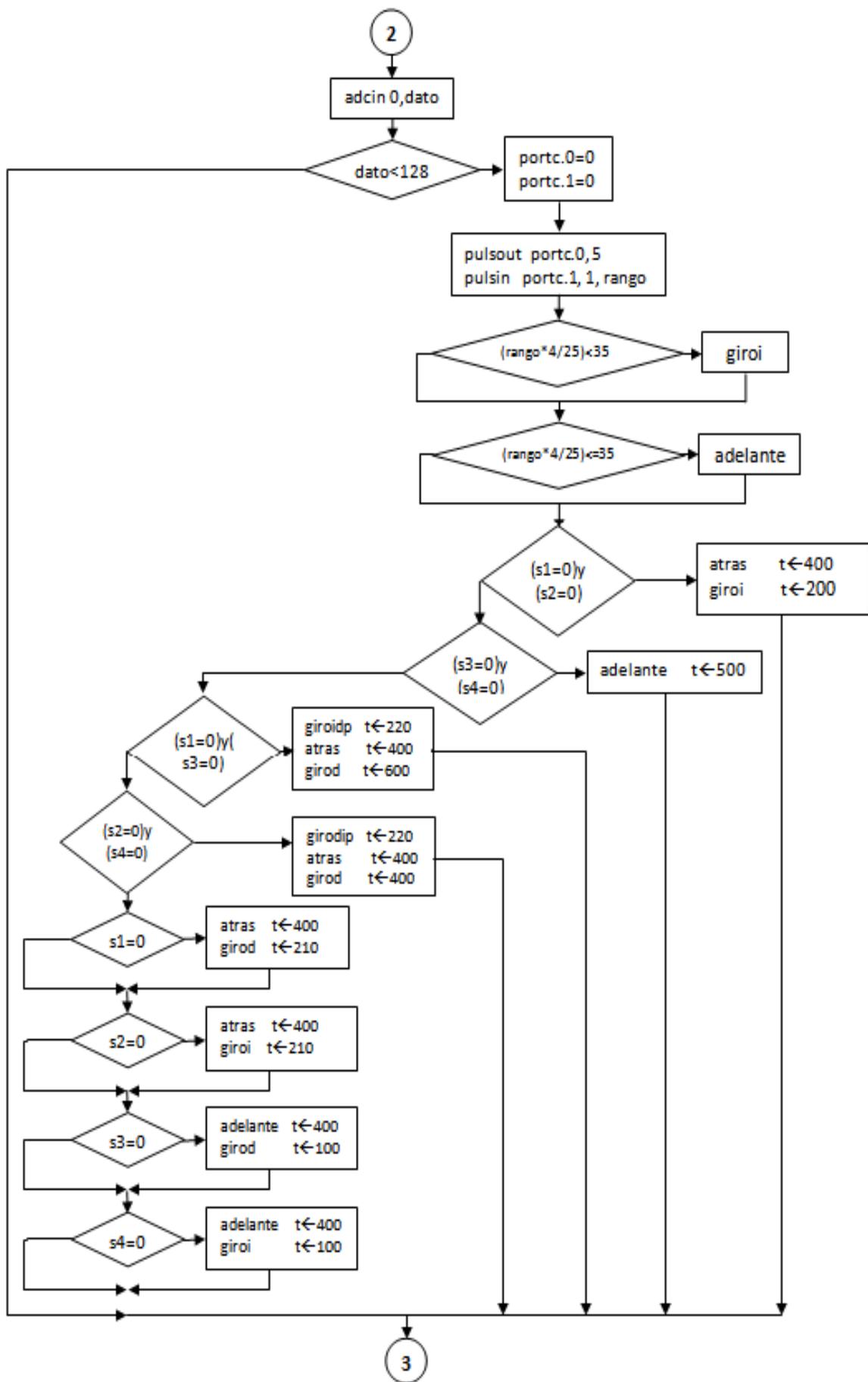


Figura 2.28 PC con el programador de PIC's

c) El programa sigue la secuencia del diagrama de flujo de la figura 2.29







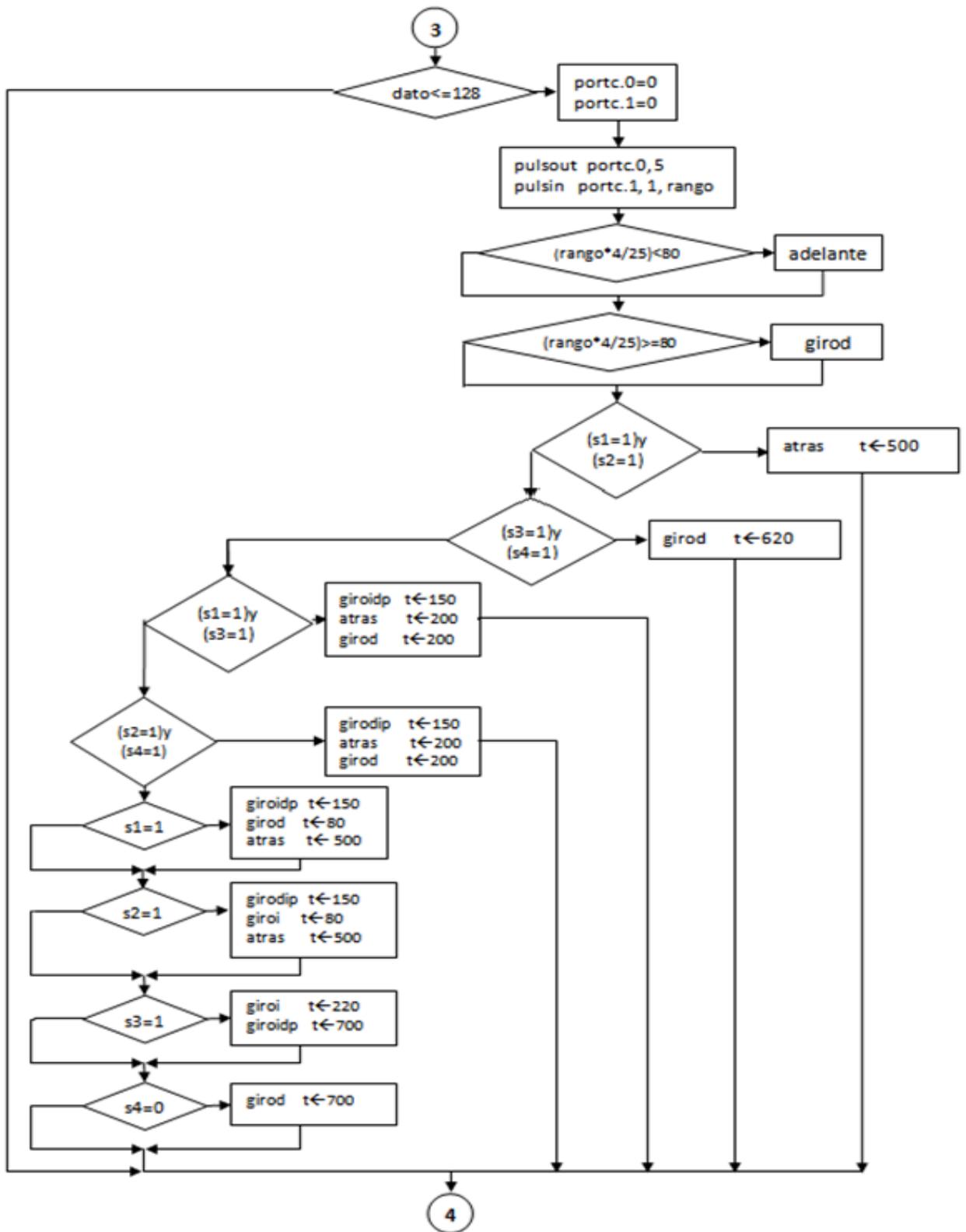


Figura 2.29 Diagrama de flujo de la programación del prototipo en sus diferentes modos de operación

La subrutina de robot parado se presenta en la figura 2.30

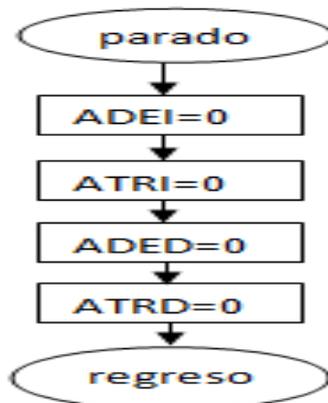


Figura 2.30 Subrutina parado

La subrutina robot adelante se presenta en la figura 2.31

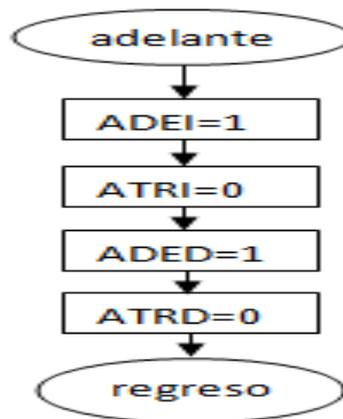


Figura 2.31 Subrutina adelante

La subrutina robot giro a la izquierda se presenta en la figura 2.32

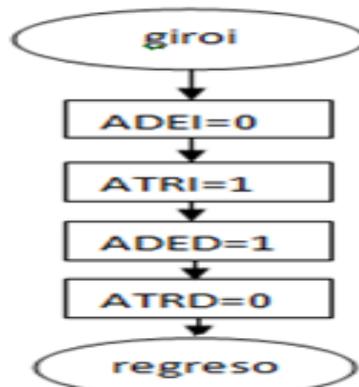


Figura 2.32 Subrutina giro a la izquierda

La subrutina robot giro a la derecha se presenta en la figura 2.33

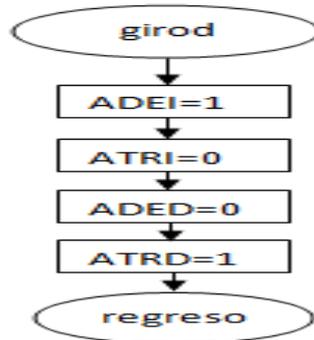


Figura 2.33 Subrutina giro a la derecha

La subrutina robot giro derecha con la llanta izquierda parada y la llanta derecha hacia atrás se presenta en la figura 2.34

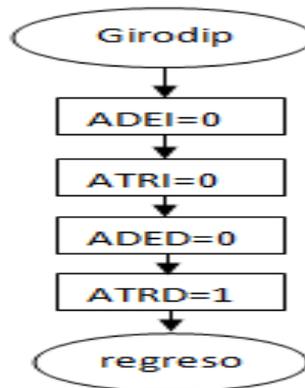


Figura 2.34 Subrutina giro a la derecha, llanta izquierda parada

La subrutina robot giro a la izquierda con la llanta derecha parada y la llanta izquierda hacia atrás se presenta en la figura 2.35

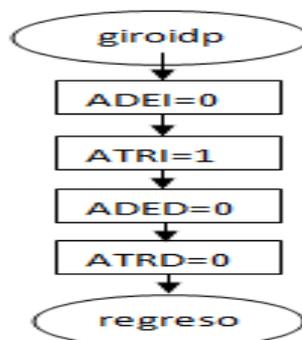


Figura 2.35 Subrutina giro a la izquierda, llanta derecha parada

La subrutina robot giro derecha con la llanta derecha parada y la llanta izquierda hacia adelante se presenta en la figura 2.36

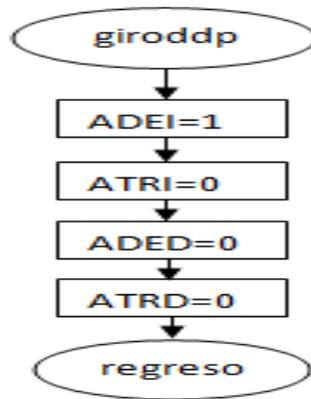


Figura 2.36 Subrutina giro a la derecha, llanta derecha parada

La subrutina robot giro a la izquierda con la llanta izquierda parada y la llanta derecha hacia adelante se presenta en la figura 2.37

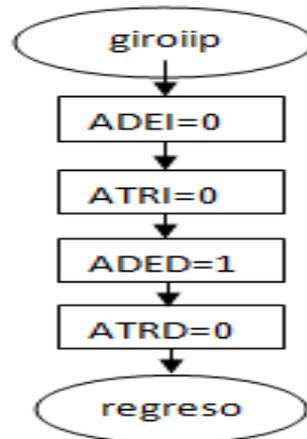


Figura 2.37 Subrutina giro a la izquierda, llanta izquierda parada

En el anexo 1 está el programa en Basic realizado.

2.7. INSTALACIÓN DE LA MINICÁMARA INHALÁMBRICA RC302 2.4G

La cámara de video seleccionada es la MINI RC302 2.4G por su tamaño, su tipo de alimentación y su instalación.

En la figura 2.38 se presenta el Kit de la microcámara RC302 2.4G con todos sus accesorios.



Figura 2.38 Kit mini cámara RC302 2.4G

La instalación de la microcámara es sencilla, tan sólo hay que colocarla en el sitio deseado y conectar la alimentación. Como se lo utiliza de forma móvil se emplea 5V que se obtiene de un regulador de voltaje 7805 que es alimentado con una batería de 9V, cuya duración es de aproximadamente 2 a 3 horas.

Para recibir la señal de la microcámara, normalmente sólo hay que conectar el receptor a un televisor o a un videograbador doméstico mediante el cable de video y audio que trae el kit de la cámara, en este caso se conecta al computador y se lo hace mediante un adaptador de video USB Easy Cap. El receptor ofrecerá a la salida la señal de video compuesto y audio aplicable a cualquier TV, monitor de video, VCR, ordenador con digitalizadora, etc.

En la figura 2.39 se muestra el proceso de imagen capturada desde la cámara instalada en el prototipo al computador en tiempo real.



Figura 2.39 Proceso de digitalización de la imagen

Las inmejorables prestaciones del equipo hacen que su rango de aplicaciones sea muy amplio, resulta ideal para el prototipo móvil ya que por ser inalámbrico y de diminuto tamaño permite instalarlo fácilmente en cualquier lugar del prototipo.

No menos importante que la transmisión de imágenes es el sonido, la microcámara RC302 2.4G dispone de un micrófono incorporado que suministra sonido, fundamental para labores adicionales comandados por este tipo de señal. La cámara transmite su imagen en color, a pesar de su pequeño tamaño, el transmisor tiene la misma potencia que un video sender normal, llegando a los 10-20 metros en el exterior. En el interior, el rango viene determinado principalmente por el número de obstáculos que tiene que atravesar.

La tabla 2.6 presenta las características de la microcámara RC302 2.4G

Tabla 2.6 Características de la mini cámara RC302 2.4G

Elemento de imagen	Sensor CMOS
Sistema de TV	PAL
Resolución	420 líneas de Tv.
Frecuencia de recepción	2370-2510MHz con 8 canales
Micrófono	Incorporado en cámara
Doble línea de salida	Salida de la señal analógica AV
Conector de antena	SMA (Dentro de la aguja)
Alimentador cámara	6.5V-15V
Alimentador receptor	6.5V-15V
Tamaño	13 * 8 * 6 cm
Peso aproximado	265 gr.
Píxeles Cámara	0,3 mega píxeles.
Distancias de seguimiento	15.10 metros
Sensibilidad	-90dBm

2.8. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

2.8.1. ELABORACIÓN DE LA PLACA Y TODA LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA

Primero se debe seleccionar dónde se va a realizar el circuito electrónico, en una placa perforada o si se va a fabricar una placa del circuito impreso. En cualquiera

Una vez impreso este circuito en una hoja de papel fotográfico se procede a pasar la imagen del papel a la placa de cobre (Baquelita), este proceso se lo realiza utilizando una plancha; cuando se obtiene la imagen del circuito impregnada en la placa se procede a sobre escribir el mismo con un marcador permanente negro, esto permite conservar la imagen y que al momento de limpiar con el ácido se mantenga, esto se puede observar en la figura 2.42



Figura 2.42 Placa de cobre del circuito de control

Una vez ejecutado esto se procede a realizar los orificios donde se van a colocar y se sueldan, por último se asegura con silicona para que no se desprendan de alguna manera los elementos, el trabajo final se la muestra en la figura 2.43

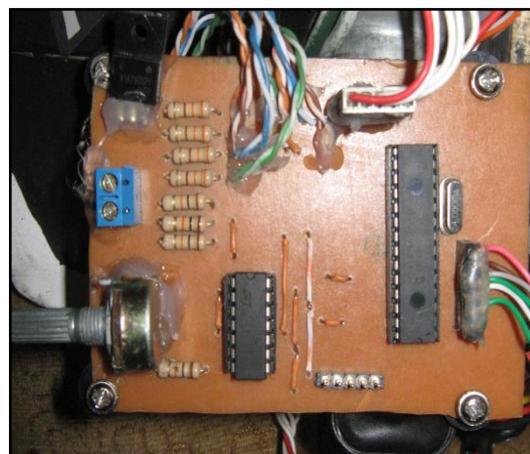


Figura 2.43 Placa de control implementada físicamente

2.8.3. CIRCUITO DE POTENCIA

Se sigue el mismo procedimiento del punto anterior.

En la figura 2.44 se tiene la simulación y en la figura 2.45 el circuito implementado.

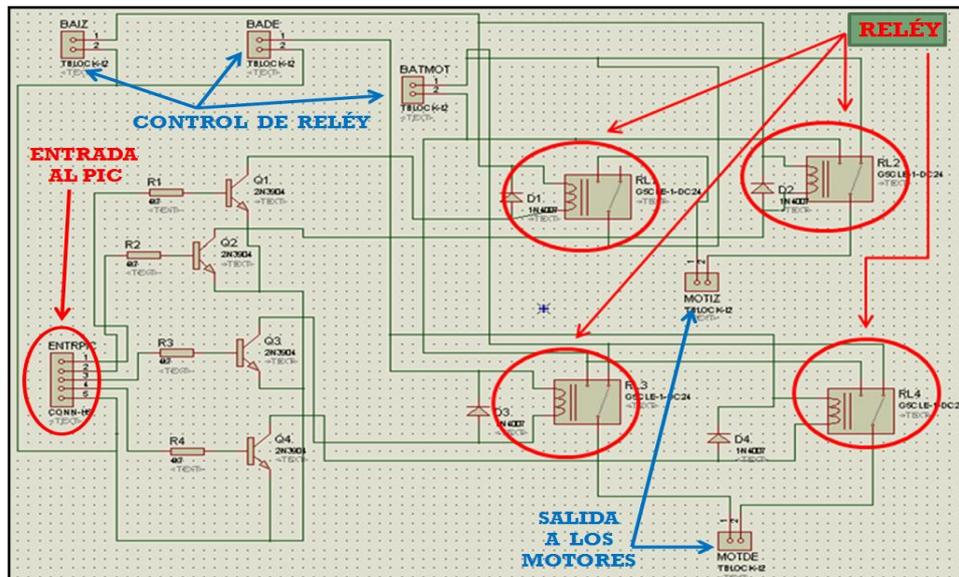


Figura 2.44 Simulación del circuito de potencia

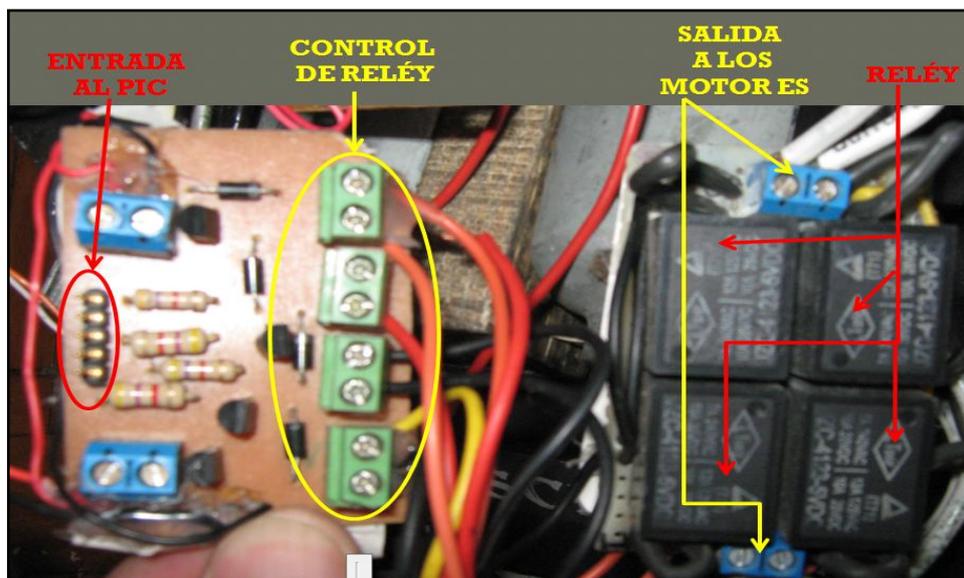


Figura 2.45 Placa implementada del circuito de potencia

2.8.4. CIRCUITO DE CONTROL DE RADIO FRECUENCIA

Se utiliza un control remoto de un carro de juguete, en la figura 2.46 se observa el circuito de transmisión y recepción respectivamente que se utilizar para el control del prototipo y este que trabaja a una frecuencia de 27 MHz.

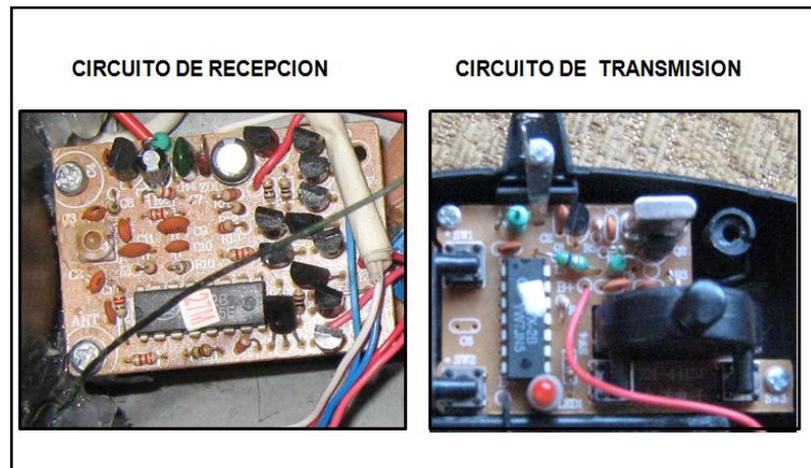


Figura 2.46 Circuito de RF del prototipo

2.8.5. CIRCUITO ACONDICIONADOR PARA EL CONTROL EN SUS DIFERENTES MODOS DE OPERACION

Se realizan los mismos pasos para obtener la placa de ésta etapa. En la figura 2.47 se ven los resultados.

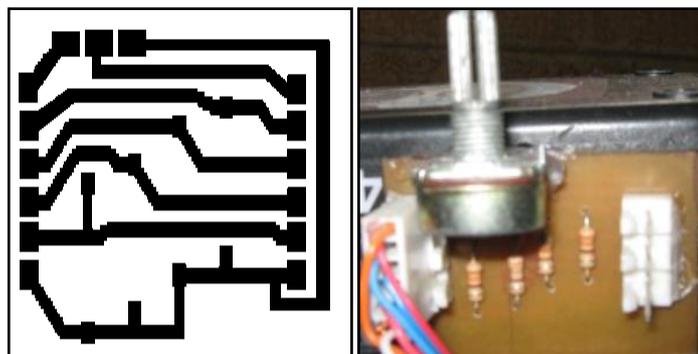


Figura 2.47 Placa del circuito acondicionador

En la figura 2.48 se aprecia todo el circuito del prototipo.

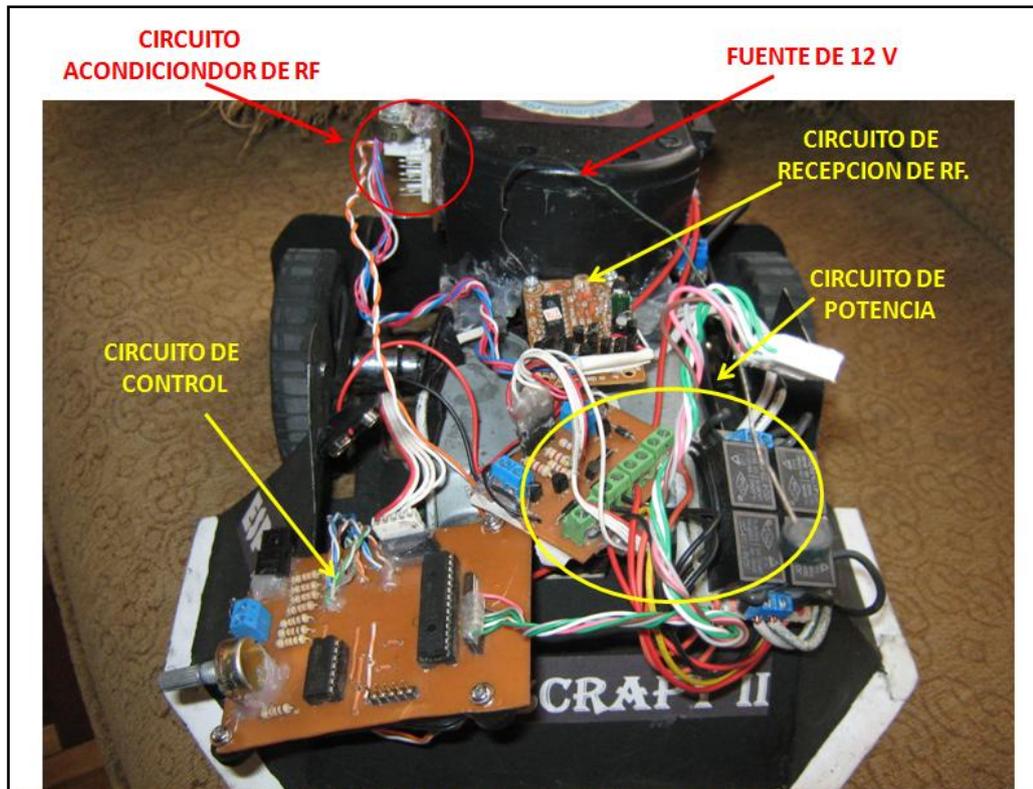


Figura 2.48 Circuito completo del prototipo del Robot móvil

CAPÍTULO III

EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. PRUEBAS DE OPERACIÓN

Se realizaron 3 tipos de pruebas con el prototipo. En la figura 3.1 se puede observar la primera prueba realizada en el concurso interno de la ESPE-L, después de la cual se realizaron algunas correcciones y mejoras, en primer lugar de la estructura y en segundo lugar de la posición de los sensores infrarrojo y de contacto.



Figura 3.1 Pruebas del prototipo en el concurso interno de la ESPE-L

Se realizó una segunda estructura con la cual se quería obtener más robustez la cual se probó en el concurso nacional de robótica realizado en la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAGUIL (UCSG) obteniendo buenos resultados. Luego de esa participación se realizaron adaptaciones de la parte del control por medio de radio frecuencia.

En la figura 3.2 se observa la participación en la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAGUIL



Figura 3.2 Pruebas del prototipo en el concurso nacional de robótica

En la figura 3.3 se pueden observar las pruebas que se realizaron por medio del control de radio frecuencia, obteniendo un alcance de hasta 10 m.

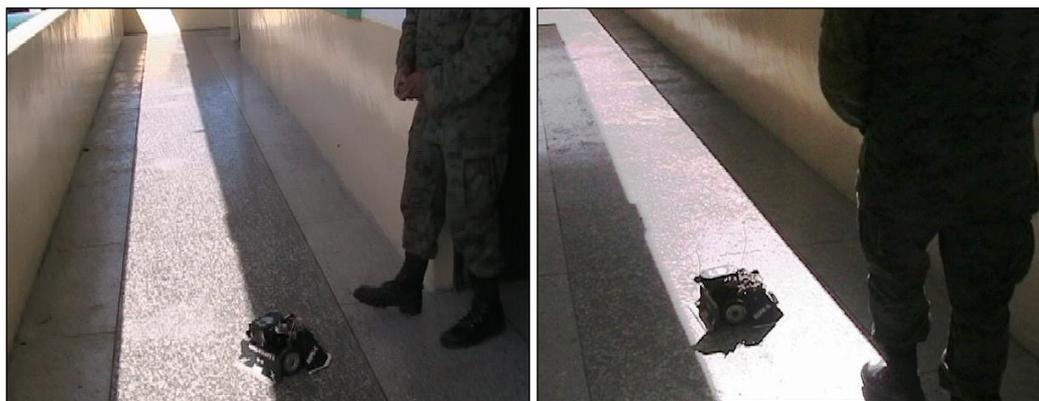


Figura 3.3 Pruebas con radio frecuencia

Las últimas pruebas del funcionamiento de todo el sistema que posee el prototipo fue realizada en la expo universidades que se dio en la ciudad del Puyo en la

figura 3.4 se puede observar esa participación, las cuales fueron en un escenario real.



Figura 3.4 Pruebas del prototipo en la expo universidades

El acondicionamiento y modo de operación, por medio de un potenciómetro que varía el voltaje, fue configurado para que cuando sea menor que 2.5 V trabaje como robot autónomo, si se varía el potenciómetro a un voltaje de mayor o igual de 2.5 V el robot trabaje tipo sumo y si en cualquiera de estas 2 posiciones se transmite con el control de radio frecuencia el prototipo no importa en el modo en que se esté trabajando abandona éste modo de operación y pasa a trabajar como robot explorador.

3.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En las pruebas realizadas, se lograron los resultados deseados como se detalla a continuación:

- **Como robot sumo**

Es adecuado por su estructura sin embargo sería recomendable se realice una pequeña variación en el frente, que debería tener la tracción en lugar de ser en la parte delantera en la parte posterior.

- **Como robot autónomo**

Cuando trabaja como robot autónomo éste evade obstáculos si se encuentra un objeto; a menos de 35 cm da un medio giro a la izquierda sin ningún problema y si la distancia es mayor a 35 cm va hacia adelante.

- **Como robot explorador controlado por medio de RF**

Al estar trabajando en cualquiera de los 2 modos de operación sea en robot autónomo o robot sumo, y al mandar una señal de RF presionando cualquier botón del control de mando del transmisor se interrumpen estos modos de operación y se puede trabajar como robot explorador controlado por RF y transmite una señal de video en tiempo real.

- **Mini cámara**

La mini cámara tiene una limitación en la distancia de la señal de la imagen de la cámara que es de 15 m con obstáculos, atravesando paredes y techos. En línea de vista es de 15 hasta 20 m con respecto a la imagen de la cámara inalámbrica.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- En principio la construcción de este prototipo fue un reto, se lo tomó para la competencia interna realizado en la ESPE-L y la constante investigación permitió incrementar los conocimientos y observar otros comportamientos del prototipo que se fueron integrando al sistema de funcionamiento y configuración.
- En la construcción del prototipo se pudo acondicionar tres tipos de robot en uno solo.
- La construcción se vio facilitada en su mayoría por el diseño mecánico de las estructuras de aluminio que se seleccionaron y de los circuitos impresos, que unidos dan una mayor resistencia y firmeza a este prototipo.
- Como fue la tónica de todo este trabajo de titulación, las piezas tanto electrónicas, mecánicas, electromecánicas y demás cumplen más de un rol, o sea una doble función, lo que ha permitido que con pocas piezas se puedan construir el prototipo antes señalado que cumple tres funciones.
- Los diseños propuestos tanto de los circuitos electrónicos y de las estructuras son ideas originales de los autores de este trabajo, aunque algunos circuitos electrónicos de otros fabricantes realicen la misma función, no están configurados para el funcionamiento directo del microcontrolador para el cual fue programado y que cumpla con estas funciones.
- Aunque el diseño de las estructuras del prototipo no es el tema principal de este trabajo de grado, si son importantes para dar vida a los robot, ya que

estas son las que permiten el nexo entre las distintas materias involucradas (Electrónica, Mecánica, Software), como se ha comentado, la idea en la que gira todo el diseño es la utilización de las distintas partes para más de un propósito.

- Dentro de las aplicaciones educativas de este prototipo o en sí de la robótica se encuentra la del aprendizaje de otras asignaturas ligadas al régimen de enseñanza de cada carrera, en los que se promueve la investigación o algún tipo de afinidad a la robótica muchas veces algunas personas lo realizan por hobby permitiendo al estudiante poder observar lo que antes sólo debía imaginar, logrando así que los integrantes del club de robótica de la ESPE-L, compartan experiencias vividas a los compañeros que se adentran a este mundo de la robótica, ya que el estudiante puede retener información gracias al uso no solo de la visión, sino que también de otros sentidos y así transmitir una mayor cantidad de información que adquirió en el club a sus compañeros y desempeñarse mucho mejor en las aulas de clase.
- Quizás el mayor aporte de este trabajo de grado es el poder entregar una herramienta que sirva de incentivo a la investigación y participación constante del estudiante y que exista una mejor relación entre docente y estudiante.

4.2. RECOMENDACIONES

- La posibilidad de aplicaciones de este prototipo podrían ser varias permitiendo la utilización de este tanto para la educación, como para su aplicación en el campo industria, seguridad o en cualquier otro de alguna manera pero siempre y cuando se lo construya con mejores tipos de elementos orientados de acuerdo a su campo a emplearse.
- Al diseño se puedan agregar más piezas de distintos materiales, permitiendo de esta manera incluir nuevas formas de utilización y configuración, ayudando a que esta propuesta se renueve constantemente.

Así se puede evidenciar que la tecnología que se conoce, rápidamente va quedando obsoleta, cambiando por ejemplo las velocidades de procesamiento de los microcontroladores y los fabricantes que los suministran.

4.3. BIBLIOGRAFÍA

www.microstamp.com

www.todorobotica\have a nice day mini sumo robot - robot room.mht

www.roboticapypyroboticaparaguay - robots -3.mht

www.sumo-bot microcontroladores.mht

www.csm\mini-rc302-2-4g-av-wireless-receiver-3-6mm-pinhole-lens-cm200-surveillance-camera-black-81100003640325.htm

www.csm\wireless_wireless_surveillance_suit_video_camera.html

[www.institutoidf/instituto de diseño para la fabricación y producción automatizada \(idf-upv\)](http://www.institutoidf/instituto de diseño para la fabricación y producción automatizada (idf-upv))

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

<http://es.wikipedia.org/wiki/rob%c3%b3tica>

http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/movil.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/sensor><http://www.x-robotics.com/sensores.htm>

<http://www.todorobot.com.ar/documentos/dc-motor.pdf> http://perso.wanadoo.es/luis_ju

http://en.wikipedia.org/wiki/emotlectric_or <http://es.wikipedia.org/wiki/microcontrolador>

<http://www.disca.upv.es/aperles/web51/modulos/index2/fabricantes.htm>

<http://www.iearobotics.com/personal/juan/publicaciones/art9/html/node2.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/microcontrolador_pic

http://courses.engr.illinois.edu/ece445/projects/spring2005/project42_design_review.pdf

4.4. ANEXOS

ANEXO 1

LENGUAJE DE PROGRAMACION

```
*****
* Name   : BASTIDAS NELSON
*        : SANCHEZ OSWALDO
* Author : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
* Notice : Copyright (c) 2010 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
*        : All Rights Reserved
* Date   : 16/03/2011
* Version : 1.0
* Notes  : 50cm por segundo adelante atras
*        : 20ms por centimetro
*        : 6 vueltas en 5 segundos
*        : en 1 segundo 6/5 de vuelta 1,2 vuelta
*        : 1 vuelta 0,8333s segundos
*****
@ DEVICE PIC16F876A, XT_OSC
@ DEVICE PIC16F876A, WRT_OFF
@ DEVICE PIC16F876A, WDT_OFF

DEFINE ADC_BITS 8   'Fija el número de bits con las que se va a trabajar
define ADC_CLOCK 3  'Fija el reloj rc=3
define ADC_SAMPLEUS 50'Fija el tiempo de muestreo

datovar word

rangovar word

pavar porta
pb VAR portb
pvarportc

adcon1=%00011110
trisa=%00011111
trisb=%00001111

ana var porta.0
adr var porta.1
atr var porta.2
izr var porta.3
dervar porta.4
```

```
s1 var portb.0
s2var portb.1
s3var portb.2
s4 var portb.3
```

```
adei var portb.4
atri var portb.5
aded VAR portb.6
atrdvar portb.7
```

```
gosub parado
```

```
PAUSE 5000
```

```
gosub adelante
```

```
pause 250
```

```
inicio:
```

```
'***** RADIO FRECUENCIA *****
```

```
if (adr==1 or atr==1 or izr==1 or der==1) then
```

```
gosubparado
```

```
    PAUSE 100
```

```
radiof:
```

```
if (adr==1) and (izr==1) then
```

```
gosubgiroiip
```

```
else
```

```
if (adr==1) and (der==1) then
```

```
gosubgiroddp
```

```
else
```

```
if (atr==1) and (izr==1) then
```

```

gosubgirodip

else

if (atr==1) and (der==1) then

gosubgiroidp

else

if (adr==1) then
gosubadelante
endif

if (izr==1) then
gosubgiroi
endif

if (atr==1) then
gosubatras
endif

if (der==1) then
gosubgirod
endif

endif

endif

endif

endif

endif

iF(ADR==0 and ATR==0 and IZR==0 and DER==0)THEN
gosub parado
endif

gotoradiof

endif  '***** FIN DE RADIOFRECUENCIA *****

adcin 0,dato

' ***** INICIO DE ROBOT AUTÓNOMO *****

```

```

if (dato<128) then

    portc.0=0
    portc.1=0

    pulsout portc.0, 5
    pulsins portc.1, 1, rango

    if((rango*4/25)<35) then

        gosubgiroi

    endif

    if((RANGO*4/25)>=35) THEN

        gosubadelante

    endif

    if (s1==0)AND(s2==0) then
        gosub atras
            pause 400
            gosub giroi
            pause 200

    else

        if (s3==0)AND(s4==0) THEN
            gosubadelante
            pause 500

        else

            if (s1==0)and(s3==0) THEN
                gosubgiroidp
                pause 220
                gosubatras
                pause 400
                gosubgirod
                pause 600

            else

                if (s2==0)and(s4==0) then
                    gosubgirodip

```

```

                PAUSE 220
gosubatras
pause 400
gosubgirod
pause 400

else

if (s1==0) then
gosubatras
pause 400
gosubgirod
pause 210
endif

if (s2==0) then
gosubatras
pause 400
gosubgiroi
pause 210
endif

if (s3==0) then
gosubadelante
pause 400
gosubgirod
pause 100
endif

                IF (S4==0) THEN
gosub adelante
                pause 400
gosubgiroi
pause 100
endif

endif

endif

endif

endif

endif ***** FIN DEL ROBOT AUTÓNOMO *****

```

***** INICIO ROBOT SUMO *****

if (dato>=128) then

 portc.0=0
 portc.1=0
pulsout portc.0, 5

pulsin portc.1, 1, rango

if((rango*4/25)<80) then

gobadelante

endif

if((rango*4/25)>=80) then

gobgirod ' giro derecha para que busque con el sensor de us

endif

if (s1==1)and(s2==1) then ' ***** INFRARROJOS *****

gobatrás
pause 500

else

if (s3==1)and(s4==1) then

gobgirod
pause 620

else

if (s1==1)and(s3==1) then

gobgiroidp
pause 150
gobatrás
pause 200
gobgirod
pause 200

```

else

if (s2==1)and(s4==1) then
gosub girodip
    pause 150
    gosub atras
    pause 200
gosubgirod
pause 200

else
if (s1==1) then
gosubgiroidp
pause 150
gosubgirod
pause 80
gosubatras
pause 500
endif

if (s2==1) then
gosubgirodip
pause 150
    gosub giroi
    pause 80
    gosub atras
pause 500
endif

if (s3==1) then
gosubgiroi
pause 220
gosubgiroidp
pause 700

endif

if (s4==1) then
gosubgirod
pause 700

endif

endif

endif

```

endif

endif '***** FIN INFRARROJOS *****'

endif '***** FIN DEL ROBOT SUMO *****'

goto inicio

'***** INICIO DE SUB RUTINAS*****'

parado: 'ROBOT SIN MOVIMIENTO

ADEI=0

ATRI=0

ADED=0

ATRD=0

return

adelante: 'ADELANTE

ADEI=1

ATRI=0

ADED=1

ATRD=0

return

atras:

ADEI=0 'ATRAS

ATRI=1

ADED=0

ATRD=1

return

giroi: 'GIRO A LA IZQUIERDA

ADEI=0

ATRI=1

ADED=1

ATRD=0

RETURN

girod: 'GIRO A LA DERECHA

ADEI=1

ATRI=0

ADED=0

ATRD=1
return

giroidp: 'GIRO DERECHA -> LLANTA IZQUIERDA PARADA_LLANTA DERECHA
ATRAS
ADEI=0
ATRI=0
ADED=0
ATRD=1
return

giroidp: 'GIRO IZQUIERDA -> LLANTA DERECHA PARADA_LLANTA IZQUIERDA
ATRAS
ADEI=0
ATRI=1
ADED=0
ATRD=0
return

giroddp: 'GIRO DERECHA -> LLANTA DERECHA PARADA_LLANTA IZQUIERDA
ADELANTE
ADEI=1
ATRI=0
ADED=0
ATRD=0
return

giroiip: 'GIRO IZQUIERDA -> LLANTA IZQUIERDA PARADA_LLANTA DERECHA
ADELANTE
ADEI=0
ATRI=0
ADED=1
ATRD=0
return

END

Latacunga, Marzo del 2011.

ELABORADO POR:

Bastidas Duchi Nelson Patricio

CBOP. DE I.

Sánchez Cabezas. Oswaldo Germán

CBOP. DE COM.

Ing. Armando Álvarez S.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICADO POR:

Dr. Eduardo Vázquez A.

SECRETARIO ACADÉMICO