



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS PARA EL ENSAMBLAJE
DE ROBOTS MULTIFUNCIONALES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORES

ESTUARDO ANDRÉS CHÁVEZ VARGAS
ANDRÉS GUSTAVO PALTÁN SANUNGA

RIOBAMBA – ECUADOR

2015



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS PARA EL ENSAMBLAJE
DE ROBOTS MULTIFUNCIONALES”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORES: **ESTUARDO ANDRÉS CHÁVEZ VARGAS**
ANDRÉS GUSTAVO PALTÁN SANUNGA
TUTOR: **ING. PAÚL ROMERO**

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS ELECTRONICÓS PARA EL ENSAMBLAJE DE ROBOTS MULTIFUNCIONALES”, de responsabilidad de los señores egresados Estuardo Andrés Chávez Vargas Y Andrés Gustavo Paltán Sanunga, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Gonzalo Samaniego DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Alberto Arellano DIR. ESC. DE INGENÍERA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Paúl Romero R. DIRECTOR DE TESIS
Ing. Jorge Paucar. MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH
NOTA DE LA TESIS	

“Nosotros, **Estuardo Andrés Chávez Vargas y Andrés Gustavo Paltán Sanunga** somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en ésta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO”

.....
Estuardo Andrés Chávez Vargas

.....
Andrés Gustavo Paltán Sanunga

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres que incondicionalmente nos han apoyado en las diferentes etapas de nuestra vida.

A nuestro eterno amigo y compañero Ing. Paúl Romero quien con vocación y humildad nos ha impartido sus valiosos conocimientos.

A nuestro querido amigo que en paz descansa Dr. Romeo Rodríguez por brindarnos el espacio para desarrollar proyectos y poner en práctica lo aprendido en las aulas.

Estuardo y Andrés

Gratitud inmensa a Dios, quien guía mis pasos, poniéndome en el camino, excelentes personas, dándome la inspiración, la voluntad para no decaer y si lo hice alguna vez, dándome las fuerzas para levantarme.

Muy agradecido con mi madre Rebeca, ejemplo de fuerza, perseverancia y sencillez a mi Padre por siempre procurar nuestro bienestar, a mi hermana Sara por su cariño infinito a la distancia, a mis tías, Tolima y Gerardina por su paciencia, y confianza. Y gracias a Leidy por su amor incondicional.

Estuardo

Como no empezar agradeciendo a Papito Dios por ser la fuerza espiritual y el aliento de cada día.

A mi madre (mamita Melinda) un ejemplo de lucha y sacrificio, me demostró que con esfuerzo y trabajo honrado los metas son más valiosas.

A toda mi familia por estar ahí siempre en los momentos difíciles y emotivos, gracias por sus palabras y consejos

Al grupo de AA que me devolvieron la oportunidad de estar sobrio y poder encarar mis problemas con dignidad.

Y finalmente a una mujer muy especial en mí vida que me acompañó en esta bonita experiencia

Andrés

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	4
INDICE DE FIGURAS.....	5
INDICE DE TABLAS.....	7
RESUMEN.....	8
SUMARY.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
HIPÓTESIS.....	14
CAPITULO I	
1. MARCO TEORICO	15
1.1 Sistemas Electrónicos Digitales	15
1.1.1 <i>Introducción a los Microcontroladores</i>	15
1.1.2 <i>¿Qué hacen los Microcontroladores?</i>	16
1.1.3 <i>Características de los Microcontroladores</i>	17
1.1.4 <i>Microcontroladores PIC</i>	18
1.1.5 <i>Bit Y Byte</i>	199
1.1.6 <i>Circuitos Lógicos</i>	20
1.1.7 <i>Lenguaje de Programación de un microcontrolador</i>	20
1.1.8 <i>Convertidor Analógico Digital</i>	22
1.1.9 <i>Interrupciones</i>	24
1.2 Robots Móviles.....	26
1.2.1 <i>Introducción a la robótica.</i>	26
1.2.2 <i>Definición de robot móvil</i>	27
1.2.3 <i>Clasificación de los robots móviles</i>	27
1.3 Actuadores	28
1.3.1 <i>Características de los actuadores.</i>	28
1.3.2 <i>Motores DC (corriente directa)</i>	28
1.3.3 <i>Servomotores</i>	29
1.3.4 <i>Micro motores</i>	31
1.3.5 <i>Controlador de motores (Driver puente H)</i>	31
1.3.6 <i>Fuentes de energía</i>	33
1.3.7 <i>Ruedas en los robots móviles</i>	39
1.3.8 <i>Instrumentación</i>	42
1.4 Programación de Robots móviles (PICBASIC).....	47

CAPITULO II

2. DISEÑO DE MÓDULOS	53
2.1 Módulos principales (Cerebros).....	53
2.1.1 <i>Cerebro con pic 16F628A</i>	53
2.1.2 <i>Cerebro con Pic 16F877A.</i>	55
2.2 Módulos secundarios.....	57
2.2.1 <i>Controladora de motores con el integrado L293D</i>	57
2.2.2 <i>Controladora de motores con el integrado L298N</i>	599
2.2.3 <i>Controladora de motores con relés</i>	61
2.2.4 <i>Placa sensores distribución general</i>	63
2.2.5 <i>Placa sensores distribución lineal.</i>	65
2.2.6 <i>Placa sensor unitario.</i>	67
2.3 Chasis	68
2.4 Motores.....	69
2.5 Llantas	70
2.6 Sensores	71
2.7 Alimentación (baterías).....	72
2.8 Cableado.....	73

CAPITULO III

3. ENSAMBLAJE DE ROBOTS	74
3.1 Armado de Robots.....	74
3.1.1 <i>Robot seguidor de línea</i>	74
3.1.2 <i>Robot mega sumo</i>	76
3.1.3 <i>Robot velocista</i>	789
3.1.4 <i>Robot mini sumo</i>	80

CAPITULO IV

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	82
4.1 Pruebas Electricas	82
4.1.1 <i>Corrientes consumidas</i>	82
4.2 Pruebas de Voltajes.....	85
4.2.1 <i>Datos Obtenidos en Pruebas Experimentales</i>	855
4.3 Voltajes.....	89
4.4 Pruebas De Software (Programación)	899
4.5 Correcciones	900
4.6 Resultados	900

CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CPU.-	Central Processing Unit.
EEPROM. -	Electrically Erasable/Programmable ROM
EPROM. -	Electrically Programmable ROM
LIPO. -	Lithium Polymer Battery.
MAH.-	Miliamperio-Hora
MHZ.-	Mega Hertz.
PCB. -	Printed Circuit Board.
PIC. -	Programmable Intelligent Computer.
PWM. -	Pulse Width Modulation.
RAM. -	Random Access Memory.
ROM. -	Read Only Memory.
RISC. -	Reduced Instruction Set Computer.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Bloques De Un Microcontrolador	15
Figura 2-1	Programación del microcontrolador	21
Figura 3-1	Transición de la programación	22
Figura 4-1	Convertidor A/D	23
Figura 5-1	Justificación en los registros Adresh y Adresl.....	24
Figura 6-1	Inicio del programa.....	25
Figura 7-1	Reinicio Blackout	26
Figura 8-1	Reinicio Brownout	26
Figura 9- 1	Ruido Eléctrico	26
Figura 10-1	Reinicio Maestro	26
Figura 11-1	Tipos de Actuadores	28
Figura 12-1	Motor de CD.....	29
Figura 13-1	Control de posición de servomotores, a) 0°, b) 90°, c) 180°	30
Figura 14-1	Servomotor Futaba y Hitec 311	30
Figura 15-1	Micro motor.....	31
Figura 16-1	Diseño en proteus del puente h.....	32
Figura 17-1	Esquema de Pines L298N.....	33
Figura 18-1	Baterías	34
Figura 19-1	Batería Ni-Cd de 6 elementos (7.2V) y 400mAh	36
Figura 20-1	Batería Ni-MH de 3 (3.6V) elementos y 800mAh	37
Figura 21-1	Batería Li-Po de 3 elementos (11.1v), 2100mAh y 20C	37
Figura 22-1	Cargador sin equilibrador para baterías Li-Po de 1 a 4 elementos	38
Figura 23-1	Cargador universal Ultra Dúo Plus 60 del fabricante Graupner	39
Figura 24-1	Rueda Estándar	40
Figura 25-1	Rueda Loca.....	40
Figura 26-1	Rueda Suiza.....	40
Figura 27-1	Rueda Esférica.....	41
Figura 28-1	Configuración Triciclo	41
Figura 29-1	Configuración Ackerman	41
Figura 30-1	Configuración Sincronizada	42
Figura 31-1	Configuración Omnidireccional	42
Figura 32-1	Configuración Diferencial	42
Figura 33-1	Sensores ópticos CNY70 y EE-SX67.....	44
Figura 34-1	LDR	44
Figura 35-1	Fotodiodo.....	44
Figura 36-1	Fototransistor.....	45
Figura 37-1	Sensor de sonido.....	45
Figura 38-1	Ultrasónico parallax.....	46
Figura 39-1	Sensor de distancia Sharp.....	46
Figura 40-1	Subrutina	48
Figura 1-2:	Diseño en Proteus (16F628A)	53
Figura 2-2	Diseño en Ares Professional (16F628A)	54
Figura 3-2	Placa Impresa (16F628A).....	54
Figura 4-2	Diseño en Proteus (16F677A)	55
Figura 5-2	Diseño en Ares Professional (16F677A).....	56
Figura 6-2	Placa Impresa (16F677A).....	56
Figura 7-2	Diseño en Proteus (L293D).....	57
Figura 8-2	Diseño en Ares Professional (L293D).....	58

Figura 9-2 Placa Impresa (L293D).....	58
Figura 10-2 Diseño en Proteus (L298N).....	59
Figura 11-2 Diseño en Ares Professional (L298N).....	60
Figura 12-2: Placa Impresa (L298N)	60
Figura 13-2 Diseño en Proteus (Relés)	61
Figura 14-2 Diseño en Ares Professional (Relés)	62
Figura 15-2 Placa Impresa (Relés).....	62
Figura 16-2 Diseño en Proteus (general).....	63
Figura 17-2 Diseño en Ares Professional (general)	64
Figura 18-2 Placa Impresa (general)	64
Figura 19-2 Diseño en Proteus (lineal)	65
Figura 20-2 Diseño en Ares Professional (lineal)	66
Figura 21-2 Placa Impresa (lineal)	66
Figura 22-2 Diseño en Proteus (unitario).....	67
Figura 23-2 Diseño en Ares Professional (unitario).....	67
Figura 24-2 Placa Impresa (unitario)	67
Figura 25-2 Acrílico.....	68
Figura 26-2 Lámina de Aluminio.....	68
Figura 27-2 Micro Motor	69
Figura 28-2 Servo Hitec 311	69
Figura 29-2 Motor Caja Reductora	70
Figura 30-2 Ame-Series	70
Figura 31-2 Llantas normales.....	70
Figura 32-2 Llantas todo terreno.....	71
Figura 33-2 Nylon.....	71
Figura 34-2 Llantas Pololu.....	71
Figura 35-2 Sensores Sharp.....	72
Figura 36-2 Óptico (qrd1114)	72
Figura 37-2 Lipo	72
Figura 38-2 Cableado.....	73
Figura 1-3 Seguidor de línea base acrílico, servos y llantas.....	74
Figura 2-3 Seguidor de línea terminado recorriendo pista.....	74
Figura 3-3 Mega Sumo, motores, llantas y base de aluminio.....	76
Figura 4-3 Mega Sumo terminado	77
Figura 5-3 Velocista, base acrílica, micro motores, llantas, rueda loca y tornillos.....	78
Figura 6-3 Velocista terminado.....	79
Figura 7-3 Mini sumo, base de aluminio, motores con llantas.....	80
Figura 8-3 Mini sumo Terminado	80
Figura 1-4 Pruebas Mega Zumo.....	86
Figura 2-4 Pruebas Mini Zumo	87
Figura 3-4 Pruebas Destreza	88
Figura 4-4 Pruebas Velocidad.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Tabla de características de los micromotores.....	31
Tabla 2-1	Tabla de verdad puente h	33
Tabla 3-1	Sentencias define.....	48
Tabla 4-1	Variabes	49
Tabla 5-1	Constantes	50
Tabla 6-1	Operadores Aritméticos	50
Tabla 7-1	Operadores Binarios.....	51
Tabla 8-1	Operadores de comparación.....	52
Tabla 9-1	Operadores Lógicos	52
Tabla 1-2	Corrientes cerebro 16f628a.....	82
Tabla 2-2	Corrientes cerebro 16f877a.....	82
Tabla 3 -2	Corrientes controladora motores L293d.....	83
Tabla 4-2	Corrientes controladora motores L298n.....	83
Tabla 5-2	Placa impresa (relés)	84
Tabla 6-2	Placa impresa (general).....	84
Tabla 7-2	Placa de sensores distribucion lineal.....	85
Tabla 8-2	Placa de sensor unitario.....	85
Tabla 1-4	Corrientes cerebro 16F628a	86
Tabla 2-4	Corrientes cerebro 16F877a	87
Tabla 3-4	Controladora motores 1293d.....	80
Tabla 4-4	Corrientes controladora motores L298n	80
Tabla 5-4	Corrientes controladora motores con relés.....	81
Tabla 6-4	Corrientes placas sensor único.....	81
Tabla 7-4	Corrientes placas sensores (general y lineal).....	82
Tabla 8-4	Prueba mega zumo.....	82
Tabla 9-4	Pruebas mini zumo.....	83
Tabla 10-4	Pruebas destreza.....	84
Tabla 11-4	Pruebas velocidad.....	85

RESUMEN

Se diseñó y se construyó módulos electrónicos para el ensamblaje de robots multifuncionales con la capacidad de tomar decisiones, moverse de forma autónoma, reconocer color, detectar objetos y permitir ser programado para varias actividades. Diseño e implementación respaldados fundamentalmente en dos cerebros fabricados a partir de dos microcontroladores: Pic 16F628A, y el Pic 16F877A de Microchip Technology, muy acordes para el diseño de los prototipos. Los cerebros se complementan con la fabricación de tres módulos los cuales se utilizan para la etapa de potencia (controladores de motores), el primero para motores de alto rendimiento y consumo de corriente, el segundo para motores que normalmente se encuentran en el mercado y el tercero para motores de bajo consumo como son los servos y micromotores, estos permitirán la protección de los robots multifuncionales. El diseño y elaboración de armaduras (chasis) fue personalizado, así como las llanta, acordes a cada robot; el cableado que une a toda la circuitería con los diversos dispositivos electrónicos. Mediante pruebas realizadas se demostró que se pueden llegar a obtener robots ligeros y de fácil acople aptos para una competencia y también para la pedagogía, el beneficio de estos módulos es la no utilización de otros dispositivos electrónicos para el ensamblaje de otro robot de competencia.

Palabras claves: <MÓDULOS ELECTRÓNICOS><CIRCUITO INTEGRADO (PIC)>
<MANUFACTURERA ELECTRÓNICA MICROCHIP TECHNOLOGY
><CONTROLADORES DE MOTORES>< CORRIENTE ELECTRICA>< ARMADURAS
[CHASIS]><ROBOTICA>< DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS >

SUMMARY

It was designed and electronic modules for assembling multifunctional robots with the ability to make decisions, move independently, recognize color, detect objects and be programmed to allow various activities was built. Design and implementation supported primarily in two brains made from two microcontrollers: Pic 16F628A and the Pic 16F877A from Microchip Technology, very consistent for the design of prototypes. The brains are complemented by making three modules which are used for the power section (motor controller), the first for high performance engines and power consumption, the second motor normally found on the market and third for fuel efficient engines such as servos and micromotors, these allow the protection of multifunctional robots. The design and development of armor (chassis) was personalized and the tire according to each robot; wiring that connects all the circuitry with various electronic devices. Through tests conducted showed that you can get to get light and easy to attach robots fit for competition and for pedagogy, the benefit of these modules is the non-use of other electronic devices to assemble another robot competition.

Keywords: <ELECTRONIC MODULES> <PIC> <MICROCHIP TECHNOLOGY [ELECTRONIC MANUFACTURING]> <MOTOR CONTROLLERS> <POWER> <ARMOR [CHASSIS]> <ROBOT> <ELECTRONIC DEVICES>

INTRODUCCIÓN

Las Escuelas de Ingeniería Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo tiene como objetivo apoyar y fomentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el Ecuador, para ello se implementan actividades de promoción y difusión del conocimiento científico. Un ejemplo de estas iniciativas es el Club de Robótica de la ESPOCH, donde los jóvenes estudiantes forman sus propios prototipos robóticos y proyectos investigativos de toda índole.

La participación de estudiantes de electrónica en los diferentes concursos nacionales ha fomentado el interés masivo del estudiantado a este tema, se ha incursionando en los diferentes campos de la electrónica digital y robótica, obteniendo muy buenos resultados. Los recientes avances de la tecnología hacen posible que la interacción entre los robots, el medio ambiente y los seres humanos sea cada vez más natural.

Este proyecto de investigación trata sobre la construcción de módulos electrónicos para el ensamblaje de diversos robots multifuncionales ^(McCOMB. 2011, p. 4) con la capacidad de tomar decisiones, moverse de forma autónoma, reconocer color, detectar objetos y permitir ser programado para varias actividades.

Es por eso que los autores han diseñado e implementado estos módulos respaldados en dos cerebros principales el uno el Cerebro con Pic 16F628A compacto con 4 entradas que pueden venir de sensores como el Sharp o el qrd1114 y con 7 salidas, además posee una entrada de voltaje de referencia emitida desde un potenciómetro, posee dos leds uno de funcionamiento del módulo y otro de lectura de sensores, además posee un switch de encendido y un pulsador para resetear el Pic (master clear).

El segundo Cerebro con Pic 16F877A, con el integrado mencionado se diseñó un cerebro compacto utilizado en la mayoría de proyectos electrónicos, puesto que tiene varias prestaciones, se propone, 4 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 6 salidas que pueden ser para motores o indicadores, y además de 10 pines que pueden ser configurados a necesidad del usuario, como entradas o salidas, cuenta con un led indicador de funcionamiento y un cristal

para mejorar el rendimiento de 4mhz. Lo que se describe a continuación son los módulos secundarios tales es el caso de

- Controladora de motores con el integrado L293D
- Controladora de motores con el integrado L298N
- Controladora de motores con relés
- Placa de Sensores de Distribución General
- Placa de Sensores de Distribución Lineal
- Placa de Sensor Unitario

Estos componentes secundarios no dejen de ser importantes en el ensamblaje de nuestros diversos prototipos, son el complemento idóneo diseñados a partir de datos recolectados en diferentes pruebas de competencia.

Que sería de los componentes primarios y secundarios sin una buena armadura (Chasis) que se han fabricado en base de componentes livianos y a la vez resistentes y además de fácil manipulación para moldearlos o cortarlos de acuerdo a las dimensiones requeridas de nuestros robots. Los materiales utilizados son:

- Acrílico
- Lámina de Aluminio

La parte de locomoción está a cargo de la parte de los motores específicamente los:

- **Micro Motor:** es un motor miniatura con engranes metálicos,
- **Hitec 311:** Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado.
- **Motor Caja Reductora:** Un motor de este tipo es una unidad motriz integral que incorpora un motor eléctrico y un reductor a base de engranajes

En esta parte movilidad como no enfatizar en las llantas, parte fundamental en el desplazamiento de estos prototipos:

- **Llantas normales:** llantas que fácilmente se acoplan a los moto reductores o servomotores, livianas, y de bastante grip o agarre.
- **Llanta Todo Terreno:** llantas con gomas de caucho negro, y rin de plástico azul adaptable a motores dc
- **Nylon:** El nylon es una fibra textil elástica y resistente, el cual moldeándolo se utiliza como material duro para la fabricación de llantas, las cuales contienen bastante agarre, aunque son un poco pesadas.
- **Llantas Pololu:** de plástico blanco y silicona negra, estas llantas pequeñas tienen buen agarre y son ideales para robots velocistas.

Así como el ser humano necesita de sus sentidos para realizar sus labores diarias los robots necesitan de sus sensores para realizar sus acciones para los cuales fueron programados en los que se puede citar los siguientes:

- **Sharp:** Sensor de distancia para detectar movimiento o de evasión de obstáculos al robot o cualquier otro proyecto.
- **Óptico (qrd1114):** El QRD1114 es un sensor de IR de corto alcance basado en un emisor de luz y un receptor (Transistor)

La fuente de energía está a cargo de baterías las mismas que son de:

- **Lipo:** Son una fuente de energía muy potente y eficiente,

Los **Cables** de formas flexibles especiales para Arduino, por la facilidad de uso, y dimensiones óptimas para el diseño de los diferentes robots, además de su costo bajo, y que tienen la ventaja de ser hechos del tipo macho-hembra común en proyectos electrónicos.

Los diferentes prototipos robóticos ensamblados a partir de cerebros y demás componentes electrónicos, así también la utilización de llantas, baterías, cables nos arrojaron los siguientes prototipos:

- **Robot seguidor de línea**
- **Robot mega sumo**
- **Robot velocista**
- **Robot mini sumo**

Justificación del trabajo de titulación

El ámbito académico puede servir como base para el desarrollo de dispositivos que ayuden al estudiantado de la Facultad de Informática y Electrónica y de otras Instituciones de educación a realizar prototipos robóticos de una manera más fácil, rápida y eficaz, contando con diversos módulos o drivers electrónicos que les permitan dotar a su robot de cierta autonomía, el mismo que pueda cumplir con varias funciones deseadas por los interesados.

Dichos dispositivos electrónicos y componentes mecánicos serán diseñados para conformar prototipos, los cuales nos ayudarán en el desarrollo de proyectos, ya sean dirigidos a tareas académicas o concursos realizados dentro y fuera de la institución.

De esta manera los usuarios sin tener la necesidad de crear algún componente adicional, contarán con estos módulos a su disposición para ensamblarlo, programarlo, y manejarlo según sea el requerimiento.

Estos módulos servirán para aplicaciones en el área de la robótica y electrónica digital, como un medio de enseñanza alternativa, que nos permitirá ahorrar tiempo debido a su facilidad de uso, aprendizaje y guía. Servirá para que principiantes inicien en la Robótica, además de tener su uso didáctico dichos módulos se pueden desarrollar a medida y necesidad del usuario.

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar e Implementar módulos electrónicos para el ensamblaje de robots multifuncionales.

Objetivos Específicos

- Investigar y estudiar los sistemas de electrónica digital, sistemas digitales y análisis de señales para poder entender las relaciones entre los módulos principales (dos) y los módulos secundarios (seis).
- Investigar y estudiar la electrónica de potencia ^(MOHAM. 2009, P. 321) para poder controlar de manera adecuada los motores.
- Diseñar circuitos electrónicos impresos (PCB) ^(REYES. 2008, P.186), para tener compactados nuestros módulos y poder ensamblar de mejor manera los prototipos.
- Implementar módulos mecánicos de fácil acople entre sí para el diseño de un robot multifuncional.
- Realizar un manual de usuario operativo acerca del ensamblaje y utilización de los módulos multifuncionales para utilización didáctica.

Hipótesis

El diseño, implementación de módulos electrónicos para el ensamblaje de robots multifuncionales, permitirán el desarrollo de prototipos robóticos útiles en el aprendizaje de la robótica.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1 Sistemas Electrónicos Digitales

1.1.1 Introducción a los Microcontroladores

El desarrollo de la tecnología se produce gracias a la elaboración de circuitos integrados los cuales han impulsado su mejora en los Microcontroladores.

Las primeras computadoras pequeñas (micro) se produjeron al juntar periféricos externos, como memoria RAM, temporizadores, etc. Pero gracias al mejoramiento de estos circuitos integrados se pudo incluir los periféricos dentro del mismo procesador. Así fue construido el primer micro computador en un solo chip, a la cual posteriormente se le llamó microcontrolador.

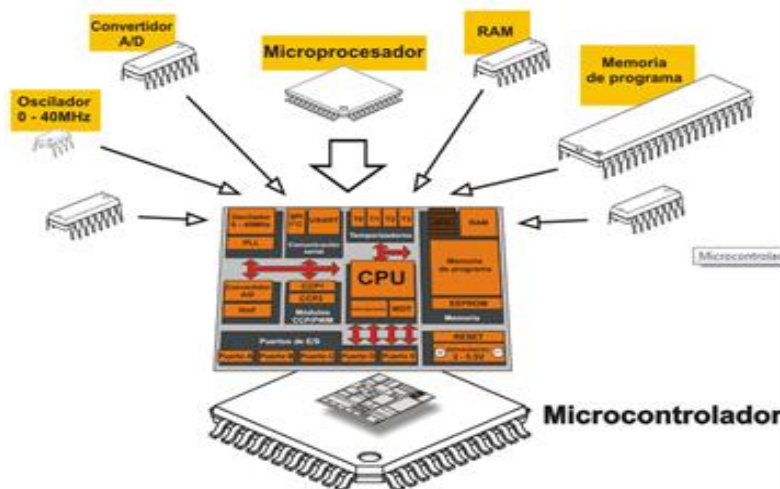


Figura 1-1 Bloques De Un Microcontrolador

Fuente: <http://tic-tac.teleco.uvigo.es/profiles/blogs/microcontroladores-vs-microprocesadores>, Sandra Ivette Henao R. el 17 febrero, 2012

1.1.2 *¿Qué hacen los Microcontroladores?*

Para entender con más facilidad las razones del éxito tan grande de los Microcontroladores, vamos a prestar atención al siguiente ejemplo: hace unos 10 años, diseñar un dispositivo electrónico de control de un ascensor de un edificio de varios pisos era muy difícil, incluso para un equipo de expertos. ¿Ha pensado alguna vez en qué requisitos debe cumplir un simple ascensor? ¿Cómo lidiar con la situación cuando dos o más personas llaman al ascensor al mismo tiempo? ¿Cuál llamada tiene la prioridad? ¿Cómo solucionar las cuestiones de seguridad, de pérdida de electricidad, de fallos, de uso indebido? Lo que sucede después de resolver estos problemas básicos es un proceso meticuloso de diseñar los dispositivos adecuados utilizando un gran número de los chips especializados.

Este proceso puede tardar semanas o meses, dependiendo de la complejidad del dispositivo. Cuando haya terminado el proceso, llega la hora de diseñar una placa de circuito impreso y de montar el dispositivo. ¡Un dispositivo enorme! Es otro trabajo difícil y tardado. Por último, cuando todo está terminado y probado adecuadamente, pasamos al momento crucial y es cuando uno se concentra, respira profundamente y enciende la fuente de alimentación. Esto suele ser el punto en el que la fiesta se convierte en un verdadero trabajo puesto que los dispositivos electrónicos casi nunca funcionan apropiadamente desde el inicio.

Prepárese para muchas noches sin dormir, correcciones, mejoras, y no se olvide de que todavía estamos hablando de cómo poner en marcha un simple ascensor. Cuando el dispositivo finalmente empiece a funcionar perfectamente y todo el mundo esté satisfecho, y le paguen por el trabajo que ha hecho, muchas compañías de desarrollo estarán interesadas en su trabajo.

Por supuesto, si tiene suerte, cada día le traerá una oferta de trabajo de un nuevo inversionista. Sin embargo, si lo requieren para trabajar en el control de los elevadores de un nuevo edificio que tiene cuatro pisos más de los que ya maneja su sistema de control. ¿Sabe cómo proceder? ¿Cree acaso que se pueden controlar las demandas de sus clientes? Pensamos que usted va a construir un dispositivo universal que se puede utilizar en los edificios de 4 a 40 pisos, una obra maestra de electrónica.

Bueno, incluso si usted consigue construir una joya electrónica, su inversionista le esperará delante de la puerta pidiendo una cámara en el ascensor o una música relajante en caso de fallo de ascensor. O un ascensor con dos puertas. De todos modos, la ley de Murphy es inexorable y sin duda usted no podrá

tomar ventaja a pesar de todos los esfuerzos que ha hecho. Por desgracia, todo lo que se ha dicho hasta ahora sucede en la realidad. Esto es lo que “dedicarse a la ingeniería electrónica” realmente significa. Es así como se hacían las cosas hasta aparición de los Microcontroladores diseñados pequeños, potentes y baratos.

Desde ese momento su programación dejó de ser una ciencia, y todo tomó otra dirección. El dispositivo electrónico capaz de controlar un pequeño submarino, una grúa o un ascensor como el anteriormente mencionado, ahora está incorporado en un sólo chip.

Los Microcontroladores ofrecen una amplia gama de aplicaciones y sólo algunas se exploran normalmente. Le toca a usted decidir qué quiere que haga el microcontrolador y cargar un programa en él con las instrucciones apropiadas. Antes de encender el dispositivo es recomendable verificar su funcionamiento con ayuda de un simulador. Si todo funciona como es debido, incorpore el microcontrolador en el sistema. Si alguna vez necesita cambiar, mejorar o actualizar el programa, hágalo. ¿Hasta cuándo? Hasta quedar satisfecho. Eso puede realizarse sin ningún problema.

1.1.3 Características de los Microcontroladores

- El procesador: es la parte más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado. Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales.
- Memoria: En los Microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.

Hay dos peculiaridades que diferencian a los Microcontroladores de los computadores personales: No existen sistemas de almacenamiento masivo como disco duro o disquetes. Como el microcontrolador sólo se destina a una tarea en la memoria ROM, sólo hay que almacenar un único programa de trabajo. La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del

programa. Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM.

- Puertas de Entrada y Salida: Las puertas de Entrada y Salida (E/S) permiten comunicar al procesador con el mundo exterior, a través de interfaces, o con otros dispositivos. Estas puertas, también llamadas puertos, son la principal utilidad de las patas o pines de un microprocesador. Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.
- Reloj principal: Todos los Microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Esta señal del reloj es el motor del sistema y la que hace que el programa y los contadores avancen. Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C. Aumentar la frecuencia de reloj supone disminuir el tiempo en que se ejecutan las instrucciones pero lleva aparejado un incremento del consumo de energía y de calor generado.
- Temporizadores o Timers: Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores). Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

1.1.4 Microcontroladores PIC

Los Microcontroladores PIC son desarrollados por Microchip Technology cuya central se encuentra en Chandler, Arizona, esta empresa ocupa el primer lugar en venta de Microcontroladores de 8 bits desde el año 2002. Su gran éxito se debe a la gran variedad (más de 180 modelos), gran versatilidad, gran velocidad, bajo costo, bajo consumo de potencia, y gran disponibilidad de herramientas para su programación.

El nombre verdadero de este microcontrolador es PICmicro (Peripheral Interface Controller), conocido bajo el nombre PIC. Su primer antecesor fue creado en 1975 por la compañía General Instruments. Este chip denominado PIC1650 fue diseñado para propósitos completamente diferentes. Diez años más tarde, al añadir una memoria EEPROM, este circuito se convirtió en un verdadero microcontrolador PIC.

Uno de los Microcontroladores más populares en la actualidad es el PIC16F628A y sus variantes PIC16F627A y PIC16F648A, estos modelos (serie A) soportan hasta 100.000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y 1'000.000 ciclos en su memoria Eeprom.

1.1.5 *Bit Y Byte*

La teoría dice que un **bit** es la unidad básica de información, vamos a olvidarlo por un momento y demostrar qué es eso en la práctica. La respuesta es - nada especial- un bit es un sólo dígito binario. Similar a un sistema de numeración decimal en el que los dígitos de un número no tienen la misma ponderación (por ejemplo, los dígitos en el número 444 son los mismos pero tienen los valores diferentes), el “significado” de un bit depende de la posición que tiene en número binario.

En este caso no tiene sentido hablar de unidades, centenas etc. en los números binarios, sus dígitos se denominan el bit cero (el primer bit a la derecha), el primer bit (el segundo bit a la derecha) etc. Además, ya que el sistema binario utiliza solamente dos dígitos (0 y 1), el valor de un bit puede ser 0 o 1. No se confunda si se encuentra con un bit que tiene el valor 4, 16 o 64.

Son los valores representados en el sistema decimal. Simplemente, nos hemos acostumbrado tanto a utilizar los números decimales que estas expresiones llegaron a ser comunes. Sería correcto decir por ejemplo, “el valor del sexto bit en cualquier número binario equivale al número decimal 64”. Pero todos somos humanos y los viejos hábitos mueren difícilmente. Además, ¿cómo le suena “número uno-uno-cero-uno-cero”?

Un **byte** consiste en 8 bits colocados uno junto al otro. Si un bit es un dígito, es lógico que los bytes representen los números. Todas las operaciones matemáticas se pueden realizar por medio de ellos, como por medio de los números decimales comunes. Similar a los dígitos de cualquier número, los dígitos de un byte no tienen el mismo significado. El bit del extremo izquierdo tiene la mayor ponderación, por eso es denominado el bit más significativo (MSB).

El bit del extremo derecho tiene la menor ponderación, por eso es denominado el bit menos significativo (LSB). Puesto que los 8 dígitos de un byte se pueden combinar de 256 maneras diferentes, el mayor número decimal que se puede representar con un byte es 255 (una combinación representa un cero).

1.1.6 Circuitos Lógicos

Usted seguramente ha pensado alguna vez en cómo es la electrónica dentro de un circuito integrado digital, un microcontrolador o un microprocesador. ¿Cómo son los circuitos que realizan las operaciones matemáticas complicadas y toman decisiones? ¿Sabía que sus esquemas, aparentemente complicadas consisten en sólo unos pocos elementos diferentes, denominados circuitos lógicos o compuertas lógicas?

El funcionamiento de estos elementos es basado en los principios establecidos por el matemático británico George Boole en la mitad del siglo 19, es decir, ¡antes de la invención de la primera bombilla! En breve, la idea principal era de expresar las formas lógicas por medio de las funciones algebraicas. Tal idea pronto se transformó en un producto práctico que se convirtió más tarde en lo que hoy en día conocemos como circuitos lógicos. El principio de su funcionamiento es conocido como álgebra de Boole.

Algunas instrucciones de programa utilizadas por un microcontrolador funcionan de la misma manera que las compuertas lógicas, pero en forma de comandos: Compuerta Y (AND), Compuerta O (OR), Compuerta NO (NOT), Compuerta XOR (O EXCLUSIVA). (McCOMB, 2011, p. 30)

1.1.7 Lenguaje de Programación de un microcontrolador

El microcontrolador ejecuta el programa cargado en la memoria Flash. Esto se denomina el código ejecutable y está compuesto por una serie de ceros y unos, aparentemente sin significado. Dependiendo de la arquitectura del microcontrolador, el código binario está compuesto por palabras de 12, 14 o 16 bits de anchura.

Cada palabra se interpreta por la CPU como una instrucción a ser ejecutada durante el funcionamiento del microcontrolador. Todas las instrucciones que el microcontrolador puede reconocer y ejecutar se les denominan colectivamente Conjunto de instrucciones. Como es más fácil trabajar con el sistema de

numeración hexadecimal, el código ejecutable se representa con frecuencia como una serie de los números hexadecimales denominada código Hex. En los Microcontroladores PIC con las palabras de programa de 14 bits de anchura, el conjunto de instrucciones tiene 35 instrucciones diferentes.

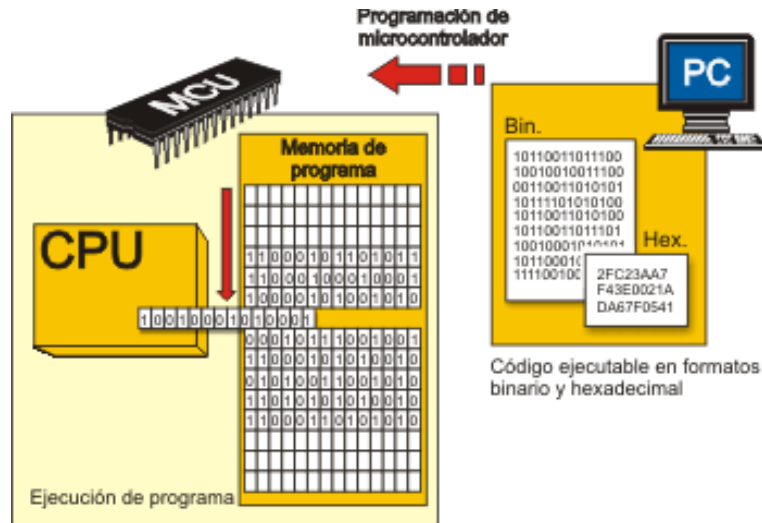


Figura 2-1 Programación del microcontrolador

Fuente: Verle, Microcontroladores PIC, pag. 25

Como el proceso de escribir un código ejecutable era considerablemente arduo, en consecuencia fue creado el primer lenguaje de programación denominado ensamblador (ASM). Siguiendo la sintaxis básica del ensamblador, era más fácil escribir y comprender el código. Las instrucciones en ensamblador consisten en las abreviaturas con significado y a cada instrucción corresponde una localidad de memoria.

Un programa denominado ensamblador compila (traduce) las instrucciones del lenguaje ensamblador a código máquina (código binario).

Este programa compila instrucción a instrucción sin optimización. Como permite controlar en detalle todos los procesos puestos en marcha dentro del chip, este lenguaje de programación todavía sigue siendo popular.

A pesar de todos los lados buenos, el lenguaje ensamblador tiene algunas desventajas:

- Incluso una sola operación en el programa escrito en ensamblador consiste en muchas instrucciones, haciéndolo muy largo y difícil de manejar.

- Cada tipo de microcontrolador tiene su propio conjunto de instrucciones que un programador tiene que conocer para escribir un programa
- Un programador tiene que conocer el hardware del microcontrolador para escribir un programa



Figura 3-1 Transición de la programación

Fuente: Verle, Microcontroladores PIC, pag. 27

Los lenguajes de programación de alto nivel (Basic, Pascal, C etc.) fueron creados con el propósito de superar las desventajas del ensamblador. En lenguajes de programación de alto nivel varias instrucciones en ensamblador se sustituyen por una sentencia. El programador ya no tiene que conocer el conjunto de instrucciones o características del hardware del microcontrolador utilizado. Ya no es posible conocer exactamente cómo se ejecuta cada sentencia, de todas formas ya no importa. Aunque siempre se puede insertar en el programa una secuencia escrita en ensamblador.

Si alguna vez ha escrito un programa para un microcontrolador PIC en lenguaje ensamblador, probablemente sepa que la arquitectura RISC carece de algunas instrucciones. Por ejemplo, no hay instrucción apropiada para multiplicar dos números. Por supuesto, para cada problema hay una solución y éste no es una excepción gracias a la aritmética que permite realizar las operaciones complejas al descomponerlas en un gran número operaciones más simples. En este caso, la multiplicación se puede sustituir con facilidad por adición sucesiva ($a \times b = a + a + a + \dots + a$). Ya estamos en el comienzo de una historia muy larga... No hay que preocuparse al utilizar uno de estos lenguajes de programación de alto nivel como es C, porque el compilador encontrará automáticamente la solución a éste problema y otros similares. Para multiplicar los números a y b, basta con escribir $a*b$.

1.1.8 Convertidor Analógico Digital

El módulo del convertidor A/D dispone de las siguientes características:

- El convertidor genera un resultado binario de 10 bits utilizando el método de aproximaciones sucesivas y almacena los resultados de conversión en los registros ADC (ADRESL y ADRESH);

- Dispone de 14 entradas analógicas separadas;
- Convierte una señal de entrada analógica en un número binario de 10 bits;
- La resolución mínima o calidad de conversión se puede ajustar a diferentes necesidades al seleccionar voltajes de referencia Vref- y Vref+.

Aunque a primera vista parece muy complicado utilizar un convertidor A/D, en realidad es muy simple. De hecho resulta más simple utilizar un convertidor A/D que los temporizadores o módulos de comunicación serie.

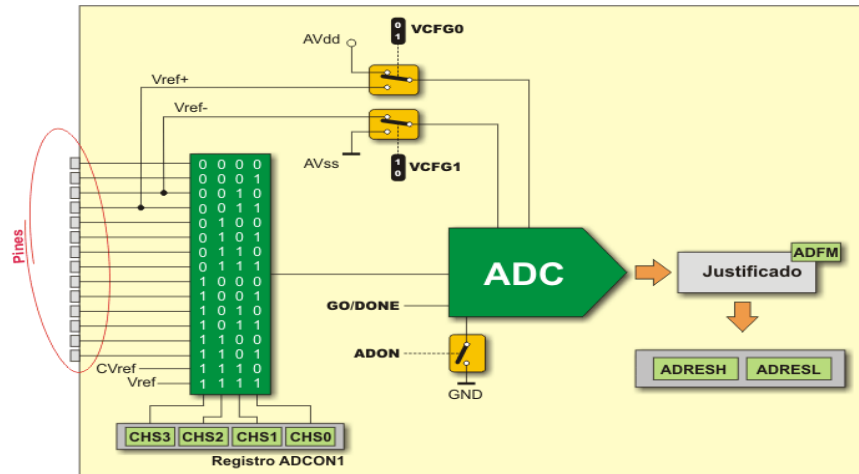


Figura 4-1 Convertidor A/D

Fuente: Universidad Técnica Del Norte / Capítulo II – 16 04 2014.pdf

El funcionamiento del convertidor A/D está bajo el control de los bits de cuatro registros:

- ADRESH Registro alto del resultado de la conversión A/D;
- ADRESL Registro bajo del resultado de la conversión A/D;
- ADCON0 Registro de control 0; y
- ADCON1 Registro de control 1.

El resultado obtenido después de convertir un valor analógico en digital es un número de 10 bits que se almacenará en los registros ADRESH y ADRESL. Hay dos maneras de manejarlo: justificación a la izquierda y a la derecha que simplifica en gran medida su uso. El formato del resultado de la conversión depende del bit ADFM del registro ADCON1. En caso de que no se utilice el convertidor A/D, estos registros se pueden utilizar como registros de propósito general.

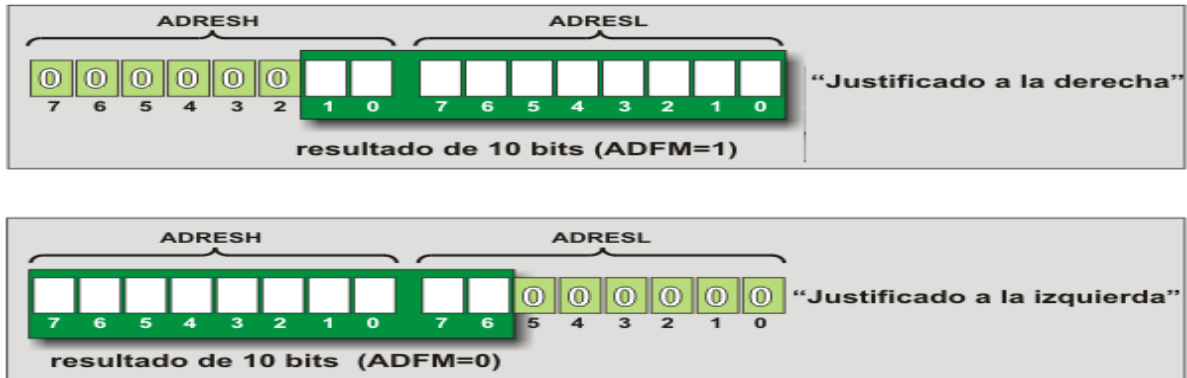


Figura 5-1 Justificación en los registros Adresh y Adresl

Fuente: Universidad Técnica Del Norte / Capitulo II – 16 04 2014.pdf

1.1.9 Interrupciones

Al producirse un reinicio el micro controlador detiene su funcionamiento inmediatamente y borra sus registros. Una señal de reinicio se puede generar externamente en cualquier momento (nivel lógico bajo en el pin MCLR). Si se necesita, una señal también puede ser generada por la lógica de control interna.

Al encender una fuente de alimentación siempre se produce un reinicio. Por muchos eventos de transición que ocurren al encender una fuente de alimentación (centelleos y fogonazos de contactos eléctricos en interruptores, subida de voltaje lenta, estabilización de la frecuencia de señal de reloj graduada etc.) es necesario proporcionar un cierto tiempo muerto antes de que el microcontrolador se ponga a funcionar.

Dos temporizadores internos PWRT y OST se encargan de eso. El PWRT puede estar habilitado/deshabilitado durante el proceso de escribir un programa. Vamos a ver cómo funciona todo. Cuando el voltaje de la fuente de alimentación alcanza entre 1.2 y 1.7V, un circuito denominado temporizador de arranque mantiene al microcontrolador reiniciado durante unos 72mS. Tan pronto como transcurra el tiempo, otro temporizador denominado temporizador de encendido del oscilador genera otra señal de reinicio durante la duración de 1024 períodos del oscilador de cuarzo. Al expirar el tiempo muerto (marcado con Reset T) y al poner a alto el pin MCLR, todas las condiciones se han cumplido y el microcontrolador se pone a ejecutar la primera instrucción en el programa.

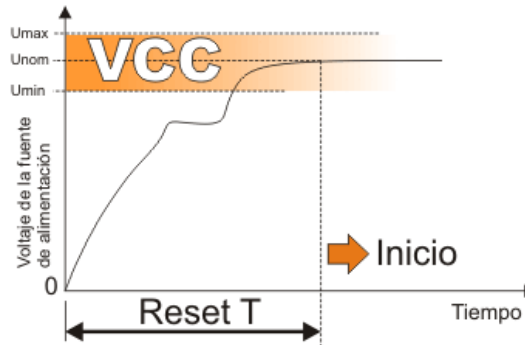


Figura 5-1 Inicio del programa

Fuente: Universidad Técnica Del Norte / Capítulo II – 16 04 2014.pdf

Aparte de este reinicio "controlado" que ocurre al encender una fuente de alimentación, hay dos tipos de reinicio denominados Black-out y Brown-out que pueden producirse durante el funcionamiento del microcontrolador así como al apagar una fuente de alimentación. El reinicio **black-out** ocurre al apagar una fuente de alimentación correctamente.

El microcontrolador no tiene tiempo para hacer nada imprevisible puesto que el voltaje cae muy rápidamente por debajo de su valor mínimo. En otras palabras, ¡se apaga la luz, las cortinas bajan y el espectáculo ha terminado! Cuando el voltaje de la fuente de alimentación cae lentamente (un ejemplo típico es descarga de baterías, aunque el microcontrolador experimentaría unas caídas mucho más rápidas como un proceso lento) los componentes internos detienen su funcionamiento gradualmente y ocurre el así llamado reinicio **Brown-out**.

En tal caso, antes de que el microcontrolador detenga su funcionamiento completamente, hay un peligro real de que los circuitos que funcionan a frecuencias altas se pongan a funcionar de forma imprevisible. El reinicio Brown-out puede causar cambios fatales en el programa ya que se almacena en la memoria flash incorporada en el chip. El **ruido eléctrico** es un tipo especial del reinicio Brown-out que ocurre en un ambiente industrial cuando voltaje de alimentación "parpadea" por un momento y cae por debajo del valor mínimo. Aunque es corto, este ruido producido en una línea de conducción eléctrica puede afectar desfavorablemente al funcionamiento del dispositivo.

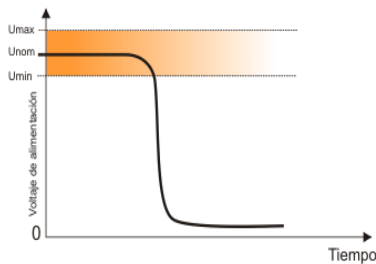


Figura 6-1 Reinicio Blackout

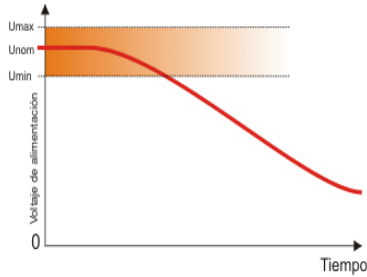


Figura 7-1 Reinicio Brownout

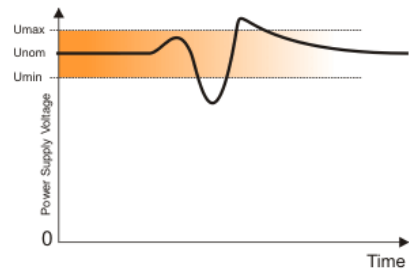


Figura 8-1 Ruido Eléctrico

Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/capitulo-3-microcontrolador-pic16f887/>

PIN MCLR. Un cero lógico (0) al pin MCLR causa un reinicio inmediato y regular. Es recomendable conectarlo de la forma mostrada en la Figura a la derecha. La función de los componentes adicionales es de mantener un uno lógico "puro" durante el funcionamiento normal. Si sus valores se seleccionan de manera que proporcionen un nivel lógico alto en el pin después de que haya transcurrido el tiempo muerto reset T, el microcontrolador se pondrá a funcionar inmediatamente. Esto puede ser muy útil cuando se necesita sincronizar el funcionamiento del microcontrolador con los componentes adicionales o con el funcionamiento de varios Microcontroladores

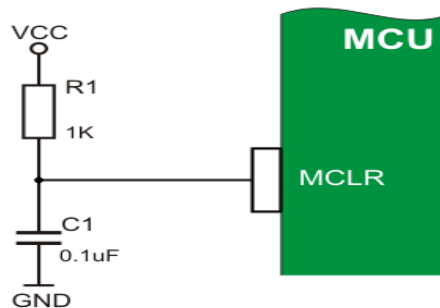


Figura 9-1 Reinicio Maestro

Fuente: <http://www.mikroe.com/chapters/view/81/capitulo-3microcontroladorpic16f887/>

1.2 Robots Móviles

Los robots móviles son dispositivos electromecánicos capaces de desplazarse en un espacio de trabajo con cierto grado de autonomía. De acuerdo a su forma de locomoción se clasifican en: Robots móviles de locomoción mediante orugas, mediante patas y mediante ruedas. Los robots móviles propulsados por ruedas a su vez, se clasifican de acuerdo al número y al tipo de grados de libertad.

1.2.1 Introducción a la robótica.

Cada día nos asombramos con las noticias que transmiten los medios de comunicación relacionando a los robots con acciones de la vida diaria. Robots limpiadores, robots mascotas, robots detectores de bombas, robots que juegan fútbol, robots de batalla que se destrozán entre sí, son ejemplos que se encuentran en el mercado tecnológico de estos últimos años. Para resumirlo, **la robótica ya no es un futuro lejano sino que es parte de nuestro presente.**

1.2.2 Definición de robot móvil

Un robot móvil es un dispositivo con un determinado grado de movilidad, que puede realizar un conjunto de tareas en forma independiente y que se adapta al mundo en el que opera.

1.2.3 Clasificación de los robots móviles

Los llamados AGV, por sus siglas en inglés "Automatic Guided Vehicles", es decir Vehículos Guiados Automáticos, estos robots se encargan de transportar materiales dentro de fábricas permitiendo la automatización de las líneas de producción, la mayoría de estos robots utilizan cables que se encuentran en el piso como medio de ubicación y determinar la ruta a seguir. Aunque ya existen algunos de éstos, que prescinden de los cables como sistemas de guía. El primer AGV fue instalado en 1954 por Cravens Company en la compañía Mercury Motor Express en Carolina del Sur.

Actualmente compañías como Caterpillar, BT Systems y AGV Products. Robots para exploración marina: Estos dispositivos le han permitido al ser humano realizar labores a profundidades y bajo condiciones extremas para cualquier buzo; existen dispositivos operados mediante el sistema umbilical, es decir un cable que los une a la superficie o bien tele operados. Compañías importantes son, por ejemplo, Oceaneering International Inc. y R.O.V. Technologies.

Robots manipuladores: es decir brazos robots. Destaca la compañía ADEPT, prácticamente la única sobreviviente en este campo luego de la crisis de los 80; COMAU, Kawasaki y Komatsu.

1.3 Actuadores

1.3.1 Características de los actuadores.

Son los músculos de un robot, son los elementos que convierten la energía de alimentación en movimiento (por ejemplo pistones o motores).

Las características más significativas son: Fuerza (potencia), Tipo de control, Peso, Volumen, Exactitud, Velocidad, Precio y por ultimo su mantenimiento.



Figura 10-1 Tipos de Actuadores

Fuente: <http://informecatronica-robotica.blogspot.com/p/sistemas-de-accionamientos.html>

1.3.2 Motores DC (corriente directa)

Dentro de la gran variedad de tipos existentes en el mercado, los más económicos son los que se utilizan en algunos juguetes, pero tienen el inconveniente de que su número de revoluciones por segundo (RPS) es muy elevado, lo que nos los hace muy apropiados para la construcción de un robot móvil que por ejemplo, siga una línea, si no se utilizan reductores adicionales (caja de engranaje reductora de velocidad colocada en el rotor del motor) o un sistema de regulación electrónico (sistema de control electrónico para monitorear la velocidad de rotación del motor y controlarla).



Figura 11-1 Motor de CD

Fuente: <http://serverpruebas.com.ar/news29/nota05/fig2.htm>

En los juguetes del tipo Mecano o Lego, podemos encontrar motores con reductores o sistemas reductores para acoplar a los motores. Esta es una buena opción si se dispone de ellos. Además de disminuir la velocidad, le dan más torque al robot móvil para mover su estructura y batería (que generalmente su peso es de los más grandes respecto a los componentes que conforman el robot móvil) y otros objetos para lo cual se necesita disponer de motores con torque de arranque capaz de desplazar una masa considerable (piezas que conforman al robot móvil).

1.3.3 Servomotores

Un servomotor es un tipo de motor especial que permite controlar la posición en la que se ubica y mantenerse estable en dicha posición. Se utiliza frecuentemente en robótica y aeromodelismo. Generalmente este tipo de motores tiene un ángulo de giro limitado, que suele ser de 180°. Internamente un servomotor está formado por los siguientes elementos:

- Un motor de continua
- Un conjunto de engranajes (reductora)
- Una circuitería electrónica junto con un potenciómetro

El conjunto de engranajes se utiliza para reducir la velocidad y al mismo tiempo aumentar el par del motor de continua. Por otro lado, el potenciómetro se utiliza para conocer la posición del servomotor, y la circuitería electrónica sirve para poder controlar dicha posición aplicando una serie de pulsos.

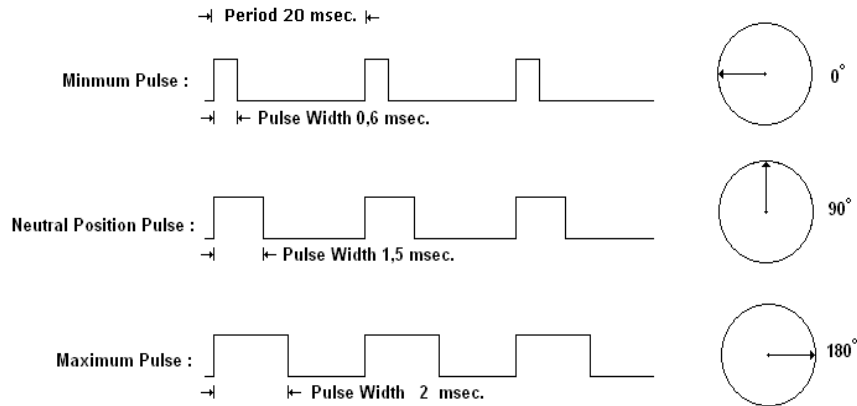


Figura 12-1 Control de posición de servomotores, a) 0°, b) 90°, c) 180°
Fuente: <http://programarpicenc.com/articulos/que-es-un-servomotor-y-como-se-utiliza/>

A nosotros no nos interesa la electrónica del servomotor, ya que el control del motor lo vamos a hacer desde nuestro microcontrolador. Por tanto, para trucar el servomotor tenemos que hacer dos cosas: eliminar la limitación de girar solamente 180° y eliminar toda la electrónica del interior. De esta forma, habremos transformado un servomotor en un motor de continua con reductora. Existen varias páginas web que explican cómo hacer este trucaje.



Figura 13-1 Servomotor Futaba y Hitec 311
Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/>

Algunos de los modelos de servomotores más utilizados en robots móviles son el Futaba S3003 y el Hitec HS-311 (o alguno similar a estos dos). Aunque son opciones válidas, todos ellos presentan el mismo inconveniente: tienen una reductora grande, lo que les proporciona bastante fuerza pero poca velocidad. Esto se convierte en un inconveniente bastante importante si queremos fabricar robots para participar en una competición de velocidad, como es nuestro caso. Por eso, para construir robots velocistas o rastreadores recomendamos utilizar micromotores de continua con reductora, en vez de servomotores trucados.

1.3.4 *Micro motores*



Figura 14-1 Micro motor

Fuente: <http://www.pololu.com>

Motor de corriente continua con reductora especialmente diseñado para robótica. La empresa Pololu, fabricante del famoso robot 3Pi y del controlador Orangután, fabrica también todo tipo de accesorios para robótica, incluyendo motores y ruedas. Para los robots móviles nos interesan los motores más pequeños, llamados Micro Metal Gearmotors. Son motores muy pequeños y ligeros, pero que pueden llegar a ser muy rápidos. Por tanto son perfectos para construir robots, que tendrán que competir en un concurso de velocidad. Dentro de los Micro Metal Gearmotors existen diferentes modelos con diferente valor de reductora. Es muy importante que elijamos correctamente el valor de reductora, puesto que una reductora demasiado grande haría que nuestro robot se moviera más despacio, pero una reductora demasiado pequeña haría que el motor no tuviera fuerza suficiente para mover el robot. Por tanto, como es lógico, la reductora a elegir dependerá del peso de nuestro robot. Las diferentes reductoras que ofrece el fabricante son: 5:1, 10:1, 30:1, 50:1, 75:1, 100:1, 150:1, 210:1, 250:1, 298:1 y 1000:1. A continuación se muestra una tabla comparativa con las principales características de algunos de ellos:

Tabla 1-1 Tabla de características de los micro motores

Tipo motor	Consumo parado (6V)	Velocidad (6V)	Par motor (6V)	Reductora
10:1 micro HP	1600 Ma	3000 rpm	0.3 Kg-cm	10:1
30:1 micro HP	1600 mA	1000 rpm	0.6 Kg-cm	30:1
50:1 micro HP	1600 mA	625 rpm	1.1 Kg-cm	50:1
10:1 micro	360 mA	1300 rpm	0.2 Kg-cm	10:1
50:1 micro	360 mA	250 rpm	0.5 Kg-cm	50:1

Fuente: www.pololu.com

1.3.5 *Controlador de motores (Driver puente H)*

Para controlar los motores se necesita un circuito que active y proporcione la corriente necesaria, también necesitamos las prestaciones para que pueda invertir el sentido de circulación de corriente a través de nuestros motores y que pueda avanzar en ambos sentidos, para ello recurrimos a las prestaciones del puente “H” el cual es un dispositivo electrónico que nos ayuda a girar en ambos sentidos un motor dc (adelante y atrás o izquierda y derecha). Son indispensables en proyectos de robótica. Se encuentran como un solo elemento (circuito). O también se los puede ensamblar desde elementos directos.

El armado del circuito completo del puente “H” necesita algo más que cuatro transistores, necesita resistencias limitadoras, también necesita diodos de protección puesto que los motores en sí son una carga inductiva que provoca regresiones de voltaje que pueden dañar a algunos circuitos, además de que los transistores deben estar debidamente seleccionados para el monto de corriente necesaria, eso sin contar el espacio que ocuparán, el costo, etc., etc.

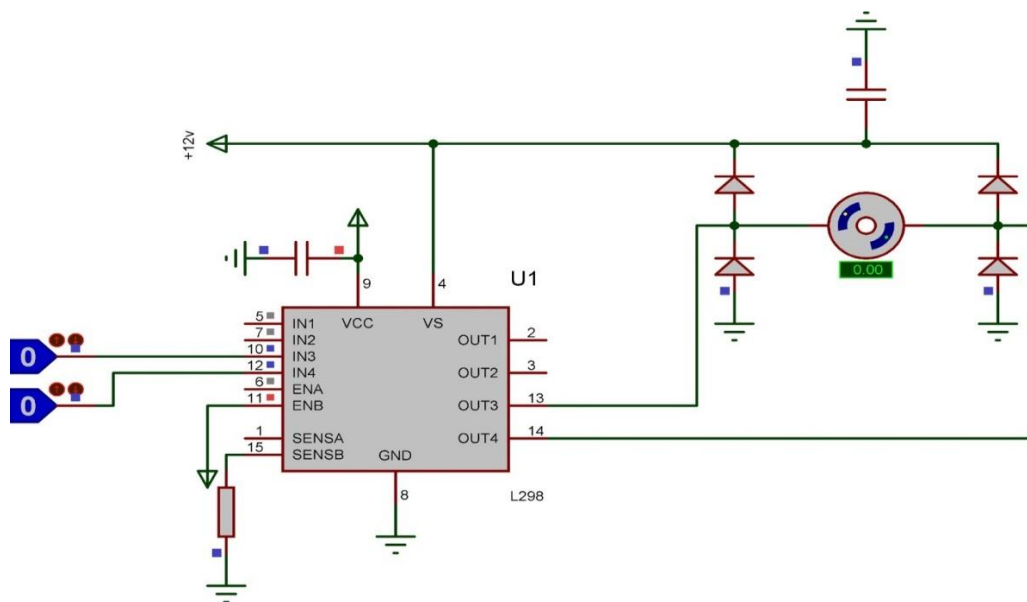


Figura 15-1 Diseño en proteus del puente h
Fuente: autores de tesis

Lo importante es simplificarnos el trabajo y para ello recurrimos al L298N cuyo uso se ha extendido debido a su bajo costo y su ahora facilidad de conseguirse en el mercado electrónico. Para controlar el sentido de giro de las ruedas y controlar velocidad, el integrado L298N es una muy buena opción, consiste en dos puentes H integrados por lo que puedes invertir el giro de los motores con dos bits de entrada:

Tabla 2-1 Tabla de verdad puente h

A	B	Giro Motor
0	1	Derecha
1	0	Izquierda
0	0	Libre
1	1	Stop

Fuente: autores de tesis

Además tiene un pin enable (habilitador) por cada canal, cuando este pin es 0 (cero) el puente H deja giro libre y cuando es 1 funciona normalmente por lo que este pin es ideal para inyectar una señal PWM y así controlar la velocidad de giro de tu motor.

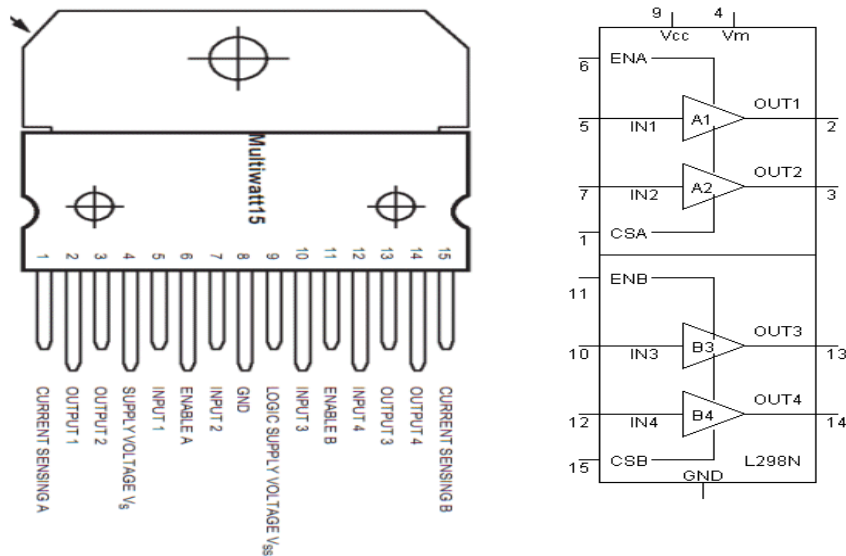


Figura 16-1 Esquema de Pines L298N

Fuente: <http://www.bristolwatch.com/L298N/>

1.3.6 Fuentes de energía

1.3.6.1 Baterías

Para la fabricación robots móviles se puede utilizar cualquier tipo de alimentación, ya sean pilas alcalinas o baterías recargables en cualquiera de sus modalidades. Lo que hay que tener en cuenta son

los principales parámetros de cada tipo de batería, ya que todas ellas tienen diferentes características. De esta manera podremos elegir la batería que mejor se adapta a nuestro robot.



Figura 17-1 Baterías

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com>

Tensión nominal.- El primer parámetro a tener en cuenta es el voltaje de alimentación:

- Pilas alcalinas y demás: 1.5V nominales por elemento.
- Baterías de níquel cadmio (Ni-Cd): 1.2V. Descarga 1.1V y carga 1.4V nominales por elemento.
- Baterías níquel metal hidruro (Ni-MH): 1.2V. Descarga 1.1V y carga 1.4V nominales por elemento.
- Baterías de polímeros de litio (Li-Po): 3.7V. Descarga 3.2V y carga 4.2V nominales por elemento.
- Baterías de Litio Hierro (LiFe-Po): 3.2V. Descarga 3V y carga 3.6V nominales por elemento.

Los robots, utilizan una alimentación de 5V para la electrónica, mientras que los motores los podemos alimentar a una tensión algo mayor (los motores de Pololu se alimentan a 6V, aunque aguantan algo más). Por otra parte, los 5V de la electrónica los sacaremos de la salida de un regulador de tensión, que necesita a su entrada una tensión algo mayor. Con esta información podemos saber el número de elementos que necesitaremos para nuestra batería. Por ejemplo, si elegimos una batería Li-Po, necesitaremos una de dos elementos, que proporcionará 7.4V.

Capacidad de la batería.- La capacidad de la batería es otro parámetro importante, ya que está directamente relacionada con las horas que va a durarnos la batería antes de que la tengamos que volver a cargar. Aunque en realidad para nuestros robots este parámetro tampoco es muy decisivo, ya que las pruebas que tienen que realizar durarán unos pocos minutos. En cambio, donde sí es importante este parámetro es en las aplicaciones de aeromodelismo, ya que de él dependerá directamente la autonomía de vuelo de los aviones.

La capacidad de una batería se suele expresar en mAh (mili Amperio hora). Por ejemplo, una batería de 1000mAh, que es un valor muy habitual, podrá proporcionar una intensidad de 1000mA durante una hora antes de agotarse. Por supuesto, si el consumo es menor, la batería durará más tiempo. La misma batería de antes conectada a un circuito que consuma 500mA durará 2 horas, mientras que si el circuito consume 100mA durará hasta 10 horas. Por contra, si el circuito consume más, por ejemplo 2000mA, la batería durará tan sólo media hora. Por tanto queda claro que la duración de una batería depende de dos cosas:

- La capacidad de la batería (expresada en mAh)
- El consumo del circuito que alimenta la batería.

Podemos calcular la duración de una batería de una determinada capacidad, si conocemos el consumo del circuito que va a alimentar, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Duración de la batería} = \text{capacidad de la batería (mAh)} / \text{Consumo del circuito (mA)}.$$

Tasa de descarga.- Continuamos poniendo como ejemplo la batería de 1000mAh del apartado anterior. Hemos visto que si la conectamos a un circuito que consuma 1000mA, tardará una hora en descargarse, y si el consumo es de 2000mA, tardará media hora. Con la ecuación que hemos visto antes, si el consumo es de 10A, se descargará en sólo 6 minutos, y si el consumo fuera de 100A, lo haría en menos de un minuto. Pero la pregunta que nos surge es: ¿esta ecuación se puede aplicar siempre o existe algún límite de corriente que puede entregar una batería sin sufrir daños? Y la respuesta es que sí, por supuesto que existe un límite, que viene expresado por un parámetro que se llama C.

Una batería de 1000mAh y 1C será capaz de proporcionar una intensidad máxima de 1000mA. En cambio, si la batería es 2C, será capaz de proporcionar el doble de intensidad, hasta 2000mA. Por supuesto, cuando esto ocurra, la batería no tardará una hora en descargarse, sino media hora. Si la batería es de 5C, será capaz de entregar hasta 5000mA, es decir, 5A, aunque si esto sucediera duraría tan sólo 12 minutos.

No todos los tipos de baterías admiten valores altos de C. Por ejemplo, las baterías de níquel cadmio únicamente admiten valores de 1C. Sin embargo, existen baterías de polímeros de litio con valores muy altos de C, como 10C, 20C o hasta 50C.

Peso.- El último parámetro (aunque no menos importante) es el peso, concretamente la relación entre tamaño, peso e intensidad proporcionada en Amperios/hora. Esto es fundamental para nuestros robots, puesto que como vimos en la entrada anterior, para poder utilizar micromotores con poca reductora necesitamos que el robot sea muy ligero. En este aspecto destacan sobre las demás las baterías Li-Po (polímeros de litio), que son realmente pequeñas y ligeras comparadas con las demás tecnologías.

Ventajas e inconvenientes de cada tipo.- Ahora que ya conocemos los parámetros más importantes de las baterías, vamos a analizar los pros y los contras de cada tipo de alimentación:

Pilas alcalinas: Hay que desecharlas tras su utilización. Se utilizan en dispositivos de bajo consumo. Obligan a usar porta pilas al no poder ser soldadas sin dañarlas.

Baterías níquel cadmio (Ni-Cd): Tienen efecto memoria, es decir, si se descargan parcialmente cada vez que se utilizan y luego se cargan, llega un momento en que no admiten la carga máxima. Este efecto es relativamente rápido. Se destruyen fácilmente con largos almacenamientos, su auto descarga del 10% en las primeras 24 horas, y después sobre un 2,5% al día, disminuyendo con el tiempo. Se pueden unir elementos entre sí mediante soldadura. Se prohibió su uso en 2008 por su poder contaminante.



Figura 18-1 Batería Ni-Cd de 6 elementos (7.2V) y 400mAh

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>

Baterías metal hidruro (Ni-MH): Mucho menos efecto memoria que las de Ni-Cd, que se soluciona mediante dos o tres ciclos de descarga y carga si la batería es nueva y su tensión no ha bajado de 0,9 V. (descarga profunda). Auto descarga del 15% al 20% mensual, mayor que las de Ni-Cd. Las baterías Ni-MH doblan el tiempo de uso a las Ni-Cd con los mismos tamaños. Más sensibles que las Ni-Cd al calor. Altas corriente de carga y descarga. <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>



Figura 19-1 Batería Ni-MH de 3 (3.6V) elementos y 800mAh

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>

Baterías Li-Po: No tienen efecto memoria. Pesan del 20% al 35% menos que las de Ni-MH o de Ni-Cd. No tienen efecto auto descarga. El almacenamiento puede ser prolongado siempre que se mantengan a una tensión del 75% de la nominal. Se estropean si bajan de 3 V. Altas corrientes de carga (2C - 5C) y descarga (20C - 50C). Tienen la mala costumbre de explotar si se les exige por encima de sus posibilidades.



Figura 20-1 Batería Li-Po de 3 elementos (11.1v), 2100mAh y 20C

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>

Como se puede observar en la imagen de arriba, las baterías Li-Po de más de un elemento disponen de dos conectores diferentes: el conector clásico con cables rojo y negro, que es el de alimentación, y otro conector con más cables. Este es el conector de balanceo o equilibrado, y se utiliza para equilibrar la tensión de los diferentes elementos que componen la batería, ya que para que funcione correctamente y no sufra daños la diferencia de tensión entre los elementos de la batería debe ser inferior a 0.1V. El equilibrado de los elementos se consigue mediante un cargador especial, como veremos al final de esta entrada.

Baterías LiFe-Po: Relativamente nuevas, mejoran las cualidades de las de Li-Po: más corriente de carga y descarga, han perdido la costumbre de explotar, etc. Como inconveniente, el aumento de peso respecto de las de Li-Po y su menor tensión nominal.

Teniendo en cuenta todo esto, para los robots de nuestro taller nos decantamos por las baterías Li-Po, principalmente por su poco peso y alta intensidad. En concreto, utilizaremos baterías Li-Po de 1000mAh y dos elementos (se suele representar como 2S), lo que proporcionará una tensión nominal de 7.4V, perfecta para alimentar los motores y para atacar a la entrada del regulador de tensión de la placa electrónica.

1.3.6.2 Cargadores

La elección de un buen cargador es casi tan importante como la de la propia batería, ya que cargar una batería es un proceso complicado, y no todos los cargadores lo hacen igual de bien. Además, cada tipo de batería ha de cargarse con su cargador específico debido a que sus intensidades y curvas de carga son diferentes. Como vimos anteriormente, para las baterías Li-Po de varios elementos hay que tener en cuenta que la mayoría de ellas disponen de un conector de equilibrado, que se utiliza para equilibrar la tensión de los diferentes elementos para evitar que cada elemento se cargue a una tensión diferente y sufran daño cuando trabajen juntos. Por tanto, para las baterías Li-Po nos encontraremos en el mercado cargadores que solamente cargan y cargadores que además equilibran los elementos, y que evidentemente son más caros.



Figura 21-1 Cargador sin equilibrador para baterías Li-Po de 1 a 4 elementos

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>

Por último comentar que en los últimos años han ido apareciendo cargadores universales a buenos precios que sirven para cargar la mayoría de modelos de baterías, además de realizar el equilibrado.



Figura 22-1 Cargador universal Ultra Dúo Plus 60 del fabricante Graupner

Fuente: <http://roboticasunyer.blogspot.com/2013/02/partes-de-un-robot-la-bateria.html>

Por ejemplo, el cargador de la imagen es capaz de cargar y equilibrar baterías Ni-Cd, Ni-MH, Li-Po o Li-Fe de hasta 7 elementos. Además, puede cargar dos baterías al mismo tiempo, como se observa en la imagen. Eso sí, el precio es bastante alto: 380€ en la página web del fabricante.

1.3.7 Ruedas en los robots móviles

Las ruedas son otro elemento muy importante en los robots, por lo que la elección la debemos hacer con cuidado. Podemos tener unos motores muy potentes, pero si las ruedas no son las adecuadas, el robot no se moverá como queremos.

¿De qué tamaño deben ser las ruedas? Una rueda de diámetro grande proporcionará al robot mayor velocidad, ya que por cada vuelta de la rueda el robot avanzará mucha distancia. Pero al mismo tiempo levantará mucho al robot del suelo, por lo que el centro de gravedad quedará más alto, haciéndolo más inestable al tomar las curvas. Por contrario, una rueda con diámetro menor proporcionará menos velocidad, pero el robot irá más cerca del suelo, y por lo tanto será más estable. Por tanto, el tamaño de la rueda está muy relacionado con la elección del motor. Si vas a utilizar servomotores trucados, que son más lentos, lo recomendable sería una rueda grande (6-8 cm de diámetro).

En caso de usar un micro motor como el 10:1 HP, que tiene velocidad mucho mayor, lo recomendable es utilizar una rueda más pequeña (3-4cm de diámetro), que proporcionará mayor estabilidad.

1.3.7.1 Diseño de ruedas

Existen cuatro tipos básicos de ruedas los cuales son:

- **Rueda estándar:** 1 grado de libertad; alrededor del eje (motorizado) de la rueda.



Figura 23-1 Rueda Estándar
Fuente: google imágenes

- **Rueda Loca o de Castor:** 2 grados de libertad; rotación alrededor de una junta desplazada de junta de dirección.



Figura 24-1 Rueda Loca
Fuente: google imágenes

- **Rueda Suiza:** 3 grados de libertad; rotación alrededor del eje (motorizado) de la rueda, alrededor de los rodillos y alrededor del punto de contacto.



Figura 25-1 Rueda Suiza
Fuente: google imágenes

- **Bola o rueda esférica:** realización técnicamente muy difícil.



Figura 26-1 Rueda esférica

Fuente: google imágenes

1.3.7.2 Configuraciones de ruedas

- **Triciclo.-** posee tres ruedas, dos son pasivas ya que no están conectadas a algún motor, se utilizan como apoyo. La orientación y tracción del robot quedan a cargo de la rueda delantera. En este tipo configuración no se puede hacer rotaciones de aproximadamente 90 grados.

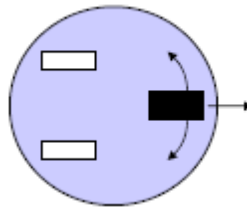


Figura 27-1: Configuración Triciclo

Fuente: google imágenes

- **Ackerman.-** Es usado en la industria del automóvil. Posee dos ruedas traseras de tracción y dos ruedas delanteras para la dirección. Esta configuración esta creada para evitar el derrape de las ruedas.

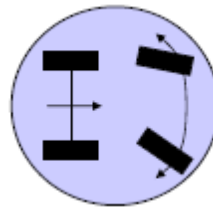


Figura 28-1 Configuración Ackerman

Fuente: google imágenes

- **Sincronizada.-** Posee tres ruedas, las cuales están conectadas mecánicamente y además poseen tracción, por lo cual todas giran en misma orientación y a velocidad similar.

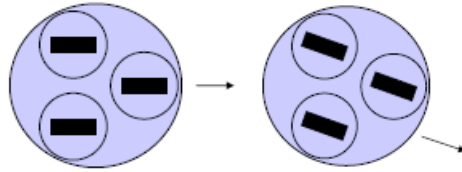


Figura 29-1 Configuración Sincronizada

Fuente: google imágenes

- **Omnidireccional.-** Este tipo de configuración esta provista de ruedas suizas, lo que hace más difícil controlar de allí que el robot puede moverse en cualquier dirección.

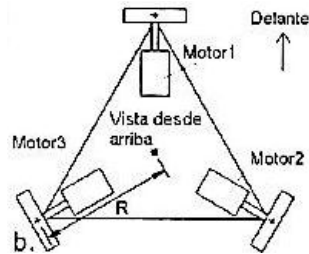


Figura 30-1 Configuración Omnidireccional

Fuente: <http://www.muchotrasto.com/TiposDePlataformas.php>

- **Diferencial.-** Es la más sencilla de todas, tiene dos ruedas situadas perpendicularmente a la orientación del robot. Cada una de las ruedas posee un motor que la controla, de esta manera el giro depende de la diferencia de velocidad entre las ruedas.

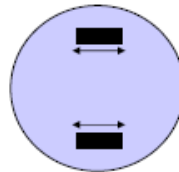


Figura 31-1 Configuración Diferencial

Fuente: google imagenes

1.3.8 Instrumentación

La instrumentación hace referencia a los dispositivos o sensores que un robot incorpora y que le sirven para poder captar información de su entorno o de su propio interior.

1.3.8.1 Sensores

Los sensores tienen como objetivo **captar alguna señal** brindada por el ambiente que rodea al robot, y transformar esa señal en un **impulso eléctrico** que reciba nuestro controlador. Luego, desde el programa que usemos para darle comportamiento, interpretaremos este impulso para actuar en consecuencia. Cuando hablamos de señales del ambiente, nos referimos a la información habitual que, como humanos, podemos captar: imágenes visuales, olores, información táctil, sonidos y sabores.

Pero esto no termina aquí: podemos utilizar otros mecanismos que superen al sistema sensorial humano. Contamos con sensores ultrasónicos para medir distancias, sensores de metales, detectores de diversos gases, etcétera. La oferta es muy grande, y cada tipo de sensor nos obliga a incorporar algo de electrónica y de programación en nuestro robot.

- **Sensor Digital.**- Los sensores digitales son aquellos que, como salida de su sensado del mundo, nos devuelven hacia el controlador un **valor discreto**. El modelo más sencillo de este tipo de sensores es aquel que directamente nos devuelve un uno o un cero. En todos los casos, necesitamos de alguna interfaz electrónica entre el sensor y el micro. A veces, esta electrónica puede ser una simple resistencia y en otros casos puede ser un desarrollo mucho más complejo, dependiendo del sensor.
- **Sensores Analógicos.**- A medida que nuestro robot evoluciona, nos encontramos con la necesidad de captar el ambiente con mayor precisión. Ya no nos alcanza con uno o más sensores digitales. Queremos recibir un valor dentro de un rango. A los sensores que nos permiten este nivel de precisión se los conoce como analógicos. Por ejemplo, una fotorresistencia nos puede entregar un valor entre 0 y 5 V. Ahora, el problema que tenemos es que, a pesar de todo lo bueno que pueda ser nuestro micro, siempre trabaja en forma digital. Por lo tanto, necesitamos convertir esta señal analógica en un valor digital. Para ello existen los **convertidores analógicos/digitales (A/D)**.

1.3.8.2 *Tipos de sensores usados en Robots móviles*

Sensores reflectivos y por intercepción (de ranura).- Los sensores de objetos por reflexión están basados en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser, etc.) y una célula receptora del reflejo de esta señal, que puede ser un fotodiodo, un fototransistor, LDR, incluso chips especializados, como los receptores de control remoto. Con elementos ópticos similares, es decir emisor-receptor, existen los sensores "de ranura" (en algunos lugares lo he visto referenciado como "de barrera"), donde se establece un haz directo entre el emisor y el receptor, con un espacio entre ellos que puede ser ocupado por un objeto.



Figura 32-1 Sensores ópticos CNY70 y EE-SX67

Fuente: <http://www.tme.eu/>

LDR (Light-Dependent Resistor, resistor dependiente de la luz).- Un LDR es un resistor que varía su valor de resistencia eléctrica dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre él. Se le llama, también, foto resistor o fotorresistencia. El valor de resistencia eléctrica de un LDR es bajo cuando hay luz incidiendo en él (en algunos casos puede descender a tan bajo como 50 ohm) y muy alto cuando está a oscuras (puede ser de varios mega ohm).



Figura 33-1 LDR

Fuente: <https://sites.google.com/site/gleztecno/sistemas-electronicos>

Fotodiodos.- El fotodiodo es un diodo semiconductor, construido con una unión PN, como muchos otros diodos que se utilizan en diversas aplicaciones, pero en este caso el semiconductor está expuesto a la luz a través de una cobertura cristalina y a veces en forma de lente, y por su diseño y construcción será especialmente sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Todos los semiconductores tienen esta sensibilidad a la luz, aunque en el caso de los fotodiodos, diseñados específicamente para esto, la construcción está orientada a lograr que esta sensibilidad sea máxima.



Figura 34-1 Fotodiodo

Fuente: <https://sites.google.com/site/gleztecno/sistemas-electronicos>

Fototransistor.- No son muy diferentes de un transistor normal, es decir, están compuestos por el mismo material semiconductor, tienen dos junturas y las mismas tres conexiones externas: colector, base y emisor. Por supuesto, siendo un elemento sensible a la luz, la primera diferencia evidente es en su cápsula, que posee una ventana o es totalmente transparente, para dejar que la luz ingrese hasta las junturas de la pastilla semiconductor y produzca el efecto fotoeléctrico.



Figura 35-1 Fototransistor
Fuente: www.octopart.com

Micrófonos y sensores de sonido.- El uso de micrófonos en un robot se puede hallar en dos aplicaciones: primero, dentro de un sistema de medición de distancia, en el que el micrófono recibe sonidos emitidos desde el mismo robot luego de que éstos rebotan en los obstáculos que tiene enfrente, es decir, un sistema de sonar; y segundo, un micrófono para captar el sonido ambiente y utilizarlo en algún sentido, como recibir órdenes a través de palabras o tonos, y, un poco más avanzado, determinar la dirección de estos sonidos. Como es obvio, ahora que se habla tanto de robots para espionaje, también se incluyen micrófonos para tomar el sonido ambiente y transmitirlo a un sitio remoto.



Figura 36-1 Sensor de sonido
Fuente: <http://campus.ort.edu.ar/>

Ultrasónicos (medidores de distancia).- Los medidores ultrasónicos de distancia que se utilizan en los robots son, básicamente, un sistema de sonar. En el módulo de medición, un emisor lanza un tren de pulsos ultrasónicos y espera el rebote, midiendo el tiempo entre la emisión y el retorno, lo que da como resultado la distancia entre el emisor y el objeto donde se produjo el rebote. Se pueden señalar dos estrategias en estos medidores: los que tienen un emisor y un receptor separados y los que alternan la función (por medio del circuito) sobre un mismo emisor/receptor piezoeléctrico. Este último es el caso de los medidores de distancia incluidos en las cámaras Polaroid con auto rango, que se obtienen de desarme y se usan en la robótica de experimentación personal. Hay dos sensores característicos que

se utilizan en robots: 1. Los módulos de ultrasonido contenidos en las viejas cámaras Polaroid con auto rango, que se pueden conseguir en el mercado de usados por relativamente poco dinero. 2. Los módulos SRF de Devantech, que son capaces de detectar objetos a una distancia de hasta 6 metros, además de conectarse al micro mediante un bus I2C.



Figura 37-1 Ultrasonico parallax

Fuente: www.pololu.com

Medidores de distancia por haz infrarrojo.- La empresa Sharp produce una línea de medidores de distancia basados en un haz infrarrojo, que forman la familia GP2DXXX. Estos sensores de infrarrojos detectan objetos a distintos rangos de distancia, y en algunos casos ofrecen información de la distancia en algunos modelos, como los GP2D02 y GP2D12. El método de detección de estos sensores es por triangulación. El haz es reflejado por el objeto e incide en un pequeño array CCD, con lo cual se puede determinar la distancia y/o presencia de objetos en el campo de visión. En los sensores que entregan un nivel de salida analógico para indicar la distancia, el valor no es lineal con respecto a la distancia medida, y se debe utilizar una tabla de conversión. <http://fr.slideshare.net/kazukialejandro/sensores-de-tecnologia-tarea-power-point>



Figura 38-1 Sensor de distancia Sharp

Fuente: www.pololu.com

1.3.8.3 Sensado y Detección

En el caso de usar sensores sencillos, como ultrasónicos, sensores de luz, de tacto y otros sensores locales, la información que obtendremos es bastante imprecisa. La imagen que conseguiremos del ambiente no nos permitirá navegar con total exactitud.

El robot móvil, a menos que se mueva en un espacio absolutamente acotado y preparado para él, deberá ser capaz de adaptar sus movimientos y sus acciones de interacción en base a las características físicas de los ambientes con los que se encuentre y los objetos que hay en ellos.

Para lograr esta capacidad de adaptación, lo primero que necesitan los robots es **tener conocimiento** del entorno. Esto es absolutamente clave. Para conocer el entorno, los seres vivos disponemos de un sistema sensorial. Los robots no pueden ser menos: deben poseer sensores que les permitan saber dónde están, cómo es el lugar en el que están, a qué condiciones físicas se enfrentan, dónde están los objetos con los que deben interactuar, sus parámetros físicos, etc.

Para esto se utilizan diversos tipos de sensores, con un rango de complejidad y sofisticación que varía desde algunos bastante simples a otros con altos niveles de sofisticación de hardware y más aún de complejidad de programación.

1.4 Programación de Robots móviles (PICBASIC)

Muchos aficionados a la electrónica aún no se animan a aprender a manejar los micros controladores PIC debido a la creencia de que su lenguaje es muy complejo y difícil de aprender.

El lenguaje Ensamblador es solo el principio porque los PIC se pueden programar en otros lenguajes: BASIC y C principalmente. ¿Cómo puede ser esto posible? Existen compiladores “especiales” en los que se puede editar en el lenguaje Basic o C y obtener un file “hex” listo para que su grabador de Pics lo utilice. Cuidado, algunos principiantes se confunden y piensan que con Visual Basic o que con Turbo C van a poder programar un PIC. No, lo que se necesita es un programa especial. El lenguaje que quizás es el consentido de los programadores es el Basic y en él nos concentraremos para que más adelante en otros artículos toquemos el C. Existen muchos proveedores de software especializados en ofrecer compiladores Basic para programar Pics.

Subrutinas: Una subrutina se presenta como un algoritmo separado del algoritmo principal, y estará destinado a resolver una tarea específica. Las subrutinas pueden ser referidas cada vez que sea necesario, llamando a la etiqueta que corresponde a ésta, la cual debe ir siempre al inicio de la misma.

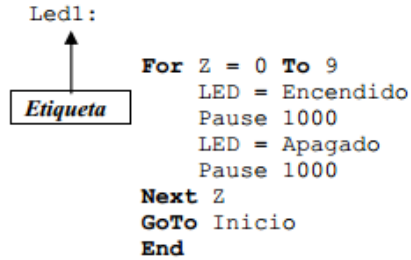


Figura 39-1 Subrutina

Fuente: autores de tesis (microcode)

Componentes y operadores en PicBasic.- PIC Basic cuenta con una serie de herramientas de programación entre las cuales podemos mencionar las etiquetas, variables, identificadores, constantes, comentarios, símbolos entre otras. Algunas de estas herramientas son de uso obligatorio a la hora de realizar un programa, y otras que no son de uso obligatorio, nos facilitarán el trabajo considerablemente.

Define: La directiva “Define” establece una serie de parámetros que de no ser tomados en cuenta, causará que nuestros programas sencillamente no funcionen en la mayoría de los casos. Estos parámetros están relacionados con dispositivos externos al micro controlador. Por ejemplo, si deseamos utilizar un oscilador diferente al que por defecto es de (4 MHz), será conveniente entonces definir la velocidad del mismo utilizando la directiva: Define Osc {frecuencia}.

De igual forma deben ser considerados estos parámetros para el uso de dispositivos como pantallas LCD, donde se deberán definir los puertos de conexión para el bus de datos y bus de control.

Así mismo para comunicaciones seriales o I2C, donde los parámetros también deben ser definidos.

Tabla 3-1 Sentencias define

Parámetro	Descripción
OSC {frecuencia}	Frecuencia del Oscilador en MHz
LCD_DREG {puerto}	Puerto de datos LCD
LCD_DBIT {bit}	Bit inicial del puerto de datos
LCD_RSREG {puerto}	Puerto para RS (Register Select)
LCD_RSBIT {bit}	Pin del Puerto para RS
LCD_EREG {puerto}	Puerto para E (Enable)

LCD_EBIT {bit}	Pin del Puerto para E
LCD_RWREG {puerto}	Puerto para RW (Read/Write)
LCD_RWBIT {pin}	Pin del puerto para RW
LCD_LINES {líneas}	Número de líneas de la LCD (1,2 o 4)
I2C_SCLOUT 1	Interface de Reloj I2C Bipolar
I2C_SLOW 1	Cuando en la transferencia es utilizado un oscilador más lento que 8 MHz.

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Variables: En las variables podemos almacenar datos temporalmente, los cuales podrán ser consultados o modificados cada vez que sea necesario. Regularmente la definición de variables se hace al inicio del programa y para ello se utiliza la palabra VAR seguida por el tipo de variable según la tabla que mostramos a continuación:

Tabla 4-1 Variables

Nombre de la Variable	VAR	Tipo de Variable	Descripción
A1	Var	Bit	Toma los valores 0 y 1 únicamente
Temp	Var	Byte	Toma valores entre 0 y 255 (8 bits)
Dig1	Var	Word	Toma valores entre 0 y 65535 (16 bits)

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Arrays: Las variables Arrays tienen un determinado número de “elementos”, definido según el tamaño de la variable. Las variables Arrays tipo Bit, pueden almacenar 256 elementos; las variables Arrays tipo Byte pueden almacenar hasta 96 elementos y las variables Arrays tipo Word hasta 48 elementos, los cuales a su vez pueden ser accedidos en cualquiera de los tres casos a través de un índice. Este índice se especifica entre corchetes como se muestra en los siguientes ejemplos: Para declarar una variable Array utilizamos el siguiente formato: Dato Var Byte [7]

El primer elemento de esta variable es Dato [0] y el último elemento es Dato [7], lo cual significa que hemos declarado una variable array de 8 elementos. En este caso podemos almacenar un byte en cada elemento, siempre especificando el índice.

Ejemplo: Almacenar en cada elemento de la variable “Dato” los valores 200, 15, 56, 75, 80, 20, 33, 45.

Dato [0] = 200 Dato [1] = 15 Dato [2] = 56 Dato [3] = 75
 Dato [4] = 80 Dato [5] = 20 Dato [6] = 33 Dato [7] = 45

En algunos casos se debe verificar la hoja de datos del micro, ya que la cantidad de elementos que se pueden almacenar en variables Arrays tipo Byte o Word puede variar según el modelo del mismo.

Constantes: Ayudan a identificar un valor constante en nuestro programa, facilitando aún más la comprensión del mismo a la hora de verificar su funcionamiento. En la siguiente tabla se puede observar la forma de declarar una constante.

Tabla 5-1 Constantes

Nombre de la Constante	CON	Valor de la Constante
Temp_Max	CON	150
Temp_Min	CON	55

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Símbolos o Alias: Proveen un nombre único y específico a elementos o variables dentro de nuestro programa. Para definir un símbolo, utilizamos la palabra “Symbol”, seguida del alias del elemento, el símbolo de igualdad “=”, y por último el elemento en cuestión: Symbol {alias} = {elemento}

Por ejemplo, si deseamos controlar un motor DC a través de uno de los pines del puerto A de un micro controlador, resultaría mucho más sencillo referirse a este pin como “Motor”, en vez de referirse a él como “PortA.0”.

Entonces, Symbol Motor = PORTA.0

Veamos otros ejemplos:

Symbol Relay = PORTB.0

Symbol Sensor = PORTA.0

Symbol LED = PORTA.1

Symbol RC0 = PORTC.0

Operadores Aritméticos: Entre los operadores aritméticos más utilizados tenemos los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6-1 Operadores Aritméticos

Operador	Descripción	Operador	Descripción
+	Suma	ABS	Valor Absoluto
-	Resta	SIN	Seno del Angulo
*	Multiplicación	COS	Coseno del Angulo
/	División	MIN	Mínimo de un numero
<<	Desplaza a la Izquierda	REV	Invertir un Bit
>>	Desplaza a la Derecha	DIG	Valor de un dígito para un numero decimal
=	Asignación de valores		

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Operadores Binarios: En la siguiente tabla veremos los operadores binarios proporcionados para el Lenguaje PicBasic:

Tabla 7-1 Operadores Binarios

Operador	Descripción
&	AND lógico
	OR lógico
^	XOR lógico
~	NOT lógico
&/	NAND lógico
/	NOR lógico
^/	NXOR lógico

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Con estos operadores resulta muy sencillo realizar operaciones binarias, como lo demuestra el siguiente ejemplo:

Si aplicamos una AND lógica, donde deseamos filtrar los siete bits más significativos del valor almacenado en la siguiente variable:

Var1 = %00101001 Entonces, Var1 = Var1 & %00000001

El resultado de esta operación es Var1 = %00000001

Operadores de Comparación: Los operadores de comparación normalmente son utilizados con la instrucción If...Then... para realizar comparaciones entre variables o datos extraídos de alguna operación aritmética.

Tabla 8-1 Operadores de comparación

Operador	Descripción
=	Igual
<>	Diferente
<	Menor que
>	Mayor que
<=	Menor o igual que
>=	Mayor o igual que

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Operadores Lógicos: Los operadores lógicos son utilizados para establecer condiciones entre variables y son utilizados de la misma manera que los operadores de comparación.

Tabla 9-1 Operadores Lógicos

Operador	Descripción
AND	AND lógico
OR	OR lógico
XOR	XOR lógico
NOT	NOT lógico
NOT ND	NAND lógico
NOT OR	NOR lógico
NOT XOR	NXOR lógico

Fuente: <http://tutorialpicbasic.blogspot.com>

Ejemplo: If Var1 = 1 and Var2 = 3 And Var3 = 5 Then Goto inicio La condición saltará a la etiqueta “inicio” solo si se cumplen las tres condiciones.

CAPITULO II

2. DISEÑO DE MÓDULOS

2.1 Módulos principales (Cerebros)

2.1.1 Cerebro con pic 16F628A

Utilizando el integrado mencionado hemos diseñado un cerebro compacto con 4 entradas que pueden venir de sensores como el Sharp o el Qrd1114 y con 7 salidas, además posee una entrada de voltaje de referencia emitida desde un potenciómetro, posee dos leds uno de funcionamiento del módulo y otro de lectura de sensores, además posee un Switch de encendido y un pulsador para resetear el Pic (master clear).

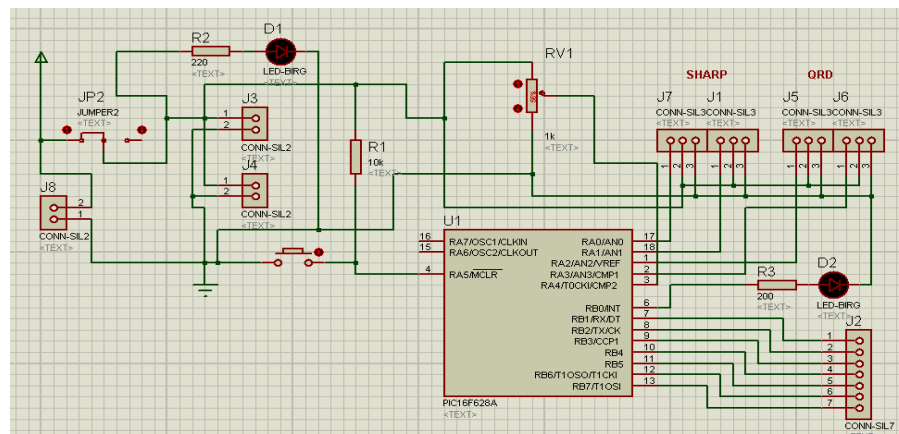


Figura 40-2: Diseño en Proteus (16F628A)

Fuente: autores de tesis

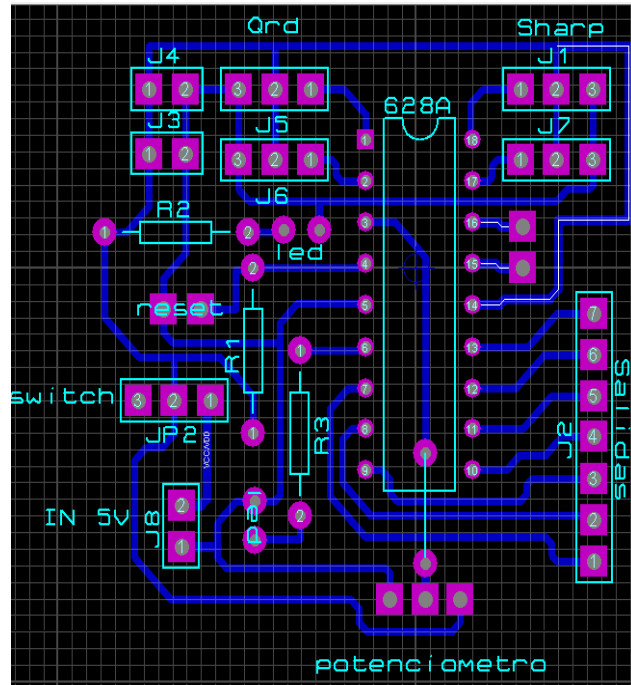


Figura 41-2 Diseño en Ares Professional (16F628A)
Fuente: autores de tesis



Figura 42-2 Placa Impresa (16F628A)
Fuente: autores de tesis

Tabla 10-2 Cerebro con pic 16F628A

ELEMENTOS	DESCRIPCION
R1,R2,R3	10K,220Ω,220Ω
D1,D2	DIODOS LED
SENSOR SHARP GP2Y0A21	Sensor de Distancia
SENSOR QRD 1114	Sensor Opto Reflexivo
U1	Pic16F628A
Espadines	
Switch	On-Off

Fuente: autores de tesis

2.1.2 Cerebro con Pic 16F877A.

Con el integrado mencionado se diseñó un cerebro compacto utilizado en la mayoría de proyectos electrónicos, puesto que tiene varias prestaciones, se propone, 4 entradas analógicas, 8 entradas digitales, 6 salidas que pueden ser para motores o indicadores, y además de 10 pines que pueden ser configurados a necesidad del usuario, como entradas o salidas, cuenta con un led indicador de funcionamiento y un cristal para mejorar el rendimiento de 4mhz.

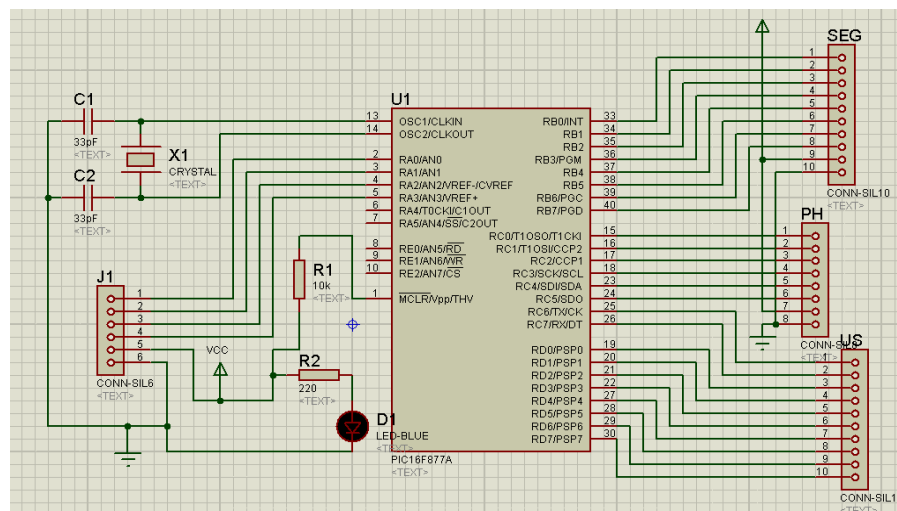


Figura 43-2 Diseño en Proteus (16F877A)

Fuente: autores de tesis

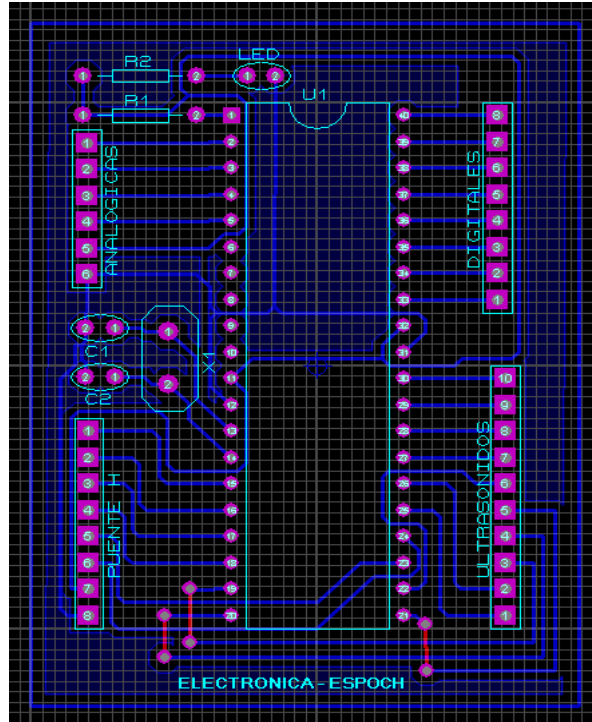


Figura 44-2 Diseño en Ares Professional (16F877A)
 Fuente: autores de tesis

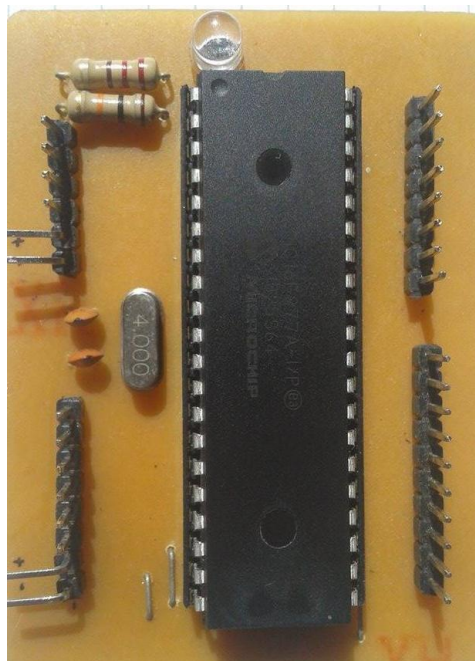


Figura 45-2 Placa Impresa (16F877A)
 Fuente: autores de tesis

Tabla 11-2 Cerebro con pic 16F877A

ELEMENTO	DESCRIPCION
C1,C2	33Pf
X1	Cristal
R1, R2	10k,220Ω
D1	Diodo led
U1	Pic16F877A
Espadines	

Fuente: autores de tesis

2.2 Módulos secundarios

2.2.1 Controladora de motores con el integrado L293D

Con el integrado mencionado se ha diseñado un módulo pequeño, compacto y de altas prestaciones, junto a un regulador de voltaje (7805) dos capacitores que protegen al circuito, tiene sus 4 entradas venidas desde algún módulo cerebro, y 4 salidas para motores, cuenta con un led indicador de funcionamiento y una bornera para optimizar la conexión de los cables de alimentación.

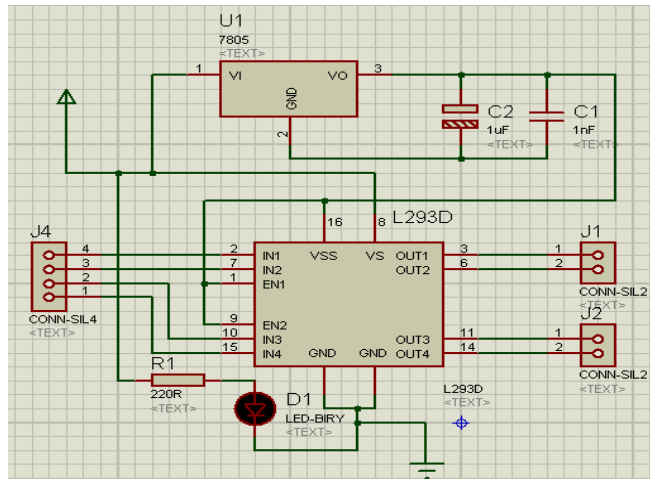


Figura 46-2 Diseño en Proteus (L293D)

Fuente: autores de tesis

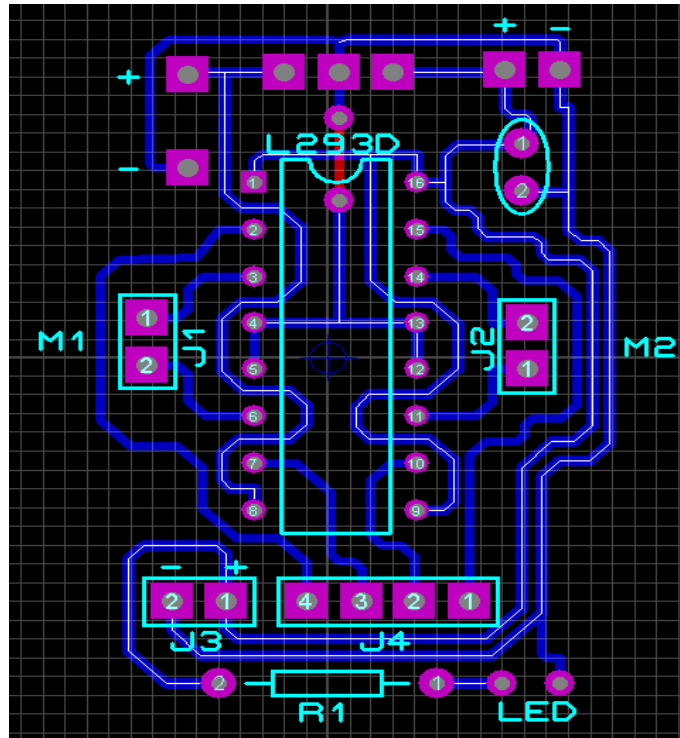


Figura 47-2 Diseño en Ares Professional (L293D)
 Fuente: autores de tesis

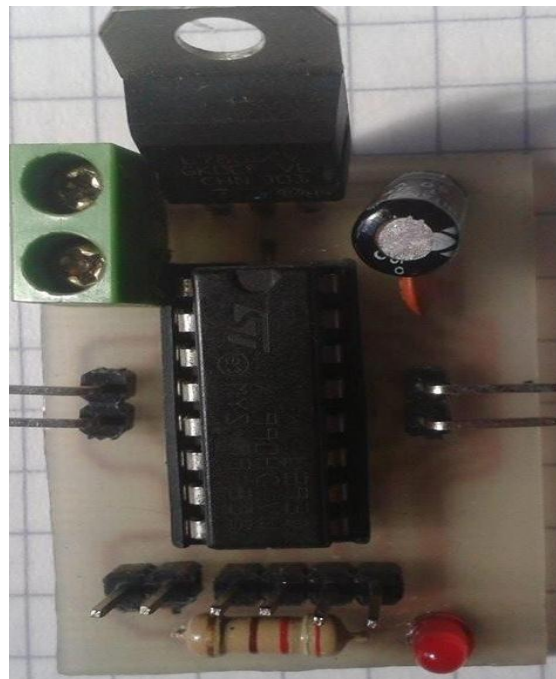


Figura 48-2 Placa Impresa (L293D)
 Fuente: autores de tesis

Tabla 12-2 Controladora de motores con el integrado L293D

ELEMENTO	DESCRIPCION
U1	Regulador de voltaje 7805
C1,C2	1nF, 1uF
Driver L293D	Sensor de Distancia
R1	220Ω
D1	Diodo Led
Espadines	

Fuente: autores de tesis

2.2.2 Controladora de motores con el integrado L298N

Con el integrado mencionado se ha diseñado un módulo compacto y robusto, debido a las altas prestaciones del integrado, se utilizó leds indicadores para indicar las salidas del integrado (cuatro) hacia los motores, cuenta con diodos que protegen el circuito, posee también un regulador de voltaje (7805) junto a dos capacitores de protección, para alimentación y conexión de motores hemos utilizado borneras.

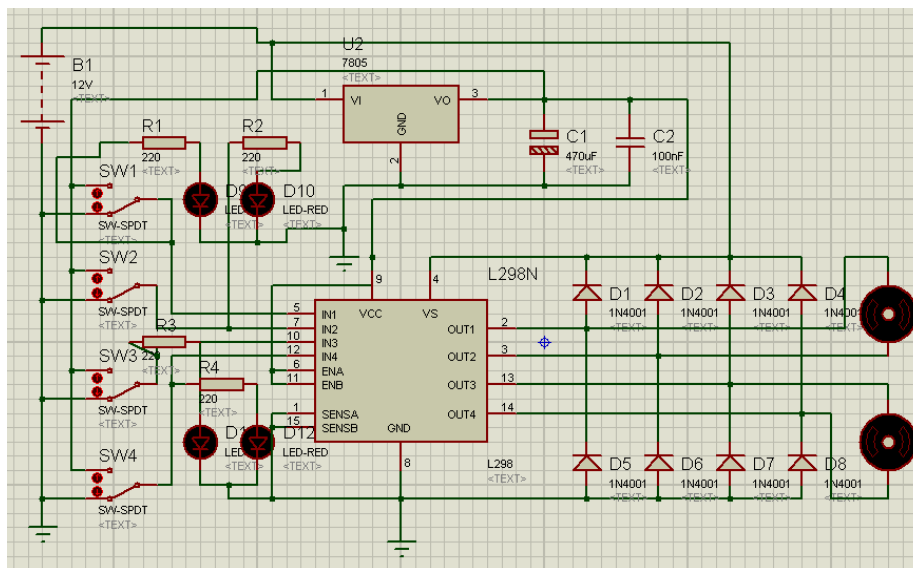


Figura 49-2 Diseño en Proteus (L298N)

Fuente: autores de tesis

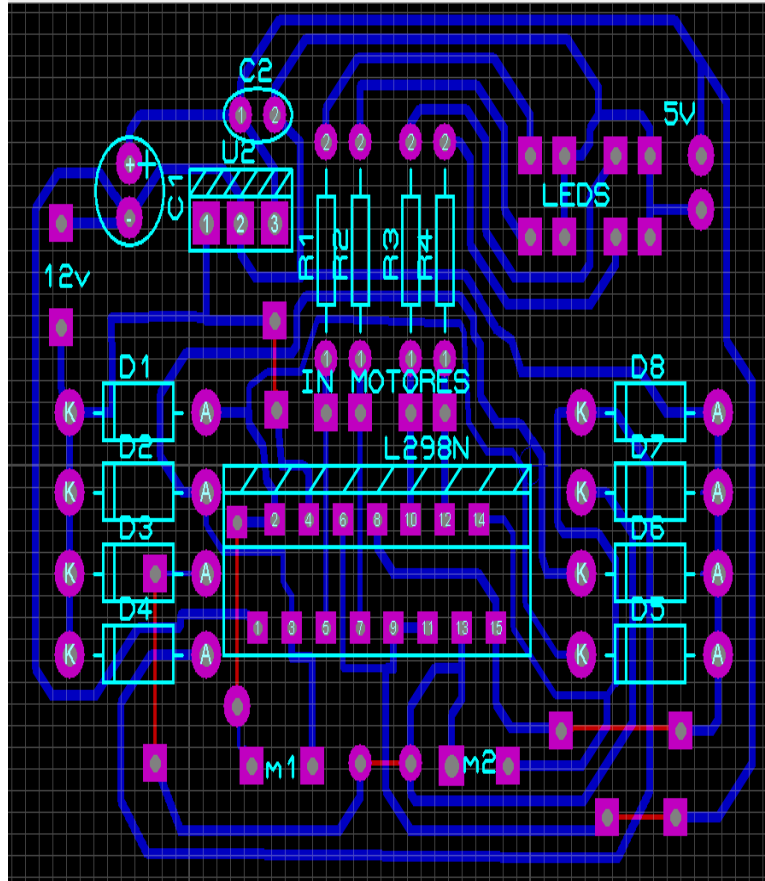


Figura 50-2 Diseño en Ares Professional (L298N)
 Fuente: autores de tesis

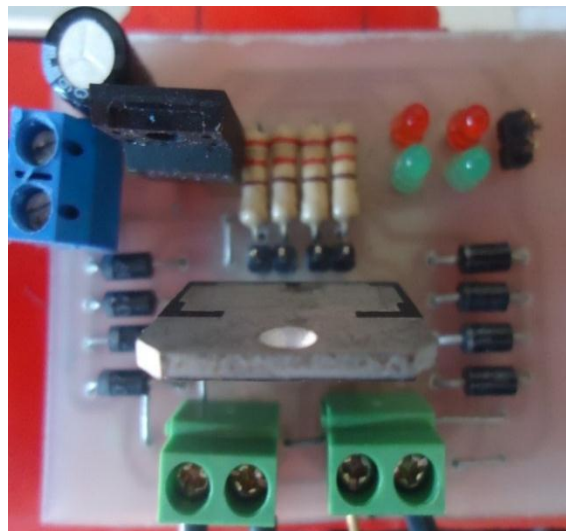


Figura 51-2: Placa Impresa (L298N)
 Fuente: autores de tesis

Tabla 13-2 Controladora de motores con el integrado L298N

ELEMENTO	DESCRIPCION
U2	Regulador de voltaje 7805
L298N	Puente H de alta potencia
D9, D10, D11, D12	Diodo Led
R1, R2,R3, R4	220Ω
D1 al D8	1N4001
C1, C2	470uF, 100nF
SW1 al Sw4	Switch

Fuente: autores de tesis

2.2.3 Controladora de motores con relés

Este módulo se diseñó para controlar motores de altas prestaciones, se usan 4 relés para activar y desactivar sus 4 salidas a motores, se usó diodos para protección, y transistores para aumentar la potencia y activar los relés, cuenta con 4 entradas venidas desde algún modulo principal (cerebro), cuenta con un regulador de voltaje (7805a) y tres capacitores para protección y almacenamiento de carga.

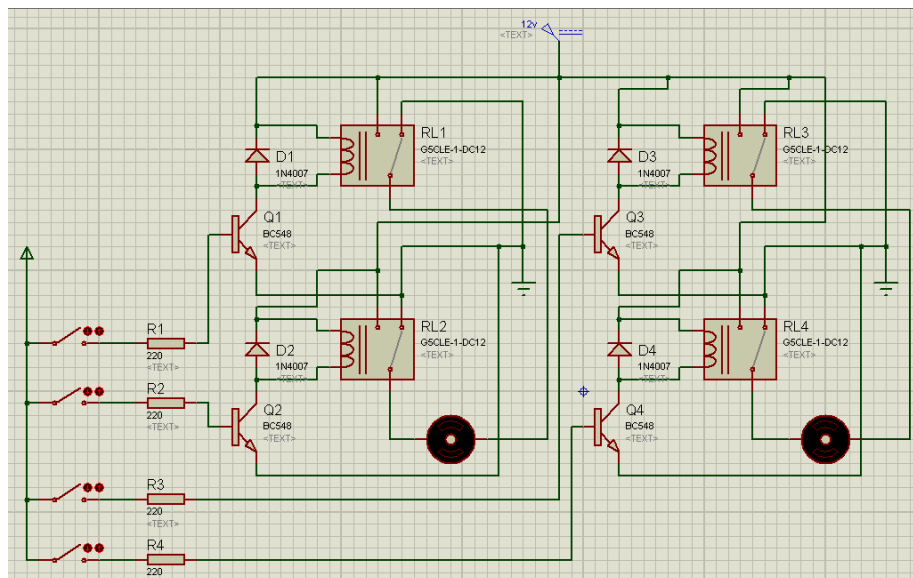


Figura 52-2 Diseño en Proteus (Relés)

Fuente: autores de tesis

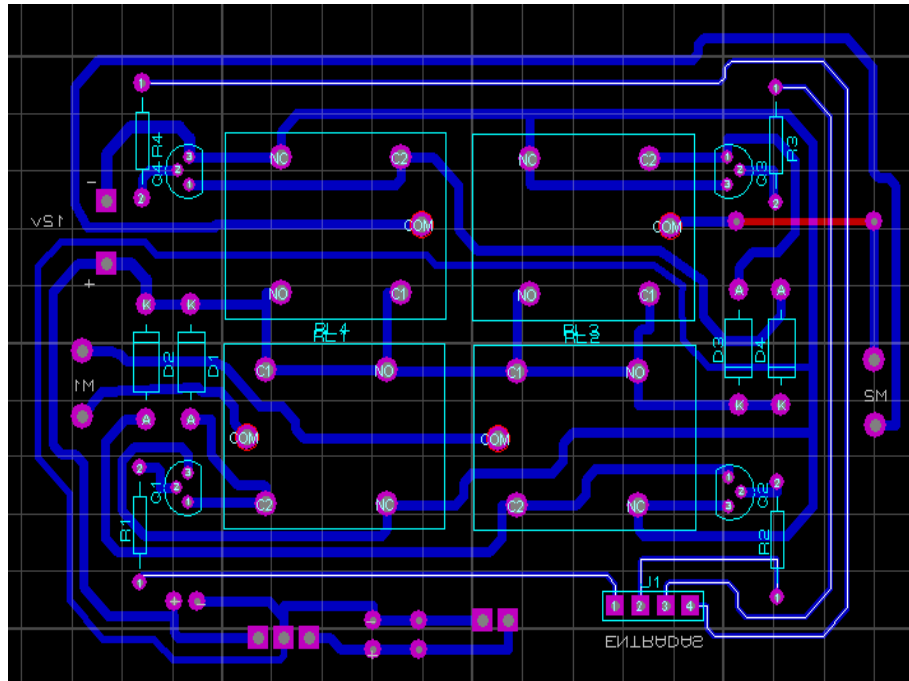


Figura 53-2 Diseño en Ares Professional (Relés)
Fuente: autores de tesis

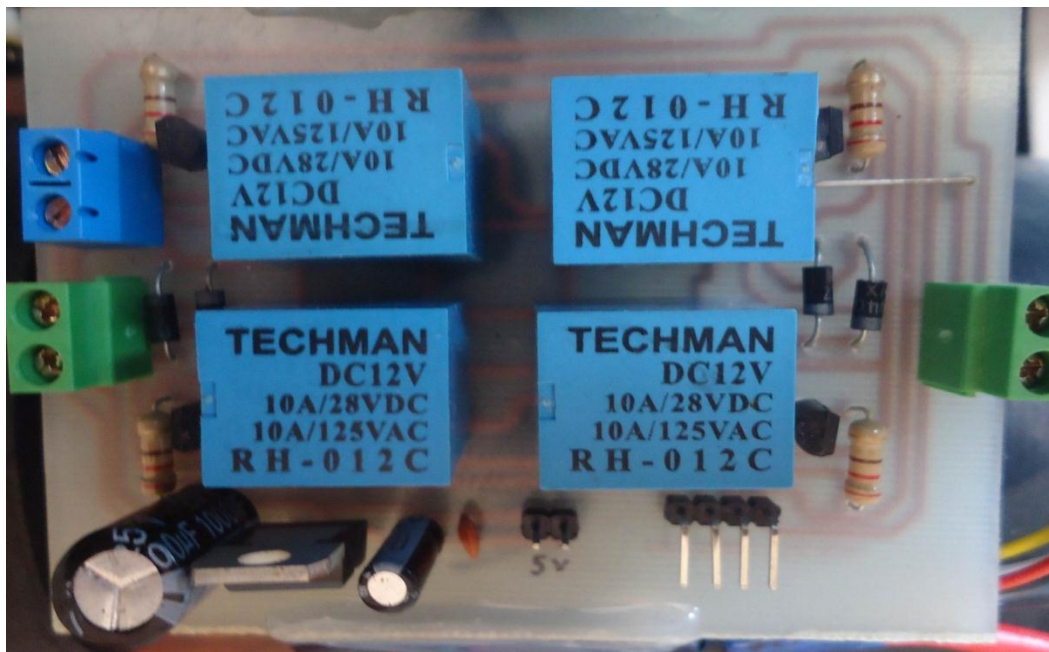


Figura 54-2 Controladora de motores con relés
Fuente: autores de tesis

Tabla 14-2 Placa Impresa (Relés)

ELEMENTO	DESCRIPCION
RL1 al RL4	Reles(DC 12 V)
Q1 al Q4 BC548	Transistor NPN
R1 al R4	220Ω
D1 al D4	1N4001

Fuente: autores de tesis

2.2.4 Placa sensores distribución general

Se diseñó este módulo usando como base los sensores qrd1114; para caminos trazados difíciles, junto a sus resistencias de protección, cuenta con espadines hembra para montar y desmontar hasta 5 Qrds y con dos entradas una de alimentación (5v) y otra a GND o tierra.

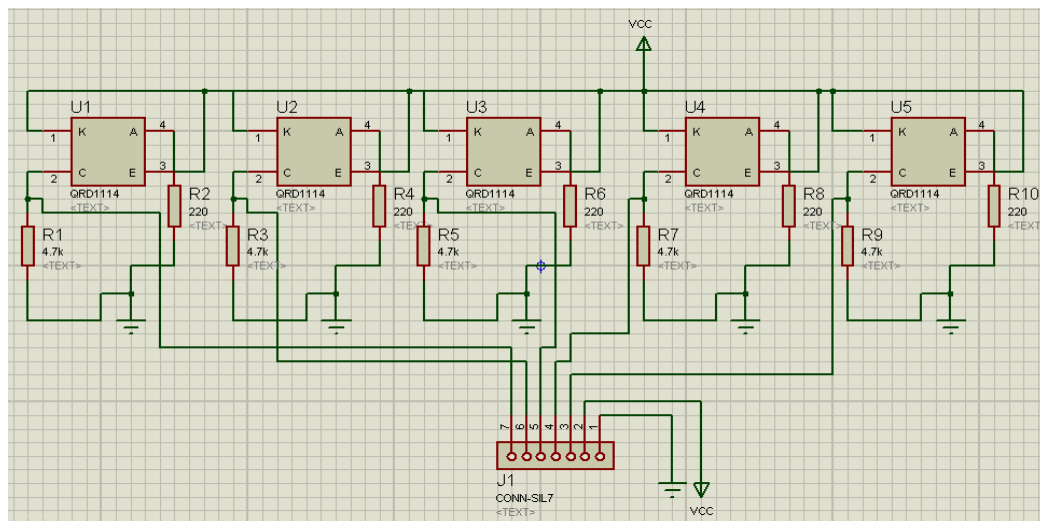


Figura 55-2 Diseño en Proteus (Placa de sensores general)

Fuente: autores de tesis

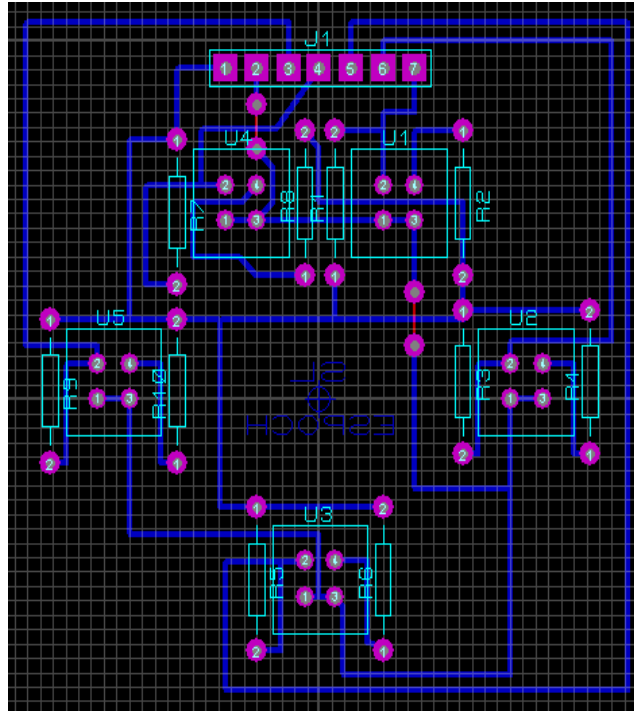


Figura 56-2 Diseño en Ares Professional (Placa de Sensores General)
Fuente: autores de tesis



Figura 57-2 Placa Impresa (Placa de Sensores General)
Fuente: autores de tesis

Tabla 15-2 Placa Impresa (general)

ELEMENTO	DESCRIPCION
U1 al U5	QRD1114
R1, R3,R5,R9	4,7 K Ω
R2, R4, R6, R8, R10	220 Ω
Espadines	

Fuente: autores de tesis

2.2.5 Placa sensores distribución lineal

Se diseñó este módulo usando como base los sensores qrd1114; para trayectorias cerradas, cuenta con espadines hembra para montar y desmontar hasta 5 qrds, posee una alimentación de 5 voltios para todos los sensores y otra entrada a tierra (común).

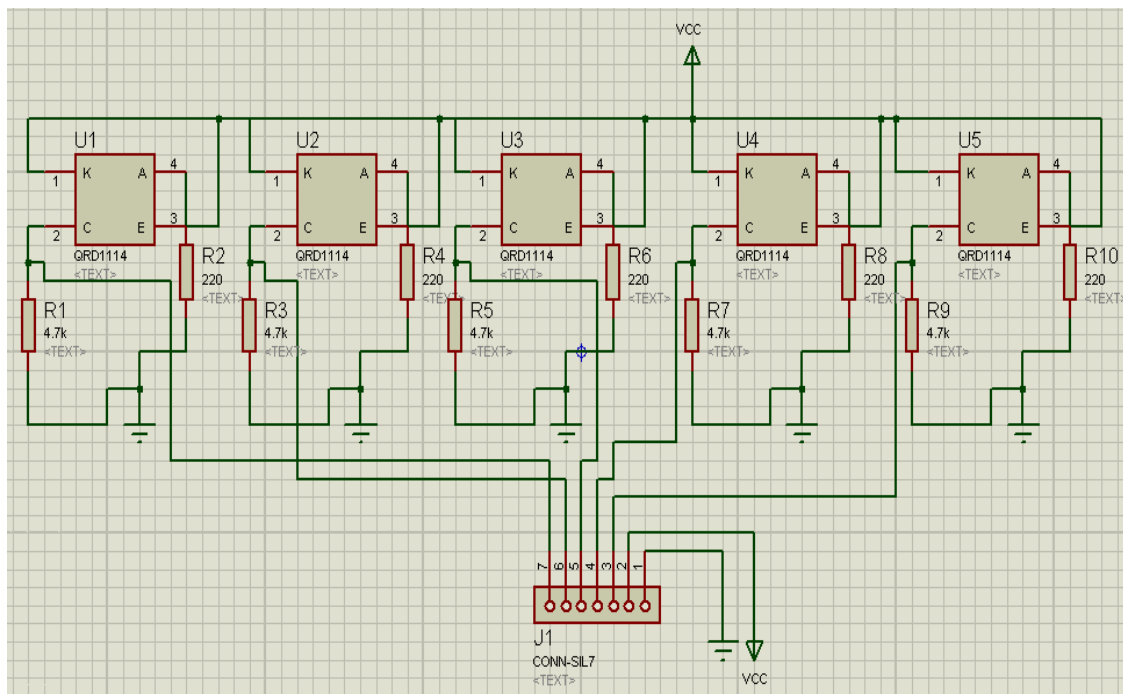


Figura 58-2 Diseño en Proteus (Placa de Sensores distribución lineal)

Fuente: autores de tesis

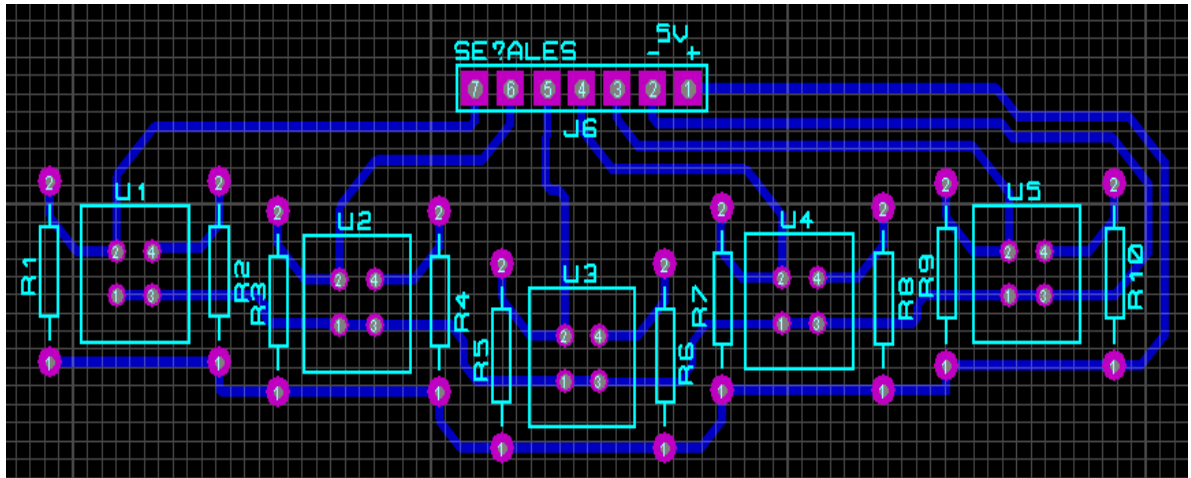


Figura 59-2 Diseño en Ares Professional (Placa de Sensores distribución lineal)
Fuente: autores de tesis

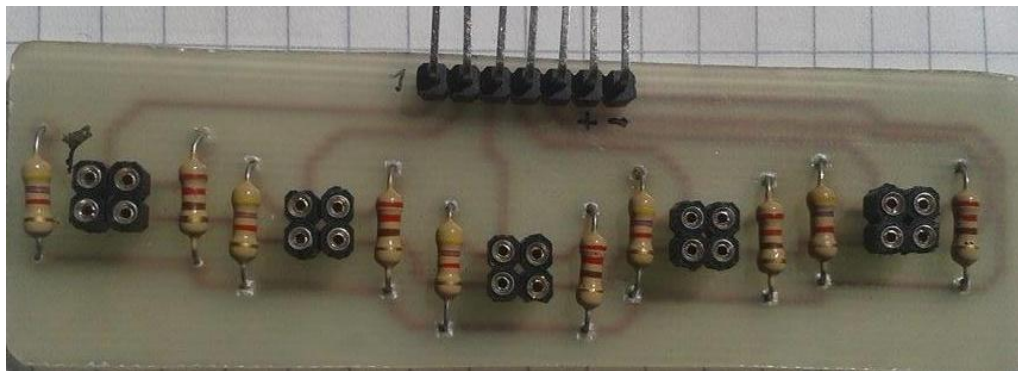


Figura 60-2 Placa Impresa (Placa de Sensores distribución lineal)
Fuente: autores de tesis

Tabla 16-2 Placa de Sensores distribución lineal

ELEMENTO	DESCRIPCION
U1 al U5	QRD1114
R1, R3,R5,R9	4,7 K Ω
R2, R4, R6, R8, R10	220 Ω
Espadines	

Fuente: autores de tesis

2.2.6 Placa sensor unitario

Basados en los dos módulos anteriores se diseñó este módulo pequeño y compacto para fácil acople en los proyectos que se requiera, cuenta con un sensor qrd114, espadines para montar y desmontar el sensor, una entrada de voltaje otra de tierra y una para enviar la señal.

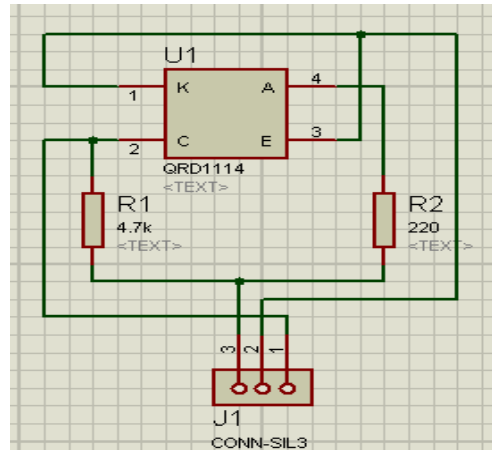


Figura 61-2 Diseño en Proteus (unitario)

Fuente: autores de tesis

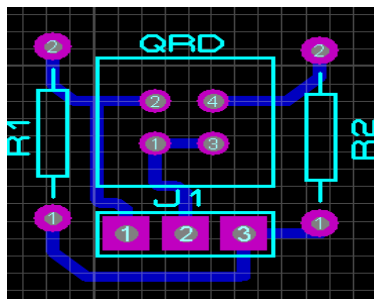


Figura 62-2 Diseño en Ares Professional (Placa de sensor unitario)

Fuente: autores de tesis

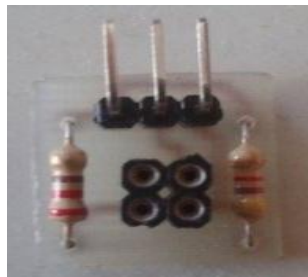


Figura 63-2 Placa Impresa (Sensor Unitario)

Fuente: autores de tesis

Tabla 17-2 Placa de sensor unitario

ELEMENTO	DESCRIPCION
U1	QRD1114
R1, R2	4,7 K Ω , 220 Ω
Espadines	

Fuente: autores de tesis

2.3 Chasis

Para la construcción de nuestros chasis se ha utilizado componentes livianos y a la vez resistentes y además de fácil manipulación para moldearlos o cortarlos de acuerdo a las dimensiones requeridas de nuestros robots.

Acrílico: es un polímero, un termoplástico rígido excepcionalmente transparente. En su estado natural es incoloro pero se puede pigmentar para obtener una infinidad de colores el cual es óptimo para diferentes usos.

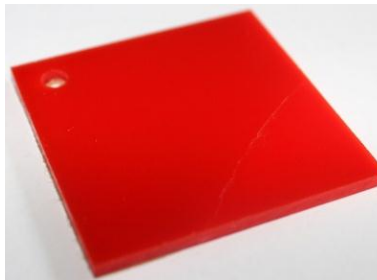


Figura 64-2 Acrílico

Fuente: <http://www.acrilicos.com/catalog/index/343>

Lámina de Aluminio: es una plancha o un objeto muy delgado, cuya superficie es superior a su espesor. La lámina es un elemento estructural hecho con un sólido (metal aluminio) deformable, lo que le permite trabajar a flexión.



Figura 65-2 Lámina de Aluminio

Fuente: <http://conformacionandres91.blogspot.com>

2.4 Motores

Micro Motor: es un motor miniatura con engranes metálicos, este diminuto motor reductor de corriente continua está destinado para su uso en 6 voltios, aunque en general, este tipo de motor puede funcionar con tensiones por encima y por debajo de este voltaje nominal, por lo que debe operar cómodamente en el 3-9 voltios.



Figura 66-2 Micro Motor
Fuente: <https://www.pololu.com/product/993>

Hitec 311: Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Se usan servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control, títeres, y por supuesto, en robots. Los Servos son sumamente útiles en robótica. Los motores son pequeños, tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño. De torque que es bastante fuerte para su tamaño.



Figura 67-2 Servo Hitec 311
Fuente: http://www.alhekma4u.com/Products/Motors/Servo_Motor_HS-311-Standard/ServoMotorHS311-Standard.html

Motor Caja Reductora: Un motor de este tipo es una unidad motriz integral que incorpora un motor eléctrico y un reductor a base de engranajes, de manera que el armazón de uno soporte el del otro.

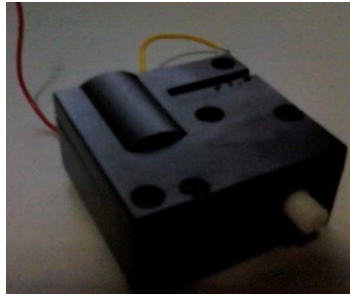


Figura 68-2 Motor Caja Reductora

Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com/f19/duda-motores-seguidor-linea-basico-65703/>

Ame-Series: motor pequeño con gran potencia y resistencia al agua, de alta velocidad y acción intermitente repetible pesa 1,2 libras.



Figura 69-2 Ame-Series

Fuente: <http://www.robotmarketplace.com/products/AME-206-1004.html>

2.5 Llantas

Llantas normales: llantas que fácilmente se acoplan a los moto reductores o servomotores, livianas, y de bastante grip o agarre.



Figura 70-2 Llantas normales

Fuente: <https://www.pololu.com/product/1686>

Llantas Todo Terreno: llantas con gomas de caucho negro, y rin de plástico azul adaptable a motores dc, Tienen buen agarre, son anchas especiales incursionar en todo tipo de terrenos.



Figura 71-2 Llantas todo terreno

Fuente: <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-rims-blue.html>

Nylon: El nylon es una fibra textil elástica y resistente, el cual moldeándolo se utiliza como material duro para la fabricación de llantas, las cuales contienen bastante agarre, aunque son un poco pesadas.



Figura 72-2 Nylon

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/rwm-casters/ruedas-nylon-63861-609108.html>

Llantas Pololu: de plástico blanco y silicona negra, estas llantas pequeñas tienen buen agarre y son ideales para robots velocistas.



Figura 73-2 Llantas Pololu

Fuente: <https://www.pololu.com/product/1088>

2.6 Sensores

Sharp: Sensor de distancia para detectar movimiento o de evasión de obstáculos al robot o cualquier otro proyecto. Con un rango de detección de (10 cm a 80 cm) y una tensión analógica que indica la distancia, este sensor es muy fácil de usar.



Figura 74-2 Sensores Sharp

Fuente: <https://www.pololu.com/product/136>

Óptico (qrd1114): Es un sensor de IR de corto alcance basado en un emisor de luz y un receptor (Transistor), ambos apuntando en la misma dirección. Su funcionamiento se basa en la capacidad de reflexión del objeto, y la detección del rayo reflejado por el receptor. Muy usado en robot seguidores de línea.



Figura 75-2 Óptico (qrd1114)

Fuente: <http://www.tiendaelectronica.com.ve/sensores-y-transductores/1168-sensor-reflectivo-qrd1114.html>

2.7 Alimentación (baterías)

Lipo: son una fuente de energía muy potente y eficiente, así que el mal uso tiene consecuencias potentes por igual. Son sensibles, se necesita un cargador específico para poder recargar sus celdas. Para nuestros robots utilizaremos la de 3.3mah, 1.3mah, 1.1mah, 180mah.



Figura 76-2 Lipo

Fuente: autores de tesis

2.8 Cableado

Se utilizará cables flexibles especiales para arduino, por la facilidad de uso, y dimensiones óptimas para nuestros robots, además de su costo bajo, y que tienen la ventaja de ser hechos del tipo macho-hembra común en proyectos electrónicos.



Figura 77-2 Cableado

Fuente: http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-426513102-pack-40-cables-para-protoboard-macho-macho-pic-arduino-_JM

CAPITULO III

3. ENSAMBLAJE DE ROBOTS

3.1 Armado de Robots

3.1.1 *Robot seguidor de línea*

El robot seguidor de línea (rastreadores) es muy fácil de armar, ya que cumple con un solo objetivo: seguir una línea en una superficie plana, la cual puede tener una trayectoria cerrada de cualquier tipo. La mayoría de veces la línea es negra y el fondo de la pista negra.



Figura 78-3 Seguidor de línea base acrílico, servos y llantas
Fuente: Autores de tesis

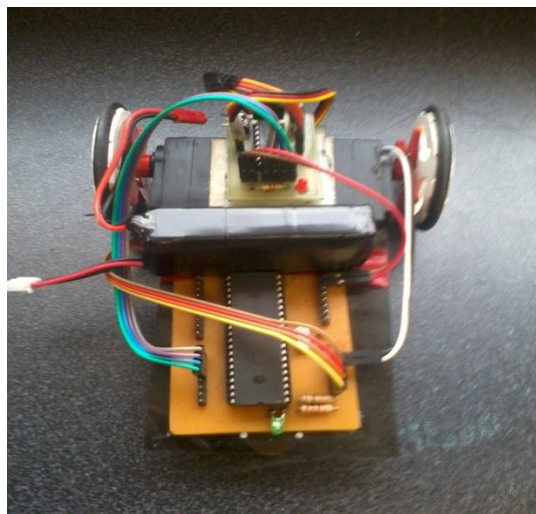


Figura 79-3 Seguidor de línea terminado
Fuente: Autores de tesis

3.1.1.1 Programa en microcode (seguidor)

```
@ DEVICE PIC16F877A          S1 VAR PORTA.0
@ DEVICE XT_OSC              S2 VAR PORTA.1
@ DEVICE WDT_Off             S4 VAR PORTA.2
@ DEVICE PWRT_Off           S5 VAR PORTA.3
@ DEVICE BOD_Off            S3 VAR PORTA.4
@ DEVICE LVP_Off
@ DEVICE CPD_Off            M1F VAR PORTB.0
@ DEVICE PROTECT_Off        M1B VAR PORTB.1
DEFINE OSC 4                 M2F VAR PORTB.2
ADCON1 = 7                   M2B VAR PORTB.3
TRISB = 0
I VAR BYTE                   FLAG VAR BYTE
                             FLAG=0
```

INICIO:

```
IF (S1=0 AND S4=0) THEN
  GOSUB ADELANTE
  IF S5=0 THEN GOSUB IZQUIERDA
  IF S2=0 THEN GOSUB DERECHA
ENDIF
IF S1=1 THEN GOSUB IZQUIERDA
IF S4=1 THEN GOSUB DERECHA
IF (S1=1 AND S4=1 AND S5=1 AND S2=1) THEN GOSUB PARADA
GOTO INICIO
```

ADELANTE:

```
HIGH M1F
LOW M1B
HIGH M2F
LOW M2B
RETURN
```

ATRAS:

```
LOW M1F
HIGH M1B
LOW M2F
```

HIGH M2B

RETURN

DERECHA:

```
HIGH M1F
LOW M1B
LOW M2F
HIGH M2B
```

RETURN

IZQUIERDA:

LOW M1F
HIGH M1B
HIGH M2F
LOW M2B
RETURN

LOW M1F
LOW M1B
LOW M2F
LOW M2B
RETURN
END

PARADA:

3.1.2 *Robot mega sumo*

Es un Robot móvil, que se arma para competir contra otro robot de similares características en campeonatos basados en el sumo japonés. De la misma forma que el sumo tradicional, cada robot intentará empujar a su contrincante de una pista circular (llamada Dohyo) sin él salirse de la misma, para de este modo obtener puntos llamados puntos Yuhkoh. El Área de Combate no es más que una tarima circular negra con un círculo en blanco dentro, en cuyo centro hay dos líneas paralelas llamadas que marcarán las posiciones iniciales de los Robots.

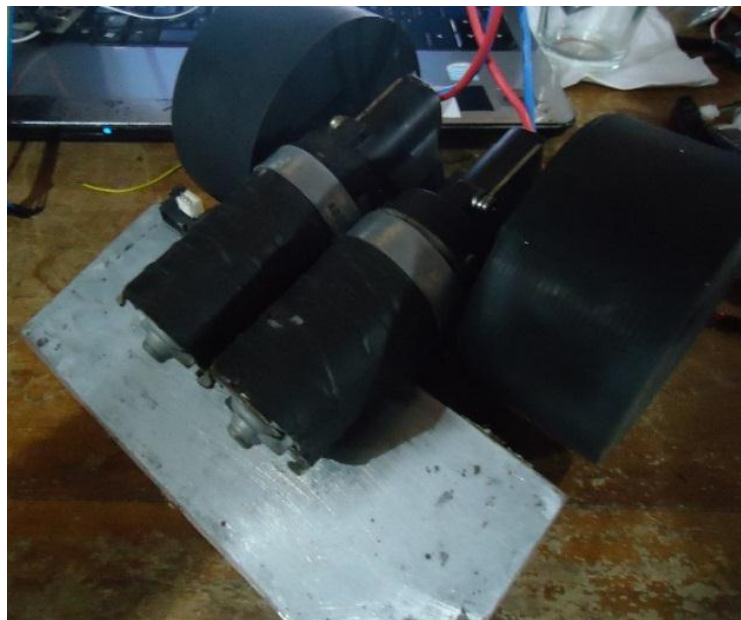


Figura 80-3 Mega Sumo, motores, llantas y base de aluminio
Fuente: Autores de tesis

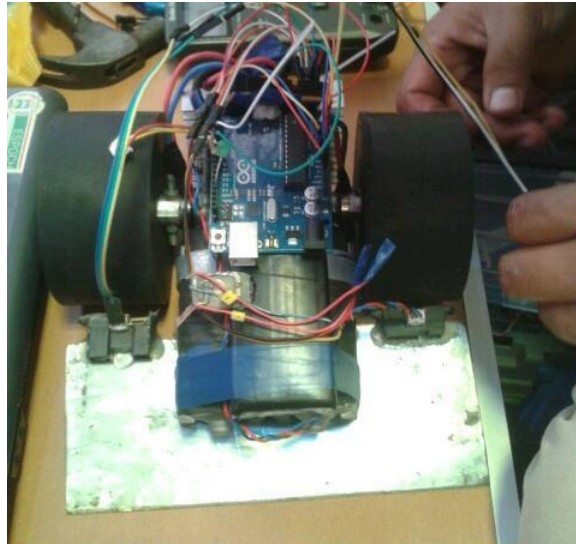


Figura 81-3 Mega Sumo terminado

Fuente: Autores de tesis

3.1.2.1 Programa en microcode (mega sumo)

```

OSCCON=%1100100                                ;IF (SHARP1>109)THEN  GOSUB
ADCON1=%00001110                                parada
I VAR BYTE                                       if (sharp1>29 and sharp1<110) then
MF1 VAR PORTB.1                                  gosub adelante
MB1 VAR PORTB.2                                  if (sharp1<30) then gosub izquierda
MF2 VAR PORTB.4                                  if (qrDD=1 )THEN
MB2 VAR PORTB.5                                  GOSUB DERECHA
                                                  GOSUB ATRAS
                                                  GOSUB ATRAS
SHARP1 VAR BYTE                                  ENDIF
SHARP2 VAR BYTE                                  if (qrDI=1) THEN
QRDD VAR PORTA.1                                 GOSUB IZQUIERDA
QRDI VAR PORTA.2                                 GOSUB ATRAS
                                                  GOSUB ATRAS
FLAG VAR BYTE                                    ENDIF
FLAG=0                                           goto inicio

PAUSE 5000

GOSUB PARADA
INICIO:
  ADCIN 0,SHARP1
  ADELANTE:
    HIGH MF1
    LOW MB1
    HIGH MF2

```

```

LOW MB2
;pause 100
RETURN
ATRAS:
LOW MF1
HIGH MB1
LOW MF2
HIGH MB2
;pause 100
RETURN
DERECHA:
flag=1
HIGH MF1
LOW MB1
LOW MF2
HIGH MB2

pause 200

RETURN
IZQUIERDA:
flag=0
LOW MF1
HIGH MB1
HIGH MF2
LOW MB2
pause 200
RETURN
PARADA:
LOW MF1
LOW MB1
LOW MF2
LOW MB2
RETURN
end

```

3.1.3 Robot velocista

Guarda relación con la de rastreadores puesto que también se trata de seguir un circuito con líneas negras sobre un fondo blanco, pero mientras a los robots rastreadores son capaces de seguir un camino complicado, lleno de curvas y bifurcaciones, lo que se espera de los robots velocistas es que, sean capaces de desarrollar altas velocidades sobre el circuito. La forma de los circuitos es mucho más sencilla, reduciéndose en algunos casos a un simple ovalo. El robot velocista será capaz de pasar por todo el circuito (pista) gracias a su programación en el menor tiempo que le sea posible.



Figura 82-3 Velocista, base acrílica, micro motores, llantas, rueda loca y tornillos
Fuente: Autores de tesis

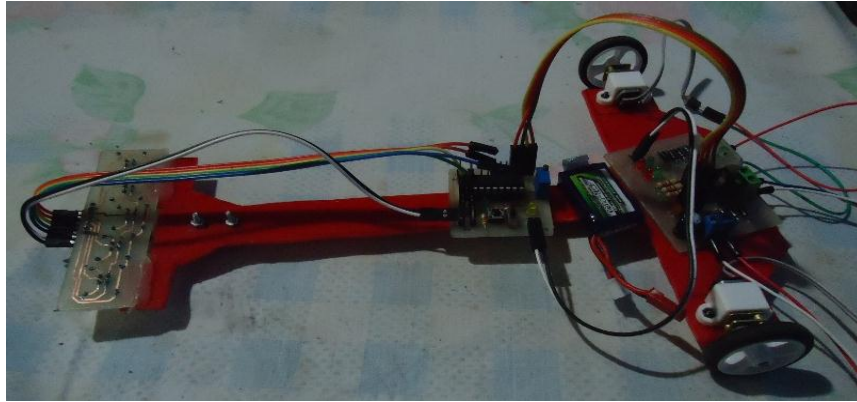


Figura 83-3 Velocista terminado

Fuente: Autores de tesis

3.1.3.1 Programa en microcode (velocista)

```

CMCON = 7

I VAR BYTE
VREF VAR PORTA.4
MF1 VAR PORTB.2
MB1 VAR PORTB.3
MF2 VAR PORTB.5
MB2 VAR PORTB.6
S1 VAR PORTA.0
S2 VAR PORTA.1
S3 VAR PORTA.2
S4 VAR PORTA.3

FOR i=1 TO 20
  high PORTB.0
  PAUSE 100
  LOW PORTB.0
  PAUSE 100
NEXT
GOSUB PARADA
INICIO: ;s4 NEGRO s3 blanco
  IF (s4=0 and s3=0) THEN GOSUB ADELANTE
  if (s4=1)then gosub DERECHA
  if (S3=1) THEN GOSUB IZQUIERDA
  if (s4=1 and s3=1) then GOSUB PARADA

  pause 20
  goto inicio

ADELANTE:
  HIGH MF1
  LOW MB1
  HIGH MF2
  LOW MB2
RETURN

ATRAS:
  LOW MF1
  HIGH MB1
  LOW MF2
  HIGH MB2
RETURN

DERECHA:
  HIGH MF1
  LOW MB1
  LOW MF2

```

HIGH MB2
RETURN
IZQUIERDA:
LOW MF1
HIGH MB1
HIGH MF2
LOW MB2
RETURN

PARADA:
LOW MF1
LOW MB1
LOW MF2
LOW MB2
RETURN
end

3.1.4 Robot mini sumo

La lucha de mini-sumo es una competencia que consiste en construir un robot que pueda combatir contra otro hasta que alguno de ellos logre sacar al contrincante del área de combate (Dohyo). Aquél que logre sacar a su objetivo o el que permanezca dentro del Dohyo será el ganador. Las medidas del robot será de 10 x 10 cm máximo. La altura no tendrá límite. El peso del robot será de 500 gramos. Los robots deberán ser autónomos (se prohíbe el uso de radiocontrol).



Figura 84-3 Mini sumo, base de aluminio, motores con llantas
Fuente: Autores de tesis



Figura 85-3 Mini sumo Terminado
Fuente: Autores de tesis

3.1.4.1 Programa en microcode (mini sumo)

CMCON = 7	LOW MB1
TRISB = 0	HIGH MF2
	LOW MB2
	pause 200
	RETURN
I VAR BYTE	ADELANTE:
VREF VAR PORTA.4	LOW MF1
MF1 VAR PORTB.2	HIGH MB1
MB1 VAR PORTB.3	LOW MF2
MF2 VAR PORTB.5	HIGH MB2
MB2 VAR PORTB.6	pause 200
QRD VAR PORTA.1	RETURN
SHARP VAR PORTA.2	DERECHA:
FLAG VAR BYTE	flag=1
FLAG=0	HIGH MF1
high PORTB.0	LOW MB1
PAUSE 5000	LOW MF2
LOW PORTB.0	HIGH MB2
LOW MF1	pause 200
LOW MB1	RETURN
LOW MF2	IZQUIERDA:
LOW MB2	flag=0
	LOW MF1
INICIO: ;SHARP 0 detecta QRD 1=BLANCO	HIGH MB1
0=NEGRO	HIGH MF2
IF (QRD=1) THEN	LOW MB2
GOSUB ATRAS	pause 200
GOSUB ATRAS	RETURN
ENDIF	PARADA:
if (sharp=1)then GOSUB PARADA	LOW MF1
IF (SHARP=0 AND QRD=0) THEN GOSUB	LOW MB1
ADELANTe	LOW MF2
goto inicio	LOW MB2
	RETURN
ATRAS:	end
HIGH MF1	

CAPITULO IV

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Pruebas Eléctricas

4.1.1 Corrientes consumidas

- Cerebro con 16f628a

Tabla 18-4 Corrientes cerebro 16f628a

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>Pic 16f628a</i>	400ma	4 salidas dirección de motores
<i>Pic 16f628a</i>	50ma	Entrada qrd1114
<i>Pic 16f628a</i>	35ma	Entrada sharp
<i>Led verde</i>	10ma	1 salida del pic
<i>Led amarillo</i>	10ma	Encendido modulo
<i>Resistencia 220 Ω</i>	22.72ma	Protección led verde
<i>Resistencia 10 kΩ</i>	0,5ma	Master Clear del Pic
Total	528,22ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

- Cerebro con 16f877a

Tabla 19-4 Corrientes cerebro 16f877a

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>Pic 16f877a</i>	800ma	4 salidas dirección de motores
<i>Pic 16f877a</i>	125ma	5 entradas desde qrd114
<i>Led blanco</i>	20ma	Encendido del modulo
<i>Un cristal 4mhz</i>	50ma	Oscilador externo
<i>Resistencia 220 Ω</i>	22.72ma	Protección led blanco
<i>Resistencia 10 kΩ</i>	0,5ma	Master Clear del Pic
Total	1018,22ma	

Fuente: autores de tesis

- **Controladora motores con L293d**

Tabla 20 -4 Corrientes controladora motores L293d

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>L293D</i>	720ma	4 salidas motores (servos)
<i>L7805</i>	500ma	Consumo del regulador
<i>Led rojo</i>	20ma	Encendido del modulo
<i>Resistencia 220 Ω</i>	22.72ma	Protección led rojo
Total	1262,72ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

- **Controladora motores con L298n**

Tabla 21-4 Corrientes controladora motores L298n

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>L298N</i>	460ma	4 salidas motores (dc)
<i>L7805A</i>	500ma	Consumo del Regulador
<i>Leds Rojos</i>	40ma	Dirección Motor 1
<i>Leds Verdes</i>	40ma	Dirección Motor 2
<i>Resistencias 220 Ω</i>	90.88ma	Protección de leds
<i>Diodos In4007</i>	4ma	Diodos rectificadores
Total	1134,88ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

- **Controladora motores con relés**

Tabla 22-4 Corrientes controladora motores con relés

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>L298N</i>	460ma	4 salidas motores (dc)
<i>L7805A</i>	500ma	Consumo del Regulador
<i>Leds Rojos</i>	40ma	Dirección Motor 1
<i>Leds Verdes</i>	40ma	Dirección Motor 2
<i>Resistencias 220 Ω</i>	90.88ma	Protección de leds
<i>Diodos 1n4007</i>	2ma	Diodos rectificadores
<i>Transistores 2n3904</i>	40ma	Amplificadores activación relés
<i>Relés 12V</i>	240ma	Activación motores
Total	1412,88ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

- **Placa sensor único**

Tabla 23-4 Corrientes placa sensor único

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>Qrd1114</i>	50ma	Lectura sensor
<i>Resistencia 220 Ω</i>	22.72ma	Protección qrd
<i>Resistencia 4,7 kΩ</i>	1,06ma	Optimizar valor lectura
Total	73,78ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

- **Placa sensores (distribución general y lineal)**

Tabla 24-4 Corrientes placa sensores (general y lineal)

Dispositivo	Corriente	Descripción
<i>Qrd1114</i>	300ma	Lectura sensores
<i>Resistencias 220 Ω</i>	136.32ma	Protección qrds
<i>Resistencias 4,7 kΩ</i>	6,383ma	Optimizar valores lecturas
<i>Total</i>	442,703ma	Corrientes consumidas

Fuente: autores de tesis

4.2 Pruebas de Voltajes

El voltaje óptimo para el funcionamiento de los módulos electrónicos es de 5V, debido al uso que se dará a los módulos, hemos visto conveniente utilizar baterías de mayor capacidad las cuales son de 7,4V y de 11.1V las mismas que al pasar por los reguladores de voltaje (7805) nos entregaran la tensión deseada.

4.2.1 Datos Obtenidos en Pruebas Experimentales

4.2.1.1 Pruebas de Empuje (Mega Zumo)

Tabla 25-4 Pruebas Mega Zumo

EMPUJE(MEGAZUMO)	
VOLTAJE (V)	PESO (Kg)
4	3
6	6
8	10
12	11
15	20

Fuente: autores de tesis

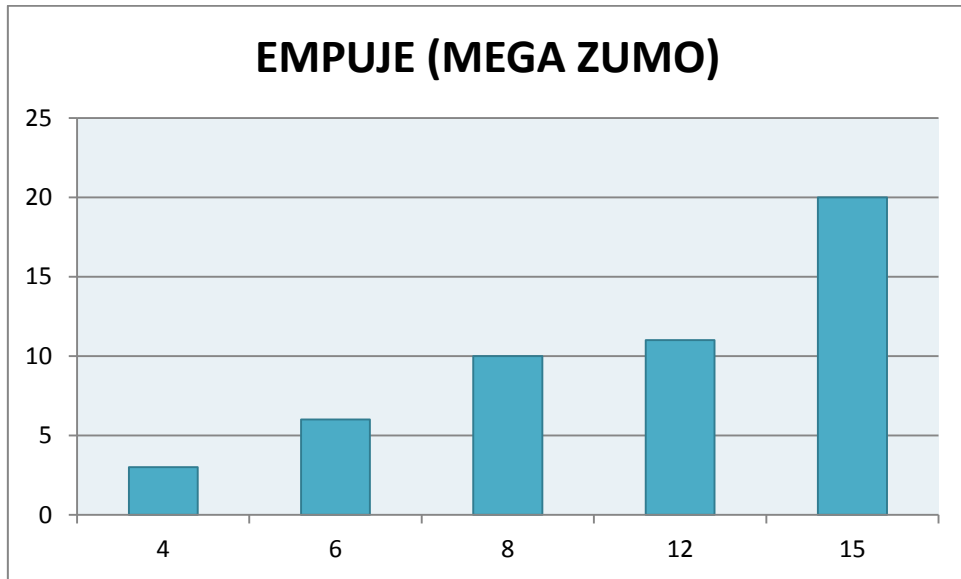


Figura 86-4 Pruebas Mega Zumo
Fuente: autores de tesis

4.2.1.2 Pruebas de Empuje (Mini Zumo)

Tabla 26-4 Pruebas Mini Zumo

EMPUJE (MINI ZUMO)	
VOLTAJE (V)	PESO (Kg)
3	1
4	2
5	2,5
6	3
7	3,5

Fuente: autores de tesis

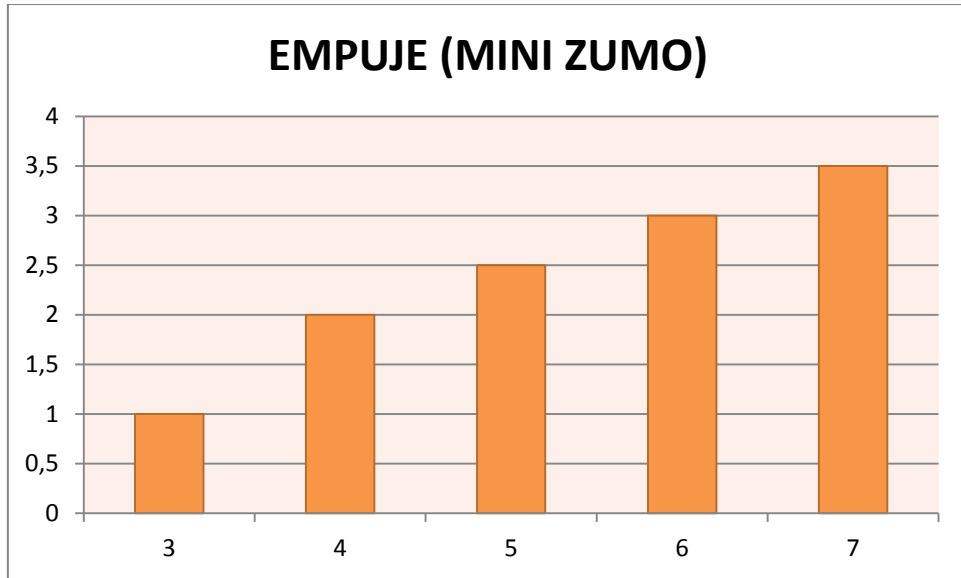


Figura 87-4 Pruebas Mini Zumo
Fuente: autores de tesis

4.2.1.3 Pruebas de Fiabilidad (Destreza)

Tabla 27-4 Pruebas Destreza

% = Pista Completada	
FIABILIDAD (DESTREZA)	
T (seg)	PISTA (%)
1,2	100
1,3	80
1,12	100
1,31	60
1,16	60

Fuente: autores de tesis

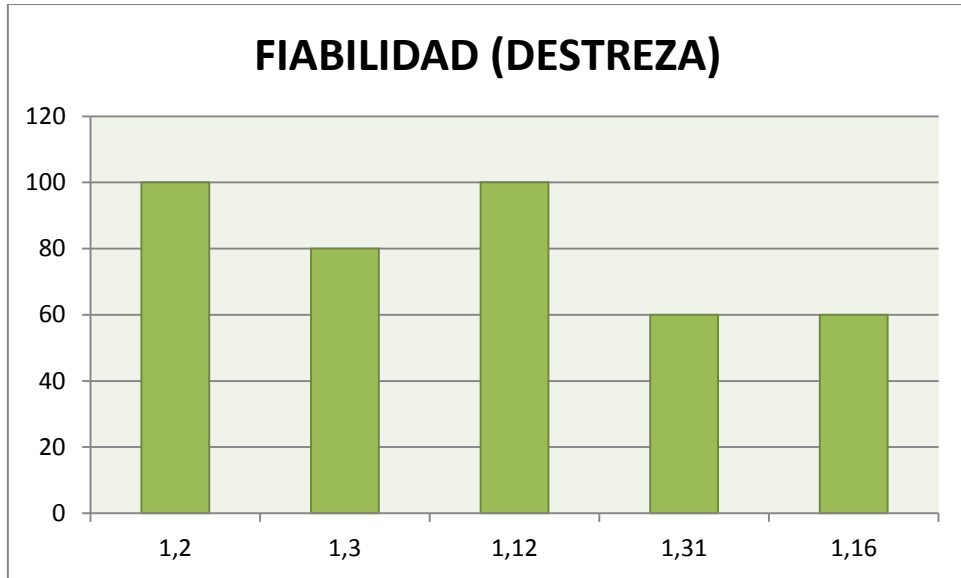


Figura 88-4 Pruebas Destreza
Fuente: autores de tesis

4.2.1.4 Pruebas De Velocidad (D Vs T)

Tabla 28-4 Pruebas Velocidad

VELOCIDAD(D Vs T)	
D = Distancia	
T = Tiempo	
D (M)	T (seg)
3,5	45
3,5	38
3,5	44
3,5	33
3,5	48

Fuente: autores de tesis

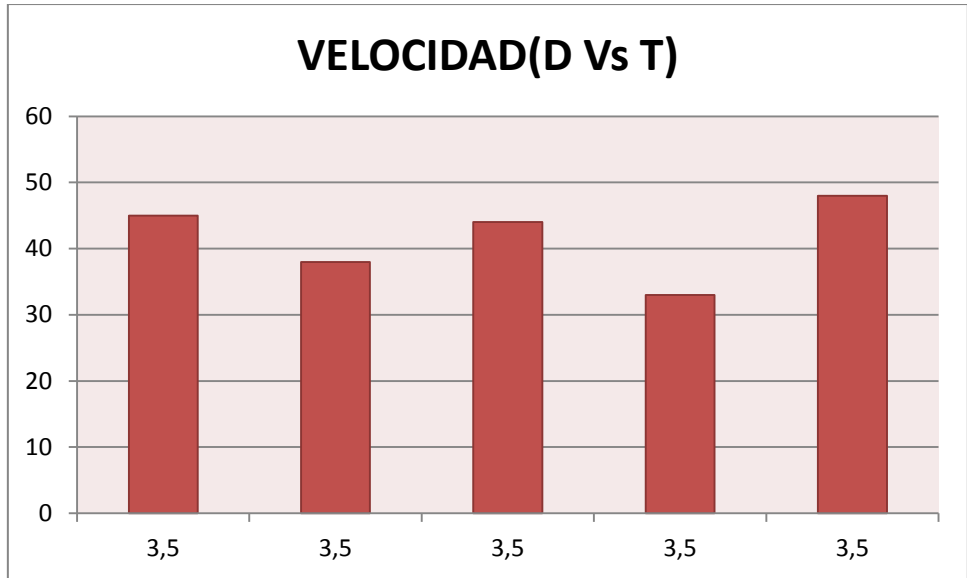


Figura 89-4 Pruebas Velocidad
Fuente: autores de tesis

Después del análisis de consumo de cada módulo podemos concluir claramente que dicho consumo es bajo, siendo como máximo 1,5A aproximadamente, para lo cual nuestras baterías usadas funcionan y abastecen perfectamente dicha corriente.

4.3 Voltajes

El voltaje óptimo para el funcionamiento de los módulos electrónicos es de 5V, debido al uso que se dará a los módulos, hemos visto conveniente utilizar baterías de mayor capacidad las cuales son de 7,4V y de 11.1V las mismas que al pasar por los reguladores de voltaje (7805) nos entregarán la tensión deseada.

4.4 Pruebas De Software (Programación)

Se realizaron pruebas de desarrollo de software de comunicación de los módulos e inteligencia de los mismos. Se buscó tener respuestas fiables y correctas además de verificar la estabilidad de los programas ante posibles fallas como desconexión o daños de los módulos, retardos o pérdidas de conexión, deficiencia de procesamiento por falta de memoria e ineficiencia en la programación.

4.5 Correcciones

Se ha corregido varios errores y problemas en el transcurso de diseño e implementación de los módulos electrónicos, cabe mencionar los más importantes y relevantes como son:

- Capacitor electrolítico ideal del módulo de acuerdo a su función.
- Protección ideal del circuito con diodos rectificadores que impidan el retorno de corriente.
- Resistencia ideal para la lectura correcta del qrd1114.
- Lectura de los rangos requeridos de los sensores de distancia.
- Temperatura ideal para el traspaso del circuito desde la impresión en papel hacia la placa de fibra de vidrio.
- Voltajes exactos en la lectura en blanco y en negro del qrd1114.
- Conexión optima de los cables de los motores en las controladoras de los mismos
- Condiciones en la programación recepción y envío de datos.
- Subrutinas bien definidas de giros de los motores
- Selección del mejor cable (flexible, delgado y resistente) para evitar ruptura, mala recepción, fuga de corriente, etc.

4.6 Resultados

- Se obtuvo referencias de funcionamiento posicionando de manera eficaz diodos leds en los módulos electrónicos.
- Al aplicar a los sensores QRD114 un oscilador externo en el Pic 16f877 mejoró de gran manera las operaciones de lectura de estos sensores.
- Si se utiliza leds de $\frac{1}{4}$ watts se ahorra un poco de corriente debido a que son más pequeños de los normales habitualmente así su intensidad no disminuye una cantidad considerable.
- Los zócalos para los integrados centrales como los Pics 16f628A y 16f877A son de gran ayuda ya que estos facilitan al montaje y desmontaje de estos dispositivos dando mayor fiabilidad en sus terminales.
- Los espadines en forma de L son de mucha utilidad ya que estos evitan conflictos con el cableado y ahorrar desviaciones innecesarias.
- Para las conexiones de voltajes de entrada y para las salidas de motores las borneras nos brinda el ajuste necesario en nuestros prototipos; ya que al ajustar las borneras y a la vez configurar mediante hardware algún estado de giro concebido al sentido contrario en la programación.

CONCLUSIONES

1. El convertidor analógico/digital (A/C) no sabe cuáles son señales analógicas o cuales son digitales para esto hay q configurar los pines del chip como entrada analógica antes de que la señal pase por el convertidor.
2. Un microcontrolador no es igual a un microprocesador, la más significativa diferencia es su funcionalidad. Para manejar al microprocesador en una aplicación real, se debe enlazar con componentes (memoria, buses de transmisión de datos, etc.), en cambio el microprocesador no está capacitado para la comunicación con dispositivos periféricos que se le conecten. Para que el microprocesador se enlace con algún periférico, se deben utilizar circuitos especiales.
3. Después de haber analizado los diferentes aspectos que envuelven la programación de Pics en cuanto a los lenguajes, para trabajos profesionales concluimos que lo ideal es manejar el lenguaje ensamblador para los rangos de gama baja, media y alta por versatilidad y mejor aprovechamiento de recursos del PIC. Si usted va a comenzar con la programación de Pics debería primero dominar el lenguaje Ensamblador, no le aconsejaría el lenguaje BASIC. Una vez haya dominado el lenguaje Ensamblador para gama baja y media puede iniciarse con el lenguaje C.
4. Los sensores son unas de las partes importantes de los robots móviles. Pero tienen un manejo especial desde su conexión hasta su lectura de señal (información del medio), por lo general tienen señales o información discreta como 1 y 0. Esos sensores sencillos pueden ser: micro switch, sensores de luz, sensores analógicos (utilizando conversor (A/C)).

RECOMENDACIONES

1. Resulta un poco ineficiente tener que sacar el PIC de su módulo para reprogramarlo una y otra vez, esto no solamente consume un tiempo considerable en competencias, sino que también puede afectar la vida útil del PIC (los pines podrían doblarse y romperse), por lo cual se recomienda implementar un circuito con la conexión de todas las señales ICSP para programar y reprogramar el PIC "en circuito", sin la necesidad de extraerlo de su circuito de aplicación.
2. Verificar de manera correcta con los "datasheets", hojas de datos o manuales de los integrados los pines de entrada-salida, de esta manera lo que se ponga en el código al programar deberá coincidir con lo conectado en el circuito para evitar funcionamientos no deseados o incluso cortocircuitos.
3. Para una mejor lectura de los sensores debe estar en un ambiente con suficiente iluminación o puede tener diodos led de alta intensidad cerca de los sensores.
4. Al momento de quemar el Pic se debe tener en cuenta que la computadora debe estar en óptimas condiciones o estar sin virus, porque puede dañarse el Pic.
5. Sugerimos que se haga un bosquejo del robot móvil que se requiera, de que material será su estructura que módulos necesito, que llantas necesito, cuales son las baterías correctas a usar, se debe analizar estos y más datos antes de poner en marcha nuestro ensamblaje.
6. Al momento de poner en funcionamiento los prototipos verificar que las condiciones de luz sea las más favorables para un correcto desempeño. .

GLOSARIO

- ARRAY:** Tipo de dato estructurado que permite almacenar un conjunto de datos del mismo tipo y relacionados.
- PIC BASIC:** Plataforma de programación de PICS, lenguaje de alto nivel.
- HEX.-** Sistema numérico en base 16, contiene 16 símbolos únicos para representar datos.
- OSC.-** Oscilador, capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de forma periódica en el tiempo
- BYTE.-** Unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte equivale a ocho bits contiguos.
- IF.-** Sentencia condicional de lenguaje de programación
- HITEC.-** Empresa manufacturera de dispositivos electrónicos
- GRIP.-** Agarre de las llantas a la superficie sólida. A mayor grip mayor agarre.
- POLOLU.-** Tienda popular de componentes Electrónicos.
- ARDUINO.-** Plataforma de hardware libre, que se basa en un módulo con un microcontrolador.
- DOHYO.-** Plataforma de competición robótica destinada a la categoría de sumo.
- YUHKOH.-** Puntos de Combate referente a la competencia robótica de sumo.
- PIC.-** Familia de Micro controladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650.
- MICRO.-** Prefijo del Sistema Internacional que indica un factor de 10^{-6} .
- PAR.-** El **par motor** o **torque** es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.

BIBLIOGRAFIA

- BENCHIMOL, D. Microcontroladores. 1era. ed, Buenos Aires. Fox Andina. 2011, pp. 12-33; 92-96; 120-126; 131-133
- CONCEPTOS FUNDAMENTALES, Introducción a la robótica
<http://fr.slideshare.net/xavazquez/vip-users-robotica> (2015-06-10)
- COMUNIDAD DE PROGRAMADORES
<http://www.lawebdelprogramador.com> (215-06-12)
- IOVINE, J. Pic Robotics. 1era. ed. United States of America. McGraw-Hill. 2004, pp 1-12
- LANDA, N.A. Robótica Avanzada. 1 era. ed. Banfield. Gradi. 2010, pp 64-76
- MILES, P. & CARROLL, T. Build your own Combat Robot. 1era ed. Osborne-. McGraw-Hill. 2002, pp 5-7; 42-59; 62-74; 80-100,106-122; 184-201; 260-172; 278-303;
- MOHAN, N., et al. Electrónica de Potencia. 3era. ed. McGraw-Hill. 2009, pp 332-334;
- McCOMB, G. Robots Builder's Bonanza. 4ta. ed. United States. McGraw-Hill. 2011, pp .13-27; 49-58; 107-114
- REYES, C.A. Microcontroladores PIC BASIC. 3era. ed., Quito-Ecuador. s.ed. 2008, pp 115-126; 166-171;
- SOPORTE DE PIC'S
<http://www.mikroe.com/> (2015-07-01)
- TELLEZ, J.C. Todo Sobre Mini Robótica. Colección N° 33. Argentina. Quark SRL. 2007, pp 18-31; 42-46;
- TUTORIAL #1 –PICBASIC PRO (2015-06-10)
[http://tutorialpicbasic.blogspot.com. /](http://tutorialpicbasic.blogspot.com./) (2015-07-04)
- VERLE, M. Microcontroladores PIC. 1era. ed. MikroElektronika. s.ed. 2009, pp 100-200

ANEXOS

Anexo A: Manual de Usuario

ROBOT MINISUMO

OBJETIVO:

- Sacar del Dohyo al adversario sin recibir daño alguno

MATERIALES UTILIZADOS:

- Motores.
- Llantas todo terreno.
- Base de Aluminio.
- Módulo Controladora de motores con el integrado L298N.
- Módulo Cerebro con el pic 16F628A.
- Bateria 7,4 V
- Placa de Sensor Unitario

PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE

1. Identificar los tres módulos los cuales son: Controladora de motores con el integrado L298N, el Cerebro con Pic 16F628A, y finalmente la placa de sensor unitario



Placa Impresa (Sensor Unitario)

Fuente: autores de tesis



Placa Impresa (L298N)

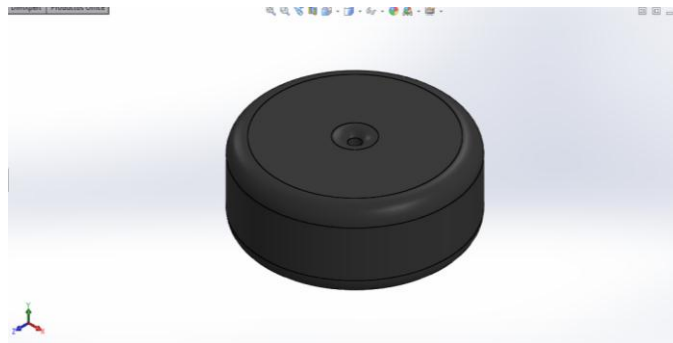
Fuente: autores de tesis



Placa Impresa (16F628A)

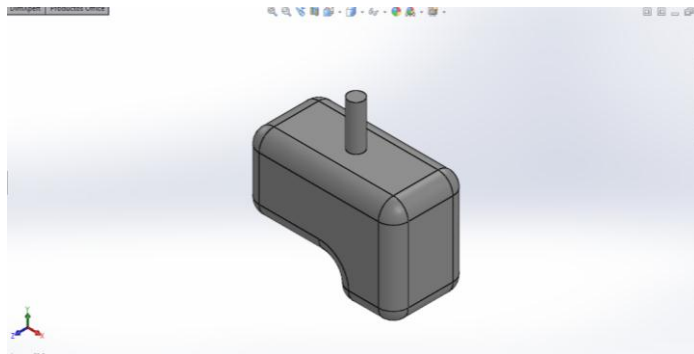
Fuente: autores de tesis

2. El montaje debe realizarse según el diseño que se elaboró previamente en el programa Solid Words muy útil para simular :



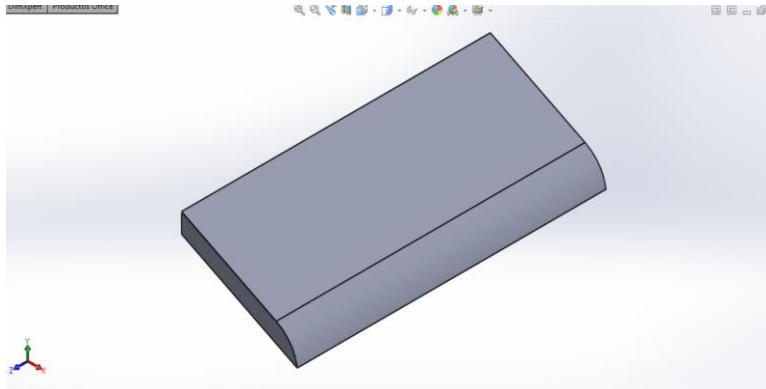
Llanta

Fuente: Autores de tesis



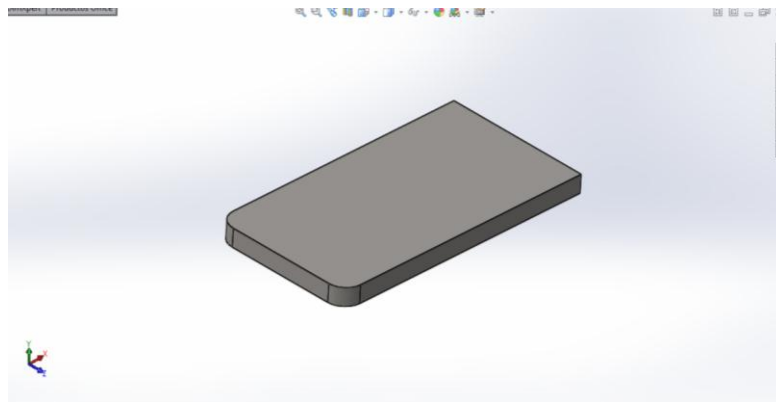
Motor

Fuente: Autores de tesis



Pala

Fuente: Autores de tesis



Soporte

Fuente: Autores de tesis

3. Sobre el chasis previamente construido se procede con el cableado que a continuación se muestra



Mini sumo, base de aluminio, motores con llantas

Fuente: Autores de tesis



Mini sumo Terminado

Fuente: Autores de tesis

4. La programación que se elaboró en el Cerebro con Pic 16F628A bajo la supervisión de los autores en el Software Microde fue la siguiente:

```
CMCON = 7
```

```
TRISB = 0
```

```
I VAR BYTE
```

```
VREF VAR PORTA.4
```

```
MF1 VAR PORTB.2
```

```
MB1 VAR PORTB.3
```

```
MF2 VAR PORTB.5
```

```
MB2 VAR PORTB.6
```

```
QRD VAR PORTA.1
```

```
SHARP VAR PORTA.2
```

```
FLAG VAR BYTE
```

```
FLAG=0
```

```
  high PORTB.0
```

```
  PAUSE 5000
```

```
  LOW PORTB.0
```

```
  LOW MF1
```

```
  LOW MB1
```

```
  LOW MF2
```

```
  LOW MB2
```

```
INICIO: ;SHARP 0 detecta QRD 1=BLANCO 0=NEGRO
```

```
  IF (QRD=1) THEN
```

```
    GOSUB ATRAS
```

```
    GOSUB ATRAS
```

```
  ENDIF
```

```
  if (sharp=1)then GOSUB PARADA
```

```
  IF (SHARP=0 AND QRD=0) THEN GOSUB ADELANTE
```

```
  goto inicio
```

```
ATRAS:
```

```
  HIGH MF1
```

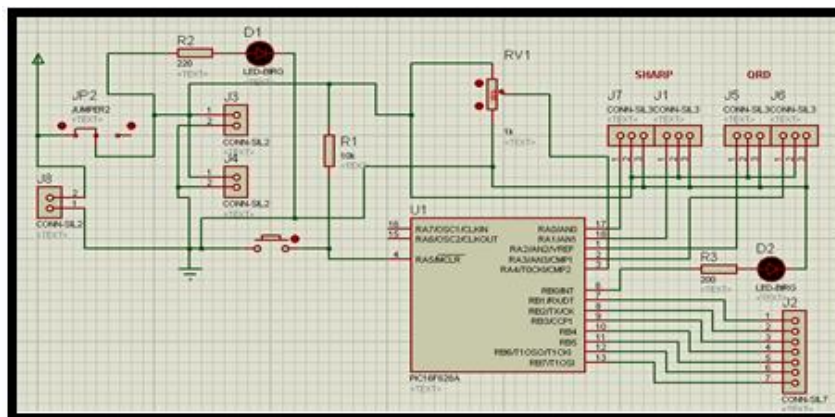
```
  LOW MB1
```

```

HIGH MF2
LOW MB2
pause 200
RETURN
ADELANTE:
LOW MF1
HIGH MB1
LOW MF2
HIGH MB2
pause 200
RETURN
DERECHA:
flag=1
HIGH MF1
LOW MB1
LOW MF2
HIGH MB2
pause 200
RETURN
IZQUIERDA:
flag=0
LOW MF1
HIGH MB1
HIGH MF2
LOW MB2
pause 200
RETURN
PARADA:
LOW MF1
LOW MB1
LOW MF2
LOW MB2
RETURN
end

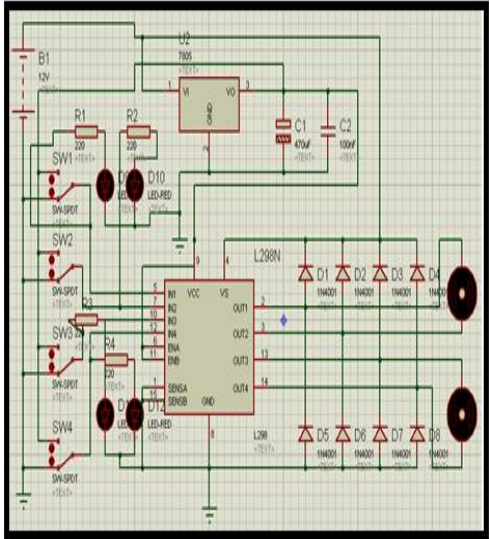
```

5.- Diagramas de los módulos:

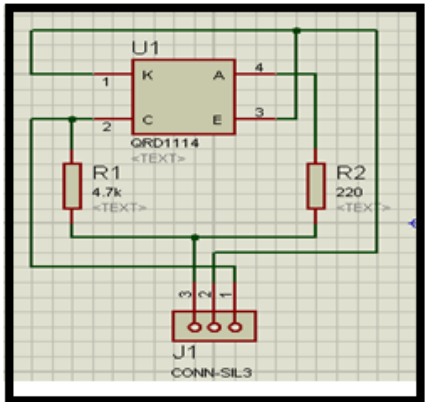


Módulo Cerebro con el Pic 16F628A

Fuente: autores de tesis

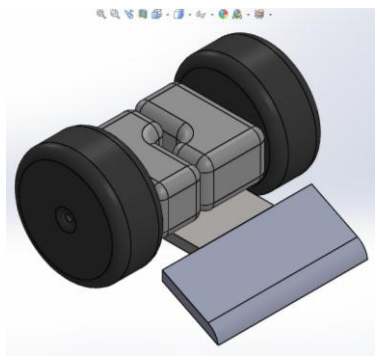


Controlador de motores con el integrado (L298N)
 Fuente: autores de tesis



Placa de sensor unitario con el QRD 1114
 Fuente: autores de tesis

6.- Nuestro prototipo al finalizar se presentara de la siguiente manera (Simulación Solid Words)



Mini sumo Terminado
 Fuente: Autores de tesis

Anexo B: Manual De Usuario

ROBOT MEGA SUMO

OBJETIVO:

- Sacar del Dohyo al adversario sin recibir daño alguno

MATERIALES UTILIZADOS:

- Motores electromagnéticos.
- Llantas de Nylon.
- Cerebro Controlador de motores con relés
- Módulo Cerebro con Pic 16F628A.
- Modulo Controlador de motores con el integrado L298N
- Placas de Sensor Unitario.

PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE

1. Identificar los cuatros módulos principales entre ellos son: Controladora de motores con el integrado L298N, el Cerebro con Pic 16F628A, placa de sensor unitario con el sensor QRD1114, y el cerebro controlador de motores con relés.



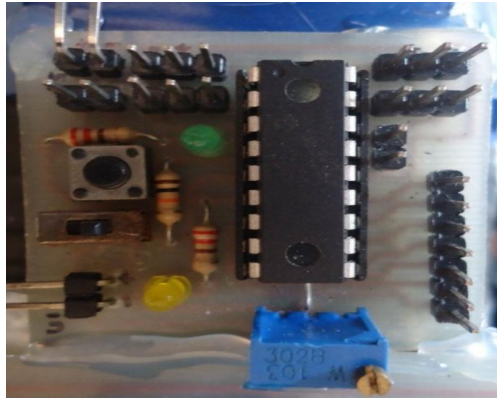
Placa Impresa (Sensor Unitario)

Fuente: autores de tesis



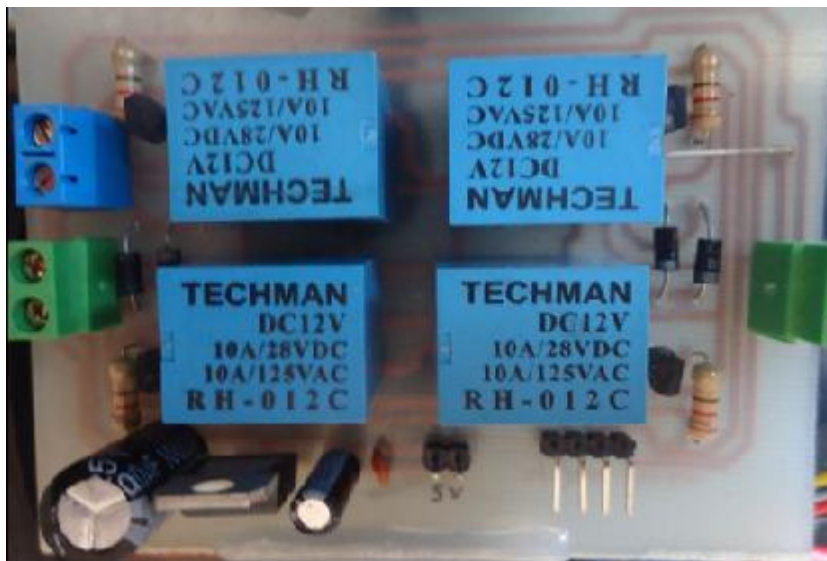
Placa Impresa (L298N)

Fuente: autores de tesis



Placa Impresa (16F628A)

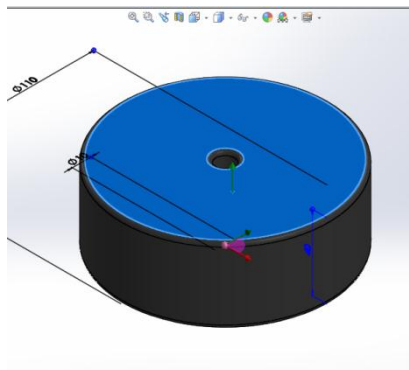
Fuente: autores de tesis



Cerebro Controlador de motores con relés

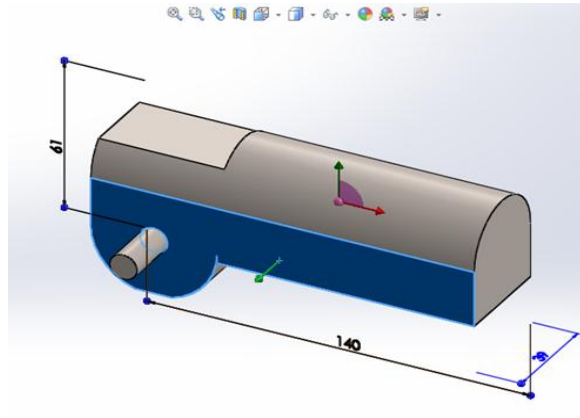
Fuente: autores de tesis

2. El montaje debe realizarse según el diseño que se elaboró previamente en el programa Solid Words muy útil para simular :

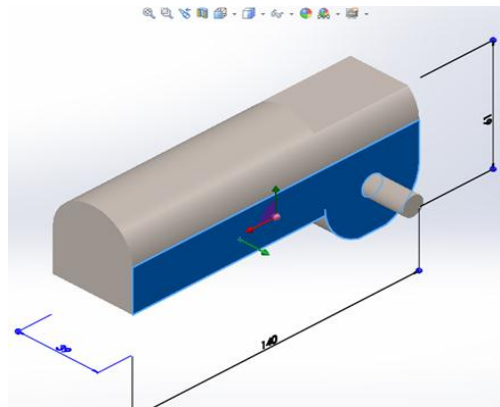


Llanta

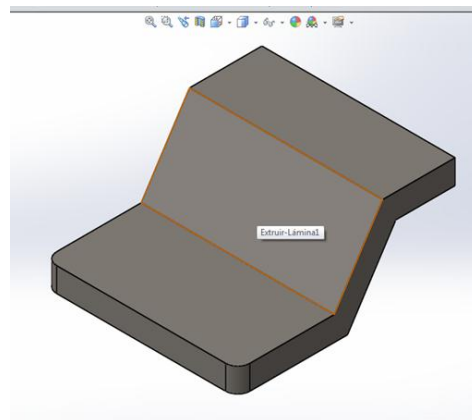
Fuente: Autores de tesis



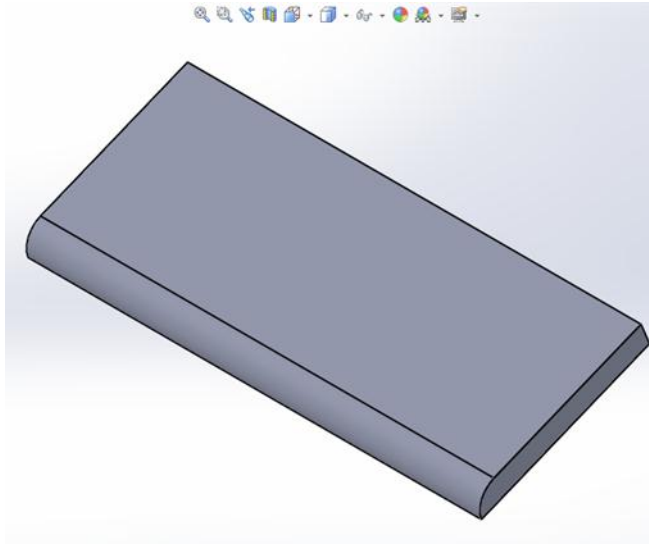
Motor Izquierdo
Fuente: Autores de tesis



Motor Derecho
Fuente: Autores de tesis



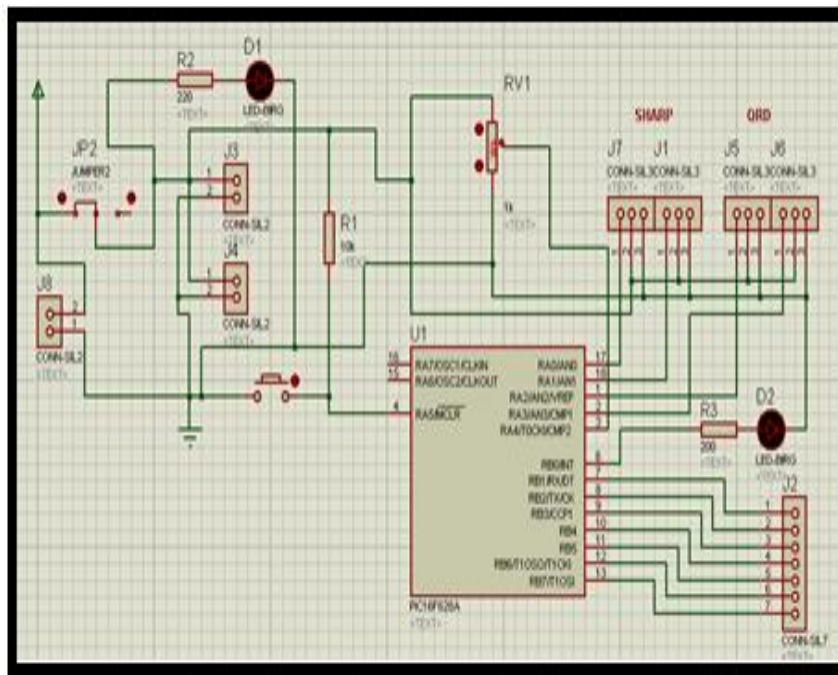
Base Soporte
Fuente: Autores de tesis



Pala

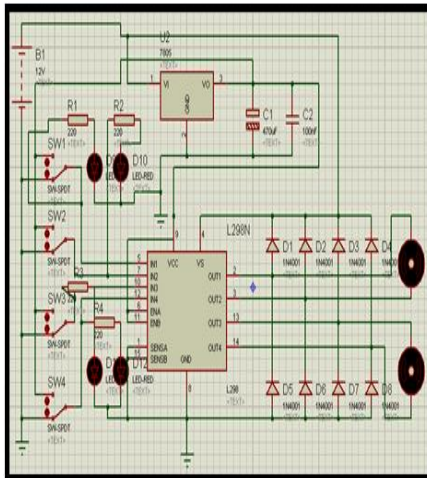
Fuente: Autores de tesis

3. Diagramas de los módulos:



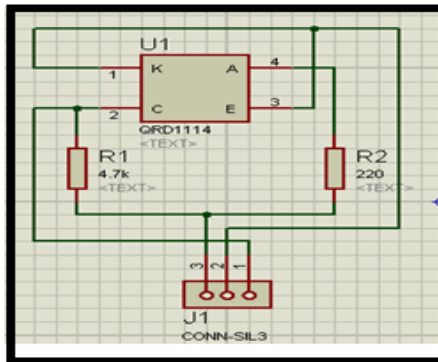
Módulo Cerebro con el Pic 16F628A

Fuente: autores de tesis



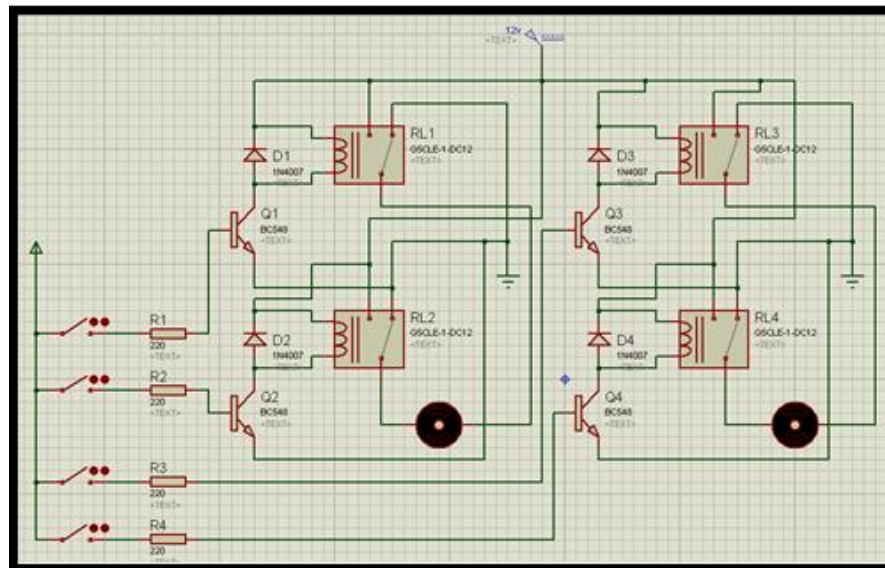
Controlador de motores con el integrado (L298N)

Fuente: autores de tesis



Placa de sensor unitario con el QRD 1114

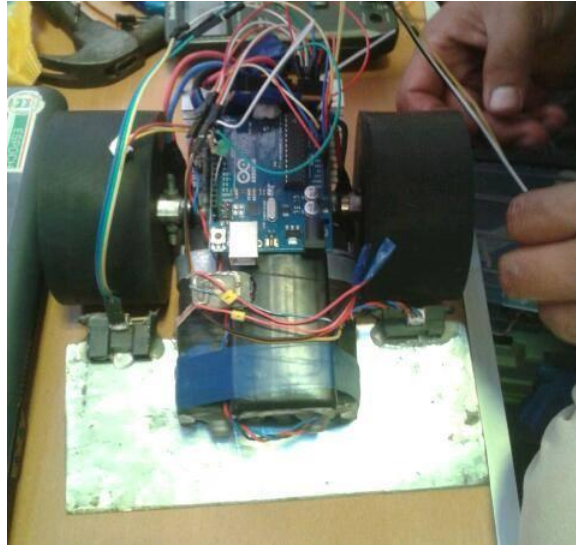
Fuente: autores de tesis



Cerebro Controlador de motores con relé

Fuente: autores de tesis

4. Sobre el chasis previamente construido se procede con el cableado que a continuación se muestra



Mega sumo, base de aluminio, motores con llantas

Fuente: Autores de tesis



Mega sumo Terminado

Fuente: Autores de tesis

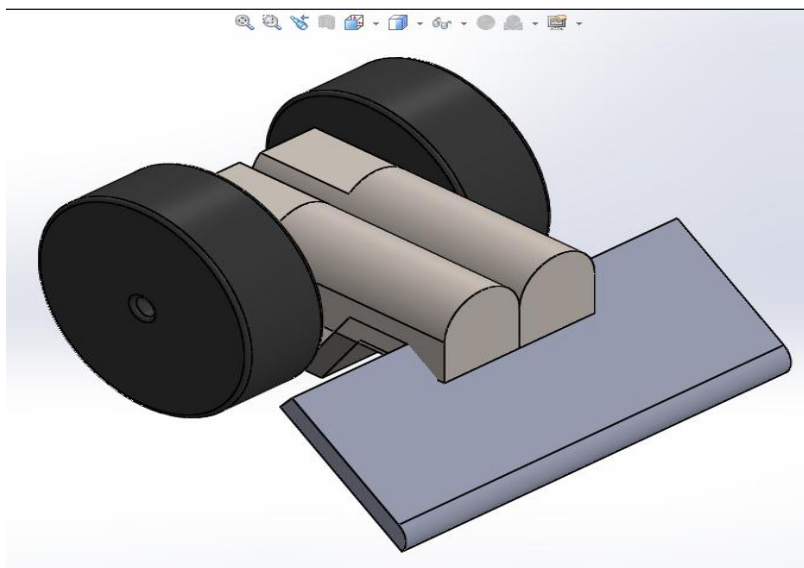
5. La programación que se elaboró en el Cerebro con Pic 16F628A bajo la supervisión de los autores en el Software Microde fue la siguiente:

OSCCON=%1100100

ADCON1=%00001110

I VAR BYTE	ADELANTE:
MF1 VAR PORTB.1	HIGH MF1
MB1 VAR PORTB.2	LOW MB1
MF2 VAR PORTB.4	HIGH MF2
MB2 VAR PORTB.5	LOW MB2
	;pause 100
SHARP1 VAR BYTE	RETURN
SHARP2 VAR BYTE	ATRAS:
QRDD VAR PORTA.1	LOW MF1
QRDI VAR PORTA.2	HIGH MB1
	LOW MF2
FLAG VAR BYTE	HIGH MB2
FLAG=0	;pause 100
	RETURN
PAUSE 5000	DERECHA:
	flag=1
GOSUB PARADA	HIGH MF1
	LOW MB1
	LOW MF2
INICIO:	HIGH MB2
ADCIN 0,SHARP1	pause 200
;IF (SHARP1>109)THEN GOSUB	RETURN
parada	IZQUIERDA:
if (sharp1>29 and sharp1<110) then	flag=0
gosub adelante	LOW MF1
if (sharp1<30) then gosub izquierda	HIGH MB1
if (qrDD=1)THEN	HIGH MF2
GOSUB DERECHA	LOW MB2
GOSUB ATRAS	pause 200
GOSUB ATRAS	RETURN
ENDIF	PARADA:
if (qrDI=1) THEN	LOW MF1
GOSUB IZQUIERDA	LOW MB1
GOSUB ATRAS	LOW MF2
GOSUB ATRAS	LOW MB2
ENDIF	RETURN
goto inicio	end

6. Nuestro prototipo al finalizar se presentara de la siguiente manera (**Simulación Solid Works**)



Mega sumo Terminado

Fuente: Autores de tesis

Anexo C: Manual De Usuario

ROBOT VELOCISTA

OBJETIVO:

- Tratar de seguir un circuito con líneas negras sobre un fondo blanco

MATERIALES UTILIZADOS:

- Módulo Controlador de motores con el integrado L293D
- Módulo Cerebro con Pic 16F877A.
- Llantas Pololu
- Baterías 7.4 V
- Rueda loca
- Módulo Placa Sensores Distribución Lineal

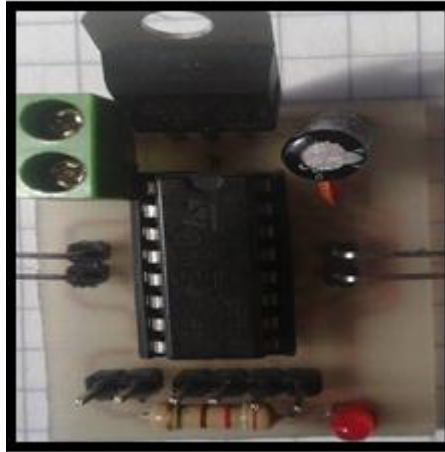
PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLAJE

1. Identificar los tres módulos principales entre ellos están: la controlador principal usando el módulo Cerebro con el Pic 16F628A , Para el control del sentido de giro de los motores usamos el módulo Controlador de motores con el integrado (L293D), y finalmente el Módulo Placa Sensores Distribución Lineal

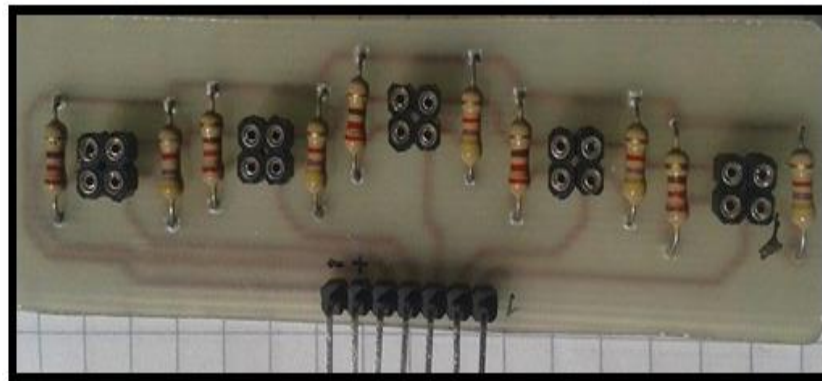


Módulo Cerebro con el Pic 16F628A

Fuente: Autores de tesis

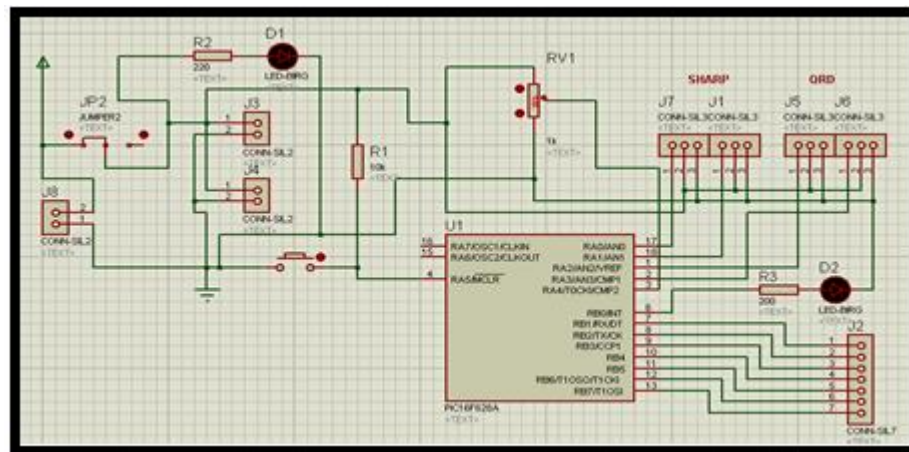


Controlador de motores con el integrado (L293D)
 Fuente: Autores de tesis

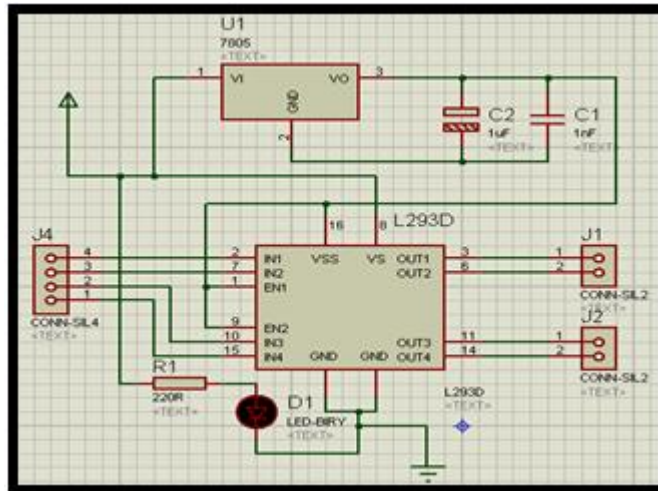


Módulo Placa Sensores Distribución Lineal
 Fuente: Autores de tesis

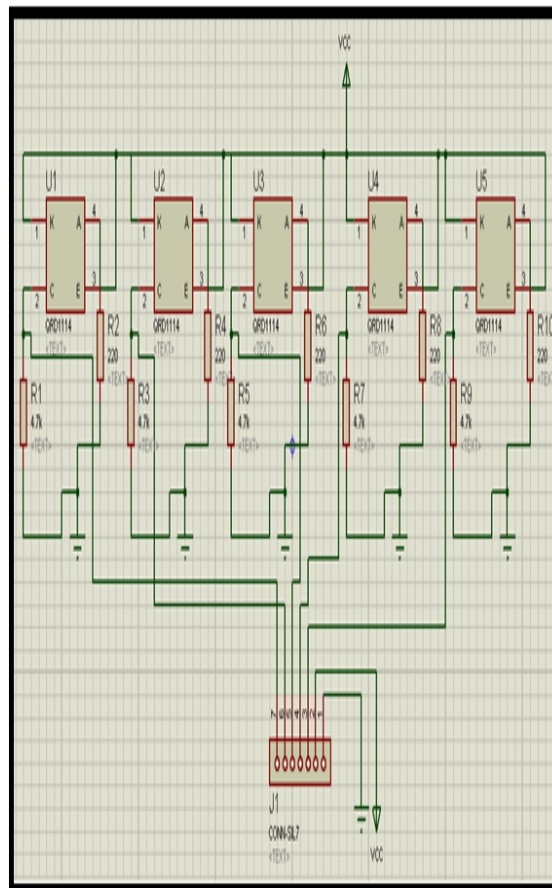
2. Diagramas de los módulos:



Módulo Cerebro con el Pic 16F628A
 Fuente: Autores de Tesis

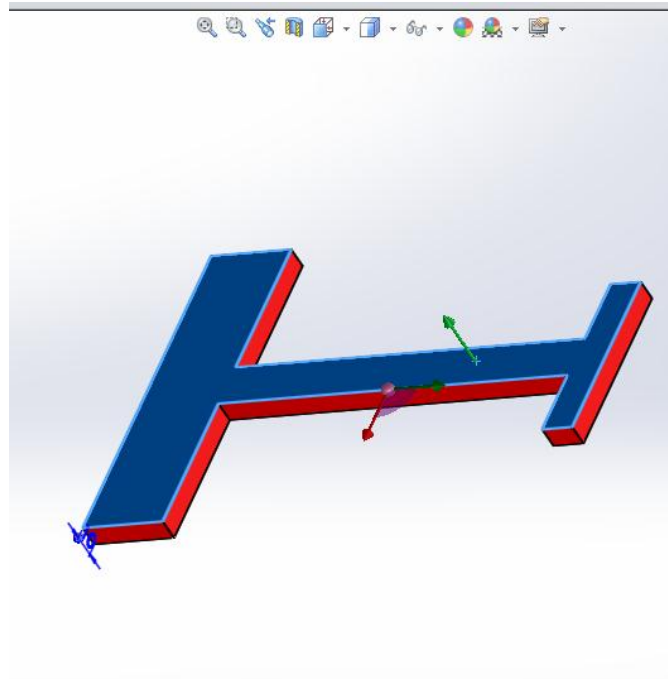


Controlador de motores con el integrado (L293D)
 Fuente: Autores de tesis



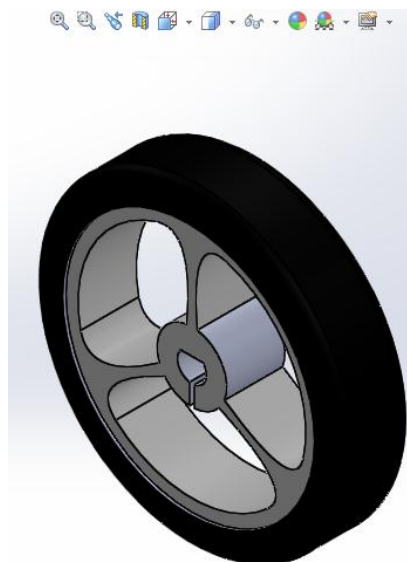
Módulo Placa Sensores Distribución Lineal
 Fuente: Autores de tesis

3. El montaje debe realizarse según el diseño que se elaboró previamente en el programa Solid Words muy útil para simular :



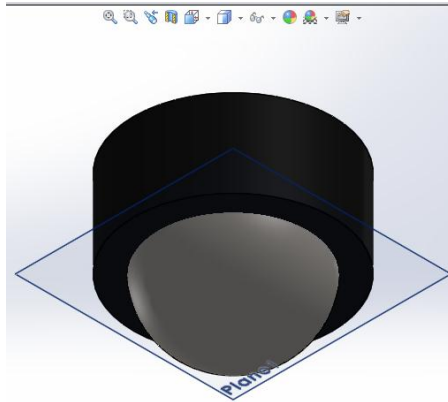
Soporte Base

Fuente: Autores de tesis

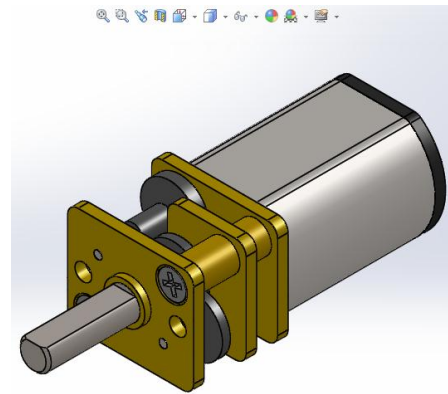


Llanta

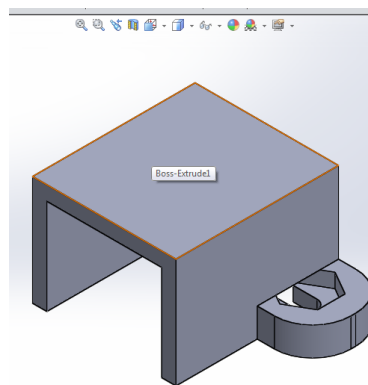
Fuente: Autores de tesis



Rueda loca
Fuente: Autores de tesis



Micromotor
Fuente: Autores de tesis



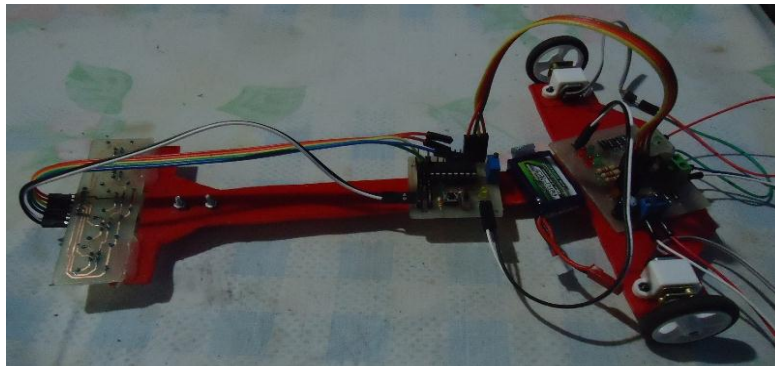
Micromotor
Fuente: Autores de tesis

4. Sobre el chasis previamente construido se procede con el cableado que a continuación se muestra



Velocista, base acrílica, micro motores, llantas, rueda loca y tornillos

Fuente: Autores de tesis



Velocista terminado

Fuente: Autores de tesis

5. La programación que se elaboró en el Cerebro con Pic 16F877A bajo la supervisión de los autores en el Software Microde fue la siguiente:

CMCON = 7

I VAR BYTE

VREF VAR PORTA.4

MF1 VAR PORTB.2

MB1 VAR PORTB.3

MF2 VAR PORTB.5

MB2 VAR PORTB.6

S1 VAR PORTA.0

S2 VAR PORTA.1

S3 VAR PORTA.2

S4 VAR PORTA.3

FOR i=1 TO 20

 high PORTB.0

 PAUSE 100

 LOW PORTB.0

 PAUSE 100

NEXT

GOSUB PARADA

INICIO: ;s4 NEGRO s3 blanco
IF (s4=0 and s3=0) THEN GOSUB ADELANTE
if (s4=1)then gosub DERECHA
if (S3=1) THEN GOSUB IZQUIERDA
if (s4=1 and s3=1) then GOSUB PARADA

pause 20
goto inicio

ADELANTE:
HIGH MF1
LOW MB1
HIGH MF2
LOW MB2

RETURN

ATRAS:
LOW MF1
HIGH MB1
LOW MF2
HIGH MB2

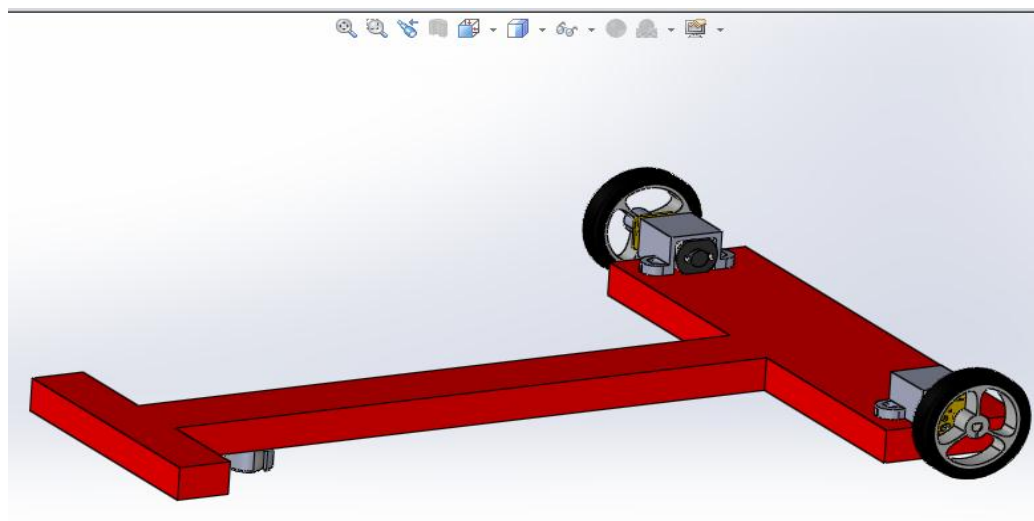
RETURN
DERECHA:
HIGH MF1
LOW MB1
LOW MF2
HIGH MB2

RETURN
IZQUIERDA:
LOW MF1
HIGH MB1
HIGH MF2
LOW MB2

RETURN
PARADA:
LOW MF1
LOW MB1
LOW MF2
LOW MB2

RETURN
end

6. Nuestro prototipo al finalizar se presentara de la siguiente manera (**Simulación Solid Words**)



Velocista Terminado

Fuente: Autores de tesis

