UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA MENCIÓN EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TEMA:

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 2 ROBOTS SUMO PARA LAS CATEGORÍAS PESADO Y LIVIANO Y UN ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA MODALIDAD VELOCIDAD"

AUTORES:

JOSÉ SANTIAGO LINDAO GONZÁLEZ
ERICK HERMEL QUILAMBAQUI MAYORGA

TUTOR:
ING. GABRIEL GARCÍA VÁSQUEZ

GUAYAQUIL, FEBRERO 2014

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, José Santiago Lindao González y Erick Hermel Quilambaqui Mayorga declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, 24 de Febrero del 2014

_____	_____
José Santiago Lindao González	Erick Hermel Quilambaqui Mayorga
C.I.: 091665211-8	C.I.: 092017776-3

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios que es mi guía espiritual, a mi madre que en paz descanse la Sra. Mercedes Contreras Rodríguez de Lindao, la cual siempre inculco en mi formación, principios y valores bien fortalecidos, y su voluntad era hacer de mi un profesional, a mi mujer y mi hijo Santiago Josué Lindao Rugel el cual lo amo con todo mi corazón, por haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, habiendo estado a mi lado durante todo el desarrollo de mi tesis y en especial durante todo el proceso de formación académica, mis noches de estudio y exámenes siempre estando presente en todo momento , te amo Santiaguito tú me has dado la fuerza necesaria para poder cristalizar este proyecto y anhelo de ser un profesional.

José Santiago Lindao González

Dedico este trabajo a DIOS ante todos por ser la fuente de inspiración en mis momentos de decepción, la fortaleza en mis momentos de debilidad y la esperanza en los momentos de desaliento. A mi esposa Erika A. Menoscal M. por haber sido parte de este trabajo apoyándome incondicionalmente con su compañía y entendimiento. A mi hija Nayeli A. Quilambaqui M. quien con su corta edad es mi aliento a forjar un mejor futuro para ella. A mis padres Mtr. Alfonso M. Quilambaqui P. y Sra. Martha R. Mayorga P. por ser mis primeros maestros y soporte en la etapa más importante de mi vida

Erick Hermel Quilambaqui Mayorga.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA I

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD II

DEDICATORIA III

ÍNDICE GENERAL IV

ÍNDICE DE TABLAS IX

ÍNDICE DE FIGURAS XI

ÍNDICE DE ANEXOS XVIII

RESUMEN XIX

ABSTRACT XX

INTRODUCCIÓN XXI

CAPÍTULO I 1

1. EL PROBLEMA 1
1.1. Planteamiento del problema 1
1.2. Delimitación del problema 2
1.3. Objetivos 2
1.3.1. Objetivo general 2
1.3.2. Objetivos específicos 2
1.4. Justificación 3
1.5. Hipótesis 3
1.6. Variables e indicadores 3

1.7. Metodología 4
1.7.1. Método teórico y sistémico 4
1.8. Población y muestra 5
1.8.1. Población 5
1.8.2. Muestra 5
1.9. Análisis de los datos 6
1.10. Descripción de la propuesta 18
1.10.1. Beneficiarios 18
1.10.2. Impacto 18

CAPÍTULO II 19

2. MARCO TEÓRICO 19
2.1. Antecedentes 19
2.2. Robótica 21
2.2.1. Hardware 22
2.2.2. Software 24
2.2.3. Investigación en robótica 25
2.2.4. Robótica educativa 25
2.3. Robot 26
2.3.1. Funcionamiento del robot 27
2.3.2. Los autómatas programables 27
2.3.3. Robot sumo 28
2.3.4. Robot seguidor de línea modalidad velocidad 30
2.4. Los microcontroladores y los microprocesadores 31
2.4.1. Características del microcontrolador 34
2.4.2. Microcontroladores PIC programables 35
2.4.3. Entornos de programación 36
2.5. Sistemas de control 37
2.5.1. Función de reset y del clock 39
2.5.2. Modulación por ancho de pulso (PWM) 42

2.5.3. El dohyo 43
2.5.4. Programación 45
2.5.5. El programa 45
2.5.6. Los sensores 46
2.5.7. Motores de corriente directa 47

CAPÍTULO III 49

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS ROBOTS SUMO 49
3.1. Robots sumo categoría liviano y categoría pesado 49
3.2. Breve descripción 49
3.3. Hardware 50
3.4. Fuente de alimentación 52
3.4.1 Descripción de nuestra fuente de alimentación 56
3.4.2. Tensión E1 56
3.4.3. Tensión E2 59
3.5. Etapa de control 60
3.5.1. Descripción de la etapa de control 63
3.6. Sensores 67
3.6.1. Sensor sharp gp2y0a21yk 67
3.6.2. Sensor QRD1114 71
3.7. Conector de programación 75
3.8. Etapa de potencia 77
3.8.1. Descripción del circuito 80
3.8.2. Transistor 2N39004 NPN 80
3.8.3. Relay 82
3.8.4. Condensador 83
3.8.5. Motor DC 84
3.8.6. Resistencia y diodos 85
3.9. Software 91
3.9.1. Instalación de programas 91

3.9.2. Descripción del programa 92
3.9.3. Estructura del programa 94
3.9.4. Diagrama de flujo 95
3.9.5. Código de programación 96
3.9.6. Descripción de las partes más importantes de microcode studio 99
3.10. Diseño y estructura 100
3.10.1. Descripción de la construcción de los autómatas 100
3.10.2. Ensamblaje del robot sumo categoría liviano 101
3.10.3. Detalle del ensamblaje del robot sumo categoría liviano 105
3.10.4. Identificación de partes principales del robot sumo categoría liviano 106
3.10.5. Dimensiones del robot sumo categoría liviano 107
3.10.6. Peso de robot sumo categoría liviano 108
3.10.7. Ensamblaje del robot sumo categoría pesado 109
3.10.8. Identificación de partes principales del robot sumo categoría pesado 114
3.10.9. Dimensiones del robot sumo categoría pesado 115
3.10.10. Peso de robot sumo categoría pesado 116

CAPÍTULO IV 117

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA 117
4.1. Robot seguidor de línea modalidad velocidad 117
4.2. Hardware 119
4.2.1. Fuente de alimentación 120
4.2.2. Etapa de control 124
4.2.3. Etapa de potencia 132
4.3. Software 140
4.3.1. Estructura del programa 141
4.3.2. Código de programación 143
4.4. Diseño y estructura 146
4.4.1. Ensamblaje del robot seguidor de línea velocista 146

4.4.2. Identificación de partes principales de seguidor de línea modalidad velocidad 150
4.4.3. Producto terminado seguidor de línea modalidad velocidad 151
4.5. Cronograma de actividades 152
4.6. Presupuesto 153

CONCLUSIONES 154

RECOMENDACIONES 156

BIBLIOGRAFÍA 157

ANEXOS 159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo de la muestra 5
Tabla 2: Sexo 6
Tabla 3: Edad 7
Tabla 4: Conoce sobre el CER 8
Tabla 5: Participación de una división 9
Tabla 6: Categoría 10
Tabla 7: Procedencia de las tarjetas 11
Tabla 8: Factores que inciden en la compra 12
Tabla 9: Iniciativa para programación 13
Tabla 10: Desarrollo de tarjetas 14
Tabla 11: Elaboración propia de tarjeta 15
Tabla 12: Diseño ideal 16
Tabla 13: Beneficios 17
Tabla 14: Elementos de la Fuente de Alimentación 55
Tabla 15: Elementos de la etapa de control 63
Tabla 16: Especificaciones técnicas del PIC 16F877A 65
Tabla 17: Descripción de la conexión de los pines del PIC 16F877A 66
Tabla 18: Especificaciones técnicas Sensor SHARP GP2Y0A21 71
Tabla 19: Elementos de la Etapa de potencia 79
Tabla 20: Elementos de la Fuente de Alimentación 122
Tabla 21: Elementos de la Etapa de Control 125
Tabla 22: Descripción de la conexión de los pines del PIC 16F819 131

Tabla 23: Elementos de la Etapa de Potencia 135

Tabla 24: Cronograma de Actividades..... 152

Tabla 25: Presupuesto 153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sexo 6

Figura 2: Edad 7

Figura 3: Conoce sobre el CER 8

Figura 4: Participación de una división 9

Figura 5: Participación de una división 10

Figura 6: Procedencia de las tarjetas 11

Figura 7: Factores que inciden en la compra 12

Figura 8: Iniciativa para programación 13

Figura 9: Desarrollo de tarjetas 14

Figura 10: Elaboración propia de tarjeta 15

Figura 11: Diseño ideal 16

Figura 12: Beneficios 17

Figura 13: Robot Club de Robótica UPS-G casa abierta 2013 23

Figura 14: Robot Sumo Categoría Pesado (3 Kg Max) 28

Figura 15: Robot Sumo Categoría Liviano (1.5 Kg Max) 29

Figura 16: Dentro del Dohyo Robot Sumo Liviano y Pesado 30

Figura 17: Robot seguidor de línea modalidad velocidad 31

Figura 18: Diagrama de Bloques General de un PIC 32

Figura 19: PIC16F877A 36

Figura 20: Driver L293D 38

Figura 21: Conexión Reset en un PIC 39

Figura 22: Cristal Oscilador Generador de Clock en el PIC 41

Figura 23: Componentes que Generan la señal de Clock en el PIC 41

Figura 24: Una señal de onda cuadrada de amplitud acotada 42

Figura 25: Vista Isométrica de un Dohyo para Rotos Sumo 44

Figura 26: Vista superior de un Dohyo y dos sumos a competir 44

Figura 27: Sensor Sharp 46

Figura 28: Sensor QRD114 47

Figura 29: Motor DC 12 V 120 RPM 50:1 48

Figura 30: Diagrama de bloques de la tarjeta electrónica 51

Figura 31: Tarjeta Electrónica Sumo Liviano Identificando sus Etapas 52

Figura 32: Baterías Recargable de 9VDC y 12VDC 53

Figura 33: Diagrama electrónico: Fuente de alimentación 54

Figura 34: Batería de Li-Ion Recargable. 9VDC 350mA 56

Figura 35: Regulador de voltaje 7805 57

Figura 36: Switch SW1 consta en la tarjeta electrónica 57

Figura 37: Elementos usados en la Fuente de alimentación 58

Figura 38: Batería Seca Sellada Recargable. 12VDC 1.3A 59

Figura 39: Switch SW1 y Diodo led D4, montados en la placa 60

Figura 40: Tarjeta Electrónica de Robot Sumo Liviano Versión 1.0 61

Figura 41: Tarjeta Electrónica de Robot Sumo Pesado Versión 1.0 61

Figura 42: Diagrama electrónico. Etapa de Control 62

Figura 43: Descripción de los pines del PIC 16F877A 64

Figura 44: Tarjeta Electrónica Sumo Liviano - Etapa de control 67

Figura 45: Sensor SHARP GP2Y0A21YK 68

Figura 46: Dimensiones de Sensor SHARP GP2Y0A21YK 68

Figura 47: Diagrama interno en Bloque. 69

Figura 48: Distancia del objeto reflejado vs voltaje de salida análogo 70

Figura 49: Esquemático sensor QRD1114 71

Figura 50: Dimensiones de QRD1114 72

Figura 51: Esquemático para QRD1114 y CNY70 73

Figura 52: Características de sensor reflectivo QRD1114 74

Figura 53: Corriente de colector normalizada vs distancia 75

Figura 54: Esquemático de Conector J1 75

Figura 55: Transferencia de datos PC – Hardware - Robot 76

Figura 56: Diagrama electrónico Etapa de Potencia Motor 1 Robot Sumo Liviano . 77

Figura 57: Diagrama electrónico Etapa de Potencia Motor 2 Robot Sumo Liviano . 78

Figura 58: Transistor 2N39004 NPN 80

Figura 59: Transistor NPN 2N3904 y Diagrama esquemático 81

Figura 60: Relé HKFF-DC5V-SHG y Esquema interno 82

Figura 61: Condensador 104pf 83

Figura 62: Condensador Electrolítico 83

Figura 63: Motor 12VDC 10RPM 100:1 84

Figura 64: Resistencias 85

Figura 65: Diodos Rectificadores..... 86

Figura 66: Vista Inferior de la tarjeta electrónica Robot sumo categoría Liviano..... 86

Figura 67: Vista superior de la tarjeta electrónica Robot Sumo Categoría Liviano .. 87

Figura 68: Etapa de Potencia Motor 1 y Motor 3. Robot Sumo Pesado 88

Figura 69: Etapa de Potencia Motor 2 y Motor 4. Robot Sumo Pesado 88

Figura 70: Tarjeta del Robot Sumo Pesado, detalle de los elementos 89

Figura 71: Interface para comunicación PIC con Programa en PC 92

Figura 72: Conexión y programación del autómata Sumo categoría Liviano 93

Figura 73: Conexión y programación del autómata Sumo categoría Pesado 94

Figura 74: Diagrama de flujo del programa..... 95

Figura 75: Partes importantes del Lenguaje de Programación MicroCode Studio... 99

Figura 76: Estructura del Robot Sumo Categoría Liviano..... 101

Figura 77: Instalación de Motores en Robot Sumo Categoría Liviano..... 101

Figura 78: Parte Inferior de la estructura del Robot Sumo categoría Liviano 102

Figura 79: Ubicación de sensor de línea derecho..... 102

Figura 80: Ubicación de Sensor de Proximidad..... 103

Figura 81: Ubicación de sensor de línea izquierdo 103

Figura 82: Robot Sumo Liviano ensamble de sus partes principales 104

Figura 83: Robot Sumo liviano diseño final 104

Figura 84: Identificación de Partes principales dentro de su estructura..... 106

Figura 73: Producto terminado – Robot Sumo Categoría Liviano 107

Figura 86: Peso 1.5 kg de Robot Sumo Liviano 108

Figura 87: Estructura de del Robot con Motores y Llantas 109

Figura 88: Estructura y Chasis con Baterías, Motores, Llantas 110

Figura 89: Estructura con Baterías de 12 Volteos de corriente directa (VDC)..... 110

Figura 90: Base de Estructura de Robot Sumo Pesado Compactada 111

Figura 91: Ensamblaje de Partes de Robot sumo Pesado 111

Figura 92: Ensamblaje de Tarjeta Electrónica en Robot Sumo Pesado 112

Figura 93: Estructura de Robot sumo Pesado con Tarjeta Electrónica 112

Figura 94: Diseño Final del Robot Sumo Pesado 113

Figura 95: Partes Principales del Robot Sumo Pesado 114

Figura 96: Producto terminado - Robot Sumo Categoría Pesado 115

Figura 97: Peso 3.0 kg Robot Sumo Pesado 116

Figura 98: Robot seguidor de línea modalidad velocidad..... 118

Figura 99: Diagrama de bloques de la tarjeta electrónica 120

Figura 100: Diagrama electrónico: Fuente de alimentación 121

Figura 101: Diodo Rectificador 1N4001 – Simbología 123

Figura 102: Descripción del regulador de Voltaje 7805 123

Figura 103: Diagrama electrónico: Etapa de Control 124

Figura 104: PIC 16F819 126

Figura 105: Tarjeta de sensores del robot seguidor de línea en su lado superior..... 127

Figura 106: Tarjeta de sensores del robot seguidor de línea en su lado inferior..... 127

Figura 107: Conexión de entradas de sensores QRD1114 en el PIC16F819..... 128

Figura 108: Esquemático de conexión de cristal oscilador 128

Figura 109: Componentes que generan la Señal del CLOCK 129

Figura 110: Distribución de los Puertos B en la tarjeta electrónica. 129

Figura 111: Conector J1 para programar PIC 16F819 130

Figura 112: Diagrama en Bloques PIC16F819 130

Figura 113: Esquemático de control de Dirección de Motor 133

Figura 114: Esquemático de Motor de Tracción 134

Figura 115: Driver L293D 136

Figura 116: Diagrama Lógico de L293D 136

Figura 117: Conexión de Motores en un L293D 137

Figura 118: Tabla de Funcionamiento L293D 138

Figura 119: Identificación de pines del TIP 122 139

Figura 120: Especificación Técnica de TIP 122 139

Figura 121: Identificación de motor de tracción y dirección en caja reductora..... 140

Figura 122: Conexión y programación del autómata Seguidor de línea Velocista.. 141

Figura 123: Diagrama de flujo del programa 142

Figura 124: Tarjeta de sensores QRD1114 147

Figura 125: Caja Reductora con dos motores de tracción y dirección..... 147

Figura 126: Tarjeta Electrónica..... 148

Figura 127: Base donde se acopla la tarjeta electrónica 148

Figura 128: Partes del robot seguidor de línea..... 149

Figura 129 Ensamblaje de todas las partes del robot seguidor de línea..... 149

Figura 130: Partes principales del Seguidor de línea modalidad velocidad 150

Figura 131: Producto Final del seguidor de línea modalidad Velocidad..... 151

Figura 132: Paso 1 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 171

Figura 133: Paso 2 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 172

Figura 134: Paso 3 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 172

Figura 135: Paso 4 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 173

Figura 136: Paso 5 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 173

Figura 137: Paso 6 Instalación de MicroCode Studio Plus..... 174

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Reglamento del CER 2012 159

Anexo 2 Instalación de programas 171

Anexo 3 Código de programación 175

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE TESIS	TEMA TESIS
2014	• JOSÉ SANTIAGO LINDAO GONZÁLEZ • ERICK HERMEL QUILAMBAQUI MAYORGA	ING. GABRIEL GARCIA VASQUEZ	"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 2 ROBOTS SUMO PARA LAS CATEGORÍAS PESADO Y LIVIANO Y UN ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA MODALIDAD VELOCIDAD"

El proyecto de titulación tiene como objetivo el profundizar e investigar los autómatas programables aplicados al campo de la robótica movil, para esto se implementó tres robots autónomos programables los cuales tienen cargados cada uno un algoritmo de control para el funcionamiento óptimo. Entre los principales componentes de cada robot se tienen los microcontroladores 16F877A y un 16F819 en cuyos dispositivos están cargados los respectivos programas para controlar el movimiento de cada robot.

El presente proyecto tiene la finalidad de analizar e interpretar el funcionamiento de hardware y software para la elaboración, puesta en marcha de robots sumos y seguidor de línea que permitan obtener prototipos de autómatas con características de eficacia y fuerza para competir de manera satisfactoria en diferentes torneos, además de ayudar a los estudiantes a incrementar el interés en el diseño y creación de los robots, donde se combinan conocimientos de electrónica, programación a nivel medio y avanzado, complementando con diseños mecánicos, fomentando el interés en el diseño estructural.

Palabras claves:

Robótica, Sistemas de control, Robot autómata, microcontroladores.

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	THESIS DIRECTOR	THESIS TOPIC
2014	•JOSÉ SANTIAGO LINDAO GONZÁLEZ •ERICK HERMEL QUILAMBAQUI MAYORGA	ENG. GABRIEL GARCIA VASQUEZ	"DESIGN AND CONSTRUCTION OF 2 SUMO ROBOTS FOR HEAVY AND LIGHT CATEGORIES AND A FOLLOWER OF LINE MODE SPEED ONLINE ROBOT".

The titling project aims to investigate deeper the programable logic controllers applied to the field of mobile robotics, for this, it was implemented three autonomous programmable robots which have each loaded a control algorithm for the optimal operation. The main components of each robot are 16F877A and 16F819 microcontrollers, devices which are loaded with the respective programs for controlling the movement of each robot.

This aimed project is to analyze and interpret the operation of hardware and software for the development of the high robots and line follower which would make an ideal design that combines efficiency and robustness to compete successfully. Will help students to enhance their interest in designing and building robots, which involved electronics, programming at both the hardware and supplementing with mechanical design and creativity software.

Keywords:
Robotics, control systems, Robot controller, microcontroller

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la tecnología, la Ingeniería Electrónica ha entrado en muchos campos siendo uno de estos de gran importancia y en constante proceso de desarrollo e investigación la robótica, el cual hoy en día se está incursionando en el diseño, construcción y programación de robots de cualquier tipo ya sea con fines educativos como industriales, los mismos que respondan a determinadas acciones y procesos, en el cual intervienen elementos electrónicos como son los microcontroladores siendo uno de ellos el Controlador de Interfaz Periférico (PIC), el cual es muy utilizado en la automatización y programación de procesos eléctricos y electrónicos.

En tal virtud se plantea a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil el Diseño y construcción de dos Robots Sumo para las categorías Pesado y Liviano y un Robot seguidor de Línea Modalidad Velocidad.

Al mismo tiempo que les sirva a los estudiantes de la carrera de Electrónica o afines para analizar tarjetas electrónicas fabricadas en su totalidad , producto 100% ecuatoriano, queriendo lograr de esta manera una motivación extra para que los estudiantes diseñen sus propios circuitos y no dependan de tarjetas entrenadoras consiguiendo con esto desarrollo de ingeniería siendo más meritorio y gratificante el proyecto como tal por todo lo que conlleva la ejecución del mismo, esto estimula para poder decir que si es posible realizar este tipo de diseños o cualquier tipo de proyecto que requiera el mismo o mayor nivel de complejidad.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La Universidad Politécnica Salesiana, cuenta dentro de sus instalaciones con un club de Robótica, el mismo que constantemente está participando en eventos de competencia de robots de todo tipo, siendo uno de los eventos más relevantes el CER, que es el Concurso Ecuatoriano de Robótica que se realiza cada año entre Universidades del País, teniendo como sede institución seleccionada.

> (Universidad Politécnica Salesiana, 2005):
> El Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER) es una iniciativa de las **Instituciones de Educación Superior Ecuatorianas** con la finalidad de promover el desarrollo de la robótica en el País, para esto convoca anualmente a estudiantes de las Universidades, Escuelas Politécnicas e Institutos de Educación Superior para que midan sus destrezas y conocimientos en las diferentes competencias establecidas por categorías.

A partir de este antecedente se plantea el siguiente problema, como que no ha existido una iniciativa similar por parte de los alumnos de la UPS para realizar el diseño de tarjetas electrónicas por sus propios medios, puesto que en trabajos que se desarrollan, se utilizan tarjetas entrenadoras, como las de ATMEGA y ARDUINO.

El nivel académico tanto teórico como práctico, hoy en día es el reflejo de la preparación del ingeniero electrónico, quien debe de estar preparado con las nuevas tendencias tecnológicas, realizar las prácticas fundamentadas y obtener la experiencia profesional necesaria.

1.2. Delimitación del problema

Campo: Electrónica

Área: Sistemas computacionales

Tema: Diseño y construcción de 2 robots Sumo para las categorías pesado y liviano y un robot Seguidor de línea modalidad velocidad.

Problema: Falta de iniciativa en el diseño y construcción de tarjetas electrónicas para el desarrollo de robots, por parte de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana.

Delimitación espacial: Universidad Politécnica Salesiana.

Delimitación temporal: Febrero de 2014

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y construir 2 robots sumos para la categoría pesado y liviano y un robot seguidor de línea modalidad velocidad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar e interpretar el funcionamiento de hardware y software para la elaboración de los robots sumos y seguidor de línea que permita un diseño ideal que combine eficacia y robustez para competir de manera satisfactoria.
- Diseñar un sistema sensorial que proporcione información del exterior.
- Desarrollar un sistema de control que reciba la información del exterior y la intérprete de forma adecuada para indicar como debe actuar el sistema motor.
- Diseñar un control de motores que permita reaccionar a los estímulos del sistema sensorial (etapa de potencia).

- Implementar y desarrollar un robot sumo que este en capacidad de expulsar del Dohyo a su contrincante.
- Desarrollar la programación, la cual tiene que ser interpretada por el Micro controlador que permite el uso de los lenguajes Microcode o Microbasic.
- Diseñar un circuito de potencia el cual permita dar mayor fuerza a los motores.
- Desarrollar el sistema tanto de software como de hardware que permita que el robot seguidor de línea vaya a una velocidad moderada.
- Verificar que el robot seguidor de línea no derrape en curvas.
- Diseñar un control de motores utilizando PWM para el robot seguidor de línea.

1.4. Justificación

El tema nació debido a que la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, cuenta con un club de Robótica donde se crean proyectos de robots para participar en el CER que es Concurso Ecuatoriano de Robótica, donde intervienen en múltiples categorías, siendo una de estas la competencia de los robots luchadores de sumo y el seguidor de línea modalidad velocidad, donde la Universidad participa dando a conocer el ingenio y creatividad de los robots diseñados por sus estudiantes.

1.5. Hipótesis

Si se diseña robots de competencias para SUMO y Seguidor de línea con tarjetas de circuitos integrados, elaboradas en casa o en la UPS, entonces la tecnología en robótica se desarrollará a más alto nivel, así como las competencias profesionales de los estudiantes de esta especialidad.

1.6. Variables e indicadores

Variable independiente: Análisis de los métodos de control en competencias de los robots Sumo y Seguidor.

Variable dependiente: Diseño y construcción de los robots Sumo y Seguidor.

1.7. Metodología

1.7.1. Método teórico y sistémico

Para la elaboración y cumplimiento del proyecto lo primero que se realizó es el levantamiento de la información como son:

- Funcionamiento de los robots sumo
- Funcionamiento del robot seguidor de línea modalidad velocidad
- Lenguaje de programación a utilizar por asuntos de licencia de preferencia se utiliza software de programación libre.
- Reglamento del CER (Concurso Ecuatoriano de Robótica).
- Búsqueda de información en sitios web.
- Consultas de competencias ya realizadas.
- Buscar en el mercado de la electrónica un proveedor de partes a utilizar.
- Software a utilizar para realizar los diseños esquemáticos de los circuitos electrónicos.
- Consulta de información referente al tema en textos de ayuda e internet.
- Consultas sobre el tema con Ingenieros docentes de la Universidad.
- Tiempo en obtener las partes a utilizar lo cual prolongó la culminación del proyecto.

Todos estos puntos fueron de mucha importancia dentro del levantamiento de la información ya que a más de un tema de tesis era un reto a realizar, sin mencionar los problemas de índole personal que generalmente se escapan dentro de una planificación.

1.8. Población y muestra

1.8.1. Población

Bernal (2010) menciona que, "Es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo" (Pág. 164)

Se pueden definir a los alumnos que se encuentran en la carrera de Ingeniería electrónica en sistemas industriales y telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Según datos proporcionados por la UPS (2013), existen alrededor de 300 estudiantes en las carreras mencionadas con anterioridad.

1.8.2. Muestra

(Malhotra, Dávila, & Treviño, 2011), "La muestra se refiere al número de elementos que se incluirán en el estudio, determinar el tamaño de la muestra es complejo e incluye diversas consideraciones cualitativas y cuantitativas." (Pág. 318).

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula de la población finita:

$$(Z2NPQ) \quad / \quad (d2(N-1)+Z2P.Q)$$

NIVEL DE CONFIANZA:	90.00%	Z	=	1.62
ERROR DE ESTIMACIÓN:	10.00%	d	=	0.1
PROBABILIDAD DE ÉXITO:	50%	P	=	0.5
PROBABILIDAD DE FRACASO:	50%	Q	=	0.5
Muestra a ser tomada para la investigación		**n**	**=**	**54**

Tabla 1: Cálculo de la muestra

Fuente: Los Autores, año 2013

Se tuvieron que realizar 54 encuestas, teniendo en cuenta un 10% de error.

1.9. Análisis de los datos

Sexo

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Femenino	13	24%
Masculino	41	76%
Total	54	100%

Tabla 2: Sexo

Fuente: Los Autores, año 2013

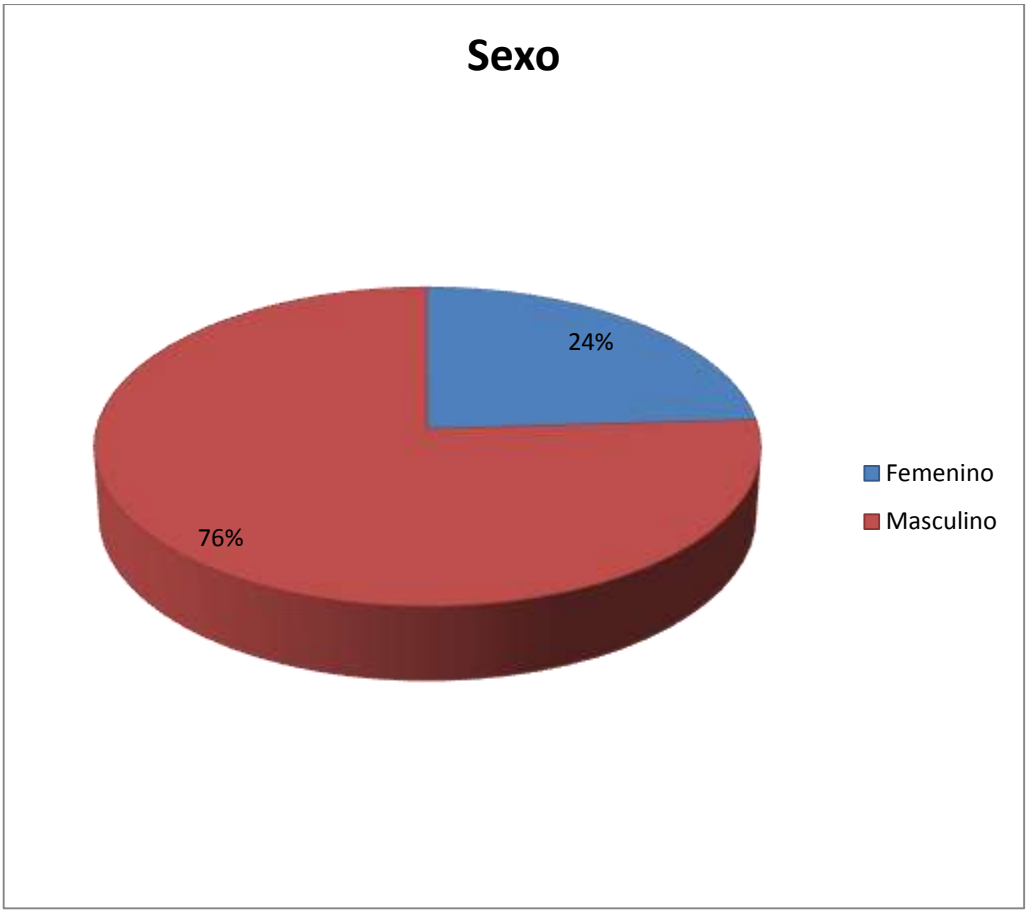


Figura 1: Sexo

Fuente: Los autores, año 2013

Dentro de las encuestas el 76% eran personas de sexo masculino, el 24% femenino, por lo que se puede considerar la percepción que tienen los dos grandes grupos sociales estudiantiles, quienes tienen su preparación profesional en ingeniería electrónica.

Edad

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
18-20	24	44%
21-25	10	19%
26-30	16	30%
30 en adelante	4	7%
Total	54	100%

Tabla 3: Edad

Fuente: Los Autores, año 2013

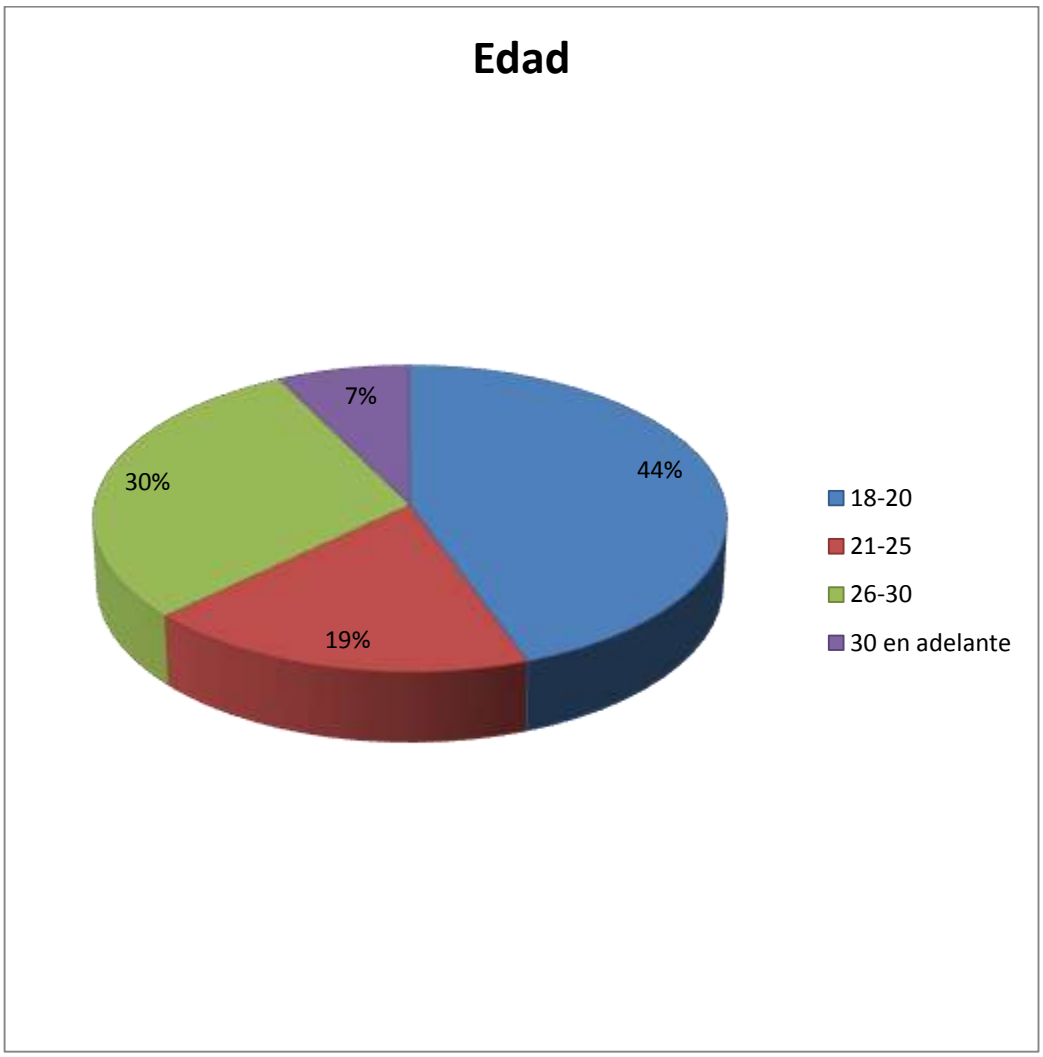


Figura 2: Edad

Fuente: Los autores, año 2013

La mayor parte de los encuestados correspondientes al 44%, eran estudiantes de 18 a 20 años, el 19% de 21 a 25 años, el 30% de 26 a 30 años.

1.- ¿Usted tiene conocimiento del Concurso ecuatoriano de robótica?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Si	54	100%
No	0	0%
Total	54	100%

Tabla 4: Conoce sobre el CER

Fuente: Los Autores, año 2013

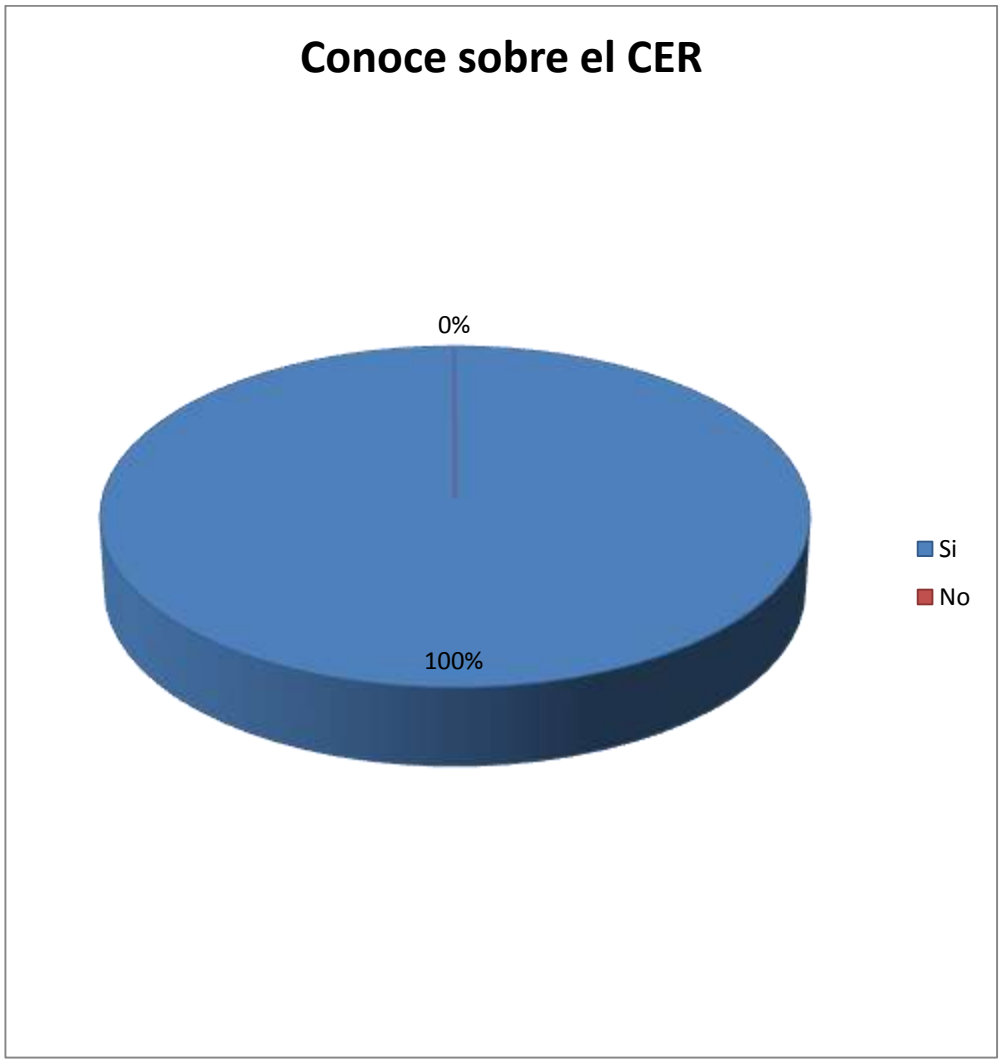


Figura 3: Conoce sobre el CER

Fuente: Los autores, año 2013

El 100% de los estudiantes mencionaron que si tienen conocimiento acerca del Concurso ecuatoriano de robótica, debido a que su preparación profesional les exige estar en constante preparación.

2.- ¿Ha participado en algunas divisiones de este concurso?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Si	54	100%
No	0	0%
Total	54	100%

Tabla 5: Participación de una división

Fuente: Los Autores, año 2013

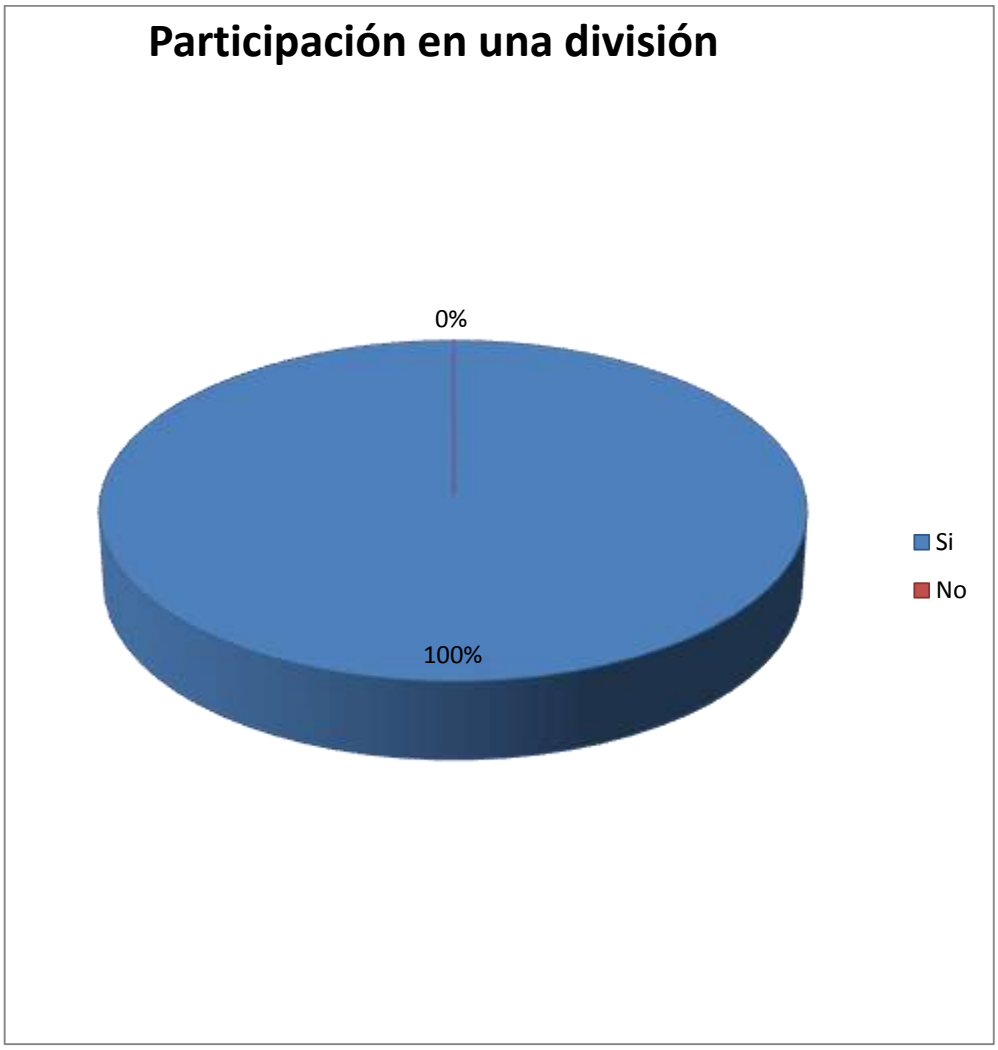


Figura 4: Participación de una división

Fuente: Los autores, año 2013

De los estudiantes encuestados, todos han sido parte de las divisiones existentes dentro del concurso de robótica que se presenta.

3.- ¿En qué categoría se ha desarrollado su propuesta de robot?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Nivel Básico	40	74%
Nivel Avanzado	14	26%
Total	54	100%

Tabla 6: Categoría

Fuente: Los Autores, año 2013

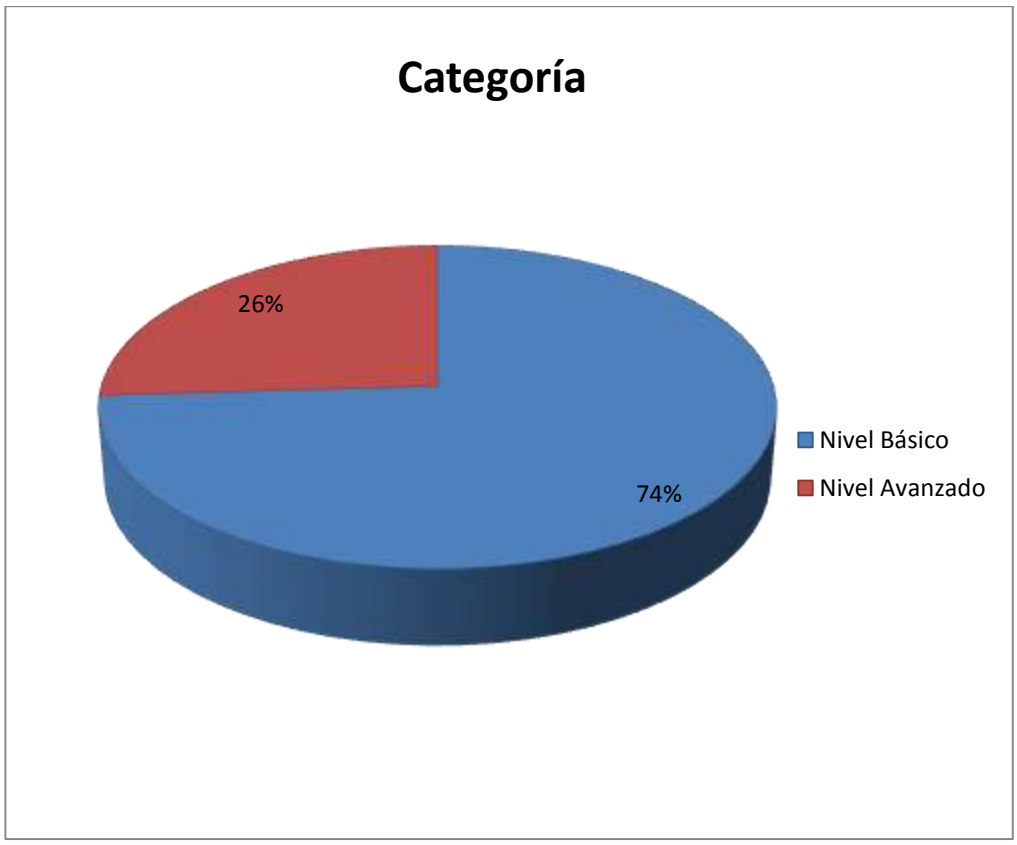


Figura 5: Participación de una división

Fuente: Los autores, año 2013

El 74% de los estudiantes han presentado la propuesta de robot, en un nivel básico, ya que no existe una experticia en poder desarrollar uno avanzado. El 26% de los estudiantes que mencionaron que han presentado en un nivel avanzado, es porque

han tenido una preparación mucho más sofisticada dentro de otros centros a nivel internacional.

4.- ¿Cuál es la procedencia de las tarjetas que utiliza para el diseño de sus robots?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Importadas	48	89%
Nacionales	6	11%
Elaboración propia	0	0%
Total	54	100%

Tabla 7: Procedencia de las tarjetas

Fuente: Los Autores, año 2013

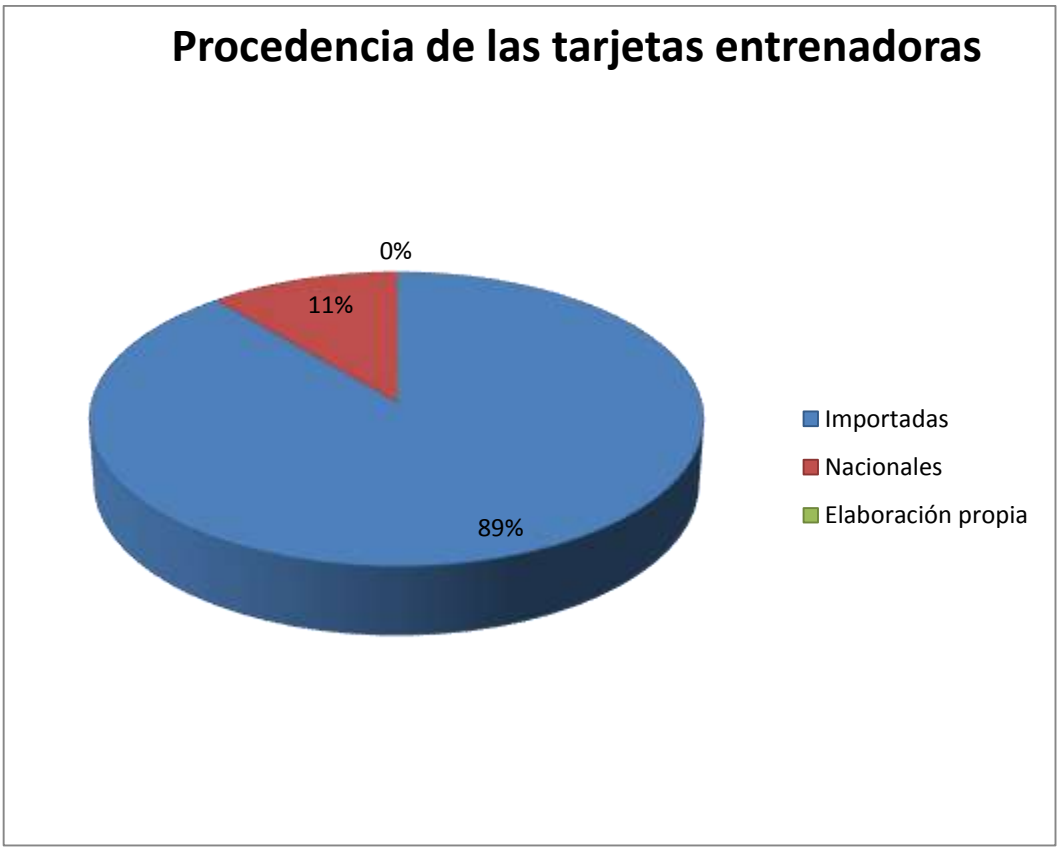


Figura 6: Procedencia de las tarjetas

Fuente: Los autores, año 2013

La mayoría de tarjetas que utilizan los estudiantes para el desarrollo de los robots, son de procedencia internacional.

5.- ¿Qué factores incide en que usted decida utilizar las tarjetas de la procedencia indicada?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Comodidad	26	48%
Facilidad de adquisición	24	44%
Desconocimiento en programación	4	7%
Otros	0	0%
Total	54	100%

Tabla 8: Factores que inciden en la compra

Fuente: Los Autores, año 2013

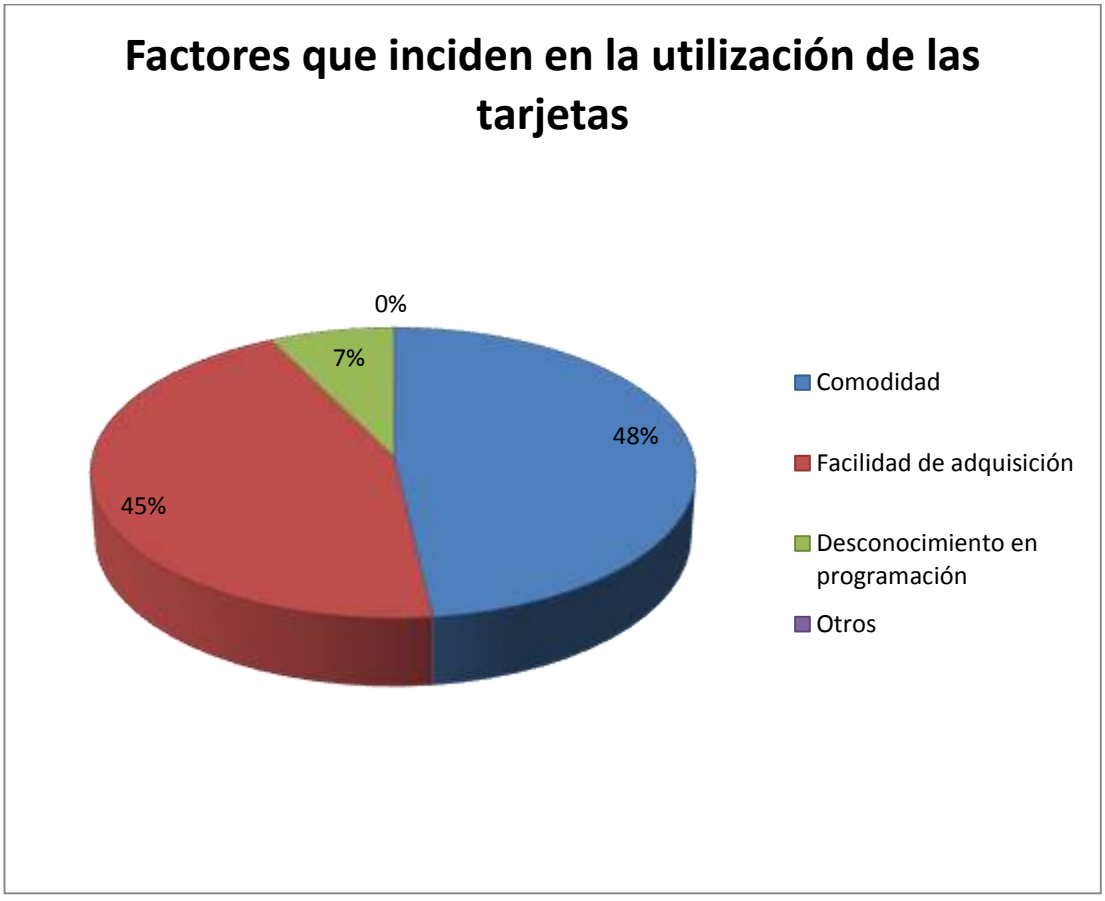


Figura 7: Factores que inciden en la compra

Fuente: Los autores, año 2013

Los estudiantes de robótica por comodidad obvian el desarrollo de tarjetas por cuenta propia, ya que prefieren realizar la compra de otros lugares, donde se presume que son de muy buena calidad.

6.- ¿Considera que existe poca iniciativa para la programación de las tarjetas en la Facultad?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Total de acuerdo	24	44%
De acuerdo	19	35%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	11	20%
Desacuerdo	0	0%
Total desacuerdo	0	0%
Total	54	

Tabla 9: Iniciativa para programación

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 8: Iniciativa para programación

Fuente: Los autores, año 2013

Más del 70% de los estudiantes consideran que si existe dentro del sector de estudio una iniciativa para realizar la programación de tarjetas.

7.- ¿Ha desarrollado sus propias tarjetas entrenadoras?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Si	0	0%
No	54	100%
Total	54	100%

Tabla 10: Desarrollo de tarjetas

Fuente: Los Autores, año 2013

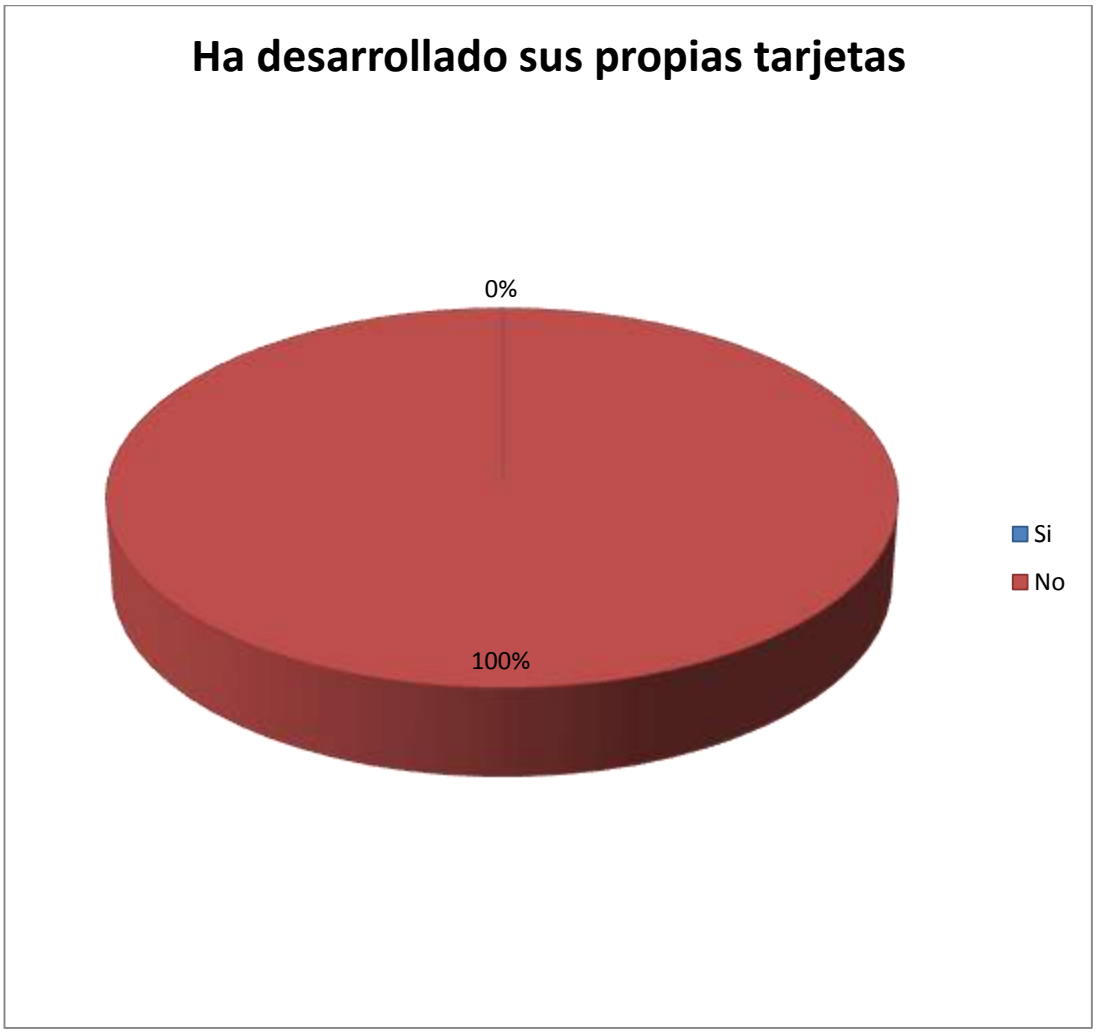


Figura 9: Desarrollo de tarjetas

Fuente: Los autores, año 2013

Todos los estudiantes encuestados mencionaron que nunca han tenido la iniciativa de poder desarrollar una tarjeta bajo su programación.

8.- ¿Por qué no ha considerado desarrollar su propia tarjeta?

Categoría	Frecuencia	Pocentaje
Por falta de iniciativa	24	44%
Por falta de elementos	15	28%
Por falta de conocimientos	2	4%
Por falta de asoría	13	24%
Total	54	100%

Tabla 11: Elaboración propia de tarjeta

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 10: Elaboración propia de tarjeta

Fuente: Los autores, año 2013

Una de las causas de la existencia del problema planteado, es que no hay una iniciativa propia para poder desarrollar un modelo de tarjeta para el funcionamiento de los robots.

9.- ¿Considera que al elaborar su propia tarjeta podría obtener un diseño ideal?

Categoría	Frec. Rela.	Pocentaje
Total de acuerdo	29	54%
De acuerdo	16	30%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	9	17%
Desacuerdo	0	0%
Total desacuerdo	0	0%
Total	54	100%

Tabla 12: Diseño ideal

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 11: Diseño ideal

Fuente: Los autores, año 2013

A pesar que la gran parte de los encuestados no han desarrollado sus diseños de tarjetas, creen que sería ideal para la exclusividad en la presentación.

10.- ¿Qué beneficios considera que podría obtener al elaborar una tarjeta propia?

Categoría	Frec. Rela.	Pocentaje
Ahorro de costos	16	30%
Mayor personalización	14	26%
Marca personalizada	6	11%
Poner en práctica sus conocimientos	18	33%
Otros	0	0%
Total	54	100%

Tabla 13: Beneficios

Fuente: Los Autores, año 2013

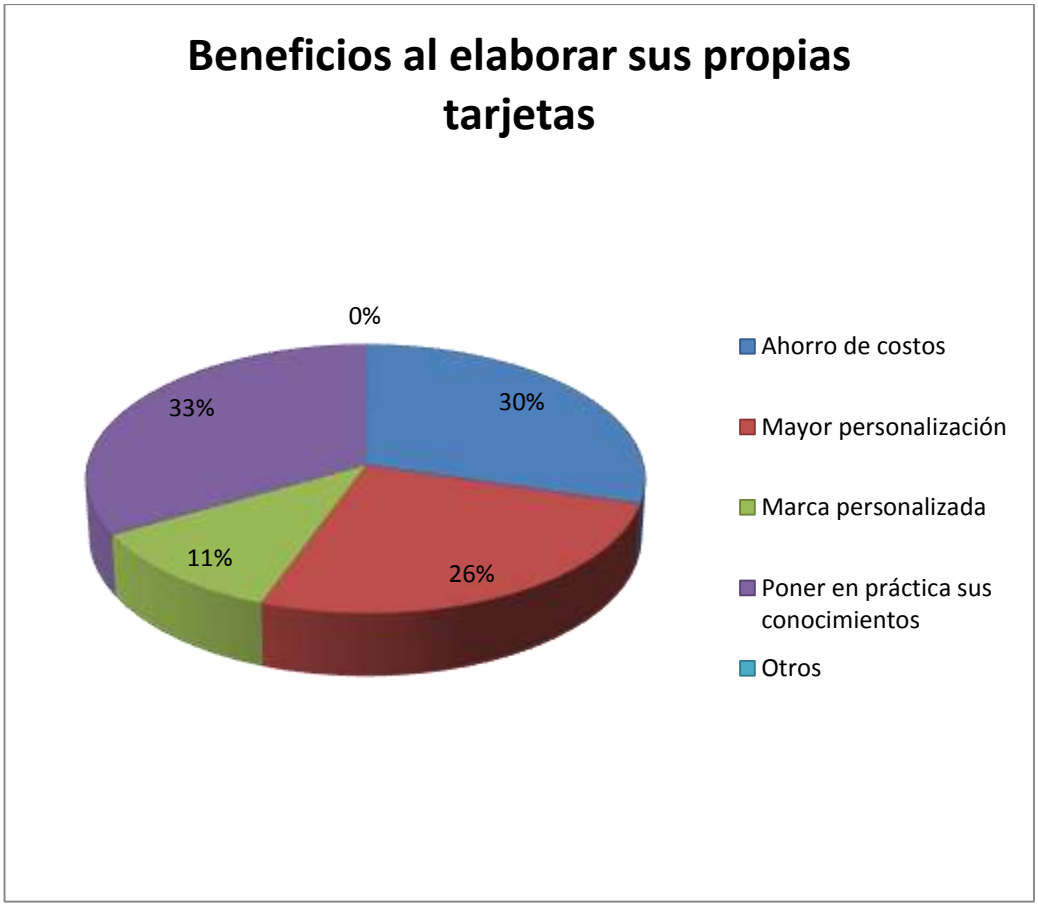


Figura 12: Beneficios

Fuente: Los autores, año 2013

Existen muchos beneficios cuando se elaboran sus propias tarjetas.

1.10. Descripción de la propuesta

1.10.1. Beneficiarios

El mayor beneficiario será la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, el club de robótica y alumnos de las materias de Robótica, Automatización, Lenguaje de programación.

1.10.2. Impacto

El Club de Robótica tendrá todo el diseño, contrición y programación del proyecto ejecutado, y quedará como referencia de estudio pudiendo de esta manera el club si así lo desee realizar modificaciones a la versión de los robots sumo y seguidor de línea modalidad velocidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Actualmente existen varias clases de competencias, siendo las más populares en varios países el rastreo de línea, la lucha Sumo, lucha de robots a control remoto, soccer de robots, entre otros. Se descompone el siguiente texto fundamentalmente cuatro bloques en los que se describe los principales temas que se encuentran ligados con el tema del trabajo, como es la robótica, el robot autómata, los microcontroladores y los sistemas de control.

De acuerdo a lo mencionado por el Diario El Comercio (2013), "El acceso a la tecnología ha facilitado el avance interno de la robótica y esto se ve reflejado en los proyectos que las universidades e instituciones han presentado. Los avances que se observan en otros países como España, ya se están ejecutando en el país."

El desarrollo que ha dado en el país los últimos años en el área de la robótica y avances tecnológicos ha ofrecido grandes oportunidades a los ecuatorianos, un área que ha sido poco explorada, pero ahora cuenta con una base y un apoyo en el sistema de aprendizaje en el área para los alumnos de universidades que se encuentran desarrollando esta disciplina.

Debido a este desarrollo se ha desplegado el presente trabajo y en el cual se observa que es necesario tener una base en el tema que se está desarrollando, por lo cual se desglosa el siguiente capítulo en el que primeramente se describe la robótica lo que engloba también el Hardware, analizando sucesivamente las posibles opciones destinadas a resolver las necesidades planteadas para las distintas partes del mismo, para luego describir las soluciones de diseño adoptadas para cada uno de los circuitos, pasando por el sistema sensorial, las etapas de accionamiento de los

Motores y el sistema de control. Luego se describe al software, se expone el funcionamiento del programa creado para gobernar el robot y de los recursos empleados por el mismo, seguido de los algoritmos que definen el modo en que actuará el robot en cada situación.

En la parte de Diseño y estructura específicamente la parte física, en sí es la que sostiene la sección electrónica como tarjetas, sensores y motores. Quiere decir a la carrocería y partes mecánicas.

Como antecedentes también se consideran los trabajos similares desarrollados por diferentes autores, como por ejemplo la tesis de grado elaborado por Llanos & Lliguin (2010) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que detallan de acuerdo a su tema "Control electrónico por comandos de voz para un robot zoomórfico tipo mascota interactiva" en la cual se especifica todo en cuento a la robótica, las clases de robótica que se dan y los sensores de que estos dispositivos utilizan.

También se especifica la estructura interna que este utiliza, su funcionamiento, además del diseño de la estructura mecánica del robot y los elementos utilizados para la elaboración de este mecanismo.

(Llanos & Lliguin, 2010):

> El diseño e implementación del sistema está enfocado en un robot zoomórfico de tipo cuadrúpedo, similar a un perro, el cual llamaremos Molly; posee una plataforma de aluminio dispuesta de articulaciones formadas por 15 servomotores, por consiguiente posee 15 grados de libertad; la aplicación utiliza el módulo procesador de voz denominado VRbot para receptar las órdenes emitidas por el administrador.

Este trabajo se ha encontrado reforzado también por citas bibliográficas en las que se detallan cada uno de los términos que se utilizan en todo el trabajo.

También se detalla en otro proyecto de tesis el cual tiene como título "Robots Cooperativos para el guiado de grupos de personas en zonas urbanas", que pertenece a la estudiante Anaís Garrell Zulueta (2010), en la cual mencionan "Los robots guías son de gran ayuda, sin embargo no existe un gran número de investigaciones que

hayan dado la oportunidad a los robots a trabajar como guías en entornos con afluencia de personas"

Toda la tesis se encuentra fundamentada en el desarrollo de la interacción que se da entre el ser humano y los robots, cómo se da esta y cuáles son las partes en que influye con el ser humano un robot.

2.2. Robótica

Ollero Baturone (2010) dice que, "En la robótica subyace la idea de sustituir equipos capaces de automatizar operaciones concretas por máquinas de uso más general que puedan realizar distintas tareas." (Pág. 5)

La Robótica es una ciencia física aplicada con un enfoque experimental es decir prueba y error, cuya meta es el diseño, construcción, desarrollo y aplicaciones de los robots en actividades varias.

Esta es una actividad educativa de carácter interdisciplinaria, en el que confluyen varias disciplinas técnicas del pensum seguido en la UPS-G[1], tales como:

- Electricidad.
- Física
- Electrónica analógica.
- Electrónica Digital.
- Lenguaje de Programación.
- Mecánica.
- Creatividad.
- Tecnología de los materiales etc.

La robótica es la rama de la tecnología que se ocupa del diseño, construcción, operación y aplicación de robots, así como los sistemas informáticos para su control, retroalimentación sensorial y procesamiento de la información. El diseño de un sistema robótico dado a menudo incorporar los principios de la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica y ciencias de la computación sobre todo la inteligencia

[1] Universidad Politécnica Salesiana- Sede Guayaquil

artificial. El estudio de los sistemas biológicos a menudo desempeña un papel clave en la ingeniería de sistemas de un proyecto y también forma el campo de la biónica. La expresión matemática de un sistema biológico puede dar lugar a controlar algoritmos por ejemplo, o mediante la observación de cómo un proceso es manejado por naturaleza, por ejemplo, el sistema de visión bifocal, un sistema análogo se puede formar usando la electrónica.

El concepto de la creación de máquinas que pueden funcionar de forma autónoma se remonta a la época clásica, pero la investigación sobre la funcionalidad y los posibles usos de los robots no creció sustancialmente hasta el siglo XX. A lo largo de la historia, la robótica se ha visto a menudo para imitar el comportamiento humano, y, a menudo gestionar las tareas de una manera similar. Hoy en día, la robótica es un campo de rápido crecimiento, como los avances tecnológicos continúan, investigación, diseño y construcción de nuevos robots sirven varios propósitos prácticos, ya sea a nivel nacional, en el comercio, o militarmente. Muchos robots realizan trabajos que son peligrosos para las personas, tales como bombas de desactivación, minas y restos de naufragios que exploran.

2.2.1. Hardware

(López Sanjurjo, 2009), menciona que "Es la parte que estudia los componentes físicos del equipo, es decir, el material tangible que compone el ordenador" (Pág. 1)

Por lo que se define que el hardware a la parte física, tangible, material de un sistema electrónico; para su desarrollo, es esencial conocer de forma detallada las funciones que este ha de cumplir, así como el modo en que los datos deben fluir a través del mismo.

En la siguiente figura se puede apreciar el hardware de un robot que pertenece a una casa abierta de la UPS:

Figura 13: Robot Club de Robótica UPS-G casa abierta 2013

Fuente: Los autores, año 2013

Para un robot autónomo, como es el caso, es fácil identificar la necesidad de tres bloques dentro del mismo:

- Un sistema sensorial que proporcione información del exterior.
- Un sistema motor que permita reaccionar a los "estímulos" del sistema sensorial (etapa de potencia).
- Un sistema de control que reciba la información del exterior y la intérprete de forma adecuada para indicar como debe actuar el sistema motor.
- Desarrollar un sistema de control que reciba la información del exterior y la intérprete de forma adecuada para indicar como debe actuar el sistema motor.
- Implementar y desarrollar un robot sumo que este en capacidad de expulsar del Dohyo[2] a su contrincante.
- Desarrollar la programación, la cual tiene que ser interpretada por el Micro controlador que permite el uso de los lenguajes Microcode o Microbasic.
- Diseñar un circuito de potencia el cual permita dar mayor fuerza a los motores.

[2] Dohyo: Área de combate

2.2.2. Software

Según lo menciona López Sanjurjo (2009), "Es un conjunto de programas que congestionan y controlan el hardware. Se encuentran almacenados en dispositivos de almacenamiento como, por ejemplo, disco duro. Uno de estos principales programas es el sistema operativo." (Pág. 2)
Quiere decir que es la parte intangible de un proyecto electrónico, en este caso es la programación o las órdenes que se van a grabar dentro del microcontrolador y que harán que el autómata funcione según las características previamente programadas.

La programación del dispositivo se realizó en lenguaje de programación Micro Code Studio, del archivo que se genera y lo graba en el microcontrolador a través del programa PICkit 2 v2.61, con su hardware el PICkit2 LITE[3] conectado al puerto USB del ordenador, el cual es el medio para poder grabar la información en el Controlador de Interfaz Periférico[4] .

Para la creación del programa se realiza el uso de varias sentencias y variables, con condiciones acorde a lo requerido el cual es interpretado por el microcontrolador, analizando y tomando en cuenta todos sus puertos de entrada y de salida.

La estructura mecánica de un robot debe ser controlado para realizar tareas. El control de un robot consiste en tres fases distintas de percepción, procesamiento y acción paradigmas robóticos .Sensores dan información sobre el medio ambiente o el propio robot (por ejemplo, la posición de sus articulaciones o su efector final). Esta información es procesada a continuación para calcular las señales apropiadas a los actuadores motores que mueven la mecánica.

La fase de procesamiento puede variar en complejidad. A un nivel reactiva, puede traducir la información del sensor en bruto directamente en mandos de los actuadores. Fusión de sensor primera puede ser utilizada para calcular los parámetros de interés (por ejemplo, la posición de la pinza del robot) a partir de datos de sensores ruidosos. Una tarea inmediata (como mover la pinza en una dirección

[3] PICkit2 LITE: Tarjeta de hardware para grabar información en PIC
[4] PIC: Controlador de Interfaz Periférico

determinada) se infiere de estas estimaciones. Las técnicas de la teoría de control convierten la tarea en comandos que impulsan los actuadores.

En escalas de tiempo más largas o con tareas más sofisticadas, el robot puede tener que construir y la razón con un modelo cognitivo. Los modelos cognitivos tratan de representar el robot, el mundo, y cómo interactúan. El reconocimiento de patrones y el ordenador de la visión pueden ser usados para rastrear objetos. Asignación de técnicas se pueden utilizar para construir mapas del mundo. Por último, la planificación de movimiento y otros de inteligencia artificial técnicas se pueden utilizar para encontrar la manera de actuar. Por ejemplo, un planificador puede encontrar la manera de lograr una tarea sin chocar con obstáculos, caerse, etc.

2.2.3. Investigación en robótica

Gran parte de la investigación en robótica no se centra en tareas industriales específicos, sino en la investigación de nuevos tipos de robots, maneras alternativas de pensar o robots de diseño y nuevas maneras de fabricarlos.
La nueva innovación en particular en el diseño del robot es el sistema eléctrico abierto de robot-proyectos. Describir el nivel de avance de un robot se puede utilizar, en término generación de robots. Debido a que el proceso a menudo requiere muchas generaciones de robots que se desea simular, esta técnica se puede ejecutar en su totalidad o en su mayoría en la simulación, entonces probado en robots reales una vez que los algoritmos evolucionados son lo suficientemente buenos. En la actualidad, hay alrededor de 1 millón de robots industriales se afanan en todo el mundo, y Japón es el primer país que tiene una alta densidad de la utilización de robots en la industria manufacturera

2.2.4. Robótica educativa

(Ruiz & Sánchez, 2011):

> Un objetivo tecnológico primordial de la robótica educativa es, mediante un uso pedagógico de los entornos tecnológicos, que permite a los estudiantes la integración de distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas, involucrándose en un proceso de resolución de problemas con el fin de

> desarrollar en ellos un pensamiento sistemático, estructurado, lógico y formal. (Pág. 114)

La Robótica Educativa constituye una forma de aprendizaje cuya principal motivación es el diseño y la construcción de prototipos experimentales con creatividad y diseño propio.

Esta creatividad es un enfoque mental producto de mucha observación de parte del interesado y que luego se transforma en prototipo físico que es la construcción, en el que se emplean materiales, mecanismos chips conexiones y accesorios que serán controlados por un sistema computacional.

Este sistema se traduce en "aprender haciendo" y este aprendizaje activo se traducirá en competencias profesionales del fututo profesional egresado de UPS, puesto que se dan las siguientes actividades: redactar el trabajo, observar diseños, investigar y aplicar fenómenos físicos, realizar esquemas eléctricos y mecánicos, programar, probar resultados y retroalimentar hasta conseguir el objetivo.

2.3. Robot

(Alfonso, Cazorla, Escolano, Colomina, & Lozano, 2009), dicen que "La palabra es una adaptación de una voz eslovaca que significa trabajador forzado." (Pág. 14)

Se entiende por robot a una máquina autómata programable o dispositivo cuyos reflejos se fundamentan en la electrónica, la mecánica, la física y que le proveen su capacidad de movimiento y acción, con cierto grado de autonomía para desempeñar ciertas tareas en forma automática exhibiendo inteligencia, acción.

Entonces siendo así un robot no es solamente una máquina con aspecto humanoide y que pueda realizar todos los movimientos como un ser humano incluso su capacidad de pensar, sino también máquinas que sirven para la industria y que hacen determinados movimientos o trabajos repetitivos reemplazando a la mano de obra humana.

2.3.1. Funcionamiento del robot

Se considera que el autómata opera en base a eventos que son: procesar órdenes, actuar según orden y programación, percibir y reaccionar según el fenómeno para lo que fue diseñado, se cita a continuación dos ejemplos:

- Los robots que trabajan en fábricas de automóviles, estos son brazos mecánicos grandes que ayudan a mover piezas pesadas de acuerdo al ensamblaje de los autos.
- Para este caso los robots sumos que son diseñados para combatir contra otros similares en su categoría.

2.3.2. Los autómatas programables

Se considera autómata programable a todo equipo electrónico al que se le puede ingresar información programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial procesos secuenciales.

> (Peña, Gámiz, Grau, & Martínez, 2009):
> Los campos de aplicación de los autómatas programables son hoy día extremadamente extensos debido a sus posibilidades en cuanto a flexibilidad en su programación, así como a la factibilidad de ampliación mediante módulos adicionales o incluso con más autónomas conectados en red, etc. (Pág. 107)

También los Autómatas Programables Industriales que nacieron como solución al control de circuitos complejos de automatización. A ellos se conectan entradas como finales de carrera, pulsadores por una parte, y los actuadores o salidas como son bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores por otra.

El presente proyecto resume en sí toda la información y estudio de electrónica de base, de semiconductores, elementos led, transformadores, motores, resistencias, electrolíticos, condensadores, etc., conocimiento que aplicado a proyectos, han permitido emprender en este trabajo.

2.3.3. Robot sumo

La forma o constitución de un robot para SUMO es muy parecida a la de un carrito de juguete, con botones de encendido y apagado para empezar o finalizar su trabajo. Las medidas reglamentarias para ambas categorías son específicamente de 30 cm de largo por 30 cm de ancho o menor.

El peso específico es de 1,5kg para la categoría liviano y de 3kg para la categoría pesado, el mencionado peso consta dentro del reglamento del C.E.R. 2012 en el cual se basa el desarrollo de este proyecto.

A continuación se puede observar un robot sumo que ya ha sido construido el año anterior.

Figura 14: Robot Sumo Categoría Pesado (3 Kg Max)

Fuente: Los Autores, año 2013

Su estructura es hecha de material resistente, que pueda ser capaz de proteger su parte electrónica, consta de motores eléctricos que ponen en funcionamiento sus llantas, las mismas que desarrollan su máximo potencial cuando están en competencia robot contra robot.

En la siguiente figura se encuentra un robot sumo en la categoría liviano:

Figura 15: Robot Sumo Categoría Liviano (1.5 Kg Max)

Fuente: Los Autores, año 2013

Dentro de la constitución del robot sumo se distingue lo siguiente:

- Sistema general del robot para SUMO
- Sistema de Control
- Sistema de Sensores de Pista
- Sistema eléctrico
- Sistema mecánico
- Carrocería
- Ingeniería social

En la siguiente figura podrán apreciar la imagen de los robots sumos:

Figura 16: Dentro del Dohyo Robot Sumo Liviano y Pesado

Fuente: Los autores, año 2013

2.3.4. Robot seguidor de línea modalidad velocidad

La competencia de robots seguidores de línea, consiste en la creación de un robot autónomo, capaz de seguir una línea negra en un fondo blanco en el menor tiempo posible.
Los robots seguidores de línea se caracterizan por el alto grado de algoritmos capaces de poder predecir y pasar las pruebas más inesperadas como curvas, ángulos, pistas descontinuadas, túneles, pequeñas pendientes, etc.

Para el caso de los "velocistas" los robots participantes deben seguir una línea negra trazada en la pista de carrera en el menor tiempo posible.

La complejidad del recorrido puede variar, en esta modalidad la categoría es velocidad en la cual el nivel de complejidad serán las curvas con que cuente la pista.
A continuación se podrá observar en la Figura 5 el diseño del robot seguidor de línea para la modalidad velocidad ya desarrollado y en funcionamiento.

En la siguiente figura se encuentra el robot seguidor de línea con la modalidad velocidad:

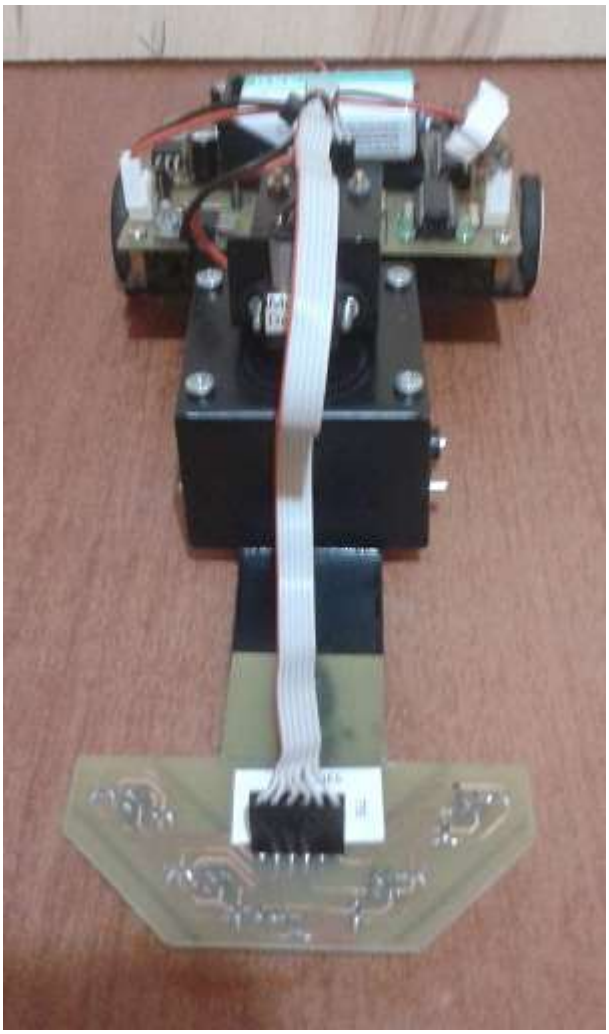


Figura 17: Robot seguidor de línea modalidad velocidad

Fuente: Los autores, año 2014

2.4. Los microcontroladores y los microprocesadores

(Valdés & Pallás, 2011):

> Los microcontroladores están concebidos fundamentalmente para ser utilizados en aplicaciones puntuales, es decir, aplicaciones donde el microprocesador debe realizar un pequeño número de tareas, al menor costo posible. En estas aplicaciones, el microprocesador ejecuta un programa de almacenamiento permanentemente en su memoria, el cual trabaja con algunos datos almacenados temporalmente e interactúa con el exterior a través de las líneas de entrada y salida de que dispone.

Un microcontrolador es un Chip o circuito integrado que encapsula todas las características de una computadora en su pequeña unidad, el mismo cuenta con su propia unidad central de proceso CPU, memoria y periféricos (Figura 6), que le permiten trabajar como dispositivos inteligentes que toman decisiones por sí mismos y pueden llevar a cabo funciones complejas sin la intervención de la mano del hombre. Como ejemplo de lo dicho anteriormente el control de un ascensor que tiene que recorrer varios pisos, que responde a múltiples llamados de usuarios y prioriza las llamadas.

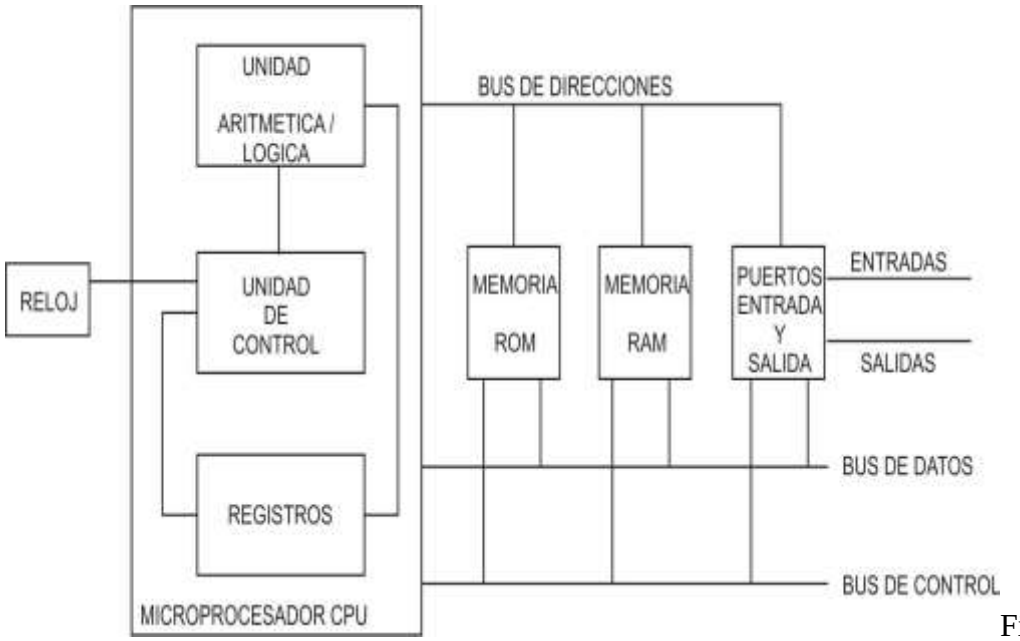


Figura 18: Diagrama de Bloques General de un PIC

Fuente: Los autores, año 2013

Se puede mencionar que en la actualidad, la electrónica abarca sin duda alguna un gran mercado en lo que respecta a tecnología donde intervienen estos circuitos integrados conocidos como microcontroladores por su capacidad de almacenamiento y procesos y otros conocidos como microprocesadores por su velocidad y respuesta en los procesos que ejecuta.

Son usados en una variedad de equipos electrónicos de consumo en la vida real y se encuentran en todos los sistemas de comunicación tales como teléfonos celulares cámaras fotográficas cámaras de vídeo, hornos de microondas, lavadoras, televisores, control remoto, impresoras, computadores, y todo tipo de circuito electrónico en general.

También en los vehículos existen muchos tipos de circuitos integrados para algunas de sus funciones tales como: comunicación, sistemas de encendido, sistemas de aire acondicionado, sistemas de luces y sistemas de seguridad anti robos, etc. También se encuentran estos componentes en juguetes para niños que trabajan con pilas o baterías.

El primer microprocesador fue de 4 bits Intel 4004 lanzado en 1971, con el Intel 8008 y otros microprocesadores más capaces que estén disponibles en los próximos años. Sin embargo, ambos procesadores requieren recortes externos para implementar un sistema de trabajo, elevar coste total del sistema, y por lo que es imposible para informatizar económicamente aparatos.

Parcialmente en respuesta a la existencia de la TMS de un solo chip 1000, Intel desarrolló un sistema informático en un chip optimizado para aplicaciones de control, el Intel 8048, con partes comerciales primera envío en 1977. Se combinado de RAM y ROM en el mismo chip. Este chip podría encontrar su camino en más de mil millones teclados de PC, y otras numerosas aplicaciones. En ese momento el presidente de Intel, Luke J. Valenter, declaró que el microcontrolador fue uno de los más exitosos en la historia de la compañía, y se amplió el presupuesto de la división de más de 25%.

La mayoría de los microcontroladores en este momento tenían dos variantes, una borrable EPROM memoria de programa, con una ventana de cuarzo transparente en la tapa del paquete para permitir que se borre por la exposición a ultravioleta luz. El otro era un PROM variante que era sólo programable una vez, a veces esto se significaba con la designación de la Fiscalía, que significa de una sola vez programable.
El PROM en realidad era exactamente el mismo tipo de memoria como la EPROM, sino porque no había manera de exponerlo a la luz ultravioleta, que no podría ser borrado. Las versiones borrables exigen bultos de cerámica con ventanas de cuarzo, haciéndolos mucho más caros que las versiones OTP, que podrían hacerse en envases de plástico opaco de menor costo. Para las variantes borrables, se requirió de cuarzo, en lugar de vidrio menos costoso, por su transparencia a la radiación ultravioleta de

cristal es en gran parte opaca a los rayos UV, pero el principal diferenciador costo fue del propio paquete de cerámica.

En 1993, la introducción de EEPROM memoria que permite microcontroladores (empezando por la MicrochipPIC16x84) para ser eléctricamente borrados de forma rápida y sin un paquete costoso como se requiere para EPROM, que permite tanto el prototipo rápido, y en la programación del sistema. La tecnología EEPROM hubiera estado disponible antes de este tiempo, pero la EEPROM antes era más cara y menos duradera, por lo que es inadecuado para los microcontroladores de producción masiva de bajo costo. El mismo año, Atmel introdujo el primer microcontrolador utilizando la memoria flash, un especial tipo de EEPROM. Otras compañías siguieron rápidamente el ejemplo, con ambos tipos de memoria.

El costo se ha desplomado en el tiempo, con lo que está disponible por menos de los microcontroladores de 8 bits más baratas $0,25 en cantidad (miles) en 2009, y algunos de 32 bits microcontroladores alrededor de $1 para cantidades similares. El NXP-LPC810 es un ARM Cortex M0 + 32 bits en un paquete DIP de 8 pines y vende en cantidad única de $ 0,66 o $ 1,00 en 2013.
Hoy en día los microcontroladores son baratos y fácilmente disponibles para los aficionados, con grandes comunidades en línea en torno a determinados procesadores.
En el futuro, la Memoria RAM podría potencialmente ser utilizado en microcontroladores, ya que tiene resistencia infinita y su incremento de coste de semiconductores de obleas proceso es relativamente baja.

2.4.1. Características del microcontrolador

Microcontroladores generalmente contienen numerosos propósito general los PINS de entrada / salida (GPIO). Pines GPIO son software configurable para una entrada o un estado de salida. Cuando los PINS GPIO están configurados para un estado de entrada, a menudo se utilizan para leer los sensores o las señales externas. Configurado para el estado de salida, pines GPIO pueden manejar dispositivos externos, como los LED o motores.

Analógico al digital (ADC) unidades leen las señales analógicas y las convierten en señales digitales. Una característica menos común es la DAC que permite que el microcontrolador para generar una salida analógica.
Modulación por ancho de pulso (PWM) unidades proporcionan encendido / apagado las señales en un pin GPIO en un ciclo de frecuencia / deber bien definido.
Receptor asíncrono universal / transmisor (UART) unidades facilitan la recepción y transmisión de datos a través de una línea serie con muy poca carga en la CPU (como RS232/RS485).
Temporizadores para generar interrupciones periódicas o eventos internos / externos de tiempo están presentes en todos los microcontroladores.
El soporte de hardware para el chip a los protocolos de chips, como SPI y I2C es también común.

2.4.2. Microcontroladores PIC programables

Las siglas de PIC significan Peripheral Interface Controller es decir Controlador de Interfaz Periférico, que han sido diseñados, producidos y distribuidos por la empresa Microchip Technology Inc desde hace más de 30 años. Hasta hace algunos años los microcontroladores se programaban en lenguaje “asembler” que es su idioma básico o nativo.

(Valdés & Pallás, 2011), “Los microcontroladores PIC cuentan con una amplia gama de dispositivos de entrada y salida. Disponen de puertos paralelos de 8 bits, temporizadores, puertos serie sincrónicos y asincrónicos” (Pág. 30)
Para programar así era necesario un largo aprendizaje y se tornaba en una tarea muy minuciosa, escribir sentencias muy complejas que producían errores de compilación determinando con esto el alto grado de dificultad que existía para la programación de los PIC, en especial para el programador.
En la figura se puede observar un microcontrolador PIC programable:

Figura 19: PIC16F877A

Fuente: Los Autores, año 2013

Ahora la diferentes de lenguajes basados en lenguaje ASM que permiten realizar la programación de una manera más fácil y menos detallada.
Entre los diversos lenguajes que existen a disposición en la web mencionando los más comunes y utilizables citando a los siguientes:

- Micro Code Studio
- Visual Basic
- PicBasicPro
- Microbasic, entre otros.

En el desarrollo del presente proyecto resultó más factible utilizar el lenguaje Micro Code Studio el cual es fácil de instalar y existe en consultas bibliográficas y páginas de internet información necesaria para poder trabajar con el lenguaje en mención.

2.4.3. Entornos de programación

Los microcontroladores fueron programados originalmente sólo en lenguaje ensamblador, pero varios lenguajes de programación de alto nivel son ahora también de uso común para apuntar microcontroladores. Estas lenguas están concebidas especialmente para el propósito, o versiones de lenguajes de propósito general, como el lenguaje de programación C. Compiladores para lenguajes de propósito general típicamente tendrá algunas restricciones, así como mejoras para apoyar mejor las características únicas de los microcontroladores.

Algunos microcontroladores tienen entornos para ayudar a desarrollar ciertos tipos de aplicaciones. Vendedores de microcontroladores a menudo hacen las herramientas disponibles libremente para que sea más fácil adoptar su hardware.

Muchos microcontroladores son tan peculiares que requieren de manera efectiva sus propios dialectos no estándar de C, como SDCC para el 8051, lo que impide el uso de herramientas estándar como las librerías de código o herramientas de análisis estático incluso para el código no relacionado con las características del hardware. Intérpretes son a menudo se utiliza para ocultar esos caprichos bajo nivel.
Firmware intérprete también está disponible para algunos microcontroladores.
Por ejemplo, BASIC en los primeros microcontroladores Intel 8052, BASIC y FORTH en el Zilog Z8, así como algunos de los dispositivos modernos. Normalmente, estos intérpretes apoyan programación interactiva.

Los simuladores están disponibles para algunos microcontroladores. Éstos permiten que un desarrollador para analizar cuál es el comportamiento del microcontrolador y su programa debe ser si estuvieran usando la parte real. Un simulador mostrará el estado interno del procesador y también la de las salidas, así como permitir que las señales de entrada a ser generados. Mientras que por un lado se limitarán mayoría de los simuladores de ser incapaces de simular mucho otro hardware en un sistema, que pueden ejercer las condiciones que de otra manera podrían ser difíciles de reproducir a voluntad en la implementación física, y pueden ser la forma más rápida para depurar y analizar problemas.
Microcontroladores recientes a menudo se integran en el chip de depuración de circuitos que cuando se accede mediante un emulador en circuito a través de JTAG, permite la depuración del firmware con un depurador.

2.5. Sistemas de control

Son los medios para hacer funcionar los motores que están dentro de aparatos de precisión como relojes y medidores de tiempo, directamente a partir de una fuente de corriente y con mucha exactitud. La velocidad del motor se controla mediante la frecuencia la misma que viene generada por pulsos en el caso de la señal de

modulación por ancho de pulsos (PWM), para el seguidor velocista, dicha señal ya se encuentra dentro del programa habilitando de tal manera mediante una salida de un determinado puerto del microcontrolador.

Aunque también es posible controlar su velocidad mediante una resistencia variable, un reóstato o mediante el cambio de voltaje desde la fuente de alimentación. De esta manera la velocidad de un motor pequeño para proyectos, puede ser controlado desde una pequeña fuente de alimentación regulada en el que el voltaje sea variable de acuerdo a la necesidad.

Actualmente este variador funciona también por control remoto, en el cual las órdenes para aumentar y disminuir la velocidad son dadas por una programación que permite hacerlo por la magnitud de su voltaje aplicado.

Figura 20: Driver L293D

Fuente: Los Autores, año 2013

El integrado L293D incluye cuatro circuitos para manejar cargas de potencia media, en especial pequeños motores y cargas inductivas, con la capacidad de controlar corriente hasta 600 m. A en cada circuito y una tensión entre 4,5 V a 36 V.
Los circuitos individuales se pueden usar de manera independiente para controlar cargas de todo tipo y, en el caso de ser motores, manejar un único sentido de giro. Pero además, cualquiera de estos cuatro circuitos sirve para configurar la mitad de un puente H.

El integrado permite formar, entonces, dos puentes H completos, con los que se puede realizar el manejo de dos motores. En este caso el manejo será bidireccional, con frenado rápido y con posibilidad de implementar fácilmente el control de velocidad.

2.5.1. Función de reset y del clock

2.5.1.1. Función de reset

La palabra RESET tal cual se usa en el idioma ingles para describir la restauración o reinicio ya que la informática la ha adoptado definitivamente.

Como se sabe un microprocesador sigue un programa de trabajo y ese programa se ejecuta desde el primer paso de programa hasta el último, en un orden predeterminado y comienza siempre por el paso 1.

Álvarez (2010) menciona que, "Esta función es utilizada para activar una salida en función del número de impulsos recibidos en una entrada, siempre y cuando éstos estén comprendidos entre los valores máximo y mínimo, prefijados por el usuario" (Pág. 64)

En la siguiente figura se puede observar un diseño de la conexión reset en un PIC:

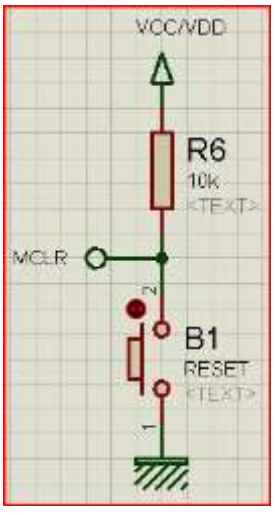


Figura 21: Conexión Reset en un PIC

Fuente: Los Autores, año 2013

En la figura 8 se puede apreciar cómo está conectada la circuitería del reset, en la cual intervienen un switch, una resistencia y su respectiva conexión a tierra y Voltaje de corriente directa.

Si se comienza por el medio del programa el resultado será catastrófico. Los microcontroladores poseen un pin que se mantiene a nivel alto es decir 5 volteos necesarios para su correcto funcionamiento pero entra en función el mencionado pin al estado de reset al mandar a tierra el pin por medio de un switch y resistencia poniendo el mencionado pin en un nivel bajo es decir conexión a tierra.

En esa condición el microcontrolador internamente se inicializa y por ende todo el programa que tiene cargado comienza nuevamente desde su estado inicial.

En los Microcontroladores se lo identifica en el pin como MCLR que quiere decir Master Clear.

2.5.1.2. Función de clock

> (Deitel & Deitel, 2010)
> La función clock determina la hora que el procesador utiliza. La función clock devuelve la mejor aproximación de la puesta en práctica de la hora del procesador utilizada por el programa desde el inicio de una era, definida por la puesta en práctica, únicamente relacionada con la innovación del programa. (Pág. 885)

Los microcontroladores requieren para su correcto funcionamiento de que se encuentre habilitado en sus pines el reloj o CLOCK en inglés.

Estos circuitos integrados siguen una serie de pasos de programa en el cual se debe decirle a qué ritmo debe leer esos pasos.

Cabe mencionar que cada circuito integrado en su Data Sheft indica hasta qué velocidad puede trabajar por medio del cristal que utiliza para activar el oscilador del Controlador de Interfaces Periféricas (PIC).

A continuación se puede observar el diseño de un oscilador generador de un clock:

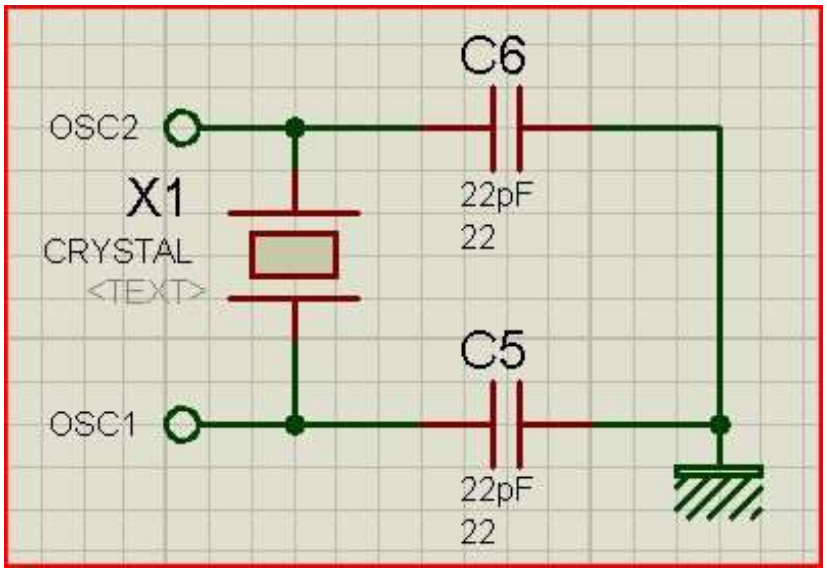


Figura 22: Cristal Oscilador Generador de Clock en el PIC

Fuente: Los Autores, año 2013

Ese ritmo se le puede dar con un circuito LC predeterminado y que cuya frecuencia de trabajo sea por ejemplo de 1 MHz (ritmo de 4 microsegundos por paso de programa) a condición de que el circuito interno del micro se encargue de generar una señal excitando al circuito externo.

Pero existe un componente electrónico llamado “cristal” que suplanta al circuito LC con una enorme precisión y que se utiliza junto con dos capacitores de pequeño valor para generar el clock de los microcontroladores.

Figura 23: Componentes que Generan la señal de Clock en el PIC

Fuente: Los Autores, año 2013

2.5.2. Modulación por ancho de pulso (PWM)

(Ibrahim, 2009), "La forma de onda modulada por duración o anchura del impulso se alimenta primero de la etapa de salida para hacer conducir y poner en corte el dispositivo activo antes de ir al dispositivo de paso bajo." (Pág. 110)

La modulación por ancho de pulsos (PWM) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación con el período. Expresado matemáticamente:

$$D = \frac{\tau}{T}$$

D es el ciclo de trabajo

τ es el tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso)

T es el período de la función

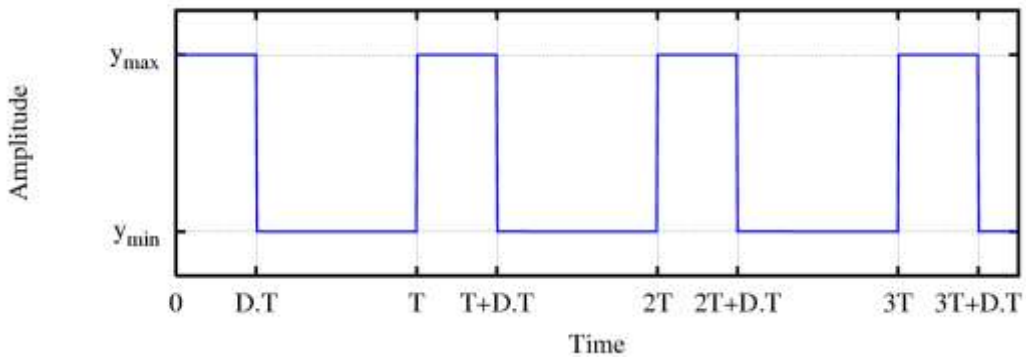


Figura 24: Una señal de onda cuadrada de amplitud acotada

Fuente: Los Autores, año 2013

La construcción típica de un circuito de modulación por ancho de pulsos (PWM), se lleva a cabo mediante un comparador con dos entradas y una salida.

Una de las entradas se conecta a un oscilador de onda dientes de sierra, mientras que la otra queda disponible para la señal moduladora. En la salida la frecuencia es generalmente igual a la de la señal dientes de sierra y el ciclo de trabajo está en función de la portadora.

En la actualidad existen muchos circuitos integrados en los que se implementa la modulación PWM, además de otros muy particulares para lograr circuitos funcionales que puedan controlar fuentes conmutadas, controles de motores, controles de elementos termoeléctricos, choppers para sensores en ambientes ruidosos y algunas otras aplicaciones.

Se distinguen por fabricar este tipo de circuitos integrados compañías como Texas Instruments, National Semiconductor, Maxim, y algunas otras más.

La modulación por ancho de pulsos es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asíncronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica, al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relès (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores (alta frecuencia).

2.5.3. El dohyo

En este tipo de competencia, los robots se enfrentan dentro de una zona delimitada; ambos intentan sacarse mutuamente de la zona.
La categoría a desarrollar será robot sumo pesado y liviano. El robot luchador de sumo, deberá mantenerse dentro de una superficie de competencia circular, llamada Dohyo, mientras lucha empujando con su cuerpo a otro robot presente en esta misma área de combate hasta sacarlo de competencia.
En la siguiente figura se puede observar las dimensiones que tiene un Dohyo:

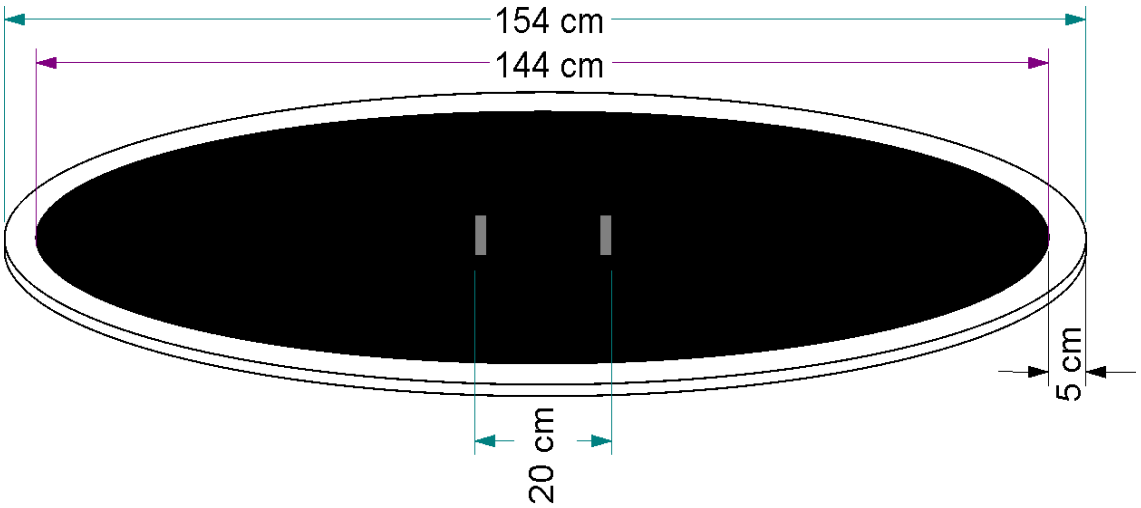


Figura 25: Vista Isométrica de un Dohyo para Rotos Sumo

Fuente: Los autores, año 2013

En la figura 12 se puede observar las medidas reglamentarias del Dohyo para la competencia entre los robots sumo de cualquier categoría.

Zabala (2009), “El dohyo es un cilindro de 5cm. de altura y 154 cm. de diámetro” (Pág. 215)

Los robots de sumo deben ser totalmente autónomos, es decir que los robots no pueden ser manipulados a control remoto o recibir ayuda de algún tipo.

Una vez iniciada la competencia, el robot debe tomar sus propias decisiones.

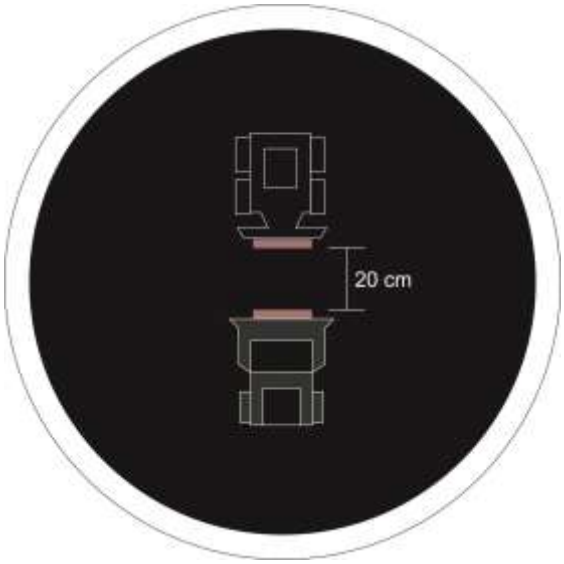


Figura 26: Vista superior de un Dohyo y dos sumos a competir

Fuente: Los autores, año 2013

2.5.4. Programación

Se define programar como planear, es decir, preparar de antemano las actividades que se van a desarrollar en el futuro para llevar a cabo una tarea determinada como objetivo. Entonces que la programación es un proceso normal en la vida moderna, en la que la rutina de los seres humanos que esta preestablecida para realizarse semana por semana, mes por mes, año por año etc.

2.5.5. El programa

(Garrido, 2009) "Se denomina programa al conjunto ordenado de instrucciones que indican a la computadora las operaciones que se deben llevar a cabo para realizar una determinada tarea." (Pág. 2)
En el programa se puede identificar cuatro elementos importantes como son: el objetivo, el programador, las instrucciones y el ejecutor.

- **El objetivo:** es la tarea que se debe realizar cuando se ejecute el programa. Para satisfacer el objetivo, debe encontrarse con las herramientas y con los medios adecuados para la actividad propuesta; y cuando se prepara el programa, es necesario tener en cuenta cuáles son los recursos que se utilizarán.
- **El programador:** es el encargado de preparar el plan o programa. Normalmente, se trata de una persona o conjunto de personas, aunque también podría ser una máquina. Para el caso de este proyecto los programadores son los autores.
- **Las instrucciones:** constituyen el núcleo de programa y tienen las siguientes características:

    - Deben ser accesibles al ejecutor. Se describen como un manual de procedimientos.
    - Pueden estar dadas en la forma del mecanismo interno de algún aparato.
    - Las palabras, los mecanismos o las señales que presentan las instrucciones deben ser comprensibles para el ejecutor. Si no fuera así, no podría considerarse que están dirigidas ha dicho ejecutor.

- Deben estar dentro de las capacidades de acción de quien las debe ejecutar, para que el programa pueda ser puesto en práctica.

- **El ejecutor:** es aquel que va a dar seguimiento de las instrucciones preparadas por el programador. Debe seguir al pie de la letra cada una, sin introducir en ellas modificaciones que puedan alterar el orden en el que se le presentan. En el proyecto el ejecutor va a ser el Microcontrolador.

2.5.6. Los sensores

Un sensor es una pieza o dispositivo que ayuda a detectar ciertas magnitudes físicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser: temperatura, distancia, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, luz, etc.
En la siguiente figura se aprecia un sensor Sharp:

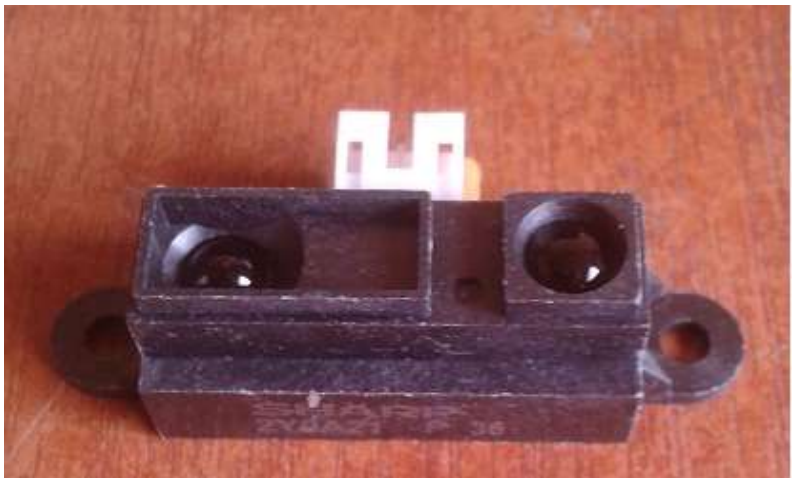


Figura 27: Sensor Sharp
Fuente: Los Autores, año 2013

Un sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.
También puede decirse que un sensor es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

(Alfonso, Cazorla, Escolano, Colomina, & Lozano, 2009):

> Los sensores nos proporcionan mediciones del entorno robot, pero estas mediciones suelen ser incompletas: no se percibe el mundo en su totalidad, sino las mediciones que se hayan efectuado. Asociado a un robot móvil, los sensores se pueden dividir en dos grupos: los que miden variables, internas del robot (posición, velocidad, orientación, etc.) y los que miden el entorno exterior del robot (sensores de distancia, posición dentro del entorno, temperatura, etc.) (Pág. 313)

Los sensores tienen varias áreas de aplicación como: la industria automotriz, la robótica, industria espacial, la medicina, la manufactura, etc.

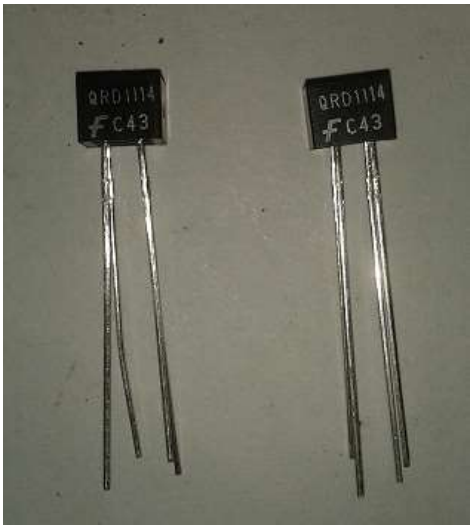


Figura 28: Sensor QRD114

Fuente: Los Autores, año 2013

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener datos directamente desde el sensor, etc.

En la figura 15 se puede observar los sensores QRD1114 que son utilizados para detectar la línea de recorrido en este caso de color negro, que debe de seguir el robot.

2.5.7. Motores de corriente directa

(Wildi, 2010)

> Los motores de corriente directa rara vez se utilizan en aplicaciones industriales ordinarias ya que todos los sistemas eléctricos suministran corrientes alterna, sin embargo, en aplicaciones especiales, como fábricas de acero, minas y trenes eléctricos, en ocasiones es conveniente transformar la corriente alterna en corriente directa para utilizar motores de dc.(Pág. 96)

Los motores eléctricos de corriente directa DC convierten la energía eléctrica DC en energía mecánica para realizar un trabajo determinado.

El tipo de trabajo requerido determina el tipo de motor que debe usarse, es decir una demanda de potencia estable o variable, una potencia de arranque alta o baja, velocidad constante exacta, operación continua o intermitente operación en una o dos direcciones etc.

A continuación se puede observar un modelo de motor de corriente directa:

Figura 29: Motor DC 12 V 120 RPM 50:1

Fuente: Los Autores, año 2013

Un motor eléctrico de corriente directa es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

Para esto se utilizó los motores de corriente directa como se aprecia en la Figura 16 los cuales trabajan con un máximo de tensión de 12 Volteos de corriente directa (VDC), y tiene 120 revoluciones por minuto (RPM), y un torque de 50:1 estas características son de mucha importancia en los motores ya que brinda la velocidad necesaria y la fuerza o torque requerido.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS ROBOTS SUMO

3.1. Robots sumo categoría liviano y categoría pesado

Los dos robots Sumos de las categorías Liviano y Pesado respectivamente son idénticos en varios aspectos importantes como son: Tarjetas de circuito electrónico, sensores de proximidad, sensores de línea, motores, y demás partes electrónicas que forman parte de este diseño.

Por esta razón se va a describir de manera general el diseño y construcción de los robot sumo en sus dos categorías con la finalidad de no redundar en un diseño y otro ya que como se mencionó los dos son prácticamente iguales con diferencias que se puntualizarán.

La diferencia que existe físicamente entre uno y otro modelo es la parte estética del diseño de la carrocería el cual está compuesto uno con dos motores y el otro con cuatro motores respectivamente de acuerdo a su categoría, además se debe mencionar el peso el cual es la diferencia notable de acuerdo a su categoría, la cual viene diferenciada por su peso respectivamente.

3.2. Breve descripción

Adicional a lo descrito anteriormente sobre los robots sumos, recordar que son similares en su aspecto físico a un carro de juguete de medidas no superiores a 30 cm de ancho por 30 cm de largo y con pesos no mayores a 1,5Kg en el caso del robot sumo liviano y 3Kg en el caso del robot sumo pesado; todas estas características están basadas en las especificaciones del C.E.R. 2012, las cuales son especificaciones

que se han tomado a consideración, porque en base a esas normas del C.E.R. 2012 se ha desarrollado el proyecto en mención.
La finalidad de estos robots es participar en una lucha, la misma que se realiza en un ring denominado Dohyo.
Los robots son autónomos, por eso la palabra autómatas, es decir: se desempeñan solos según la programación en sus tarjetas electrónicas siendo capaces de resolver en el estado en que se encuentran en el Dohyo y embestir a sus contrincantes.

Se describirá a los robots sumos en tres secciones, las mismas que se especifican de la siguiente manera:

- Hardware
- Software
- Diseño y estructura

3.3. Hardware

EL hardware es toda la parte tangible del circuito electrónico, como se dice el fierro y todos sus componentes que intervienen en el funcionamiento del mismo.

De tal manera es que detalla toda la parte electrónica, la misma que se la simplifica para un mejor entendimiento mediante un diagrama de bloques.

En el siguiente diagrama de bloques se muestra la forma cómo trabaja el diseño electrónico, el mismo que está compuesto por entradas y salidas.

Las entradas envían información hacia el microcontrolador que responden de acuerdo al sistema sensorial que proporcione información del exterior.

Las salidas reciben la información del microcontrolador el mismo que recibe la información del exterior y la intérprete de forma adecuada para indicar como debe actuar el sistema de los motores.

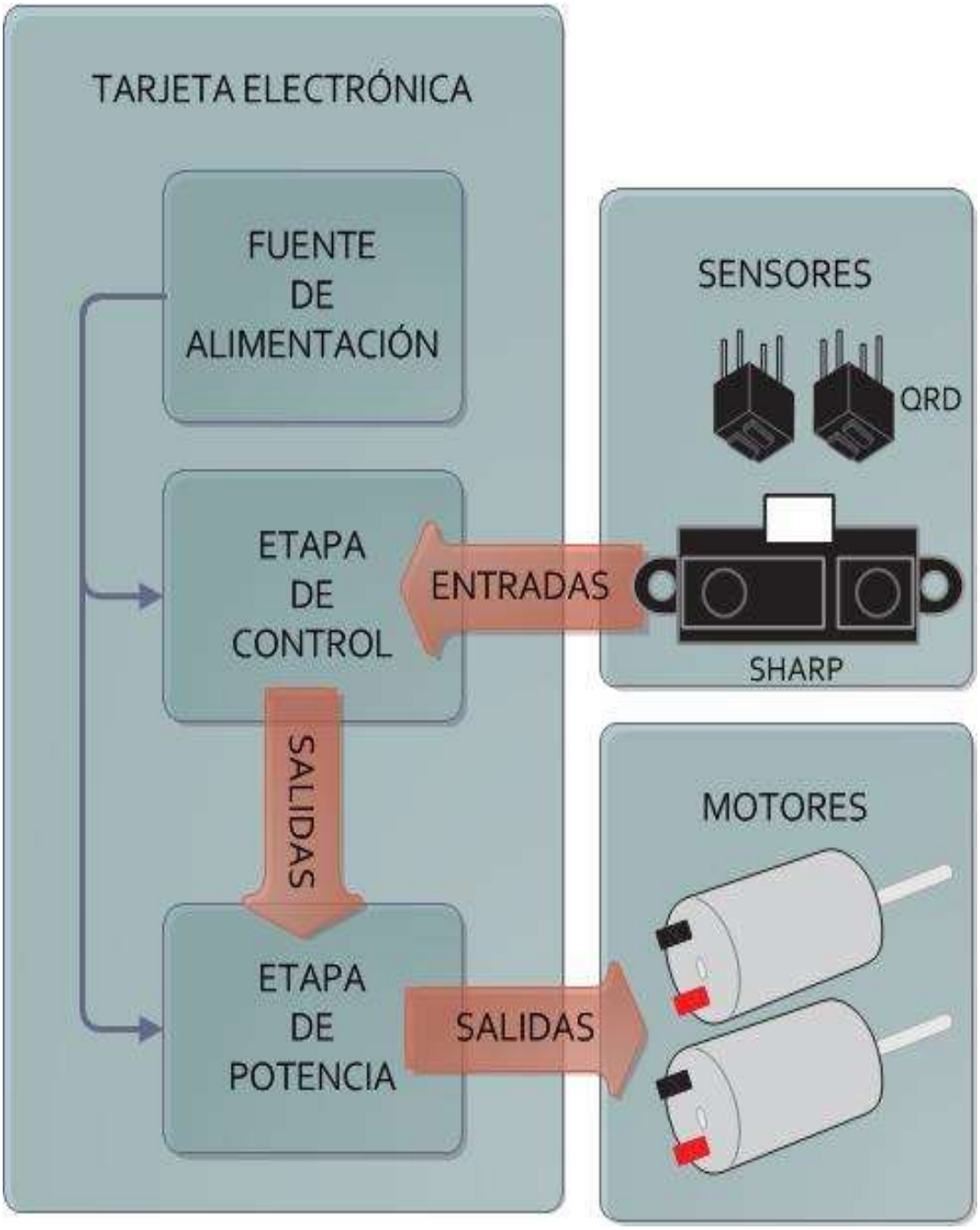


Figura 30: Diagrama de bloques de la tarjeta electrónica

Fuente: Los autores, año 2013

Haciendo referencia en la sección de hardware a todo el diseño de la tarjeta electrónica y para una mejor visión se la ha dividido en tres etapas que son:

1. Fuente de Alimentación o poder
2. Etapa de Control
3. Etapa de Potencia

En la siguiente figura se observa una tarjeta electrónica:

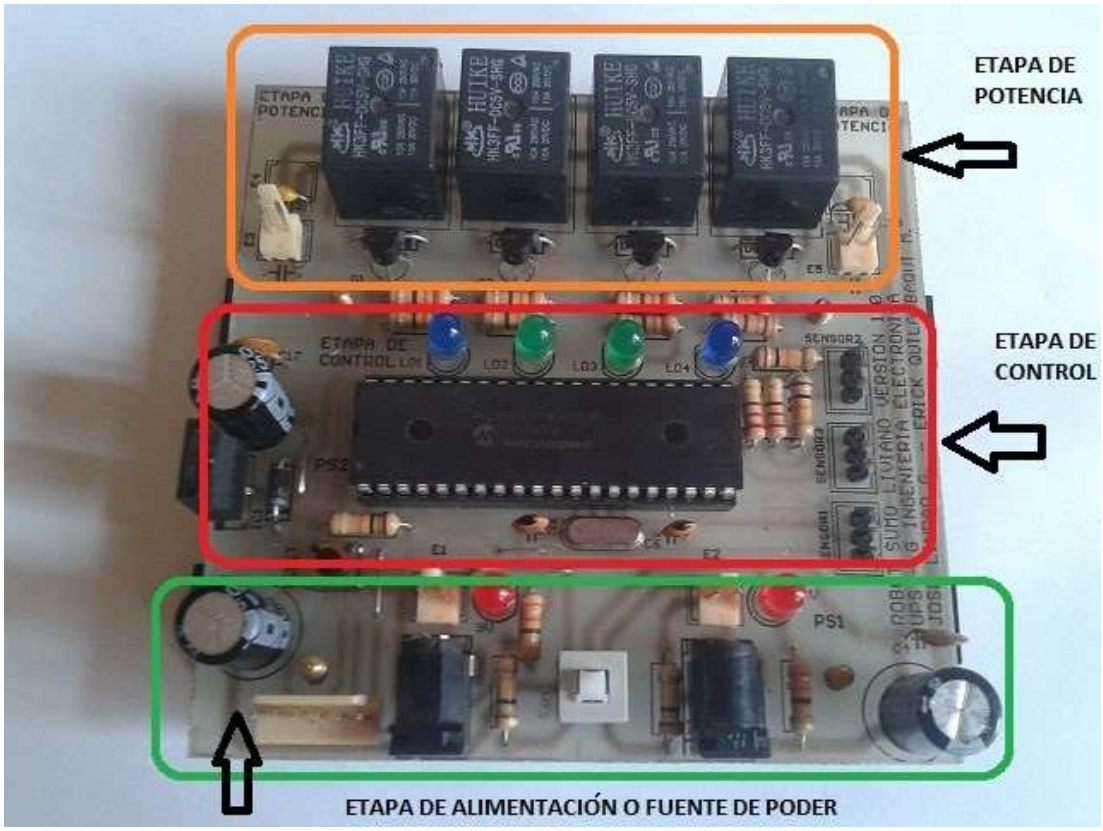


Figura 31: Tarjeta Electrónica Sumo Liviano Identificando sus Etapas

Fuente: Los Autores, año 2013

3.4. Fuente de alimentación

Como su nombre lo indica es la encargada de alimentar o suministrar energía eléctrica DC proveniente de las baterías, para el caso, y alimenta a todos los distintos elementos del circuito electrónico en las etapas de control, potencia y motores.

Para el diseño electrónico de esta Fuente de alimentación se consideró un factor muy importante que es el consumo de amperaje o corriente que genera el circuito electrónico, para en base a la demanda de corriente poder conseguir en el mercado las baterías necesarias para poner en funcionamiento el proyecto.

El diseño de la fuente de alimentación, del circuito electrónico del robot, está compuesto por dos tensiones las mismas que son E1 y E2 que equivalen a 9 VDC y 12 VDC respectivamente.

Figura 32: Baterías Recargable de 9VDC y 12VDC

Fuente: Los Autores, año 2013

Para el caso de la tensión E1 está compuesto por dos baterías recargables de Li-Ion de 9VDC las mismas que están conectadas en paralelo con la finalidad de lograr mayor amperaje el mismo que estaría dado de acuerdo a las características de las baterías en 700 ma.

Y para el caso de la tensión E2 por una batería seca recargable de 12v DC.

Estas baterías se recargan de energía por medio de una fuente de poder externa de 9 y 12 VDC a 8 amperios máximos de carga lo cual es más que suficiente para recargar las baterías en mención.

Con 9VDC se suministra de energía la etapa de poder y control y con 12VDC le provee de energía directamente a los motores.

A continuación se aprecia en el diagrama siguiente como está diseñada la sección electrónica de la fuente de alimentación con su respectiva descripción, partiendo desde las baterías, pasando por su proceso de filtrado y rectificación hasta llegar a las dos salidas que alimentan el resto de los circuito electrónico.

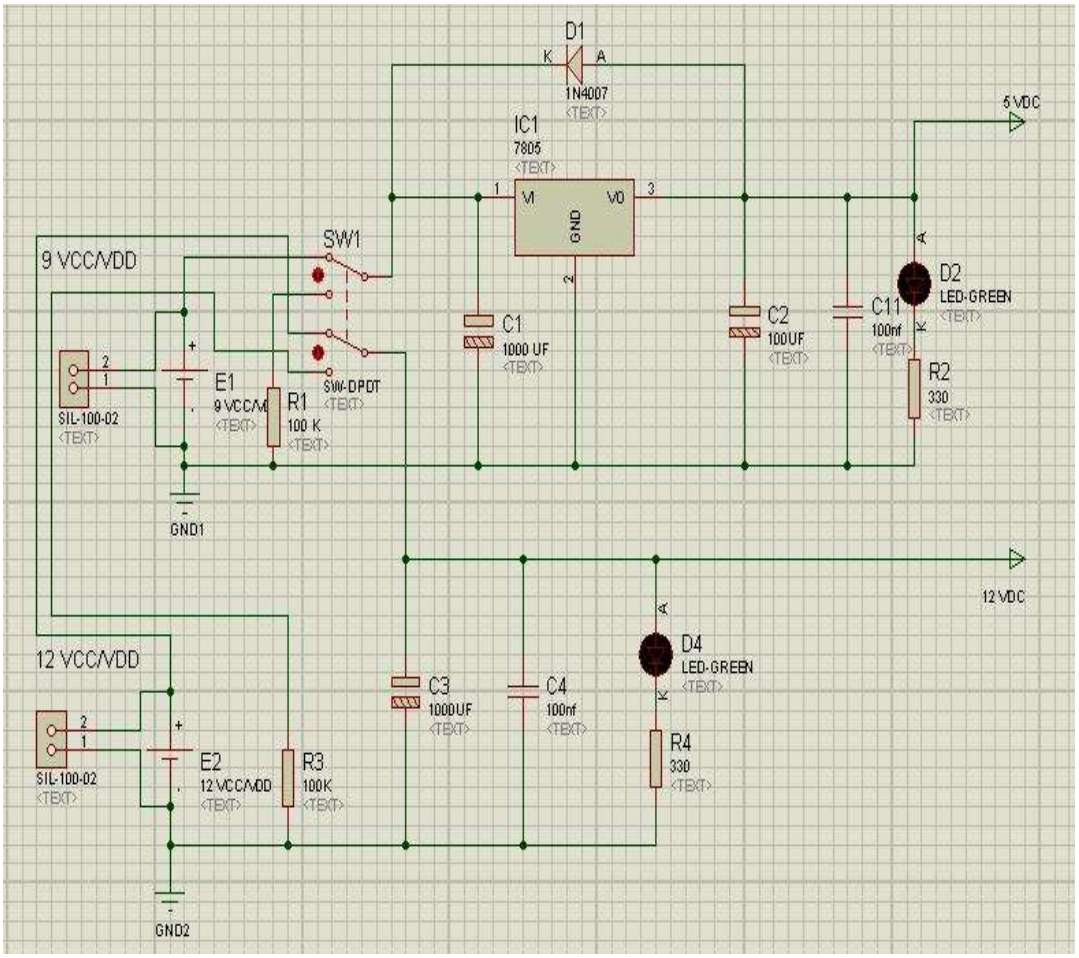


Figura 33: Diagrama electrónico: Fuente de alimentación

Fuente: Los autores, año 2013

En la figura 21 se puede observar cómo está diseñada esquemáticamente la fuente de alimentación del circuito electrónico el cual le va a proveer de energía a las demás etapas con que está formado el robot sumo.

Todo el diseño se lo realizo con el programa Proteus el mismo que sirve para realizar diseños de circuitos electrónicos, donde se puede realizar una emulación virtual sobre su funcionamiento a fin de determinar si existe algún tipo de problemas posterior al momento de realizar el diseño ya en un ambiente real es decir sobre una superficie de baquelita de fibra de vidrio.

Este programa es de gran ayuda para tanto los estudiantes, docentes y en general toda persona que de alguna u otra manera realice diseño de circuitos electrónicos ya sea a nivel profesional o educativo.

La fuente de alimentación está compuesta por los siguientes elementos:

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
C1	Filtro electrolítico de 1000uF /25V
C2	Filtro electrolítico de 100uF /25V
C3	Capacitor fijo 100nF
C4	Filtro electrolítico de 1000uF /25V
C5	Capacitor fijo de 100nF
D1	Diodo rectificador 1N4007
D2	Diodo led rojo
D4	Diodo led rojo
E1	Batería de 9VDC recargable de 350 ma
E2	Batería de 12VDC recargable de 1.3 amp.
IC1	Regulador de voltaje 7805
R1	Resistencia de 100k Ω / ½ W
R2	Resistencia de 330 Ω / ½ W
R3	Resistencia de 100k Ω / ½ W
R4	Resistencia de 330 Ω / ½ W
SW1	Switch de doble servicio

Tabla 14: Elementos de la Fuente de Alimentación

Fuente: Los Autores, año 2013

3.4.1 Descripción de nuestra fuente de alimentación

La fuente de alimentación en este circuito electrónico de los robots sumo está constituida por dos tensiones de 9V y 12V DC, las mismas que trabajan de la siguiente manera:

3.4.2. Tensión E1

- La tensión E1 está constituida por dos baterías de 9VDC de Li-ion recargables de 350mA, las mismas que están conectadas en paralelo para obtener un amperaje de 700ma en teoría de acuerdo a las especificaciones técnicas de la batería.
- Este amperaje es el suficiente para cubrir el consumo del circuito electrónico que corresponde a la etapa de alimentación, control y potencia.
- En las pruebas de consumo de amperaje realizadas la lectura dio u valor no máximo a los 250 ma determinando que con una batería sería más que suficiente para cubrir el consumo del circuito electrónico en lo que respecta a la etapa de fuente de alimentación, etapa de control y potencia, pero para lograr un mayor rendimiento de los robot se determinó aumentar el amperaje con la finalidad de que exista mayor durabilidad en su funcionamiento en el momento de entrar en competencia.

Figura 34: Batería de Li-Ion Recargable. 9VDC 350mA

Fuente: Los autores, año 2013

- Para la distribución de esta tensión se utiliza un switch (SW1) para que en estado de encendido alimente al regulador de voltaje IC1 (7805) el mismo que genera una tensión de salida de 5VDC alimentando con esta tensión a la etapa de control y potencia.

Figura 35: Regulador de voltaje 7805

Fuente: Los autores, año 2013

Figura 36: Switch SW1 consta en la tarjeta electrónica

Fuente: Los autores, año 2013

- El diodo D1 que está en paralelo al regulador de voltaje IC1, le sirve de protección evitando que le circule corriente redundante.
- Esta tensión E1 consta además de resistencias, filtros, capacitores y diodos los mismos que hacen una función importante en nuestra fuente de alimentación.
- Los filtros electrolíticos C1 y C2 sirven para eliminar la corriente parasita que suministra la tensión E1
- El capacitor fijo C3 ayuda a atenuar los picos de voltaje que circulan en la fuente de alimentación.
- El diodo led D2 sirve de indicador de tensión en estado encendido del circuito, con una tensión de 5VDC circulando por el mismo.
- Las resistencias R1 y R2 son limitadoras de corriente que se conectan a tierra con la finalidad de realizar descargas eléctricas.

A continuación se pueden observar los elementos que componen la fuente de alimentación:

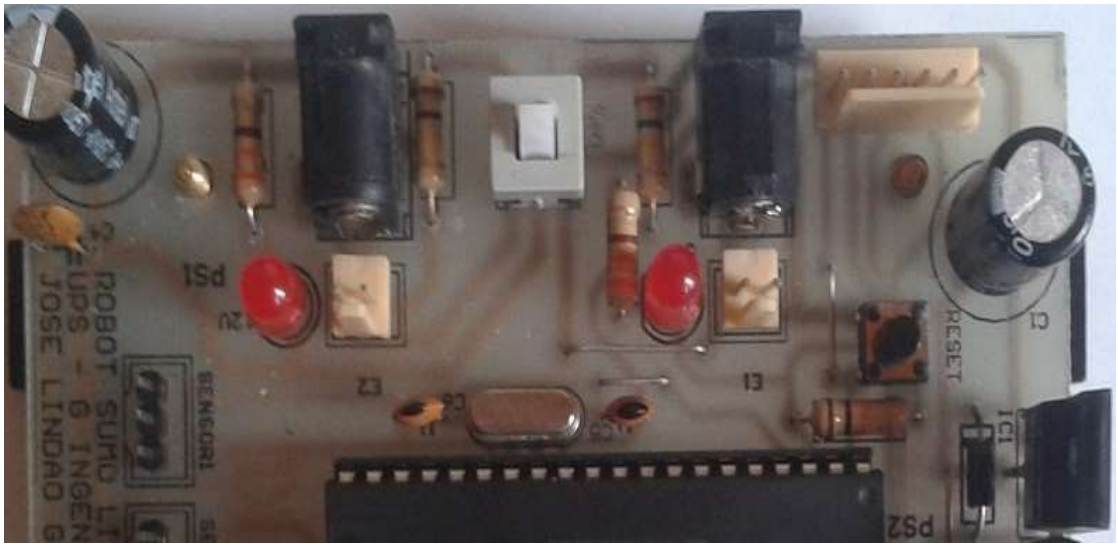


Figura 37: Elementos usados en la Fuente de alimentación

Fuente: Los autores, año 2013

- El amperaje que existe en la tensión E1 satisface el consumo de corriente que genera el circuito electrónico dado que al realizar las pruebas del consumo de corriente directa al circuito en estado activo se determinó que consume entre 185mA a 250mA DC, esto determina que está muy por debajo del amperaje máximo de corriente que existe en la tensión E1.

3.4.3. Tensión E2

- La tensión E2 está constituida por una batería de 12VDC a 1.3A, también son conocidas en el mercado como baterías secas selladas.
- Esta batería forma parte de nuestra fuente de alimentación la misma que para entrar en estado activo en el circuito se debe activar el switch SW1 generando la energía necesaria para los motores GEAR que son los que ponen en movimiento a los autómatas sumos.

Figura 38: Batería Seca Sellada Recargable. 12VDC 1.3A

Fuente: Los autores, año 2013

- Esta tensión E2 dispone de una serie de componentes adicionales como son resistencias, filtros, condensadores y diodos led.
- Cabe mencionar que en el circuito electrónico las tierras (GND) son completamente independientes, es decir no son tierras en común, debido a que por las pruebas realizas al asociar las tierras la experiencia que se dio fue de la caída en los niveles de tensión en los circuito, para lo que se determinó la separación de los GND con su tensión respectiva.
- Así mismo la tensión E2 consta de un diodo led indicador D4, el mismo que se enciende apenas entra en funcionamiento el switch SW1 indicando de esta manera que existe circulación de voltaje en el circuito electrónico con una tensión de 12VDC a 1.3A.

En la siguiente figura se muestra el switch que se encuentran ya instalados en la placa:

Figura 39: Switch SW1 y Diodo led D4, montados en la placa

Fuente: Los autores, año 2013

- El filtro electrolítico de localidad C4 en la tensión E2 ayuda a eliminar la corriente parasita que proviene de nuestra batería seca.
- El capacitor C5 ayuda a eliminar los picos de corriente que circulan por el circuito en mención.
- Las resistencias R3 y R4 son limitadoras de corriente que se conectan a tierra para descarga.

3.5. Etapa de control

En esta etapa de control es donde se procesan todas las acciones a seguir por parte del robot y responden a un sistema sensorial que proporcione información del exterior, el mismo que es procesado por el sistema de control el cual recibe la información del exterior y la intérprete de forma adecuada para indicar como debe actuar el sistema de los motores , aquí interviene el actor principal o el componente principal el microcontrolador PIC16F877A, el cual posee en su interior toda la estructura lógica y funcional del programa la misma que tiene que ser previamente compilada para posterior quemarla en el PIC por medio de una interface o hardware externo.

Figura 40: Tarjeta Electrónica de Robot Sumo Liviano Versión 1.0

Fuente: Los Autores, año 2013

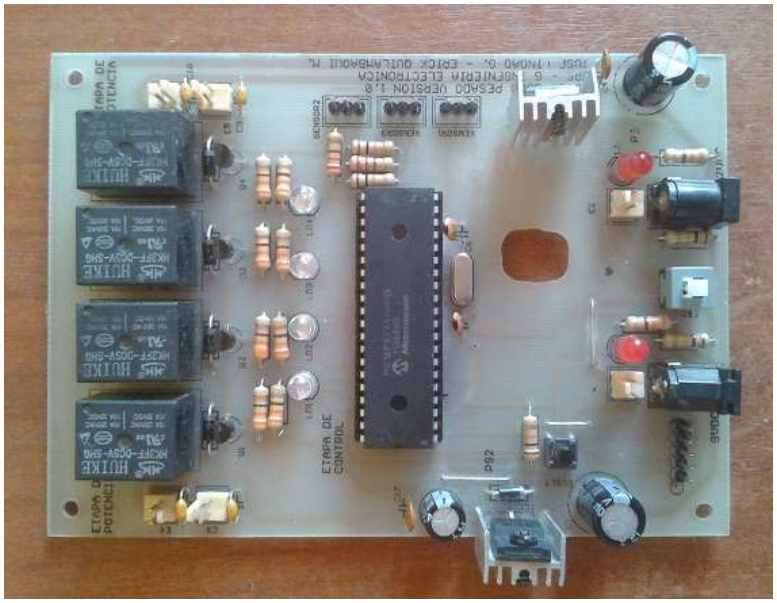


Figura 41: Tarjeta Electrónica de Robot Sumo Pesado Versión 1.0

Fuente: Los Autores, año 2013

El PIC 16F877A consta de 4 puertos que son A, B, C, D de los cuales solo se utilizó ciertos puertos los mismos que se describirá más adelante su funcionamiento y acción dentro del microcontrolador .

En el diagrama siguiente se puede observar a detalle toda la conexión del circuito de nuestra etapa de control.

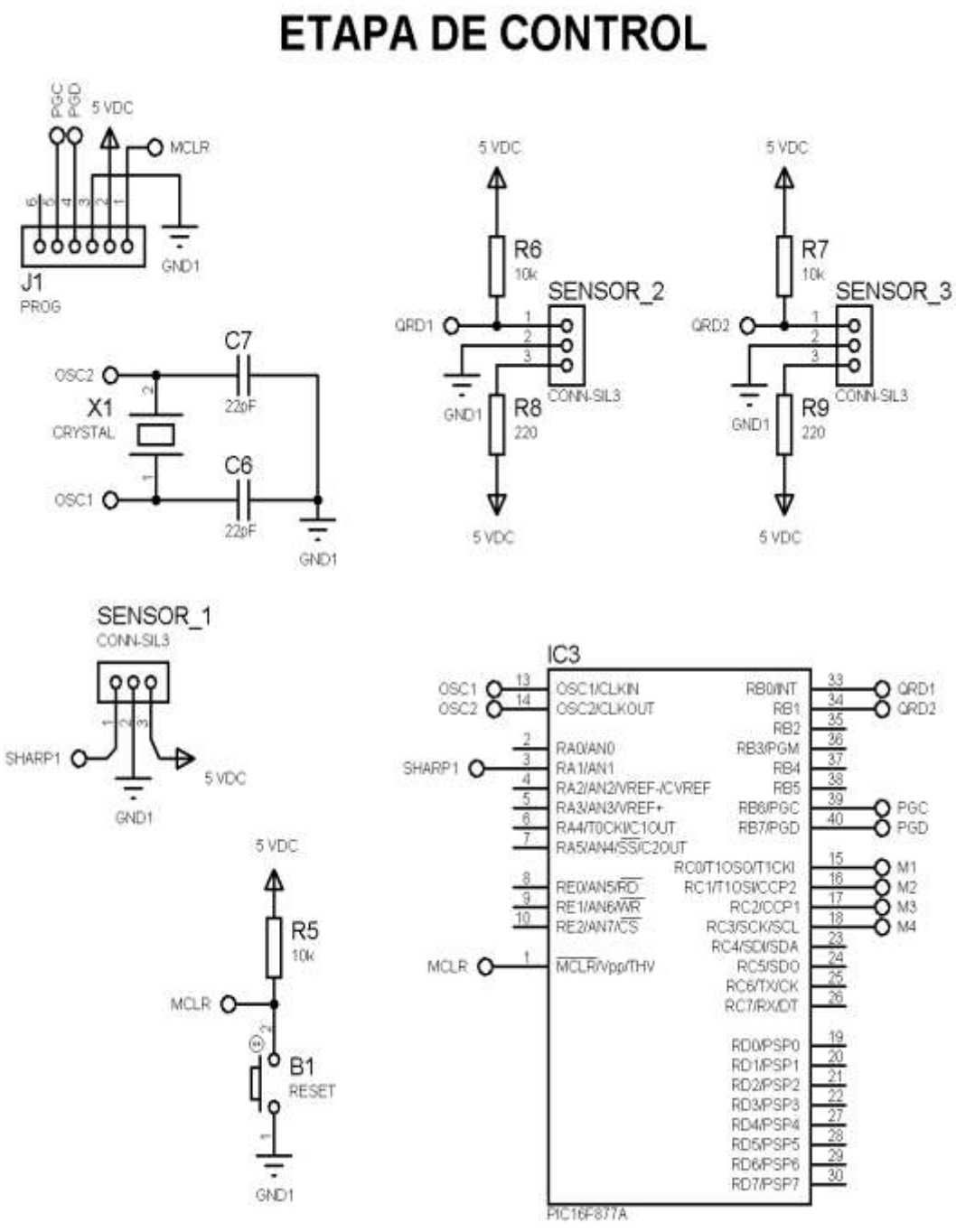


Figura 42: Diagrama electrónico. Etapa de Control

Fuente: Los autores, año 2013

A continuación se enlista todos los elementos de la etapa de control:

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
IC3	PIC 16F877A
B1	Pulsador para Reset
C6	Capacitor de 22pF
C7	Capacitor de 22pF
J1	Conector Programador
R5	Resistencia de 10K Ω / ½ W
R6	Resistencia de 10K Ω / ½ W
R7	Resistencia de 10K Ω / ½ W
R8	Resistencia de 220 Ω / ½ W
R9	Resistencia de 220 Ω / ½ W
Sensor_1	Sensor de proximidad SHARP
Sensor_2	Sensor de piso QRD 114
Sensor_3	Sensor de piso QRD 114
X1	Cristal de Cuarzo de 20 MHZ

Tabla 15: Elementos de la etapa de control

Fuente: Los autores, año 2013

3.5.1. Descripción de la etapa de control

La etapa de control de este circuito electrónico está compuesta principalmente por un Controlador de Interfaces Periféricas, sencillamente conocido como PIC 16F877A el que prácticamente hace todo el control del robot sumo.

El controlador de interfaz periférico (PIC), tiene varios puertos, los mismos que cumplen diferentes funciones de acuerdo a su uso, para el caso en particular se utilizan los puertos A, B y C los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Puerto A. Este puerto ocupa seis pines del PIC de los cuales se utiliza el puerto A0 como entrada analógica. A esta se conecta un sensor de proximidad SHARP quien le envía la información de los datos análogamente para ser censada e interpretada por el PIC mencionado.

Puerto B. Este puerto cuenta con 8 pines. En el PIC solo se utilizan los pines RB0 y RB1 como entradas a este puerto, este se distribuye de acuerdo a lo declarado en nuestras variables como entradas digitales. A estas entradas digitales les asigna las señales de los dos sensores QRD1114, que detectan la posición del robot para permanecer dentro del Dohyo.

Puerto C. Este puerto consta de 8 pines de los cuales utilizan los 4 primeros pines como puertos de salida del PIC que son RC0, RC1, RC2 y RC3. Estas salidas de datos controlan la dirección de los dos motores que conforman el robot sumo, enviando la información hacia los motores de acuerdo al estado del robot.

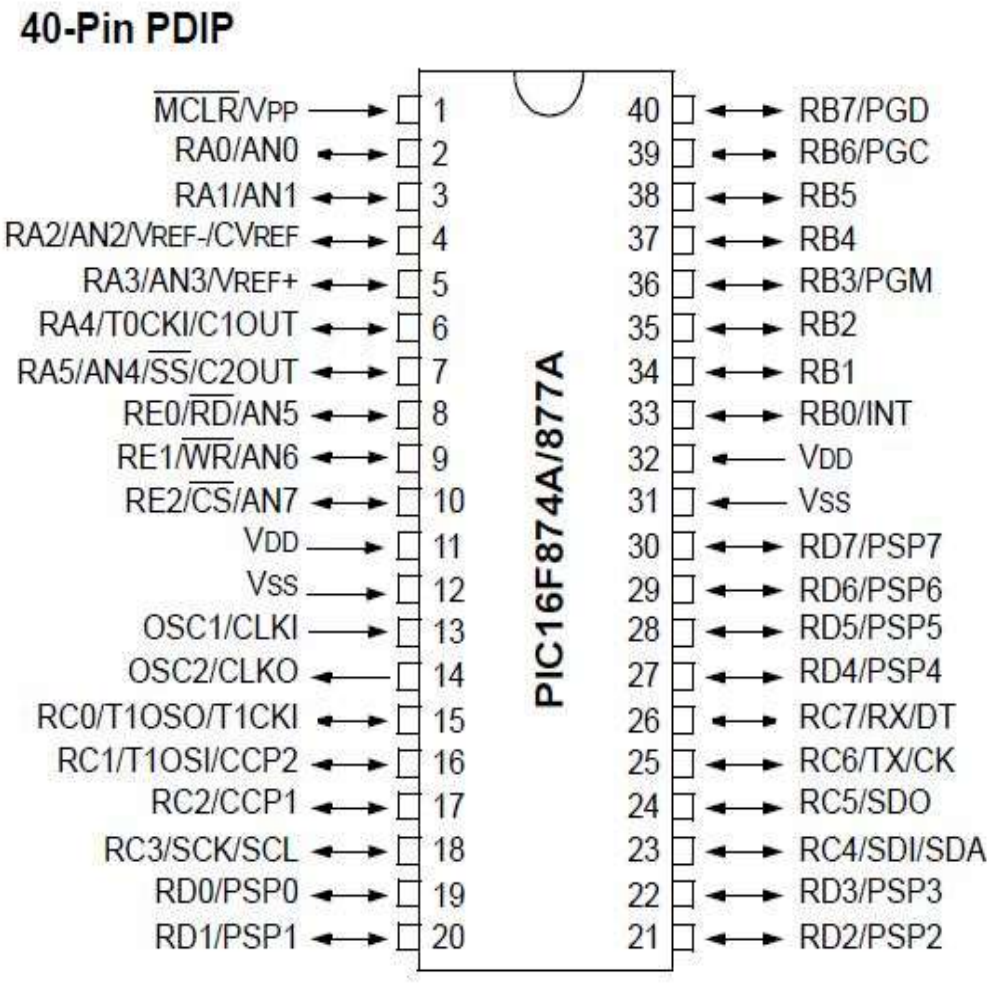


Figura 43: Descripción de los pines del PIC 16F877A

Fuente: (Microchip, 2003)

El PIC 16F877A posee las siguientes especificaciones técnicas las cuales se detallan en la tabla 16 la cual se ilustra a continuación.

NOMBRE DEL PARÁMETRO	VALORES
Operating Frecuency	DC-20 MHz
Flash Program Memory (14 bit words)	8K
Interrupts	15
Data Memory (bytes)	368
EEPROM Data Memory (bytes)	256
I/OPorts	Ports A,B,C,D,E
Timers	3
Capture/Compare/PWM Modules	2
Serial Comunications	MSSP,USART
Parallel Communications	PSP
10 bit Analog to Digital Module	8 input channels
Analog Comparators	2
Cantidad de pines	40
Voltaje de Operation	2.0VDC to 5.5VDC

Tabla 16: Especificaciones técnicas del PIC 16F877A

Fuente: (Microchip, 2003)

El PIC consta de un oscilador de 20MHz el cual sirve propiamente para oscilar el circuito integrado con la frecuencia ya mencionada produciendo una señal de reloj conocida también en el PIC como CLOCK. Para el funcionamiento correcto del PIC 16F877A es necesario tomar en cuenta que tenga activado lo siguiente:

- Pin 11 = VCC o VDD
- Pin 32 = VCC o VDD
- Pin 12 = GND o VSS
- Pin 31 = GND o VSS
- Pin 1 = Reset o MCLR
- Pin 13 = OSC1
- Pin 14 = OSC2

Tomando en consideración estos puntos, el PIC funciona correctamente, y si llegara existir algún problema en su funcionamiento ya sería por otros factores o simplemente el PIC está averiado.

PIN	DESCRIPCIÓN
1	MCLR (master clear)
2	Entrada sensor SHARP
3	N/C
4	N/C
5	N/C
6	N/C
7	N/C
8	N/C
9	N/C
10	N/C
11	VDD o VCC
12	VSS o GND
13	OSC1 / CLKIN
14	OSC2 / CLKOUT
15	M1
16	M2
17	M3
18	M4
19	N/C
20	N/C
21	N/C
22	N/C
23	N/C
24	N/C
25	N/C
26	N/C
27	N/C
28	N/C
29	N/C
30	N/C
31	VSS o GND
32	VDD o VCC
33	Entrada de sensor QRD1
34	Entrada de sensor QRD2
35	N/C
36	N/C
37	N/C
38	N/C
39	PGC
40	PGD

Tabla 17: Descripción de la conexión de los pines del PIC 16F877A

Fuente: Los autores, año 2013

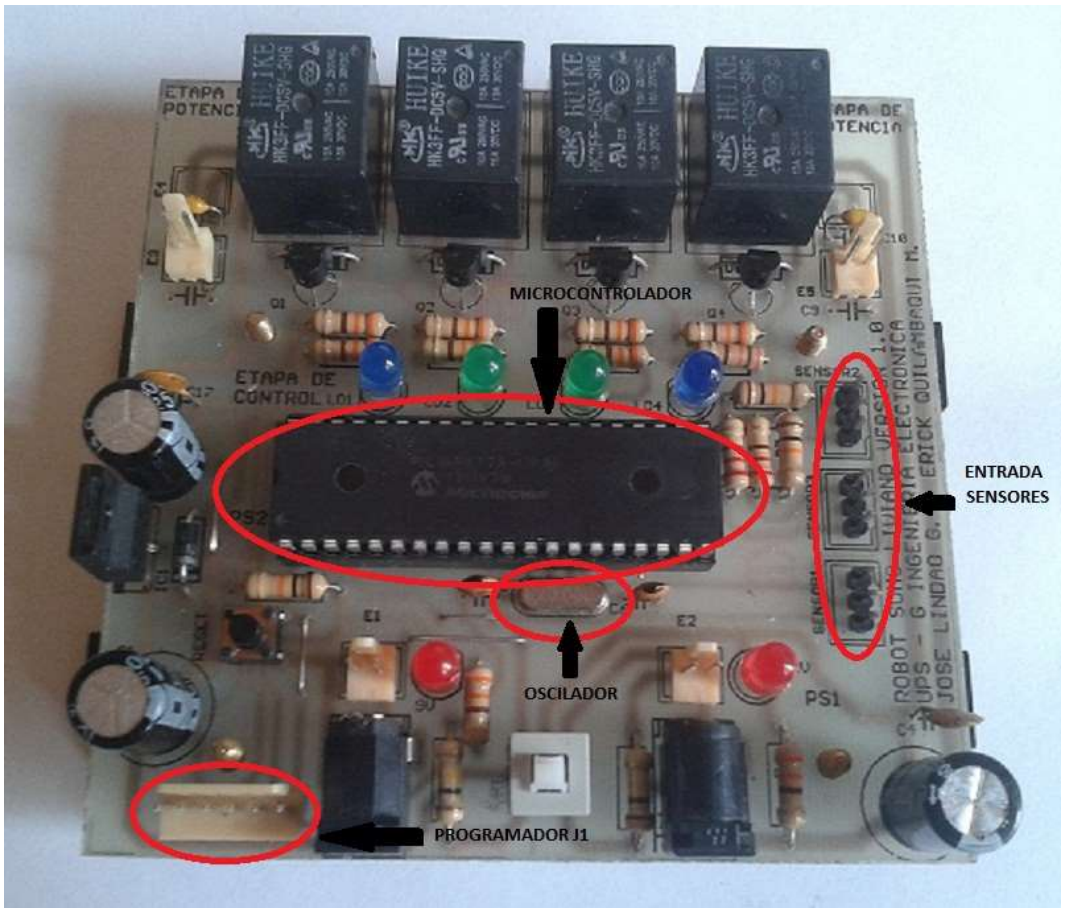


Figura 44: Tarjeta Electrónica Sumo Liviano - Etapa de control

Fuente: Los autores, año 2013

3.6. Sensores

3.6.1. Sensor sharp gp2y0a21yk

Este componente es un sensor de distancia o proximidad de la marca Sharp el mismo que es muy utilizado en proyectos que requieren de una medición de distancia precisa.

Este sensor Sharp GP2Y0A21F su funcionamiento es basado en la emisión de una luz infrarroja (IR).

La interface con la mayoría de los microcontroladores es muy sencilla una sola línea de salida digital puede ser tomada y leída por el convertidor analógico-digital para tomar la medida de la distancia, o la salida puede ser conectada a un comparador para detección con histéresis.

La detección de distancia de esta versión es aproximadamente 10cm a 80cm; en la figura 34 se puede observar el comportamiento grafico de distancia vs voltaje.

Se decidió este sensor de distancia por ser un elemento de medición de distancia precisa que se requiere para la ejecución de este robot. La interfaz es muy sencilla, una sola línea de salida digital puede ser leída por el convertidor analógico digital, para este caso la lectura ingresa directamente al controlador de interfaz periférico PIC 16F877A el cual la interpreta mediante una serie de comandos que son transcritos en un programa.

Figura 45: Sensor SHARP GP2Y0A21YK

Fuente: Los Autores, año 2013

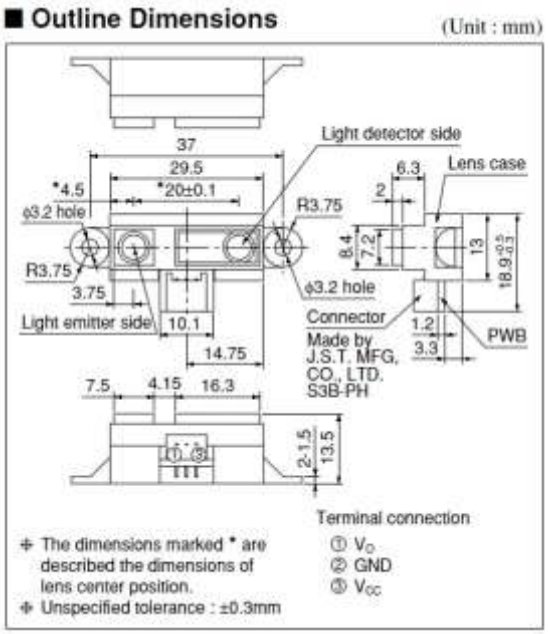


Figura 46: Dimensiones de Sensor SHARP GP2Y0A21YK

Fuente: (Sharp, 2012)

3.6.1.1. Aplicaciones de sensor GP2Y0A21YK

Estos sensores son utilizados en diferentes aplicaciones pudiendo citar algunas como referencia.

- Robótica.
- Equipos de oficina.
- Computadoras personales
- Equipos de telecomunicaciones.
- Control Industrial
- Equipos de medición.
- Equipos de Audio.

3.6.1.2. DIAGRAMA INTERNO EN BLOQUE DE SENSOR SHARP GP2Y0A21YK

En el siguiente gráfico se aprecia el diagrama interno de bloqueo:

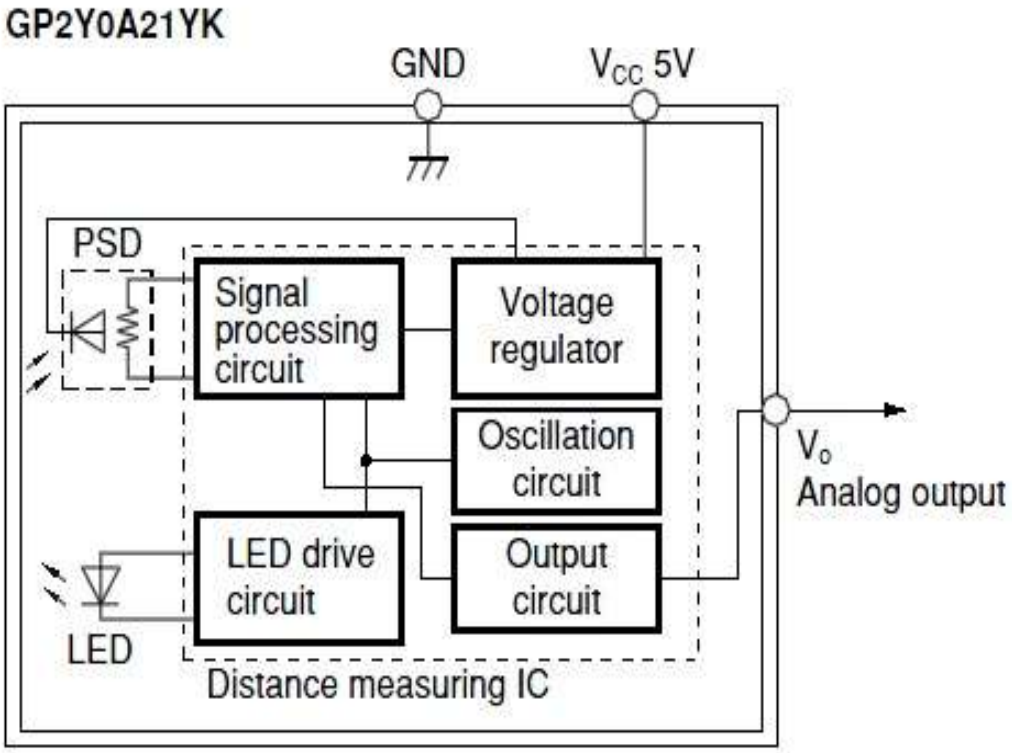


Figura 47: Diagrama interno en Bloque.

Fuente: (Sharp, 2012)

3.6.1.3. Características de distancia de sensor sharp GP2Y0A21YK

La gráfica de "Voltaje de salida (Vo) vs Distancia del objeto reflejado", que se encuentra en la figura 48, indica lo siguiente:

- A menor distancia, en los 10 cm iniciales, el voltaje de salida será mayor llegando a 3.2 voltios.
- A medida que aumenta la distancia ira decayendo el voltaje.
- Al llegar a los 80 cm, que es su rango máximo de alcance, el voltaje de salida será de 0.35 voltios.

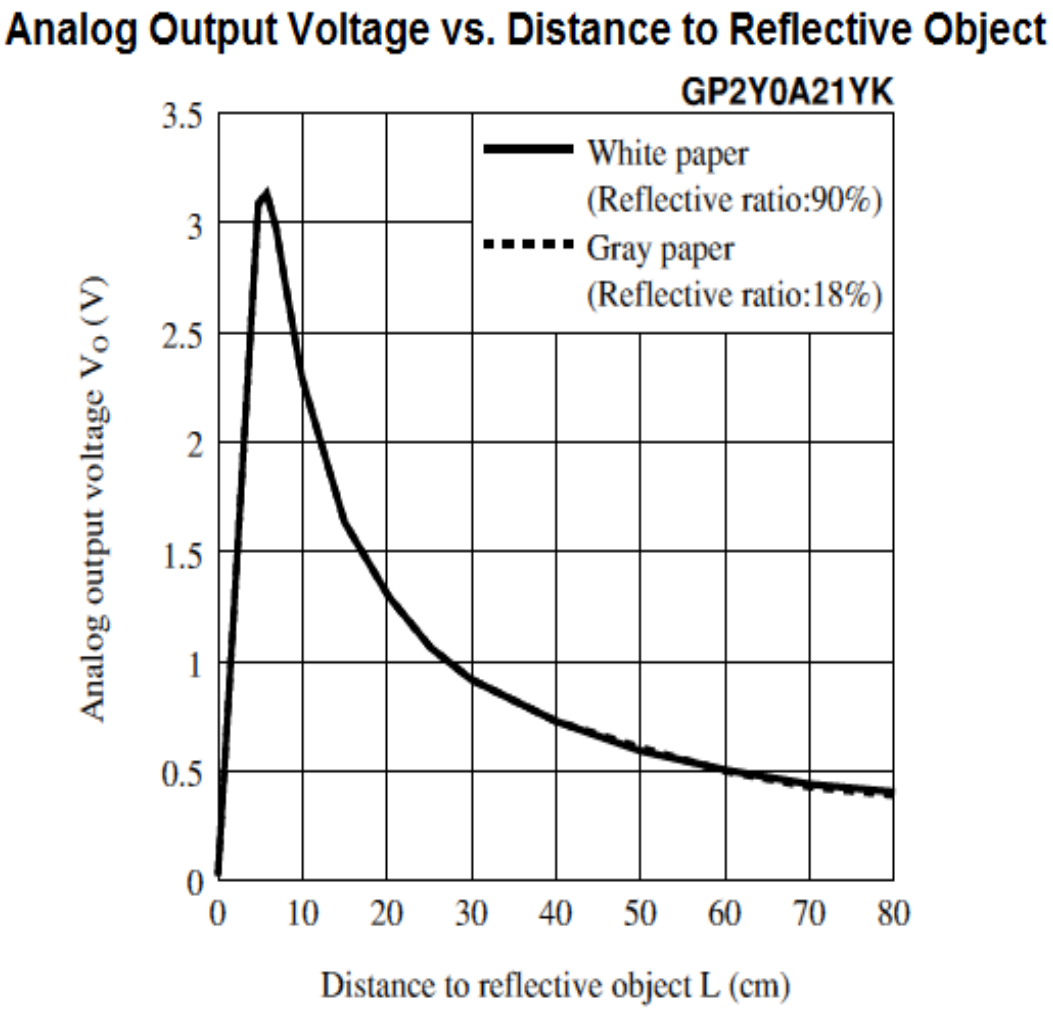


Figura 48: Distancia del objeto reflejado vs voltaje de salida análogo

Fuente: (Sharp, 2012)

3.6.1.4. Especificaciones técnicas sensor sharp GP2Y0A21YK

En la tabla 18 se observa las especificaciones técnicas más importantes y relevantes del sensor Sharp.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SENSOR SHARP GP2Y0A21	
Voltaje de operación	+4.5v DC a +5.5v DC
Consumo de corriente promedio	30mA
Rango de medición	10cm a 80cm
Tipo de salida	voltaje analógico
Diferencial del voltaje sobre el rango de distancia	1.9 voltios
Tiempo de respuesta	38 +/- 10ms
Tamaño	29.5 x 13.0 x 13.5 mm
Peso	3.5gr

Tabla 18: Especificaciones técnicas Sensor SHARP GP2Y0A21

Fuente: (Sharp, 2012)

3.6.2. Sensor QRD1114

El QRD1114 es un sensor infrarrojo de corto alcance basado en un emisor de luz y un receptor, ambos apuntando en la misma dirección, y cuyo funcionamiento se basa en la capacidad de reflexión del objeto, y la detección del rayo reflectado por el receptor, si detecta una superficie blanca este manda señal , si es negra no manda señal.

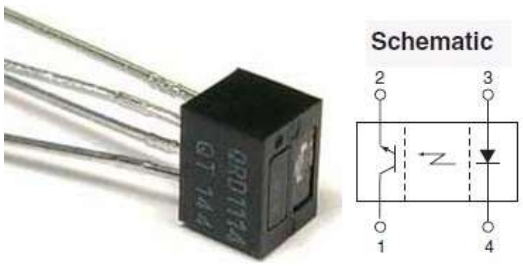


Figura 49: Esquemático sensor QRD1114

Fuente: (Opto Electronics, 2013)

La reflexión de objetos es la capacidad de reflejar la luz, los colores claros tienden a reflejar la luz mientras que los colores oscuros tienden a absorber la luz evitando de esta manera que existe reflexión.

Los sensores envían las lecturas de posición actual hacia el circuito integrado en tiempo real, el mismo que es interpretado y procesado por el controlador de interfaz periférico (PIC) mediante la programación con que cuenta.

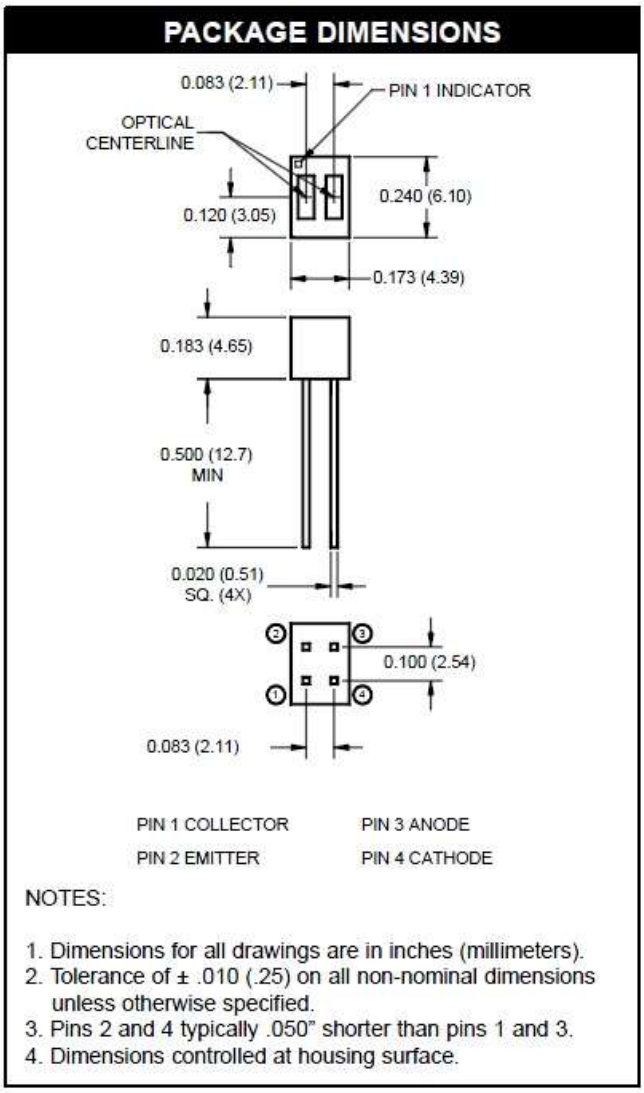


Figura 50: Dimensiones de QRD1114

Fuente: (Opto Electronics, 2013)

Este sensor QRD1114 es un dispositivo de reflexión de corto alcance y trabaja muy bien con los colores blanco y negro, el blanco refleja la luz y el negro la absorbe, lo que lo hace muy útil para detección de líneas en una superficie plana como es el caso específico de la pista o ring de combate llamado Dohyo.

3.6.2.1. Aplicaciones de sensor QRD1114

Este tipo de sensores son muy utilizados en diferentes campos por su corto alcance y de acuerdo a su utilidad se puede mencionar los siguientes:

- Robótica
- Equipos de oficina
- Equipos de control Industrial
- Etc.

3.6.2.2. Esquemático de conexión de sensor QRD1114

Tiene cuatro pines de conexión dos de ellos se corresponden al ánodo y cátodo del emisor (diodo emisor infrarrojo), y las otras dos se corresponde al colector y el emisor del receptor (fototransistor).
Los valores de las resistencias son típicamente RT=10KΩ para el receptor y RD=220Ω (pero este valor puede variar según sean los resultados obtenidos) para el emisor hablando de los dos sensores, VDC= 5 Volts.

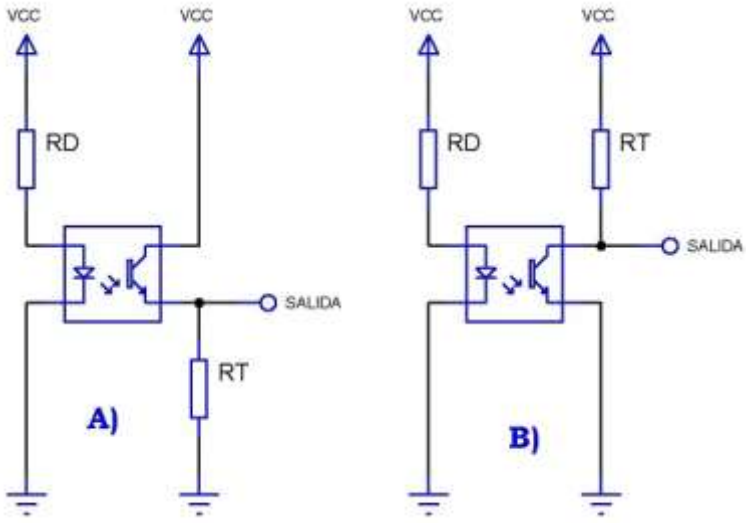


Figura 51: Esquemático para QRD1114 y CNY70
Fuente: Los Autores, año 2013

Los sensores envían por la pin de salida correspondiente, según el esquemático, un voltaje relacionado con la cantidad de luz reflejado por el objeto.

A) Se leerá del emisor un ’1′ cuando se refleje luz y un ’0′ cuando no se refleje.
B) Los valores se leen del colector, y son los contrarios caso A).

En base a las experiencias obtenidas se debe recordar que trabajar con los sensores QRD1114, en el caso en particular de acuerdo al esquemático se obtuvo una mejor lectura con el esquemático B el cual es el que está desarrollado e implementado en el proyecto.

3.6.2.3. Características de sensor reflectivo QRD1114

QT OPTOELECTRONICS

QRD1113/1114
REFLECTIVE OBJECT SENSOR

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
EMITTER Forward Voltage	I_F = 20 mA	V_F	—	—	1.7	V
Reverse Current	V_R = 5 V	I_R	—	—	100	µA
Peak Emission Wavelength	I_F = 20 mA	λ_{PE}	—	940	—	nm
SENSOR Collector-Emitter Breakdown	I_C = 1 mA	BV_{CEO}	30	—	—	V
Emitter-Collector Breakdown	I_E = 0.1 mA	BV_{ECO}	5	—	—	V
Dark Current	V_{CE} = 10 V, I_F = 0 mA	I_D	—	—	100	nA
COUPLED QRD1113 Collector Current	I_F = 20 mA, V_{CE} = 5 V D = .050" (6,8)	$I_{C(ON)}$	0.300	—	—	mA
QRD1114 Collector Current	I_F = 20 mA, V_{CE} = 5 V D = .050" (6,8)	$I_{C(ON)}$	1	—	—	mA
Collector Emitter Saturation Voltage	I_F = 40 mA, I_C = 100 µA D = .050" (6,8)	$V_{CE(SAT)}$	—	—	0.4	V
Cross Talk	I_F = 20 mA, V_{CE} = 5 V, E_E = 0 (7)	I_{CX}	—	.200	10	µA
Rise Time	V_{CE} = 5 V, R_L = 100 Ω	t_r	—	10	—	µs
Fall Time	$I_{C(ON)}$ = 5 mA	t_f	—	50	—	µs

Figura 52: Características de sensor reflectivo QRD1114
Fuente: (Opto Electronics, 2013)

3.6.2.4. Gráfica de comportamiento de sensor QRD114

En la figura 41 se puede observar el comportamiento del sensor tomando como referencia corriente vs distancia.

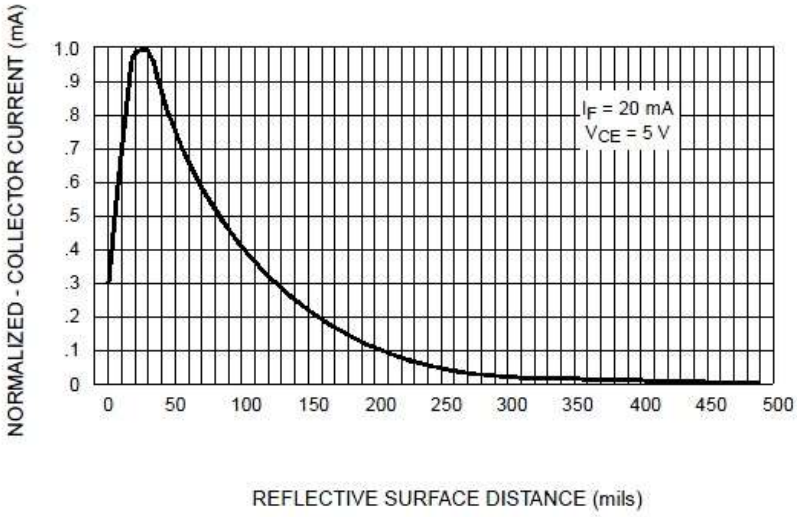


Figura 53: Corriente de colector normalizada vs distancia

Fuente: (Opto Electronics, 2013)

3.7. Conector de programación

La tarjeta electrónica se le diseño un conector para entrada de programación del controlador de interfaz periférico (PIC) el mismo que se lo desarrollo con la finalidad de no estar desmontando a cada momento del sócalo con que cuenta el microcontrolador de la tarjeta electrónica.

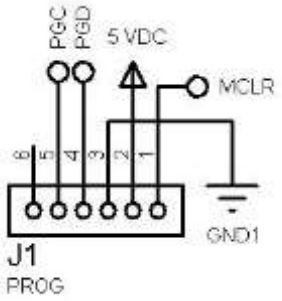


Figura 54: Esquemático de Conector J1

Fuente: Los Autores, año 2013

Para esto se utilizan dos pines del puerto B que son RB6 (PGC) y RB7 (PGD) mediante los cuales pode cargar la información o programa al PIC en el momento que se requiera hacer alguna modificación al programa que se encuentra cargado en el controlador de interfaz periférico (PIC).Este conector está compuesto por las siguientes pines en el orden que se indica a continuación.

- Pin 1 = MCLR o Master Clear
- Pin 2 = 5VDC
- Pin 3 = GND
- Pin 4 = PGD
- Pin 5 = PGC

Acogiendo a estos dos pines y con la finalidad de evitar daños al PIC se añadió en el diseño de nuestra tarjeta electrónica una bornera de conexión de datos J1 para ingresar la programación al dispositivo mencionado, de este modo se evita manipular el integrado al desmontarlo y montarlo varias veces.

El conector J1 de programación que se encuentra en la tarjeta electrónica sirve para cargar el programa hex al PIC. Esto se realiza con el software "PICKIT2" como medio de enlace. Por medio de un bus de datos se realiza la conexión en la cual interviene una interfaz de programación que es un Hardware de nombre PICKIT2 Lite el mismo que sirve como medio de enlace para entrar en funcionamiento con el software PICKIT2

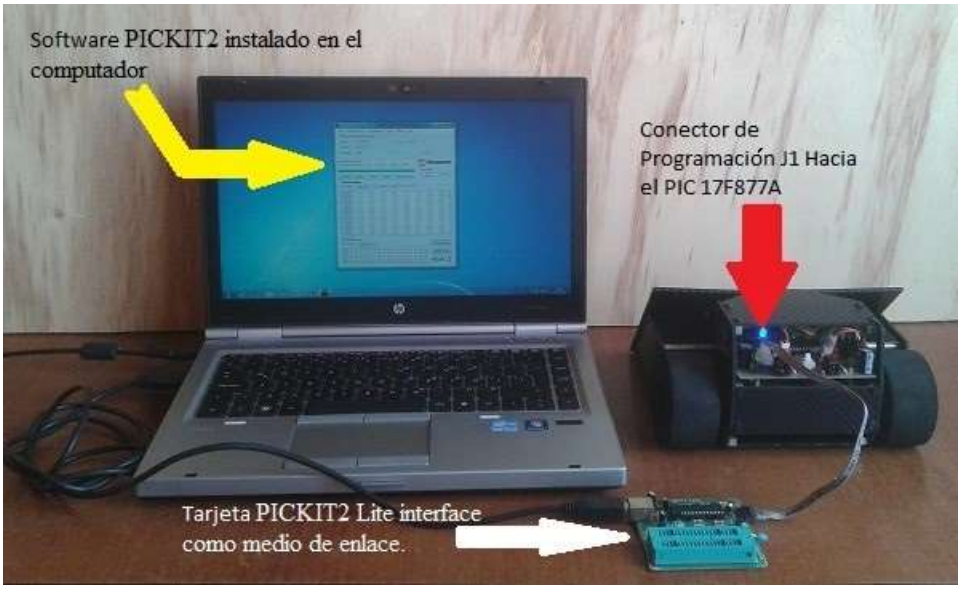


Figura 55: Transferencia de datos PC – Hardware - Robot

Fuente: Los Autores, año 2013

3.8. Etapa de potencia

Esta etapa de último, pues está dedicada solamente a obtener el dato de salida (motor adelante o motor atrás) de los procesos generados en la etapa de control y enviar toda la tensión y amperaje de las baterías de 12VDC hacia los motores pudiendo así obtener el máximo provecho de los mismos ejecutando toda su mayor torsión, o fuerza de torque, y que la transmitan a las llantas siendo estas mismas quienes están encargadas del desplazamiento del autómata y de expulsar al robot contrincante ejecutando toda su fuerza hasta desplazarlo del Dohyo.

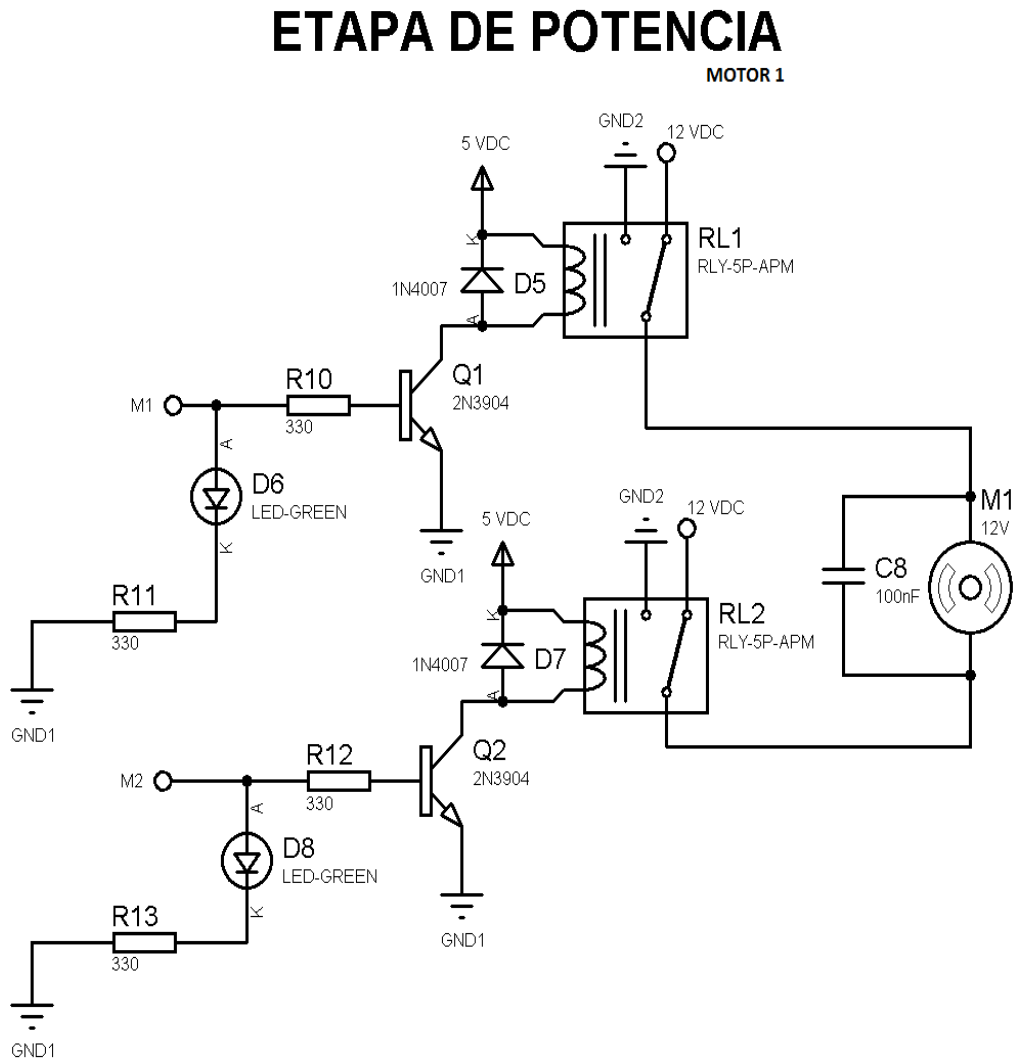


Figura 56: Diagrama electrónico Etapa de Potencia Motor 1 Robot Sumo Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

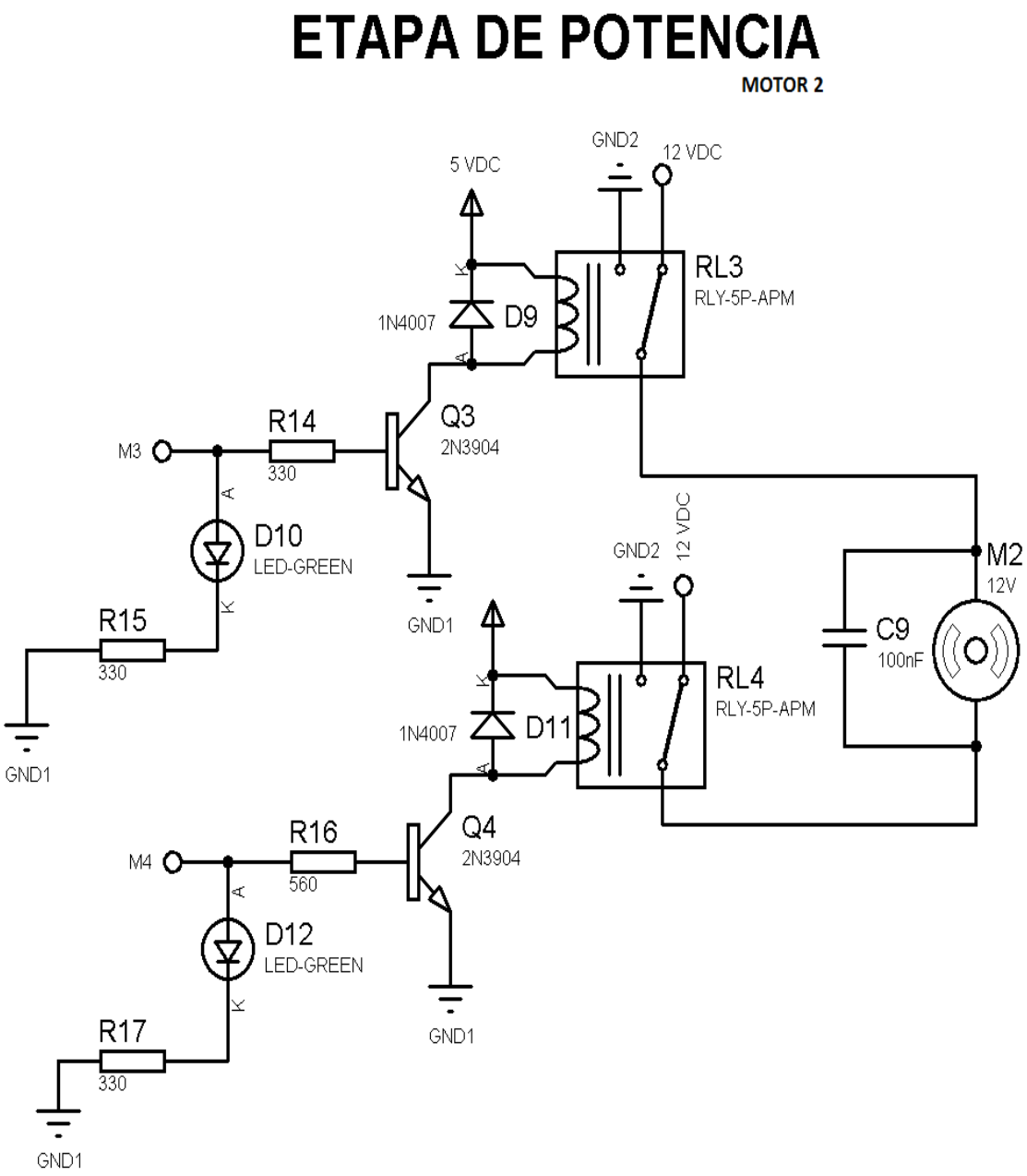


Figura 57: Diagrama electrónico Etapa de Potencia Motor 2 Robot Sumo Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

De acuerdo a lo presentado en las figuras 44 y 45 los diagramas electrónicos de las etapas de potencia del autómata sumo liviano. Los dos segmentos de esta etapa son iguales, pero controlan un motor diferente cada una en este caso MOTOR 1 y MOTOR 2, respectivamente.

En la siguiente tabla 19 se enumeran todos los componentes de la etapa de potencia del robot sumo liviano, su ubicación y su descripción.

Ubicación	Descripción
C8	Condensador 104 pf
C9	Condensador 104 pf
D10	Diodo led verde
D11	Diodo 1N4007
D12	Diodo led verde
D5	Diodo 1N4007
D6	Diodo led verde
D7	Diodo 1N4007
D8	Diodo led verde
D9	Diodo 1N4007
M1	Motor 12VDC 120 RPM 50:1
M2	Motor 12VDC 120 RPM 50:1
Q1	Transistor NPN 2N3904
Q2	Transistor NPN 2N3904
Q3	Transistor NPN 2N3904
Q4	Transistor NPN 2N3904
R10	330 ohm a 1/2 vatio
R11	330 Ω / ½ W
R12	330 Ω / ½ W
R13	330 Ω / ½ W
R14	330 Ω / ½ W
R15	330 Ω / ½ W
R16	330 Ω / ½ W
R17	330 Ω / ½ W
RL1	Relé 5v DC
RL2	Relé 5v DC
RL3	Relé 5v DC
RL4	Relé 5v DC

Tabla 19: Elementos de la Etapa de potencia

Fuente: Los autores, año 2013

3.8.1. Descripción del circuito

Se va a describir la primera sección de la etapa de potencia del robot sumo liviano, la misma que controla los dos motores que mueven al autómata. Esta etapa como se observó en las figuras 44 y 45 se dividen en dos y son iguales, pero cada una controla un motor diferente.

- Se empieza con las señales que llegan desde la etapa de control, estas son M1 y M2 las mismas que controlan el giro del Motor 1 cuando se desactiva una y permanece activada la otra, y de manera inversa por consiguiente, logrando de esta manera poner en funcionamiento al motor 1.
- Teniendo dos transistores NPN, Q1 y Q2, que funcionan polarizando los diodos los cuales activan los relé que le dan energía a los motores amplificadores de potencia ambos de emisor común cuya carga está constituida por RL1 y RL2 que son relés.

3.8.2. Transistor 2N39004 NPN

En este caso utilizando el transistor 2N3904 que es un transistor de unión bipolar de mediana potencia, destinado para propósito general en amplificación y conmutación, construido con semiconductor silicio como se muestra en la figura 46 donde también se muestra su distribución de pines. Puede amplificar pequeñas corrientes a tensiones pequeñas o medias y trabajar a frecuencias medianamente altas.

Figura 58: Transistor 2N39004 NPN

Fuente: Los Autores, año 2013

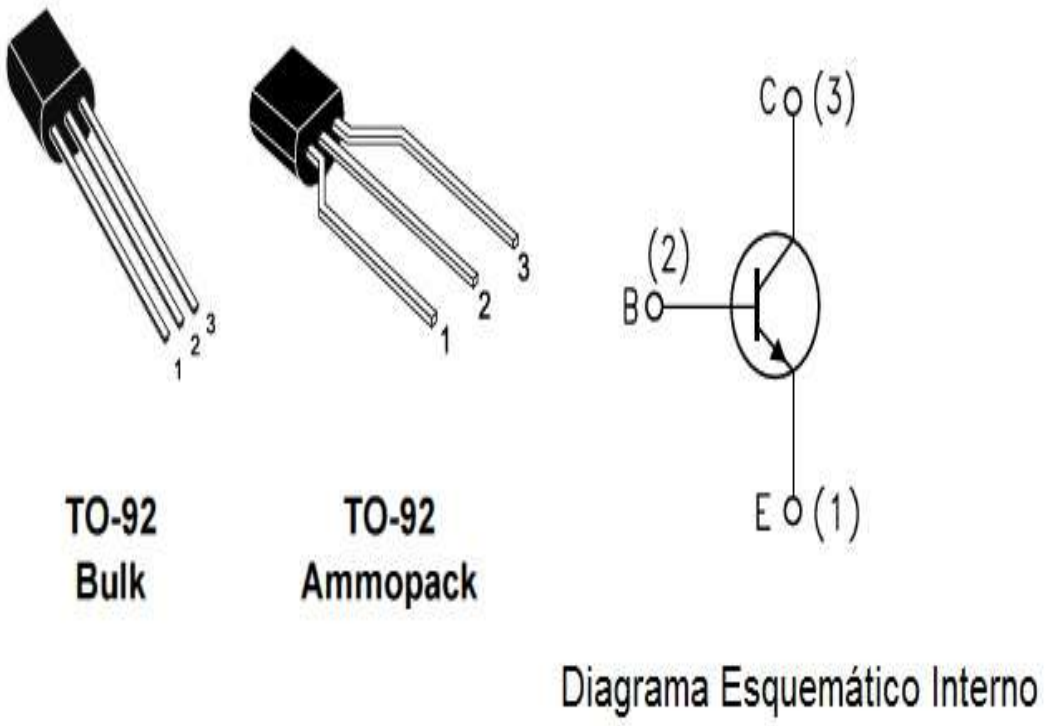


Figura 59: Transistor NPN 2N3904 y Diagrama esquemático

Fuente: (STMicroelectronics, 2003)

3.8.2.1. Especificaciones técnicas de transistor NPN 2N3904

Dentro de las especificaciones técnicas del transistor NPN3904 se puede mencionar las siguientes:

- Voltaje colector emisor en corte 40 V (Vce)
- Corriente de colector constante 200m A (Ic)
- Potencia total disipada 625mW (Pd)
- Ganancia o hfe entre 30 -300 (hfe)
- Frecuencia de trabajo 300 Mhz (Ft)
- Encapsulado TO-92
- Estructura NPN
- Su complementario PNP es el Transistor 2N3906

3.8.3. Relay

El relay con que se está trabajando en este proyecto es un dispositivo de switcheo de respuesta rápida el cual cambia su estado de acuerdo a los datos que provienen del microcontrolador para los cual trabaja con una bobina de 5VDC la misma que se polariza por medio de un diodo rectificador el cual recibe el pulso de polarización que proviene del transistor cuando este entra en conducción.

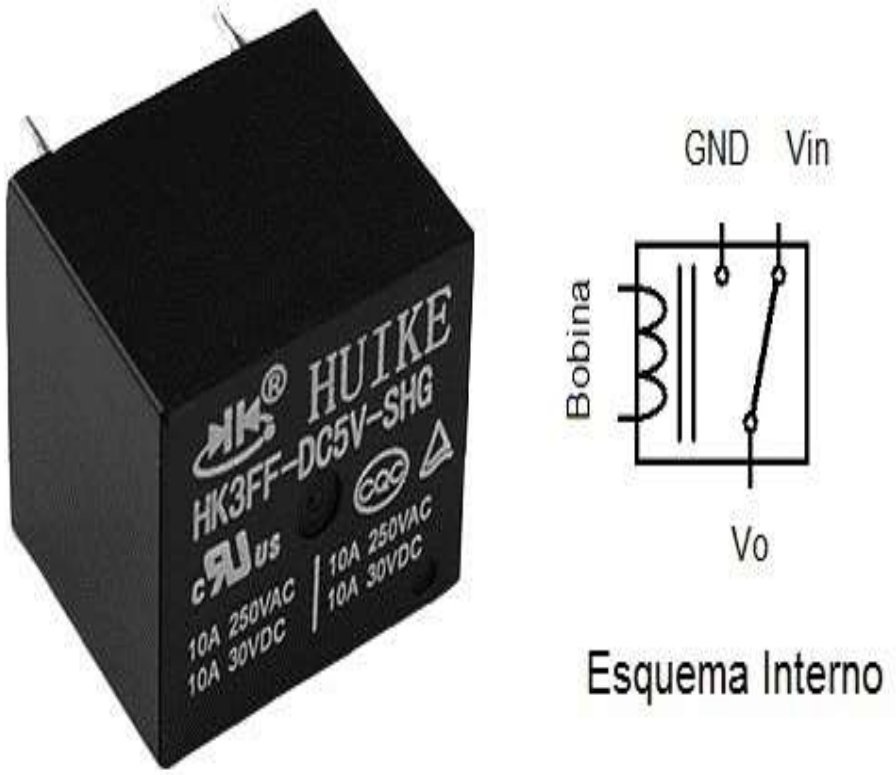


Figura 60: Relé HKFF-DC5V-SHG y Esquema interno
Fuente: Los autores, año 2013

Su capacidad es de 10 AMP para Voltajes máximo a los 30VDC, el cual cumple y cubre con las condiciones para lo cual está diseñado este circuito donde el amperaje máximo que circula es de 2.6 amp que sería la corriente de las baterías con tensión de 12VDC.

RL1 y RL2 son dos relés que permiten conectar o desconectar el Motor1 para provocar un giro de torsión izquierda o derecha según sea requerido por las señales de M1 o M2 respectivamente.

3.8.4. Condensador

El condensador C8 que va en paralelo a las conexiones del motor ayuda a mantener estabilizada cualquier caída mínima de voltaje causada por la carga y la resistencia específica del material del que está hecho el hilo de la bobina del motor.

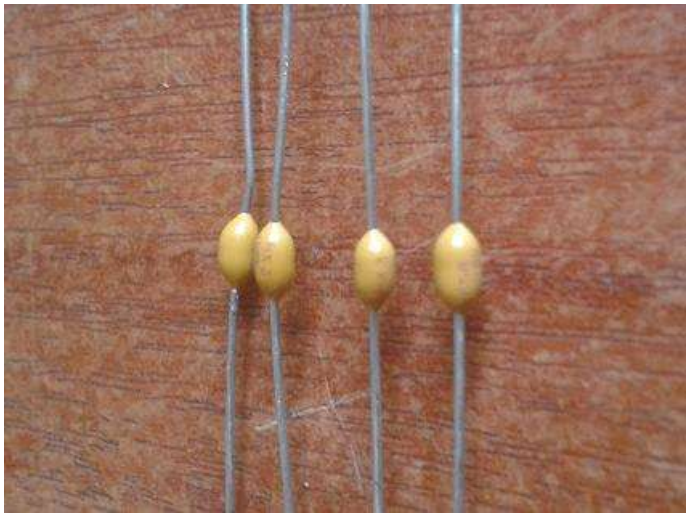


Figura 61: Condensador 104pf

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 62: Condensador Electrolítico

Fuente: Los Autores, año 2013

3.8.5. Motor DC

El Motor 1 se mueve de acuerdo a la activación de los relés, estos envían toda la tensión de 12VDC que le llega de la Fuente de alimentación obtenida de la batería, la cual se la identifica en el circuito electrónico como tensión E2.
Las características del motor son las siguientes:

- Trabaja con una tensión máxima a los 12VDC
- Las revoluciones por minuto son de 100RPM
- El torque es de 100:1
- Peso 7.1 onzas
- Tamaño 37 D * 57 L
- Consumo 300 ma

Figura 63: Motor 12VDC 100RPM 100:1
Fuente: (Pololu, 2013)

3.8.6. Resistencia y diodos

La resistencia R10 acopla la señal de M1 limitándola y a su vez polariza junto D6 y R11 la base con respecto al emisor y al colector. De igual manera ocurre con R12, esta resistencia acopla la señal de M2 con la base del transistor y polariza al emisor y colector con las señales D8 y R13.

Figura 64: Resistencias
Fuente: Los Autores, año 2013

Las señales de mando que se aplican a M1 y M2 van a las bases de los transistores Q1 y Q2 para ser amplificadas y permitan el giro de los motores, adelante o atrás, según sea el caso.
R11 y R13 son resistencias de polarización de base de los amplificadores, mientras que D6 y D8 permiten la señalización de los amplificadores en activo.

Con los diodos D5 y D7 se cancela la tendencia a oscilar que tienen las bobinas de los relés, producto de su electromagnetismo presente en el estado de actividad, es decir quedan polarizadas esa es la función de los diodos en los relé.

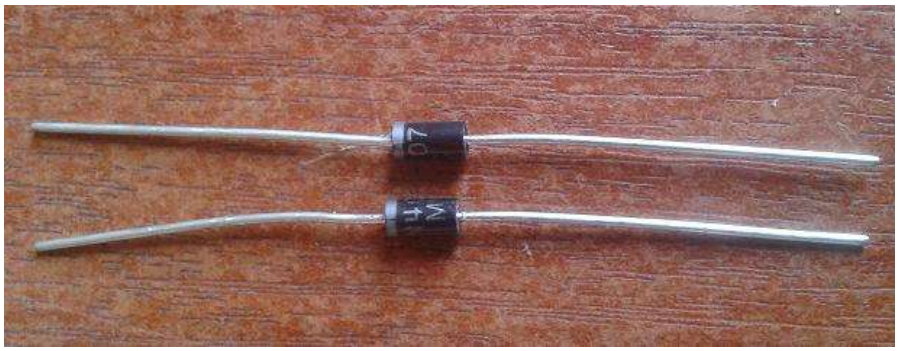


Figura 65: Diodos Rectificadores

Fuente: Los Autores, año 2013

Aquí se concluye todo lo que se refiere a la tarjeta electrónica de la parte hardware del robot sumo categoría liviano y pesado, puesto que se ha mencionado que las dos tarjetas electrónicas tiene igual similitud en todos sus componentes electrónicos, salvo la diferencia de los motores el robot sumo liviano trabaja con dos motores mientras que el robot sumo pesado trabaja con cuatro motores.

A continuación se presenta la tarjeta electrónica en su diseño en la baquelita de fibra debidamente construida, y antes de que los elementos sean montados en la misma.

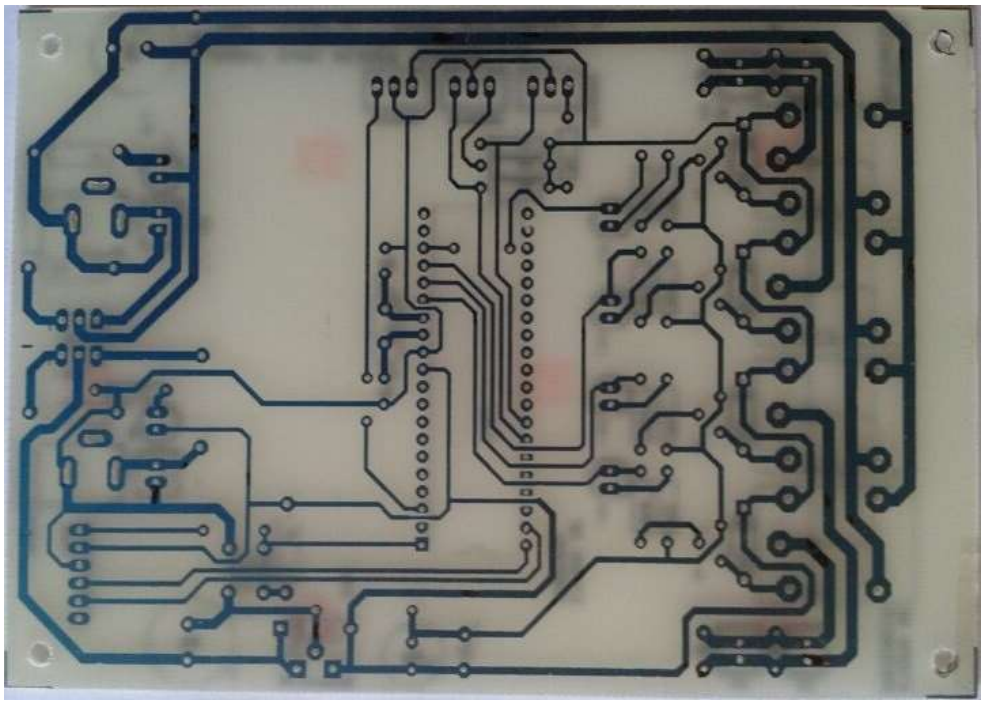


Figura 66: Vista Inferior de la tarjeta electrónica Robot sumo categoría Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

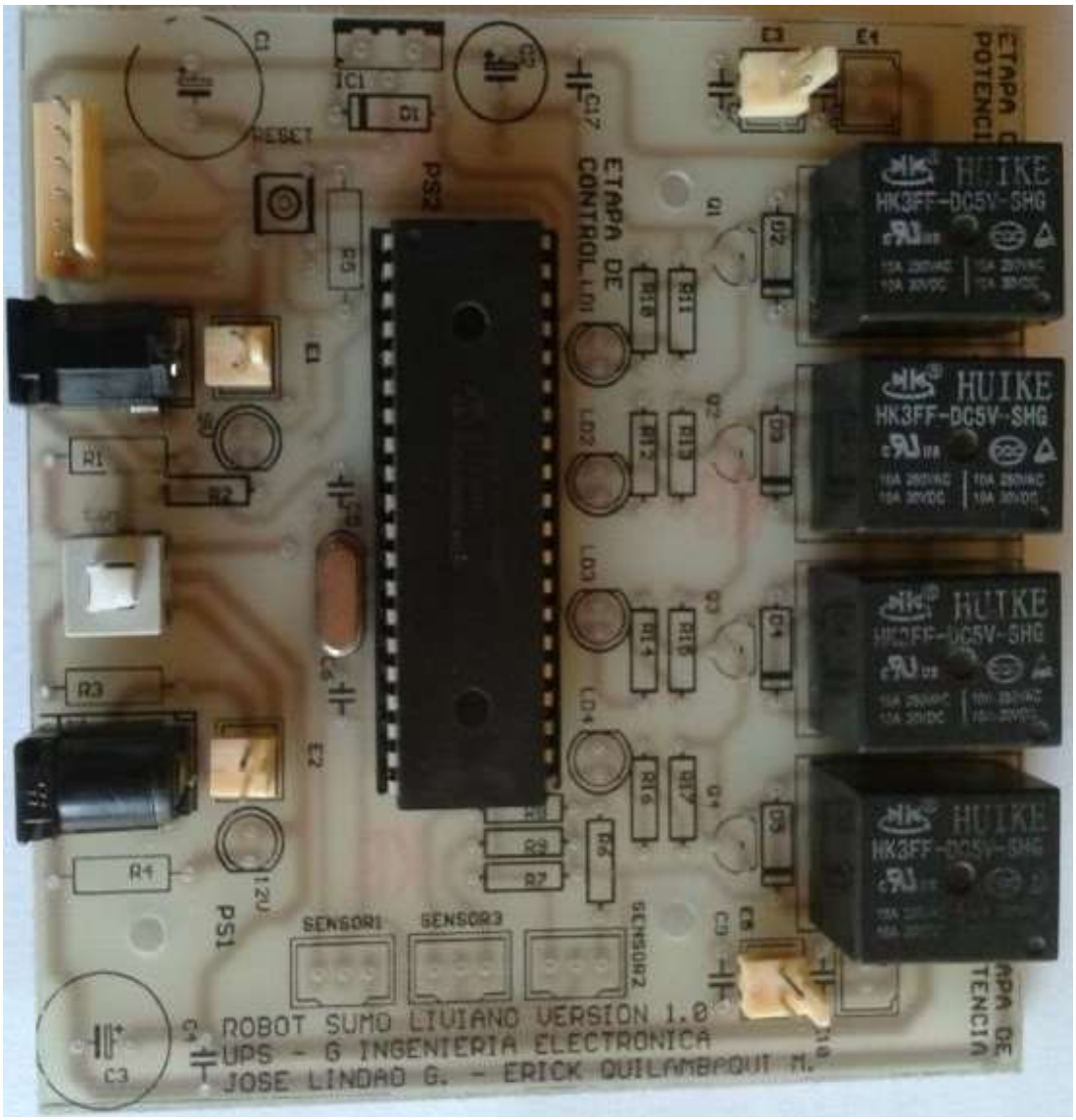


Figura 67: Vista superior de la tarjeta electrónica Robot Sumo Categoría Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

En este capítulo se consideran presentar los dos robots sumos, el de categoría liviana y el de categoría pesada. El robot sumo categoría pesado se distingue por tener 4 ruedas y por ende 4 motores, es decir dos motores más que el robot sumo liviano.

En tal virtud se expone a continuación los dos diagramas electrónicos que pertenecen a la etapa de potencia del autómata sumo pesado.

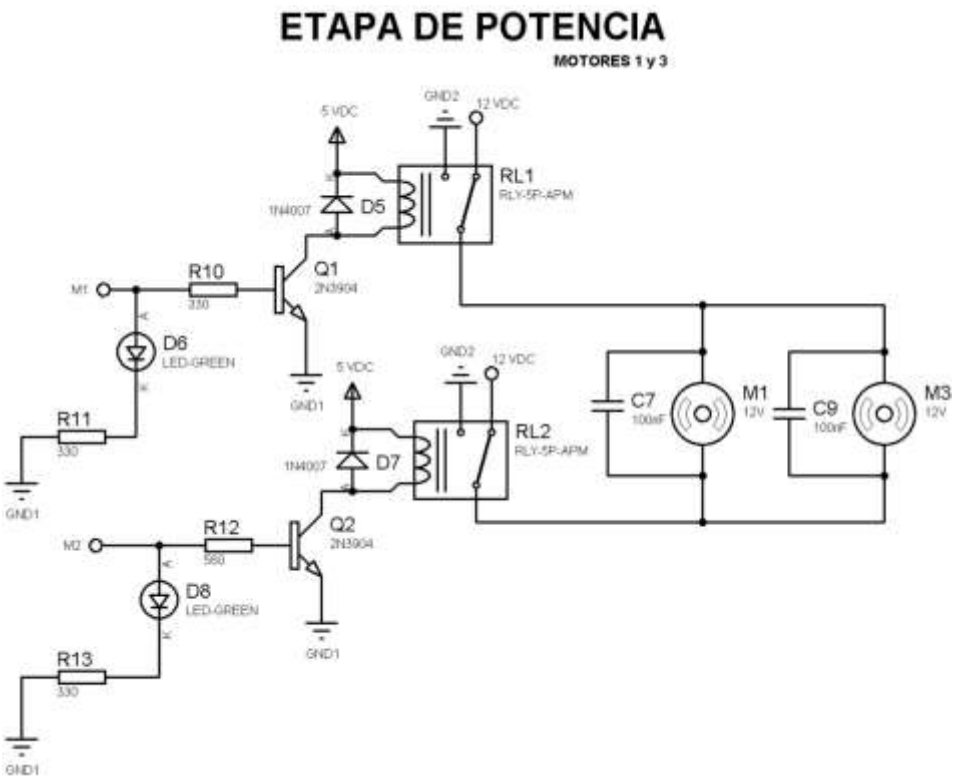


Figura 68: Etapa de Potencia Motor 1 y Motor 3. Robot Sumo Pesado

Fuente: Los autores, año 2013

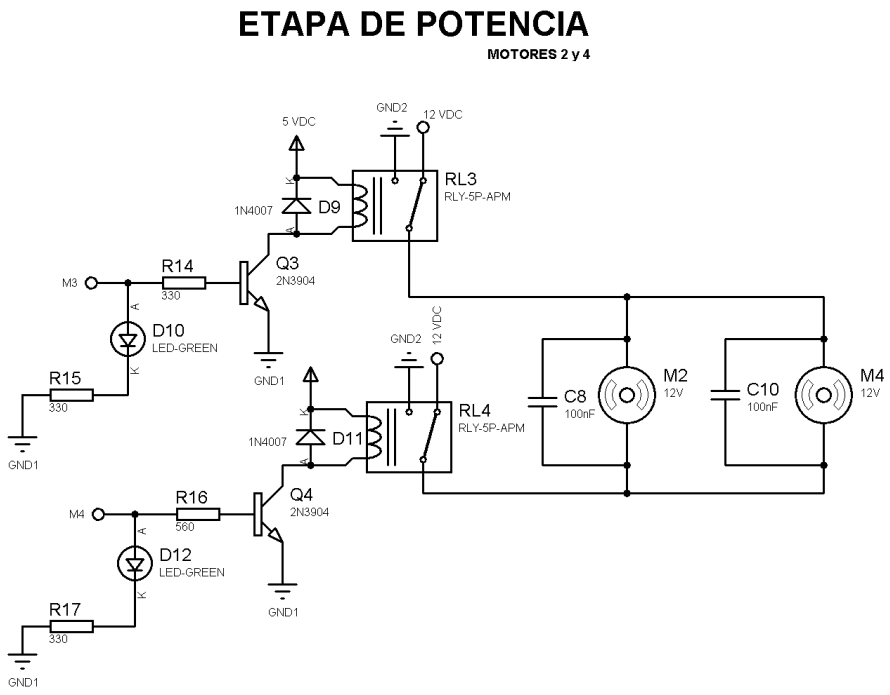


Figura 69: Etapa de Potencia Motor 2 y Motor 4. Robot Sumo Pesado

Fuente: Los autores, año 2013

A continuación se presenta la tarjeta electrónica debidamente armada del Robot Sumo categoría Pesado y la identificación de sus principales componentes.

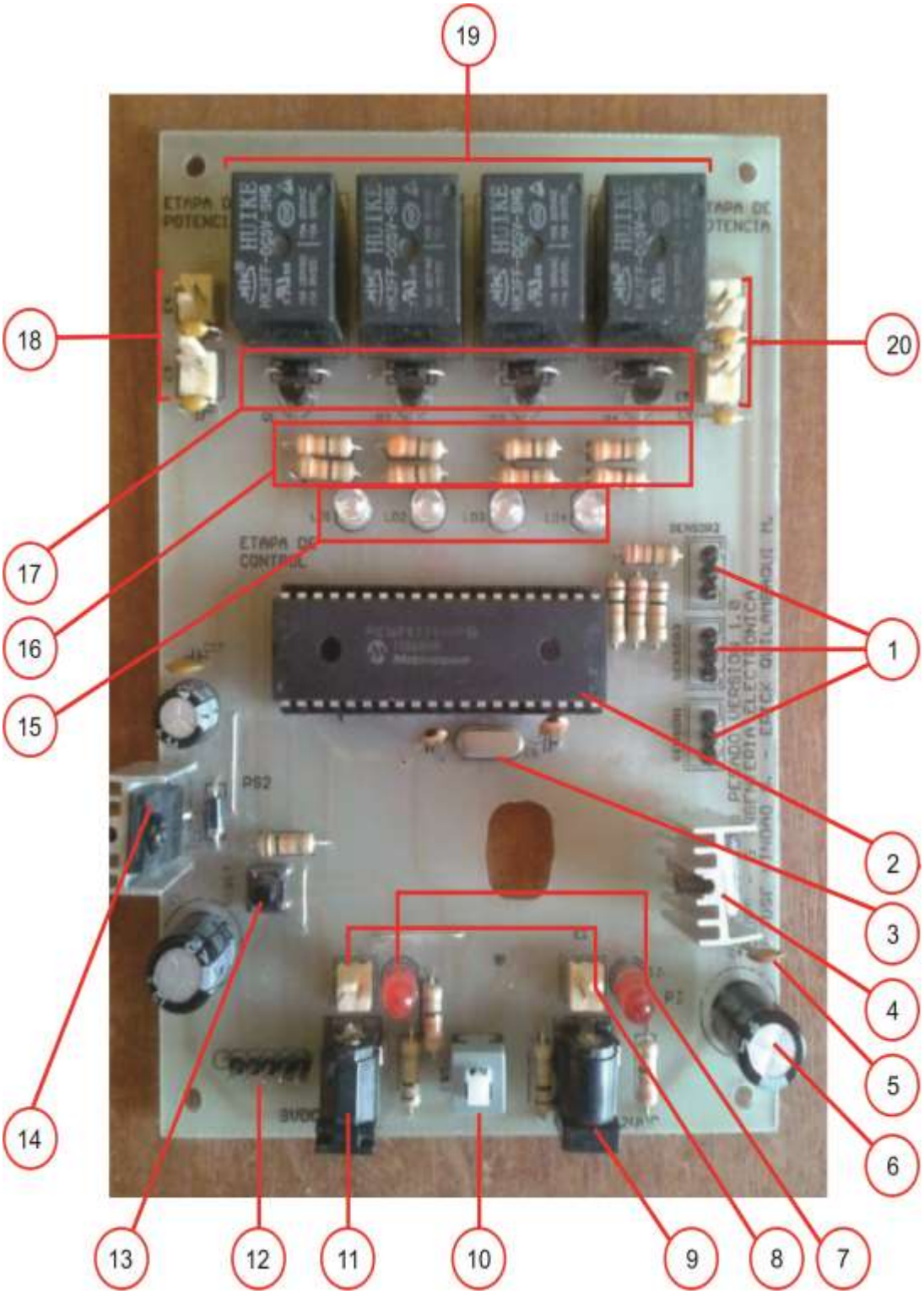


Figura 70: Tarjeta del Robot Sumo Pesado, detalle de los elementos

Fuente: Los autores, año 2013

Detalle de los elementos señalados en la tarjeta electrónica del Robot Sumo Pesado Versión 1.0

1. Entradas de los sensores SHARP y QRD
2. PIC 16F877A
3. Cristal de cuarzo para la señal de CLOCK
4. Regulador de tensión a 9v DC, elemento 7809
5. Condensador Electrolítico
6. Condensador fijo
7. Diodos led indicadores de estado encendido tanto 9vDC y 12vDC
8. Entradas para los cables de las baterías de 9vDC y 12vDC respectivamente
9. Entrada para cargador externos de la batería de 12vDC
10. Switch de encendido y apagado del autómata
11. Entrada para externos de la batería de 9vDC
12. Programador J1 para el PIC
13. Switch de RESET
14. Regulador de tensión a 5v DC, elemento 7805
15. Diodos led, indicadores de trabajo de los Relés que controlan los motores
16. Resistencias de 330ohm que polarizan a los transistores NPN. Etapa de potencia
17. Transistores NPN 2N3904 amplificadores de señal, y Diodos 1N4007
18. Salidas de la etapa de potencia para los motores 1 y 3 con sus respectivos capacitores de rectificación
19. Relés que activan las señales de torsión para los Motores 1, 2, 3 y 4
20. Salidas de la etapa de potencia para los motores 2 y 4 con sus respectivos capacitores de rectificación.

Aquí se concluye la etapa de Hardware de los dos autómatas.

3.9. Software

Para poder realizar este proyecto fue necesario adquirir algunos programas los cuales son herramientas importantes para el desarrollo y ejecución del proyecto.
Los Programas con los que se trabaja y se instalaros en la PC o Equipo Portátil son los siguientes:

- MicroCode Studio Plus versión 3.0.0.5
- Compilador PICBASIC PRO 2.50 A
- Proteus 7 Professional con Isis Profesional versión 7.9 con SP1 y Ares Professional PCB Layout
- PICkit 2 version 2.61

Todos estos programas los cuales están enunciados, se los instalo en un equipo portátil que cumple con los siguientes requerimientos a nivel de hardware y software:

- Sistema Operativo Windows XP, Vista, o Siete de 32 bits.
- Procesador Intel Core 2 Duo de 2.0 GHz
- Memoria RAM de 2 GB
- Disco Duro de 160 GB.

Cabe mencionar que es importante tomar en cuenta que el sistema operativo sea de 32 bits ya que uno de los programas el MicroCode Studio Plus versión 3.0.0.5 solo trabaja con esta versión del sistema.

3.9.1. Instalación de programas

En la sección de los anexos 2 esta detallado el procedimiento para instalar los programas necesarios con que se debe de contar en el ordenador para la ejecución del proyecto, los cuales son de uso necesario ya que con estos programas realizan el diseño electrónico es decir toda la circuitería, la programación que se graba en el microcontrolador, y el programa PICKIT2 que es el medio para poder grabar o quemar la información en el controlador de interfaz periférico.

3.9.2. Descripción del programa

Se desarrolla el programa de los autómatas en lenguaje MicroCode Studio Plus. Este programa lo aprovecha debido a que existe información y tutorial en la web para su desarrollo, el cual es importante contar al momento de programar.

Al momento de realizar la compilación del programa la misma que se ejecuta mediante el compilador PICBASIC PRO 2.50 A se generan cuatro archivos con diferente extensión de los cuales el que más interesante para el desarrollo es el que genera con extensión .hex si no se ha generado este archivo es porque existe algún error en la compilación o en el programa de tal manera que no puede cargar este archivo al microcontrolador.

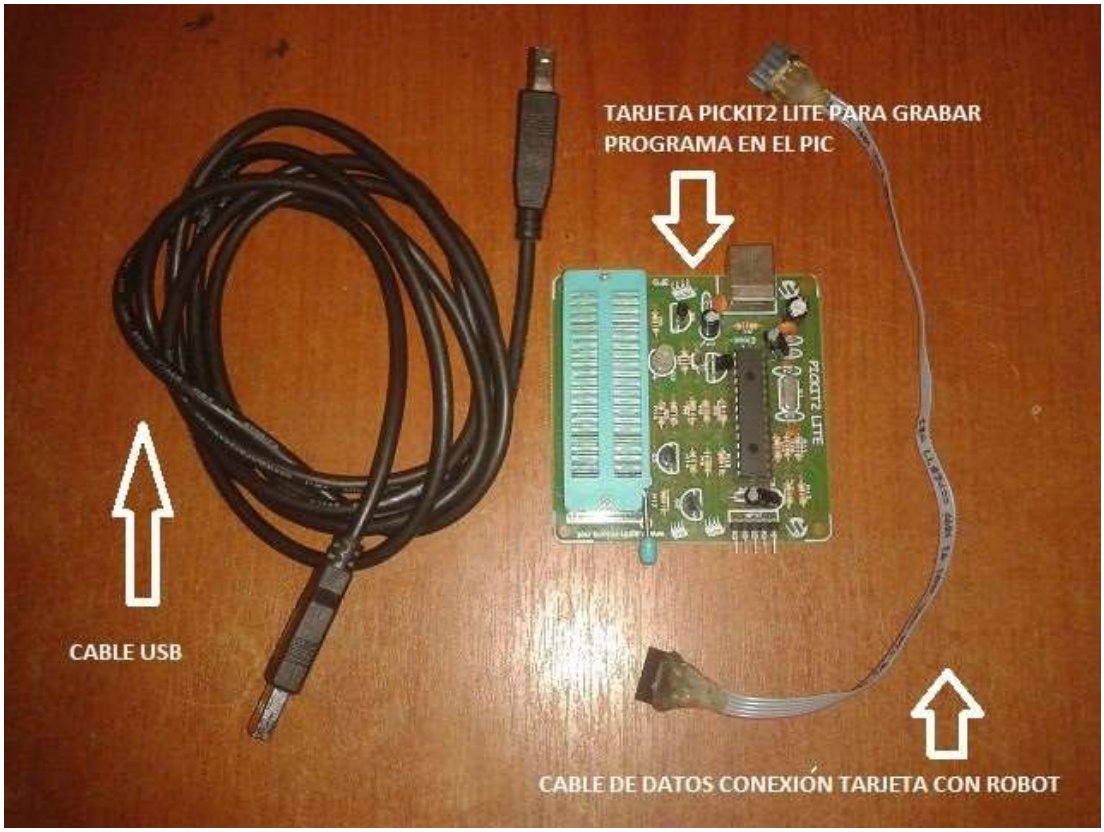


Figura 71: Interface para comunicación PIC con Programa en PC

Fuente: Los Autores, año 2013

Una vez que obtenido el archivo con extensión .hex se procede a enviar esta información hacia el PIC el mismo que se lo hace utilizando para esto una herramienta la cual ya tiene que estar instalada en el equipo portátil que se llama

PICKIT 2, la misma que trabaja por medio de una tarjeta o interface que se conecta al equipo portátil por medio de un cable USB logrando comunicación para luego ser enviada por un bus de datos.

El mencionado bus de datos ha sido creado para evitar el desmontaje del controlador de interfaz periférico (PIC), de su tarjeta electrónica existiendo de esta manera la comunicación de datos entre el robot, la tarjeta interface del PICKIT 2 y el equipo portátil.
Obteniendo la comunicación tanto de hardware como de software de estos tres elementos se puede ahora si cargar el archivo .hex el mismo que se procederá a quemarlo o grabarlo en el controlador de interfaz periférico (PIC).

Cabe indicar una vez más que, así como las tarjetas electrónicas de los dos autómatas sumos son iguales, la programación es exactamente igual.

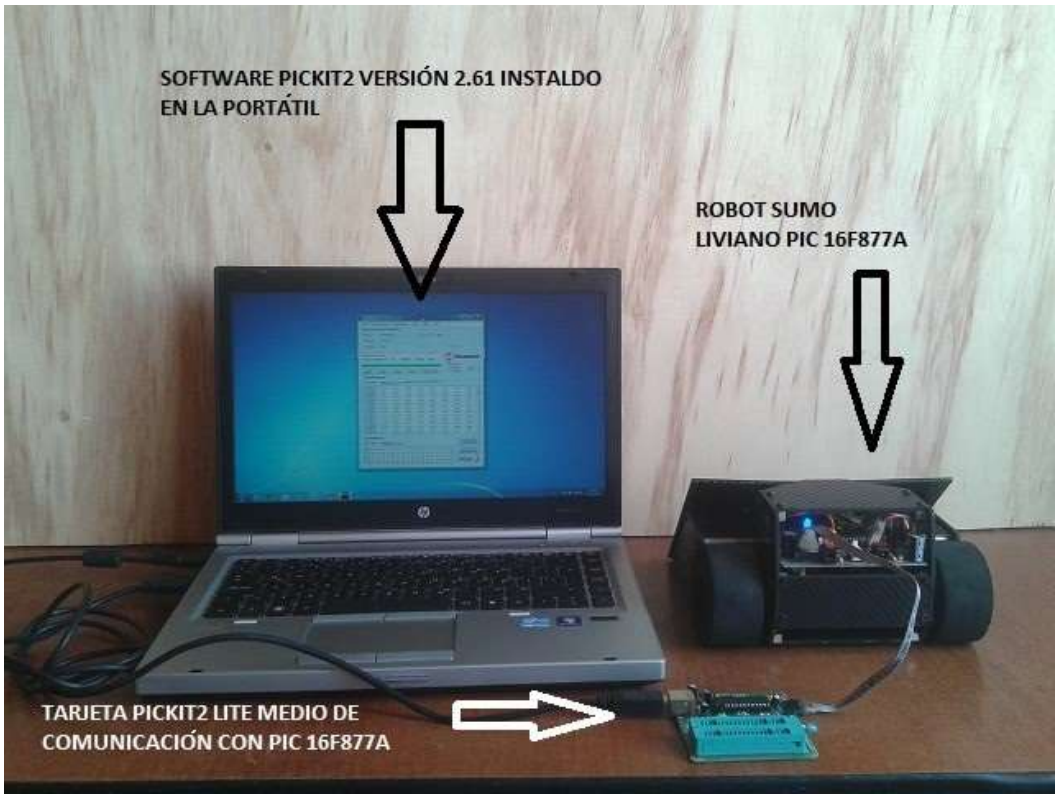


Figura 72: Conexión y programación del autómata Sumo categoría Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

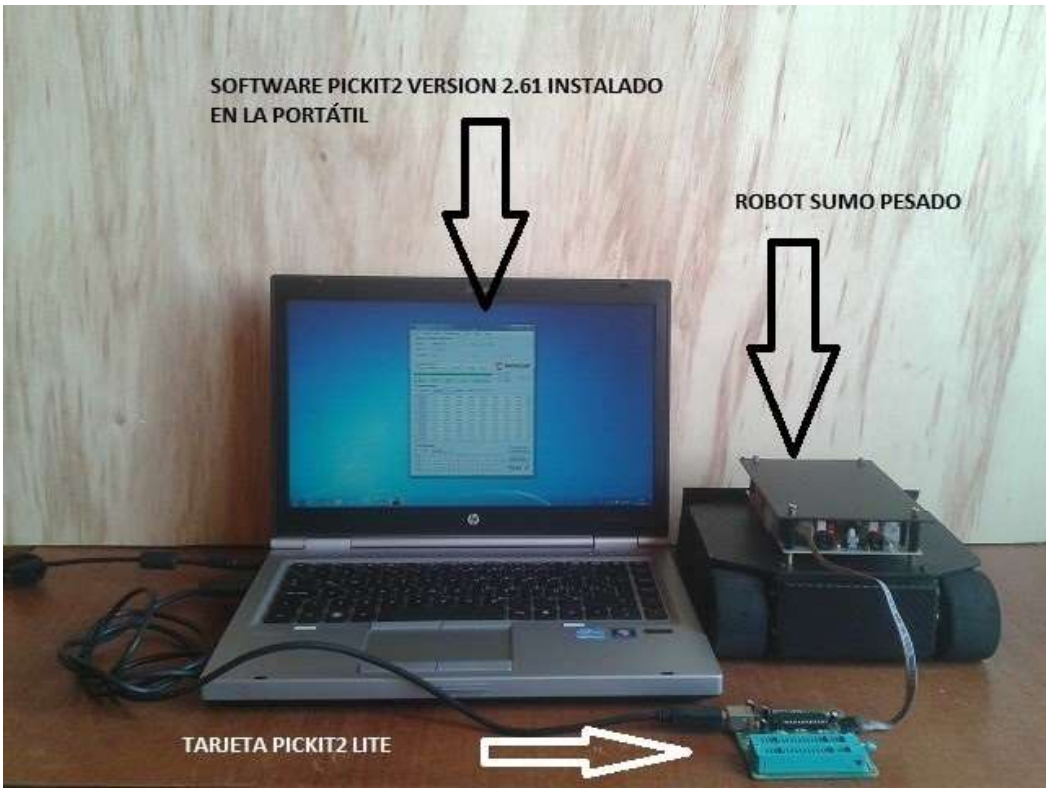


Figura 73: Conexión y programación del autómata Sumo categoría Pesado

Fuente: Los autores, año 2013

3.9.3. Estructura del programa

A continuación el diagrama de flujo que representa gráficamente la lógica del algoritmo que utiliza en el PIC y que hace funcionar los robots, es así que los autómatas como se deben conducir para lo requerido en el estado de batalla.

- El inicio se da luego de presionar el botón de encendido, se habilitan los puertos y se inicializan las variables.
- Pasar a un tiempo de pausa de 5 segundos, lo exigido en los reglamentos antes de iniciar un combate.
- Entran los estados de búsqueda y de pelea.
- El estado de búsqueda hace que el robot gire, apenas el sensor de proximidad detecte algo el autómata entra en estado de pelea en el cual el robot arremete con lo que tenga en frente.

- Dentro de estos estados “búsqueda y pelea” se tiene un sub estado de retroceso que entra cuando los sensores de piso detectan la línea de salida, sin importar si está en estado de pelea o de búsqueda.

3.9.4. Diagrama de flujo

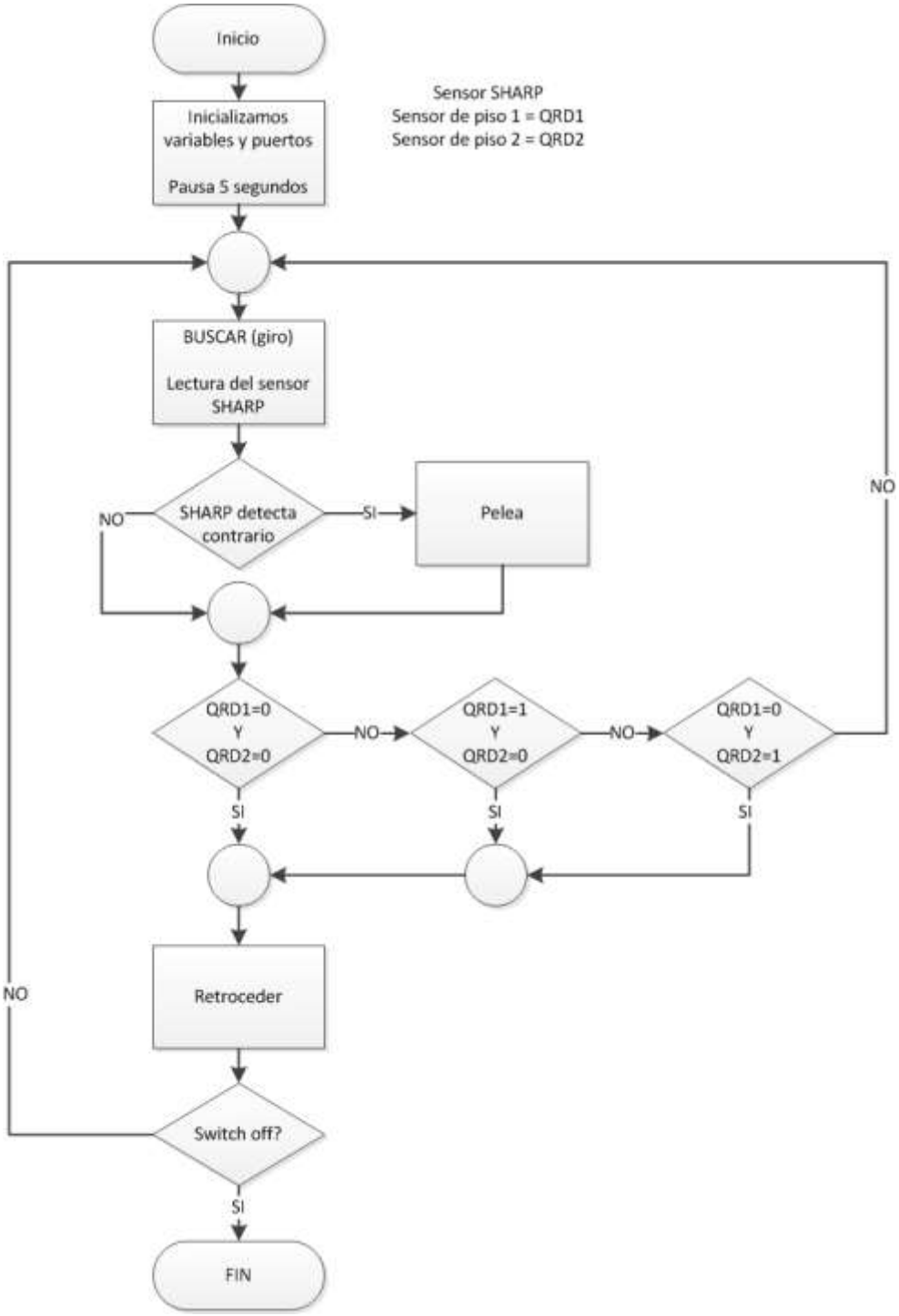


Figura 74: Diagrama de flujo del programa

Fuente: Los autores, año 2013

3.9.5. Código de programación

Se plasma aquí todo lo descrito en el diagrama de flujo anterior en lenguaje de programación MicroCode Studio Plus tomando en cuenta todos los sensores como entradas disponibles al PIC y aprovechando las salidas del mismo para mandar a trabajar los motores que moverán las llantas, lo que hará que el autómata se desplace. Cabe mencionar que dentro de la programación se tiene como comentario lo que realiza cada línea del programa desarrollado.

```
@ DEVICE HS_OSC

DEFINE OSC 20

DEFINE ADC_BITS 10
DEFINE ADC_CLOCK 3
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50

ADCON1 = 14
TRISA=%00000001
PORTA = 0

TRISB=%00000011
PORTB=0

TRISC=%00000000
PORTC=0

SHARP VAR WORD

QRD_1 VAR PORTB.0
QRD_2 VAR PORTB.1

M1 VAR PORTC.0
M2 VAR PORTC.1
```

```
M3 VAR PORTC.2
M4 VAR PORTC.3

PAUSE 5000

PELEA:
PAUSE 25

ADCON1=0
ADCIN 0, SHARP
SHARP = SHARP / 64

HIGH M2: LOW M1: HIGH M3: LOW M4

IF SHARP >= 80 THEN
HIGH M2: LOW M1: HIGH M4: LOW M3
ELSE
HIGH M2: LOW M1: HIGH M3: LOW M4
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 80) THEN
HIGH M: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 70) THEN
HIGH M: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF
```

```
IF (QRD_1 == 1 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 80) THEN
HIGH M1: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 1 AND SHARP >= 80) THEN
HIGH M: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 1 AND SHARP <= 70) THEN
HIGH M1: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 1 AND QRD_2 == 0 AND SHARP <= 70) THEN
HIGH M1: LOW M2: HIGH M3: LOW M4
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

GOTO PELEA

END
```

3.9.6. Descripción de las partes más importantes de microcode studio

Como se observa en la figura 63 se puede identificar las partes más importantes del lenguaje de programación MicroCode Studio identificando las siguientes:

- Modelo del PIC a utilizar
- Compilador
- Encabezado del programa
- Buscador de códigos
- Espacio de palabras que ocupa en el PIC
- Programa
- Comentarios

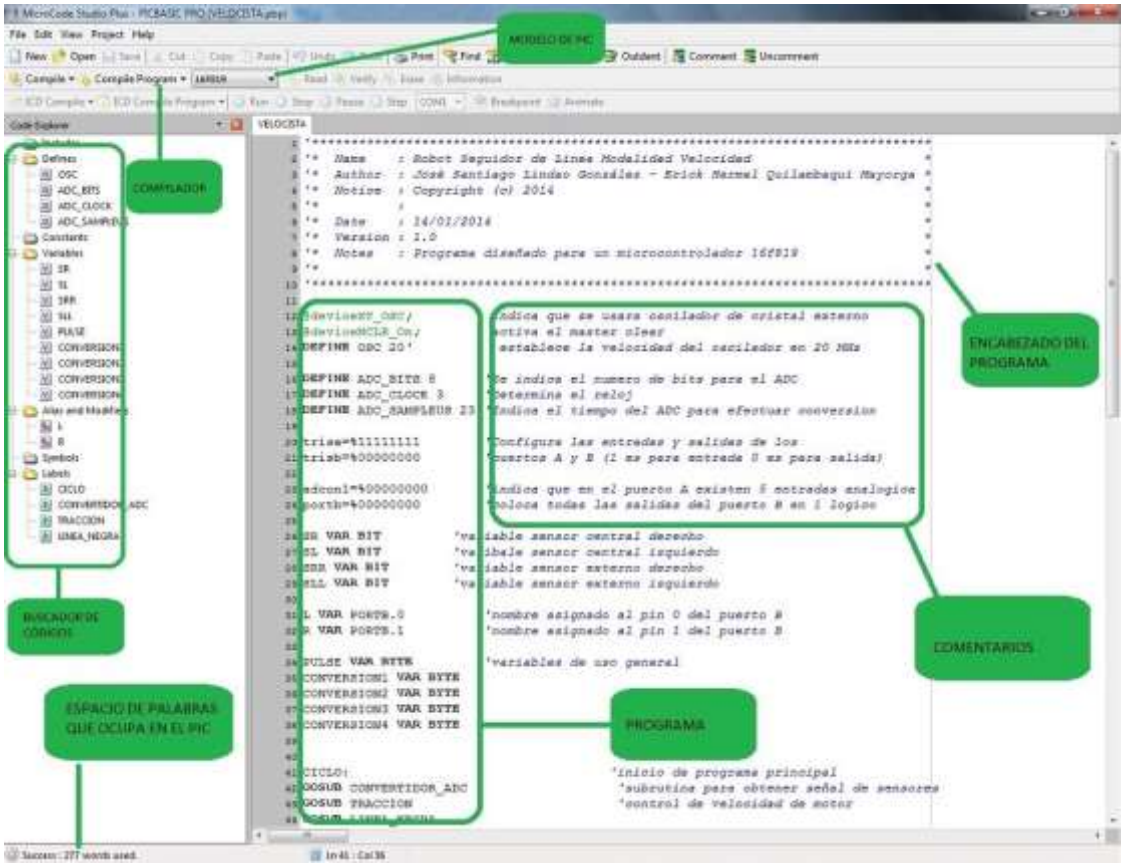


Figura 75: Partes importantes del Lenguaje de Programación MicroCode Studio

Fuente: Los Autores, año 2013

3.10. Diseño y estructura

Para el diseño de los robots se toma en cuenta varios factores como son:

- Las medidas específicas que deben tener como producto terminado, las mismas que deben estar de acuerdo al reglamento el cual indica que las medidas deben ser máximo 30 cm ancho por 30 cm de largo, el alto es sin definir, debiendo de entrar en una caja hecha a esas medidas sin ningún problema.
- Dentro de la parte interna debe tener el espacio suficiente para que los motores puedan ser acoplados de manera correcta, que la batería pueda entrar de manera justa y lo más importante que la tarjeta pueda ser colocada sin riesgos de que se provoque un cortocircuito o que la misma se vaya a partir por presiones o choques.
- Los materiales de la estructura deben ser resistentes y no muy gruesos por el espacio antes mencionado. Los materiales que se utilizan son planchas de acrílico de un grosor de 3mm y soportes metálicos para las planchas. Unas partes fueron cambiadas con planchas de acero de 1mm.
- Las llantas deben estar hechas de un material que tenga la consistencia y el agarre suficiente para que la tracción sea efectiva, para esto se utilizó unas llantas de un material espumoso que es parecido al poliuretano que brinda lo necesario esperado.

3.10.1. Descripción de la construcción de los autómatas

Las piezas de acrílico fueron hechas a medida según lo necesitado. La forma de las piezas de acrílico se las diseño en computadora y se las corto con una máquina denominada router laser que permite cortar el acrílico de una manera fácil y sencilla.
Luego de tener las piezas listas se empezó a unir y armar las mismas para darle forma a los autómatas.
A continuación se describe paso a paso el armado del Robot Sumo Categoría Liviano y Pesado, dando una explicación ilustrativa del ensamblaje de sus partes principales realizando un solo compact como producto final.

3.10.2. Ensamblaje del robot sumo categoría liviano

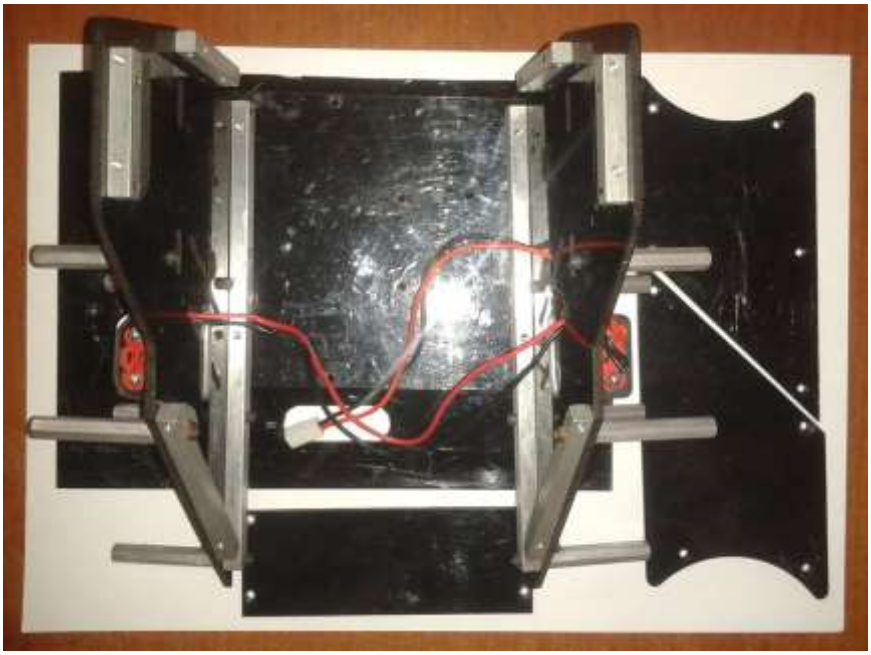


Figura 76: Estructura del Robot Sumo Categoría Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

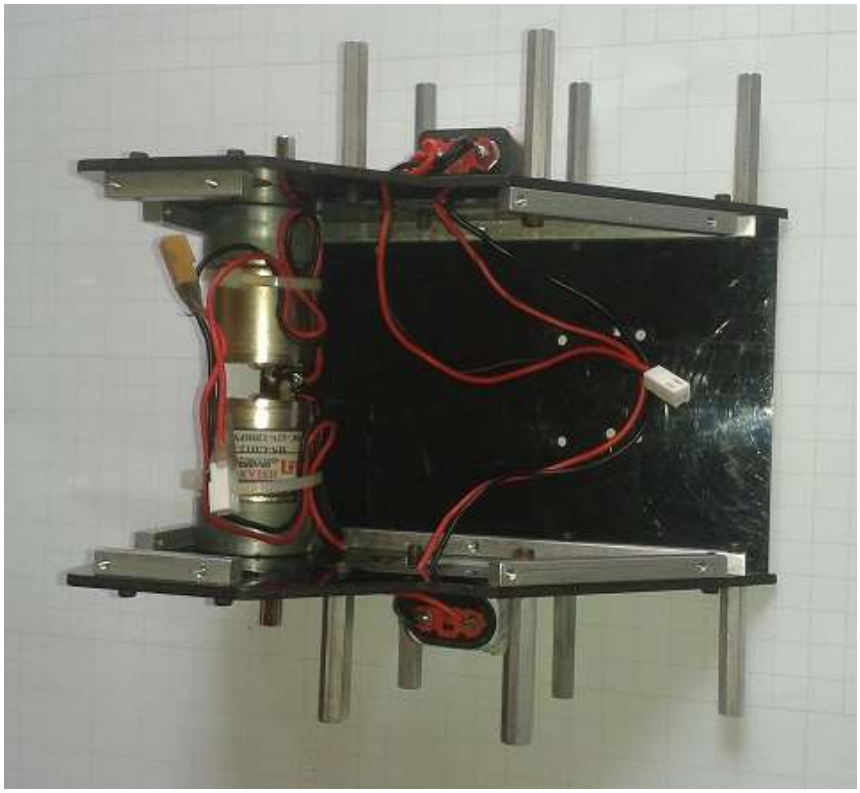


Figura 77: Instalación de Motores en Robot Sumo Categoría Liviano

Fuente: Los Autores, año 2013

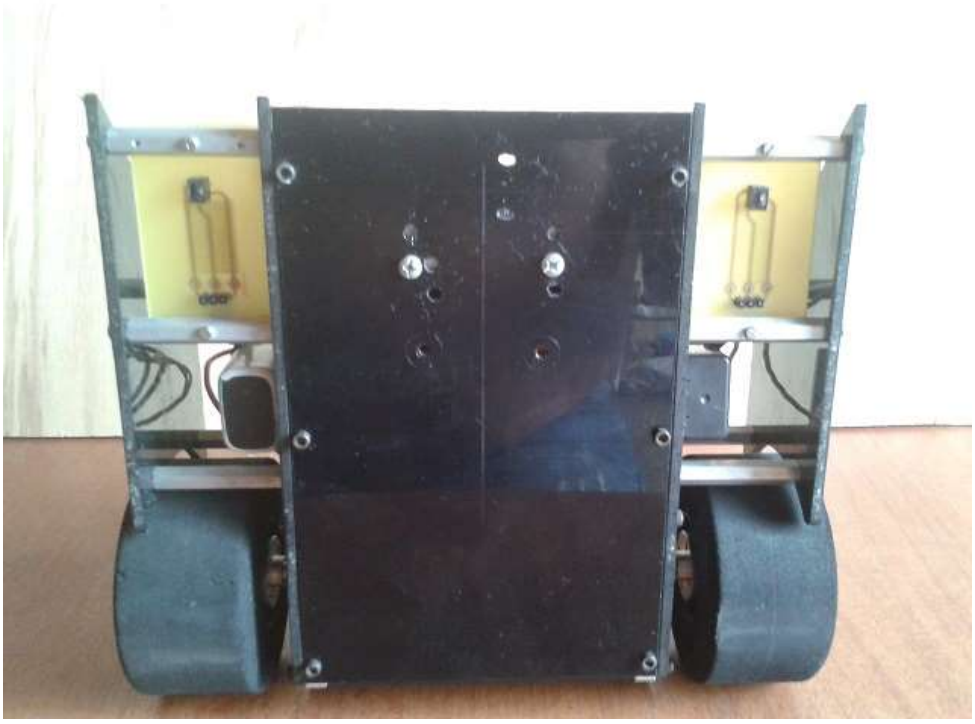


Figura 78: Parte Inferior de la estructura del Robot Sumo categoría Liviano

Fuente: Los Autores, año 2014

Figura 79: Ubicación de sensor de línea derecho

Fuente: Los Autores, año 2014

Figura 80: Ubicación de Sensor de Proximidad

Fuente: Los Autores, año 2014

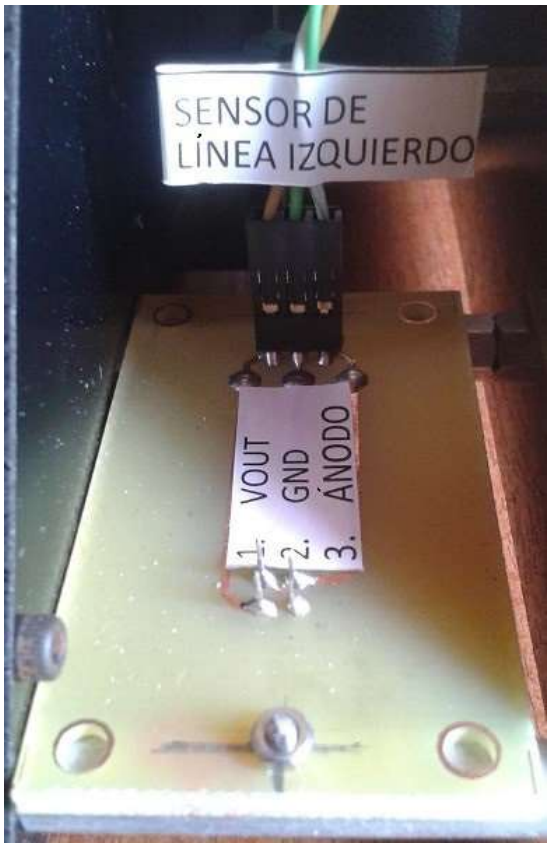


Figura 81: Ubicación de sensor de línea izquierdo

Fuente: Los Autores, año 2014

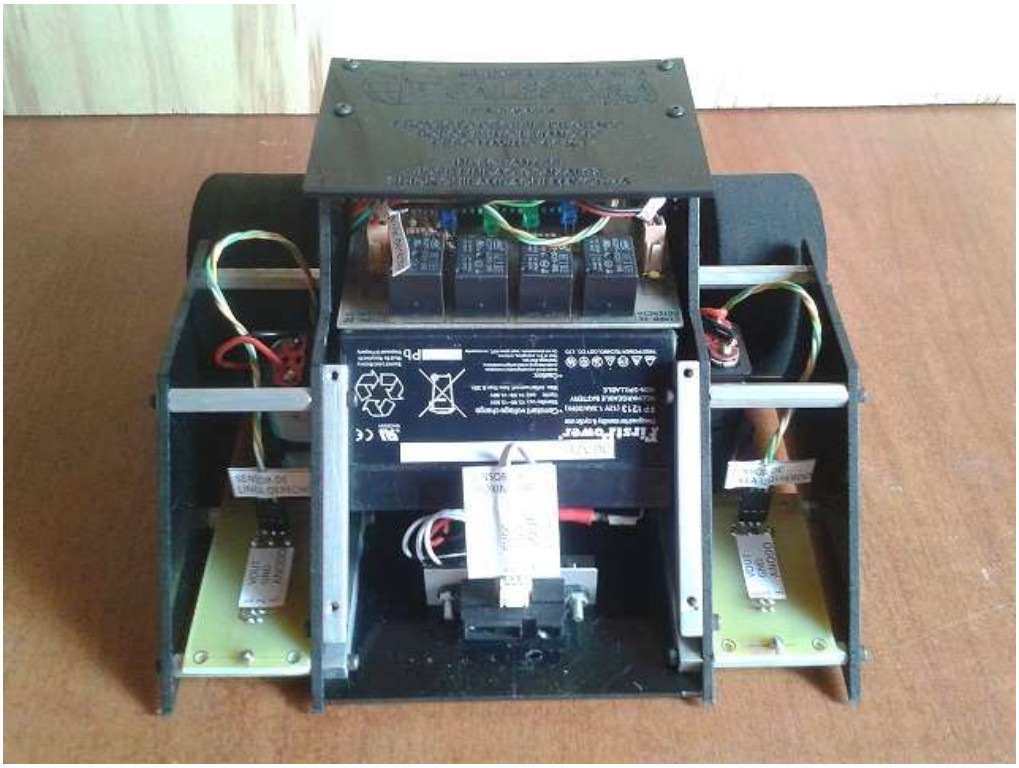


Figura 82: Robot Sumo Liviano ensamble de sus partes principales

Fuente: Los Autores, año 2014

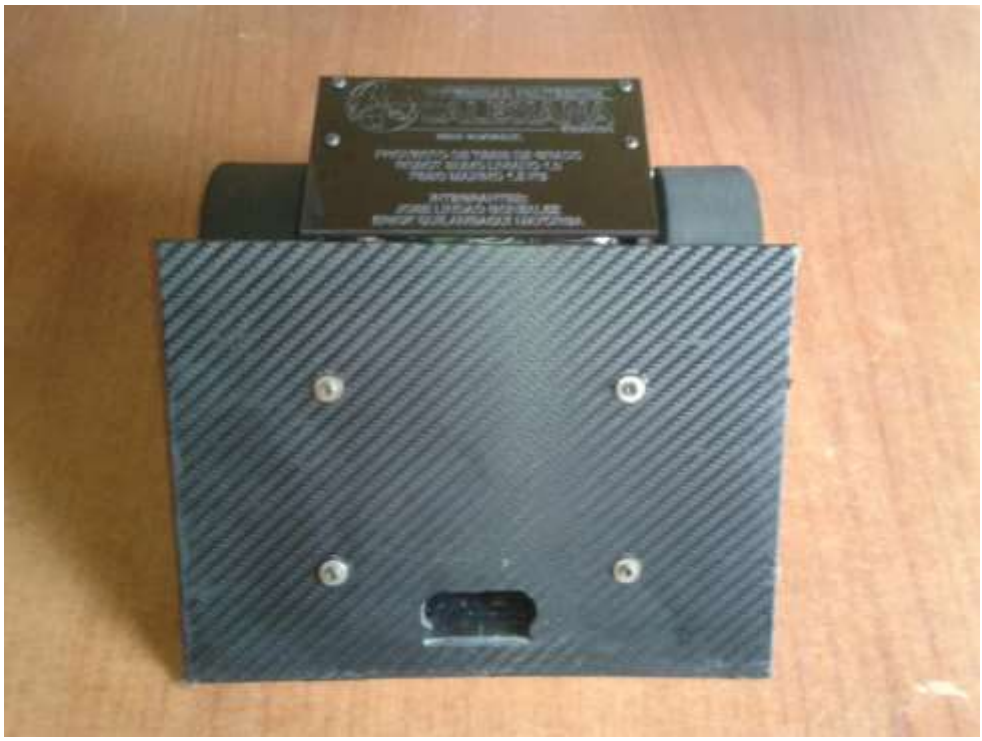


Figura 83: Robot Sumo liviano diseño final

Fuente: Los Autores, año 2014

3.10.3. Detalle del ensamblaje del robot sumo categoría liviano

Se empieza con el hecho de que las tarjetas electrónicas están listas, lo mismo que las piezas del autómata.

1. Se acopló los soportes metálicos con las piezas de acrílico que forman las partes laterales de la estructura. Se montan los motores y las baterías pequeñas, todos estos con sus cables respectivos.
2. Se usaron las piezas laterales de acrílico con la base del robot también de acrílico haciendo uso de los soportes de aluminio.
3. Luego de esto se monta la batería más grande y pesada controlando de que los polos de la batería no hagan contacto con el chasis de metal de los motores.
4. Se instaló las tarjetas donde se encuentra ubicados los sensores QRD1114 que son los que van a identificar y diferenciar los dos colores principales que son el blanco y el negro, ubicados en la superficie plana que es el ring o Dohyo.
5. Se montan y unen la base superior del autómata que sirve de soporte para la tarjeta.
6. Al colocar la tarjeta sobre su soporte, se la emperna para que quede sujeta y se realizan las conexiones respectivas de baterías, motores y sensores.
7. Luego se colocaron las ruedas o llantas por el lado indicado teniendo en cuenta que los ejes de los motores tienen un lado sesgado el cual ayuda a que las ruedas queden ajustadas con los pernos.
8. Se ubicó estratégicamente el sensor de proximidad el cual tiene que estar a una distancia y ubicación apropiada a fin de evitar daños en el sensor al momento de competir.
9. Se realizó la conexión respectiva del sensor de proximidad a la tarjeta electrónica.
10. Por último se instaló la estructura frontal en la parte delantera que es la protección principal del robot sumo liviano el cual esta estratégicamente diseñado en forma de rampa para luchar contra su oponente en el ring de pelea conocido como Dohyo.

3.10.4. Identificación de partes principales del robot sumo categoría liviano

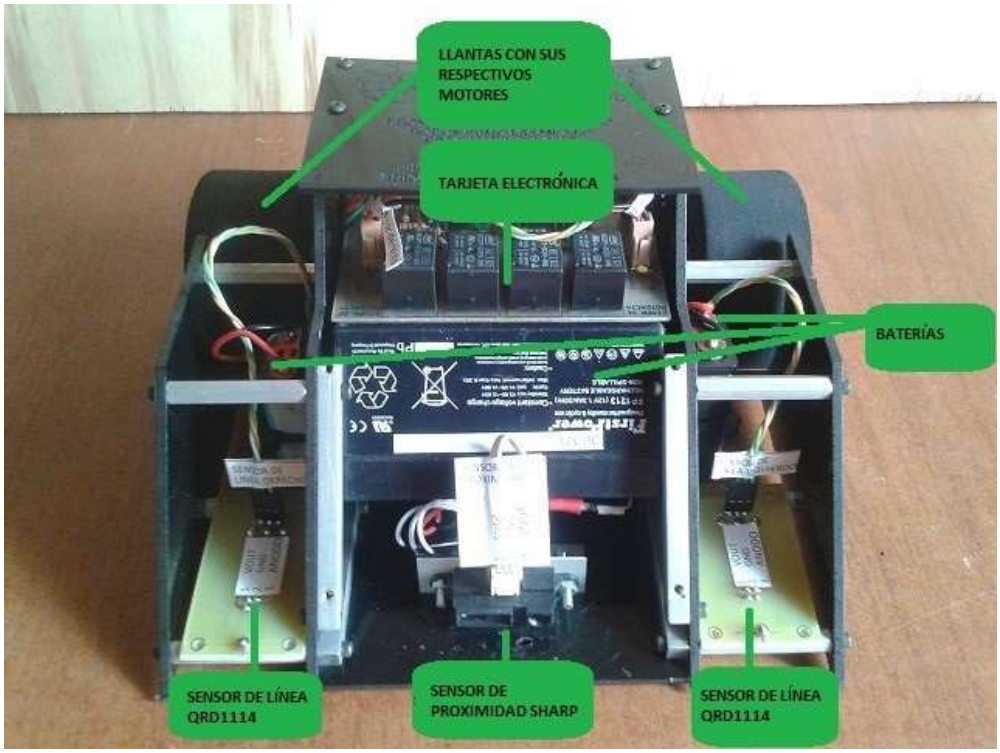


Figura 84: Identificación de Partes principales dentro de su estructura

Fuente: Los Autores, año 2014

Como se puede observar en la figura 84 se puede observar e identificar las partes más importantes y que se exponen a simple vista las cuales se enuncian a continuación:

- Sensor de línea QRD1114 ubicación sector izquierdo
- Sensor de línea QRD1114 ubicación sector derecho.
- Sensor de proximidad Sharp ubicado en la parte central del robot sumo.
- Baterías de 9 y 12 Volteos de corriente directa que se encuentran en el interior de la estructura del robot sumo.
- Tarjeta electrónica donde se encuentra toda la circuitería electrónica del robot.
- Llantas con sus respectivos motores ubicados en la parte trasera del robot.

3.10.5. Dimensiones del robot sumo categoría liviano

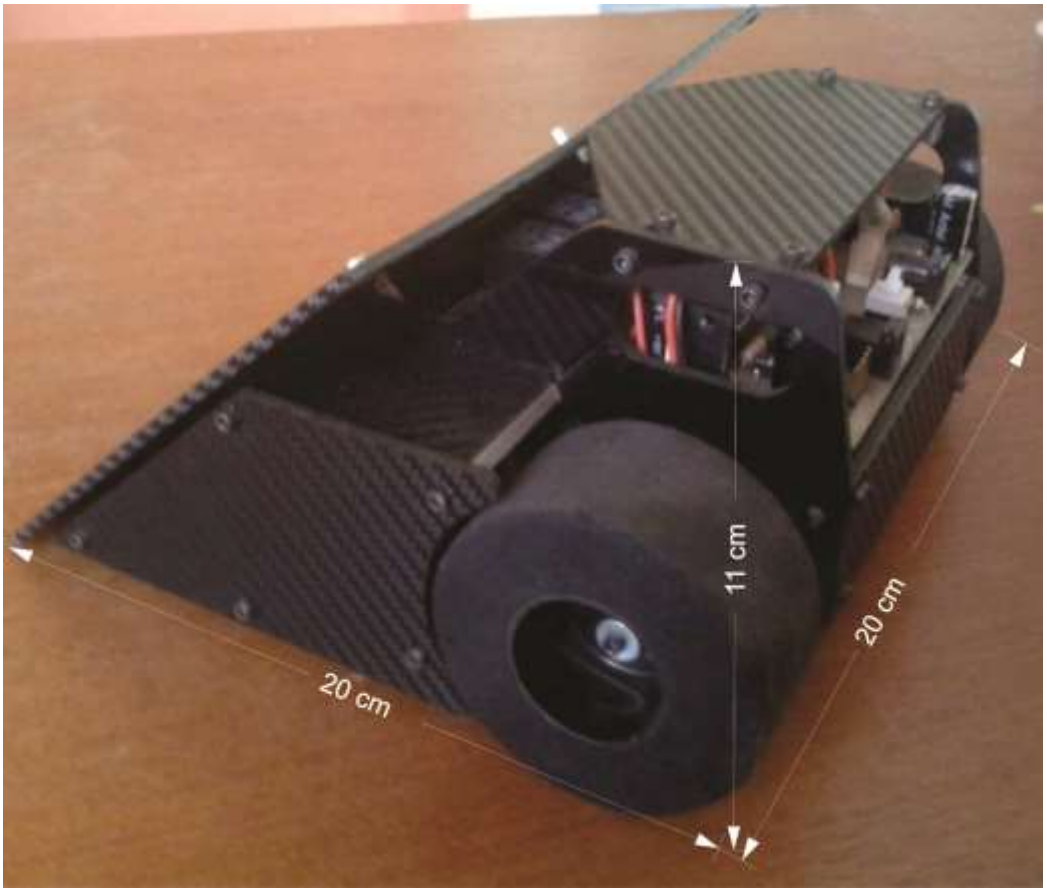


Figura 85: Producto terminado – Robot Sumo Categoría Liviano

Fuente: Los autores, año 2013

Luego de que se ha seguido los pasos debidamente acoplando sus partes de acuerdo a lo establecido, se tiene el producto listo para competir en el ring de pelea conocido como Dohyo, como se muestra en la figura 85, y con la seguridad de que el robot rendirá una buena contienda y además la estructura dando una garantía de que no se va desarmar en el ring de competencia.

Como se ilustra en la figura se está cumpliendo con las medidas reglamentarias impuestas por el C.E.R. 2012 logrando una estructura firme y estable para competir en una superficie plana.

3.10.6. Peso de robot sumo categoría liviano

En el reglamento impuesto en el CER 2012 se especifica claramente que hay que cumplir con las normas que indican tanto el peso como las dimensiones para lo cual se ilustra en la figura 86 el peso que está indicando en la balanza lo cual está conforme al reglamento el cual indica que debe de tener un peso no mayor a 1.5 kg en su categoría en este caso liviano.

Figura 86: Peso 1.5 kg de Robot Sumo Liviano

Fuente: Los Autores, año 2014

La balanza indica el peso del robot sumo categoría liviano el cual está cerca del límite que es de 1.5 kg, cumpliendo con el peso apropiado que indica el reglamento de competencia.

3.10.7. Ensamblaje del robot sumo categoría pesado

El proceso de ensamblaje del Robot Sumo Categoría Pesado es muy similar al del liviano con ciertas diferencias que se visualizaran a continuación, las piezas de la estructura son diferentes pero el producto final es muy similar.

Las figuras desde la 87 a la 94 que se ilustran a continuación se observara claramente el proceso de ensamblaje del robot sumo categoría pesado el cual es más fuerte y robusto, compuesto de cuatro motores a diferencia del sumo liviano que solo está compuesto por dos, y una que otra diferencia de forma más que de fondo.

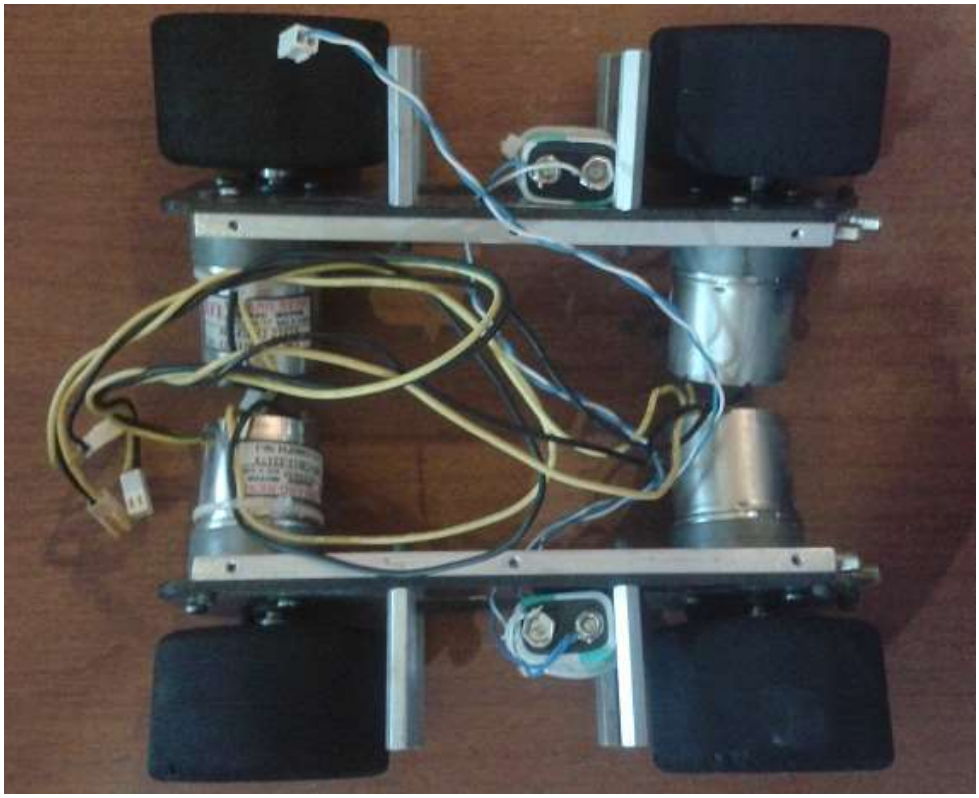


Figura 87: Estructura de del Robot con Motores y Llantas
Fuente: Los Autores, año 2013

Estructura interna del robot sumo pesado donde se observa en su interior los cuatro motores ya instalado o ensamblados en su estructura y sus respectivas llantas logrando una forma de estructura cuadra casi similar o igual a un carro de cuatro ruedas.

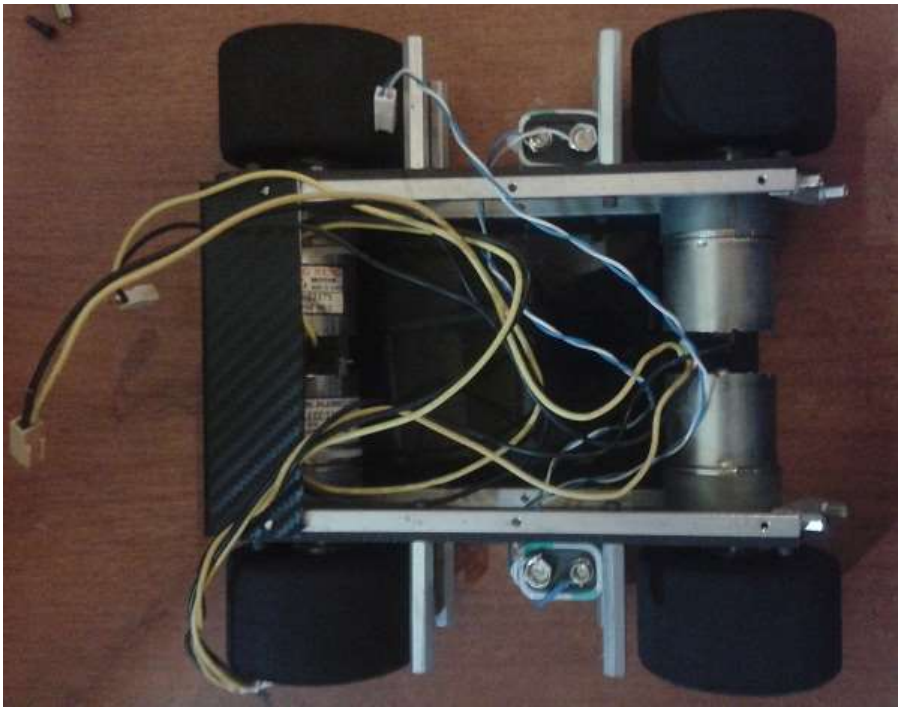


Figura 88: Estructura y Chasis con Baterías, Motores, Llantas

Fuente: Los Autores, año 2013

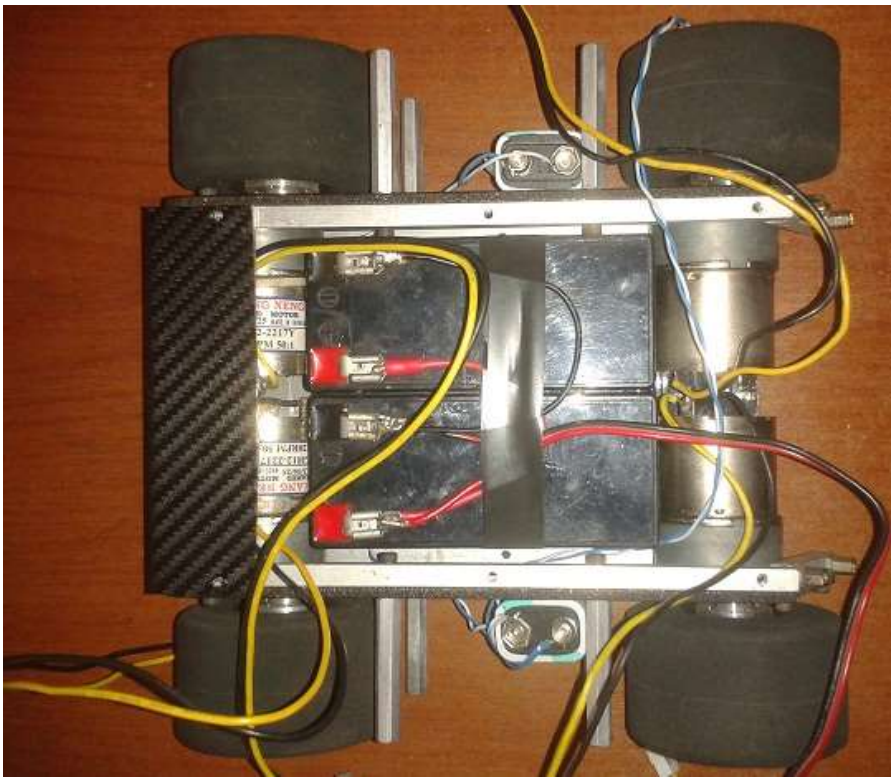


Figura 89: Estructura con Baterías de 12 Volteos de corriente directa (VDC)

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 90: Base de Estructura de Robot Sumo Pesado Compactada

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 91: Ensamblaje de Partes de Robot sumo Pesado

Fuente: Los Autores, año 2013

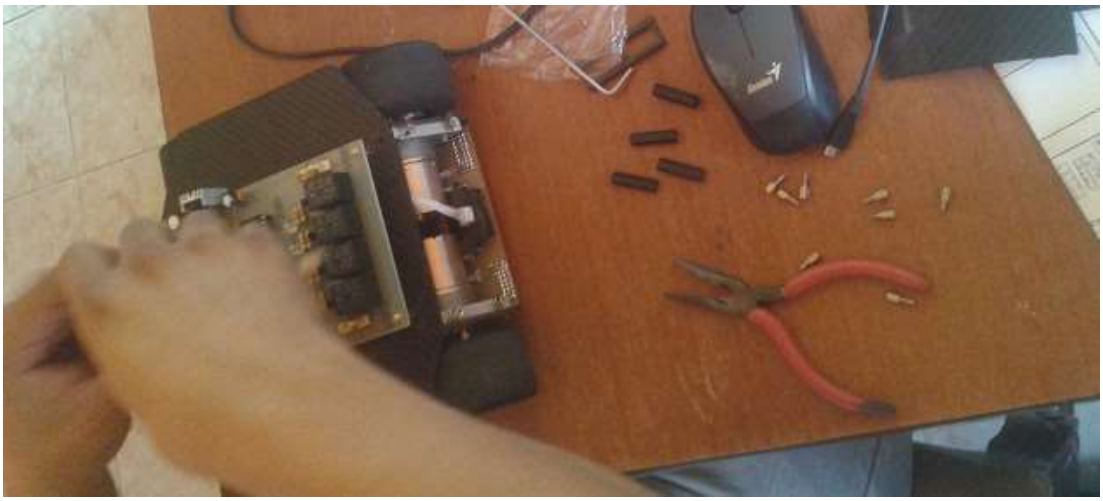


Figura 92: Ensamblaje de Tarjeta Electrónica en Robot Sumo Pesado

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 93: Estructura de Robot sumo Pesado con Tarjeta Electrónica

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 94: Diseño Final del Robot Sumo Pesado

Fuente: Los Autores, año 2013

De la misma manera que el Robot Sumo Categoría Liviano se armó este Robot, empezando por:

- Estructura del chasis y su base,
- Instalación de sus motores y llantas
- Ensamblaje de partes laterales,
- Ubicación de sus baterías que además ayudan en el peso
- Ubicación del soporte superior donde descansa la tarjeta electrónica.
- Conexión de sus partes externas en la tarjeta electrónica, como son motores, sensores, baterías.
- Tal como se aprecia en las figuras desde la 87 hasta la 94.

3.10.8. Identificación de partes principales del robot sumo categoría pesado

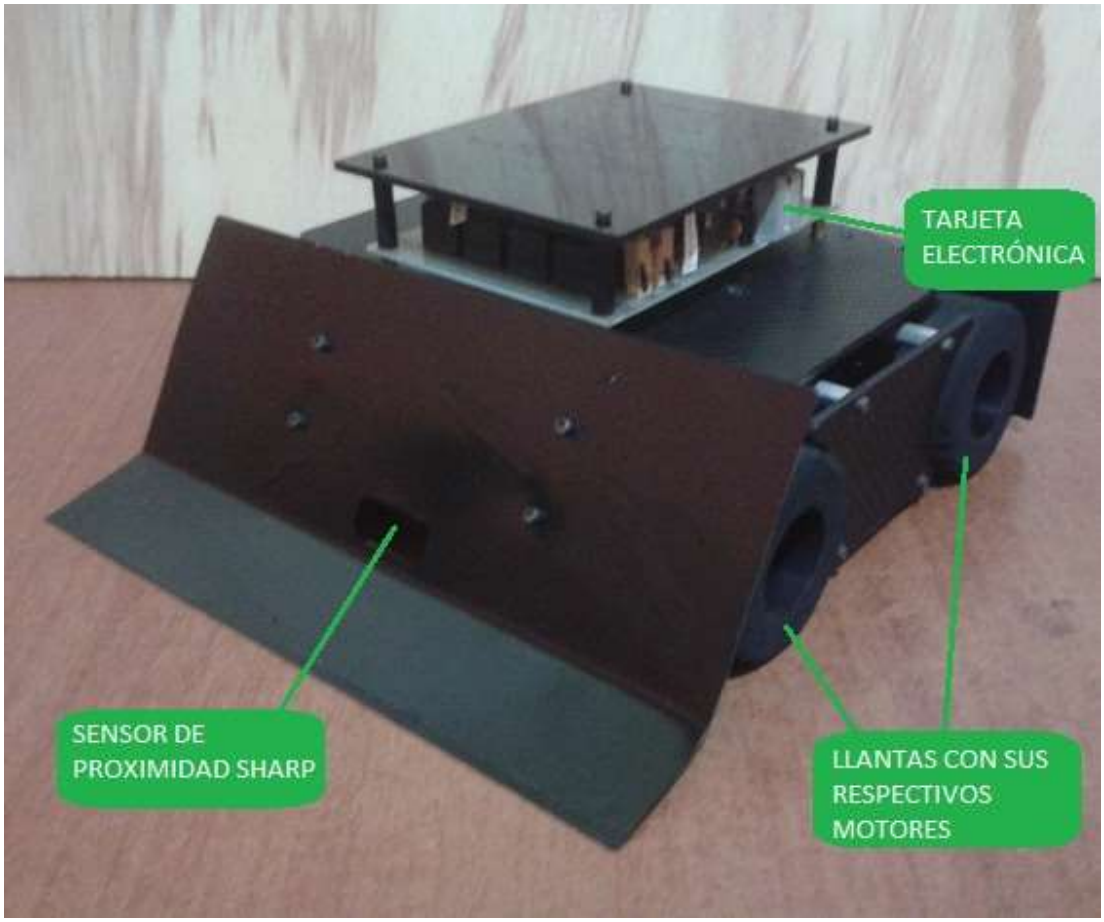


Figura 95: Partes Principales del Robot Sumo Pesado

Fuente: Los Autores, año 2013

Se puede identificar en la figura 78 las partes más importantes del robot sumo pesado las cuales se enuncian a continuación:

- Sensores de línea QRD1114 ubicación sector izquierdo y derecho.
- Sensor de proximidad Sharp ubicado en la parte central y frontal del robot.
- Baterías de 9 y 12 VDC que se encuentran en el interior de la estructura del robot sumo pesado.
- Tarjeta electrónica donde se encuentra toda la circuitería electrónica del robot.
- Llantas con sus respectivos motores ubicados en la parte trasera y delantera del robot.

3.10.9. Dimensiones del robot sumo categoría pesado

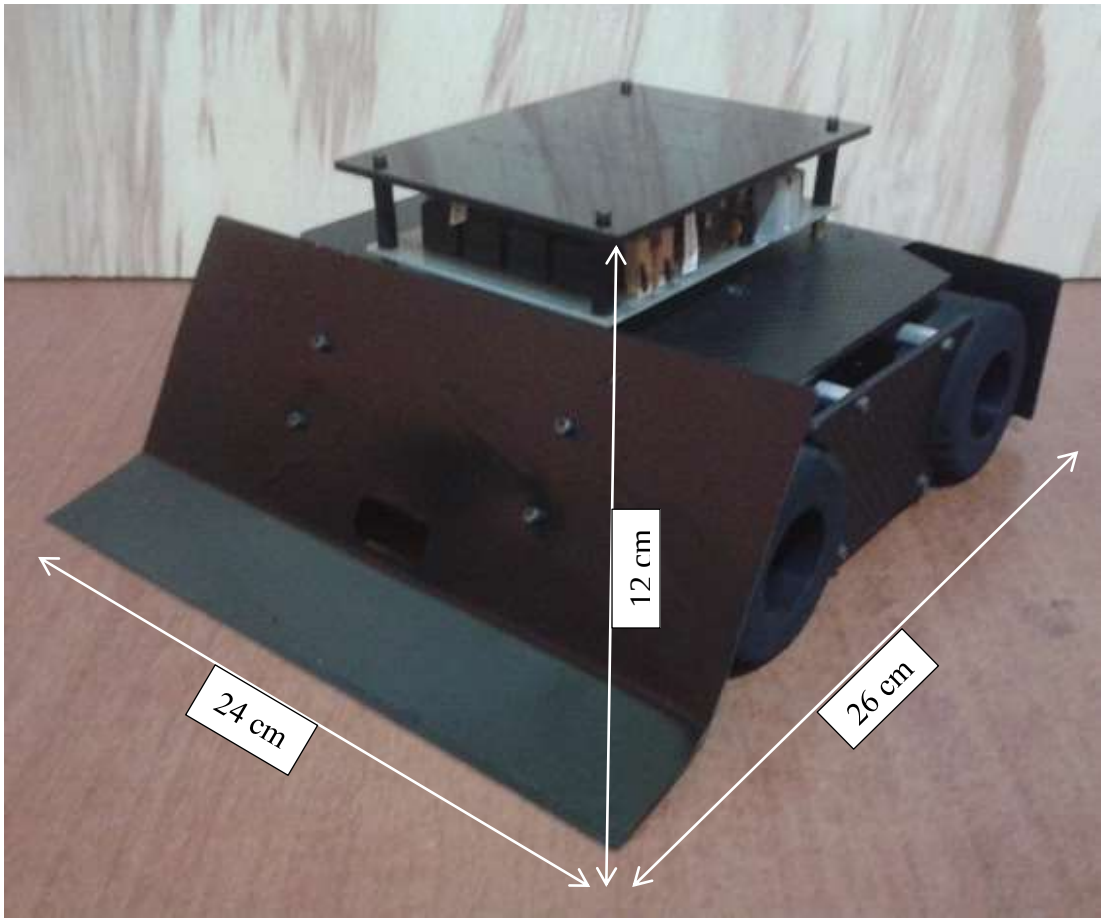


Figura 96: Producto terminado - Robot Sumo Categoría Pesado

Fuente: Los autores, año 2013

Como se observa en las imágenes se puede apreciar el producto terminado cumpliendo con las normas de dimensión reglamentadas en el CER 2012 y quedando la satisfacción por el trabajo realizado.

Las dimensiones son como se ilustra en la figura 96 y son las siguientes:

- Ancho 24 cm
- Largo 26 cm
- Altura 12 cm
- Peso 3 kg

3.10.10. Peso de robot sumo categoría pesado

En el reglamento impuesto en el CER 2012 se especifica claramente que hay que cumplir con las normas que indican tanto el peso como las dimensiones para lo cual se ilustra en la figura 97 el peso que está indicando en la balanza lo cual está conforme al reglamento que es no mayor o igual a un peso de 3.0 kg.

Figura 97: Peso 3.0 kg Robot Sumo Pesado
Fuente: Los Autores, año 2014

Con esto se ha terminado todo lo referente al diseño, construcción y programación de los robots sumo para la categoría liviana y pesada.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT SEGUIDOR DE LÍNEA

4.1. Robot seguidor de línea modalidad velocidad

En los sistemas de mecatrónica más trascendental se encuentran los robots, que son máquinas autónomas diseñadas para cumplir un objetivo específico.

Un robot seguidor de línea modalidad velocidad lo define como la unión de varias tecnologías que intervienen para su diseño y construcción, como son la mecánica, sensores, electrónica y programación, la correcta implementación de cada una obtendrán resultados extraordinarios.
El robot seguidor de línea está basado su desarrollo y ejecución tomando como referencia el principio de un triciclo.

Cabe mencionar que por experiencia propia y en base a varias pruebas y diseños realizados de los robots seguidores de línea en su modalidad velocidad cabe mencionar con absoluta certeza que este modelo ha brindado resultados satisfactorios cumpliendo con los objetivos trazados logrando mejor estabilidad, dirección y una velocidad moderada.

Este diseño que menciona inicialmente su fabricación resulta más compleja que cualquier otro diseño por cuanto requiere de una precisión mecánica mucho mayor por su estructura para lograr tanto estabilidad, control y dirección, lo cual se explicara mejor en la sección de diseño y estructura.

El robot al igual que algunos robots seguidores de línea está compuesto por dos motores pero a diferencia de los demás que usan un motor de cada lado izquierdo y

derecho respectivamente, el robot seguidor velocista está compuesto por dos motores pero con una diferencia que se encuentran ubicados en el centro de la estructura del robot, uno genera el movimiento de tracción controlada su velocidad mediante la programación por medio de una señal de modulación por ancho de pulso (PWM), el otro motor funciona como un volante que cambia su trayectoria o recorrido de acuerdo a la forma de trayecto de la pista, haciendo cambios de izquierda a derecha según su recorrido ya sea este lineal o en curvas.

Físicamente es más pequeño y liviano comparado con los otros dos autómatas ya descritos, debido a que su función es recorrer una pista en el menor tiempo posible para lo cual es necesario que lo haga con una velocidad moderada, ese es el grado de complejidad que se muestra en este proyecto y el reto de poder realizarlo y la satisfacción es indudable.

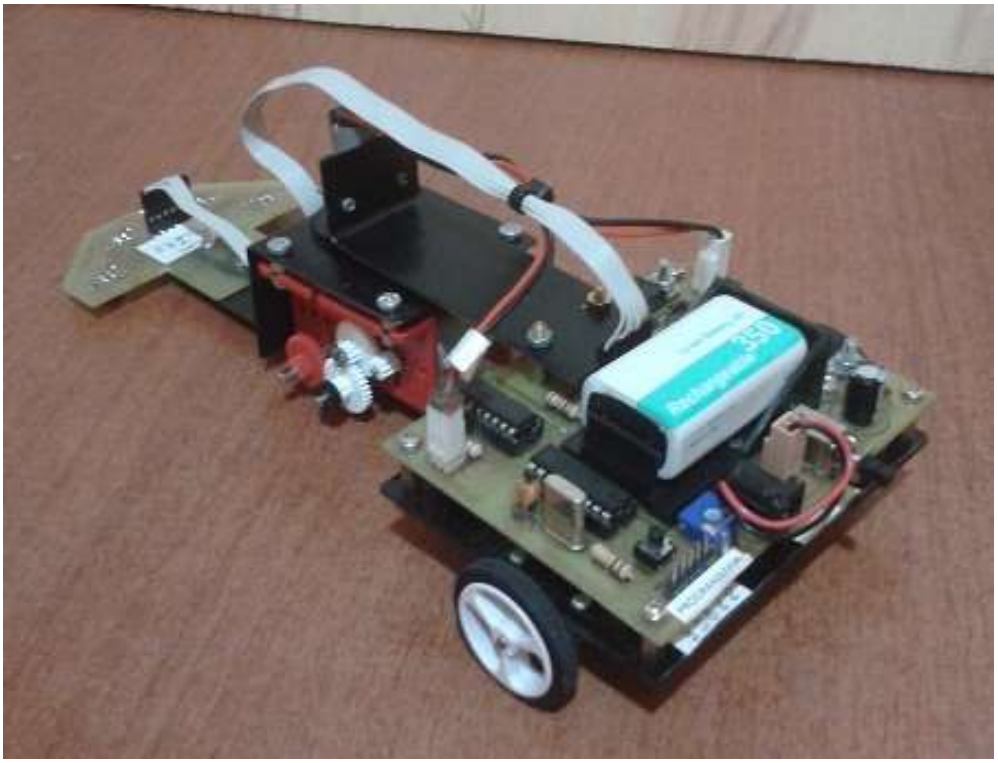


Figura 98: Robot seguidor de línea modalidad velocidad.

Fuente: Los Autores, año 2014

La misión del seguidor velocista es completar un circuito de una pista de seguidor de línea en el menor tiempo posible, el mismo que está marcado por una línea negra sobre un fondo blanco.

Al igual que los anteriores autómatas, este debe responder por cuenta propia de acuerdo a la lógica de programación que se encuentra en el controlador de interfaz periférico (PIC).
Sus mayores obstáculos serán las curvas que encuentre en el circuito, las cuales debe saber tomarlas a la velocidad que se desplace, para ello se ha diseñado el programa que interpretara lo requerido en el tiempo moderado considerando que existe velocidad en su recorrido.

Se ha dividido el estudio de este robot autómata en tres secciones que son:

- Hardware
- Software
- Diseño y Estructura

Las mencionadas secciones de detallaran a continuación explicando las partes que intervienen en cada sección y una breve descripción explicita de las mismas.

4.2. Hardware

Se va a describir en esta sección todo lo que se refiere a nuestra parte tangible, el circuito electrónico, como son diagrama de bloque, diagramas de circuitos, etapas del circuito y componentes del circuito; con la finalidad de que sea lo más explícito posible.

Dentro de la sección de hardware se tiene tres etapas que son:

- Fuente de alimentación
- Etapa de Control
- Etapa de potencia

A continuación se muestra en el siguiente diagrama de bloques el cual se ilustra en la figura 99 donde se observa las diferentes etapas que conforman el circuito electrónico.

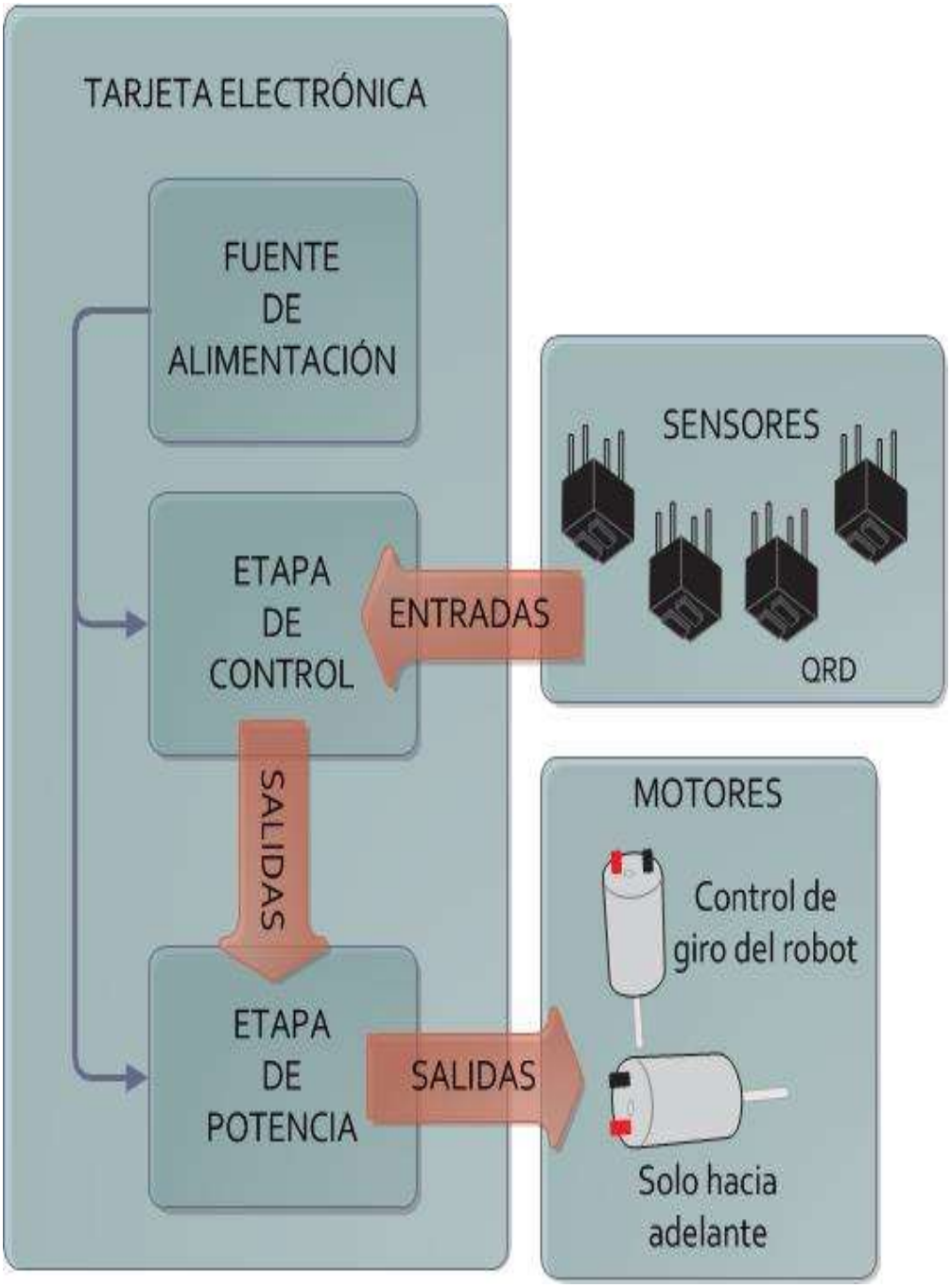


Figura 99: Diagrama de bloques de la tarjeta electrónica

Fuente: Los autores, año 2013

4.2.1. Fuente de alimentación

En esta etapa se distribuirá toda la energía eléctrica de corriente directa que proviene de las baterías, a las otras etapas que se la solicitan.

De esta manera se cubre el suministro necesario de energía para el correcto funcionamiento de todo el circuito.

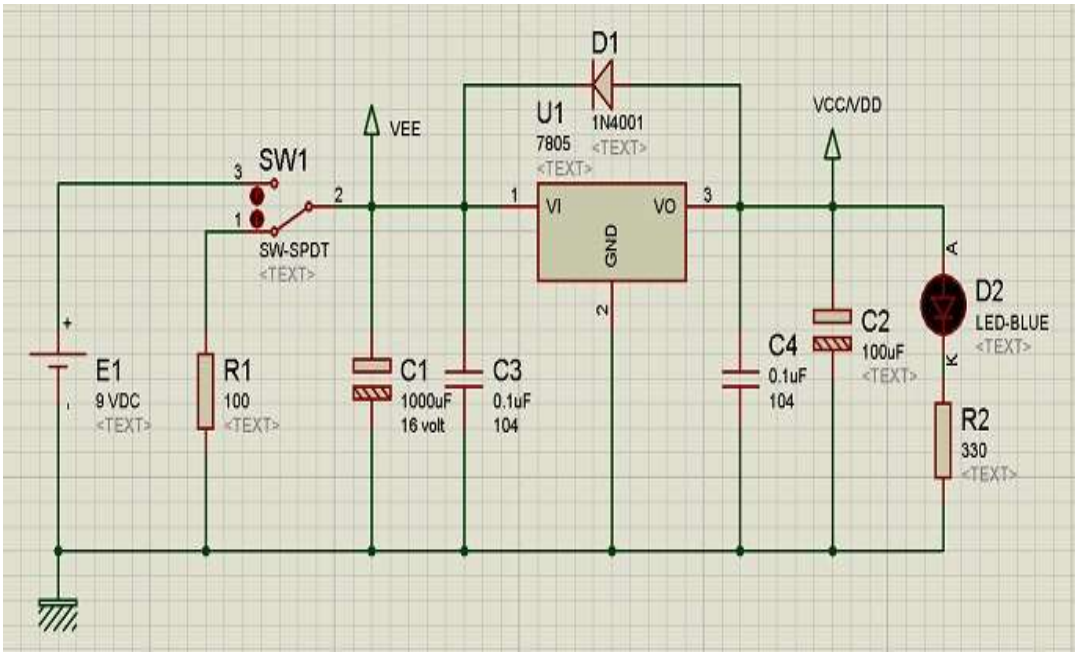


Figura 100: Diagrama electrónico: Fuente de alimentación

Fuente: Los autores, año 2013

Para el desarrollo de esta fuente de alimentación, se tuvo en consideración el consumo total de todo el circuito electrónico el cual se obtuvo de medir la capacidad de consumo de los motores al máximo rendimiento y del cálculo de consumo de los elementos de la tarjeta.

Para lo cual se realizará de una sola batería recargable de 9 volteos de corriente directa la cual tiene un amperaje de 350 m a el mismo que de acuerdo a la lectura de consumo y rendimiento del carro satisface su demanda y por ende es más que suficiente y apropiada logrando de estar manera añadirle al robot elementos ligero que no repercuten al final en un excesivo peso.

A continuación se muestra una tabla en la que se enlistan todos los componentes de la fuente de alimentación con su respectiva ubicación.

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
C1	Condensador Electrolítico de 1000uF /16V
C2	Condensador Electrolítico de 100uF /25V
C3	Condensador fijo 104 pf
C4	Condensador fijo 104 pf
D1	Diodo rectificador 1N4001
D2	Diodo led azul
E1	Batería de 9VDC recargable de Li-ion
R1	Resistencia de 100k Ω / ½ W
R4	Resistencia de 330 Ω / ½ W
SW1	Switch de doble servicio
U1	Regulador de voltaje 7805

Tabla 20: Elementos de la Fuente de Alimentación

Fuente: Los autores, año 2013

4.2.1.1. Descripción del circuito

Una breve descripción del circuito electrónico en su sección de la fuente de alimentación

- Empezando el circuito con la tensión E1 que proviene de una batería de 9VDC Recargable de Li-ion. Con esta tensión, después de ser regulada, se pretende alimentar todo el circuito tanto en la Etapa de Control como en la Etapa de Potencia, teniendo en cuenta que el consumo más fuerte corresponde a los motores que se encuentran en la última etapa mencionada.
- Encontrar en la ubicación D1 un Diodo Rectificador 1N4001que se encuentra en paralelo al Regulador U1, este elemento evita a la existencia de corriente redundante que salga del mismo Regulador.

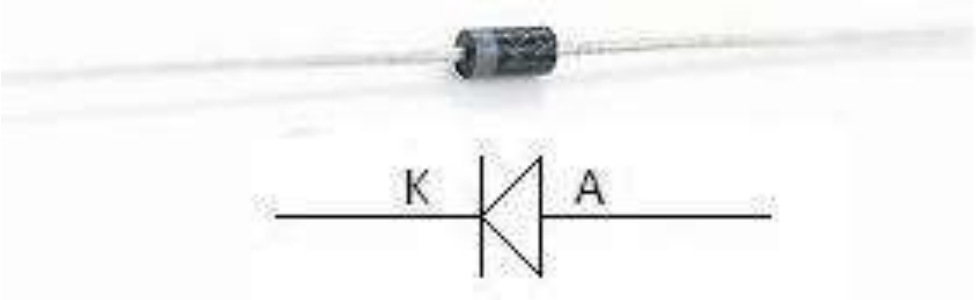


Figura 101: Diodo Rectificador 1N4001 – Simbología

Fuente: Los autores, año 2013

- El switch SW1 es quien se encarga de distribuir toda la tensión que sale de la batería, solo basta ponerlo en estado de encendido para que nutra al regulador de voltaje U1 que corresponde a un 7805, comienza hacer su función que es suministrar los 5VDC con la que alimenta de manera íntegra y directa a la Etapa de Control y a la Etapa Potencia

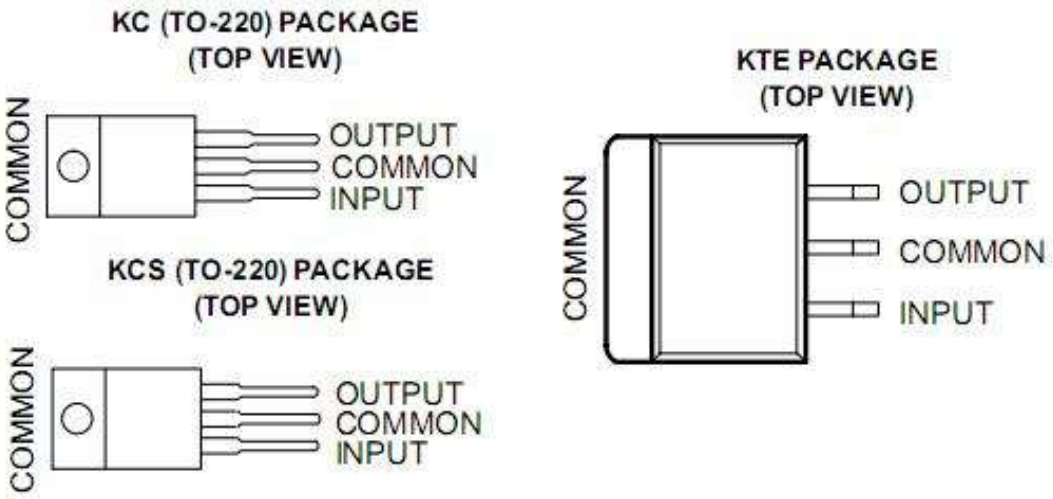


Figura 102: Descripción del regulador de Voltaje 7805

Fuente: (Texas Instruments, 2013)

- Contar con la presencia de dos filtros electrolíticos mismos que eliminan corrientes parasitas que suministra la tensión E1.
- De igual manera se tiene dos condensadores fijos los cuales cumplen con la función de eliminar los picos de voltaje.
- Aterrizar cualquier descarga de corriente mediante las resistencias R1 y R4, estas resistencias actúan como limitadoras de corriente.

- El diodo Led de ubicación D2 permite indicar que existe volta de corriente directa circulando por el circuito es decir es un indicador de encendido y apagado.

4.2.2. Etapa de control

En el desarrollo de la Etapa de Control, se fija en la necesidad de usar sensores que ayuden a rastrear la línea guía de color negro, para esto se usan los sensores QRD 1114, los mismos que envían su señal directamente al microcontrolador utilizando como entradas análogas los puertos A del controlador de interfaz periférica (PIC) 16F819.

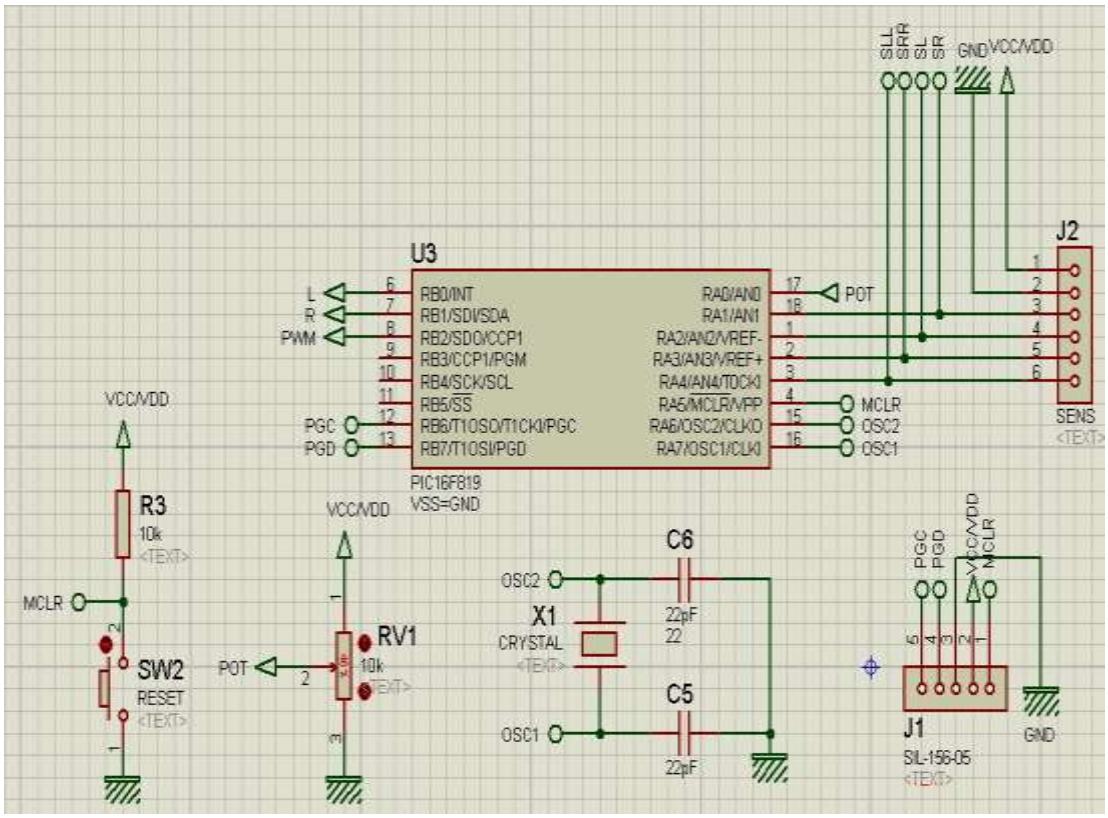


Figura 103: Diagrama electrónico: Etapa de Control

Fuente: Los autores, año 2013

Para la modulación de los sensores se usa un potenciómetro con el que indica la sensibilidad necesaria de la entrada análoga.

A continuación se detallan todos los componentes de la etapa de control con su respectiva ubicación.

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
U3	PIC 16F819
SW2	Switch para Reset
C6	Condensador de 22Pf
C5	Condensador de 22Pf
J1	Entrada del Programador
J2	Entrada de Sensores
R3	Resistencia de 10K Ω / ½ W
RV1	Potenciómetro de 10K Ω
X1	Cristal de Cuarzo de 20MHz

Tabla 21: Elementos de la Etapa de Control

Fuente: Los Autores, año 2013

4.2.2.1. Descripción de la etapa de control

En esta etapa se cuenta con un controlador de interfaz periférica PIC de la serie 16F819 que es donde se encuentra la programación de todo lo que hace el robot seguidor de línea modalidad velocidad, el cual mediante una serie de indicaciones lógicas en su programa y sentencias con variables determina su funcionamiento por medio de la información de datos que recibe de los sensores como medio externo de información y la procesa para luego enviar las indicaciones de tracción y dirección hacia la etapa de potencia que gobierna los motores del seguidor.

4.2.2.2. Controlador de interfaz periférico PIC 16F819

Se decidió usar este Microcontrolador por la cantidad de líneas de programación que soporta lo cual es reflejado en la capacidad de almacenamiento que soporta el controlador en palabras, la misma que en el lenguaje de programación se ejecuta

alrededor de 400 palabras, estando por debajo de la capacidad de soporte que tiene el controlador el mismo que en el data sheet indica que es de 2048 palabras.

De igual manera se puede trabajar con los puertos A donde trabajos en la conversión análogo digital y vale mencionar que el integrado físicamente es pequeña ocupando de esta manera poco espacio en nuestra tarjeta electrónica.

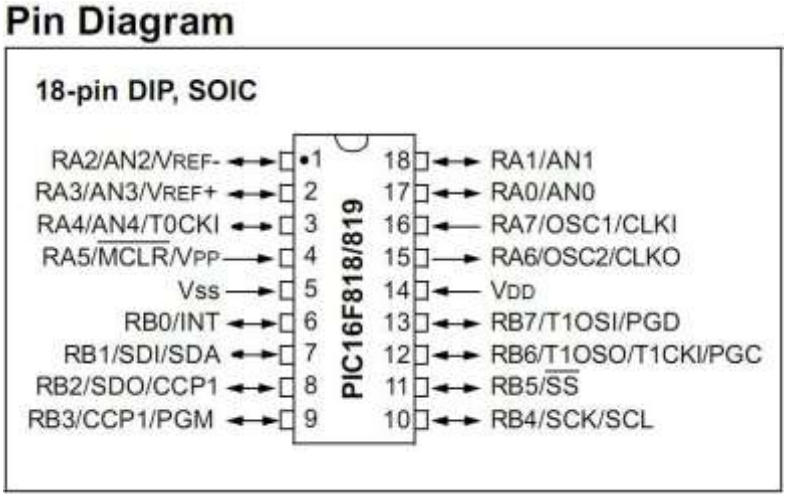


Figura 104: PIC 16F819

Fuente: (Microchip, 2013)

Se puede observar en la Figura 104 que el controlador de interfaz periférico (PIC) cuenta con dos puertos A y B, los mismos que se usaron como entradas para los sensores y salidas para los motores en su etapa de potencia.
De igual manera se hace uso de determinados puertos para habilitar la entrada para la programación del microcontrolador por medio de un conector.

Puerto A.- Este puerto consta de 8 pines los cuales se usan como entradas analógicas a los que les llegan las señales de los sensores QRD1114. Se empezó con el puerto A0, al que le llega la señal del potenciómetro RV1 quien regula la sensibilidad de los sensores que entran por la ubicación J2 tanto izquierdos como derechos.

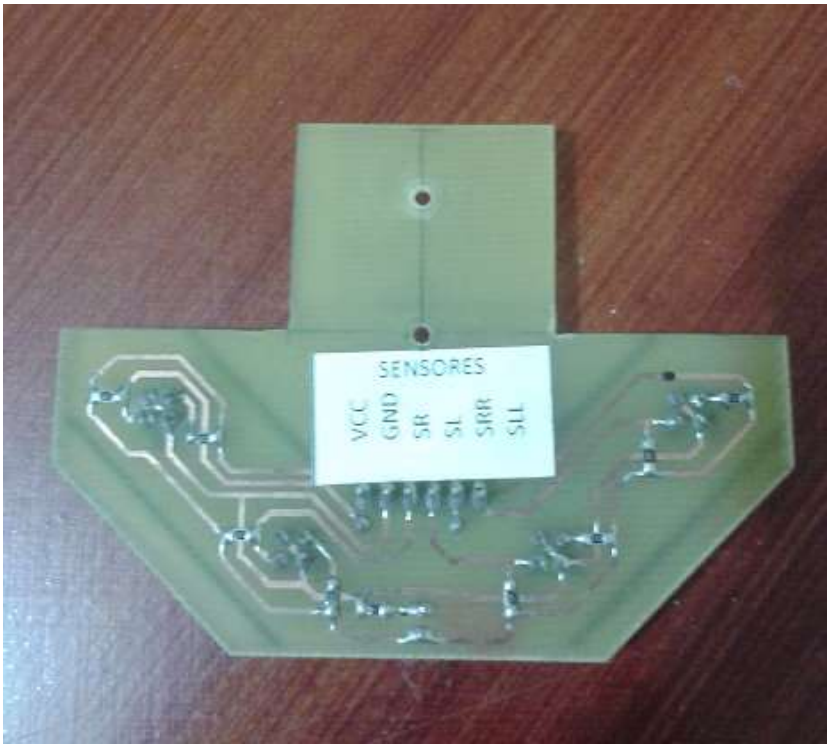


Figura 105: Tarjeta de sensores del robot seguidor de línea en su lado superior

Fuente: Los autores, año 2013

Figura 106: Tarjeta de sensores del robot seguidor de línea en su lado inferior

Fuente: Los autores, año 2013

A través del conector J2 también llegan a las entradas 1, 2, 3 y 4 del Puerto A de la PIC, las señales de los sensores QRD1114, los que me van a enviar mi información de datos hacia el controlador de interfaz periférico indicando el sentido de dirección del robot.

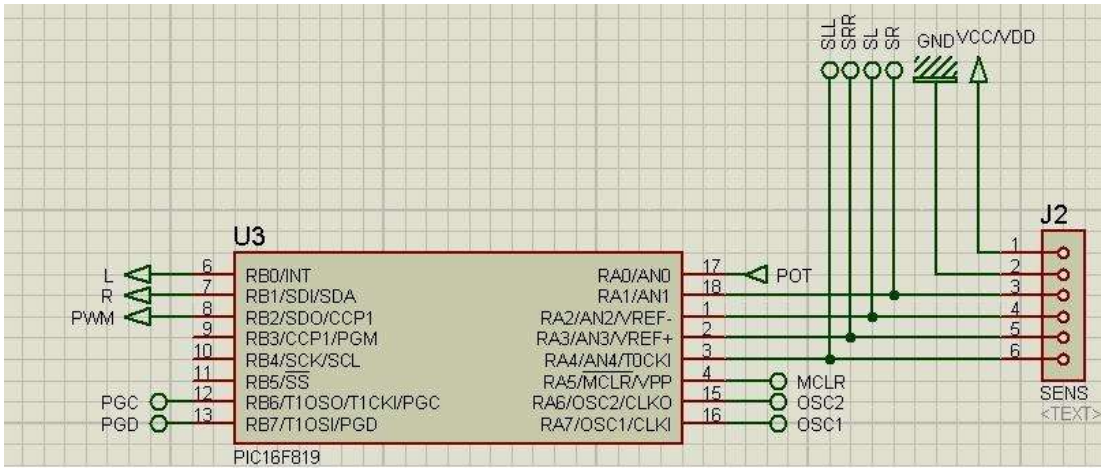


Figura 107: Conexión de entradas de sensores QRD1114 en el PIC16F819

Fuente: Los Autores, año 2013

El pin número 4 del PIC es la entrada de Master Clear quien sirve para el botón de RESET, esta opción es indispensable en todo circuito electrónico para reiniciar la programación del control cuando entre en estado erróneo.

La señal del cristal X1 es la señal del reloj para el PIC, esta señal entra por los pines 15 y 16, del PIC que equivalen al puerto A6 y A7.

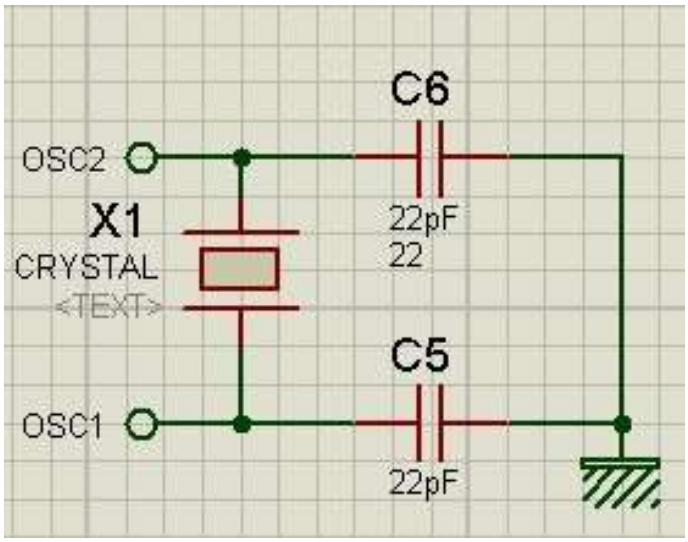


Figura 108: Esquemático de conexión de cristal oscilador

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 109: Componentes que generan la Señal del CLOCK

Fuente: Los Autores, año 2013

El PIC tiene un oscilador de 20Mhz el cual sirve propiamente para oscilar el circuito integrado con la frecuencia ya mencionada produciendo una señal de reloj conocida también en el PIC como CLOCK.

Puerto B.- Este puerto también consta de 8 pines tal como el puerto A. Con la diferencia que de este puerto no se usan todos sus pines.

Del PIC se sacó dos señales para el motor que controla la dirección del robot, tal como lo hace un volante en un automóvil. Las señales que salen del PIC son Izquierda y Derecha (L- R) por los pines 6 y 7 que equivalen al puerto B0 y B1 del PIC mencionado.

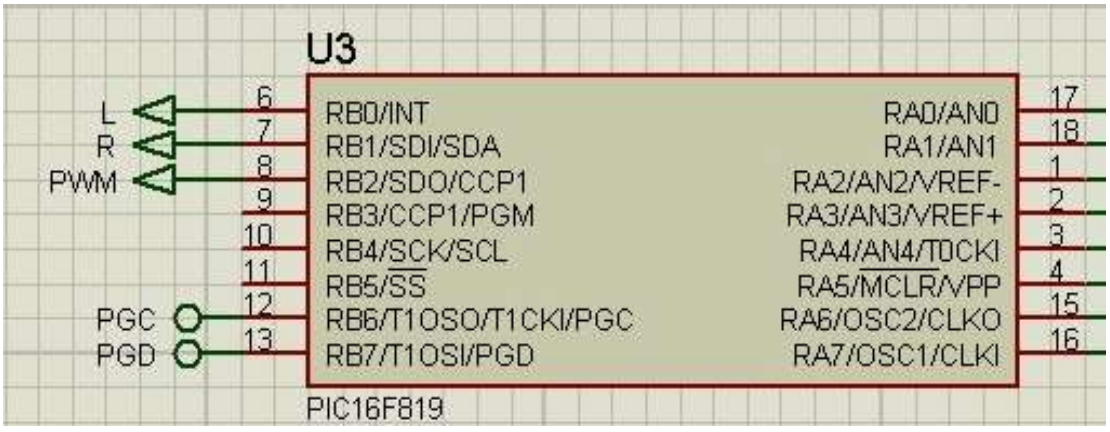


Figura 110: Distribución de los Puertos B en la tarjeta electrónica.

Fuente: Los Autores, año 2013

Se tiene dos señales PGC y PGD que ingresan al PIC a través del puerto B6 y B7 que corresponden a los pines 12 y 13. Esta señal va al conector J1 que es la entrada del programador PICKIT2LITE, mediante el cual se ingresa al programa el PIC, para que sea ejecutado por el mismo cuando sea requerido.

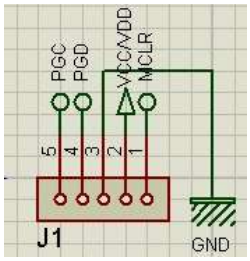


Figura 111: Conector J1 para programar PIC 16F819

Fuente: Los Autores, año 2013

4.2.2.3 Diagrama en bloques de PIC16F819

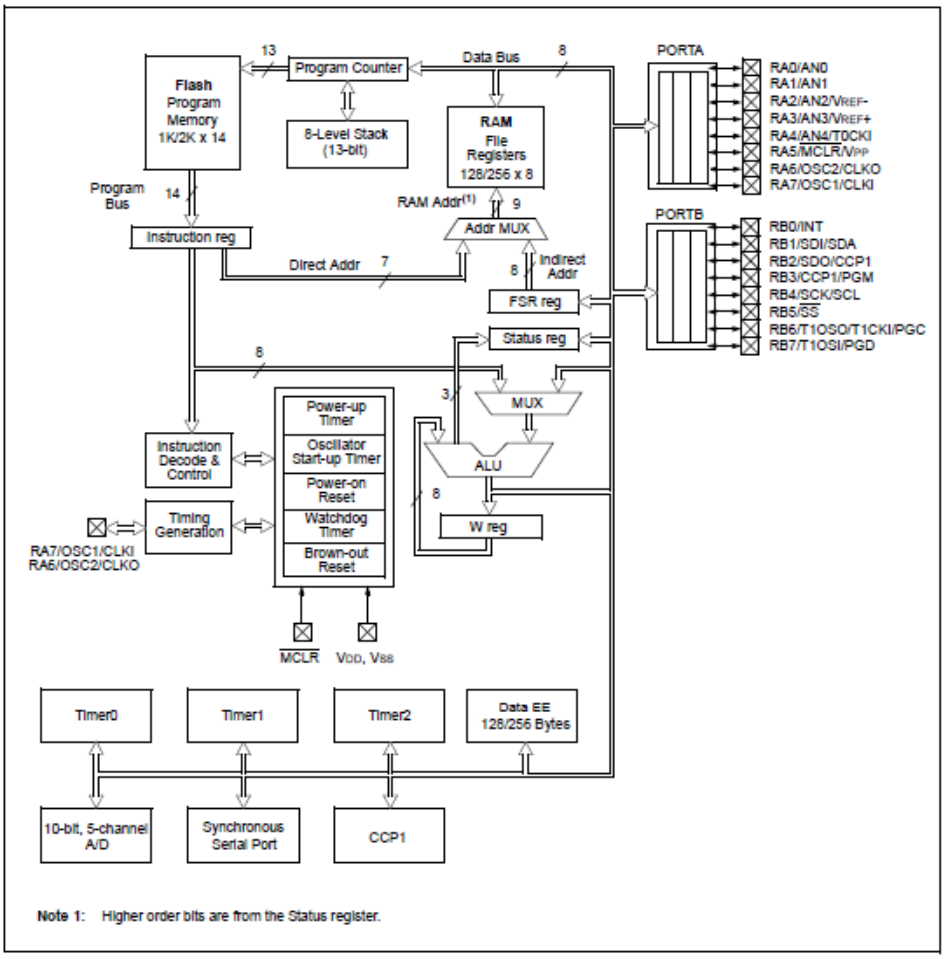


Figura 112: Diagrama en Bloques PIC16F819

Fuente: (Microchip, 2013)

4.2.2.4. Descripción de conexiones en el PIC16F819

Para determinar que este en correcto funcionamiento el PIC 16F819 se debe tomar en cuenta que tenga activado lo siguiente pines con su respectivo valor.

- VCC o VDD Pin 14
- GND o VSS pin 5
- Reset o MCLR pin 4
- Señal de reloj Pin 15 y 16

Tomando en consideración estos puntos, se considera acertadamente que el PIC funciona correctamente.

PIN	DESCRIPCIÓN
1	ENTRADA QRD
2	ENTRADA QRD
3	ENTRADA QRD
4	RESET O MCLR (MASTER CLEAR)
5	VSS O GND
6	SALIDA – IZQUIERDA
7	SALIDA – DERECHA
8	PWM
9	N/C
10	N/C
11	N/C
12	PGC – PROGRAMAR PIC
13	PGD – PROGRAMAR PIC
14	VDD O VCC
15	OSC1 / CLKIN
16	OSC2 / CLKOUT
17	POTENCIÓMETRO - SENSIBILIDAD
18	ENTRADA QRD

Tabla 22: Descripción de la conexión de los pines del PIC 16F819

Fuente: Los autores, año 2013

A continuación la descripción del circuito con los elementos restantes:

- RV1 es un Potenciómetro que ya se indicó antes, este regula la sensibilidad con la que los sensores van a ingresar la señal al PIC.
- X1 es un cristal de cuarzo que es el que le envía el pulso para generar la señal de RELOJ, importante para sincronizar el PIC.
- C6 y C5 son dos capacitores de 22pF los cuales ayudan a cancelar cualquier remanente de pulso o también llamados "armónicas" generadas por el cristal de cuarzo en su ubicación X1.
- R6 es una resistencia de 10K la cual se polariza con un botón "pulsador" para generar una señal de RESET que va a entrar por el pin 4 del PIC.
- J1 es el conector donde entra el cable que lleva la señal del programador del PIC.
- J2 es el conector donde entran las señales de los sensores.

4.2.3. Etapa de potencia

En la Etapa de Potencia se toma toda la intensidad que brindan las baterías y se la pasó a los motores para que cumplan su función específica.
En esta etapa interviene el funcionamiento específico de dos motores los cuales poseen distintas etapas de potencia, cada uno trabaja indistintamente del otro ya que poseen su propio integrado de potencia como se verá a continuación en la figura 96 y 97 indicando su respectiva conexión en el circuito electrónico.

4.2.3.1. Descripción del circuito etapa de potencia

Se empezó por las señales de entrada R y L que van directamente al motor M2, estas señales llegan desde el PIC16F819 e indican la trayectoria que va a tomar el Motor Eje M2.el cual se llamara motor de dirección.
Las señales antes mencionadas son para cuando deba girar a la "izquierda" o cuando deba girar a la "derecha" según tome la decisión el PIC16F819 en cuanto a las señales de los sensores que son enviadas al controlador de interfaz periférica.
En esta parte interviene un componente muy importante que es el driver L293D el mismo que trabaja con la salidas L R que provienen del PIC 16F819.

Los Diodos D4 y D5 simplemente son indicadores de que señal está llegando al motor con respecto a R o L y se desvanecen a tierra a través de la resistencia R7 de 330 ohmios.

Funcionan estos diodos led como indicadores de que el robot está siguiendo su trayectoria ya sea esta izquierda, derecha.

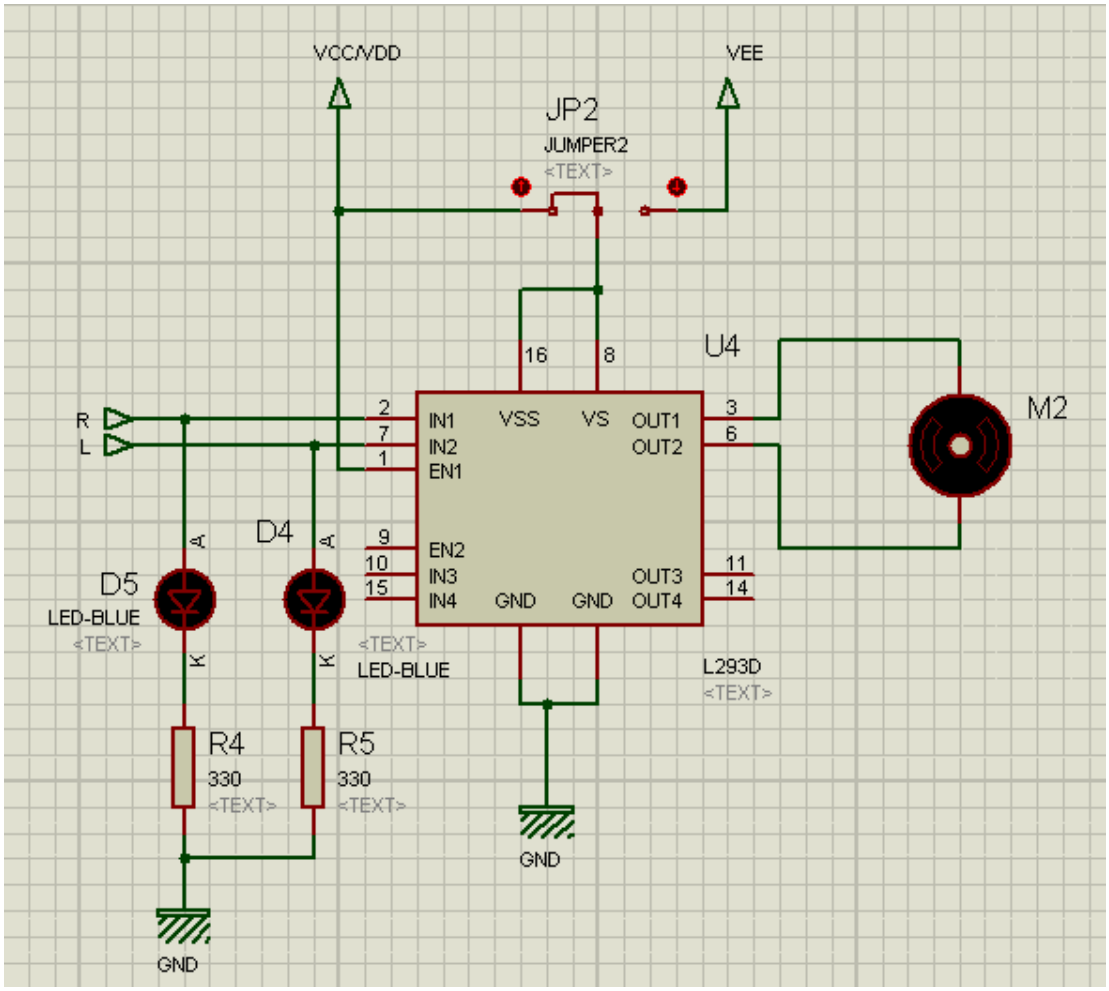


Figura 113: Esquemático de control de Dirección de Motor

Fuente: Los Autores, año 2013

Se tiene un transistor NPN Q1, que funciona como amplificador de potencia, de emisor común cuya carga está constituida por M1.

El diodo ZENER D3 1N5817 que va en paralelo a las conexiones del motor ayudan a mantener estabilizada cualquier caída mínima de voltaje causada por la carga y la resistencia específica del material del que está hecho el hilo de la bobina del motor.

La señal de modulación por ancho de pulso (PWM), salida del PIC16F819, en la etapa de Control, va directamente al transistor de potencia Q1 cuya referencia es TIP122, el mismo que entra en funcionamiento por medio de la base donde se encuentra conectada una resistencia de 1 KΩ logrando entrar en conducción colector emisor con respecto a tierra para que el motor M1 entre en funcionamiento.

Por medio de esta señal es que se le da la tracción necesaria al velocista para que entre en funcionamiento, dichos valores son cambiados en el lenguaje de programación logrando con esto determinar una velocidad estable con la finalidad de que el robot no se salga de la línea de recorrido y continúe su trayectoria correctamente.

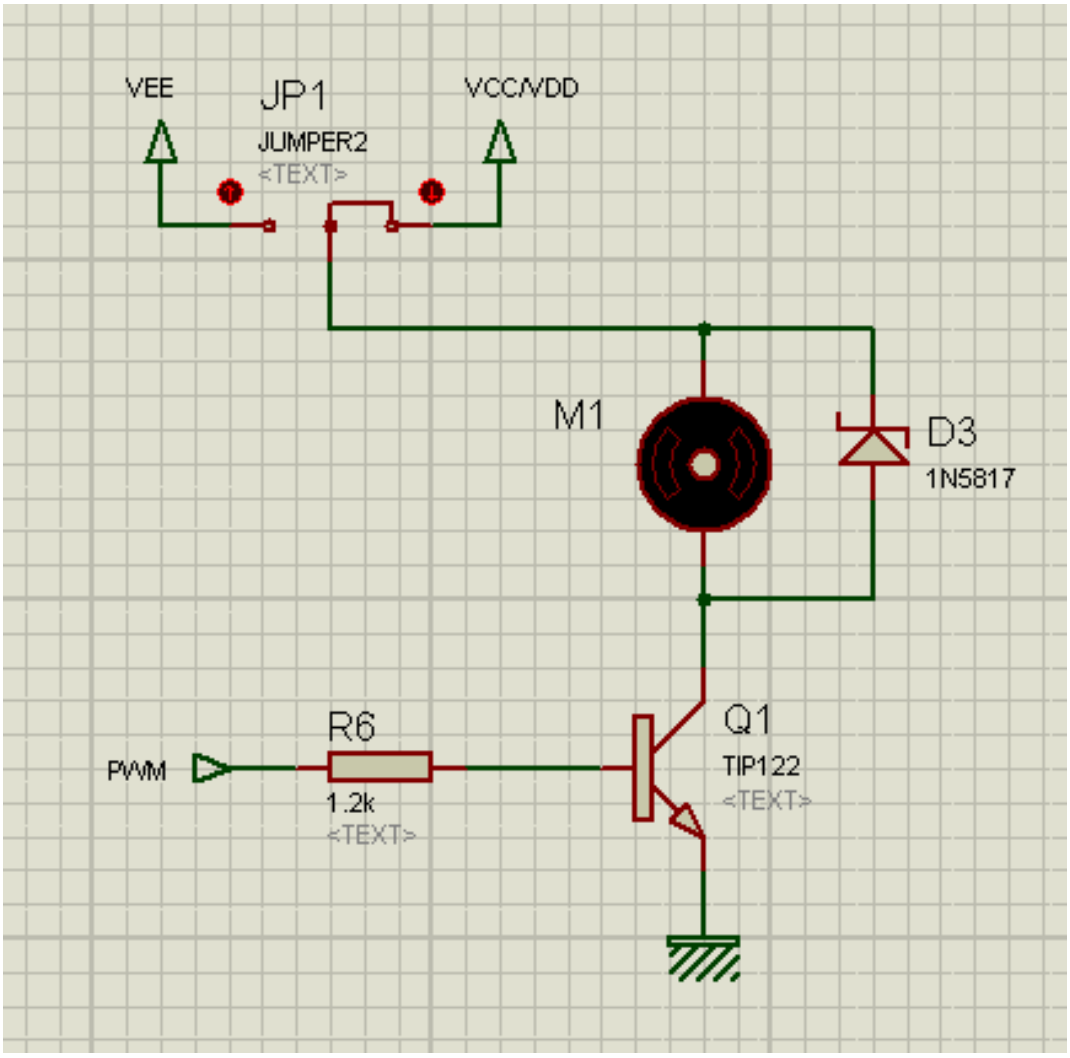


Figura 114: Esquemático de Motor de Tracción

Fuente: Los Autores, año 2013

4.2.3.2. Componentes de etapa de potencia breve descripción

Se va a dar una breve descripción de los componentes que intervienen en esta etapa así como sus especificaciones técnicas.
A continuación se enlistan todos los componentes que intervienen en esta sección y su respectiva ubicación.

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
C3	Capacitor 0.1uF
D3	Diodo Zener 1N5817
D4	Diodo led azul
D5	Diodo led azul
M1	Motor 6vDC
M2	Motor 6vDC
Q1	Transistor
R5	Resistencia de 1KΩ
R7	Resistencia 330 Ω
U2:A	Driver L293D
U2:B	Driver L293D

Tabla 23: Elementos de la Etapa de Potencia

Fuente: Los Autores, año 2013

4.2.3.3. Driver L293D

Uno de los actores principales en esta etapa de potencia es el integrado L293D el cual incluye cuatro circuitos para manejar cargas de potencia media, en especial pequeños motores y cargas inductivas, con la capacidad de controlar corriente hasta 600 mA en cada circuito y una tensión entre 4,5 V a 36 V.
Los circuitos individuales se pueden usar de manera independiente para controlar cargas de todo tipo y, en el caso de ser motores, manejar un único sentido de giro. Pero además, cualquiera de estos cuatro circuitos sirve para configurar la mitad de un puente H.

Viendo su configuración y composición el integrado L293D permite formar, entonces, dos puentes H completos, con los que se puede realizar el manejo de dos motores. En este caso el manejo será bidireccional, con frenado rápido y con posibilidad de implementar fácilmente el control de velocidad.

Figura 115: Driver L293D

Fuente: Los Autores, año 2013

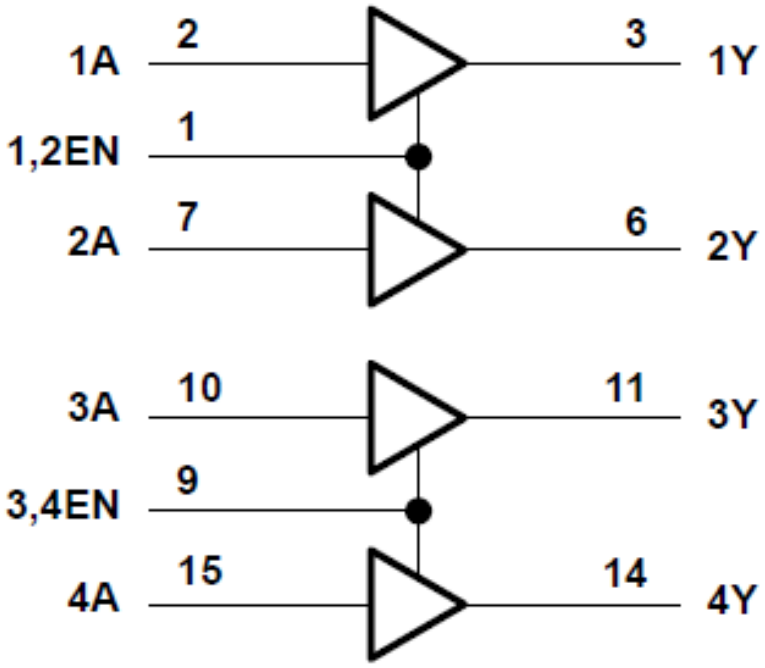


Figura 116: Diagrama Lógico de L293D

Fuente: (Texas Instruments, 2002)

Se puede observar que las salidas tienen un diseño que permite el manejo directo de cargas inductivas tales como relés, solenoides, motores de corriente continua y motores por pasos, ya que incorpora internamente los diodos de protección de contracorriente para cargas inductivas.

Las entradas son compatibles con niveles de lógica TTL. Para lograr esto, incluso cuando se manejen motores de voltajes no compatibles con los niveles TTL, el chip tiene pines de alimentación separadas para la lógica (VCC2, que debe ser de 5V) y para la alimentación de la carga (VCC1, que puede ser entre 4,5V y 36V).

Estos circuitos de salida se pueden habilitar en pares por medio de una señal TTL. Los circuitos de manejo de potencia 1 y 2 se habilitan con la señal enable que es 1,2 EN y los circuitos 3 y 4 con la señal enable que es 3,4 EN.

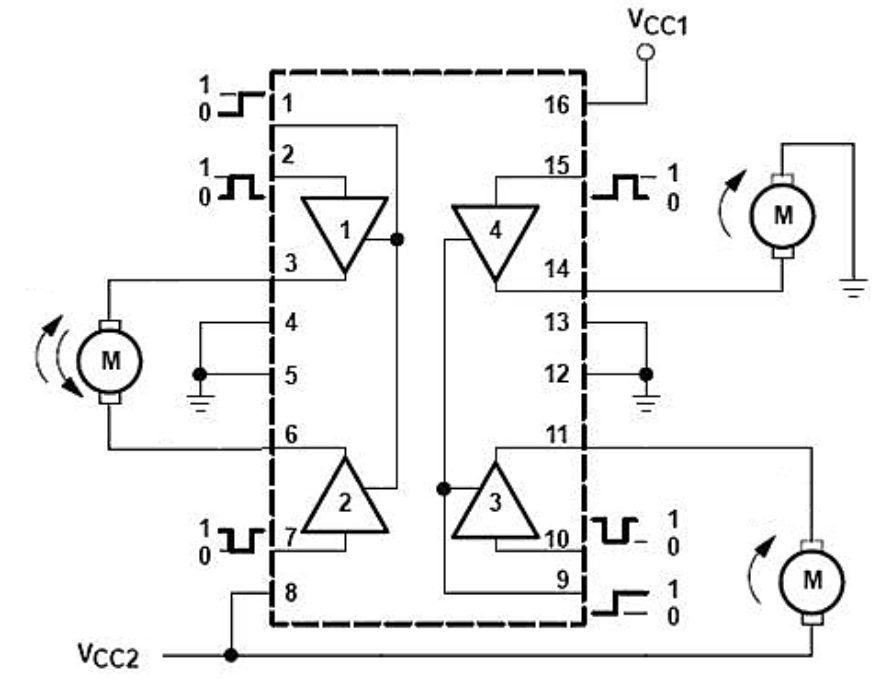


Figura 117: Conexión de Motores en un L293D

Fuente: (Texas Instruments, 2002)

Las entradas de habilitación permiten controlar con facilidad el circuito, lo que facilita la regulación de velocidad de los motores por medio de una modulación de ancho de pulso. En ese caso, las señales de habilitación en lugar de ser estáticas se controlarían por medio de pulsos de ancho variable.

Las salidas actúan cuando su correspondiente señal de habilitación está en alto, en estas condiciones, las salidas están activas y su nivel varía en relación con las entradas. Cuando la señal de habilitación del par de circuitos de manejo está en bajo, las salidas están desconectadas y en un estado de alta impedancia.

En la figura 101 se puede observar el funcionamiento de los niveles TTL que corresponden a cada situación de trabajo:

TABLA DE FUNCIONAMIENTO
(para cada uno de los circuitos)

ENTRADAS †		SALIDA
A	EN	Y
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

H = nivel alto L = nivel bajo X = irrelevante
Z = alta impedancia EN = habilitación
† en el modo de corte por protección térmica, las salidas estarán en el estado de alta impedancia, sin que afecte el estado de las entradas.

Figura 118: Tabla de Funcionamiento L293D

Fuente: (Texas Instruments, 2002)

4.2.3.4. Transistor TIP 122

El Transistor Darlington TIP 122 forma parte del diseño electrónico el mismo que se lo utiliza por sus características técnicas de amperaje y potencia, el cual hace poner en funcionamiento al motor M1 por medio de una señal de PWM que proviene del pin 8 del puerto B del PIC 16F819, haciendo activar al transistor y poniendo en estado de conducción para el funcionamiento del motor 1.

Cabe mencionar que la velocidad de tracción del motor M1 está dada de acuerdo a la programación en las líneas de comando de la señal PWM, mandando un determinado valor el mismo que es controlado por el seguidor velocista, ya que en pruebas realizadas mientras se incrementa el valor de modulación por ancho de pulso (PWM), el carro llega a una velocidad muy superior pero se pierde el control y estabilidad del mencionado robot.

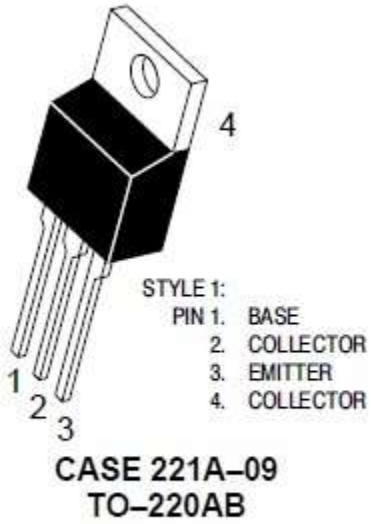


Figura 119: Identificación de pines del TIP 122

Fuente: (On Semiconductors, 2002)

Rating	Symbol	TIP120, TIP125	TIP121, TIP126	TIP122, TIP127	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	100	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CB}	60	80	100	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EB}	5.0			Vdc
Collector Current — Continuous Peak	I_C	5.0 8.0			Adc
Base Current	I_B	120			mAdc
Total Power Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D	65 0.52			Watts W/°C
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	2.0 0.016			Watts W/°C
Unclamped Inductive Load Energy (1)	E	50			mJ
Operating and Storage Junction, Temperature Range	T_J, T_{stg}	–65 to +150			°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.92	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	°C/W

(1) I_C = 1 A, L = 100 mH, P.R.F. = 10 Hz, V_{CC} = 20 V, R_{BE} = 100 Ω.

Figura 120: Especificación Técnica de TIP 122

Fuente: (On Semiconductors, 2002)

Figura 121: Identificación de motor de tracción y dirección en caja reductora

Fuente: Los Autores, año 2013

4.3. Software

El programa con el que funciona el autómata fue hecho en lenguaje MicroCodec Studio Plus, igual que los programas de los robots autómatas anteriores.

Al igual que los Robots Sumo la programación del controlador de interfaz periférica (PIC) del robot autómata se la realiza a través del Programador J1, el mismo que se encuentra en la tarjeta electrónica en la etapa de control, y la conexión la se logra por medio del bus de datos que se fabricará.

Esta conexión va desde la tarjeta y pasa por el programador PICKIT2-Lite, este hardware se conecta al ordenador a través de un cable USB y su interfaz, el software PICkit 2 v2.61, es quien ayuda a enviar la información desde el ordenador directo al PIC que se necesita.

Figura 122: Conexión y programación del autómata Seguidor de línea Velocista

Fuente: Los autores, año 2013

4.3.1. Estructura del programa

Se muestra a continuación el diagrama de flujo que representa gráficamente la lógica del algoritmo que se utilizó en el PIC y que hace funcionar los robots, es así que le dice a los autómatas como se deben conducir para lo requerido en el estado de batalla.

- El inicio se da luego de presionar el botón de encendido por medio del SW1 de la tarjeta electrónica.
- Se enciende Led indicador de operación
- Se habilitan los puertos.
- Se inicializan las variables
- Motor M1 entra en funcionamiento
- Sensores entran en estado de trayectoria de línea.
- Motor M2 realiza control de dirección.
- Según el estado sensorial se realiza el recorrido de la pista a una velocidad moderada.

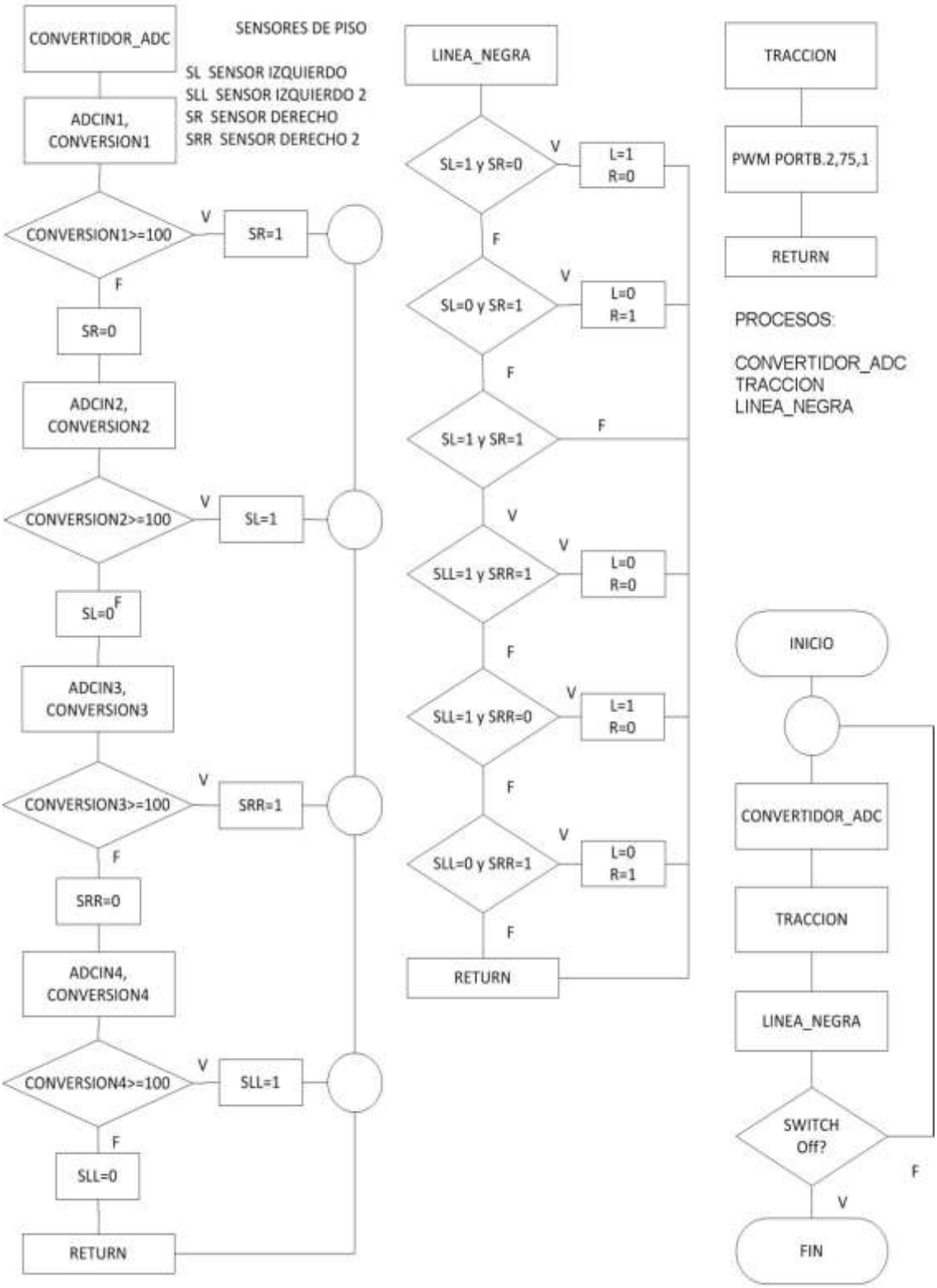


Figura 123: Diagrama de flujo del programa

Fuente: Los autores, año 2013

4.3.2. Código de programación

A continuación se detalla el código de programación conocido también como código fuente el mismos que se encuentra grabado en lenguaje ensamblado en el controlador de interfaz periférica para realizar una funciona especifica.

```
@DEVICEXT_OSC
@DEVICEMCLR_ON
DEFINE OSC 20

DEFINE ADC_BITS 8
DEFINE ADC_CLOCK 3
DEFINE ADC_SAMPLEUS 23

TRISA=%11111111
TRISB=%00000000

ADCON1=%00000000
PORTB=%00000000

SR   VAR BIT
SL    VAR BIT
SRR VAR BIT
SLL  VAR BIT

L VAR PORTB.0
R VAR PORTB.1

PULSE VAR BYTE
CONVERSION1 VAR BYTE
CONVERSION2 VAR BYTE
CONVERSION3 VAR BYTE
CONVERSION4 VAR BYTE
```

```
CICLO:
GOSUB CONVERTIDOR_ADC
GOSUB TRACCION
GOSUB LINEA_NEGRA
GOTO CICLO

CONVERTIDOR_ADC:
ADCIN 1,CONVERSION1
IF CONVERSION1>=100 THEN
SR=1
ELSE
SR=0
ENDIF

ADCIN 2,CONVERSION2
IF CONVERSION2>=100 THEN
SL=1
ELSE
SL=0
ENDIF

ADCIN 3,CONVERSION3
IF CONVERSION3>=100 THEN
SRR=1
ELSE
SRR=0
ENDIF

ADCIN 4,CONVERSION4
IF CONVERSION4>=100 THEN
SLL=1
ELSE
SLL=0
ENDIF
```

```
RETURN

TRACCION:
PWM PORTB.2,75,1
RETURN

LINEA_NEGRA:
IF Sl==1 AND SR==0 THEN
L=1
R=0
ENDIF
IF SL==0 AND SR==1 THEN
L=0
R=1
ENDIF
IF SL==1 AND SR==1 THEN

IF SLL==1 AND SRR==1 THEN
L=0
R=0
ENDIF
IF SLL==1 AND SRR==0 THEN
L=1
R=0
ENDIF
IF SLL==0 AND SRR==1 THEN
L=0
R=1
ENDIF

ENDIF
RETURN
GOTO CICLO
```

4.4. Diseño y estructura

Para el diseño del robot seguidor de línea modalidad velocidad se toma en cuenta varios factores como son:

- El Robot no tiene medidas específicas según esta en el reglamento del C.E.R, puede tener cualquier tamaño.
- Para este caso se ha tratado de hacerlo lo más liviano posible, con la finalidad de que sea más ligero para ganar velocidad.
- El robot autómata está hecho en dos partes que se unen por un eje el cual es controlado por un motor.
- En la parte frontal del eje se encuentra la tarjeta de los sensores, que van a rastrear la línea
- El motor M2 proporcionará la dirección de movimiento izquierda o derecha a la tarjeta de sensores.
- Mientras tanto en la parte de atrás del robot se encuentra la tarjeta principal con la batería.
- Toda la estructura del robot se desplaza por el motor M1.

4.4.1. Ensamblaje del robot seguidor de línea velocista

Para el ensamblaje sirvió ser muy creativo al momento de poder realizar este diseño el cual no es el típico seguidor de línea que se desplaza por los motores traseros y se mantiene con una rueda loca en la parte delantera para lograr estabilidad.
El seguidor de línea la tracción del motor y dirección se encuentra en el medio de toda la estructura lo cual lo hace mecánicamente más complejo su estructura.

Producto de varias pruebas realizadas y diseños que se tuvieron que realizar ya que para alcanzar los resultados esperados en un cumula de pruebas y más pruebas hasta llegar a lo más óptimo cumpliendo con los objetivos y funcionamiento esperado.
Se decidió ponerle asunto a la forma de la estructura en si del carro seguidor de línea por lo cual cambiaría completamente el diseño con la finalidad de obtener mejores resultados.

Es por eso que se decidió realizar un cambio completo en su estructura hacerlo a manera de un triciclo como el de los niños de tres ruedas donde la primera rueda la delantera avanza el triciclo con los pedales y hay mismo se concentra el timón de dirección hacia la izquierda o derecha según convenga.

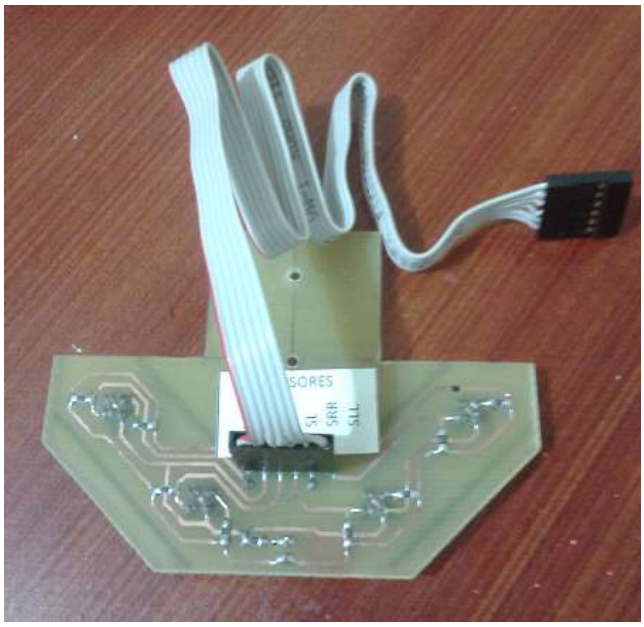


Figura 124: Tarjeta de sensores QRD1114

Fuente: Los Autores, año 2014

Figura 125: Caja Reductora con dos motores de tracción y dirección

Fuente: Los Autores, año 2014

Figura 126: Tarjeta Electrónica

Fuente: Los Autores, año 2013

Como se observa en la Figura 126 se ilustran todos los componentes electrónicos que forman la tarjeta principal del robot seguidor de línea modalidad velocidad.

Figura 127: Base donde se acopla la tarjeta electrónica

Fuente: Los Autores, año 2014

Figura 128: Partes del robot seguidor de línea

Fuente: Los Autores, año 2014

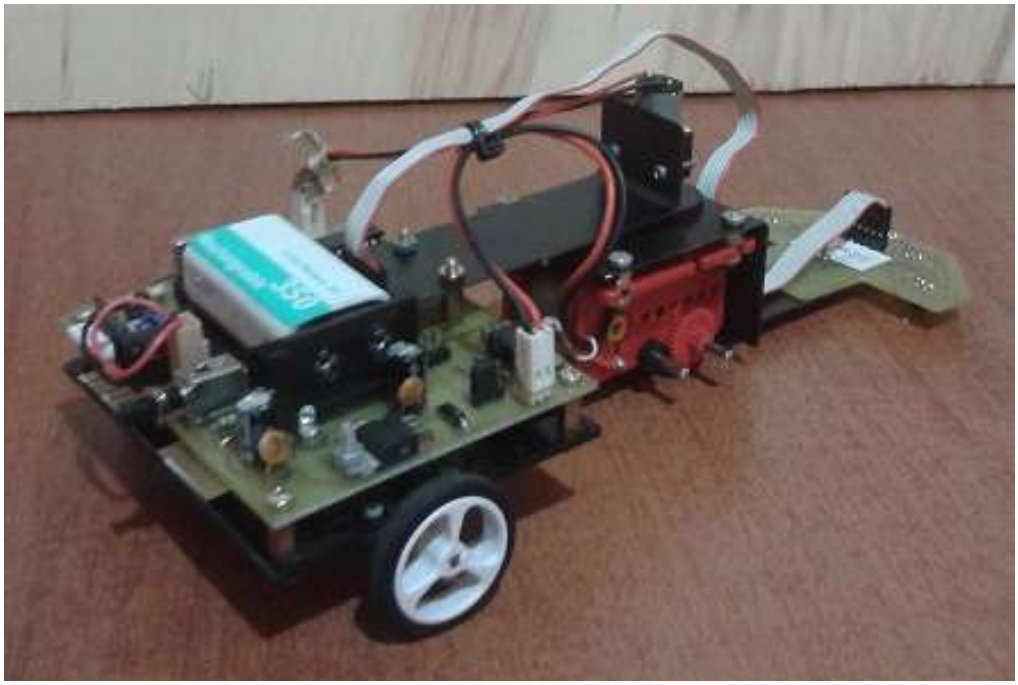


Figura 129 Ensamblaje de todas las partes del robot seguidor de línea.

Fuente: Los Autores, año 2014

4.4.2. Identificación de partes principales de seguidor de línea modalidad velocidad

Como se puede ilustras en la figura 130 se identifica las principales partes que conformar el robot seguidor de línea, las cuales de detallan a continuación.

- Tarjeta de sensores de línea QRD1114
- Motor de dirección
- Motor de tracción
- Tarjeta electrónica
- Driver L293D
- Transistor TIP122
- PIC16F819
- Batería de 9VDC
- Ruedas de arrastre de tarjeta electrónica

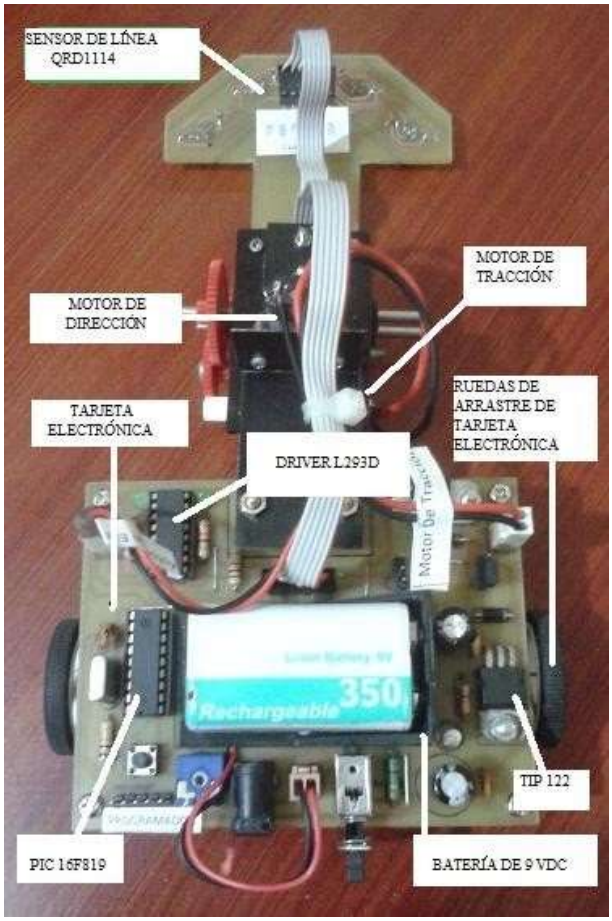


Figura 130: Partes principales del Seguidor de línea modalidad velocidad

Fuente: Los Autores, año 2014

4.4.3. Producto terminado seguidor de línea modalidad velocidad

El producto y diseño terminado es lo que se presenta a continuación

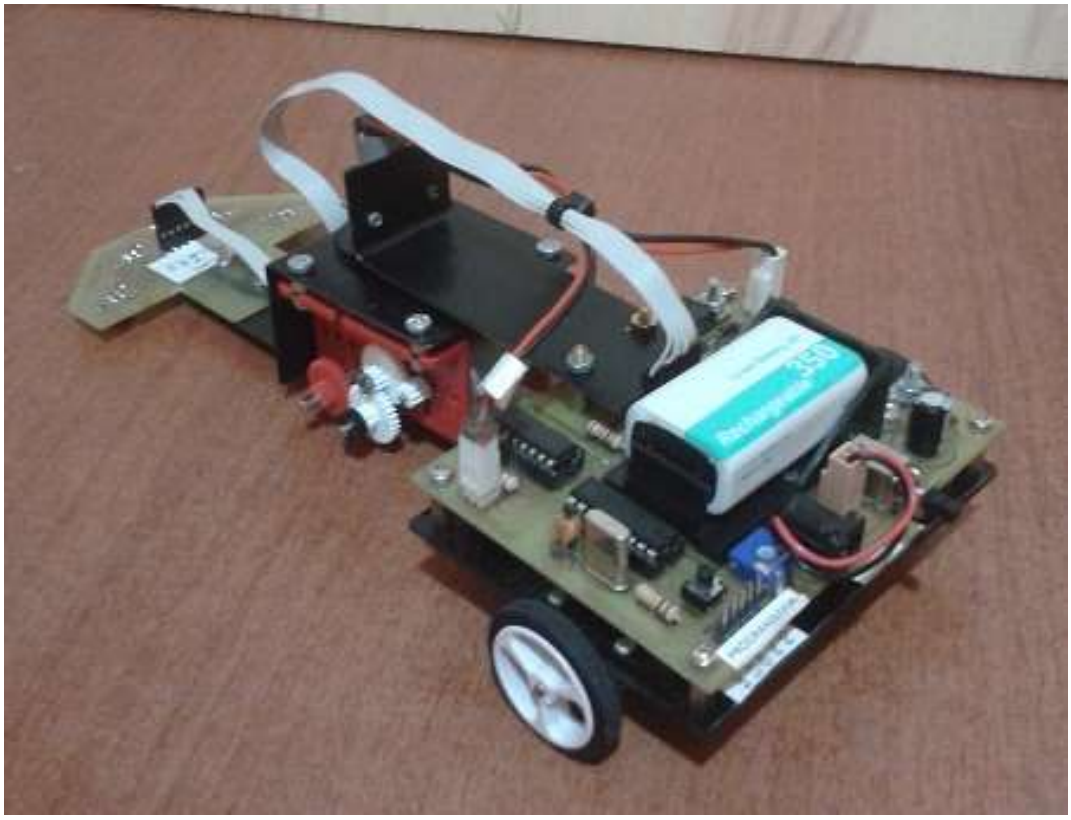


Figura 131: Producto Final del seguidor de línea modalidad Velocidad

Fuente: Los Autores, año 2014

Cabe mencionar que el producto está terminado cumpliendo con las especificaciones técnicas como son referencia de elementos en tarjeta electrónica, diseño de tarjeta en fibra de vidrio, ubicación de componentes, identificación de cables, logrando un acabado profesional y quedando la satisfacción personal.

4.5. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES		TIEMPOS DE EJECUCIÓN
Robot Sumo Liviano	Levantamiento de información	AGOSTO 2012
	Diseño Interno y Externo	SEPTIEMBRE 2012
	Adquisición de piezas y construcción	OCTUBRE 2012
	Programación	NOVIEMBRE 2012
	Etapa de pruebas	DICIEMBRE 2012
Robot Sumo Pesado	Levantamiento de información	ENERO 2013
	Diseño Interno y Externo	FEBRERO 2013
	Adquisición de piezas y construcción	MARZO 2013
	Programación	ABRIL 2013
	Etapa de pruebas	MAYO 2013
Robot Seguidor de línea modalidad velocidad	Levantamiento de información	JUNIO 2013
		JULIO 2013
	Diseño Interno y Externo	AGOSTO 2013
	Adquisición de piezas y construcción	SEPTIEMBRE 2013
		OCTUBRE 2013
	Programación	NOVIEMBRE 2013
	Etapa de pruebas	DICIEMBRE 2013
Documentación	Recopilación de datos	ENERO 2014
	Recopilación de fotos	
	Digitación	
	Revisión de documentación y proyecto.	FEBRERO 2014

Tabla 24: Cronograma de Actividades

Fuente: Los Autores, año 2014

4.6. Presupuesto

PRESUPUESTO			
DESCRIPCIÓN		**CANTIDAD**	**VALOR**
Suministros de oficina	Papelería	2	$ 400,00
	Tóner	2	
	Encuadernación	6	
Hardware	Partes electrónicas	1	$1500,00
	Partes mecánicas	1	
	Diseño de Carrocería	1	
	Diseño de tarjetas	1	
	Plancha de Acrílico	1	
	Partes metálicas	1	
	Aluminio	1	
Herramientas	Programador	1	$600,00
	Multímetro	1	
	Cautín, soldadura	1	
	Pinzas, cortadora	1	
	Destornilladores, juego de llave Allen	1	
	Limas, taladro, brocas, tornillos, pernos	1	
Software	Horas de programación a 2 dólares la hora	200	$ 400,00
Varios	Movilización	1	$500,00
		Total	**$3400,00**

Tabla 25: Presupuesto

Fuente: Los Autores, año 2014

CONCLUSIONES

Se cumplieron con los objetivos específicos planteados en el diseño y construcción de los robots autómatas.

- Se analizó e interpretó el funcionamiento tanto de hardware y software, logrando un diseño ideal que combina eficacia y robustez para realizar una competencia satisfactoria.
- Se diseñó un sistema sensorial que proporciona información del exterior.
- Se desarrolló un sistema de control que permite interpretar la información del exterior.
- Se diseñó un sistema de control de motores que permita reaccionar a los estímulos del sistema sensorial.
- El robot sumo está en capacidad de luchar contra su contrincante en el ring de pelea o Dohyo.
- Se realizó la programación, en lenguaje interpretado por el micro controlador.
- Se desarrolló un circuito de potencia que ayuda a dar mayor fuerza a los motores.
- Se desarrolló un sistema tanto de software como de hardware que permite que el robot seguidor de línea vaya a una velocidad moderada.
- Se comprobó que el robot seguidor de línea no derrapo en curvas.
- Se decidió diseñar un control de motores utilizando PWM para el robot seguidor de línea.

En el diseño y construcción de estos proyectos se han sumado actividades de varias especialidades como son la mecánica, la electrónica, la programación y la implementación de sensores, tomando en cuenta que con el correcto uso se puede obtener los resultados esperados.

Se pudo comprobar y experimentar como trabajan los microcontroladores PIC en combinación con los sensores infrarrojos tanto de piso como de distancia, más allá de la experiencia que se obtuvo en las aulas de clase y superar lo aprendido en la construcción del proyecto.

El instruirse en mecánica de manera empírica o en consultas en internet , a poder realizar estructuras de cómo puede funcionar mejor tal o cual diseño, a determinar cuál modelo dio mejor resultado que otro, investigar cómo se lo puede mejorar, porque vale mencionar y resaltar que este trabajo mezclo la ingeniería electrónica, ingeniería de sistemas , la creatividad mecánica, el diseño de las estructuras, la ingeniería social, y demás situaciones que se dieron en muchas veces para pasar de lo que dice la teoría a lo que se experimenta en la práctica.

Todo el proyecto realizado queda destinado para la Universidad Politécnica Salesiana esperando que los estudiantes, de las carreras afines o también los que pertenecen al club de robótica, continúen con pruebas en base a lo realizado mejorándolo para obtener más altos resultados en competencias.

RECOMENDACIONES

El lector de este trabajo puede tomar en cuenta que todo el material entregado, tanto hardware como software puede ser modificado, considerando que hay otras opciones en la programación del microcontrolador o PIC que los autores del presente trabajo no han usado por falta de tiempo y conocimiento, una de estas opciones es el denominado control PID.

Es importante tener en cuenta que al trabajar con microcontroladores se debe de verificar que en sus pines estén con sus valores indicados para poder verificar que estén en correcto funcionamiento operacional, verificando que estén correctamente conectados siguiendo las indicaciones y especificaciones técnicas de su correspondiente Data Sheet.

Motivar a los estudiantes a que sigan desarrollando proyectos de este nivel a fin de que se profundicen más en el campo de la electrónica e innovar con ciencia y tecnología lo cual le hace bien no solo al estudiante, sino también a la universidad a la que representa y al país ya que se demuestra que en el país si existe gente con la capacidad suficiente de crear nuevos proyectos que harán posible el desarrollo del país.

La combinación de hardware, software, estructura y diseño fue fundamental para poder fusionar todo, porque se tiene que afrontar situaciones donde la parte de hardware estaba muy bien diseñada, pero el software no se acoplaba al hardware de la misma manera la estructura no ayudaba con la ubicación de las tarjetas, todo esto motivo aún más para poder desarrollar todo el proyecto porque se estaba aprendiendo nuevamente y se estaba creciendo como buenos profesionales que se dese ser para la sociedad y el país.

La universidad como tal debe de brindar más apoyo al estudiante porque el desarrollo de cualquier proyecto representa gastos de inversión de tiempo y dinero el mismo que se debe de incentivar al estudiante para que no se desanime ya que he observado que existen estudiantes con mucha capacidad pero la falta de incentivo los desmotiva perdiendo de esta manera buenos elementos jóvenes y muy creativos.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, I., Cazorla, A., Escolano, F., Colomina, O., & Lozano, M. (2009). *Inteligencia artificial.* España: Thomson.

Álvarez, M. (2010). *Controladores lógicos.* Madrid: Marcombo.

Bernal, C. (2010). *Metodología.* México: Pearson.

Deitel, H., & Deitel, P. (2010). *De Como Programar en C / C +*. México: Hispanoamericana.

Diario El Comercio. (22 de 12 de 2013). Desde el Ecuador sí se hace robótica. pág. 5.

Garrido, A. (2009). *Fundamentos de programación en C++*. Madrid: Delta.

Ibrahim, B. (2009). *Receptores de televisión.* Barcelona: Marcombo.

Llanos, F., & Lliguin, Á. (2010). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/630/1/38T00248.pdf

López Sanjurjo, C. (2009). *Tecnologías de la información.* España: Ideas Propias.

Malhotra, N., Dávila, J. F., & Treviño, M. (2011). *Investigación de mercado.* México: Pearson.

Microchip. (2003). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf

Microchip. (2013). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://html.alldatasheet.com/html-pdf/103284/MICROCHIP/PIC16F819/488/1/PIC16F819.html

Ollero Baturone, A. (2010). *Robótica: Robots manipuladores y Móviles.* Barcelona: Marcombo.

On Semiconductors. (2002). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet2/7/0tz6xxzzi7w2oz6qz7a0uhkg817y.pdf

Opto Electronics. (2013). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/QT/QRD1113.pdf

Peña, J., Gámiz, J., Grau, A., & Martínez, H. (2009). *Introducción A Los Autómatas Programables.* México: UOC.

Pololu. (2013). Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://www.pololu.com/picture/view/0J1110

Ruiz, E., & Sánchez, V. (2011). *Educatrónica.* España: Diaz de Santos.

Sharp. (2012). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/GP2Y0A21YK.pdf

STMicroelectronics. (2003). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/stmicroelectronics/8850.pdf

Texas Instruments. (2002). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/L293d.pdf

Texas Instruments. (2013). *Data Sheet.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf

Universidad Politécnica Salesiana. (2005). *CER.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://cer.org.ec/

Universidad Politécnica Salesiana. (2009). *CER.* Recuperado el 24 de 02 de 2014, de http://cer.org.ec/

Valdés, F., & Pallás, R. (2011). *Microprocesadores: fundamentos y aplicaciones.* España: 3Q.

Wildi, T. (2010). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia.* México: Pearson.

Zabala, G. (2009). *Robótica.* México: Usershop.

Zulueta, A. G. (2010). *Universidad Politécnica Catalunya.* Recuperado el 25 de 02 de 2014, de file:///C:/Users/Maga/Downloads/21-Robots-Cooperativos-para-el-guiado-de-Grupos-de-Personas-en-Zonas-Urbanas.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Reglamento del CER 2012

Cabe mencionar que la información a continuación fue facilitada por los organizadores del CER 2012 de la ESPOL la misma que esta digitalizada no puede ser editada, y por lo tanto esta es anexada al documento como imagen.

SECCIÓN 1: DEFINICIÓN DE UNA LUCHA DE SUMO

Artículo 1: Definición

- La lucha se disputará entre dos equipos formados por uno o más integrantes (**MÁXIMO 3 INTEGRANTES POR PROTOTIPO**). Durante la lucha, un equipo consiste de un robot con dos integrantes del equipo, uno de los cuales es el líder.
- En caso de haber más integrantes, estos tendrán que observar la lucha desde el área del público.
- El robot debe ser Autónomo (sin intervención humana una vez arrancada la lucha).
- Los robots estarán luchando por puntos efectivos denominados Yuhkoh dentro del perímetro de un área circular denominada Dohyo.
- Un referee principal decide que equipo gana y su decisión es inapelable. El referee principal contará con la asistencia de dos referís auxiliares.
- Las mismas reglas aplican para todos los tipos de robots y equipos

SECCIÓN 2: ESPECIFICACIONES DEL DOHYO

Artículo 2: Interior del Dohyo

- El interior del Dohyo se define como el área total del Dohyo incluyendo la línea del borde.

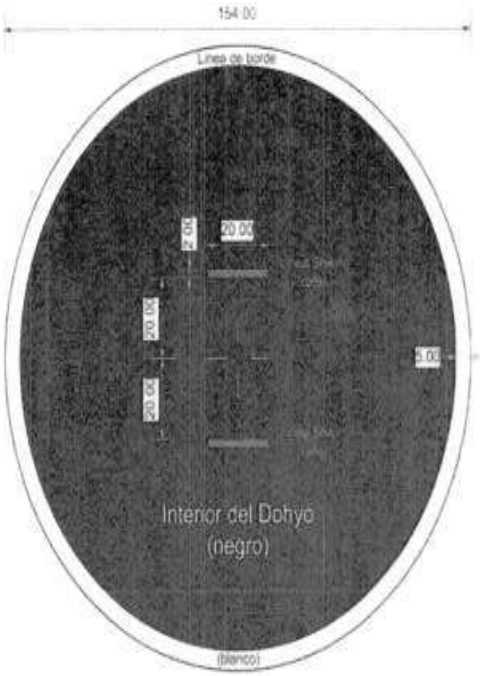
Artículo 3: Dohyo

- El Dohyo es una superficie redonda con un diámetro de 154 cm. (incluyendo la línea del borde) y se encuentra elevada del piso 5 cm.
- Las líneas de arranque, llamadas Shikiri (en donde los robots son colocados antes de luchar), son dos líneas paralelas de color café con un ancho de 2 cm. y una longitud de 20 cm.
- Cada línea está localizada a 20 cm. del centro del Dohyo.
- La línea del borde es un círculo de color blanco con un ancho de 5 cm. El robot que está sobre este borde aun se encuentra en el interior del Dohyo.
- Durante la lucha, el referee es el que decide si el Doyho puede seguir siendo usado o deberá repararse o cambiarse cuando exista una ralladura o rasgadura del al menos 5 cm. de longitud que aparezca sobre la superficie del Dohyo

Artículo 4: Exterior de Dohyo

- El área exterior del Dohyo se extiende al menos 100 cm. del borde exterior. El color del exterior puede ser cualquiera, excepto blanco.
- No hay restricciones en el tipo de material utilizado o la forma que tenga el exterior.

Dohyo:



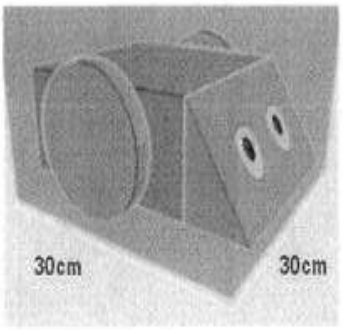
Exterior del Dohyo
(cualquier color, menos blanco)

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES DE LOS ROBOTS

Artículo 5: Especificaciones

- Antes de comenzar la lucha, los robots deberán caber dentro de un marco cuadrado de 30 cm. por 30 cm. No hay restricciones de altura.
- El peso del robot pesado (incluyendo accesorios) no debe exceder 3 kilogramos
- El peso del robot liviano (incluyendo accesorios) no debe exceder 1.5 kilogramos
- No hay restricciones en el tipo de circuitería y control usado.
- El robot deberá ser autónomo, se podrá usar cualquier forma de control siempre que todos los componentes se encuentren dentro del robot y que el mecanismo no interactué con algún control externo (humano, máquina o algún otro).
- Un robot debe ser diseñado para arrancar el evento aproximadamente 7 segundos después de que el participante oprima el botón de arranque de su robot.
- El mecanismo del robot debe ser eléctrico, electrónico. La fuente de energía debe estar contenida dentro del robot.

Medida máxima del robot antes de la lucha:



Artículo 6: Restricciones en el diseño del robot (cualquiera que no se cumpla, puede causar descalificación).

- El robot no debe incluir dispositivos que obstruyan la operación del oponente.
- El robot no debe incluir partes que puedan dañar o deformar el Dohyo.
- El robot no debe incluir partes que puedan golpear y/o lastimar a su oponente.
- El robot no debe incluir dispositivos que arrojen partes.
- El robot no debe incluir partes que permitan que se adhiera a la superficie del Dohyo y que lo prevenga de moverse (tales como; copas de succión, adhesivos, etc.)

SECCIÓN 4: PRINCIPIOS DE LA LUCHA

Artículo 7: Principios de la lucha

- Una lucha consiste de tres rounds de tres minutos cada uno. Entre round y round se dará un minuto para hacer ajustes a los robots.
- El primer competidor en alcanzar dos puntos de Yuhkoh será el ganador de la lucha. El competidor que gane un punto de Yuhkoh en el tercer combate, será el ganador.
- En caso de que ningún competidor reciba puntos de Yuhkoh terminada la lucha, el referee principal puede decidir quién es el ganador. Sin embargo, si no hay una superioridad obvia después de los tres combates, el referee principal puede decidir que se realice un combate extra de tres minutos

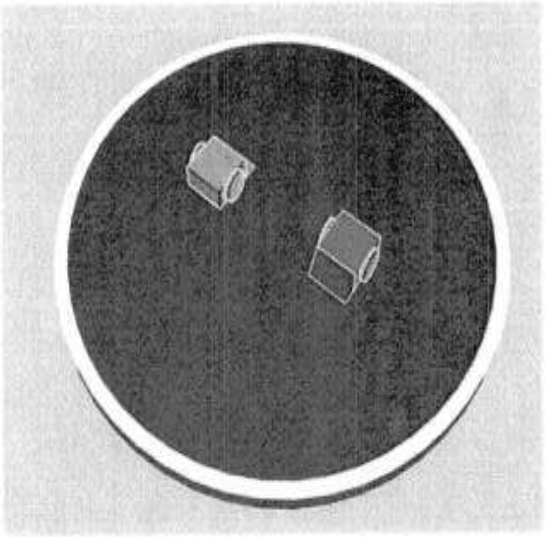
SECCIÓN 5: PROCEDIMIENTO DE LA LUCHA

Artículo 8: Arranque de la lucha

- Antes de la lucha, los competidores deberán colocar sus robots en el Dohyo sobre las líneas de Shikiri como se muestra en la figura. El robot no puede salirse de la línea de Shikiri antes de que la lucha comience.
- La lucha comienza cuando el robot comienza a operar después de la señal de arranque del referee principal.
- El competidor oprime el botón de arranque después de la indicación del referee principal. La lucha comienza después de que el robot comienza a moverse

(aproximadamente 7 segundos). El competidor se aleja del Dohyo una vez que la lucha comience.

Posición de arranque:



Artículo 9: Final de la lucha:

- La lucha termina cuando el referee principal anuncia un ganador.

Artículo 10: Detención de la lucha y revanchas

Una lucha será detendra bajo las siguientes condiciones:

- Los robots están enganchados juntos de tal manera que no haya acción o estén rotando en círculos varias veces.
- Ambos robots tocan el exterior del Dohyo al mismo tiempo.
- Cualquier otra condición bajo la cual el referee juzgue que un ganador no puede ser determinado.

SECCIÓN 6: TIEMPO DEL COMBATE

Artículo 11: Tiempo del combate

- Un combate tendrá una duración total de 3 minutos, empezando y terminando bajo la orden del referee. El reloj empezara a correr pasados 5 segundos después del anuncio del comienzo del combate.

Artículo 12: Lo siguiente no estará incluido en el tiempo del combate:

- El tiempo transcurrido después de que el juez anuncie Yuhkoh y antes de reanudar el combate. El tiempo estándar antes de reanudar el combate será de 30 segundos.

- El tiempo transcurrido después de que el juez anuncie la detención del combate y antes de la reanudación del combate.

SECCIÓN 7: PUNTOS DE YUHKOH (EFECTIVOS)

Artículo 13: Yuhkoh

- La siguientes condiciones producen un punto de Yuhkoh:

1. Cuando un robot empuja a su oponente fuera del Dohyo.
2. Cuando el robot del oponente se cae del Dohyo por si solo (cualquiera que sea la razón).
3. Cuando el robot del oponente sea descalificado o ha cometido un acto de violación.

Aun no se ha perdido un punto	Al caerse sobre el Dohyo no se pierde un punto	Al voltearse no se pierde un punto	Perdiste un punto al tocar el área exterior del Dohyo

SECCIÓN 8: VIOLACIONES Y AMONESTACIONES

Artículo 14: Violaciones

- Un competidor que realice una de las siguientes acciones recibirá una violación y hará acreedor al oponente a un punto de Yuhkoh:
    1. Que una o más partes con un peso de al menos 10 g. se desprendan y caigan del robot.
    2. Que el robot se deje de mover en el Dohyo.
    3. Que ambos robots estén en movimiento, pero sin hacer contacto con el otro.
    4. Que el robot arroje humo.

Artículo 15: Amonestaciones

- Un competidor que realice una de las siguientes acciones recibirá una amonestación y hará acreedor al oponente a un punto de Yuhkoh:
    1. Cuando un competidor que está operando el robot entre al Dohyo antes de que el referee indique que el combate ha finalizado.
    2. Cuando la preparación de los robots para una revancha toma más del tiempo dado por el referee.
    3. Cuando el robot inicie sus movimientos (expansión física o movimiento) antes de que el referee principal de la señal de comienzo de lucha.
    4. Cualquier otra acción que el referee principal considere inválida.

SECCIÓN 9: PENALIZACIONES

Artículo 16: Penalizaciones

- Participantes que hayan violado estas reglas con la realización de hechos descritos en los artículos 6 y 15 perderán el combate. El juez dará 2 puntos Yuhkoh al oponente y ordenará la salida del oponente que rompió las reglas. Este oponente no tendrá ningún derecho.

SECCIÓN 10: ACCIDENTES

Artículo 17: Requerimiento de suspensión

- Cuando el robot ha sufrido un accidente y la lucha no puede continuar, una suspensión de un máximo de 5 minutos puede ser requerida por el competidor.

Artículo 18: Inhabilitado para continuar el combate

- Cuando el combate no pueda continuar debido a algún accidente con los robots, el participante que no pueda continuar el combate o quien requiera detener el combate se declarara perdedor.

SECCIÓN 11: RECLAMOS

Artículo 19: Reclamos al referee

- Ningún reclamo al juicio emitido por un referee tendrá validez.

Artículo 20: Reclamos al reglamento

- Un competidor que tenga algún reclamo en cuanto al reglamento, debe expresarlo pacíficamente al comité organizador antes del final de la lucha.

SECCIÓN 12: ELEMENTOS DISTINTIVOS DEL ROBOT

Artículo 21: Marcas en el robot

- El robot deberá contener algún número o nombre visible que servirá para identificarlo durante el combate.

BASES PARA EL VIII CONCURSO ECUATORIANO DE ROBOTICA

CER 2012

ROBOT SEGUIDOR DE LINEA VELOCIDAD Y DESTREZA

Objetivo

La competencia Seguidores de Lineas, consiste en la creación de un robot autónomo, capaz de seguir una linea negra en un fondo blanco en el menor tiempo posible. Estos robots se caracterizan por el alto grado de algoritmos capaces de poder predecir y pasar las pruebas más inesperadas, como curvas, ángulos rectos, pistas descontinuadas, túneles, pequeñas pendientes, etc.

Reglas Generales:
No está permitido robot comerciales en la categoría solo se podrá permitir Hardware de desarrollo

El robot deberá ser completamente autónomo y auto contenido, es decir que no deberá ser dirigido por ninguna especie de control remoto ni podrá tener ningún tipo de contacto con su exterior como ordenadores o fuentes de alimentación al momento de la competición.

Se comprobará antes del concurso que un robot cumple las especificaciones para competir en cada prueba.
Quedan eliminados los equipos que no se presentan en el momento que se hace la llamada a la competencia bajo las siguientes consideraciones. En caso de no presentarse inmediatamente, se continuara con los siguientes participantes, dándole un lapso de 10 minutos desde su primera llamada para que el participante ausente se presente y realice su presentación. Después de este tiempo, será eliminado sin oportunidad de reclamo alguno.

Los daños que pudieran sufrir los robots participantes propios de la competencia, se entenderán como propios de la naturaleza del evento, u no suponen recuperación por parte del comité organizador ni de los ganadores del evento, mucho menos de la universidad.

1. EL CONCURSO Y JUECES:
La categoría de "SEGUIDORES DE LINEA" consiste en la creación de un Robot que cumple una única misión: seguir una linea negra en un fondo blanco en el menor tiempo posible.

El jurado

El Jurado será designado por el comité organizador. Los cuáles serán 3, que estará a cargo del seguimiento de cada una de las presentaciones y hacer cumplir el reglamento durante la competencia y estará a cargo de llevar las estadísticas y puntajes de cada una de las presentaciones.
- Cabe recalcar que las decisiones del jurado serán inapelables.
- Los jueces podrán ser los mismos en diferentes pruebas.
- Los participantes deberán estar fuera de la zona de competencia y desplazamiento hasta que el juez les indique entrar.
- El capitán del equipo ubicará al robot en la posición de inicio y lo activará sólo cuando el juez le indique.
- La pista de clasificación se presentara 2 semanas antes de las competencias.

EL ÁREA DE COMPETENCIA
El área de competencia se entiende como las pistas asignadas por el comité organizador las cuales serán usadas por el robot seguidor de linea en las distintas etapas de la competencia. Las Pistas consistirán de una superficie de fondo color blanco con una linea negra, la cual tendrá las siguientes características:

Tamaño de línea:
Ancho de una cinta aislante estándar.
Bifurcaciones:
Las pistas tendrán en su recorrido líneas rectas, líneas cruzadas, líneas entrecortadas de máxima de 5 cm, desvíos, arcos circulares y otras curvas, los cuales el robot tendrá que decidir el camino correcto.
Ángulos:
Las pistas podrán tener ángulos cerrados no menor de 30°.
Iluminación:
El sitio de competencia estará iluminado de forma artificial o natural y las condiciones de luz pueden ser cambiantes, por lo cual no se garantiza que no existirán sombras o fuerte iluminación solar. Durante la competencia existirán equipos de filmación y cámaras fotográficas que podrán generar haces infrarrojos
por sus sistemas de autofoco, por lo tanto los robots deben estar preparados para que estas radiaciones y condiciones de luz cambiante no los afecten.
El orden de participación en este evento clasificatorio se define por sorteo, justo antes del evento.

NORMATIVA EN PISTA

- La Salida y la Meta de las Pistas estarán claramente identificadas, y señalizadas.
- Una vez dadas las indicaciones de los jueces, el responsable de equipo se acercará al área de competencia para situar su robot. El robot se situará inmediatamente detrás de la Salida.
- Una vez situado el robot, el responsable del equipo se preparará para activarlo cuando el juez de pista así lo indique. Una vez activado el robot se iniciará el recorrido de la pista y el cronometraje del tiempo.
- El Robot debe seguir en todo momento la trayectoria establecida en cada pista.
- Cuando los jueces den por finalizado el tiempo de competencia, los responsables de equipo procederán a retirar los robots de la pista.
- Cada robot cuenta con 5 minutos como máximo para realizar todo el recorrido.

CRITERIO DE CALIFICACIÓN:

Con el fin de lograr una mayor competitividad en el Concurso, la Competencia se dividirá en dos etapas:

COMPETENCIA CLASIFICATORIA

Se realizará sobre la Pista de clasificación, y la competencia tendrá una duración máxima de 5 minutos.
En el circuito a recorrer existe una línea de inicio y una línea de final. El mini robot que tenga el mayor puntaje de calificación, con el menor número de faltas será el ganador. Una falta ocurre cuando el mini robot, por algún motivo, deja de seguir la línea negra y debe regresar al inicio de la pista y se tomara como un intento fallido.
La competencia clasificatoria contara de dos rondas, donde cada participante tendrá un intento en su participación, para lograr el mejor tiempo y menor número de faltas.
Clasificarán a la RONDA FINAL, todos los Robots que logren terminar el circuito en el menor tiempo posible y tenga el mayor puntaje de calificación. Si los Robots que llegaran a la Meta fueran menos de 6, se completará el número con los Robots que tienen mejor tiempo en terminar el circuito de calificación.
Caso contrario si existieran menos de 6 participantes solo pasaran 3 participantes a la ronda final los que tengan el mejor tiempo en terminar el circuito y mayor puntaje de calificación.

RONDA FINAL

Se realizará sobre la Pista de clasificación, y la competencia tendrá una duración máxima de 5 minutos por intento.
En el circuito a recorrer por los finalistas existe una línea de inicio y una línea de final.
El mini robot que tenga el mayor puntaje de calificación con el menor número de faltas será el ganador.
Completado el primer intento cada participante tendrá la opción de completar otros 2 intentos, (son 3 intentos finales).
Se considerará ganador al Robot que tengan el mejor tiempo en terminar el circuito y mayor puntaje de calificación, con el menor número de faltas.

PUNTAJE DE CALIFICACIÓN

Los robots serán evaluados por el jurado según el tiempo recorrido y distancia

VIOLACIONES

Será considerara una violación por parte de un equipo los siguientes supuestos: y se castigara con 5 segundos más al mejor tiempo que realice
a) Una parada de la competencia que no se considere justificada por parte de los jueces.
b) Activación del robot antes de que el juez de pista lo indique.
c) Hacer alguna cosa que remita contra la integridad de la organización así como a la de sus participantes.

ACCIDENTES DURANTE LA COMPETENCIA (Penalizaciones)

Será considerado como penalización y, por lo tanto, darán por terminada la presentación por parte del robot causante de la penalización los siguientes supuestos:
a) Provocar desperfectos al área de juego.
b) Tocar el robot antes de que el jurados den por terminada la prueba.
c) El robot es incapaz de terminar el recorrido.
d) El Robot se salte el recorrido, ya que siempre debe seguir el camino a lo largo de la línea que define su trazado sin posibilidad de poder evitar o saltar una parte del mismo.
e) El robot se sale del área de pista.
f) Se rompen o separan partes del robot que impidan su tarea.
g) El Robot se detiene más de 1 minuto.
h) El Robot entra en un loop por más de 1 minuto.
I) Insultar o agredir a miembros de la organización, así como al resto de competidores.
J) Manipular el robot de forma externa por cualquier medio una vez que ha empezado la participación.
Los jueces y la organización se reservan el derecho de expulsión de la competición de un equipo si así se cree oportuno, comunicando los motivos de la expulsión a las partes afectadas y su decisión será irrevocable.

PETICION DE RETIRO DE LA COMPETENCIA

El Responsable del equipo participante puede pedir su retiro de la competencia, cuando su robot haya tenido una falla o inconveniente que le impida continuar la competencia. Quedando a criterio del juez de pista si acepta la petición y elimina el Robot.

Reclamos

El responsable de uno de los equipos implicados en una competición puede alegar cualquier motivo de sospecha de incumplimiento de normativa por parte alguno de sus contrincantes a cualquiera de los jueces siempre que se haga antes de que haya dado comienzo la competición.
Si se produce una confirmación de dichas sospechas, el juez de pista habrá de decidir si es fundado el alegato e imponer las sanciones de ser el caso.
El desempate sera por mejor tiempo en pista.

DIMENSIONES
Las dimensiones no estarán limitadas.

PESO
El peso no estará limitado.

ALIMENTACIÓN
La tensión de alimentación siempre será autónoma y de bajo voltaje con un máximo de 24volts Vcc. NO se permiten baterías de sustancias líquidas corrosivas, SÍ GEL.

LOS EQUIPOS:
Se entiende por equipo el grupo de personas que presentan un robot. El número máximo de personas por las que puede estar formado un equipo es de dos (2).

PERTENENCIAS
Ningún integrante de un equipo podrá formar parte de otro equipo que concurse en la misma categoría.

GENERALIDADES:

Normativa
Las normativas anteriormente citadas son la base del concurso, y debe ser respetada por todos los participantes.
El incumplimiento de estas normas serán sancionadas de acuerdo a lo estipulado en las mismas, o de acuerdo a la decisión tomada por la comisión organizadora.

Revisiones
El reglamento aquí expuesto se encuentra sujeto a revisiones por parte de la organización y ésta posee el derecho de modificarla en parte o en su totalidad, debiendo comunicarlo adecuadamente y con anterioridad a los interesados.
Se permitirá la carga o reemplazo de las baterías y micro controladores antes de cada prueba, si así lo considera él/los participantes.

Anexo 2 Instalación de programas

Para poder realizar el proyecto fue necesario instalar ciertos programas en el ordenador los cuales se detalla a continuación brevemente con la finalidad de dar a conocer el proceso de instalación.

Instalación de MicroCode Studio Plus

Se procedió a la Instalación del MicroCode Studio Plus versión 3.0.0.5 en el equipo portátil, siendo importante como realizar la instalación se presenta a continuación los print de pantalla del proceso de instalación del programa.

Figura 132: Paso 1 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

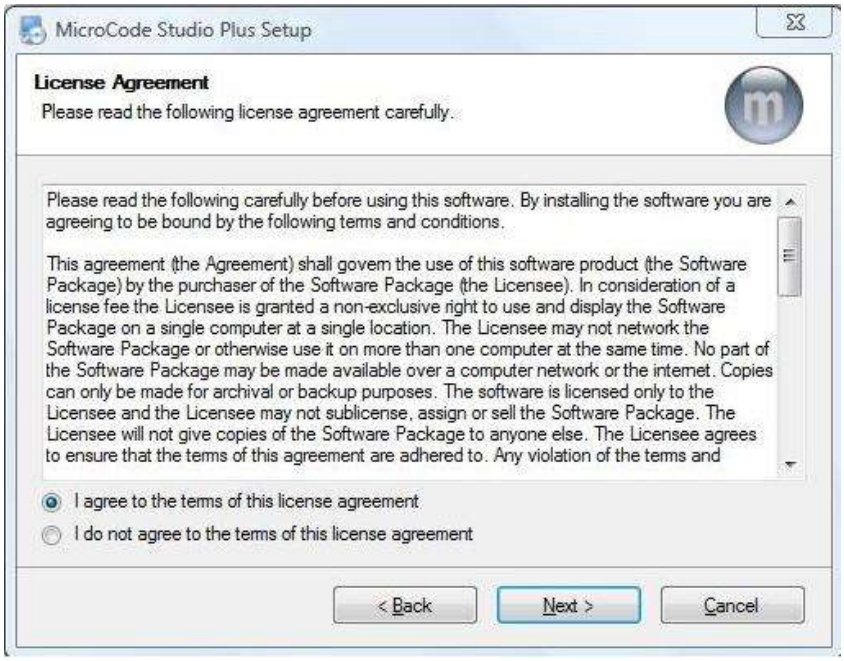


Figura 133: Paso 2 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

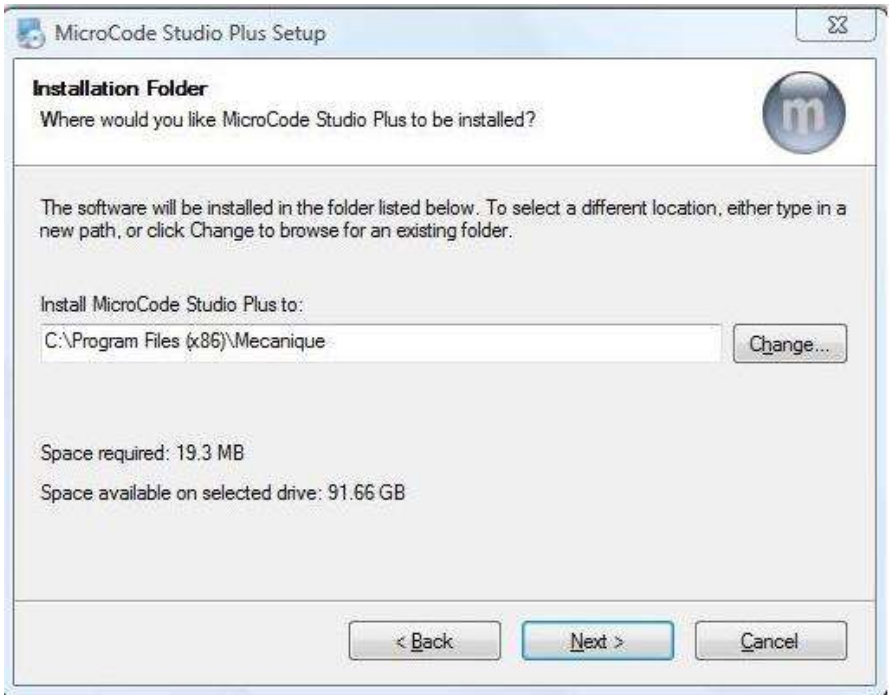


Figura 134: Paso 3 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

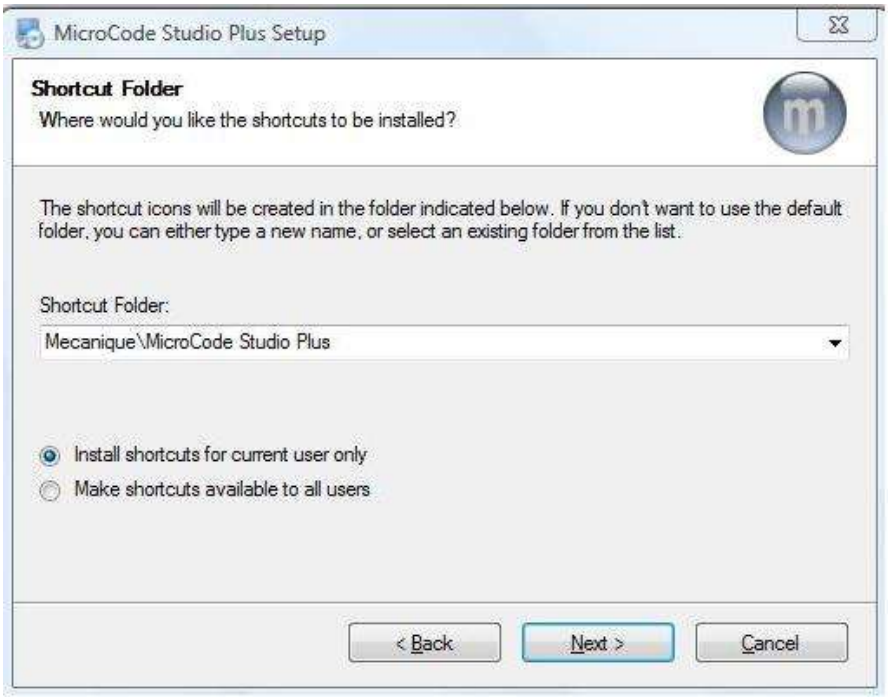


Figura 135: Paso 4 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

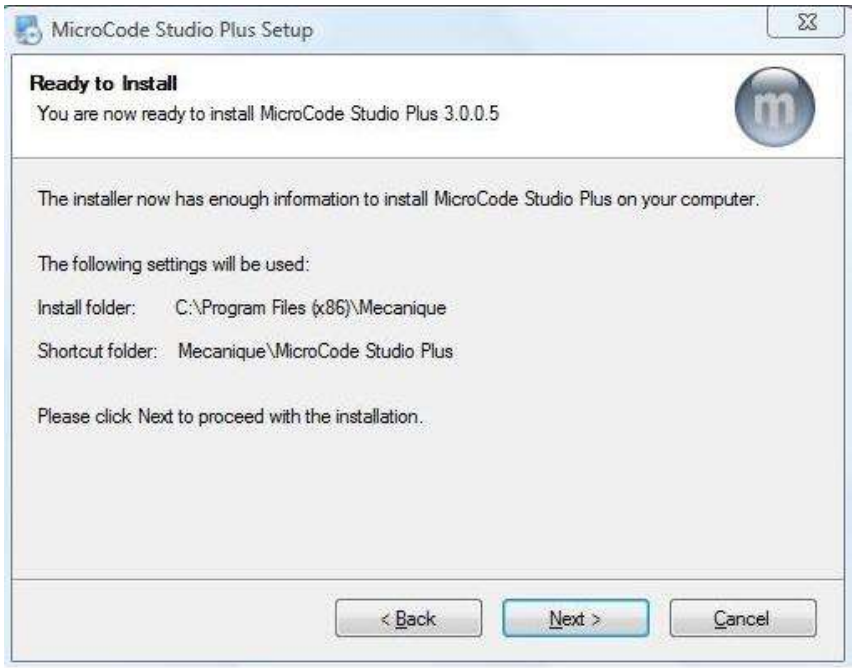


Figura 136: Paso 5 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

Figura 137: Paso 6 Instalación de MicroCode Studio Plus

Fuente: Los Autores, año 2013

De la misma manera se procede a instalar el Proteus 7 Professional, y el PICkit 2 version 2.61, quedando instalado en el sistema operativo, localizándolo en todos los programas tal como se ilustra a continuación en las siguientes figuras.

Anexo 3 Código de programación

```
*********************************************************************
* Name    : Robot Seguidor de Línea Modalidad Velocidad              *
* Author  : José Santiago Lindao González - Erick Hermel Quilambaqui Mayorga  *
* Date    : 14/01/2014                                               *
* Versión: 1.0                                                       *
* Notes   : Programa diseñado para un microcontrolador PIC16F819     *
*********************************************************************

@deviceXT_OSC ;       indica que se usara oscilador de cristal externo
@deviceMCLR_On;       activa el master clear
DEFINE OSC 20'        establece la velocidad del oscilador en 20 MHz

DEFINE ADC_BITS 8      'Se indica el número de bits para el ADC
DEFINE ADC_CLOCK 3     'Determina el reloj
DEFINE ADC_SAMPLEUS 23 'Indica el tiempo del ADC para efectuar conversión

TRISA=%11111111      'Configura las entradas y salidas de los
TRISB=%00000000      'puertos A y B (1 es para entrada 0 es para salida)

ADCON1=%00000000    'indica que en el puerto A existen 5 entradas analógica
PORTB=%00000000     'coloca todas las salidas del puerto B en 1 lógico

SR VAR BIT          'variable sensor central derecho
SL VAR BIT          'variable sensor central izquierdo
SRR VAR BIT         'variable sensor externo derecho
SLL VAR BIT         'variable sensor externo izquierdo

L VAR PORTB.0         'nombre asignado al pin 0 del puerto B
R VAR PORTB.1         'nombre asignado al pin 1 del puerto B
```

```
PULSE VAR byte         'variables de uso general
CONVERSION1 VAR BYTE
CONVERSION2 VAR BYTE
CONVERSION3 VAR BYTE
CONVERSION4 VAR BYTE

CICLO:                 'inicio de programa principal
GOSUB CONVERTIDOR_ADC  'subrutina para obtener señal de sensores
GOSUB TRACCION         'control de velocidad de motor
GOSUB LINEA_NEGRA
GOTO CICLO             'se mantiene el ciclo

CONVERTIDOR_ADC:
 ADCIN 1,CONVERSION1
IF CONVERSION1>=100 THEN   '128 0 es blanco 1
 SR=1
 ELSE
 SR=0
 ENDIF

 ADCIN 2,CONVERSION2
 IF CONVERSION2>=100 THEN     '128 1 es negro 2
 SL=1
 ELSE
 SL=0
 ENDIF

 ADCIN 3,CONVERSION3
 IF CONVERSION3>=100 THEN
 SRR=1
```

```
 ELSE
 SRR=0
 ENDIF

 ADCIN 4,CONVERSION4
 IF CONVERSION4>=100 THEN
 SLL=1
 ELSE
 SLL=0
 ENDIF
RETURN

TRACCION:                'subrutina encargada de generar
PWM PORTB.2,75,1         'la señal pwm para controlar 30 50 >75<
RETURN

LINEA_NEGRA:                'acciones llevadas a cabo por
IF SL==1 AND SR==0 THEN         'los sensores centrales para
L=1                         'el caso donde existe una línea blanca
R=0                         'sobre un fondo negro
ENDIF                         '1 es para negro 0 para blanco
IF SL==0 and SR==1 THEN
L=0
R=1
ENDIF
IF SL==1 and SR==1 THEN
IF SLL==1 AND SRR==1 THEN
L=0
R=0
ENDIF
```

```
IF SLL==1 AND SRR==0 THEN
L=1
R=0
ENDIF
IF SLL==0 AND SRR==1 THEN
L=0
R=1
ENDIF
ENDIF
RETURN
GOTO CICLO


**********************************************************************
*  NAME    : ROBOT SUMO  VERSION 1.0                                 *
* AUTOR:   Jose Lindao Gonzalez - Erick Quilambaqui Mayorga          *
*  NOTICIA: Copyright (c) 2013 PROYECTO TESIS DE GRADO               *
*   FECHA   : 14/05/2013                                             *
*  NOTA    : EL SIGUIENTE CODIGO DE PROGRAMACION FUNCIONA            *
*  TANTO EN EL ROBOT SUMO PESADO COMO EN EL LIVIANO                  *
'**********************************************************************

'SENSORES EN BLANCO=0
'SENSORES EN NEGRO=1
'PIC 16F877A

@ DEVICE HS_OSC

DEFINE OSC 20 'DEFINICION DE OSCILADOR EXTERNO (CRYSTAL)
```

```
DEFINE ADC_BITS 10      'DEFINICIO DE PARAMETROS PARA LECTURA
ANALOGA
DEFINE ADC_CLOCK 3      'DETERMINA EL RELOJ
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50  'INDICA EL TIEMPO DEL ADC PARA
EFECTUAR LA CONVERSION

ADCON1 = 14  'DECLARO LA CONDICION ANALOGA DIGITAL-DECLARO
EL PUERTO A0 COMO ENTRADA DE LECTURA ANALOGA

TRISA=%00000001 ;DECLARACION DE ENTRADA PARA SENSOR DE
DISTANCIA SHARP
PORTA = 0

TRISB=%00000011 ;DECLARACION DE ENTRADAS PARA SENSORES QRD
PORTB=0

TRISC=%00000000 ;DECLARACION DE LOS PUERTOS COMO SALIDAS
PARA LOS MOTORES
PORTC=0

SHARP VAR WORD 'DECLARACION DE UNA VARIABLE LLAMADA
SHARP PARA LA LECTURA DEL SENSOR DE DISTANCIA

QRD_1 VAR PORTB.0  'DESIGNO NOMBRES A LOS PUERTO DE LOS
SENSORES QRD Y MOTORES
QRD_2 VAR PORTB.1  'DESIGNO NOMBRES A LOS PUERTO DE LOS
SENSORES QRD Y MOTORES

M1 VAR PORTC.0     'ASIGNACION DE VARIABLES
M2 VAR PORTC.1     'ASIGNACION DE VARIABLES
```

```
M3 VAR PORTC.2     'ASIGNACION DE VARIABLES
M4 VAR PORTC.3     'ASIGNACION DE VARIABLES

PAUSE 5000 'PAUSA DE ESPERA DE 5 SEGUNDOS ANTES DE LA INICIAR PELEA

PELEA: 'RUTINA DE LECTURA DE SENSORES Y PELEA
PAUSE 25

ADCON1=0 'DECLARACION DE CONVERSION DE ANALOGO A DIGITAL
ADCIN 0,SHARP  'DECLARACION PARA QUE LA LECTURA ANALOGA DECLARADA POR EL ADCON1 LA  PUEDA LEER CON LA VARIABLE SHARP
SHARP = SHARP / 64 'DIVIDO A LA VARIABLE SHARP PARA PODER TENER UNA LECTURA MAS ESTABLE DEL SENSOR DE DISTANCIA

HIGH M2 : LOW M1 : HIGH M3 : LOW M4  ;EL ROBOT GIRA SI NO DETECTA NADA (BUSCAR)

IF SHARP >= 80 THEN ;NIVEL DE SENSIVILIDAD (DATO LECTURA) SI EL DATO DEL SENSOR ES >= 130 PELEE
HIGH M2: LOW M1 : HIGH M4 : LOW M3 ;PELEA
ELSE 'CASO CONTRARIO
HIGH M2 : LOW M1 : HIGH M3 : LOW M4 ;BUSCA
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 80) THEN ;SI AL ESTAR PELEANDO Y LOS DOS QRD´S DETECTAN LA LINEA DEL DOHYO RETROCEDA
```

```
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 70)  THEN ;SI NO ESTA
PELEANDO Y LOS DOS QRD´S DETECTAN LA LINEA DEL DOHYO
RETROCEDA
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 1 AND QRD_2 == 0 AND SHARP >= 80) THEN  ;SI ESTA
PELEANDO Y UNO DE LOS QRD´S DETECTA LA LINEA DEL DOHYO
RETROCEDA
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF

IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 1 AND SHARP >= 80) THEN ;SI ESTA
PELEANDO Y UNO DE LOS QRD´S DETECTA LA LINEA DEL DOHYO
RETROCEDA
```

```
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF
      IF (QRD_1 == 0 AND QRD_2 == 1 AND SHARP <= 70) THEN  ;SI NO
ESTA PELEANDO Y UNO DE LOS QRD´S DETECTA LA LINEA DEL DOHYO
RETROCEDA
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF
   IF (QRD_1 == 1 AND QRD_2 == 0 AND SHARP <= 70) THEN  ;SI NO ESTA
PELEANDO Y UNO DE LOS QRD´S DETECTA LA LINEA DEL DOHYO
RETROCEDA
HIGH M1 : LOW M2 : HIGH M3 : LOW M4 ;RETRO EVITA SALIR DE LA
DOHYO
PAUSE 850
PORTC=0
PAUSE 10
ENDIF
GOTO PELEA
END
```