



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

Tema:

**Implementación de un Robot MegaSumo Radiocontrolado y Autónomo
utilizando microcontroladores PIC**

AUTORES:

Gualli Cujilema, Mayra Alexandra

Véliz Intriago, Rocío Alexandra

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

Guayaquil, Ecuador

12 del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por las Srtas. **Mayra Alexandra Gualli Cujilema** y **Rocío Alexandra Véliz Intriago** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.

TUTOR

M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando.

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotras, **Gualli Cujilema, Mayra Alexandra y Véliz Intriago, Rocío
Alexandra**

DECLARAMOS QUE:

El trabajo de titulación “Implementación de un Robot MegaSumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC” previa a la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016

LOS AUTORES

Gualli Cujilema, Mayra A.

Véliz Intriago, Rocío A.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Gualli Cujilema, Mayra Alexandra y Véliz Intriago, Rocío
Alexandra**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Implementación de un Robot MegaSumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC” cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016

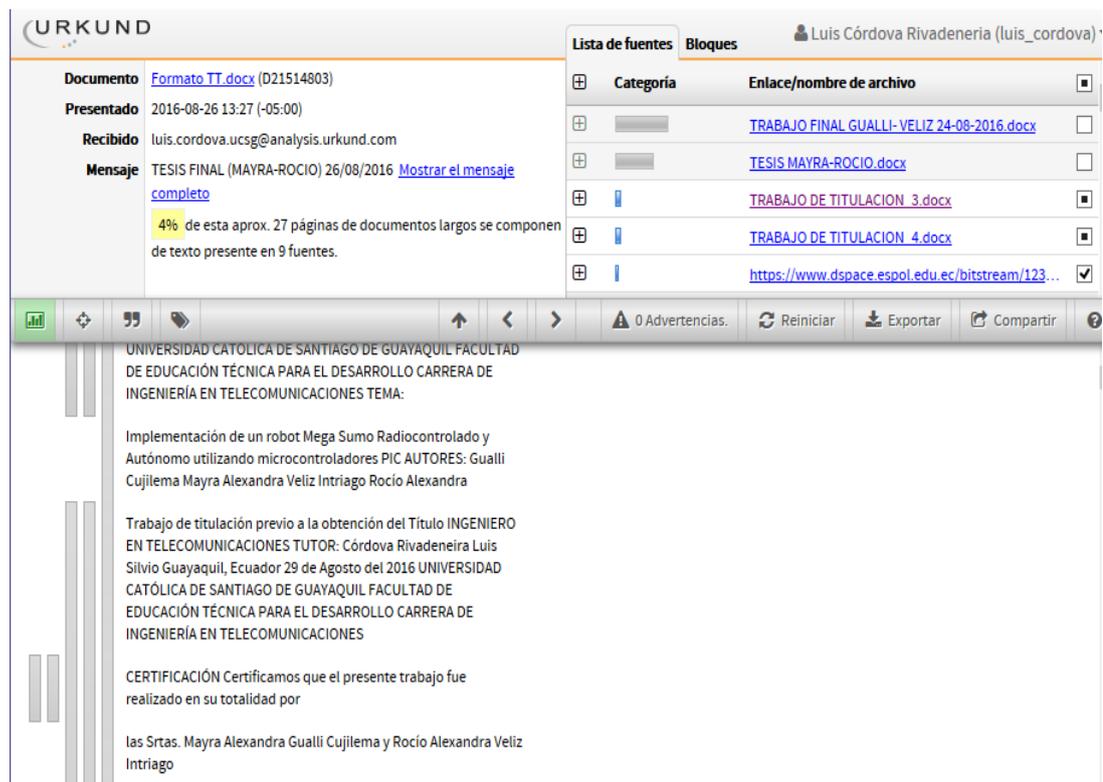
LOS AUTORES

Gualli Cujilema, Mayra A.

Véliz Intriago, Rocío A.

REPORTE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, con **4%** de coincidencias perteneciente a las señoritas estudiantes, **GUALLI CUJILEMA, MAYRA ALEXANDRA y VELIZ INTRIAGO, ROCÍO ALEXANDRA.**



URKUND Luis Córdoba Rivadeneria (luis_cordova)

Documento Formato TT.docx (D21514803)
Presentado 2016-08-26 13:27 (-05:00)
Recibido luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje TESIS FINAL (MAYRA-ROCIO) 26/08/2016 [Mostrar el mensaje completo](#)
4% de esta aprox. 27 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 9 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
Categoría	Enlace/nombre de archivo
	TRABAJO FINAL GUALLI-VELIZ 24-08-2016.docx
	TESIS MAYRA-ROCIO.docx
	TRABAJO DE TITULACION 3.docx
	TRABAJO DE TITULACION 4.docx
	https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123...

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES TEMA:
Implementación de un robot Mega Sumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC AUTORES: Gualli Cujilema Mayra Alexandra Veliz Intriago Rocío Alexandra
Trabajo de titulación previo a la obtención del Título INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES TUTOR: Córdoba Rivadeneira Luis Silvio Guayaquil, Ecuador 29 de Agosto del 2016 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por
las Srtas. Mayra Alexandra Gualli Cujilema y Rocío Alexandra Veliz Intriago

Atte.

M. Sc. Luis Silvio Córdoba Rivadeneira
Docente Ocasional – Tutor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme disfrutar de la vida y bendecirme cada día. Llegar a este logro académico no hubiere sido posible, sin el apoyo de mis padres. Gracias por inculcarme valores y principios bien fortalecidos.

Deseo manifestarles mi agradecimiento a mis amigos: Catherine, Geovanna, Jorge y Andrés por sus buenos deseos y compartir momentos importantes en mi vida. Gracias por su amistad sincera e incondicional.

Un especial agradecimiento a mi tutor el Ing. Luis Córdova Rivadeneira por compartir su valioso tiempo, calidez humana y predisposición en la realización de este proyecto.

Mayra Gualli Cujilema.

Agradezco principalmente a Dios por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mis hermanos que siempre han estado junto a mí brindándome su apoyo incondicional, y compartiendo buenos y malos momentos.

Al Ing. Luis Córdova Rivadeneira, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Rocío Véliz Intriago

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a la pareja que más amo y admiro: mis padres, por ser los mejores. Gracias por la confianza brindada y por la oportunidad de culminar con esta etapa de mi vida, mi amor y gratitud nunca prescribirá hacia ustedes.

Mayra Gualli Cujilema

Dedico mi tesis a mis padres porque creyeron en mí, me dieron ejemplos de superación y entrega, la mayor parte es gracias a ustedes porque siempre están impulsándome en los momentos más difíciles, admiro realmente su fortaleza y esfuerzo.

Rocío Véliz Intriago



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
LUIS SILVIO CÓRDOVA RIVADENEIRA
TUTOR

f. _____
MIGUEL ÁNGEL HERAS SANCHEZ
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____
NESTOR ARMANDO ZAMORA SANCHEZ
COORDINADOR DE TITULACIÓN

Índice General

Índice de Figuras	XIII
Resumen.....	XVI
Abstract.....	XVII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	18
1.1. Introducción.....	18
1.2. Antecedentes.	18
1.3. Definición del Problema.....	19
1.4. Justificación del Problema.....	20
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	20
1.5.1. Objetivo General.....	20
1.5.2. Objetivos Específicos.	20
1.6. Idea a defender.	21
1.7. Metodología de Investigación.....	21
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACION TEORICA	22
2.1. Microcontroladores.....	22
2.2. Recursos disponibles de los Microcontroladores	22
2.3. El Microcontrolador PIC.....	23
2.3.1. Arquitectura Von Neuman.....	24
2.3.2. Arquitectura Harvard.....	25
2.3.3. Lenguaje de Programación para PIC.....	25
2.3.4. Aplicaciones de los microcontroladores.....	26
2.3.5. Tipos de Memoria	26
2.3.6. Líneas de Entrada/Salida de los módulos periféricos	28
2.4. Robot.....	29
2.5. Zona de competencia de los robots	30
2.6. Motores de corriente continua	31
2.6.1. Descripción.....	31

2.6.2.	Funcionamiento	32
2.7.	Módulo de transmisión de señal RF	33
2.7.1.	El transmisor FlySky	33
2.7.2.	Señales transmisor FlySky	34
2.7.3.	El receptor FlySky FS- T6.....	35
2.8.	Tarjeta de control de motores Sabertooth dual 60 ^a	36
2.8.1.	Conexiones driver Sabertooth 2 x 60.....	38
2.8.2.	Características del driver Sabertooth 2x60	40
2.9.	Baterías	41
2.10.	Imanes.....	42
2.11.	Sensores	43
2.12.	Opto acopladores	43
2.12.1.	Opto acoplador MOC 3011	44
2.12.2.	Opto acoplador 4N25.....	45
2.13.	Comunicaciones Inalámbricas.....	46
2.13.1.	El espectro radioeléctrico.....	46
2.13.2.	Propagación Inalámbrica	48
2.13.3.	Radiocomunicaciones.....	52
2.13.4.	Estándares de Redes Inalámbricas	53
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT MEGA SUMO		56
3.1.	Introducción.....	56
3.2.	Hardware.....	56
3.2.1.	Motores Maxon	57
3.2.2.	Modo de operación de la Sabertooth.....	57
3.2.3.	Ruedas	58
3.2.4.	Batería de Polímero de Litio	59
3.2.5.	Tipos de Sensores.....	60
3.2.6.	Diseño mecánico y estructural.....	62
3.2.7.	Diseño de la tarjeta electrónica.....	68

3.3. Software	74
3.3.1. Programación del robot Mega Sumo	74
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	81
4.1. Conclusiones.....	81
4.2. Recomendaciones.....	82
ANEXOS	89

Índice de Tablas

CAPITULO 2

Tabla 2. 1: Conexiones del receptor y motores.....	35
Tabla 2. 2: Especificaciones Sabertooth 2x60	37
Tabla 2. 3: Características eléctricas del opto acoplador MOC 3011	45
Tabla 2. 4: Características eléctricas del opto acoplador 4N245	46
Tabla 2. 5: Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico	47
Tabla 2.6: Describe la gama de frecuencias en términos de estándares inalámbricos.....	48
Tabla 2. 7: Frecuencias disponibles para enlaces de redes inalámbricas ...	48
Tabla 2. 8: Clasificación de la propagación aérea de ondas.....	50
Tabla 2.9: Servicios según el tipo de radiocomunicación	52

CAPITULO 3

Tabla 3.1: Consumo de energía de batería lipo	59
Tabla 3.2: Especificaciones técnicas sensor ONROM modelo E3Z-D82.....	62
Tabla 3.3: Características del PIC18F4550	71
Tabla 3.4: Tabla de movimientos	79

Índice de Figuras

CAPITULO 2

Figura 2. 1: Diagrama de bloque de un microcontrolador	23
Figura 2. 2: Clasificación de algunos dispositivos Microchip, según su función	24
Figura 2. 3: Estructura Von Neuman.....	24
Figura 2. 4: Estructura Harvard.....	25
Figura 2. 5: Niveles de programación	26
Figura 2. 6: Memoria 27C256	27
Figura 2. 7: Puertos de entrada/salida de un microcontrolador.....	29
Figura 2. 8: Robot Sumo RC y Autónomo.....	30
Figura 2. 9: Plataforma para Robot Mega Sumo.....	30
Figura 2. 10: Distancia inicial de combate entre robots Mega Sumo	31
Figura 2. 11: Partes de un motor eléctrico	32
Figura 2. 12: Funcionamiento de un motor eléctrico	33
Figura 2. 13: Control remoto FlySky modelo FS-T6.....	33
Figura 2. 14: Señal emitida con la palanca posición inicial	34
Figura 2. 15: Señal emitida con la palanca posición superior	34
Figura 2. 16: Señal emitida con la palanca posición inferior	35
Figura 2. 17: Receptor FlySky modelo FS-T6.....	36
Figura 2. 18: Sabertooth 2x60 dual.....	36
Figura 2. 19: Interruptores DIP de la tarjeta Sabertooth 2x60.....	37
Figura 2. 20: Indicadores LED de la tarjeta Sabertooth 2x60.....	38
Figura 2. 21: Terminales de la batería y motores.....	38
Figura 2. 22: Terminales de alimentación y señales de control	39
Figura 2. 23: Canales del Receptor FlySky conectado a los terminales de alimentación y entrada.....	39
Figura 2. 24: Conexiones driver Sabertooth 2x60.....	40
Figura 2. 25: Baterías Li-Po	41
Figura 2. 26: Estructura interna de un opto acoplador	43
Figura 2. 27: Diagrama esquemático MOC 3011	44
Figura 2. 28: Diagrama esquemático del 4N25.....	45
Figura 2. 29: Propagación de la onda de superficie.....	49

Figura 2. 30: Propagación aérea de ondas	50
Figura 2. 31: Propagación en la trayectoria visual	51
Figura 2. 32: Refracción en una frontera plana entre dos medios	51
Figura 2. 33: Esquema de servicio fijo de radiocomunicación	53
Figura 2. 34: Generaciones de telefonía móvil del servicio móvil terrestre ..	53
CAPITULO 3	
Figura 3. 1: Elementos principales del Robot Mega Sumo	56
Figura 3. 2: Motor DC 24V	57
Figura 3. 3: Posición de interruptores para el modo de R/C	57
Figura 3. 4: Posición de interruptores para el modo analógico	58
Figura 3. 5: Partes laterales del Robot Mega Sumo (3 Kg Max.)	58
Figura 3. 6: Batería Lipo 6s 50c	59
Figura 3. 7: Sensor QTR-1RC.....	60
Figura 3. 8: Sensor infrarrojo por reflexión.....	60
Figura 3. 9: Salida del circuito.....	61
Figura 3. 10: Dimensiones técnicas del sensor E3Z-D82 ONROM.....	61
Figura 3. 11: Planos del Robot Mega Sumo	63
Figura 3. 12: Plano de la parte trasera del robot Mega Sumo.....	63
Figura 3. 13: Plano de la parte inferior del robot Mega Sumo	64
Figura 3. 14: Plano de la rampa frontal del robot Mega Sumo	64
Figura 3. 15: Plano de las partes laterales del robot Mega Sumo.....	64
Figura 3. 16: Plano de cuchilla delantera del robot Mega Sumo	65
Figura 3. 17: Diseño final del Robot Mega Sumo "MONAKA"	65
Figura 3. 18: Robot Mega Sumo"MONAKA" ensamblado.....	66
Figura 3. 19: Peso del Robot Mega Sumo	66
Figura 3. 20: Vista superior del robot Mega Sumo ensamblado	67
Figura 3. 21: Vista inferior del Robot Mega Sumo ensamblado (3 Kg Max.)	67
Figura 3. 22: Diagrama de bloques del circuito electrónico	69
Figura 3. 23: Diagrama de bloques del pic 18f4550.....	71
Figura 3. 24: Circuito esquemático para funcionamiento de un robot Sumo de 3kg con PIC 18F4550	73
Figura 3. 25: PCB del circuito electrónico	74
Figura 3. 26: Estructura final del programa	75
Figura 3. 27: Imágenes de la función interrupción del robot	76

Figura 3. 28: Funciones movimientos	77
Figura 3. 29: Función principal primera parte.....	78
Figura 3. 30: Vista superior del sumo	79
Figura 3. 31: Código de los movimientos según estados de los sensores...	80

Resumen

En el presente proyecto de titulación, se diseñó e implementó un robot Mega Sumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC. Los métodos utilizados son: exploratorio, puesto que veremos toda la información basada en la teoría de los microcontroladores PIC; descriptiva, porque se fundamenta el tipo de algoritmos de control para lograr el funcionamiento y aplicación que se obtiene con los microcontroladores PIC de la familia 18fxxxx. También se utilizó el método experimental para comprobar el funcionamiento integral de los componentes utilizados en la construcción del robot.

Luego veremos las características de los componentes de hardware, las piezas que componen la estructura mecánica del robot, las cuales fueron construidas utilizando la tecnología del láser; el modelo esquemático de la tarjeta electrónica fue elaborada con la ayuda del programa de simulación y diseño Proteus, hacemos uso del PIC C Compiler para desarrollar los algoritmos de control para la locomoción autónoma del robot.

Palabras Claves: *Microcontrolador, sensores, sabertooth, módulo de transmisión, estructuras, diseño electrónico, diseño mecánico.*

Abstract

In the present project of degree, designed and implemented a Mega Sumo radio-controlled and autonomous robot using PIC microcontrollers. The methods used are exploratory place that will see all the information based on the theory of PICs microcontrollers, descriptive, because the type of control algorithms is based to attain the performance and application is achieved with the PICs microcontrollers family 18fxxxx. The experimental method was also used to check the overall operation of the components used in the construction of the robot.

Afterwards we will see the characteristics of the components of hardware, the pieces that compose the mechanical structure of the robot, which were built using laser technology; the schematic model of the electronic card was elaborated with the help of the simulation and design Proteus Program, make use of the PIC C Compiler to develop the control algorithms for the autonomous locomotion of the robot.

Keywords: *Microcontroller, sensors, sabertooth, transmission module, structures, electronic design, mechanical design.*

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

La comunidad científica dedicada a la robótica, durante las últimas décadas ha dedicado gran interés a la investigación de robots. En la práctica, suelen implementarse en tareas de riesgo, robots que ayudan a las personas en tareas cotidianas o, robots utilizados en aéreas competitivas. Indistintamente de la función que realicen, en su construcción intervienen una variedad de elementos electrónicos, como los microcontroladores, siendo uno de ellos el Controlador de Interfaz Periférico, conocido bajo el nombre de PIC, por sus ventajas en la programación de tecnologías electrónicas.

En tal virtud, se propone a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil la implementación de un robot Mega Sumo en las modalidades Radiocontrol y Autónomo mediante microcontroladores PIC para la participación en torneos internacionales de robótica.

En este primer capítulo, se expone un breve antecedente y razones claras que justifican la elaboración de este trabajo de titulación; seguido de los objetivos generales y específicos que se esperan alcanzar con la implementación del robot. Así también, se describe el método a utilizar para el cumplimiento de este propósito.

1.2. Antecedentes.

La robótica ha despertado gran interés en los estudiantes de distintas universidades, debido a que materias tradicionales como matemáticas, electrónica, informática se vuelven más atractivas al aplicarlas en la construcción de un robot. Esta realidad se demuestra en los distintos clubes de robótica que se han destacado en eventos nacionales que ponen a prueba este conocimiento y la capacidad de diseño tecnológico.

(Telégrafo, 2015):

El decano de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Manuel Romero, resaltó que es importante que los estudiantes de la universidad hayan organizado el CER, porque representa una experiencia gratificante para aprender y fomentar la práctica de la industria robótica.

En eventos como, el XI Concurso Ecuatoriano de Robótica "CER2015", en el cual intervinieron prestigiosas universidades, los distintos robots diseñados y construidos en el laboratorio de Electrónica de la Facultad Técnica para el Desarrollo, reflejaron las destrezas adquiridas de los estudiantes que se forman en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, adjudicando el primer lugar en la categoría Creatividad Lego.

1.3. Definición del Problema.

En la actualidad, se realizan varios torneos de robótica a nivel nacional e internacional, de las cuales son pocas las universidades que logran participar, y no porque su deseo sea ese, sino por la ausencia de elementos necesarios para su construcción, debido a sus altos costos. Esta tesis es elaborada para la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por las necesidades existentes en la categoría de robot Radiocontrolado y Autónomo donde no ha participado por la ausencia de un robot con esas características.

Este es el motivo por el cual, nuestro interés se enfoca en implementar un robot Mega Sumo Radiocontrolado y Autónomo que puede participar en próximos torneos internacionales de Robótica en especial en el torneo Copa IPN cuya sede será en la ciudad de México y buscar una acreditación para el ALL TOURNAMENT SUMO en Japón.

1.4. Justificación del Problema.

Para conseguir un alto nivel competitivo en el área de robótica, las instituciones de educación superior intentan sobresalir creando, inventando sus propios sistemas robóticos con la participación de sus ingenieros y estudiantes. La robótica es una ciencia mixta que abarca muchos campos del saber, mecánica, electrónica, informática, y que para muchos se torna más atractiva cuando se aplica la teoría al mundo real.

Esta ciencia está siendo relevante en los últimos tiempos, en el cual, los estudiantes pondrán a prueba su imaginación y aplicarán todos los conceptos obtenidos en sus periodos académicos.

El presente trabajo de titulación trata de captar la atención de los estudiantes con la finalidad que lideren proyectos similares o afines a este, y motivarlos, para que, en un futuro, sean creadores de su propio club de robótica y los robots que construyan estén a la altura de los desafíos presentados en una competencia nacional como internacional.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Implementar un robot Mega Sumo en las modalidades Radiocontrol y Autónomo mediante microcontroladores PIC para la participación en torneos internacionales de robótica.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Describir el Estado del Arte de microcontroladores a través de aplicaciones en robots autónomos y no autónomos.
- Diseñar la estructura mecánica y electrónica del robot Mega sumo.
- Diseñar y elaborar los algoritmos de programación para la autonomía del robot y para hacer la interface de autónomo a RC.

- Implementar un robot Mega Sumo eficaz y robusto, con la capacidad de expulsar a su contrincante del ring,
- Validar el proyecto en futuros torneos nacionales e internacionales de robótica.

1.6. Idea a defender.

A través de la implementación de un robot Mega Sumo en las modalidades Radiocontrol y Autónomo contribuirá a dejar sentadas las bases tecnológicas para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones o afines, se empoderen de conocimientos y en un futuro próximo, y mediante la práctica en laboratorios que potencialicen esta ciencia, desarrollen habilidades en el diseño y construcción de distintos robots de categorías más reconocida a nivel nacional e internacional que permitan obtener prestigio y reconocimiento a los estudiantes y a la Universidad como institución, en este campo de investigación.

1.7. Metodología de Investigación.

De acuerdo al tema propuesto de titulación, se procedió a levantar información veraz que permitiese el cumplimiento y elaboración del proyecto, basándonos en el método de investigación exploratoria, porque examina a los microcontroladores PIC, cuya aplicación es realmente numerosa en varios campos. Además, se realizó investigación descriptiva, porque a través de ésta se fundamenta el tipo de funcionamiento y aplicación que se logra con los microcontroladores PIC a través de la programación que se puede desarrollar. También se utilizó el método experimental para comprobar el funcionamiento integral de los componentes utilizados en la construcción de este robot, y en la medida de lo posible corregir los errores que se presenten.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACION TEORICA

En este capítulo describimos conceptos básicos que hacen referencia el trabajo de titulación, enfocándonos desde la perspectiva que nos interesa: el estado del arte de los microcontroladores PIC aplicados en robots autónomos y no autónomos.

2.1. Microcontroladores

Un microcontrolador es un microcomputador integrado en un solo chip, internamente se estructura de una CPU, memoria interna para guardar datos, memoria de programa no volátil donde reside el programa a ejecutar, y circuitos de entrada y salida para comunicarse con el exterior.

“Los microcontroladores son tan versátiles a tal punto que facilitan el diseño de sistemas electrónicos, ya que brindan en un solo circuito integrado incontable posibilidades”(Viteri, 2015).

Según lo dicho, los microcontroladores tienen la capacidad de ser programados y ejecutados por todas las instrucciones que han sido guardadas en su memoria, para aplicaciones de control, por eso se consideran dispositivos inteligentes en la toma de decisiones para la ejecución de tareas complejas como ejemplo de lo mencionado anteriormente el control inteligente de una casa, que responde a las peticiones que haga el usuario, al encender o apagar los múltiples dispositivos que se encuentren en el hogar .

2.2. Recursos disponibles de los Microcontroladores

Sus características y estructura fundamental son muy parecidas, por estar todos los microcontroladores integrados en un único circuito. Todos disponen de los siguientes bloques esenciales: procesador, memoria de dato

e instrucciones, líneas de entrada y salida, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos.

Sin embargo, cada fabricante intenta ofrecer el microcontrolador idóneo para una serie de tareas, es el diseñador del sistema quien escoge cual es el más adecuado, por tener mayor memoria, o mayor cantidad de dispositivos de entrada y salida. La figura 2.1 muestra el diagrama de bloques de un típico microcontrolador.

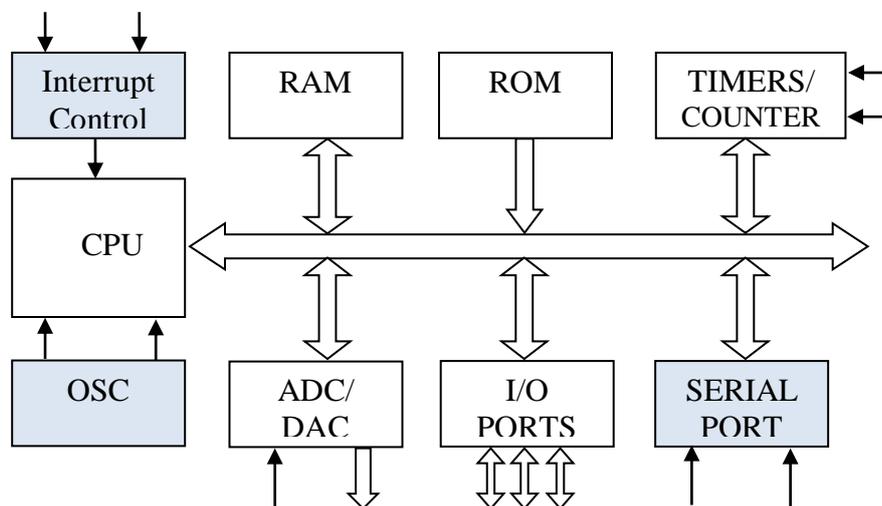


Figura 2. 1: Diagrama de bloque de un microcontrolador
Elaborado por: Autores

2.3. El Microcontrolador PIC

Por la variedad de modelos y encapsulados creados por la empresa Microchip Technology Inc., surge el concepto de familias de microcontroladores PIC, para referirse a los microcontroladores de un solo chip que comparten características comunes. Ver figura 2.2.

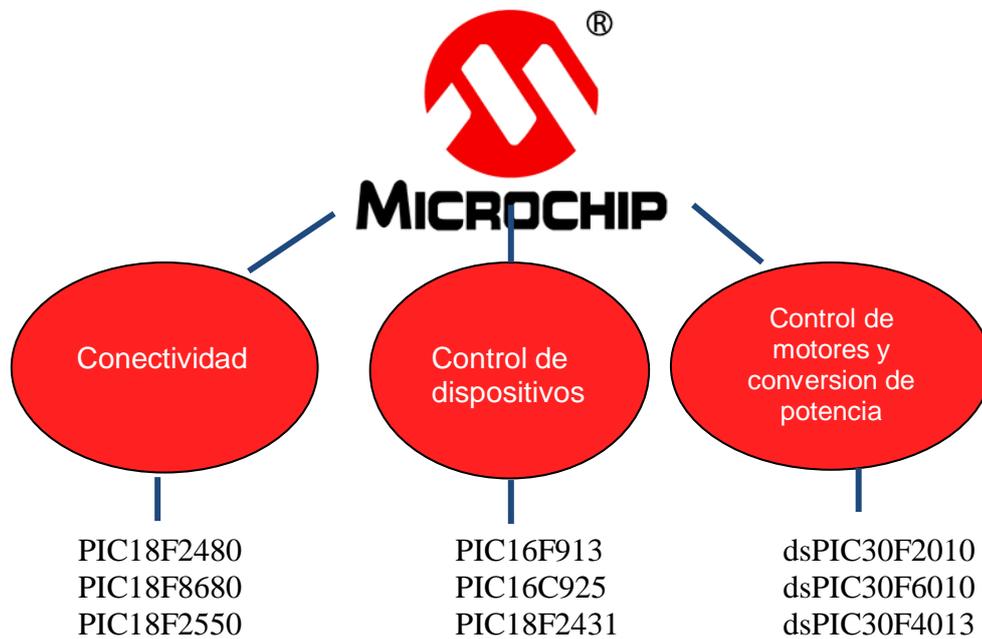


Figura 2. 2: Clasificación de algunos dispositivos Microchip, según su función

Elaborado por: Autores

2.3.1. Arquitectura Von Neuman

“Es una arquitectura clásica y se caracterizó por disponer de una misma unidad de almacenamiento tanto para instrucciones como para los datos”(Caizapanta & Enríquez, 2013).

A mencionada memoria se accede a través de un medio de transporte único o bus principal. Ver figura 2.3

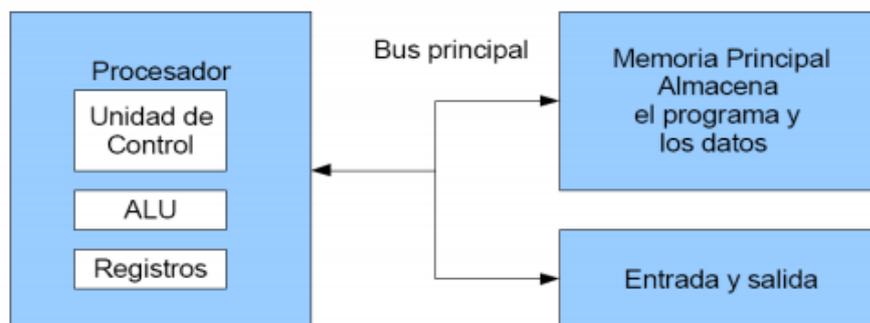


Figura 2. 3: Estructura Von Neuman
Fuente:(Caizapanta & Enríquez, 2013)

2.3.2. Arquitectura Harvard

Es la arquitectura presente de familia PIC, en el cual, el CPU con la memoria de: datos, estructurada en palabras de ocho bits, y la memoria de instrucciones en palabras de 12, 14 o 16 bits, se conectan a través de buses distintos permitiendo un acceso simultáneo. Ver figura 2.4.

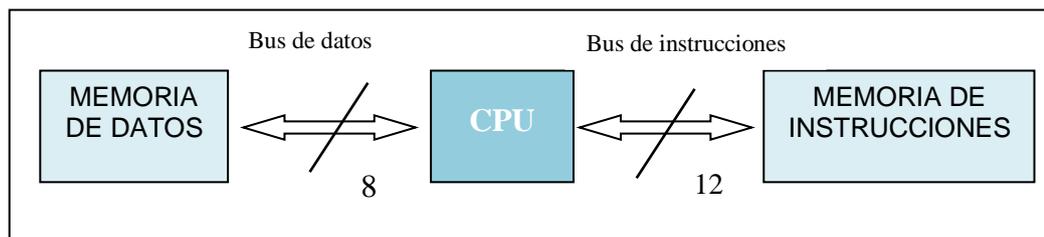


Figura 2. 4: Estructura Harvard
Elaborado por: Autores

2.3.3. Lenguaje de Programación para PIC

Los microprocesadores trabajan en código de máquina, en el que cada instrucción de un programa está constituida por un grupo de códigos binarios, de “unos” y “ceros”. Memorizar todos los números binarios que ejecutan una sentencia, en sus inicios se convirtió en un trabajo tedioso para el programador, en consecuencia, a esto, fue creado un código auxiliar, en el cual las instrucciones que se representaban en grupos de bits, se reemplazaron por símbolos mnemotécnicos, que son más fáciles de recordar.

Como se observa en la figura 2.5 es necesario hacer la conversión de código ensamblador a código de máquina, para que el microprocesador reconozca las instrucciones, para eso, se puede utilizar compiladores para lenguaje ensamblador.

“El lenguaje que más se acerca a los humanos es el de más alto nivel, el lenguaje más próximo al tipo de datos que entiende el microcontrolador es un lenguaje de bajo nivel”(Moreno & Yuque, 2010). Entre los diferentes lenguajes de alto nivel disponibles se encuentran: Basic, Pascal, entre otros.

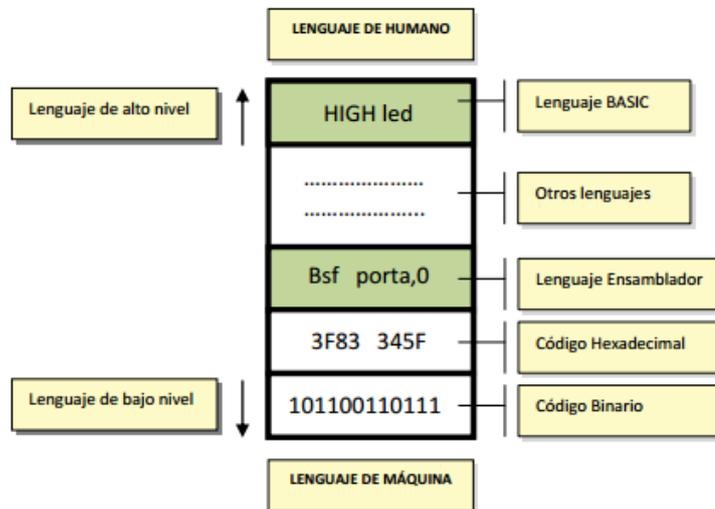


Figura 2. 5: Niveles de programación
Fuente:(Moreno & Yuque, 2010)

2.3.4. Aplicaciones de los microcontroladores

- En electrodomésticos de línea blanca y marrón
- En sistemas de alarma y seguridad.
- En la industria automotriz: control de frenos, climatización y motores.
- En la mayoría de periféricos de la industria informática.
- En sistemas de control de Robots.
- En sistemas de transferencia de comunicación: centrales telefónicas, transmisores, receptores, teléfonos, fax, etc.

2.3.5. Tipos de Memoria

La memoria de los microcontroladores se organiza según la arquitectura Harvard, en dos espacios independientes: uno para la memoria de programa y otro para la memoria de datos.

2.3.5.1 Memoria de Programa

Es esencialmente solo de lectura y puede ser ROM, EPROM o FLASH.

a. MEMORIA ROM

Es una memoria solo de lectura y de acaparamiento imborrable. Es decir, que, si se desconecta y conecta la alimentación, los datos seguirán ahí, esta memoria está programada durante el proceso de fabricación donde el usuario no puede cambiar el contenido” (Berger, Feger, Fink, Gerwing, & Grosser, 2002).

b. MEMORIA EPROM

Las memorias EPROM son programada por el usuario, se puede volver a programar borrando previamente su contenido de dos formas: por EEPROM donde los datos se borran mediante impulsos eléctricos y se pueden programar en el propio circuito final o por luz ultravioleta UVEPROM. En la figura 2.6 podemos observar la pequeña ventana de cuarzo de la memoria, utilizada para borrar los datos por medio de luz UV.

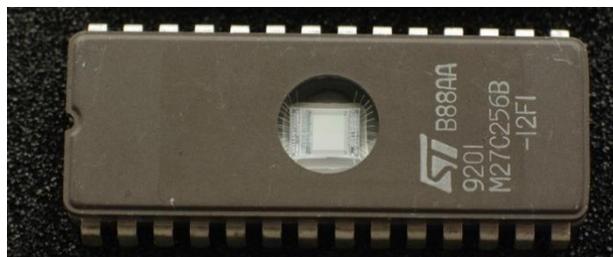


Figura 2. 6: Memoria 27C256
Elaborado: Autores

2.3.5.2 Memoria de Datos

a) MEMORIA RAM

Se encarga de guardar los datos de usuario en un programa. Esta memoria es sutil, es decir, que “Al desconectar la unidad de control por el interruptor de encendido, esta memoria pierde todos los datos almacenados” (Paredes, 2011, p. 27).

b) MEMORIA PROM

La memoria PROM es solo de lectura programable, este tipo de memoria puede ser programado por el mismo usuario, cuando la memoria PROM ya ha sido programada el contenido no se puede cambiar.

Es de almacenamiento permanente y está programada de fábrica en la computadora. Los datos son específicos para el tamaño del motor, tipo de 40 transmisiones, sistema de combustible, sistema de encendido, etc.

c) MEMORIA EEPROM

La grabación de esta memoria tiene una similitud a la memoria EPROM, aunque el borrado de esta es mucho más fácil por la que se efectúa del mismo modo del grabado, es decir, eléctricamente.

En el mismo zócalo de grabador “puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual lo hace ideal en la enseñanza y la creación de nuevos proyectos” (Valencia, 2010, p. 25).

2.3.6. Líneas de Entrada/Salida de los módulos periféricos

Las líneas de entrada/salida son los terminales que permiten al PIC monitorear y controlar a los otros dispositivos.

Los puertos E/S con la organización interna de microcontrolador de 8 bits, se agrupan en 5 puertos denominados con A, B, C, D, E, entre ellos tienen varias características en común, se puede decir que algunos pines de E/S son multifuncionales. Si un pin cumple una de estas funciones, puede ser utilizado como pin de E/S de propósito general.

Otra característica en común, es que cada puerto tiene su propio registro de control de flujo, o sea el registro TRIS correspondiente: TRISA, TRISB, TRISC etc. Va a determinar el comportamiento de bits del puerto, pero no determina su contenido.

Se disponen máximo de 6 puertos bidireccionales de hasta 8 bits cada uno, la dirección de cada terminal puede ser configurada individualmente a través del registro TRIS de cada puerto, donde un 1 hace que el puerto se comporte como entrada y un 0 hace que el puerto opere como salida. Ver figura 2.7

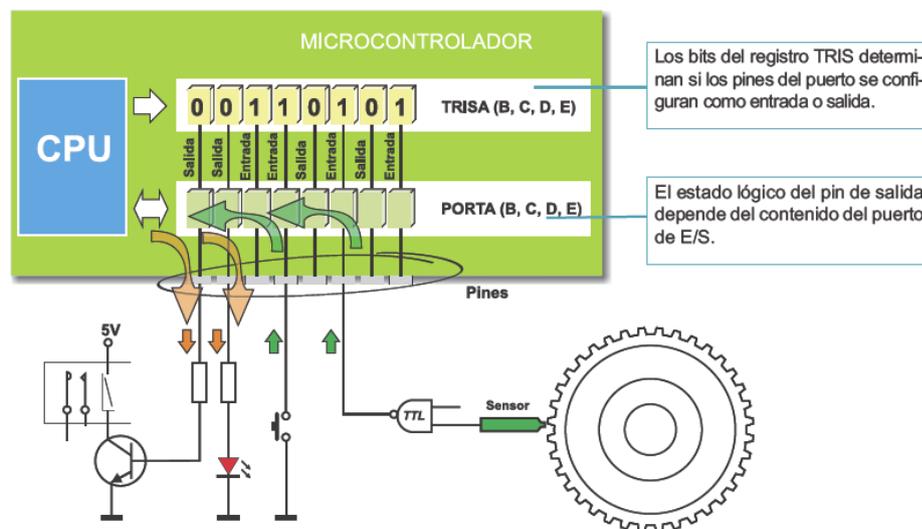


Figura 2. 7: Puertos de entrada/salida de un microcontrolador
Fuente: (Verle, 2010)

2.4. Robot

Se entiende por robot a “una entidad autónoma programable para desempeñar ciertas tareas en forma automática exhibiendo inteligencia y acción” (Lindao González, 2014, p. 26).

En este sentido, el desarrollo de un robot puede atender a distintas necesidades del mundo real, para este caso, los robots Mega Sumo compiten y reaccionan según la programación y escenario, para el cual fue diseñado: combatir con otros robots de la misma categoría. Ver figura 2.8

El robot en funcionamiento, localizará la ubicación del robot opositor hasta sacarlo del ring y evitará abandonar el dohyo, alejándose del límite del área de batalla.

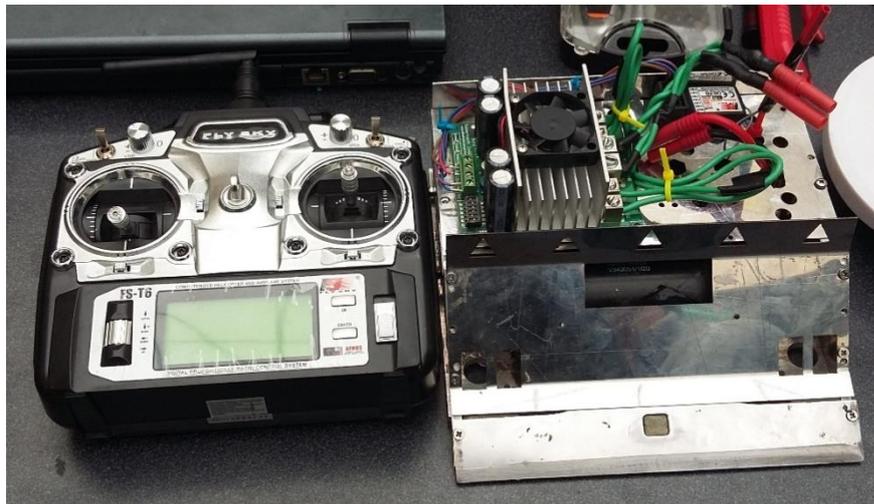


Figura 2. 8: Robot Sumo RC y Autónomo
Elaborado por: Autores

2.5. Zona de competencia de los robots

El dohyo también conocido como ring es una plataforma de forma circular hecha de metal sobre el cual se sitúa el Robot Mega Sumo.

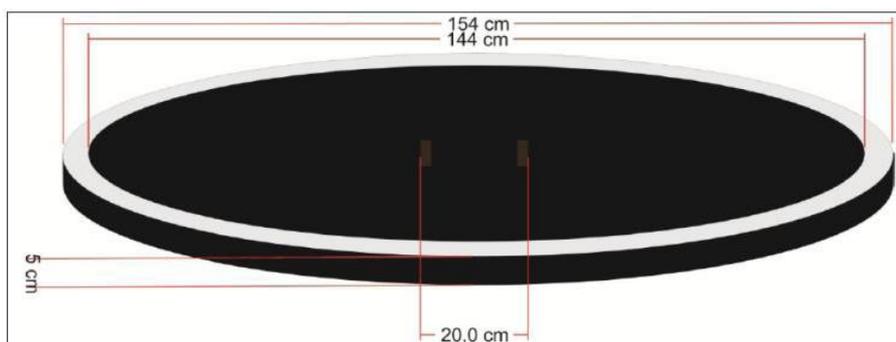


Figura 2. 9: Plataforma para Robot Mega Sumo
Fuente: (Plúa & Castillo, 2015)

Como se muestra en la figura 2.9 el dohyo presenta las siguientes características: tiene un diámetro de 154 cm y una altura de elevación de 5

cm del piso, tiene dibujado sobre su estructura una superficie de color negra que posee un diámetro de 144cm, y una franja circular de color blanco de 10cm que es la separación entre el diámetro del exterior y el del interior a la cual no debe acercarse el robot puesto que perdería la batalla.

Cabe recalcar que antes de empezar la batalla, los robots deben ser situados a una distancia de separación de 20 cm, como se observa en la figura 2.10



Figura 2. 10: Distancia inicial de combate entre robots Mega Sumo
Elaborado por: Autores

2.6. Motores de corriente continua

2.6.1. Descripción

Un motor eléctrico es una máquina idónea para producir movimiento mecánico transformando la energía eléctrica en mecánica utilizando campos magnéticos. “Si el motor eléctrico realiza el proceso inverso, es decir, transforma la energía mecánica en eléctrica, funciona como generador” (Quinde Llerena & Ulloa Patiño, 2012, p. 18).

En ciertas condiciones de trabajo, un motor de corriente continua funciona como generador, arrastrado por la carga. Según Bernal, J. &

Sánchez, M. (2010) explican que cuando un motor absorbe energía cinética de masa giratoria, de manera que la corriente que circula ahora en sentido inverso, no la suministra la línea, sino que es devuelta a ella, por la fuerza electromotriz mayor del motor funcionando como generador. Esto reduce la velocidad del motor, teniéndose así un método de frenado.

Como se observa en la figura 2.11, comúnmente, los motores eléctricos se componen de las siguientes partes: una parte externa, denominada cubierta, construida por materiales de consistencia dura, tales como: el acero o hierro; una parte fija donde se crea el campo magnético y está unido a la carcasa, denominado estator, y otra parte que gira, llamada rotor.

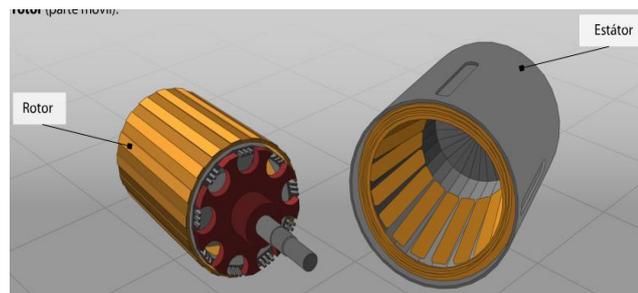


Figura 2. 11: Partes de un motor eléctrico
Fuente: («MOTORES ELÉCTRICOS – Tecnología David 3 A», s. f.)

2.6.2. Funcionamiento

El principio de funcionamiento de un motor de corriente alterna o continua se basa en que un conductor dentro un campo magnético, induce una tensión que hace circular corriente eléctrica por el conductor, el efecto de esta corriente y el campo magnético expone al conductor a una fuerza perpendicular a ellos, siguiendo la regla de la mano derecha. Ver figura 2.12

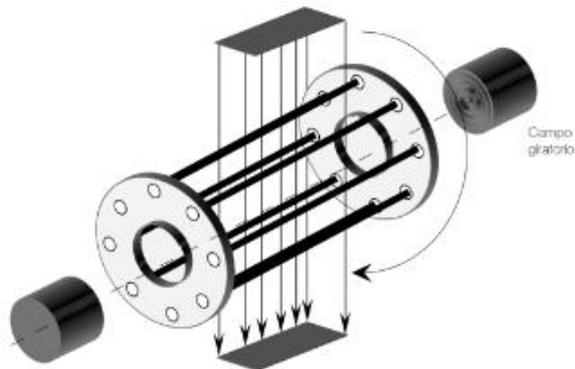


Figura 2. 12: Funcionamiento de un motor eléctrico
Fuente: (Mezquida, 2007)

2.7. Módulo de transmisión de señal RF

2.7.1. El transmisor FlySky

Este tipo de transmisor posee 6 canales independientes están distribuidos en forma vertical y horizontal, se alimenta con 8 pilas alcalinas AA de 1.5 voltios, como se observa en la figura 2.13, cuenta con dos palancas de control y una antena vertical de 26mm.



Figura 2. 13: Control remoto FlySky modelo FS-T6
Elaborado por: Autores

2.7.2. Señales transmisor FlySky

La señal emitida por el transmisor cuando se encuentra en posición inicial, es de 5V, como se muestra en la figura 2.14, la cual es enviada al receptor, que a su vez la envía al driver SABERTOOTH 2X60.

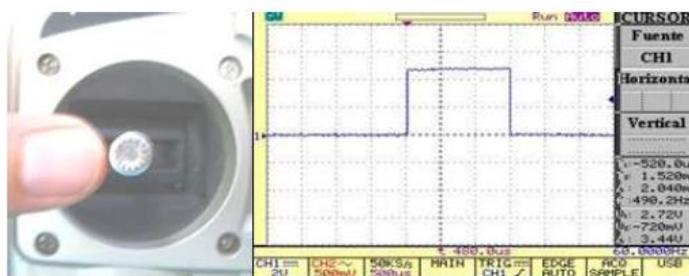


Figura 2. 14: Señal emitida con la palanca posición inicial
Fuente: (Quinde Llerena & Ulloa Patiño, 2012)

Como se muestra en la figura 2.15, la señal ahora emitida por la palanca en posición superior con respecto a señal inicial tiene una duración mayor en milisegundos.

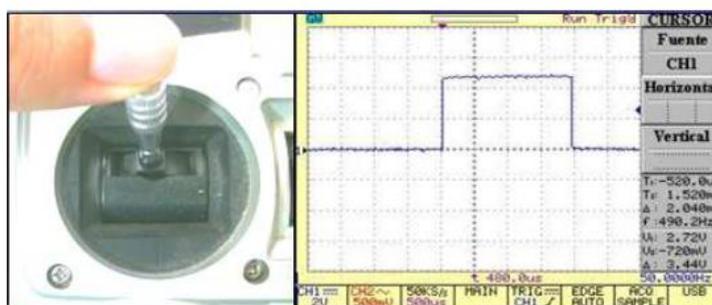


Figura 2. 15: Señal emitida con la palanca posición superior
Fuente: (Quinde Llerena & Ulloa Patiño, 2012)

Con la palanca en posición inferior, como se observa en la figura 2.16, la señal ahora emitida por el transmisor es de menor duración con respecto a la señal inicial.

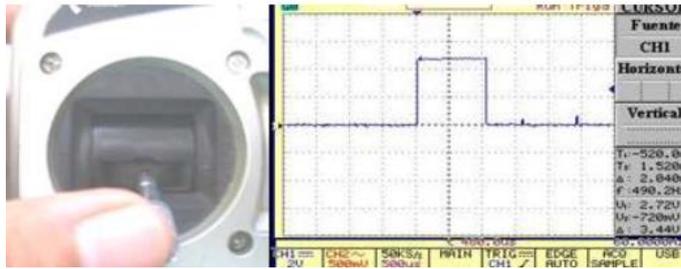


Figura 2. 16: Señal emitida con la palanca posición inferior
Fuente: (Quinde Llerena & Ulloa Patiño, 2012)

2.7.3. El receptor FlySky FS- T6

Se trata de un receptor de alta sensibilidad con una potencia de salida de -20 dbm, y una frecuencia de trabajo de 2,4 GHz, emplea la modulación GFSK. Según la figura 2.17 está apto para recibir 6 señales de frecuencia modulada provenientes de su transmisor. A continuación, se muestra en la tabla 2.1 las conexiones del receptor.

Tabla 2. 1: Conexiones del receptor y motores

Canal de salida	Función
Entrada B	Receptor de encendido/apagado (enchufe de color rojo)
Canal 1	Motor (CH1)
Canal 2	Motor (CH2)
Canal 3	Motor (CH3)
Canal 4	Motor (CH4)
Canal 5	Motor (CH5)
Canal 6	Motor (CH6)

Elaborado por: Autores



Figura 2. 17: Receptor FlySky modelo FS-T6
Elaborado por: Autores

2.8. Tarjeta de control de motores Sabertooth dual 60^a

La Sabertooth es uno de los drivers más adecuados para utilizarse en robots de alta potencia, a la vez su manejo es muy fácil y eficiente a la hora de ejecutarlo, en el combate sabe soportar desde 120- 1000 libras. (Dimension Engineering, 2011)

La Sabertooth puede suministrar dos DC cepillado motores con hasta 60A cada uno. Corrientes de pico de 120A por canal son alcanzables por unos pocos segundos. En la figura 2.18 se muestra la Sabertooth utilizada en este proyecto.

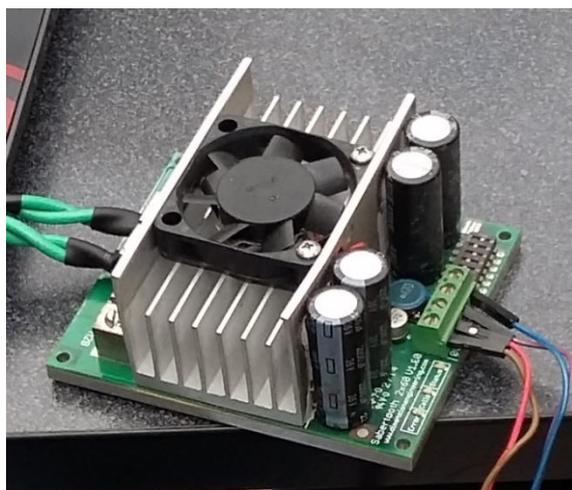


Figura 2. 18: Sabertooth 2x60 dual
Elaborado por: Autores

Este driver con un voltaje analógico, una serie empaquetada y un radio control va a poder controlar a dos motores, el modo de operación se va a concertar con unos interruptores DIP que se encuentran en la misma, tal como se indica en la figura 2.19.

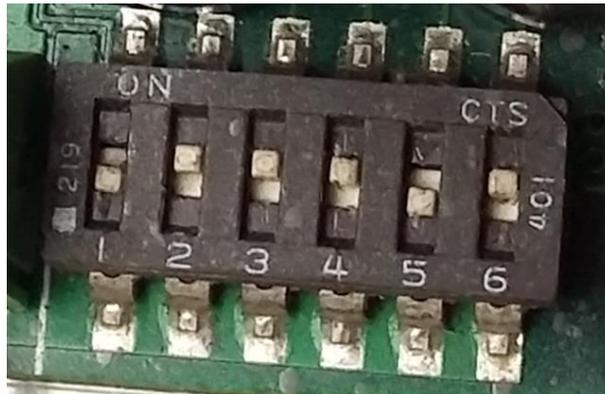


Figura 2. 19: Interruptores DIP de la tarjeta Sabertooth 2x60
Elaborado por: Autores

Esta Sabertooth es un controlador regenerativo síncrono. Cuando el robot frene o realice un cambio de giro las baterías se recargarán, a esto se le llama la topología regenerativa. En la tabla 2.2 se muestran las características con la que viene equipada la Sabertooth 2x60.

Tabla 2. 2: Especificaciones Sabertooth 2x60

Parámetros	Características
Voltaje de entrada	6V – 33.6V
Corriente de salida	60 A por canal
Pico de salida actual	120 A por canal
Modo de operación	Analógica, R/C, serial

Elaborado por: Autores

Muñoz, J. Bucheli, J. & Paredes, J. (2011) explican los significados de los indicadores LED con que cuenta esta tarjeta: Error, Cells y Status.

El led de Error enciende si la tarjeta detecta un problema, el led Cells es solo usado en el modo de litio y el led Status actúa como indicador de energía. Ver figura 2.20



Figura 2. 20: Indicadores LED de la tarjeta Sabertooth 2x60
Elaborado por: Autores

2.8.1. Conexiones driver Sabertooth 2 x 60

2.8.1.1. Terminales de las baterías y motores

Para la conexión de baterías y motores, se distribuyen de la siguiente manera: B+ Y B-, son los terminales de la batería; M1A, M1B, son los terminales de conexión del motor 1; M2A y M2B, son los terminales de conexión del motor 2. Estas conexiones se ajustan sin la necesidad de soldaduras debido a que son terminales con tornillos. Ver figura 2.21



Figura 2. 21: Terminales de la batería y motores
Elaborado por: Autores

2.8.1.2. Terminales de alimentación y señales de entrada

En el otro extremo de la tarjeta se encuentran los terminales de tensión de 0 y 5 V; La tarjeta toma esos 5V desde una fuente conmutada BEC para alimentar la electrónica de a bordo, así como para proporcionar energía a su receptor y hasta 4 servos analógicos estándar. La conexión de 0 V es la tierra de la señal. Con el fin de recibir señales de entrada correctamente, debe estar conectado a la tierra del dispositivo de envío de las señales. Ver figura 2.22



Figura 2. 22: Terminales de alimentación y señales de control
Elaborado por: Autores

Los terminales S1 y S2, son señales de entrada que controlan la velocidad y dirección de los motores. Una señal de 2.5 V corresponde a un punto cero del motor. Una tensión analógica de 5V, hace que los motores giren en un sentido y una tensión menor (0V) provoca el movimiento de los motores en sentido contrario.

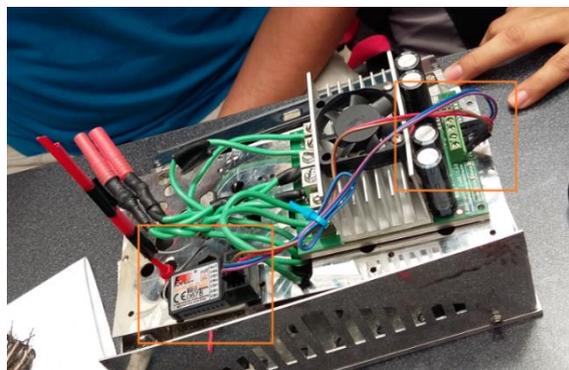


Figura 2. 23: Canales del Receptor FlySky conectado a los terminales de alimentación y entrada
Elaborado por: Autores

Como se observa en la figura 2.23 los terminales de alimentación y señales de control se conectan con los canales del receptor de radio FlySky.

Las conexiones de este driver se especifican en la figura 2.24.

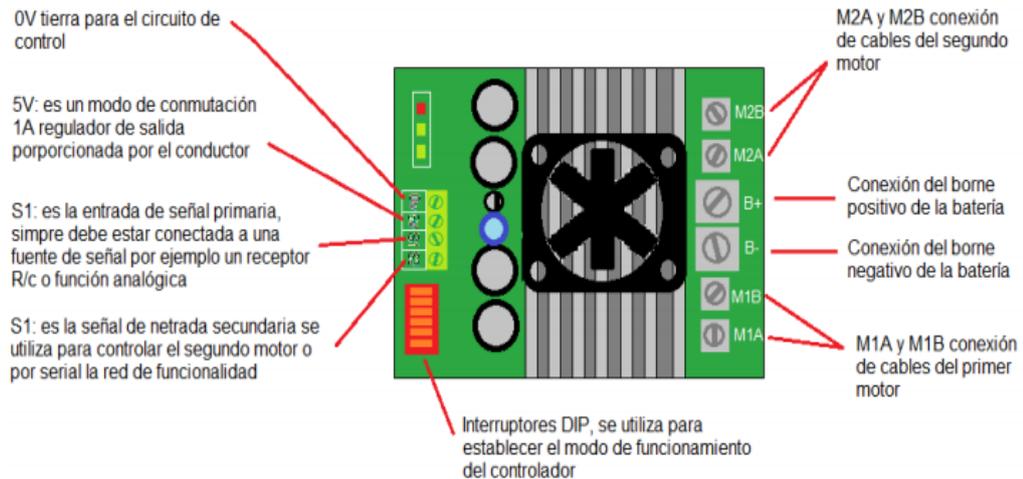


Figura 2. 24: Conexiones driver Sabertooth 2x60
Fuente: (Velasco & Pilicita, 2014)

2.8.2. Características del driver Sabertooth 2x60

a) Topología regenerativa sincrónica:

Según Velasco, V. & Pilicita, E. (2014) el término regenerativo significa que sus baterías se recargan en cualquier momento o cada vez que el robot desacelere o realice el cambio de giro. Esto puede llevar a mejoras espectaculares en tiempo de ejecución para sistemas que detener o revertir a menudo, como un robot de colocación o un vehículo de conducción en terreno montañoso.

b) Frecuencia de conmutación Ultrasónico:

Sabertooth 2x60 cuenta con una frecuencia PWM de 24 kHz, para un funcionamiento silencioso, sin molestos silbidos cuando el motor enciende.

c) Protección térmica y de corriente

Sabertooth cuenta con sensores de temperatura duales y de detección de sobre corriente. Será protegerse de fallo debido a un sobrecalentamiento, sobrecarga y cortocircuitos. (Dimension Engineering, 2011)

d) Tamaño compacto:

Se caracteriza por contar con elementos muy juntos, y la ligereza de sus elementos. Su diseño proporciona optimizar el espacio para las baterías, motores y receptor R/C.

e) Rápidas frenadas y reversas.

Bustillos, P. & Veloz, H. (2011) refieren que el frenado y la aceleración son proporcionales a la cantidad de reversión ordenada, tan suave o un rápido cambio de marcha posible. Esto hace posible controlar los motores más rápido.

2.9. Baterías

Es una fuente de almacenamiento y suministro de energía eléctrica durante un período de tiempo considerable. Torrente, O. (2013) manifiesta que una fuente de alimentación eléctrica es el elemento responsable de generar la diferencia de potencial necesaria para que fluya la corriente eléctrica por un circuito y así puedan funcionar los dispositivos conectados a este.



Figura 2. 25: Baterías Li-Po
Elaborado por: Autores

“En teoría, las baterías podrán producir electricidad de forma indefinida, siempre y cuando los componentes que la constituyan no se degraden con el tiempo o bien debido al mal uso” (Elena, 2014).

Por ejemplo: una batería de Li-Po podría quedar inutilizada si se descarga por debajo de los 3 voltios o un consumo por sobre el nivel normal. Ver figura 2.25

2.9.1. Requisitos importantes en la selección de baterías

Entre los parámetros que se toman en cuenta al momento de elegir una batería idónea al propósito del proyecto, son los siguientes:

- a) Voltaje nominal: Es la tensión real que no puede exceder en las terminales de las celdas de la batería.
- b) Capacidad: Se expresa en Ampere hora, indican la cantidad de corriente que pueden proporcionar las baterías durante un tiempo determinado.
- c) Auto descarga: Es el proceso por el cual la batería sin estar siendo utilizada, se descarga.
- d) Temperatura: Representa un factor enemigo en las baterías es recomendable evitar el calor, porque caso contrario su capacidad, voltaje de carga y descarga, resultan afectadas y, por ende, su vida útil.

2.10. Imanes

Según el diccionario de la Real Academia Española, un imán es un mineral de hierro de color negrozco, opaco, casi tan duro como el vidrio, cinco veces más pesado que el agua, y que tiene la propiedad de atraer el hierro, el acero y en grado menor algunos otros cuerpos.

De acuerdo al reglamento internacional del FSI All Japan Robot Sumo Tournament (FSIAJRST), es permitido utilizar imanes que sujeten al Robots Mega Sumo al dohyo.

2.11. Sensores

Los sensores representan una parte fundamental del robot autónomo son portadores de información precisa que indica cómo debe actuar el sistema motor del robot.

Un sensor es un dispositivo que está en contacto con variable de instrumentación, tales como: temperatura, distancia, luz, etc. con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo electrónico. (Lindao & Quilambaqui, 2014)

2.12. Opto acopladores

Son dispositivos cuyo acoplamiento en la entrada y salida es de tipo fotónico, existe, por tanto, aislamiento eléctrico en la entrada y salida. (Donate, 2011)

Estos dispositivos se basan en un elemento emisor que transforma la señal eléctrica en señal óptica y un elemento detector de esa luz que vuelve a transformarla en señal eléctrica, como se muestra en la figura 2.26.

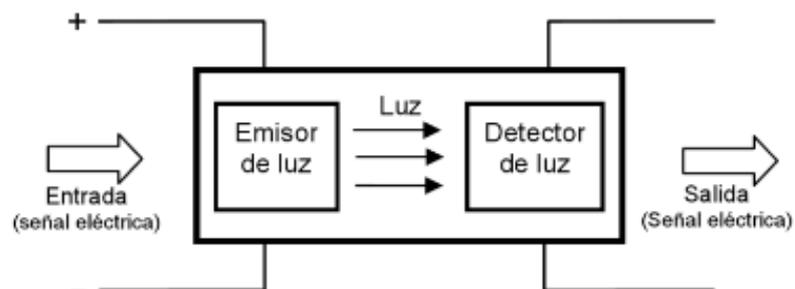


Figura 2. 26: Estructura interna de un opto acoplador
Fuente: (Donate, 2011)

“Su gran ventaja es que no existe comunicación eléctrica directa, sino una comunicación óptica, permitiendo la separación eléctrica de la etapa de control y la etapa de potencia” (González, 2013, p. 56).

2.12.1. Opto acoplador MOC 3011

Según Bozada, R. & Aldapa, C. (2014) estos circuitos sirven como puentes para transmitir información de una etapa de control a una de potencia del mismo circuito, y su propósito es la ausencia de conexión eléctrica entre las dos etapas, quiere decir, que en caso de ocurrir una descarga, cortocircuito, este no se propague por todo el circuito. En definitiva, se trata de un circuito de aislamiento.

Este circuito está compuesto por un diodo emisor con una etapa de salida formada por un fototriac, que es utilizado como interfaz entre un circuito digital y una etapa de potencia, un Triac es un elemento semiconductor que se utiliza en corriente alterna y permite bloquear o conducir el paso de la corriente cuando ha sido activada la compuerta o GATE.

De la figura 2.27 se debe notar que tiene un encapsulado de 6 patillas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: la patilla 1 corresponde al ánodo, la patilla 2 al cátodo del diodo, las patillas 3 y 6 del Triac no se utilizan. La patilla 4 y patilla 5 son los terminales principales por el que conduce corriente.

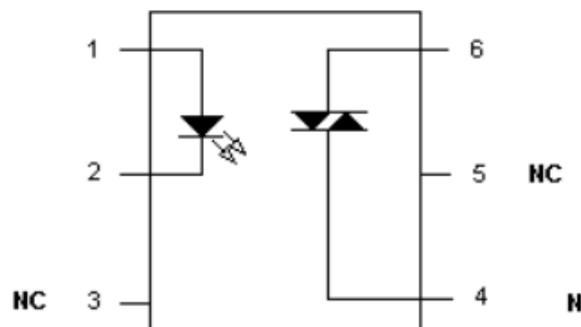


Figura 2. 27: Diagrama esquemático MOC 3011
Fuente: (Bozada & Aldape, 2014)

El opto acoplador MOC 3011 tiene varias características como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2. 3: Características eléctricas del opto acoplador MOC 3011

Características eléctricas	4N245
Voltaje de aislamiento	7.5 Kv
Voltaje de salida	250 V
Corriente de entrada máxima	10 mA
Voltaje inverso	3 V
Disipación de potencia total	100Mw
Corriente directa continua	60 mA

Elaborado por: Autores

2.12.2. Opto acoplador 4N25

Para el presente trabajo se utilizó el opto acoplador 4n25, se trata de un circuito integrado básico, compuesto por un diodo emisor con una etapa de salida formada por un transistor BJT. La luz que emita el Led será en función de los 12 volteos que circulan en él y provocará que el transistor regule dicha alimentación. Como se observa en la figura 2.28, la patilla 1 corresponde al ánodo, la patilla 2 al cátodo del diodo, la patilla 3 no tiene conexión interna, por lo tanto, no se utiliza. El emisor del transistor está en la patilla 4 y se conecta a tierra, la patilla 5 es el colector y la patilla 6 que es la base, controla la corriente que deseamos que circula por él y se conecta con el microcontrolador que utilizaremos en este proyecto.

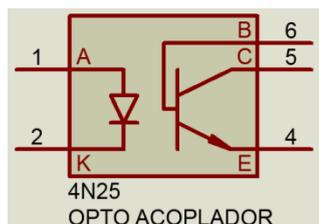


Figura 2. 28: Diagrama esquemático del 4N25

Elaborado por: Autores

El opto acoplador 4N25 presenta varias características como se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2. 4: Características eléctricas del opto acoplador 4N245

Características eléctricas	4N245
Voltaje mínimo de aislamiento	2500 V _{RMS}
Corriente del LED en directo máximo	80 mA
Voltaje inverso del LED máximo	6 V
Voltaje colector-emisor máximo	30 V
Corriente de colector máximo	100 mA

Elaborado por: Autores

2.13. Comunicaciones Inalámbricas

Debido a que el otro modo de operación del robot Mega Sumo es radiocontrol, se procede a describir algunos puntos concernientes en las comunicaciones inalámbricas. Como es de conocimiento general, la mayor parte de controles se comunican a través de señales infrarrojos y unos pocos con señales de radio.

2.13.1. El espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico es un recurso natural que organiza el quehacer de múltiples empresas o servicios de interés público, que requieran transportar, enviar o recibir información a distancia de cualquier tipo, sin la intervención de una guía artificial, este aspecto lo convierte en un importante medio de relevancia económica y estratégica.

Llanos, A. (2009) resalta que adquiere sentido el considerar al espectro radioeléctrico como un recurso limitado, pues a pesar del incremento de la demanda que se sustenta en el desarrollo tecnológico, se ofrecen diferentes e innovadores servicios, en nuevas bandas de frecuencias y en otros casos, el uso más eficiente del espectro, como el de la televisión

digital, o la compartición de distintos servicios en una misma banda de frecuencias.

Por ser catalogado como un bien de pertenencia exclusiva del Estado, los derechos de controlar, administrar y gestionar no se extinguen con el transcurso del tiempo. Por cuestiones técnicas, las políticas estatales del espectro radioeléctrico, siguen la guía de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. En nuestro país, el Estado cumple con la gestión del espectro radioeléctrico a través de las entidades públicas tales como MINTEL, CONATEL y SUPERTEL.

En definitiva, el espectro radioeléctrico es un bien público, un recurso y medio de transmisión de los servicios de telecomunicaciones y radio fusión y abarca el rango de frecuencias que se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5: Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico

SIGLAS EN INGLÉS	RANGO DE FRECUENCIAS	DESIGNACIÓN MÉTRICA	RANGO DE LONGITUDES DE ONDA EN EL ESPACIO LIBRE
VLF	3 a 30 KHz	Ondas miramétricas	100 a 10 km
LF	30 a 300KHz	Ondas kilométricas	10 a 1 km
MF	300 a 3000Khz	Ondas hectométricas	1000 a 100 m
HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	100 a 10 m
VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	10 a 1m
UHF	300 a 3000 GHz	Ondas decimétricas	100 a 10 cm
SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	10 a 1 cm
EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	10 a 1 mm

Elaborado por: Autores

En microondas se emplea la siguiente designación para las bandas atribuidas a estos servicios. (Ver tabla 2.6).

Tabla 2.6: Describe la gama de frecuencias en términos de estándares inalámbricos.

Banda	Frecuencia en GHz
L	1-2
S	2-4
C	4-8
X	8-12
Ku	12-18
K	18-27
Ks	27-40

Elaborado por: Autores

En la siguiente tabla 2.7 se muestra las frecuencias disponibles para enlaces de redes inalámbricas.

Tabla 2. 7: Frecuencias disponibles para enlaces de redes inalámbricas

Estándares	Banda	Intervalo de banda
IEEE 802.11b IEEE 802.11g	2.4 GHz	2.400 a 2.483,5 GHz
IEEE 802.11 a	5GHz	5.725 a 5.825 Ghz

Elaborado por: Autores

2.13.2. Propagación Inalámbrica

Podemos decir que existen tres formas de propagación, cada una en rangos de diferentes frecuencias:

2.13.2.1. Propagación Superficial (GW, Ground Wave)

“La propagación superficial siguiendo la desviación de la superficie de la tierra, viaja desde una antena transmisora por el suelo, logrando alcanzar una antena de recepción en óptimas condiciones, siempre y cuando la característica del terreno lo permita” (DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA, 2008, p. 3).

La propagación superficial de ondas sigue el contorno de la tierra, que se da hasta una frecuencia de 2Mhz. Un ejemplo claro tenemos la Radio AM.

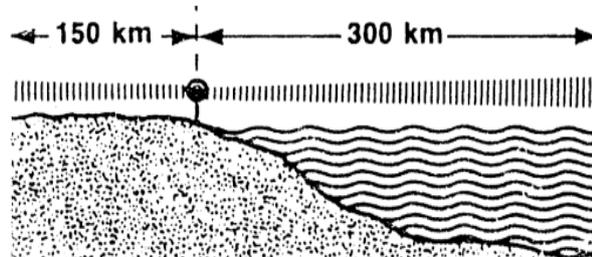


Figura 2. 29: Propagación de la onda de superficie
Fuente: (Departamento de Administración Académica, 2008)

En algunos terrenos agrícolas como nos muestra la figura 2.29 hay un alcance de 150 km de la onda, en varios terrenos que son rocosos y secos la onda suele disminuir a 25 km, sin embargo, en el mar llega hasta los 300 km.

Entre las características de la propagación por onda de superficie se ubican las siguientes:

- Propagación a ras de tierra
- Modo de propagación dominante para frecuencias menores de 30 MHz
- Largo alcance. Se emplea en telegrafía y radiodifusión.
- Relativamente estable ante perturbaciones.
- Ancho de banda reducido.
- Se emplean antenas monopolo para la transmisión.

2.13.2.2. Propagación aérea de ondas (Sky Blue)

La propagación aérea de ondas suele usarse por radio-aficionados y emisoras de radio comercial como BBC World Service.

La onda aérea se trata de la tierra debido a la reflexión en algún punto distante van a más allá del horizonte. Las ondas aéreas pueden alcanzar al

receptor en el lado opuesto de globo, cuando las ondas de cielo son reflejadas por tierra e ionosfera varias veces.(Teojhonn's Blog, 2010)

La figura 2.30 muestra todas las ondas directas y reflejadas en el suelo.



Figura 2. 30: Propagación de ondas espaciales
Fuente:(Gallardo, 2015)

Estas ondas se clasifican en dos tipos. Ver tabla 2.8.

Tabla 2. 8: Clasificación de la propagación aérea de ondas

Ondas Troposféricas	Ondas Ionosferas
Situada entre los 300 y 1000 m de altura.	Situada entre los 60 km y 600 km de altura.
Lugar donde se forman las nubes.	El aire se encuentra "ionizado" y es un buen conductor de electricidad.
Las ondas pueden sufrir algún tipo de cambio en su trayectoria por las capas de aire.	Gracias a la existencia de electrones libres, favorece la propagación de las ondas electromagnéticas de las telecomunicaciones.

Elaborado por: Autores

2.13.2.3. Propagación de trayectoria Superficial

La propagación en la trayectoria visual está por encima de los 30Mhz.Debido a la refracción puede tener un máximo alcance a la visión

directa. Como podemos observar en la figura 2.31 que cuando no se puede transmitir información por medio de propagación aérea o superficial, debe existir una línea de vista.

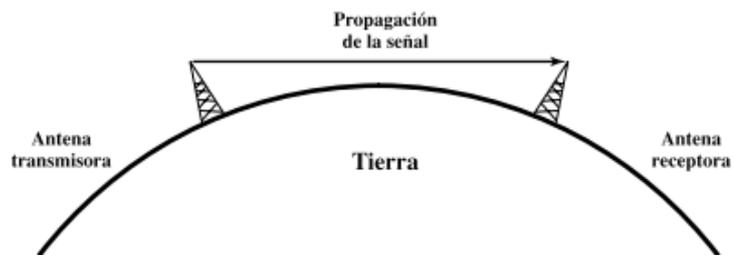


Figura 2. 31: Propagación en la trayectoria visual
Fuente: (William Stallings, 2004)

La refracción hace alusión al cambio de dirección que experimenta un rayo pasando de un medio a otro en velocidad distinta de propagación.

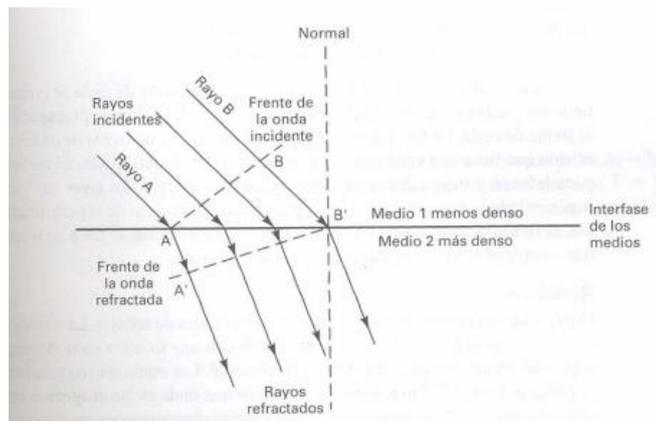


Figura 2. 32: Refracción en una frontera plana entre dos medios
Fuente: (Tomasi, 2003)

Como muestra en la figura 2.32 hay refracción siempre y cuando pasa una onda de radio de un medio a otro con variada densidad. Vemos que el Rayo A se propaga del medio 1 que es menos denso al medio 2 que es más denso.

2.13.3. Radiocomunicaciones

Las radiocomunicaciones son todo tipo de comunicación que se realiza por ondas radioeléctricas. La UIT define a las ondas radioeléctricas como ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin guía artificial.

2.13.3.1. Servicios de Radiocomunicación

“Los servicios de radiocomunicación tiene como finalidad transmitir y recibir información, para necesidades de telecomunicación, industrial o militares mediante la transmisión/recepción de ondas electromagnéticas”(Ramírez, 2015). El servicio de radiocomunicación cuenta con varios tipos. Ver tabla 2.9

Tabla 2.9: Servicios según el tipo de radiocomunicación

Servicio Fijo	Su comunicación se realiza entre puntos fijos determinados, servicio punto a punto.
Servicio Móvil	En estaciones móviles entre sí o con una o más estaciones fijas, servicio punto a zona.
Servicio de Radiodifusión	Se caracteriza por sus emisiones se destinan a la recepción directa con el público en General, servicio punto a zona.

Elaborado por: Autores

2.13.3.1.1. Servicio Fijo

Es un servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados, en la figura 2.33 podemos observar el esquema de servicio fijo que va a permanecer en un lugar estratégico que estará conformado por una estación base y repetidores.

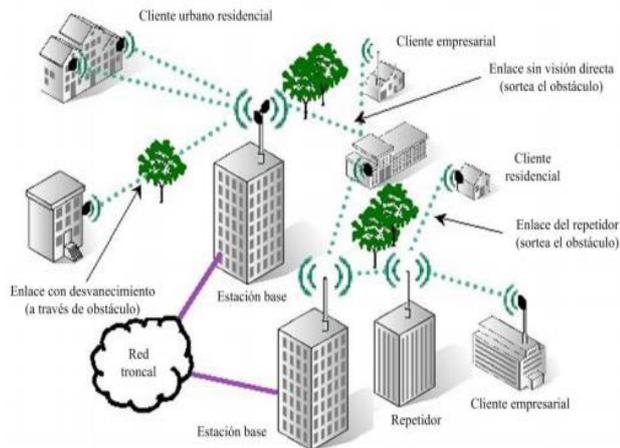


Figura 2. 33: Esquema de servicio fijo de radiocomunicación
Fuente: (Luque, 2014)

2.13.3.1.2 Servicio Móvil

Este servicio de radiocomunicación puede ser en estaciones móviles y estaciones terrestres. En la siguiente figura 2.34 indica el cambio de las telefonías móviles del servicio terrestre.

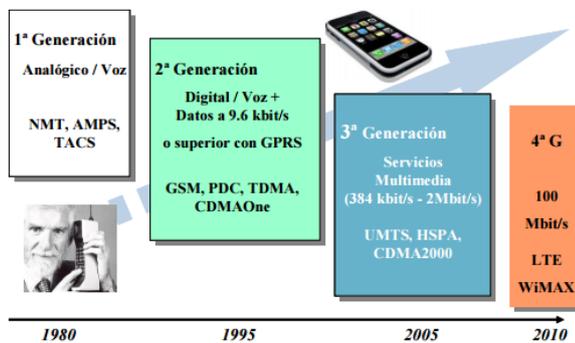


Figura 2. 34: Generaciones de telefonía móvil del servicio móvil terrestre
Fuente: (Luque, 2014)

2.13.4. Estándares de Redes Inalámbricas

Narváez, A. & Flores, M. (2011) manifiestan que aunque las tecnologías que hacen posible la comunicación inalámbrica (radio) existen hace muchos años, su implantación comercial para aplicaciones de usuarios finales ha sido posible solo en fechas relativamente recientes. Es así que la

tecnología inalámbrica está ocupando las preferencias de todo tipo de usuarios, y los dispositivos susceptibles de interconectarse entre sí, logran su máximo potencial a través de las comunicaciones inalámbricas.

En EEUU, organizaciones gubernamentales, académicas militares, y de negocios crearon bajo el nombre IEEE, una entidad que permitiera controlar los modelos de red inalámbricos en áreas comerciales, a diferencia de Europa, en el cual el organismo relacionado es la ETSI. Es así, que a finales de los noventa, se crea el primer estándar IEEE 802.11, y desde entonces se han surgido sus variantes, que se describen a continuación:

a) Estándar IEEE 802.11 a

Se creó a la par con el estándar 802.11 b, pero trabaja en una frecuencia mayor, en el espectro de 5 Ghz, lo que dificulta a su señal traspasar muros, y se vuelven incompatibles, es como conocido bajo el nombre de WI-fi. Para Verón, J. (2010) sus principales ventajas son su velocidad, la gratuidad de frecuencia que usa y la usencia de interferencia en la misma.

b) Estándar IEEE 802.11 b

Su velocidad máxima teórica es de 54 Mbps, emplea la interfaz aire espectro ensanchado de secuencia directa, trabaja en la banda de 2.4 GHz. El ancho de banda es de 25 Mhz, al igual que el estándar IEEE 802.11 a.

c) Estándar IEEE 802.11 g

Su velocidad máxima teórica es de 54 Mbps, emplea las interfaces aire: espectro ensanchado de secuencia directa, para velocidades de hasta 11 Mbps y multiplexación de frecuencia de división ortogonal para velocidades de hasta 54 Mbps, opera en la banda de uso libre ISM.

d) Estándar IEEE 802.11 n

Es la evolución y reemplazo del estándar 802.11 g, como también del 802.11b por emplear sus mismas frecuencias de trabajo. Ofrece una

velocidad teórica mínima de 100 Mbps y máxima de 540Mbps Alcanza un radio de cobertura de 300Km, y finalmente se caracteriza por emplear modulaciones de mayor velocidad de transmisión, tales como: 16QA y 64QAM.

e) Estándar IEEE 802.11e.

Es un estándar que ofrece soporte de calidad de servicio (QoS) de dos tipos: priorización, para distintos tipos de tráfico y parametrización, para garantizar el ancho de banda. Todo esto, para una transmisión de datos que requieren respuesta en tiempo real, es decir, una comunicación de voz confiable.

f) Estándar IEEE 802.11f.

Según Pellejero, I. Andreu, F. & Lesta, A. (2006) este estándar define al protocolo IAAP (*Inter Access Point Protocol*) encargado de transferir la información de contexto para permitir el traspaso de usuarios entre puntos de acceso. Esto se traduce, a una práctica recomendada que permitirá el Roaming entre distintas redes.

g) Estándar IEEE 802.11h.

“Este estándar está dirigido a mejorar el nivel físico de alta velocidad del 802.11a en la banda de 5 GHz para hacer productos del IEEE 802.11a que complementan las normas Europeas”(Aguilar, 2014).

h) Estándar IEEE 802.11i.

Impone un nuevo reto de mejorar el nivel MAC 802.11 incrementando seguridad adecuada en las redes Wi-Fi, y ofrecer confidencialidad e integridad de datos, sin comprometer la calidad de la voz.

“En forma resumida, este nuevo estándar, propone a 802.1x como protocolo de autenticación, pudiendo trabajar con su referencia EAP Protocolo de Autenticación Extensible”(Albuja, Ernesto, Toro, & Francisco, 2015).

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL ROBOT MEGA SUMO

3.1. Introducción

El presente capítulo se distribuye en dos secciones: hardware, en esta parte se describe a los componentes que hacen posible el funcionamiento del robot, así también se presenta su diseño mecánico y estructural y finalmente, dentro de esta parte tangible, detallaremos el diseño de la tarjeta electrónica que convierte a este robot Radiocontrolado en Autónomo. En la sección del software, exponemos los algoritmos de programación creados para los modos en el que debe actuar el robot: búsqueda y ataque.

Cabe recalcar, que en el proceso de planificación del Robot Mega Sumo se tomaron en consideración las reglas establecidas en las Competencias Internacionales de Robótica con la finalidad de que el robot participe en la categoría que le corresponde y cuente con la suficiente capacidad de obtener buenos resultados.

3.2. Hardware

En esta sección se presenta los elementos principales que participaron en la construcción del robot Mega Sumo, una parte de ellos han sido detallados en el capítulo anterior y otros describiremos a continuación. Ver figura 3.1.

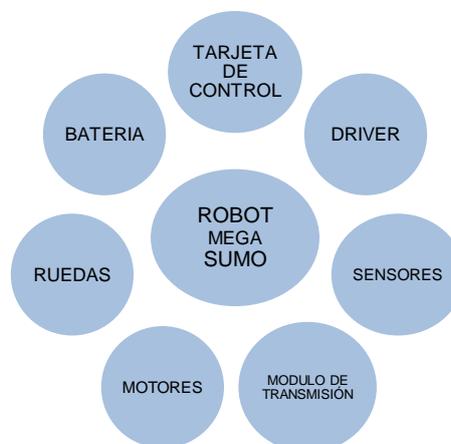


Figura 3. 1: Elementos principales del Robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

3.2.1. Motores Maxon

Como se aprecia en la figura 3.2 se utilizó motores de corriente directa, los cuales trabajan con un máximo de tensión de 24 Volteos de corriente directa (VDC) y consiguen 1200 revoluciones por minuto (RPM), esta característica lo convierten en un motor de alto rendimiento y potencia, adaptado a las exigencias del proyecto.



Figura 3. 2: Motor DC 24V
Elaborado por: Autores

3.2.2. Modo de operación de la Sabertooth

En el modo de operación R/C, existen tres opciones de trabajo, para este caso requerimos una respuesta de las señales de entrada exponencial que permita controlar las tasas de giro y velocidades rápidas que logre alcanzar el robot, para esta función desactivamos los interruptores 1 y 5. Ver figura 3.3.

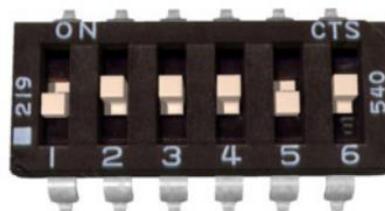


Figura 3. 3: Posición de interruptores para el modo de R/C
Elaborado por: Autores

En el modo de operación analógica, ajustamos los interruptores 3,4 y 5. Si el interruptor 3 es desactivado, la Sabertooth se apagará cuando es alcanzado los 3V por celda, de esta manera previene daños en la batería LiPo. Con el interruptor 4 desactivado, el driver opera de modo independiente. En este modo, las señales S1 y S2 alimentan a los controles del motor 1 y 2, respectivamente y con el interruptor 5 desactivado, la respuesta a la entrada de señales será exponencial. Ver Figura 3.4.

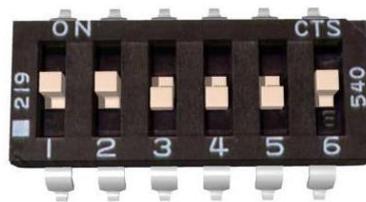


Figura 3. 4: Posición de interruptores para el modo analógico
Elaborado por: Autores

3.2.3. Ruedas

Como se muestra en la figura 3.5 las llantas están hechas de un material de consistencia dura que generan un agarre y tracción suficiente sobre la superficie del dohyo. Las llantas están recubiertas de un material de caucho duro y tienen un diámetro de 40mm.

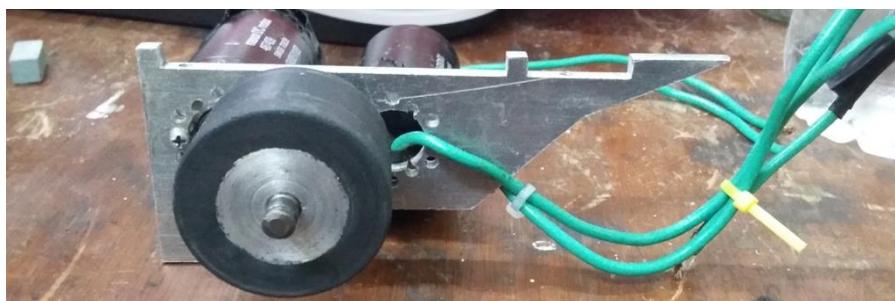


Figura 3. 5: Partes laterales del Robot Mega Sumo (3 Kg Max.)
Elaborado por: Autores

3.2.4. Batería de Polímero de Litio

“Son baterías con una excelente relación entre capacidad, peso, volumen y voltaje utilizadas en los sistemas de radiocontrol, esto hace que tengamos un vehículo más ligero, más potente y que va a poder funcionar durante más tiempo” (Delgado & Gustavo, 2015, p. 21). Ver figura 3.6.



Figura 3. 6: Batería Lipo 6s 50c
Elaborado por: Autores

Para suministrar de energía eléctrica a los motores, se ha considerado el uso de una batería recargable LIPO 6s, con una capacidad máxima de 5000 miliamperios y una tasa de descarga de 50C. Estos datos característicos dados por el fabricante se muestran en la tabla 3.10. Es importante conocer que el parámetro “S”, se refiere al número de celdas, en este caso son 6 celdas conectadas en serie que proporcionarán voltajes más altos. El parámetro “C”, hace alusión a la rapidez de la batería en descargarse de forma segura.

Tabla 3.1: Consumo de energía de batería lipo

Descripción	Valores
Voltaje	22,2 voltios
Capacidad de la batería	5000mAh
Velocidad de descarga	50C

Elaborado por: Autores

3.2.5. Tipos de Sensores

3.2.5.1. Sensores QTR-1RC

Es un sensor de reflectancia que mide el color de una superficie sólida, su funcionamiento consiste en que un emisor (diodo) envía señales infrarrojas de corto alcance, hacia la superficie permanentemente, el receptor (fototransistor) que se encuentra en paralelo, recibirá ese haz con distinta intensidad dependiendo si la superficie es clara u oscura. Ver figura 3.7.

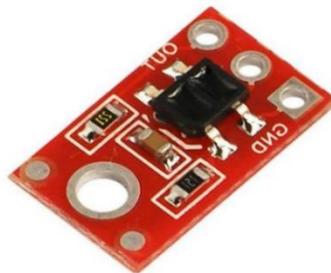


Figura 3. 7: Sensor QTR-1RC
Elaborado por: Autores

Al emplear este tipo de sensores reflectivos, (ver figura 3.8) el robot Mega Sumo sensa la línea de delimitación del dohyo. Si detecta una superficie blanca éste manda señal, si es de color negra no lo hace. En teoría, esto ocurre porque los colores oscuros absorben la luz impidiendo que exista reflexión.

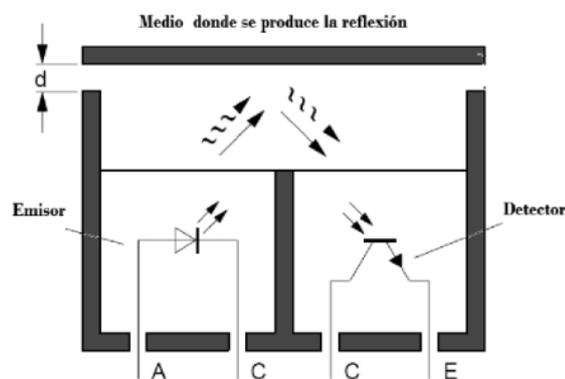


Figura 3. 8: Sensor infrarrojo por reflexión
Fuente: (GUÍA PRÁCTICA DE SENSORES, 2010)

3.2.5.2. Sensores E3Z-d82 ONROM

Es un sensor fotoeléctrico de reflexión difusa, basan su funcionamiento en la emisión de luz infrarroja sobre un objeto distante, la superficie del objeto forma un rayo incidente en múltiples ángulos y direcciones, volviendo una parte que refleja en el receptor y cambia la señal de salida del sensor.

Este sensor tiene un tipo se salida PNP, la distancia de sensado puede programarse entre 0m a 1 m, y un tiempo de respuesta de 1 ms, ideal para detectar rápidamente al contrincante del robot. Como se observa en la figura 3.9 la fotocelda tiene dos leds: naranja, que indica la salida y verde muestra la estabilidad de censado y en la figura 3.10 se especifica la dimensión técnica del sensor E3Z-D82 ONROM.

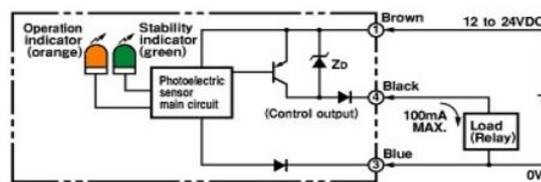


Figura 3. 9: Salida del circuito

Fuente:(“E3Z-D82 2M | OMRON Industrial Automation,” s.f.)

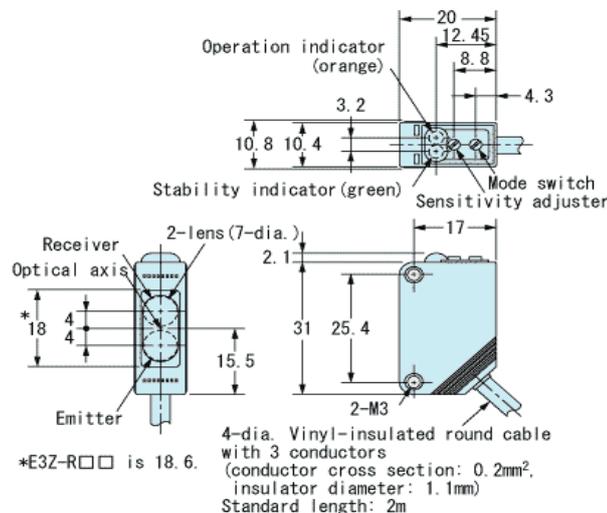


Figura 3. 10: Dimensiones técnicas del sensor E3Z-D82 ONROM

Fuente: («E3Z-D82 2M | OMRON Industrial Automation», s. f.)

En la tabla 3.11 se indica las especificaciones más relevantes que debemos considerar al trabajar con este componente.

Tabla 3.2: Especificaciones técnicas sensor ONROM modelo E3Z-D82

ESPECIFICACIONES TECNICAS SENSOR ONROM MODELO E3Z-D82	
Voltaje de operación	+12v DC a +24v DC
Consumo de corriente	30Ma
Rango de medición	0m a 1m
Tiempo de respuesta	1 ms
Tamaño	20x10.8x31 milímetros
Peso	70 gramos

Elaborado por: Autores

3.2.6. Diseño mecánico y estructural

3.2.6.1. Criterios del diseño mecánico y estructural del Robo Mega Sumo

El robot Mega Sumo es de naturaleza Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC, es decir que, para la modalidad de radiocontrol el robot funciona a través de un módulo de transmisión, y cuando se refiere a autónomo se excluye la intervención de cualquier forma de control externo, entendiéndose por esto la participación humana, máquina o alguna otra; mientras el robot ejecute la función para el cual fue programado.

Durante el diseño del robot se consideró dejar el espacio suficiente para que todos sus componentes que lo integran tales como: baterías, ruedas, motores, driver y tarjeta electrónica puedan acoplarse en espacios precisos, de manera correcta, evitando roces y deterioros por presiones mientras entra en funcionamiento el robot. Todo lo anterior se organizó sin obviar la parte estética. A continuación, en la figura 3.11 se presentan los bocetos realizados en AutoCAD junto con las dimensiones consideradas en la construcción de este robot.

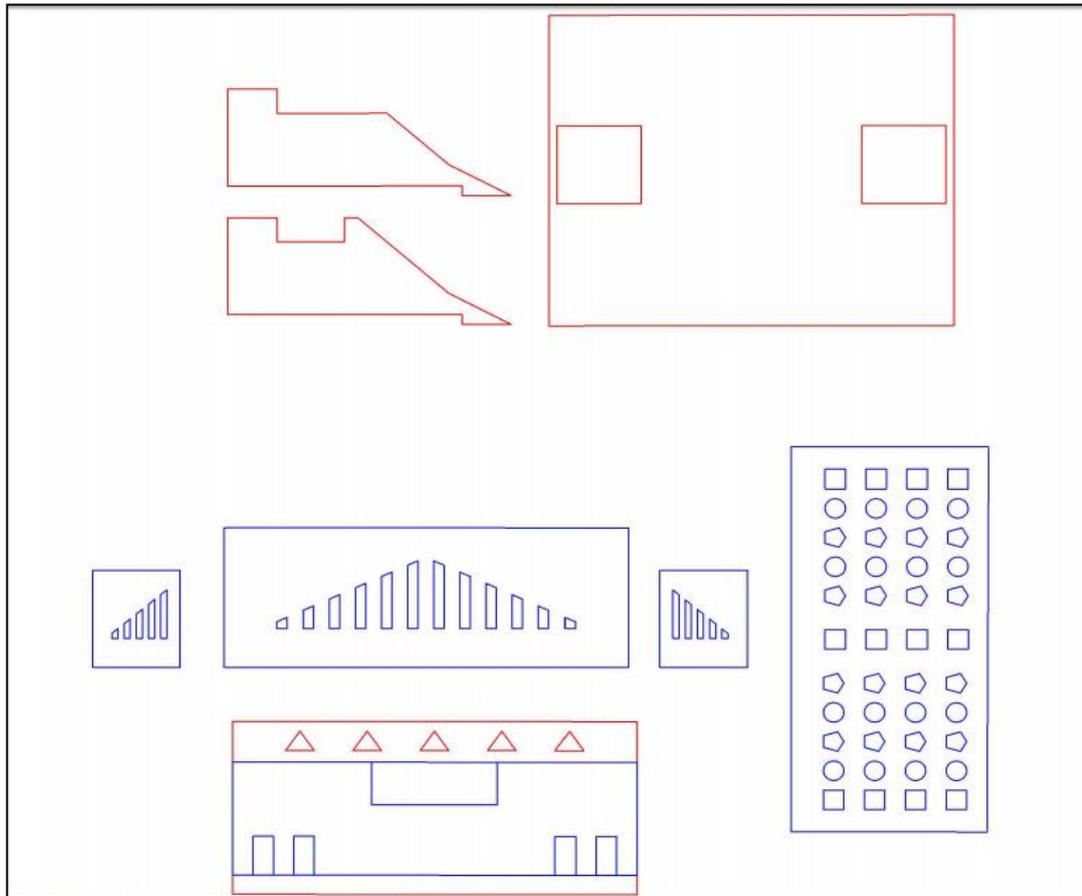


Figura 3. 11: Planos del Robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

Las siguientes figuras (3.12, 3.13, 3.14, 3.15) son las piezas que componen la estructura del chasis del robot mega sumo con sus respectivas medidas.

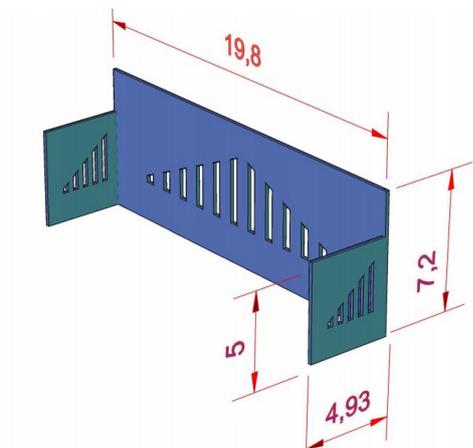


Figura 3. 12: Plano de la parte trasera del robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

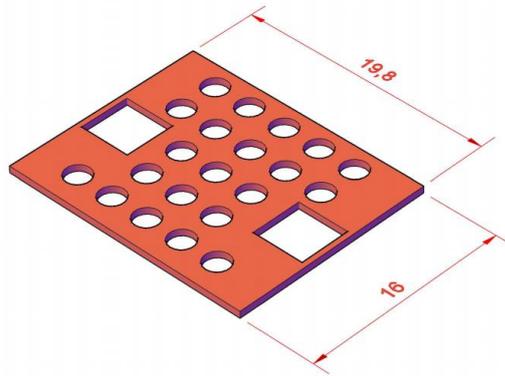


Figura 3. 13: Plano de la parte inferior del robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

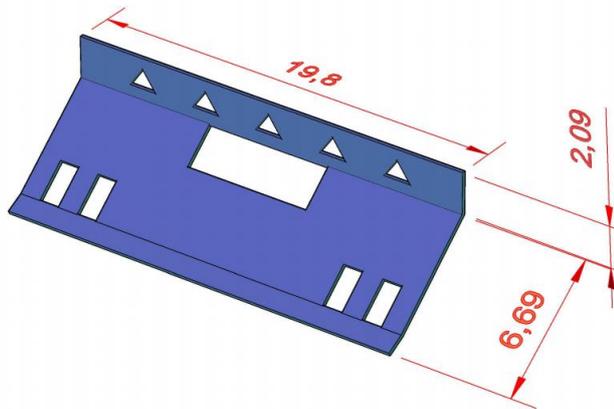


Figura 3. 14: Plano de la rampa frontal del robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

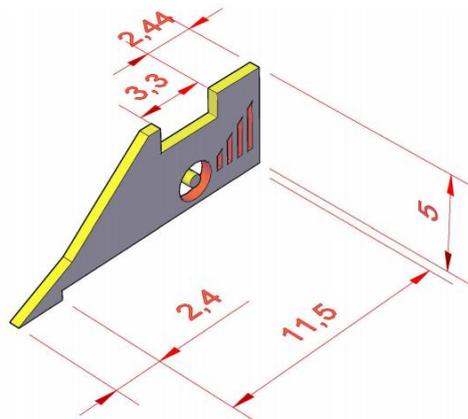


Figura 3. 15: Plano de las partes laterales del robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

Como se observa en la figura 3.15 el robot dispone de dos ruedas con una rampa frontal a ras de suelo, la misma que desempeña un rol importante: conservar el equilibrio del robot cuando choque frontalmente con el contrincante. La rampa es de forma rectangular, para su construcción se tomaron en cuenta las siguientes medidas. Ver figura 3.16.

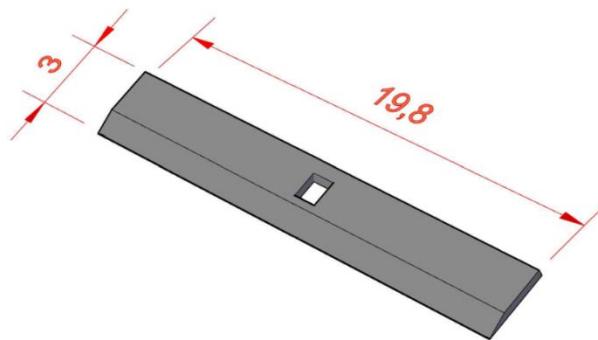


Figura 3. 16: Plano de cuchilla delantera del robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

3.2.6.2. Dimensiones del Robot Mega Sumo

Como se observa en la figura 3.17 el producto finalmente terminado cumple con las normas reglamentarias internacionales del FSI All Japan Robot Sumo Tournament. Las dimensiones son las siguientes: ancho: 20 cm, largo: 20 cm; altura: 7.7 cm; y un peso de 2.95Kg

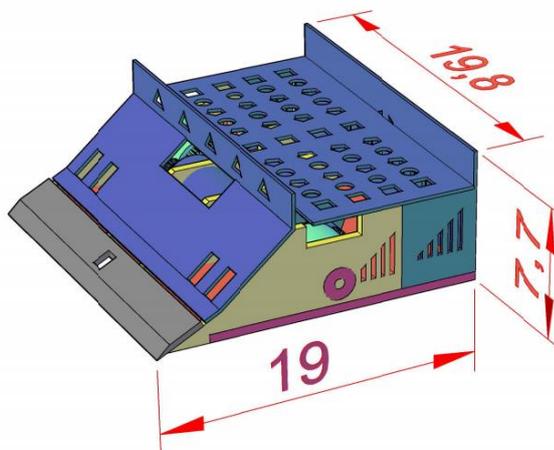


Figura 3. 17: Diseño final del Robot Mega Sumo "MONAKA"
Elaborado por: Autores

En la figura 3.18 se muestra el robot Mega Sumo ya ensamblado.

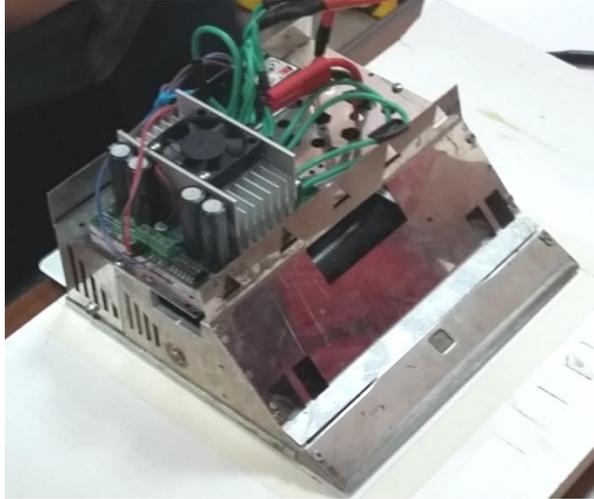


Figura 3. 18: Robot Mega Sumo "MONAKA" ensamblado
Elaborado por: Autores

3.2.6.3. **Peso del Robot Mega Sumo**

Como se observa en la figura 3.19 el peso indicado en la balanza es de 2958 gramos, y es acorde al indicado en el reglamento Internacional del FSI All Japan Robot Sumo Tournament permitido para la categoría Mega Sumo, no puede exceder los 3kg.

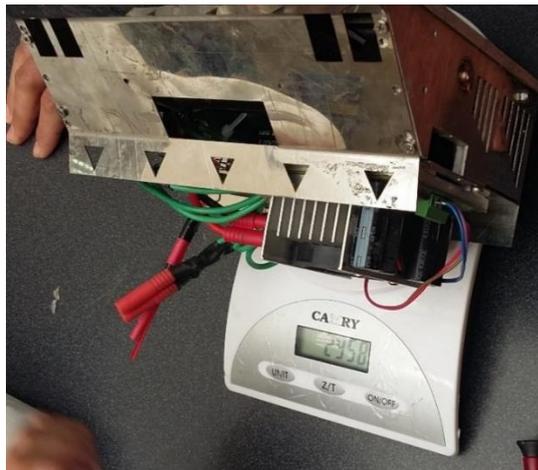


Figura 3. 19: Peso del Robot Mega Sumo
Elaborado por: Autores

3.2.6.4. **Características físicas del chasis del Robot Mega Sumo**

Su estructura está compuesta de un material resistente a los golpes que reciba compitiendo, y evita que los componentes electrónicos resulten averiados. Ver figura 3.20.

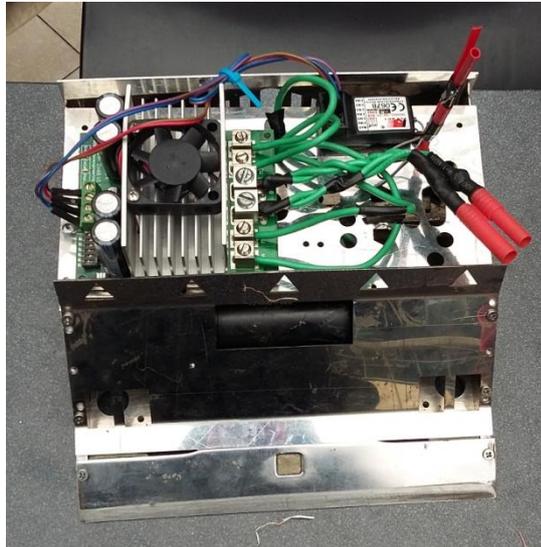


Figura 3. 20: Vista superior del robot Mega Sumo ensamblado
Elaborado por: Autores



Figura 3. 21: Vista inferior del Robot Mega Sumo ensamblado (3 Kg Max.)
Elaborado por: Autores

Los materiales que se utilizan son láminas de acero inoxidable en la parte inferior (Ver Figura 3.21) y laterales con un grosor de 3mm, pensando

en optimizar espacio. En la parte trasera se empleó aluminio y para la cuchilla, acero quirúrgico. El chasis fue modelado mediante la precisión de las dimensiones antes señaladas utilizando la tecnología del láser, para realizar los cortes y las secciones del robot.

3.2.7. Diseño de la tarjeta electrónica

3.2.7.1. Criterios del diseño

Para la realización de este proyecto, se consideró varios criterios en cuanto a la selección de materiales que formarían parte en el diseño de la tarjeta electrónica, para conseguir esto recurrimos a consultas en libros, folletos científicos y de lectura relacionados al proyecto. El diseño de la placa electrónica, que dará autonomía al robot se basa principalmente en el uso del microcontrolador PIC18F4550, porque reúne las características necesarias tales como: un ciclo de trabajo de un millón de instrucciones por segundo por mega Hertz, puertos de entrada y salida con funciones distintas de acuerdo a su uso; modulación PWM que genera la señal de control necesarias para manejar los motores de acuerdo al ancho de pulso que es enviado cada cierto periodo; soporte de la compañía Microchip y manuales de programación familiarizados con el tema.

Así también, entre demás componentes que integran la placa electrónica están los sensores, los cuales se encargan de enviar la lectura de la posición actual del robot para ser interpretada y procesada por el microcontrolador de acuerdo con la programación ya definida. Para este propósito se eligió dos modelos de sensores que tienen las características necesarias, estos son: el modelo QTR-1RC de la marca Pololu y el modelo E3Z-d82 de la marca Onrom. Se conoce a estos sensores por su fácil implementación, y su utilidad en proyectos que requieren de una medición de distancia óptima. Para este proyecto, los primeros están pensados como sensor de indicador de línea, mientras que, los segundos, para detectar al contrincante dentro del dohyo.

Para complementar el diseño se usó opto acopladores, los cuales están conectados a los sensores E3Z, funcionaron como interfaz entre éstos y las entradas del Microcontrolador PIC18F4550, para la conversión de niveles de voltaje 12 a 5 v.

3.2.7.2. Diseño del circuito electrónico

En esta sección mostramos el diagrama de bloque con los elementos de hardware mencionados en la parte de arriba. Ver figura 3.22.

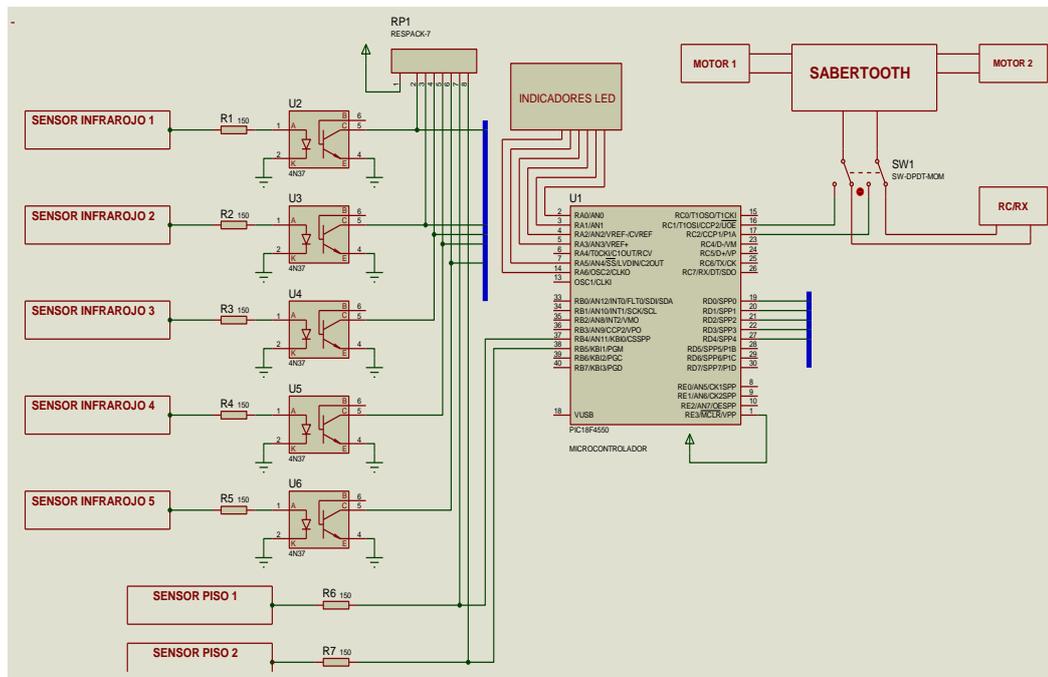


Figura 3. 22: Diagrama de bloques del circuito electrónico

Elaborado por: Autores

3.2.7.3. Fuente de alimentación

Como su nombre lo indica esta es la parte que alimenta o suministra energía eléctrica a los elementos que integran el circuito electrónico, como se muestra en el diagrama de bloques, hacemos uso de distintas fuentes de alimentación: para el caso, de los sensores analógicos E3Z-D82, su fuente

trabaja en 12v DC, por lo que empleamos opto acopladores 4N25 ,como interfaz entre los sensores y el microcontrolador y permitirán regular esta alimentación de entrada en 5v DC, cabe recalcar que este es el voltaje óptimo de funcionamiento de PIC18F4550. Para el caso de los motores, su fuente de alimentación trabaja con una batería de 24Vdc de Li-Po recargable de 5000ma, este amperaje es suficiente para lograr mayor durabilidad del funcionamiento del robot al momento de competir.

3.2.7.4. Microcontrolador 18f4550

Este elemento representa el cerebro de este circuito, porque controla en su totalidad los componentes que se conectan a este. Consta de algunos puertos, los cuales de acuerdo a su uso cumplen con diversas funciones. La capacidad máxima de la corriente en modo sumidero y modo fuente de cada pin de los puertos es de 25 mA. Este microcontrolador tiene pines de entrada/salida que están conformados por cinco puertos detallados a continuación:

Puerto A: Consta de 6 líneas del PIC, de los cuales el puerto RA0 trabaja como entrada analógica, en el micro solo se utiliza los pines RA1, RA2, RA3, RA5 y RA6, que se utilizan como indicadores led que permitirá tener en cuenta el funcionamiento de los sensores.

Puerto B: Consta de 8 líneas del PIC, en el micro solo se utilizan los pines RB4 y RB5 a estas entradas se les asigna los dos sensores de piso QTR-1RC, que lo ayuda a detectar la línea de salida del Dohyo.

Puerto C: Consta de 8 líneas del PIC, solo se utilizan los pines RC0, RC1 y RC2 que son configurados para las salidas PWM.

Puerto D: Consta de 8 líneas del PIC, se utilizan los pines RD0, RD1, RD2, RD3, RD4, en estas entradas se asignan cuatro sensores de luz E3Z-

D82, que pondrá al robot mega sumo en modo de búsqueda de su contrincante.

Puerto E: Consta de 3 líneas del PIC, se utiliza el pin RE3, este puerto puede trabajar como entrada para el convertidor Analógico al Digital.

En la figura 3.23 muestra el diagrama de bloques de un microcontrolador pic 18f4550.

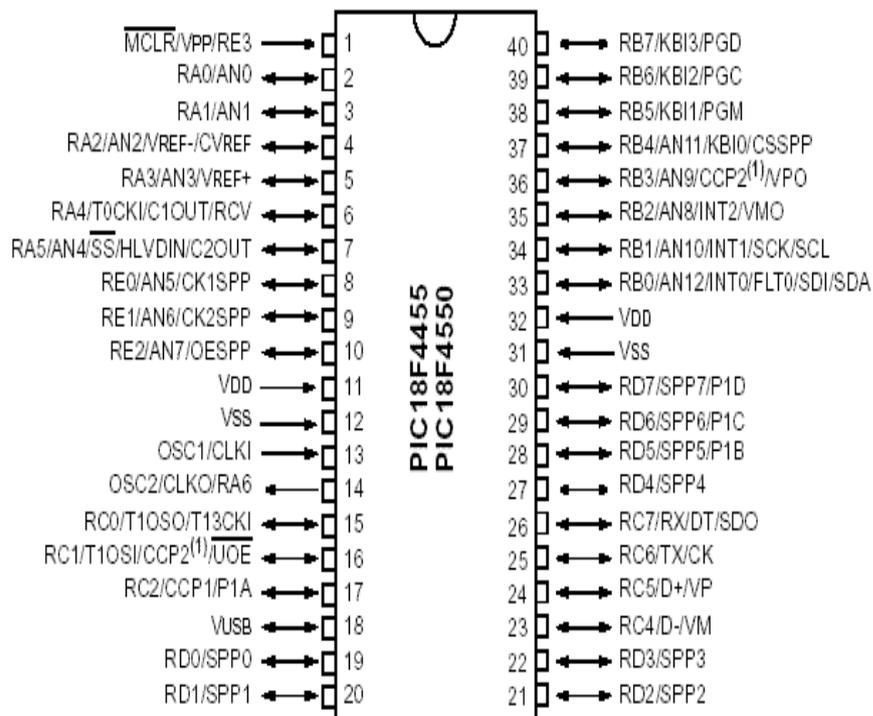


Figura 3. 23: Diagrama de bloques del PIC 18f4550
Elaborado por: Autores

El microcontrolador pic18f4550, tiene un encapsulado de plástico DIP con 40 pines, está fundamentado en la arquitectura Harvard, dispone de una memoria de programa que almacena hasta 16.384 instrucciones, 2k de RAM, un oscilador de 20 Mhz y una serie de unidades funcionales que trabajan en paralelo con el CPU. Ver tabla 3.12.

Tabla 3.3: Características del PIC18F4550

Características principales	PIC18F4550
-----------------------------	------------

Memoria flash interna	32.768 bytes
Memoria de Datos RAM	2.048 bytes
Memoria de Datos EEPROM	256 bytes
Timers	Un Timer de 8 bits, y 3 Timers de 16 bits
Rango de frecuencia de trabajo	hasta 48 Mhz
Protocolos de interconexión	EUSART, SSP, SPI, I ² C.
líneas de E/S digitales	puerto A 7líneas, puerto B 8 líneas, puerto C 6 líneas más 2 líneas de entrada, puerto D 8 líneas, puerto E 3 líneas más 1 línea de entrada
Corriente máxima absorbida por todos los puertos	200Ma
Voltaje de alimentación (VDD)	2V y 5.5V DC
Voltaje de grabación de programa (Vpp)	12V y 14V DC

Elaborado por: Autores

A continuación, se realizó circuito esquemático que va a permitir el funcionamiento del robot Mega Sumo con PIC 18f4550. Ver figura 3.24.

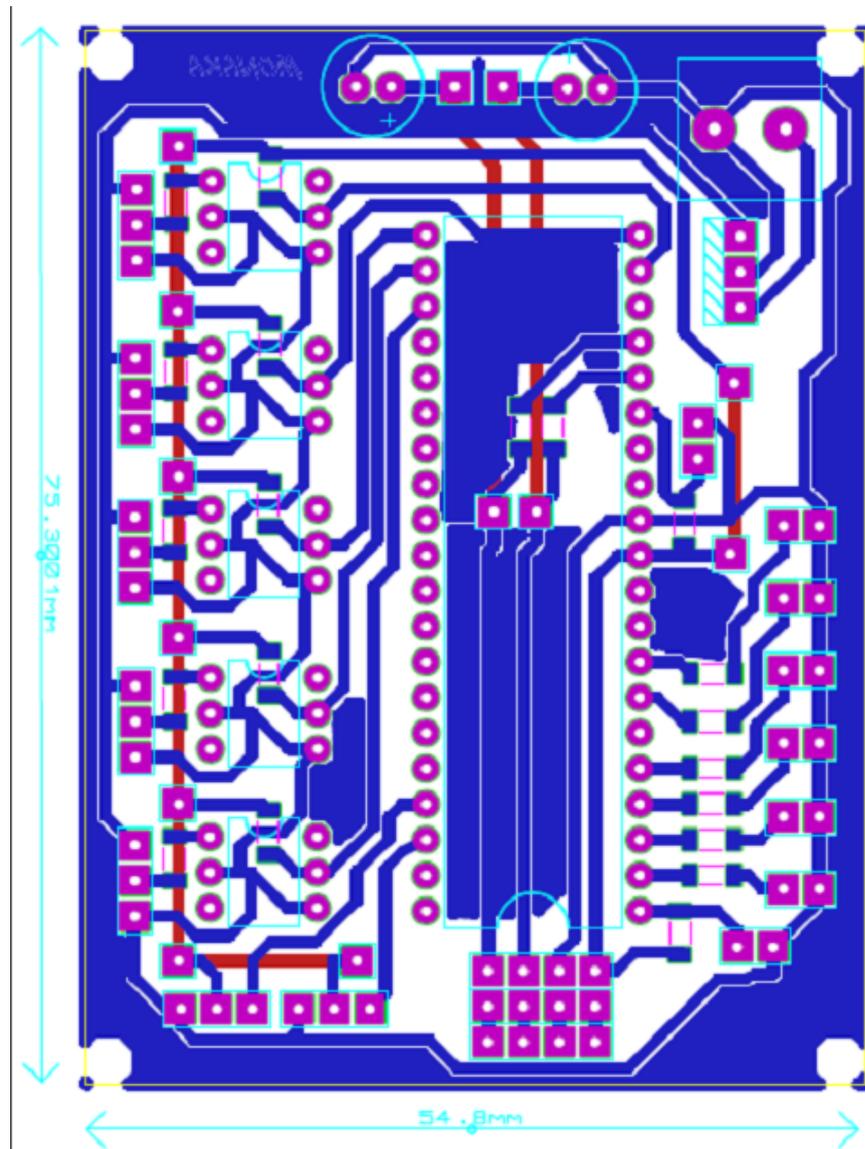


Figura 3. 25: PCB del circuito electrónico
Elaborado por: Autores

3.3. Software

3.3.1. Programación del robot Mega Sumo

El programa para el robot sumo autónomo, se escribió en lenguaje C en el software PICC CCS. En la figura 3.26 se presenta la estructura total del programa escrito, este consta de cuatro partes principales.

1. La cabecera donde se define el PIC a utilizar, los buses, la velocidad, puertos.
2. La función de interrupción es para los sensores de piso, realizamos ciertas acciones con la señal de entrada en alto o bajo.
3. Las funciones de movimiento, que no es más que la variación de la salida del puerto PWM 1 y PWM 2 para enviar una señal analógica a la entrada del driver SABERTOOTH.
4. Y por último la función principal, que se encargara de realizar la búsqueda y ataque del oponente según sean las circunstancias dadas en la tabla de verdad.

```

CODIGO FINAL TESIS.c
1  #include <18f4550.h>
2  #fuses INTRC
3  #use delay (clock=4000000)
4  #byte TRISB=0XFF
5
6  //INTERRUPCION POR SENSOR DE PISO
7  #int_RB
8  ext_isr() ...
49
50 //funciones para movimientos
51 void adelante() ...
56 void izquierda() ...
61 void derecha() ...
67 void atras() ...
72 void parar() ...
77
78 //FUNCION PRINCIPAL
79 void main() ...

```

Figura 3. 26: Estructura final del programa
Elaborado por: Autores

La interrupción es dada al cambio de estado en el puerto B, en nuestro caso los sensores de piso son los QTR-RC que son sensores digitales, cuando detecta negro tenemos un valor digital que cuando se detecta el blanco.

Con esta variación de estados podemos preguntar de cual sensor es la variación y realizar movimientos necesarios para que este pueda alejarse del borde y virar en caso que este en búsqueda, cuando está atacando únicamente retrocederá y volverá a atacar interminables veces. Ver Figura 3.26.

```
7 #int_RB
8 ext_isr()
9 {
10 if(input(PIN_B4)==1)
11 {
12     if(input(PIN_D2)==1)
13     {
14         set_pwm1_duty(255);
15         set_pwm2_duty(255);
16         delay_ms(500);
17         output_toggle(PIN_A0);
18     }
19     else
20     {
21         set_pwm1_duty(255);
22         set_pwm2_duty(255);
23         delay_ms(750);
24         set_pwm1_duty(0);
25         set_pwm2_duty(255);
26         delay_ms(500);
27     }
28 }
29 if(input(PIN_B5)==1)
30 {
31     if(input(PIN_D2)==1)
32     {
33         set_pwm1_duty(255);
34         set_pwm2_duty(255);
35         delay_ms(500);
36         output_toggle(PIN_A0);
37     }
38     else
39     {
40         set_pwm1_duty(255);
41         set_pwm2_duty(255);
42         delay_ms(750);
43         set_pwm1_duty(255);
44         set_pwm2_duty(0);
45         delay_ms(500);
46     }
47 }
48 }
```

Figura 3. 27: Imágenes de la función interrupción del robot
Elaborado por: Autores

Las funciones de movimiento son variación del PWM 1 y PWM 2, estos van a la entrada de la SABERTOOTH y de acuerdo a su valor el driver responderá otorgando potencia a los motores. Ver Figuras 3.27 y 3.28.

```
50 //funciones para movimientos
51 void adelante()
52 {
53     set_pwm1_duty(30);
54     set_pwm2_duty(30);
55 }
56 void izquierda()
57 {
58     set_pwm1_duty(255);
59     set_pwm2_duty(64);
60 }
61 void derecha()
62 {
63     set_pwm1_duty(64);
64     set_pwm2_duty(255);
65 }
66 }
67 void atras()
68 {
69     set_pwm1_duty(240);
70     set_pwm2_duty(240);
71 }
72 void parar()
73 {
74     set_pwm1_duty(128);
75     set_pwm2_duty(128);
76 }
77 }
```

Figura 3. 28: Funciones movimientos
Elaborado por: Autores

El programa principal, VOID MAIN, es un conjunto de líneas de código que corresponden a la configuración del PIC y su comportamiento, este se da de manera secuencial.

La primera parte definimos las entradas y salidas del puerto B (línea 81), luego habilitamos las interrupciones tanto globales como las del puerto B, configuramos luego los puertos para las salidas PWM (línea 85 hasta 89). Ver Figura 3.29.

Después de haber configurado nuestro PIC correctamente, según el reglamento de la categoría de sumo en la participación se debe esperar cinco segundos después de presionar un botón, este está dado con el pin C0, una vez que se presione el PULL DOWN saldrá del ciclo y comenzara a contar los cinco segundos.

```
79 void main()
80 {
81     TRISB=0b11110000;
82     enable_interrupts(int_RB);
83     enable_interrupts(global);
84
85     output_low(PIN_C2);
86     output_low(PIN_C1);
87     setup_ccp1(CCP_PWM);
88     setup_ccp2(CCP_PWM);
89     setup_timer_2(T2_DIV_BY_16, 255, 1);
90     //boton de inicio
91     while(input(PIN_C0)==1)
92     {
93         parar();
94         delay_ms(100);
95     }
96     delay_ms(5000);
```

Figura 3. 29: Función principal primera parte
Elaborado por: Autores

Una vez iniciado la primera parte de nuestro programa, establecemos un LOOP infinito el cual está dado por el WHILE (true), este realizara movimientos de acuerdo a los estados de los sensores frontales y laterales que previamente se establecen haciendo un análisis de la lógica del programa.

A continuación, se muestra el lugar de los sensores (Ver Figura 3.30), la tabla de verdad (Ver Tabla 3.4) y su código en la segunda parte de la función principal (Ver Figura 3.31).

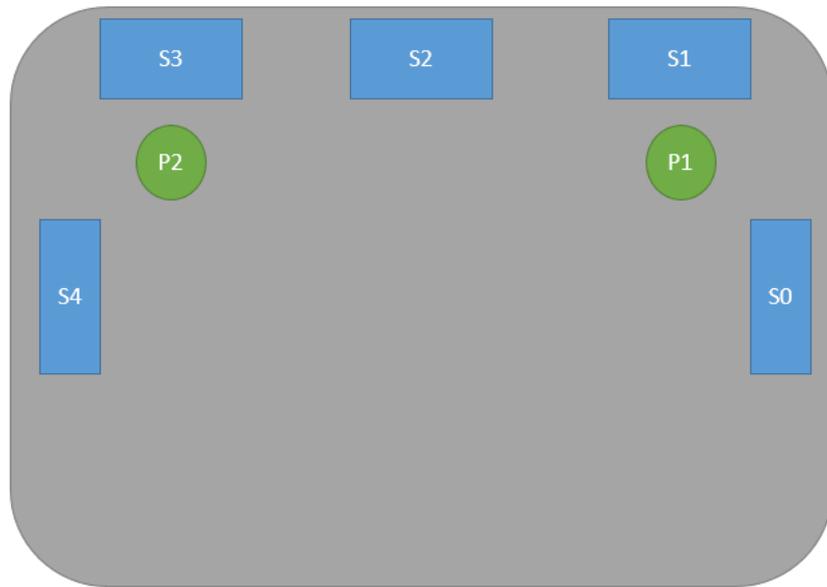


Figura 3. 30: Vista superior del sumo
Elaborado por: Autores

Tabla 3.4: Tabla de movimientos

S0	S1	S2	S3	S4	MOVIMIENTOS
1	0	0	0	0	DERECHA
1	1	0	0	0	DERECHA
0	1	1	0	0	FRONTAL
0	0	1	0	0	FRONTAL
0	0	1	1	0	FRONTAL
0	0	0	1	1	IZQUIERDA
0	0	0	0	1	IZQUIERDA

Elaborado por: Autores

```

97 while(true)
98 {
99     adelante();
100    delay_ms(100);
101    while((input(PIN_D0)==1&&input(PIN_D1)==0)|| (input(PIN_D0)==1&&input(PIN_D1)==1))
102    {
103        derecha();
104        delay_ms(100);
105    }
106
107    while((input(PIN_D1)==1&&input(PIN_D2)==1)|| (input(PIN_D2)==1&&input(PIN_D3)==1)|| (input(PIN_D2)==1))
108    {
109        adelante();
110        delay_ms(100);
111    }
112    while((input(PIN_D3)==1&&input(PIN_D4)==1)|| (input(PIN_D3)==0&&input(PIN_D4)==1))
113    {
114        izquierda();
115        delay_ms(100);
116    }
117 }
118 }

```

Figura 3. 31: Código de los movimientos según estados de los sensores
Elaborado por: Autores

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

Se cumplieron los objetivos específicos planteados en el diseño e implementación del robot Mega Sumo:

Se realizó una vasta investigación en base a fuentes de información, tales como: proyectos de grados, artículos científicos, y libros publicados que guardan relación con nuestro trabajo de titulación. Luego de la revisión de estos textos se procedió a iniciar la descripción del estado de arte de los microcontroladores PIC que nos permitió un acercamiento a sus definiciones teóricas, características, y su aplicación para realizar tareas de control en el robot.

El uso de la tecnología láser permitió realizar los cortes de las secciones del robot Mega Sumo con bastante precisión y un buen acabado estético, la utilización de materiales resistentes como el acero, brindan protección a los componentes electrónicos internos y robustez al chasis cuando el robot entra en funcionamiento. Se diseñó e implementó una tarjeta electrónica controladora del robot Mega Sumo que interpreta la información recibida de sus sensores y reacciona a esos estímulos sensoriales.

La programación de los algoritmos de control para la autonomía del robot e interfaz de autónomo a RC se realizó en el programa PIC C Compiler, ya que es una herramienta didáctica y amigable con el usuario que no esté familiarizado con la Programación

La parte experimental nos ayudó a verificar el funcionamiento del hardware y software del robot, concluimos que el mismo podrá utilizarse en torneos internacionales y nacionales logrando resultados satisfactorios al poseer un nivel de ingeniería mayor al promedio, llegando a las más altas expectativas.

4.2. Recomendaciones.

La realización del proyecto pasó por varias etapas de planeación y diseño por lo que a continuación se dan una serie de recomendaciones que pueden ayudar a trabajar de una forma eficaz en la implementación del mismo. Cabe recalcar que tanto el software como hardware del robot es susceptible a posibles mejoras.

Es importante tener en cuenta el tiempo que se dispone para realizar este tipo de proyecto, se recomienda realizar las investigaciones necesarias para la selección de los componentes electrónicos que se requieren comprar con anterioridad, conocer las dimensiones exactas de los mismos para adecuarlos en el diseño mecánico y conocer el funcionamiento de cada componente para hacer un correcto montaje.

Para la realización del diseño mecánico asegurarse bien las medidas que sean exactas para evitar incongruencias en el ensamblado, a su vez, utilizar baterías lipo con mayor capacidad de carga para poder funcionar el robot por mucho más tiempo.

Incentivar a los estudiantes de carreras afines a la robótica desarrollen proyectos de este nivel con el propósito de profundizar más en el campo de la electrónica y la tecnología lo cual no solo ayuda al estudiante sino del mismo modo a la universidad que representa, así el país demuestra que existe gente con capacidad suficiente de innovar y crear proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2014). *Diseño e implementación a escala de un robot acuático radiocontrolado mediante comunicación inalámbrica*. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1804>
- Albuja, M., Ernesto, S., Toro, G., & Francisco, C. (2015). *Diseño de una guía de trabajo para la implementación de redes wlan con itinerancia (roaming) en ambientes empresariales convergentes utilizando técnicas de simulación y prototipación*. Recuperado a partir de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31356>
- Berger, J., Feger, J., Fink, L.-M., Gerwing, W., & Grosser, M. (2002). *Regulación electrónica Diesel (EDC)* (1a.). Reverte.
- Bernal Iñiguez, J. D., & Sánchez Maldonado, M. M. (2010). Construcción de un sistema de control de voltaje y frecuencia del generador síncrono SIEMENS DM-SN/DG2240 Q4-R3 del laboratorio de máquinas eléctricas de la UPS Sede Cuenca. Recuperado a partir de <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1062>
- Bozada, R., & Aldape, C. (2014). *ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR 48 VCD UTILIZANDO UNA INTERFAZ GRÁFICA*. Recuperado a partir de <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/13233>
- Bustillos, P., & Veloz, H. (2011). Diseño y construcción de un prototipo de autómatas móvil con la capacidad de trasladar documentos y paquetes hasta 500 gramos y guiar a las personas hacia los diferentes locales del proyecto del Centro

- Comercial Juan Montalvo de la ciudad de Saquisilí. Recuperado a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/jspui/handle/21000/4578>
- Caizapanta, A., & Enríquez, J. (2013). *Diagnóstico Ambiental de la actividad minera de materiales pétreos en las canteras del sector de CALDERÓN, provincia de PICHINCHA* (Tesis). QUITO/EPN/2013. Recuperado a partir de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6172>
- DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA. (2008). ESCUELA DE COMUNICACIONES DE LA FUERZA TERRESTRE. Recuperado 29 de julio de 2016, a partir de <http://intranet.esforse.mil.ec/intranet/index.php/servicios/documentos/manuales/notas-de-aula/47-nota-de-aula-de-comunicacion-inalambrica/file>
- Dimension Engineering. (2011). Dimension Engineering Sabertooth. Recuperado 1 de agosto de 2016, a partir de <https://www.dimensionengineering.com/datasheets/Sabertooth2x60.pdf>
- Donate, A. H. (2011). *Principios de Electricidad y Electrónica III* (2a ed.). Barcelona, España: Marcombo.
- E3Z-D82 2M | OMRON Industrial Automation. (s. f.). Recuperado 16 de agosto de 2016, a partir de <https://www.ia.omron.com/product/item/503/>
- Elena, J. A. (2014). *Mantenimiento del sistema de carga con alternador. TMVG0209*. IC Editorial.
- Flores, M., & Narváez, A. (2011). *Estudio de la Calidad de Servicio en la Coexistencia entre Nodos Wlan 802.11b, g y 802.11e*. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/616>

- Gallardo, S. (2015). *Elementos de sistemas de telecomunicaciones* (Primera Edición). Ediciones Paraninfo, S.A.
- González, A. (2013). *Diseño e implementación de un sistema automático para la detección del tono de ocupado y el cierre de línea telefónica* (Tesis). SANGOLQUÍ / ESPE / 2013. Recuperado a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/jspui/handle/21000/7121>
- Izaskun, P., Andreu, F., & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica*. Marcombo.
- Lindao, J. S., & Quilambaqui, E. H. (2014). *Diseño y construcción de 2 Robots sumo para las categorías pesado y liviano y un Robot seguidor de línea modalidad velocidad*. Recuperado a partir de <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/6554>
- Llanos Yáñez, A. (2009). Los derechos de uso comercializables de frecuencias del espectro radioeléctrico para la explotación del servicio de radiodifusión en el Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/876>
- Luque, J. (2014). Servicios de radiocomunicaciones. *Revista Digital de Acta*. Recuperado a partir de http://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/023001.pdf
- Mezquida, F. B. (2007). *Manuales Prácticos de Refrigeración IV: Electricidad y Electrónica Aplicadas a la Refrigeración*. Marcombo.

- Moreno, M., & Yuque, A. (2010). *Simulación de Circuitos Mediante la Utilización de Microcontroladores PLC para el Laboratorio de Mecatrónica*. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/447>
- MOTORES ELÉCTRICOS – Tecnología David 3 A. (s. f.). Recuperado 26 de julio de 2016, a partir de <https://joluisensenpai.wordpress.com/2015/03/13/motores-electricos/>
- Muñoz, J., Bucheli, J., & Paredes, J. (2011). Diseño, construcción e implementación de un sistema de control a través de un joystick para el desplazamiento semiautomático de la silla de ruedas eléctrica modelo xfg-103fl. Recuperado a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/jspui/handle/21000/3850>
- Paredes, F. (2011). *Implementación de un Banco Simulador de Fallas de un Sistema de Inyección Electrónica de Combustible (gasolina) en un Motor Corsa de Cuatro Cilindros 1.6L MPFI*. Recuperado a partir de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/954>
- Plúa, A., & Castillo, J. (2015). *Implementación de un Robot Mega Sumo para participaciones en concursos de robótica*. Recuperado a partir de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3872>
- Quinde Llerena, J. L., & Ulloa Patiño, L. D. (2012, febrero). *Diseño y construcción de dos Robot tipo Warbot*. Recuperado a partir de <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/6849>
- Ramírez, S. (2015). *Diseño de la red de radiocomunicaciones para la interconexión troncalizada del sistema integrado de Seguridad Ciudadana del Gobierno Nacional del Ecuador en la provincia de Imbabura*. Recuperado a partir de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4472>

- Telégrafo. (2015, Diciembre). Un reñido concurso de robótica. Recuperado a partir de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/un-renido-concurso-de-robotica>
- Teojhonn's Blog. (2010). ONDAS DE RADIO, FRECUENCIAS Y SEÑALES... | Teojhonn's Blog. Recuperado 29 de julio de 2016, a partir de <https://teojhonn.wordpress.com/2010/06/12/ondas-de-radio-y-frecuencias/>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (Cuarta). México: Pearson Educación.
- Torrente, O. (2013). *Arduino : curso práctico de formación*. Alfaomega Grupo Editor. Recuperado a partir de <http://ecoinformatica.cl/wp-content/uploads/2016/03/Arduino-Curso-Pr%C3%A1ctico.pdf>
- Velasco, V., & Pilicita, E. (2014). *Diseño y construcción de un vehículo eléctrico autobalanceado personal (VEAP) de dos ruedas en paralelo estilo SEGWAY*. (Tesis). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz. Recuperado a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/jspui/handle/21000/9178>
- Verle, M. (2010). *PIC Microcontrollers: Programming in Basic*.
- Verón, J. (2010). *Prácticas de Redes*.
- Viteri, B. (2015). *Diseño y construcción de un módulo didáctico para la programación y aplicación de los microcontroladores ATMEL de baja y media escala, para el Laboratorio de Sistemas Digitales de la ESPE-EL, mediante programación en lenguaje de alto nivel*. (Tesis). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería en

Electrónica e Instrumentación. Recuperado a partir de

<http://repositorio.espe.edu.ec:8080/jspui/handle/21000/9961>

William Stallings. (2004). *COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES*.

PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Recuperado a partir de

http://www.universidadsise.edu.pe/images/biblioteca/descargas/4sem/fsr_comunicaciones_y_redes.pdf

ANEXOS

ANEXO I

**PARTICIPACION DEL ROBOT MEGA SUMO
IMPLEMENTADO EN EL II TORNEO
INTERNACIONAL DE ROBOTICA, CELEBRADO
EN LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
(UTA).**



Foto 1: Instalaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e industrial de la UTA, donde se realizó a cabo la competencia.

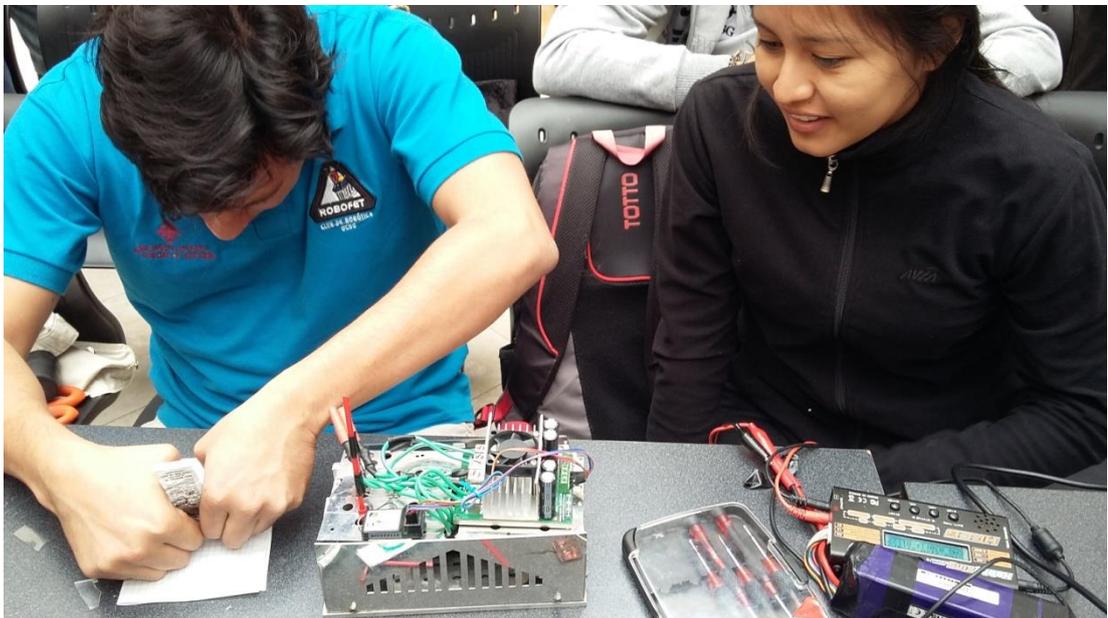


Foto 2: Ensamblado del robot para la participación en la categoría Sumo RC



Foto 3: Participación del robot Mega Sumo” MONAKA”, alcanzando segundo lugar en la categoría respectiva



Foto 4: Premiación a los estudiantes del Club de Robótica de la UCSG “ROBOFET” que participamos en las categorías correspondientes.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Gualli Cujilema Mayra Alexandra** con C.C: # **0927800045** y **Véliz Intriago Rocío Alexandra** con C.C: #**0926787151** autoras del trabajo de titulación: **IMPLEMENTACION DE UN ROBOT MEGA SUMO RADIOCONTROLADO Y AUTONOMO UTILIZANDO MICROCONTROLADORES PIC** previo a la obtención del título de **Ingeniera en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 12 de septiembre del 2016

f. _____

Nombre: Gualli Cujilema Mayra A.
C.C: 0927800045

f. _____

Nombre: Véliz Intriago Rocío A.
C.C: 0926787151

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Implementación de un robot Mega Sumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC		
AUTOR(ES)	Gualli Cujilema, Mayra Alexandra Véliz Intriago, Rocío Alexandra		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Córdova Rivadeneira, Luis Silvio		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	12 de septiembre del 2016	No. DE PÁGINAS:	92
ÁREAS TEMÁTICAS:	Robótica, Telecomunicaciones, Electrónica.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Microcontrolador, sensores, sabertooth, módulo de transmisión, estructuras, diseño electrónico, diseño mecánico.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>En el presente proyecto de titulación, se diseñó e implementó un robot Mega Sumo Radiocontrolado y Autónomo utilizando microcontroladores PIC. Los métodos utilizados son: exploratorio, puesto que veremos toda la información basada en la teoría de los microcontroladores PIC; descriptiva, porque se fundamenta el tipo de algoritmos de control para lograr el funcionamiento y aplicación que se logra con los microcontroladores PIC de la familia 18fxxxx. También se utilizó el método experimental para comprobar el funcionamiento integral de los componentes utilizados en la construcción del robot.</p> <p>Luego veremos las características de los componentes de hardware, las piezas que componen la estructura mecánica del robot, las cuales fueron construidas utilizando la tecnología del láser; el modelo esquemático de la tarjeta electrónica fue elaborada con la ayuda del programa de simulación y diseño Proteus, hacemos uso del PIC C Compiler para desarrollar los algoritmos de control para la locomoción autónoma del robot.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0986245798 0988996566	E-mail: mayra_gualli@hotmail.com rocioveliz_12@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):::	Nombre: Palacios Menéndez Edwin Fernando		
	Teléfono: 0968366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			