



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA APLICADA**

**TEMA
IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT AUTÓNOMO DE
TIPO SUMO PARA COMPETENCIAS ROBÓTICAS Y
MODELO DE ESTUDIO**

**AUTOR
HERRERA MORÁN JOEL ALEXANDER**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. COMP. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MSC.**

GUAYAQUIL, ABRIL 2019

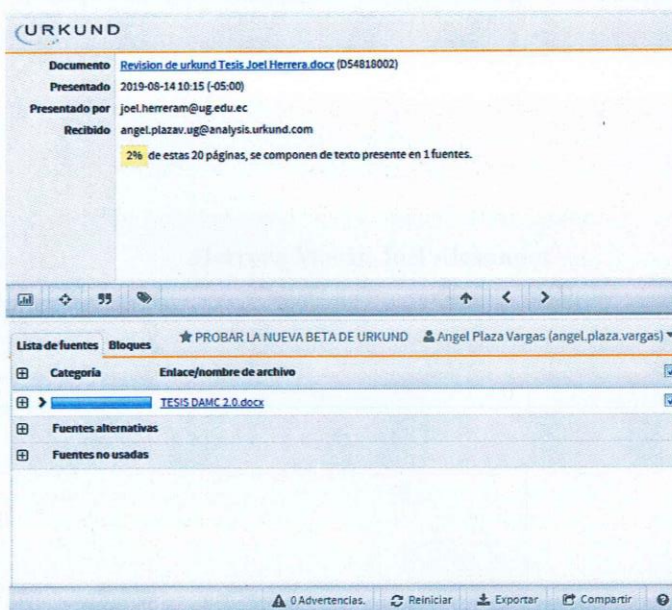


UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA
UNIDAD DE TITULACIÓN

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **HERRERA MORAN JOEL ALEXANDER**, C.C.: **0927675553**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT AUTÓNOMO DE TIPO SUMO PARA COMPETENCIAS ROBÓTICAS Y MODELO DE ESTUDIO"**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el **2%** de coincidencia.



<https://secure.unkund.com/view/53358399-825179-482759>


ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL
CC: 0915953665

Declaración de Autoría

“La Responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Herrera Morán Joel Alexander

C.C. 0927675553

Agradecimiento

Agradezco a mis padres Maryori Morán Morán y Edis Herrera Chevez, pues ellos han sido uno de los pilares fundamentales en mi vida para llegar hasta este punto, ya que gracias a sus sacrificios, enseñanzas, apoyo y ánimos me brindaron la sabiduría y permitieron el desarrollo de mis habilidades para entender y concluir esta etapa universitaria, y así obtener mi título de tercer nivel.

De la misma manera agradecer a mis hermanos Leslye Herrera Morán y Eddy Herrera Morán por darme ese impulso de seguir adelante, a todos aquellos familiares que de una u otra forma me animaron, Dayanna Dumes por darme ese impulso de superación y todas aquellas personas que en la etapa universitaria me apoyaron amigos y compañeros.

A mis docentes que me ayudaron a formarme como profesional en la carrera de Ingeniería en Teleinformática compartiendo sus experiencias y conocimientos las cuales poner en práctica en la vida profesional, a mi tutor Ing. Angel Plaza y revisor Ing. Iván Acosta, los cuales transmitieron consejos y recomendaciones durante el trabajo de titulación y la carrera.

Dedicatoria

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres por cada esfuerzo cada una de sus enseñanzas por sus sacrificios económico por darme fuerzas y ese impulso para continuar y seguir adelante, es gracias a ellos puedo lograr alcanzar uno de mis objetivos completar mi carrera universitaria es por ello que se los dedico con mucho cariño es gracias a ustedes

Maryori Morán Morán y Edis Herrera Chevez.

Índice general

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El Problema

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Planteamiento del Problema	3
1.1.1.	Formulación del Problema.	3
1.3.	Justificación del Problema.	3
1.4.	Delimitación del Problema.	4
1.5.	Variables Dependientes Independientes	4
1.6.	Objetivos.	5
1.6.1.	Objetivo General.	5
1.6.2.	Objetivos Específicos.	5
1.7.	Alcance Del Trabajo De Titulación	5
1.1.2	Sistematización del problema	5

Capítulo II

Marco teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la Investigación	7
2.2.	Marco Conceptual.	7
2.2.1	Autonomía en Robots.	7
2.2.2.	Robótica Educativa.	8
2.2.3.	Competencias Nacionales.	8
2.2.3.1	Concurso Ecuatoriano Robotica (CER).	8

Nº	Descripción	Pág.
2.3.	Marco Contextual.	9
2.4.	Marco Conceptual.	9
2.4.1	Arduino.	9
2.4.1.1.	Funcionamiento.	10
2.4.1.2.	Modelos y tipos de arduino.	11
2.4.2.	Arduino Nano.	12
2.4.2.1.	Características y Especificaciones Técnicas.	12
2.4.3.	Sensores jsumo JS40F.	13
2.4.3.1.	Características del sensor.	14
2.4.3.2.	Codificación de Ejemplo de Sensor jsumo para Arduino	14
2.4.4.	Motor reductor pololu 30:1	15
2.4.4.1.	Dimensiones de versiones con brushes de metales preciosos.	15
2.4.4.2.	Características del motor.	16
2.4.5.	Driver tb6612fng dual bridge.	17
2.4.5.1.	Especificaciones del controlador de motor dual TB6612FNG.	17
2.4.5.2.	Código en Arduino Para manejar motores DC:	17
2.4.6.	Alimentación Batería LiPo 7.4v.	18
2.4.7.	Doble Sensor de Línea MI2 JSumo.	19
2.4.7.1.	Características del sensor de línea.	19
2.4.8.	Arduino Ide.	20
2.4.8.1.	Método de instalación.	20
2.5.	Física en robótica.	21
2.5.1	Mecánica newtoniana.	22
2.5.1.1.	Leyes de Newton.	22
2.5.1.2.	1ª Ley de la inercia.	22
2.5.1.3.	2ª Ley de la fuerza.	22

N°	Descripción	Pág.
2.5.1.4.	3ª Ley de la acción y reacción.	23
2.5.1.4.	Momento o cantidad de movimiento.	23
2.5.1.5.	Energía cinética.	23
2.6.	Robot mini sumo	24
2.6.1.	El Dohyo.	24
2.6.2.	Las medidas del Dohyo.	24
2.6.3.	El Peso.	25
2.6.4.	Encendido del robot.	25
2.6.5.	Competencia.	25
2.6.	Marco Legal	26

Capítulo III

Metodología

N°	Descripción	Pág.
3.1	Marco Metodológico.	28
3.1.1.	Clasificación de la investigación.	28
3.1.2.	Investigación Exploratoria.	29
3.1.3.	Investigación Descriptiva.	29
3.1.4.	Investigación Bibliográfica.	30
3.1.5.	Investigación Explicativa.	30
3.1.6.	Metodología Cuasiexperimental.	30
3.1.7.	Metodología Cuantitativa.	30
3.1.8.	Población.	31
3.1.9.	Encuesta.	33
3.2.	Cuestionario	33
3.3.	Resultados del Cuestionario	37

Capítulo IV

Desarrollo de la propuesta

N°	Descripción	Pág.
4.1.	Proceso de la propuesta	48
4.2.	Componentes.	48
4.2.1.	Sensores.	48
4.2.2	Llantas.	48
4.2.2.1	Locomoción síncrona.	49
4.2.2.2.	Triciclo.	49
4.2.2.3.	Locomoción por cintas de deslizamiento.	50
4.2.2.4.	Locomoción Ackerman.	50
4.2.2.5.	Locomoción Diferencial.	50
4.3.	Motores	51
4.4.	Diseño de prototipo	52
4.5.	Ensamblaje.	52
4.5.1.	Materiales a ensamblar	52
4.5.2.	Ensamblaje de Motores y Ruedas	53
4.5.3.	Montaje de sensores Distancia y línea	54
4.6.	Codificación	55
4.7.	Aplicación de física en los sumo robots	57
4.7.1.	Las colisiones o choques elásticos	57
4.8.	Conclusión	59
4.9.	Recomendaciones	60
	Anexos	61
	Bibliografía	67

Índice de figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Modulo Arduino.	10
2	Funcionalidad de Arduino.	11
3	Tipos de Tarjetas Arduino.	12
4	Arduino Nano.	12
5	Nano PinOut.	13
6	Sensor JSumo JS40F.	14
7	Código de ejemplo sensor	14
8	Motor Pololu 30:1.	15
9	Dimensiones de Motor Pololu 30:1.	16
10	Driver TB6612FNG dual bridge.	17
11	Edición de ejemplo de motores. I	18
12	Edición de ejemplo de movimiento de motores.	18
13	Batería LiPo.	19
14	Arduino IDE.	21
15	Especificaciones del software arduino IDE.	21
16	Ejemplo de codificación en entorno IDE.	21
17	Fuerza normal.	23
18	Competencia de robots mini sumo.	24
19	Dohyo de robot sumo.	24
20	Medidas del Dohyo.	25
21	Encendido de robots para la competencia.	25
22	Competencia robots mini sumo.	26
23	Clases de Información.	28
24	Tipos de investigación.	29
25	Encuesta realizada a estudiantes de la carrera	36
26	Conocimientos de un robot autónomo.	37
27	Participación en alguna competencia de robótica.	38
28	Un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica.	39
29	Competencia de robótica beneficia al desarrollo de los estudiantes.	40

N°	Descripción	Pág.
30	Importancia de la robótica dentro de la carrera.	41
31	El robot será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica.	42
32	El alto costo limita el desarrollo de robótica.	43
33	El robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos.	44
34	Deben existir prototipos robóticos en la Carrera.	45
35	Conoce sobre tarjetas microcontroladoras.	46
36	Conocimientos sobre programación.	47
37	Llantas con l Caucho P-53.	48
38	Locomoción de robots móvil.	49
39	Locomoción síncrona.	49
40	Locomoción Triciclo.	49
41	Locomoción por cintas de deslizamiento.	50
42	Locomocion Ackerman.	50
43	Locomoción Diferencial.	51
44	Medida del diseño de robot mini sumo.	52
45	Diseño de robot mini sumo 4 ruedas.	52
46	Materiales para montar el robot.	52
47	Ensamblaje de motores.	53
48	Ruedas de caucho de silicona del robot mini sumo.	53
49	Montaje de ruedas y motores en el armazón.	54
50	Montaje de los sensores en el armazón.	54
51	Esquema de conexión de motores con el microcontrolador.	55
52	Robot mini sumo montado.	55
53	Codificación del robot drivers.	56
54	Codificación del funcionamiento.	56
55	Codificacion de Movilidad del robot.	57
57	Choques elásticos de dos robots sumo	58

Índice de tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Población encuestar.	31
2	Conocimientos de un robot autónomo.	37
3	Participación en alguna competencia de robótica.	38
4	Un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica.	39
5	Competencia de robótica beneficia al desarrollo de los estudiantes.	40
6	Importancia de la robótica dentro de la carrera.	41
7	El robot será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica.	42
8	El alto costo limita el desarrollo de robótica.	43
9	El robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos.	44
10	Deben existir prototipos robóticos en la Carrera.	45
11	Conoce sobre tarjetas microcontroladoras.	46
12	Conocimientos sobre programación.	47
13	Tabla comparativa de motores Pololu.	51

Índice de anexos

Nº	Descripción	Pág.
1	Ensamblaje del robot mini sumo	62
2	Conexión del robot mini sumo.	63
3	Diseño del robot	64
4	Reglamento Robot sumo CER	65
5	Reglamento de robot mini sumo desarrollo de la competencia CER	66



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

UNIDAD DE TITULACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN ROBOT AUTÓNOMO DE TIPO SUMO PARA
COMPETENCIAS ROBÓTICAS Y MODELO DE ESTUDIO**

Autor: Herrera Morán Joel Alexander

Tutor: Ing. Comp. Plaza Vargas Angel Marcel, MSc

Resumen

En la Facultad de Ingeniería Industrial ante la falta de laboratorios equipados y prototipos electrónicos y robóticos, los cuales permiten el desarrollo en el área de la tecnología en la carrera de Ingeniería en Teleinformática, se ve la necesidad de implementar prototipos robóticos como modelo de estudio y competencias robóticas, por medio de métodos de investigación experimental y bibliográfica además de encuestas, llegando a la conclusión que la interacción con prototipos en la carrera será de gran utilidad.

El presente proyecto muestra la elaboración de un robot autónomo de categoría mini sumo, creado en la plataforma Arduino, el cual permitirá ser modelo de estudio para los alumnos de la carrera, se realizó el ensamblaje con un armazón fabricado con impresiones 3D, siguiendo un diseño para 4 ruedas y se elaboró una guía paso a paso del desarrollo del robot autónomo, entre los cuales se detalla el esquema de conexión, así como la elaboración del algoritmo para la toma de decisiones, es decir totalmente automática.

Este proyecto de investigación está enfocado hacia el ámbito educativo y competitivo, ya que se considera que ayudará a la competitividad y aprendizaje de los alumnos mediante un estudio físico y técnico de sus elementos y diseño.

Palabras claves: Robot Autónomo, Autonomía, Arduino, mini sumo.



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMATICA**

UNIDAD DE TITULACIÓN

**IMPLEMENTATION OF AN AUTONOMOUS ROBOT SUMO-TYPE
COMPETITIONS ROBOTIC AND STUDY MODEL**

Author: Herrera Morán Joel Alexander

Tutor: Comp. Eng. Plaza Vargas Angel Marcel, MSc

Abstract

In the Faculty of Industrial Engineering at the lack of equipped laboratories and electronic and robotic prototypes, which allow the development in the area of technology in the career Teleinformatics Engineering, it has been seen the need to implement prototypes in robotics as a model of study and robotic competences through experimental and bibliographic research methods besides surveys, reaching a conclusion that interaction with prototypes will be of great utility in the career.

The present project shows the elaboration of an autonomous robot of mini sumo category that was created in the Arduino platform, which will permit to be a study model for students to the career. It was made an assembly with a frame made of 3D prints, following a 4-wheel design and it was also elaborated, a step-by-step guide of the development of the autonomous robot, in which it is detailed the connection scheme, as well as the elaboration of the algorithm for decision-making, that is to say fully automata.

This research project is focused towards education and competitive fields, as it is considered that it will help the competitiveness and learning of the students through a physical and technical study of its elements and design.

Keywords: Autonomous robot, autonomy, Arduino, mini sumo.

Introducción

La tecnología, la robótica, y la ciencia avanzan exponencialmente en el campo de Ingeniería en Teleinformática. El desarrollo de éstas da como resultado distintas aplicaciones informáticas y maquinas autónomas, las cuales son capaces de simplificar o realizar muchas actividades que el hombre no puede, es por ello que cada uno de los futuros profesionales debe tener contacto con los tipos de tecnología que se desarrollan en esta área.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo con el objetivo de implementar prototipos robóticos, así como de constatar el estado y cubrir la necesidad de los estudiantes con lo cual tener métodos prácticos que lo acerque al mundo de la robótica y al área de la tecnología.

El mundo actual y el constante desarrollo de la tecnología avanzan rápidamente por ello es necesario conocer la evolución y el tipo de enfoque que tiene la tecnología en nuestro país y el exterior, se prevé entender la importancia de la autonomía en robótica y la diferencia que tiene con la robótica convencional.

El presente proyecto intenta plasmar el avance tecnológico dentro de la carrera de Ingeniería en Teleinformática para que sirva como instructivo en el desarrollo de nuevas tecnologías y la proyección en competencias nacionales en las distintas categorías de robótica.

Dentro de los componentes se encuentran el software en el cual se usa la plataforma propia de Arduino IDE en los cuales se incluye el código Arduino para que el robot funcione de manera automática. Sus componentes de hardware se basan en tarjetas microcontroladoras, motores y sensores exclusivamente para uso de competencias se realizó un diseño de 4 ruedas realizando un enfoque en el campo de la física en robótica para un mejor rendimiento en cuanto a su funcionabilidad dando una variante ante sus posibles competencias.

Con la implementación del proyecto se considera conocimientos y experiencias que fueron adquiridas durante el periodo académico en las cuales se incluyen tanto la teoría como la práctica impulsado por el desarrollo propio, la creatividad y el interés en la tecnología.

En el Capítulo I se muestra la problemática que existe entre las cuales se respalda con información la cual justifica dicho problema y los objetivos generales y específicos planteados ante la necesidad que se expone se ve la necesidad de llegar a una solución.

En el Capítulo II se recopila todo tipo de información la cual respalda y detalla el problema, se muestran los métodos y muestras de antecedentes de propuestas similares, en este capítulo en base a información tanto bibliográfica como experimental se toma en cuenta

la necesidad de prácticas de laboratorio, así como la inclusión de la física en robótica y lo beneficioso que puede ser para los alumnos en el desarrollo de sus prototipos robóticos.

En el Capítulo III se desarrollan las metodologías y se indica el tipo de investigación que se realizó para la obtención de información real las cuales permitieron obtener resultados basados en encuestas y verificar si el enfoque del proyecto implementado es correcto.

En el Capítulo IV se encuentra datos sobre la elección de los distintos componentes su evaluación, así como el ensamblaje del robot autómatas y el desarrollo del código para así demostrar su correcto funcionamiento, se incluyó un estudio basado en el campo de la física poniendo en evidencia el diseño del prototipo y su eficiencia.

Capítulo I

El Problema

1.1. Planteamiento del Problema

En el transcurso de la etapa universitaria En la Facultad de Ingeniería Industrial de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se imparten clases y se realizan múltiples proyectos referentes a las materias tales como sistemas digitales, redes eléctricas, electrónica I y II, arquitectura de software, en las cuales se obtienen las bases tanto teóricas como prácticas sobre robótica y programación en cada una de las asignaturas mencionadas se proyecta una parte pero debido a la falta de un laboratorio en el cual trabajar de forma directa y con todos los equipos para simulaciones y la inaccesibilidad a distintos componentes necesarios para la práctica se dificulta el desarrollo y aprendizaje en el entorno de robótica en la Facultad de Ingeniería Industrial, debido a esto es necesario diseñar e implementar un robot Autónomo con el cual impulsar el desarrollo de robótica en la Carrera así como permitir una participación en concursos y eventos de robótica a nivel nacional para representar a la Universidad de Guayaquil.

Ante la falta de prototipos robóticos dentro de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se ve la necesidad de implementar un robot autómatas mini sumo el cual sea una variante para diversas categorías como seguidor de línea, de combate, laberinto entre otros, se prevé impulsar a los estudiantes mediante la interacción del prototipo, así como de su código abierto y promover el desarrollo y la competitividad de prototipos robóticos en la carrera.

1.1.1. Formulación del Problema.

Existen varios estudiantes que desean realizar sus prototipos robóticos, pero ante la falta de una guía o de un modelo físico a seguir y ligado al precio de los elementos necesarios y la falta de un laboratorio adecuado para realizar los mismos y verificar métodos de prueba y error con las condiciones óptimas para realizar un prototipo dentro de la facultad, trae como consecuencia dificultades en realización del avance de sus diseños y así como la creación de sus circuitos que el resultado final quede como un robot inconcluso o de por si no funcional por lo que frena el desarrollo dentro de la carrera en el área de robótica.

1.3. Justificación del Problema.

El propósito de este proyecto es desarrollar un robot autónomo que sirva como solución al área de estudio y practica en microcontroladores y así ahondar en el área de robótica que es una de las ramas más importantes entorno a la carrera.

Como principal motivo del proyecto de titulación es la necesidad que tiene la facultad y el club de robótica de un laboratorio en óptimas condiciones con los equipos físicos como equipos electrónicos, software, microchips los cuales son necesarios para lograr un buen diseño e implementación de distintos prototipos robóticos.

Por ello se pretende implementar un robot con movilidad y totalmente autónomo que sea usado como prototipo de guía y promueva e incentive la participación de más estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática en las distintas competencias de robótica a nivel nacional con el fin de desarrollar prototipos de mayor nivel gracias a la práctica y conocimientos que se obtienen de estas experiencias. Así se pretende obtener un crecimiento en el área de robótica a partir de esto surgió la necesidad mediante el uso de controladores de motores así como de fuentes de alimentación y sensores de ultrasonido y de línea, así como demás circuitos integrados un robot autónomo móvil de categoría sumo, la universidad de Guayaquil representada por la Carrera de Ingeniería en Teleinformática ha participado en el concurso ecuatoriano de robótica y ahí se da a notar una gran diferencia entorno a los prototipos robóticos de las demás universidades del país es por ello que se quiere dar un alto de calidad y desarrollo en el área de robótica proyectando mejores prototipos que sirven en el ámbito académico y de competencias.

1.4. Delimitación del Problema.

1. Diseño e implementación de un robot mini sumo autónomo
2. Elaboración de un código entendible en la plataforma Arduino
3. Limitaciones con el espacio físico debido a las características que tienen los reglamento conforme a su categoría 10cm largo por 10 cm de ancho y 500 gramos en peso para la categoría mini sumo
4. Programación definida a ser totalmente autómata.
5. La guía realizada en el proceso para la creación va enfocado a nivel medio para aprendizaje motores sensores y la inclusión de física en robótica
6. La alimentación se realizará a través de baterías LiPo de 7.4V, las características de la fuente de alimentación podrán ser un limitante al momento de tomar en cuenta la alimentación de cada uno de los elementos que componen el prototipo.

1.5. Variables Dependientes Independientes

Dependientes: el funcionamiento y el óptimo desempeño de acuerdo con los objetivos planteados, disminución del tiempo en su creación.

Independientes: Información disponible y guías de referencia, buscar facilidad de aprendizaje.

1.6. Objetivos.

A continuación, se plantean los objetivos que se pretenden conseguir al desarrollar el presente proyecto de titulación:

1.6.1. Objetivo General.

Desarrollar un Robot autónomo móvil tipo Sumo mediante el uso de microcontroladores

1.6.2. Objetivos Específicos.

- a) Diseñar la estructura mecánica del robot de acuerdo con especificaciones internacionales.
- b) Desarrollar algoritmo para la toma de decisiones dentro de la competencia.
- c) Determinar el sistema de alimentación energía.
- d) Validar el correcto funcionamiento del robot autónomo tipo Sumo.

1.7. Alcance Del Trabajo De Titulación

El presente trabajo de implementación e investigación pretende diseñar un robot autómatas para luego verificar su correcto funcionamiento y sus diferentes aplicaciones.

- a) Se utilizarán sensores de ultrasonido para la aplicación a robot sumo.
- b) Distintas tarjetas integradas para su posterior desarrollo.
- c) El robot debe cumplir las especificaciones internacionales.
- d) Autonomía.

Utilizará placas integradas para la conexión de sus distintas piezas tales como sensores, motores, Drivers, y alimentación, así como la integración de su código de programación en la respectiva placa integrada en la cual se basará su funcionabilidad y dependerá estrictamente la autonomía del robot de que orden fue implementada en el código.

1.8. Sistematización del problema

La finalidad de realizar este proyecto de investigación es para permitir que los estudiantes interactúen con prototipos robóticos y mediante la practica demuestre los conocimientos adquiridos a lo largo de su vida universitaria mediante la elaboración de sus propios proyectos robóticos, además de brindar respuestas a las siguientes interrogantes:

- ¿Se necesitan prototipos y prácticas de laboratorio?
- ¿Cómo se ensamblará y programará el prototipo robótico?
- ¿Existen variantes de este tipo de robot autónomo?
- ¿Cuál será la finalidad de realizar esta investigación?

Mediante este proyecto se pretende facilitar y demostrar mediante pasos en la creación del robot a usuarios que no tienen conocimientos suficientes, así como los que ya dominen esta área

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

Actualmente existen diversas competencias de robótica tanto a nivel nacional como internacional, en la cual se derivan categorías tales como robots sumos, robots luchadores, robots seguidores de línea, robots trepadores, batallas simuladas, entre otras siendo estas categorías las más conocidas. En el país existen competencias tales como “Latitud Zero” o “CER” en los cuales la Carrera de Ingeniería en Teleinformática ha representado de buena manera a la prestigiosa Universidad de Guayaquil durante los últimos años, en los cuales se adquirió más experiencia de las demás universidades se busca que más alumnos de la carrera de Ingeniería en Teleinformática tengan interés por este tipo de eventos pues aún existe una diferencia entre el nivel de competitividad de los robots con respecto a las demás universidades. Sea por supuesto, así como más dedicación.

Es por ello que se pretende dejar por sentado una base para la categoría de sumo autónomo con un modelo competitivo que cumpla con características nacionales e internacionales apto para competir. Este tiene variantes al seguir características similares se abren a la creatividad de los estudiantes teniendo como modelo de estudio su codificación y de manera física para pruebas y error así perfeccionar cada una de las categorías, ante la ausencia de un laboratorio totalmente implementado el tener un modelo de estudio como lo es el robot mini sumo para los estudiantes que desde cuarto a quinto semestre comienzan a incluir en su malla materias relacionadas a la robótica y programación, de tal manera que interactúan con las tarjetas microcontroladoras abre las puertas a su interés más profundo en el mundo de la robótica.

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1 Autonomía en Robots.

La robótica inteligente autónoma es un enorme campo de estudio multidisciplinario, que se apoya esencialmente sobre la ingeniería (mecánica, eléctrica, electrónica e informática) y las ciencias (física, psicología, etc.). Se refiere a sistemas automáticos de alta complejidad que presentan una estructura mecánica articulada –gobernada por un sistema de control electrónico– y características de autonomía, fiabilidad, versatilidad y movilidad (Moriello, 2005).

En esencia, los “robots autónomos” son sistemas dinámicos que consisten en un controlador electrónico acoplado a un cuerpo mecánico. Así, estas máquinas necesitan de

adecuados sistemas sensoriales (para percibir el entorno en donde se desenvuelven), de una precisa estructura mecánica adaptable (a fin de disponer de una cierta destreza física de locomoción y manipulación), de complejos sistemas efectores (para ejecutar las tareas asignadas) y de sofisticados sistemas de control (para llevar a cabo acciones correctivas cuando sea necesario) (Moriello, 2005).

2.2.2. Robótica Educativa.

Como modelo de estudio se pretende que la robótica se aprende viendo experimentando y manipulando mediante prueba y error es así como se despierta la creatividad y se avanza a modelos más avanzados.

Desarrollar las capacidades creativas y de organización, fomentar el trabajo en grupo, promover la necesidad de experimentar y de descubrir nuevas habilidades, el interés por investigar, Estos son algunos de los objetivos de la robótica educativa, un método de aprendizaje basado en la corriente pedagógica del constructivismo que promueve el diseño y la elaboración de creaciones propias.

Este sistema de enseñanza es interdisciplinario porque abarca áreas de diferentes asignaturas, en los cursos de Robótica Educativa bien estructurados, se trabajan áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, lo que en inglés se conoce con las siglas STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), así como áreas de Lingüística y también de Creatividad (Lozano, 2014).

La robótica educativa se define como un entorno de aprendizaje multidisciplinario y significativo. Es una herramienta mediante la cual niños y jóvenes aprenden desde construcciones simples a edades tempranas hasta construcciones y máquinas más complejas a edades más avanzadas. Las máquinas complejas son monitorizadas y automatizadas a través de un ordenador utilizando un software de control (Lozano, 2014).

2.2.3. Competencias Nacionales.

2.2.3.1 Concurso Ecuatoriano Robótica (CER).

Es el más conocido a nivel nacional en la cual la carrera de ingeniería en Teleinformática lleva representando a la Universidad varios años contando con la participación de importantes Universidades, Escuelas Politécnicas, Institutos de Educación Superior.

Este concurso se lo realiza desde el 2005, contando con la participación de importantes Universidades, Escuelas Politécnicas, Institutos de Educación Superior y colegios en más de 30 categorías, donde los robots son prototipos propios de los participantes. De ésta forma, el

evento genera la posibilidad de visibilizar el trabajo y esfuerzo realizado por los estudiantes de las instituciones de educación del Ecuador (Cedia, 2019).

2.3. Marco Contextual.

El Presente trabajo de titulación pretende ayudar y reforzar el área de robótica dentro la carrera de Ingeniera en teleinformática de la Universidad de Guayaquil, debido a las distintas competencias las cuales se realizan a nivel nacional se pretende elevar el nivel de nuestra competencia con respecto al resto de universidades y escuelas politécnicas, se intentará cubrir la falta de un laboratorio optimizado para las practicas teniendo al robot autómatas como modelo de estudio.

Los Estilos de Aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje" (Bermudez, 2012).

Con esta definición estos factores son de real importancia en un ambiente de trabajo y con que se puede interactuar en el mismo es decir se necesitan pruebas físicas mediante laboratorios para desarrollar cada rasgo de conocimiento de los estudiantes

2.4. Marco Conceptual.

2.4.1 Arduino.

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores. (FM, 2018)

Se entiende como hardware libre dispositivos cuyos parámetros esquemas y diagramas de conexión están abiertas al público en general, es decir todos pueden tener acceso a ello, así como darle el uso que requiera es la base para desarrollo de ideas y creatividad, así como para la creación tanto de microcontroladores, mientras que software libre es todo código al cual se tiene acceso y es posible su manipulación.

El año 2003 unas placas que por aquel entonces valían más de cien dólares, y que no todos se podían permitir. El resultado fue Arduino, una placa con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas de un microcontrolador" (FM, 2018).

Existen una variedad de elementos con los cuales se puede adecuar y permiten la conexión entre si tanto de hardware como de software entre los cuales podemos encontrar sensores, sistemas de luces, drivers para motores, pantallas tft, cámaras, detectores de temperatura entre otras, su amplia compatibilidad con distintos elementos electrónicos es lo que permite que el

usuario prefiera este tipo de hardware con un mayor número de posibilidades para el tipo de proyecto de deseen realizar.

En el proyecto “Implementación de un Robot autónomo de tipo sumo para competencias robótica y modelo de estudio” se toma en cuenta la utilización de arduino por varias razones entre las cuales están:

- Relación calidad-Precio
- Es accesible y de código abierto
- Su manejo y programación es de múltiple función aplicando prueba y error hasta llegar al resultado deseado.
- Se puede adaptar muchas más funciones mediante los pines junto a distintos elementos programables.
- Amigable con el usuario de fácil manejo y aprendizaje mediante interacción.

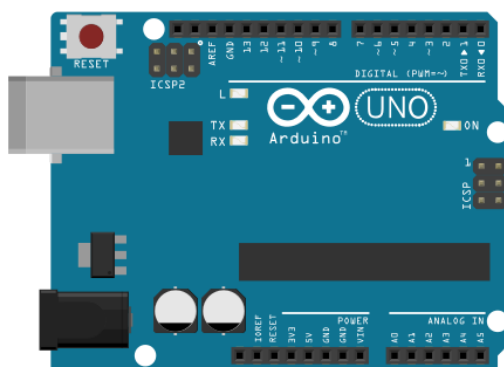


Figura 1 Modulo Arduino. Información tomada de la página web arduino.cl. Elaborado por el autor.

2.4.1.1. Funcionamiento.

Arduino siendo una placa basada en microcontroladores funciona teniendo en cuenta los siguientes parámetros según (FM, 2018): Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.

También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.



Figura 2. Funcionalidad de Arduino. Información tomada de la página web aprendiendoarduino.wordpress.com. Elaborado por el autor.

2.4.1.2. Modelos y tipos de arduino.

Arduino es un proyecto y no un modelo concreto de placa, lo que quiere decir que compartiendo su diseño básico te puedes encontrar con diferentes tipos de placas. Las hay de varias formas, tamaños y colores para a las necesidades del proyecto en el que estés trabajando, las hay sencillas o con características mejoradas, Arduino orientados al Internet de las Cosas o la impresión 3D y, por supuesto, dependiendo de estas características te encontrarás con todo tipo de precios.

Además, las placas Arduino también cuentan con otro tipo de componentes llamados Escudos (Shields) o mochilas. Se trata de una especie de placas que se conectan a la placa principal para añadirle una infinidad de funciones, como GPS, relojes en tiempo real, conectividad por radio, pantallas táctiles LCD, placas de desarrollo, y un larguísimo etcétera de elementos. Incluso hay tiendas con secciones especializadas en dichos elementos.

En Resumen, se considera que el éxito de arduino es la disponibilidad que tiene por el fácil acceso a sus productos, es por ello que es la predilecta al momento de la creación de un prototipo o proyecto ya que junta el beneficio de la placa más el Hardware abierto el software accesible, así como la inclusión de la comunidad pues al saber lo que necesitan crecen mutuamente.

$$\text{Arduino} = \text{Hardware} + \text{Software} + \text{Comunidad}$$

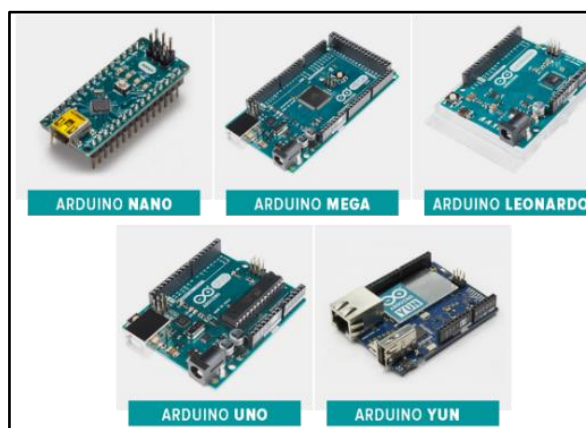


Figura 3. Tipos de Tarjetas Arduino. Información tomada de la página web arduino.cl. Elaborado por el autor.

2.4.2. Arduino Nano.

La placa conocida como Arduino Nano, es una excelente opción entre la variedad de placas precisas al momento de montar proyectos compactos, esta es prácticamente similar al microcontrolador del Arduino Uno que es ATmega328, pero esta versión SMD (surface-mount technology) el cual da una ventaja respecto al tamaño con lo poco que ocupa. Este tiene disponible 14 pines de entrada/salidas de los cuales 6 de ellos son PWM (Modulación por Ancho de Pulso), mientras que sus entradas analógicas son 8 disponibles para los componentes de entorno y reacción.

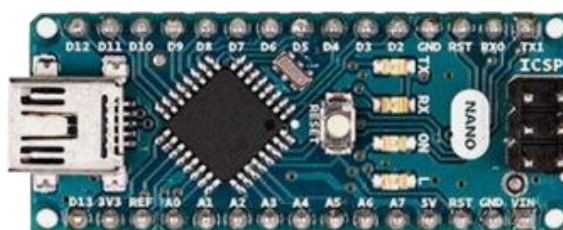


Figura 4. Arduino Nano. Información tomada de la página web arduino.cl. Elaborado por el autor.

2.4.2.1. Características y Especificaciones Técnicas.

- Microcontrolador: Atmel ATmega328 (ATmega168 versiones anteriores)
- Tensión de Operación (nivel lógico): 5 V
- Tensión de Entrada (recomendado): 7-12 V
- Tensión de Entrada (límites): 6-20 V
- Pines E/S Digitales: 14 (de los cuales 6 proveen de salida PWM)
- Entradas Analógicas: 8 Corriente máx por cada PIN de E/S: 40 mA
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader (16 KB – ATmega168)

- SRAM: 2 KB (ATmega328) (1 KB ATmega168)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328) (512 bytes – ATmega168)
- Frecuencia de reloj: 16 MHz
- Dimensiones: 18,5mm x 43,2mm

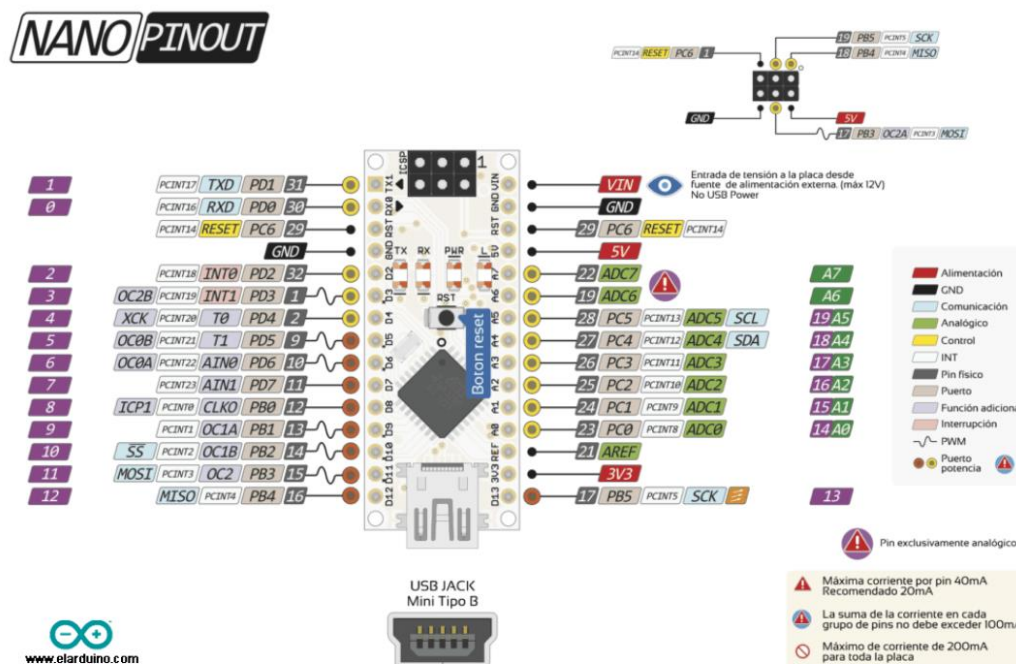


Figura 5. Nano PinOut. Información tomada de la página web arduino.cl. Elaborado por el autor.

2.4.3. Sensores JSumo JS40F.

Uno de los elementos principales para un robot de categoría sumo son los sensores es idóneo elegir qué tipo de sensores se usará debido a sus características lo cual daría una ventaja frente a sus oponentes por la sensibilidad y tiempo de respuesta del sensor.

JSumo es una empresa la cual es especialista por tener un catálogo y grandes opciones de artículos y accesorios para la construcción de robots de distintas categorías en especial del robot sumo. Está Totalmente orientado a robots de competencia, así como por hobby (Morales, s.f).

Gracias a que se centra exclusivamente en diseños de placas y accesorios que permitan un mejor rendimiento lo que facilita el construir robots Sumo de competencia a un nivel profesional (Morales, s.f).

Tiene como misión el proveer productos para que los usuarios logren desarrollar los mejores proyectos en robótica tanto en prototipos propios como exclusivos para competencia. JSumo ha dado soporte a muchos grupos de participantes competidores en importantes torneos mundiales (Morales, s.f).

El Sensor Digital de Distancia JS40F de JSumo (Mín 40 cm) está especialmente diseñado para robots Mini Sumo y proyectos de pequeños robots. Puede detectar objetos desde 40 cm (según el área de detección, puede llegar a los 80 cm), el JS40F no necesita ninguna resistencia, capacitor o placa adicional.



Figura 6. Sensor JSumo JS40F. Información tomada de la página web www.JSumo.com. Elaborado por el autor.

2.4.3.1. Características del sensor.

- Voltaje: Entre 3.3V y 5V.
- Consumo: 5V consume 15mA.
- Protección: Contra polaridad invertida en los pines de alimentación (VCC y GND).
- Distancia que puede detectar va de: 40 cm – 80cm
- Indicación de operación: led de indicación para indicar la detección de un objeto.
- Conexión: Marrón: 5V, Azul: GND, Negro: Señal de salida
- Dimensiones: 17.7mm de largo x 11.5mm de ancho x 12.6mm de alto.
- Peso: 4 gramos.

2.4.3.2. Codificación de Ejemplo de Sensor JSumo para Arduino

```

sensor_ej

int Sensor1=5; // Sensor digital conectado D5
int value; //SE define la variable del sensor output.
void setup() {
  pinMode(Sensor1, INPUT); // Sensor1 es declarado en input
  Serial.begin(9600); la comunicación comenzara desde 9600 bits por seg
}
void loop() {
  value=digitalRead(Sensor1);
  Serial.print("Sensor Output: ");
  Serial.println(value); (0 or 1)
  delay(100);
}

```

Figura 7. Código de ejemplo sensor. Información tomada de PC-Alexander. Elaborado por el autor.

2.4.4. Motor reductor pololu 30:1

Existen motores usados para un sin fin de actividades desde la robótica Impresoras 3D, CNC, en la industria etc. Cada motor es diferente y cumple una función de acuerdo a la actividad que realiza existen varios tipos de motores para proyectos robóticos entre los cuales destacan: servomotores, motores de paso, motores brushes, motores brushless, motores Dc.

Una de las partes más importantes al momento de montar un robot competitivo de categoría sumo es la elección de un buen motor tomando en cuenta velocidad, alimentación y duración a su vez el peso del mismo ya que a partir de 400gr se considera muy pesado tomando en cuenta la categoría, a su vez según la potencia que tenga gracias al torque y los engranajes se verá beneficiado el robot frente a sus oponentes.

Este motor reductor es un motor es de alta potencia debido a su caja de engranajes de metal 51.45: 1. Posee de una sección de 10×12 mm transversal, su salida de la caja de engranajes tiene forma de D tiene 9 mm de largo y 3 mm de diámetro.



Figura 8. Motor Pololu 30:1. Información tomada de la página web www.pololu.com. Elaborado por el autor

Las versiones de estos motores reductores también están disponibles con un eje de salida adicional de 1 mm de diámetro que sobresale de la parte trasera del motor. Este eje trasero de 4.5 mm de largo gira a la misma velocidad que la entrada a la caja de engranajes y ofrece una forma de agregar un codificador, como nuestro codificador magnético para motores de engranajes de metal, para proporcionar velocidad del motor o retroalimentación en su posición.

Con la excepción de las versiones de relación de transmisión 1000: 1, todos los motores reductores micro metálicos tienen las mismas dimensiones físicas, por lo que una versión se puede cambiar fácilmente por otra si cambian los requisitos de diseño.

2.4.4.1. Dimensiones de versiones con brushes de metales preciosos.

El consumo de los motores pololu los cuales consta de tres tipos entre los que están High power o HP, Medium Power o MP y los Low Power o LP (Berrocal, 2017).

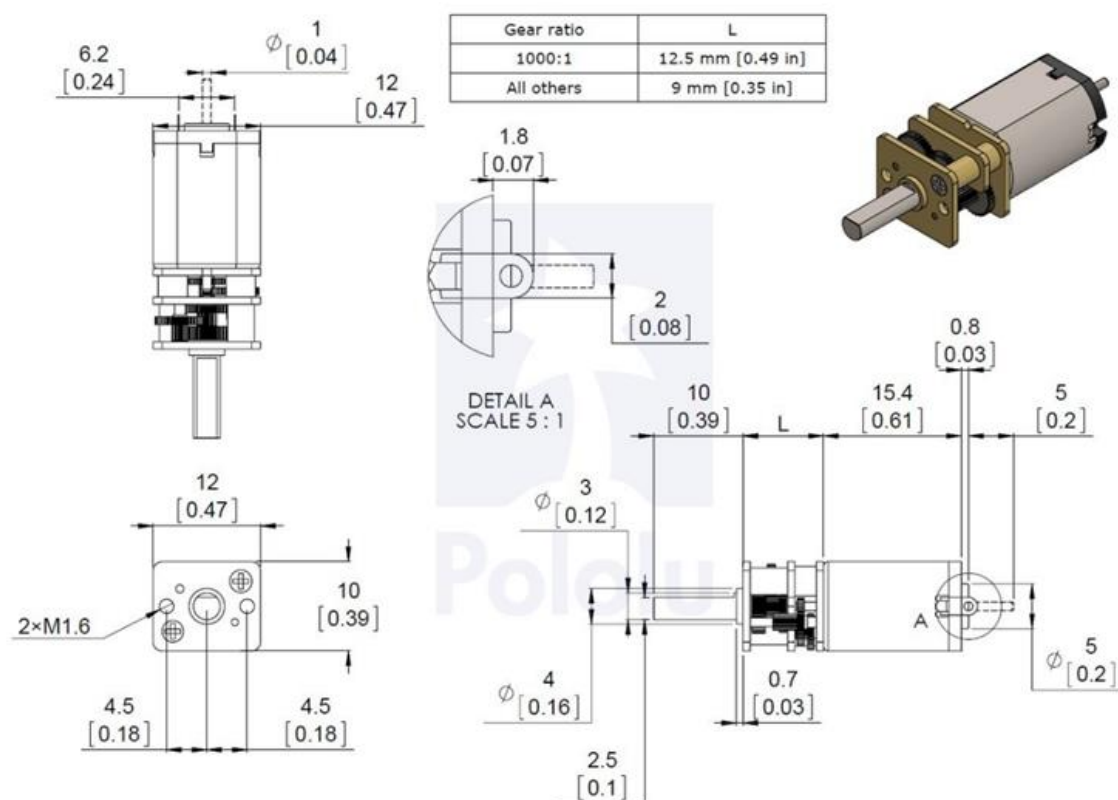


Figura 9: Dimensiones de Motor Pololu 30:1. Información tomada de www.pololu.com. Elaborado por el autor

Los motores HP tienen un consumo de energía de 120mA libre a 1600mA en paro obteniendo muchas más revoluciones por min por ejemplo 10:1 3000 rpm (Berrocal, 2017).

Los Motores MP tienen un consumo de 40mA libre a 700mA en paro obteniendo revoluciones relativamente altas de 10:1 2200rpm, 30:1 730rpm (Berrocal, 2017).

Los motores LP tienen consumos de 40mA libre a 700mA en paro obteniendo revoluciones bajas, pero a menor consumo 10:1 1300 rpm 30:1 440 rpm (Berrocal, 2017).

En este caso se usó los motores 30:1 Hp 1000 rpm estos constan con revoluciones altas pese a que el consumo de la batería es intermedio se gana mucho en potencia.

2.4.4.2. Características del motor.

- Dimensiones: 24 x 10 x 12 mm.
- Ratio de la reductora: 30:1.
- Diámetro del eje: 3mm (con ranura de bloqueo)
- Voltaje nominal: 6Vcc (puede funcionar entre 3 a 9Vcc)
- Velocidad de giro sin carga: 440rpm.
- Consumo sin carga: 40mA (Max: 360mA)
- Torque: 0,3 kg-cm (max)
- Peso: 10 gramos.

2.4.5. Driver tb6612fng dual bridge.

La pequeña tarjeta controladora la cual cumple la función del puente H, pero de una mejor manera. el Controlador de Motor Dual TB6612FNG es una placa que nos permite utilizar de forma fácil de utilizar el controlador Toshiba, gracias a este dispositivo se puede controlar de forma independiente dos motores bidireccionales de CD o un motor paso a paso bipolar (geekfactory, s.f).

Se recomienda que para un buen rendimiento de los motores tengan un voltaje de 4.5 V hasta 13.5 V ya que el controlador entregara una salida de 3A e lo convierten en un excelente controlador para motores de baja potencia (geekfactory, s.f).

El TB6612FNG está basado en transistores MOSFET, los cuales son mucho más eficientes que los puentes H basados en BJT, utilizados en controladores antiguos como el L298N.

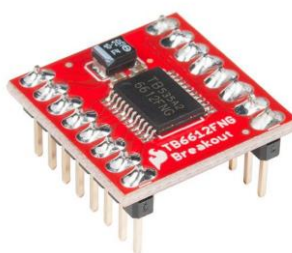


Figura 10. Driver TB6612FNG dual bridge. Información tomada de la página web electrocrea.com. Elaborado por el autor

2.4.5.1. Especificaciones del controlador de motor dual TB6612FNG.

- Controlador de motor Dual
- Para dos motores de o motor paso a paso bipolar
- Tensión del motor: 4.5 V a 13.5
- Voltaje de alimentación: 2.7 V a 5.5 V
- Corriente de salida: 3A por canal
- Frecuencia máxima PWM: 100 kHz

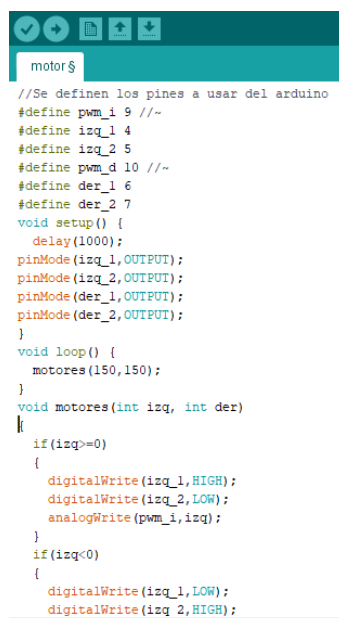
Entre las especificaciones se tiene que la tensión de alimentación lógica está en el rango de 2.7 a 5.5 VDC, el motor y su alimentación están limitados hasta 15 VCD cada canal tendrá una salida de corriente de 1,2A.

2.4.5.2. Código en Arduino Para manejar motores DC:

Se describen el Funcionamiento del código

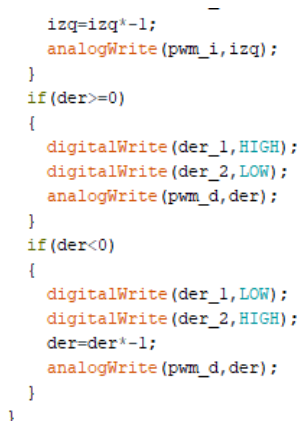
Se puede controlar la velocidad y dirección de los motores independientemente con los parámetros de cada lado del motor void motores (int izq) para el izquierdo y " void motores (int der) para el derecho, en cuanto a la velocidad se puede configurar la variación de

parámetros desde 0 a 255 y si es en sentido contrario desde -1 a -255 mientras que para detener las variables serán de 0 a 0.



```
motor$
//Se definen los pines a usar del arduino
#define pwm_i 9 //~
#define izq_1 4
#define izq_2 5
#define pwm_d 10 //~
#define der_1 6
#define der_2 7
void setup() {
  delay(1000);
  pinMode(izq_1,OUTPUT);
  pinMode(izq_2,OUTPUT);
  pinMode(der_1,OUTPUT);
  pinMode(der_2,OUTPUT);
}
void loop() {
  motores(150,150);
}
void motores(int izq, int der)
{
  if(izq>=0)
  {
    digitalWrite(izq_1,HIGH);
    digitalWrite(izq_2,LOW);
    analogWrite(pwm_i,izq);
  }
  if(izq<0)
  {
    digitalWrite(izq_1,LOW);
    digitalWrite(izq_2,HIGH);
  }
}
```

Figura 11. Edición de ejemplo de motores. Información tomada de PC-Alexander. Elaborado por el autor



```

  izq=izq*-1;
  analogWrite(pwm_i,izq);
}
if(der>=0)
{
  digitalWrite(der_1,HIGH);
  digitalWrite(der_2,LOW);
  analogWrite(pwm_d,der);
}
if(der<0)
{
  digitalWrite(der_1,LOW);
  digitalWrite(der_2,HIGH);
  der=der*-1;
  analogWrite(pwm_d,der);
}
}
```

Figura 12. Edición de ejemplo de movimiento de motores. Información tomada de PC-Alexander. Elaborado por el autor.

2.4.6. Alimentación Batería LiPo 7.4v.

Al momento de comenzar un proyecto que involucre electrónica o robótico es muy importante la alimentación q la cual permitirá que el resto de nuestros elementos sean alimentados adecuadamente para su encendido y posterior funcionamiento es necesario utilizar energía eléctrica, una de estas opciones en las baterías LiPo.

Baterías de polímeros de Litio, Las baterías LiPo son muy usadas por drones o modelos con motores, estas baterías son capaces de guardar y al mismo tiempo entregar energía con gran potencia. Contienen una alta densidad de energía y su alta velocidad de descarga es ideal para proyectos de robótica tiene un peso ligero lo que facilita su uso en prototipos

condicionados con peso, mientras más grande es el número de mili amperios en una batería LiPo esta tiene mayor corriente es eso lo que la convierte en tan poderoso instrumento de almacenamiento y suministro de energía

La batería LiPo tiene varias celdas con forma de cuadrado, cada celda consta de 3.7v existe baterías que se consideran son una celda pues su capacidad es 3.7V, cuanto mayor número de celdas estén en serie mucho mayor será el voltaje entre las variantes se encuentran las baterías de 3.7V que es de una celda la batería de 2 celdas es la suma de dos 3.7V dando 7.4V, la batería de 3 celdas es la suma de tres veces 3.7V lo que da 11.1V, mientras que la batería de 4 celdas es la suma de cuatro veces 3.7V lo que da 14.8V. una ventaja es que si se conecta las celdas en paralelo esta obtendrá mayor amperaje. Mientras la batería tenga mayor voltaje podrá mover motores más grandes o varios motores en serie.



Figura 13. Batería LiPo. Información tomada de la página web www.midronedecarreras.com. Elaborado por el autor.

2.4.7. Doble Sensor de Línea ML2 JSumo.

Este diseño de sensor es exclusivamente para los robots sumo tales como: mini sumo, micro sumo y mega sumo, así como los seguidores de línea y laberinto.

2.4.7.1. Características del sensor de línea.

- Dimensiones 9.80 x 14.00 x 3.30 mm.
- 0.4 gramos (los más ligeros)

Estos son usados para que detecten el borde es decir el límite del dohyo (línea blanca), este funciona de la siguiente manera da la salida cuando ambos sensores IR dan la línea blanca, lo que evita lecturas erróneas en dohyo. Puede usar directamente ML2 con cualquier pin de E / S digital en Arduino, PIC o ARM (su función es también con 3,3V y 5V como se

considera lo mas idoneo). Cuando ambos sensores ven una línea blanca, proporciona la lógica 1 (5 V), por lo que utilizará directamente la función de lectura digital de arduino.

```
int ML2 = 13; // Connected to Digital 13, any digital pins ok.
```

```
int sensorValue = digitalRead (ML2); // sensorValue will receive 0 or 1 according to  
bottom graphic.
```

2.4.8. Arduino Ide.

El entorno de desarrollo de Arduino o conocido como IDE es un software el cual trae consigo herramientas las cuales nos ayudaran al momento de programar las placas controladoras que este caso es Arduino, en este se puede manejar varios lenguajes de programación cabe recalcar que no significa que sea el único método de programación de la placa, pese a ello es el predilecto por los usuarios por su comodidad.

Este entorno de programación el cual se lo puede definir como un editor de códigos, compilador, depurador y constructor de GUI o interfaz gráfica el cual tiene varios beneficios al momento de cargar códigos ya compilados. Los archivos de Arduino están compuestos con la extensión “.ino” a si mismo debe estar en una carpeta para poder acceder a él. Esto ayuda al usuario a acercarse a las placas microcontroladoras ya que esta plataforma no necesita ninguna licencia ni inflige normativas de copyright.

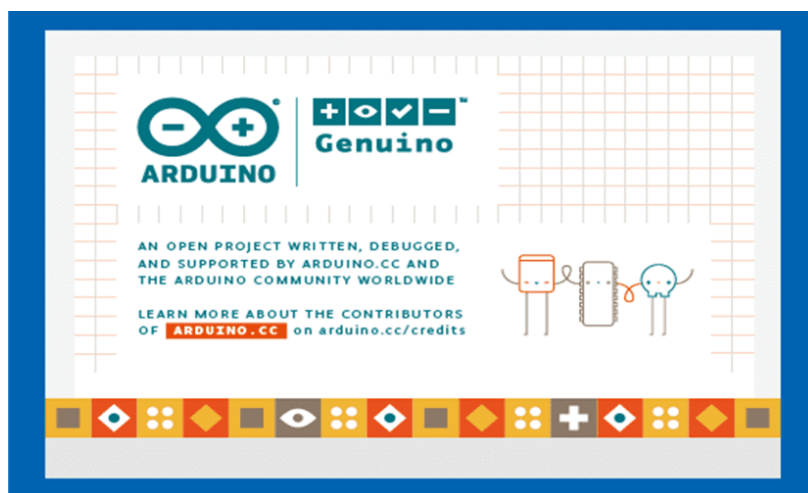


Figura 14. Arduino IDE. Información tomada de la página web ubunlog.com. Elaborado por el autor.

2.4.8.1. Método de instalación.

Tiene un método muy sencillo de instalación. primero se debe ir al link de la página oficial para descargar el software este es: www.arduino.cc/en/Main/Software se escogera la version adecuada para su sistema operativo tomando en cuenta si la version mas reciente es compatible con el modelo de placa arduino que usara.

Download the Arduino IDE



Figura 15. Especificaciones del software arduino IDE. Información tomada de la página web www.arduino.cc. Elaborado por el autor.

Los pasos para instalarlo son:

- 1) se descomprime el archivo descargado
- 2) se ejecuta el instalador con la extensión “.exe”
- 3) comienza la instalación se aceptan las licencias y condiciones de uso
- 4) listo para ejecutar.

Cabe resaltar que se debe tomar en cuenta las opciones que usara, el entorno de programación, los drivers que son necesarios para los puertos del PC que todo entorno de programación de Arduino ide está asociado con los archivos “.ino”

Una prueba básica que se puede realizar en el entorno de programación es la siguiente:



Figura 16. Ejemplo de codificación en entorno IDE.. Información Tomada de PC-Alexander. Elaborado por el autor.

2.5. Física en robótica.

Dentro de los aspectos de la robótica un tema importante a tocar es el de la física, en la carrera de Ingeniería en Teleinformática se ven muchas materias que tocan este tema muchas veces se centra solo en los componentes electrónicos al momento de crear un robot, pero se deja de lado la parte matemática y física.

Se tomará en cuenta la mecánica newtoniana o mecánica vectorial.

2.5.1 Mecánica newtoniana.

Se la conoce porque es una formulación específica de la mecánica clásica que estudia el movimiento de partículas y sólidos en un espacio euclídeo tridimensional (Coto, 2012).

En la mecánica newtoniana o vectorial se referencia los sistemas inerciales, además del movimiento de cuerpos sean sólidos o de alguna otra composición, es por ello que se toma en cuenta las tres leyes de newton.

2.5.1.1. Leyes de Newton.

2.5.1.2. 1ª Ley de la inercia.

La primera ley de newton es la de la inercia esta nos dice que un cuerpo permanecerá en estado de reposo siempre y cuando no se le aplique fuerza sobre ella o si las fuerzas que se le aplican se anulan entre sí, también se aplica si un objeto está en movimiento rectilíneo uniforme pues se moverá en línea recta manteniendo una velocidad constante.

Dicho de otra manera: si la fuerza neta sobre un objeto es cero, si el objeto está en reposo, permanecerá en reposo y si está en movimiento permanecerá en movimiento en línea recta con velocidad constante (Coto, 2012).

2.5.1.3. 2ª Ley de la fuerza.

La segunda ley de newton también es conocida como el principio Fundamental de la dinámica la cual nos dice que si sobre un cuerpo u masa se aplica una fuerza este tendrá una velocidad que se entiende por aceleración. (F y a) ambas tienen sentido y dirección por ello son magnitudes vectoriales

F= Fuerza(N)

m = masa (kg)

a = Aceleración (velocidad)

Siempre y cuando la masa no cambie con respecto al tiempo $F = M \times A$

El segundo principio de Newton relaciona la masa y la aceleración de un móvil con una magnitud vectorial, la fuerza. Si se supone que m es la masa de un cuerpo y F el vector resultante de sumar todas las fuerzas aplicadas al mismo (resultante o fuerza neta) (Coto, 2012). Se obtiene con la siguiente fórmula.

$$\mathbf{F} = \frac{\Delta m \mathbf{v}}{\Delta t}$$

2.5.1.4. 3ª Ley de la acción y reacción.

La tercera ley de newton nos dice que para cada acción existe una reacción, si un cuerpo(x) ejerce fuerza F_0 sobre otro cuerpo (Y) este ejerce una fuerza(F_1) de reacción la cual será con la misma fuerza y en sentido opuesto, se ejemplificar para este caso de tal manera que si una persona intenta levantar una computadora siendo la persona (F_1) el peso de la computadora será la reacción (F_2)

La fuerza normal es la que ejerce la superficie de la mesa sobre un libro la mesa ejerce sobre el libro una fuerza de reacción que anula el peso del libro para que no caiga por la fuerza de la gravedad, es la que llamamos Fuerza Normal (FN) (Coto, 2012).

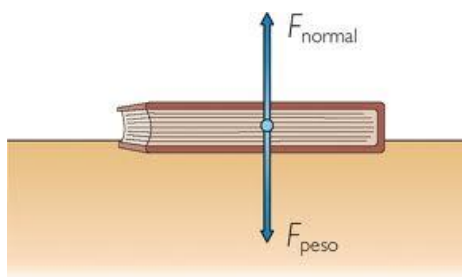


Figura 17. Fuerza normal. Información Tomada de página web argosbot.blogspot.com. Elaborado por el autor.

Para entender la aplicación de física en robótica y la mecánica newtoniana es preciso entender la energía cinética y el momento

2.5.1.4. Momento o cantidad de movimiento.

La cantidad de movimiento, momento lineal, ímpetu o moméntum es una magnitud física fundamental de tipo vectorial que describe el movimiento de un cuerpo en cualquier teoría mecánica. En mecánica newtoniana se define la cantidad de movimiento lineal como el producto de la masa por la velocidad (Coto, 2012).

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}$$

2.5.1.5. Energía cinética.

En física, la energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento. Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta la velocidad indicada. Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que cambie su velocidad. Para que el cuerpo regrese a su estado de reposo se requiere un trabajo negativo de la misma magnitud que su energía cinética. Suele abreviarse con letra E_c (Coto, 2012).

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2.$$

2.6. Robot mini sumo

Se entiende que un robot autónomo es decir sin intervención humana alguna, es capaz de enfrentarse con a otro robot con características y tamaño similar en cual tiene como objetivo expulsar de la arena de combate al rival o también llamado dohyo.

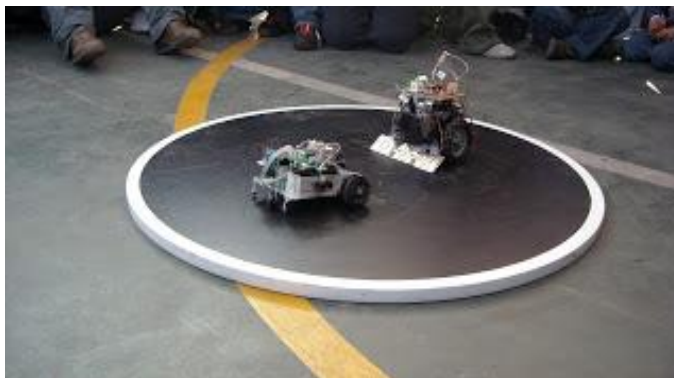


Figura 18. Competencia de robots mini sumo. Información Tomada de la página web pavdre.blogspot.com. Elaborado por el autor.

2.6.1. El Dohyo.

Es denominado así debido a la cultura de origen japonesa es un área donde se realiza la competencia en la cual se enfrentarán 2 robots consta de una superficie de madera o metal dependiendo la categoría es circular tiene un fondo negro y una franja de color blanca el cual es el límite del dohyo, por lo general las medidas son 1.5 metros de largo y de diámetro y una altura de 1 cm estas medidas pueden variar según el reglamento de cada competencia.

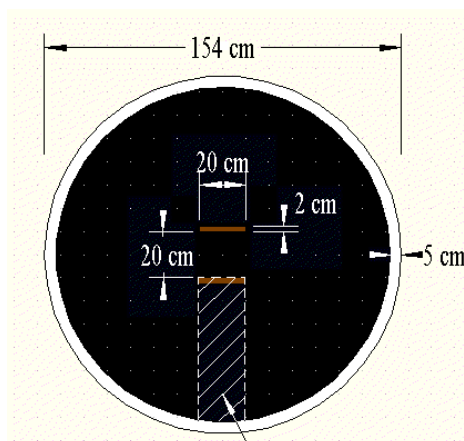


Figura 19. Dohyo de robot sumo. Información tomada de página web m.ecit-unicundi.webnode.es. elaborado por el autor.

2.6.2. Las medidas del Dohyo.

Según estándares internacionales un robot de categoría mini sumo competitivo debe tener las siguientes dimensiones 10 cm de largo y 20 cm de ancho tendrá una altura libre es decir no tendrá limite, mientras que para la categoría mega sumo sus medidas son de 20 cm de

largo por 20 cm de ancho con altura libre. O los sumos pesados que alcanzan medidas de 30 cm de largo x 30 cm depende de las reglas de las competencias.

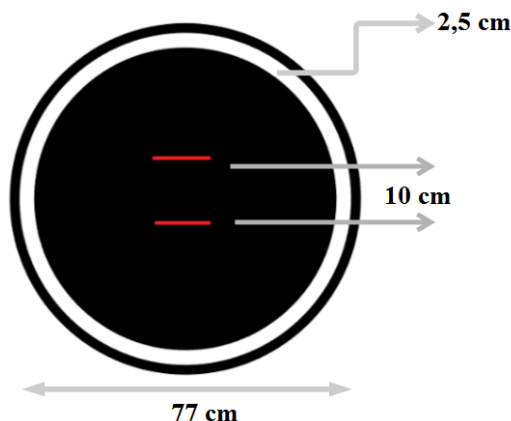


Figura 20. Medidas del Dohyo. Investigación directa. Elaborado por Herrera Morán Joel.

2.6.3. El Peso.

El estándar internacional nos dice que el peso del robot para categoría mini sumo deberá de ser de 500 grm con todas las piezas ya montadas no deberá exceder en absoluto este peso. En caso de hacerlo se tendrá la oportunidad de retirar alguna pieza del robot para llegar al peso ideal. Por ello es importante la selección de materiales ligeros al momento de su fabricación.

2.6.4. Encendido del robot.

Según el reglamento nos dice que el robot sumo autónomo deberá tener una condición dentro de su programación esperar al menos 5 segundos es decir una vez puesto en su sitio tras su activación se tendrá que esperar durante 5 segundos en el ring antes de comenzar a buscar a su oponente para sacarlo del área de combate. En caso de no cumplir esta forma existen penalizaciones o descalificaciones.



Figura 21. Encendido de robots para la competencia. Información tomada de la página web oshwdem.org. Elaborado por el autor.

2.6.5. Competencia.

El ganador del combate sumo será aquel que logre sacar del dohyo al otro robot Sin salir del área de combate, pero existen variantes si ambos salen el primero en salir es el perdedor

son batallas cortas de 5 segundos, la competencia dura 3 rounds en enfrentamientos límites de 3 minutos el que logre 2 victorias tras sacar a su oponente fuera del ring es el ganador en caso de empate dependerá del jurado quien gana o quien pierde.



Figura 22. Competencia robots mini sumo. Información tomada de la página web almomento.mx. Elaborado por el autor

2.6. Marco Legal.

El Art. 8 de la Ley Orgánica de Educación Superior: “Serán Fines de la Educación Superior. - La educación superior tendrá los siguientes fines:

- a) Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica, de las artes y de la cultura y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas.
- b) Fortalecer en las y los estudiantes un espíritu reflexivo orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico.
- c) Contribuir al conocimiento, preservación y enriquecimiento de los saberes ancestrales y de la cultura nacional.
- d) Formar académicos y profesionales responsables, en todos los campos del conocimiento, con conciencia ética y solidaria, capaces de contribuir al desarrollo de las instituciones de la República, a la vigencia del orden democrático, y a estimular la participación social.
- e) Aportar con el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo previsto en la Constitución y en el Plan Nacional de Desarrollo.
- f) Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional en armonía con los derechos de la naturaleza constitucionalmente reconocidos, priorizando el bienestar animal.
- g) Constituir espacios para el fortalecimiento del Estado Constitucional, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico.
- h) Contribuir en el desarrollo local y nacional de manera permanente, a través del trabajo comunitario o vinculación con la sociedad.

i) Impulsar la generación de programas, proyectos y mecanismos para fortalecer la innovación, producción y transferencia científica y tecnológica en todos los ámbitos del conocimiento.

Según el punto 5.1.2 Tecnología, innovación y conocimiento de Plan Nacional del Buen vivir:

“La posibilidad de alcanzar una estructura productiva basada en el conocimiento tecnológico depende, en gran parte, de la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).”

El Art. 350 de la Constitución de la República del Ecuador señala “que el Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo;”

Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER); se tomará en cuenta el reglamento y los artículos que se plantean en esta competencia nacional pues esta se basa en estándares internacionales en el caso de la categoría mini sumo autónomo. Ver Anexos 4

Capítulo III

Metodología

3.1 Marco Metodológico.

En el presente capítulo se muestra la investigación realizada cada punto para revisar la factibilidad que tiene y así poner en práctica e implementar el tema, se toma en cuenta la información que ha sido recopilada por investigación teórica que están directamente relacionados con el tema.

El resultado de la aplicación sistemática y lógica de cada fundamento que se realizó en la investigación directa se mostraran los datos que se necesiten que cumplan con los objetivos de la investigación.

3.1.1. Clasificación de la investigación.

Los tipos de investigación científica se clasifican de la siguiente manera:

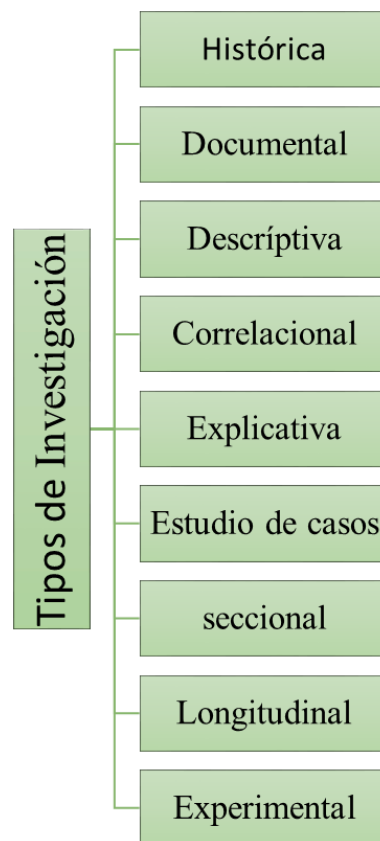


Figura 23. Clases de Información. Información tomada de la página web www.tesiseinvestigaciones.com. Elaborado por el autor

Existen varios tipos de investigación entre ellos se centra un punto específico como la profundidad de la investigación, el propósito que tiene y la amplitud que llegara a tener estos se adquieren luego de realizar el planteamiento conforme a la investigación. Los tipos de investigación se clasifican mediante los criterios los cuales son de nivel, diseño y propósito.



Figura 24. Tipos de investigación. Información tomada de la página web www.tesiseinvestigaciones.com. Elaborado por el autor

En el presente capítulo se usa varios de estos métodos de investigación,

3.1.2. Investigación Exploratoria.

Se centra en los objetivos o en el tema específico el cual no tiene muchas fuentes es decir sin mucha información, la investigación pretende despejar dudas sobre datos supuestos y poco profundos sobre el tema por esto campo punto principal se recolecta la mayor cantidad de información con temas relacionados donde puede permitir el acercamiento al problema planteado.

En este caso se busca y se compara en sitios web cada elemento características especificaciones funcionabilidad y viabilidad de cada dispositivo haciendo énfasis en que es lo que conviene según la información adquirida.

3.1.3. Investigación Descriptiva.

En la investigación descriptiva se centra en la descripción de interpretaciones y análisis, así como la reseña de rasgos tanto cualidades como atributos de la población la cual es objeto de estudio, siempre presenta interpretaciones reales las cuales se realizan para captar las necesidades que existen y sus posibles soluciones.

Se trata de describir el estado y/o comportamiento de una serie de variables. El objetivo de este tipo de métodos es obtener datos precisos que puedan aplicarse en promedios y cálculos estadísticos que reflejen tendencias (Yanez D. , 2017)

El método se puso en práctica ya que sirve de ayuda para las encuestas que son de esencial necesidad al momento de constatar la opinión del público, en este caso la población a tomar en cuenta será la de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Teleinformática.

3.1.4. Investigación Bibliográfica.

Con la utilización de esta metodología la cual brinda un conjunto de técnicas y estrategias que sirven para identificar, acceder y localizar la información requerida para el correcto desenvolvimiento del tema desarrollado en este proyecto se pretende analizar las tecnologías óptimas para el diseño del proyecto.

Este tipo de investigación permite, entre otras cosas, apoyar la investigación que se desea realizar, evita emprender investigaciones ya realizadas, toma los conocimientos con temas similares a nuestra investigación se incluyen la fase de observación e interpretación según el análisis (Rodriguez, 2013).

3.1.5. Investigación Explicativa.

Se revelan las causas y efectos de lo estudiado a partir de una explicación del fenómeno de forma deductiva a partir de teorías o leyes. La investigación explicativa genera definiciones operativas referidas al fenómeno estudiado y proporciona un modelo más cercano a la realidad del objeto de estudio (Yanez, 2017)

3.1.6. Metodología Cuasiexperimental.

Para llevar a cabo esta metodología se efectuarán pruebas sobre el robot en escenarios reales.

3.1.7. Metodología Cuantitativa.

El desarrollo de preguntas dirigidos a usuarios de diferentes escenarios donde requieran el uso del robot autónomo mini sumo y diversos tipos de prototipos de este estilo, en este caso al ser una necesidad observada en la carrera de Ingeniería en Teleinformática se realizara una encuesta para determinar el nivel de aceptación que tiene dicho problema se toma en cuenta la opinión de los alumnos que estén involucrados directamente en el área se tomara en cuenta las respuestas a verificar y cuantificar la necesidad y sus posibles soluciones.

3.1.8. Población.

Se trata de una variable aleatoria relacionada con los objetos o individuos que se pretende estudiar en una investigación. Cada uno de los elementos de la población se denomina individuo y estos comparten algunas características (Yanez D. , s.f).

Esto puede ser un grupo de objetos/personas realmente existentes o un grupo hipotético y potencialmente infinito, cuando la cantidad de individuos de la población es grande y se quiere realizar un estudio, se divide a la población en muestras, las cuales son grupos reducidos que tienen características similares a la población general (Yanez D. , s.f).

Como método de análisis y ver el beneficio que tiene un robot autónomo se realizó un estudio con los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática en la actualidad un total de 329 alumnos activos se encuentran cursando la carrera, según información ofrecida por la Universidad de Guayaquil.

Tabla 1 Población encuestar.

Carrera	Modalidad	Sistema	Total
Ingeniería en Teleinformática	Semestral	Presencial	329

Información consultada en la Universidad de Guayaquil. Investigación directa. Elaborado Herrera Morán Joel.

En el caso de poblaciones finitas (tamaño conocido, pequeño) Las fórmulas anteriores se refieren a poblaciones grandes, de tamaño indefinido que no podemos conocer con exactitud. Más o menos a partir de los 100.000 sujetos ya estamos en ese tipo de poblaciones. En muchas ocasiones trabajamos también con poblaciones mucho más pequeñas; después de todo el que investiga es el que establece los límites de la población. Los alumnos de una universidad o de una carrera, o los profesores de un colegio, etc., pueden ser nuestras poblaciones. A estas poblaciones las denominamos poblaciones finitas y su tamaño (de manera más o menos exacta) lo conocemos o podemos conocer (Vallejo, 2011).

Para realizar el cálculo de la muestra con la cual se verifique la encuesta realizada sobre robots autónomos se toma en cuenta la siguiente formula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Poblaciones infinitas > 100.0000, Poblaciones finitas < 100.000

Se debe tomar en cuenta que:

- n = Cantidad de elementos que poseerá la muestra
- N = Cantidad de elementos con los que cuenta la población
- Z = Es un valor constante que se obtiene según los niveles de confianza.
- e = El error aceptable
- p = Porción deseable
- $q = (1-p)$ = Error muestral

Según los datos: Para una población de 329 Alumnos de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se aplicó un muestreo aleatorio simple con:

- Nivel de confianza de: 95%
- Margen de error de: 5%

Se obtiene una muestra de 177 estudiantes a encuestar.

Variables Valores

- n = ?
- $N = 329$
- $Z = 1,96$
- $e = 0,05$
- $p = 0,5$
- $q = (1-p) 0,5$

$$n = \frac{(329)(0.5)^2(1.65)^2}{(329 - 1)(0.05)^2 + (0.5)^2(1.96)^2}$$

$$n = \frac{(329)(0.25)(3,8416)}{(328)(0.0025) + (0.25)(3,8416)}$$

$$n = \frac{315.9716}{0.82 + 0.9604}$$

$$n = \frac{315.9716}{1.7804}$$

$$n = 68.9743$$

$$n = 177$$

Mediante este método se determina que el número de encuestados con respecto a la muestra es de 177 estudiantes, se debe realizar para así verificar la viabilidad del proyecto de un robot autónomo esto ayudara a evaluar los resultados mediante la escala de Likert.

El porcentaje por evaluar en la carrera mediante los siguiente:

$$\text{Factor de muestreo} = n/N + 177/329 = 0.5379 * 100\% = 53.79\%$$

$$\text{Factor de elevación} = N/n + 329/177 = 1.85 = 2$$

Este será el total de estudiantes de la carrera de ingeniería en teleinformática que serán encuestados.

Cada persona tendrá un valor representativo es decir que cada estudiante que realice la encuesta tendrá un valor representativo

El factor de muestreo que es n/N y el de elevación N/n es importante pues el factor de muestreo nos muestra el porcentaje total de la población a la que se encuesta, mientras que el factor de elevación nos muestra la representación por cada persona

3.1.9. Encuesta.

Para corroborar la investigación realizada se realizó una encuesta la cual tendría varias preguntas de carácter abierto en la cual se trata el trabajo de titulación denominado “Implementación de un Robot autónomo de tipo sumo para competencias robótica y modelo de estudio”

Se evaluará los niveles directos y opiniones de cada uno de los estudiantes con respecto al presente proyecto y si satisface o no las necesidades planteadas.

Los estudiantes a evaluar serán todos aquellos que en su malla curricular incluya materias de microcontroladores, electrónica II, y programación es decir desde cuarto semestre hasta noveno semestre de la carrera de Ingeniería en Teleinformática pues son directamente los involucrados para verificar si existe la necesidad de implementar prototipos debido a experiencias propias con las materias y competencias.

3.2. Cuestionario

1) ¿Tiene usted conocimientos sobre lo que es un robot autónomo?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

2) ¿Usted ha participación en alguna competencia de robótica dentro o fuera de la Universidad?

Muy Frecuentemente

Frecuentemente

Medianamente

Rara vez

Nunca

3) ¿Cree usted que es necesario un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica?

Muy Frecuentemente

Frecuentemente

Medianamente

Rara vez

Nunca

4) ¿Cree usted que participar en una competencia de robótica entre universidades beneficia al desarrollo de los estudiantes y su interés en la robótica dentro de su carrera?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

5) ¿Cree usted que es importante la robótica dentro de la carrera de ingeniería?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

6) ¿Cree usted que el robot autónomo mini sumo como modelo de estudio será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica en su carrera?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

7) ¿Considera usted que la falta y/o el alto costo de materiales limita el desarrollo de robótica en su facultad?

Muy Alta Afectación

Alta Afectación

Afectación Media

Afectación Baja

Ninguna Afectación

8) ¿Cree usted que el robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos interactuar directamente con el robot su funcionamiento y programación?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

9) ¿Cree usted que sería adecuado que existan varios prototipos robóticos disponibles para el estudio de los alumnos de en su Carrera?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

10) ¿Tiene usted conocimientos sobre tarjetas microcontroladoras?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

11) ¿Tiene usted conocimiento sobre programación?

Muy Alto

Alto

Medio

Medio Bajo

Bajo

Una vez realizada la encuesta y teniendo los resultados obtenidos de las preguntas se obtiene lo siguiente, cabe acotar que las respuestas se encuentran en escala de Likert con cinco escalas.

Encuesta realizada de acuerdo a la muestra con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se tomó en cuenta a los estudiantes desde cuarto hasta noveno semestre de acuerdo con la muestra obtenida dando como resultado un total de 177 estudiantes encuestados a través de la plataforma de google forms teniendo mayormente enfoque en los estudiantes de 5to semestre pues a este nivel de la carrera los conocimientos tanto en programación así como placas microcontroladoras debe ser dominado y haber tenido contacto directo.

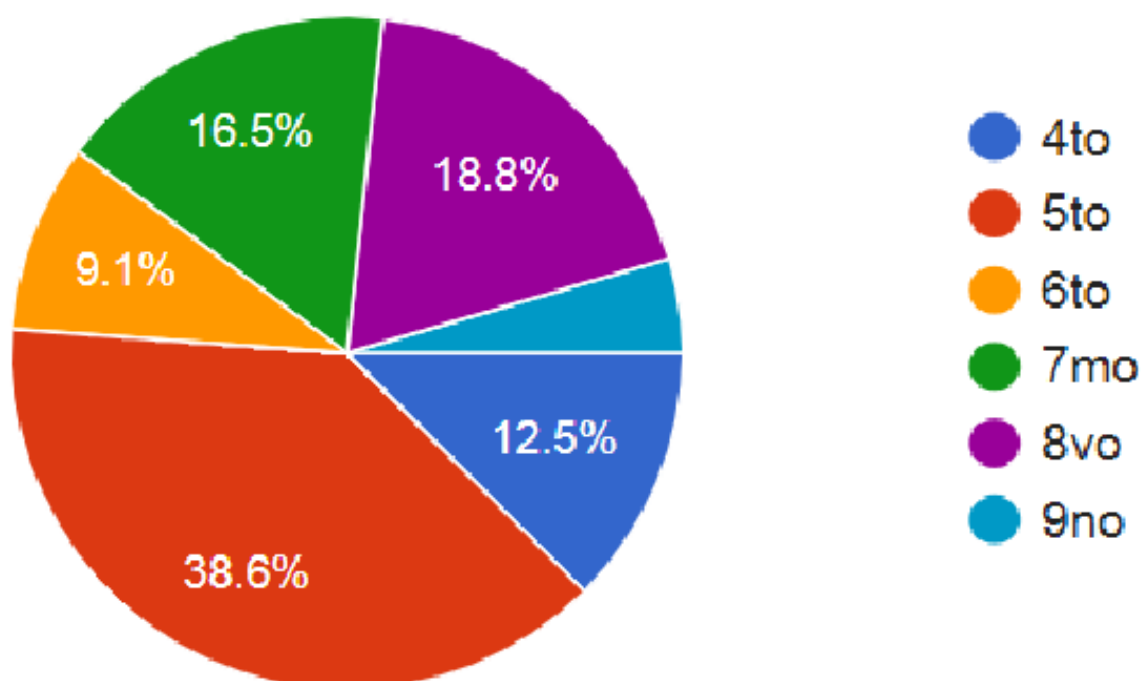


Figura 25 Información obtenida por encuesta realizada a los semestres de la carrera. Elaborado por Herrera Morán Joel.

3.3. Resultados del Cuestionario

1) ¿Tiene usted conocimientos sobre lo que es un robot autónomo?

Tabla 2. Conocimientos de un robot autónomo.

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	6	3,4%
Alto	36	20,3%
Medio	62	35%
Medio Bajo	62	35%
Bajo	11	6,2%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

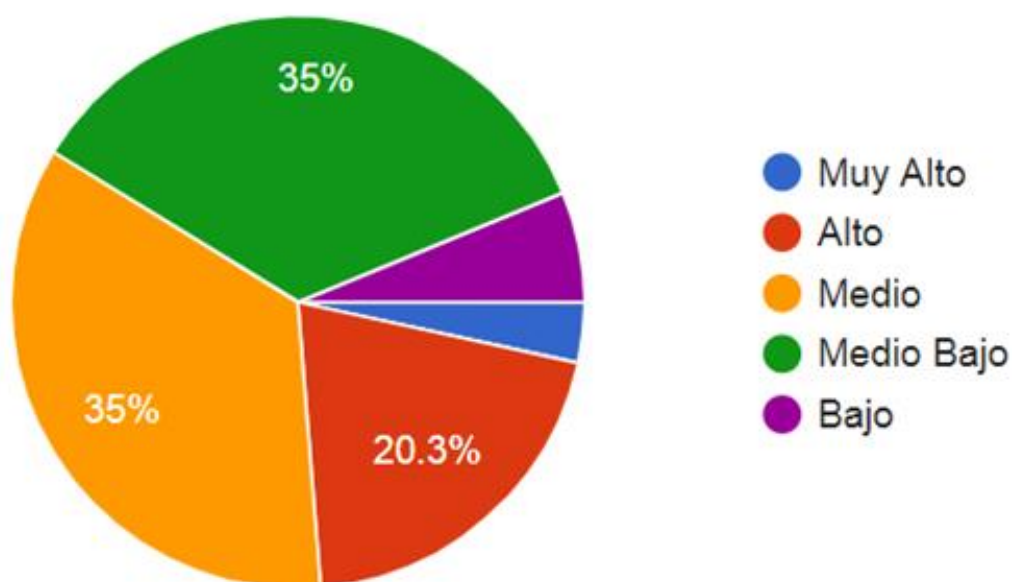


Figura 26 Conocimientos de un robot autónomo. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 23.7% de estudiantes tiene conocimientos altos en robots autónomos mientras que el 70% tiene conocimientos medio bajos y un 6.2% tiene conocimientos bajos en robots autónomos dejando una cifra entre media y baja en este aspecto.

2) ¿Usted ha participación en alguna competencia de robótica dentro o fuera de la Universidad?

Tabla 3. *Participación en alguna competencia de robótica.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Siempre	1	0,6%
Frecuentemente	15	8,5%
Medianamente	31	17,5%
Rara vez	44	24,9%
Nunca	86	48,6%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

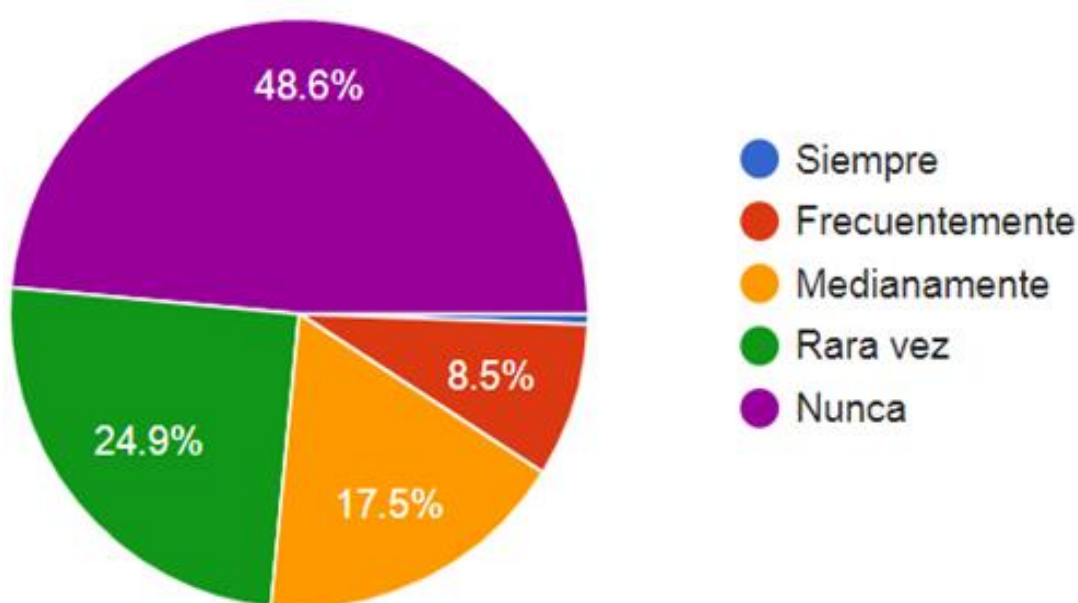


Figura 27. *Participación en alguna competencia de robótica. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 9,1% de estudiantes ha participado en competencias robóticas mientras que el 42,4% tiene conocimientos medio bajos y un 48,6% no ha participado en ninguna competencia robótica.

3) ¿Cree usted que es necesario un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica?

Tabla 4. *Un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	146	82,5%
Alto	36	11,9%
Medio	59	4,5%
Bajo	22	0,6%
Ninguno	4	0,6%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

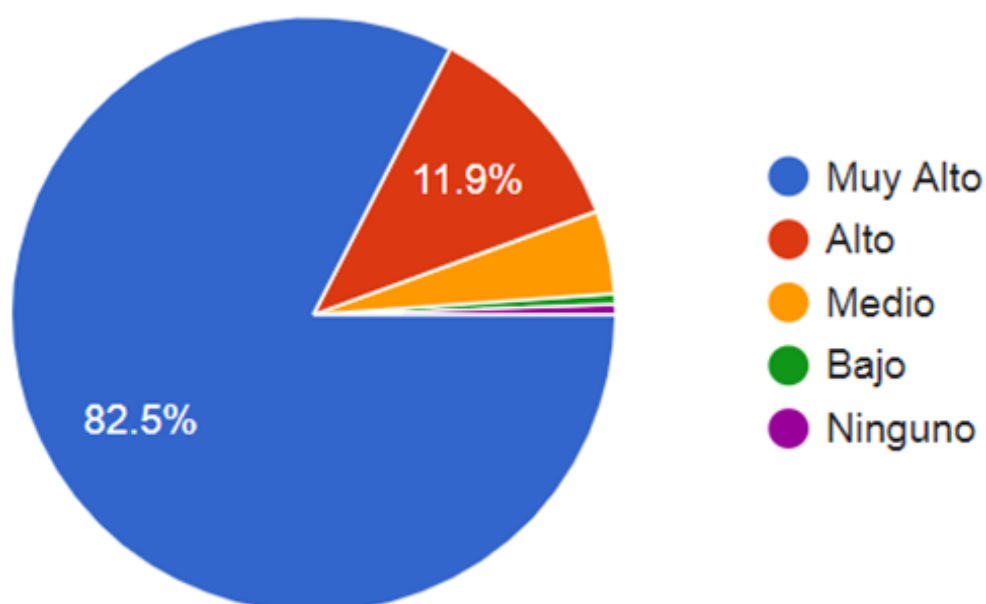


Figura 28. *Un laboratorio adecuado para realizar las prácticas de robótica. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 82.5% de estudiantes Consideran que es necesario un laboratorio adecuado para prácticas de robótica, mientras que un 16,4% creen que sería viable y muy necesario un laboratorio en la carrera. y un 1,2% cree que sería innecesario un laboratorio.

4) ¿Cree usted que participar en una competencia de robótica entre universidades beneficia al desarrollo de los estudiantes y su interés en la robótica dentro de su carrera?

Tabla 5. Competencia de robótica beneficia al desarrollo de los estudiantes.

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	141	79,7%
Alto	26	14,7%
Medio	8	4,5%
Bajo	1	0,6%
Ninguno	1	0,6%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

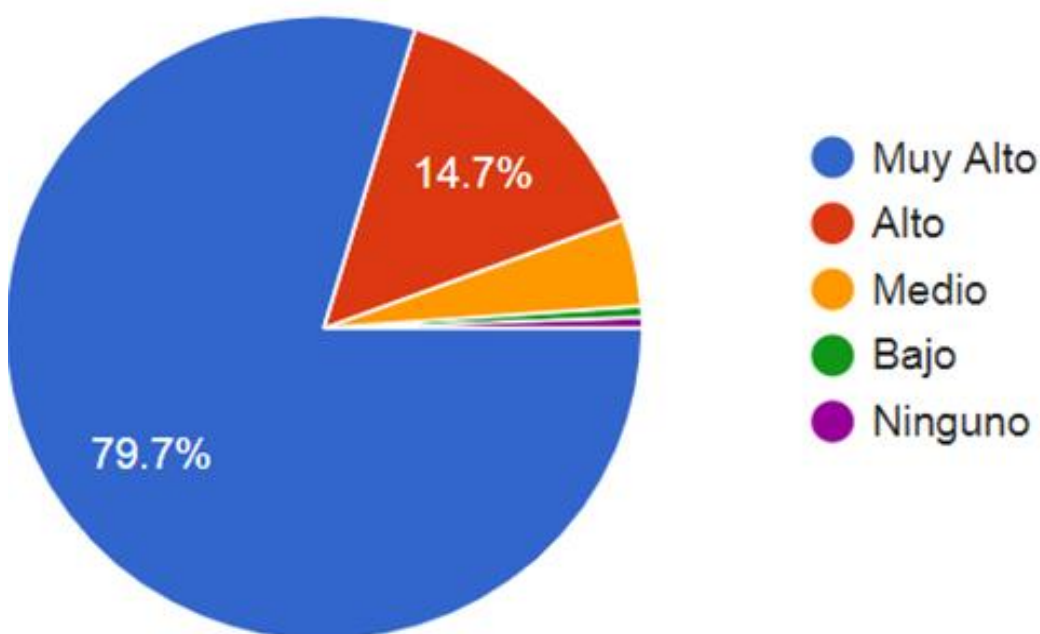


Figura 29. Competencia de robótica beneficia al desarrollo de los estudiantes. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 79.7% de estudiantes consideran que las competencias robóticas entre universidades benefician al desarrollo en la carrera, mientras que un 19,2% creen que sería medio alto las participaciones son de gran utilidad. y un 1,2% cree que no beneficia las competencias entre universidades en robótica.

5) ¿Cree usted que es importante la robótica dentro de la carrera de ingeniería?

Tabla 6. Importancia de la robótica dentro de la carrera.

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	138	78%
Alto	32	18,1%
Medio	5	2,8%
Bajo	2	1,1%
Ninguno	0	0%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

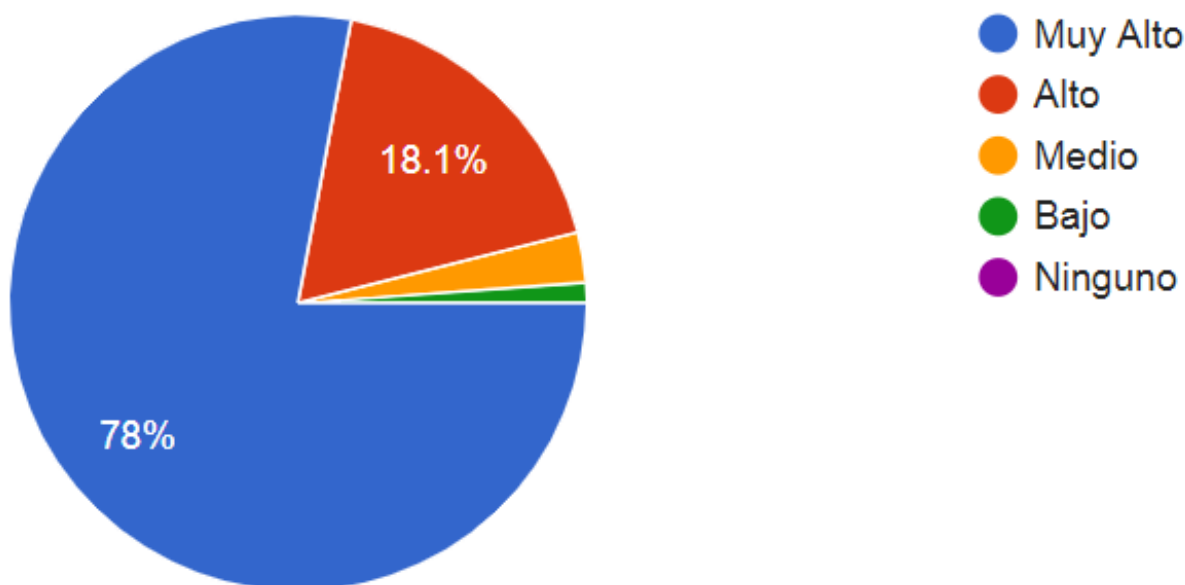


Figura 30. Importancia de la robótica dentro de la carrera. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 79.7% de estudiantes consideran que las competencias robóticas entre universidades benefician al desarrollo en la carrera, mientras que un 19,2% creen que sería medio alto las participaciones son de gran utilidad. y un 1,2% cree que no beneficia las competencias entre universidades en robótica.

6) ¿Cree usted que el robot autónomo mini sumo como modelo de estudio será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica en su carrera?

Tabla 7. *El robot autónomo mini sumo será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	102	57,6%
Alto	52	29,4%
Medio	22	12,4%
Bajo	0	0%
Ninguno	1	0,6%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. *Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel*

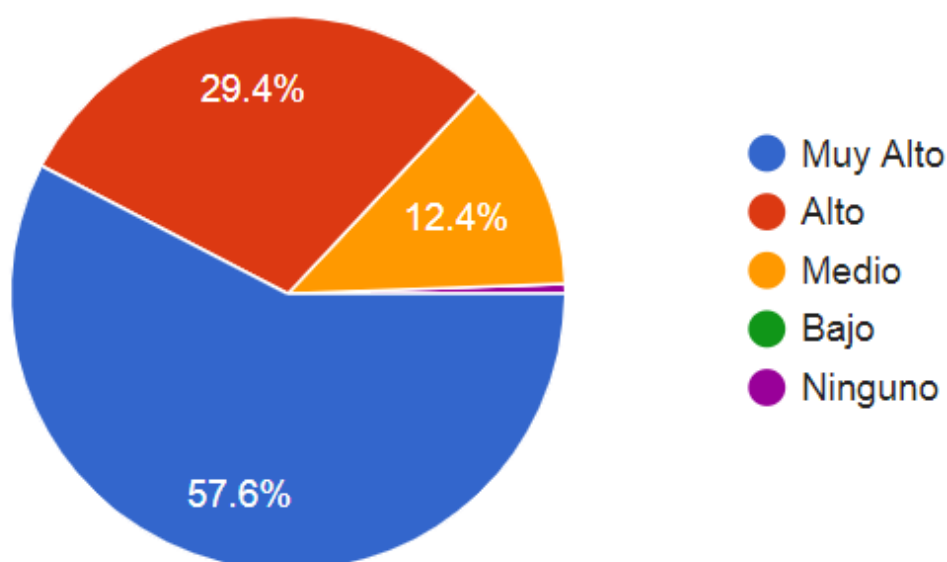


Figura 31. *El robot será de utilidad y contribuirá para el desarrollo de robótica. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 87% de estudiantes consideran que los robots minis sumos benefician altamente al desarrollo en la carrera, mientras que un 12,4% creen que medianamente útil este tipo de robot para el desarrollo en la carrera. y un 0,6% cree que no beneficiaría.

7) ¿Considera usted que la falta de materiales y el alto costo limita el desarrollo de robótica en su facultad?

Tabla 8. *El alto costo limita el desarrollo de robótica.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alta Afectación	109	61,6%
Alta Afectación	52	29,4%
Afectación Media	15	8,5%
Afectación Baja	0	0%
Ninguna Afectación	1	0,6%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

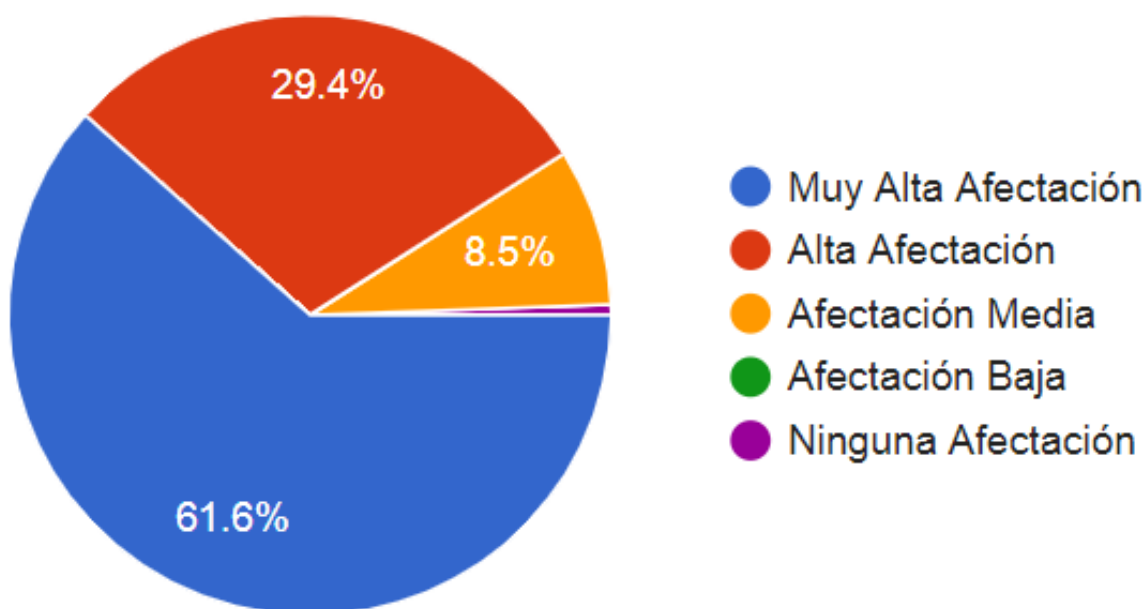


Figura 32. *El alto costo limita el desarrollo de robótica. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.*

Análisis. Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 91% de estudiantes consideran que el alto costo de los materiales frena el desarrollo de la robótica, mientras que un 8,5% creen que la limitación es de afectación media. y un 0,6% cree que no tiene ninguna afectación.

8) ¿Cree usted que el robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos interactuar directamente con el robot su funcionamiento y programación?

Tabla 9. *El robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	110	62,1%
Alto	55	31,1%
Medio	10	5,6%
Bajo	2	1,1%
Ninguno	0	0%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

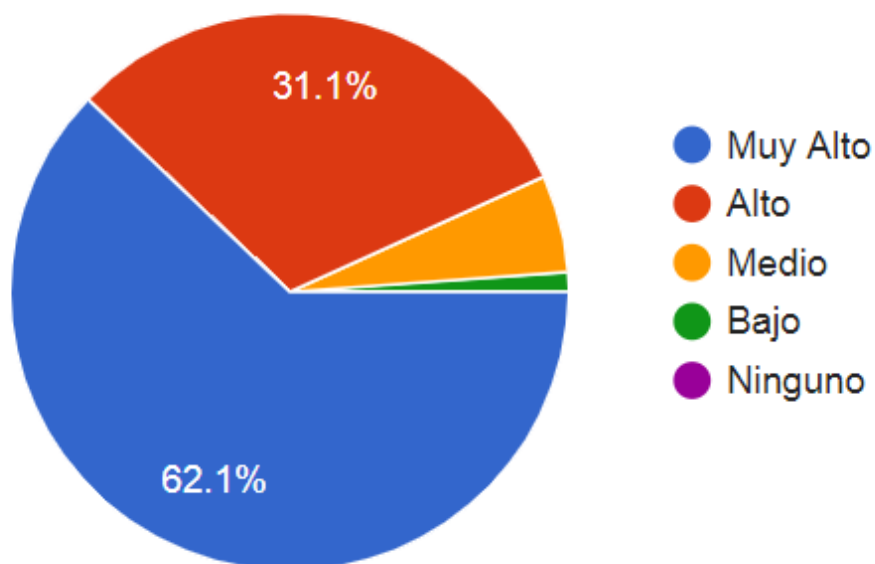


Figura 33. *El robot serviría de apoyo para la creación de sus propios prototipos. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 93.2% de estudiantes consideran que el robot mini sumo e interactuar con el servirá de apoyo para la creación de sus prototipos en la carrera, mientras que un 5,6% creen que sería medianamente útil. y un 1,1% cree que sería bajo.

9) ¿Cree usted que sería adecuado que existan varios prototipos robóticos disponibles para el estudio de los alumnos de en su Carrera?

Tabla 10. *Deben existir prototipos robóticos en la Carrera.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	118	67%
Alto	48	27,3%
Medio	9	5,1%
Bajo	1	0,6%
Ninguno	0	0%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas del autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

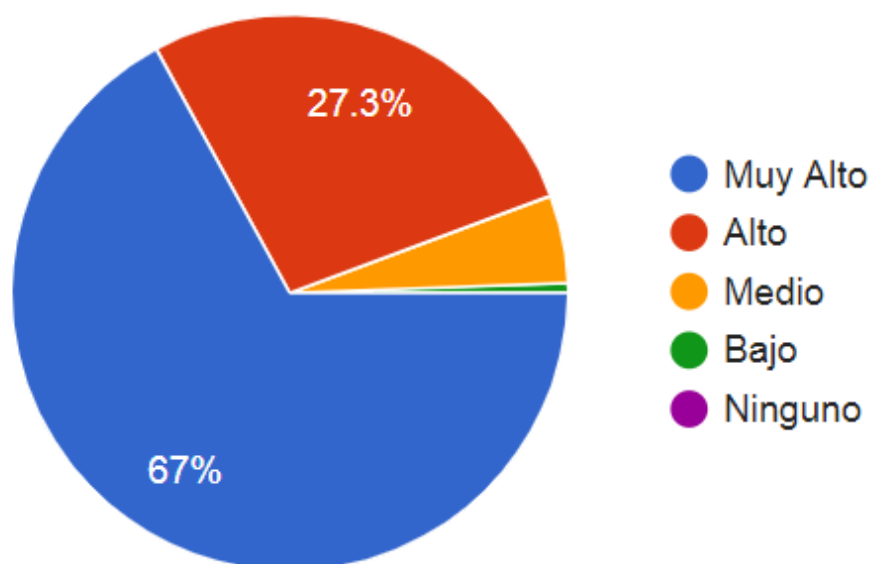


Figura 34. *Deben existir prototipos robóticos en la Carrera. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 94,3% de estudiantes consideran que deben existir más prototipos en la carrera, mientras que un 5,1% creen que sería medianamente útil. y un 0,6% cree que sería baja utilidad.

10) ¿Tiene usted conocimientos sobre tarjetas microcontroladoras?

Tabla 11. *Conoce sobre tarjetas microcontroladoras.*

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	7	4%
Alto	25	14,1%
Medio	56	31.6%
Bajo	67	37,9%
Ninguno	22	12,4%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas por el autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

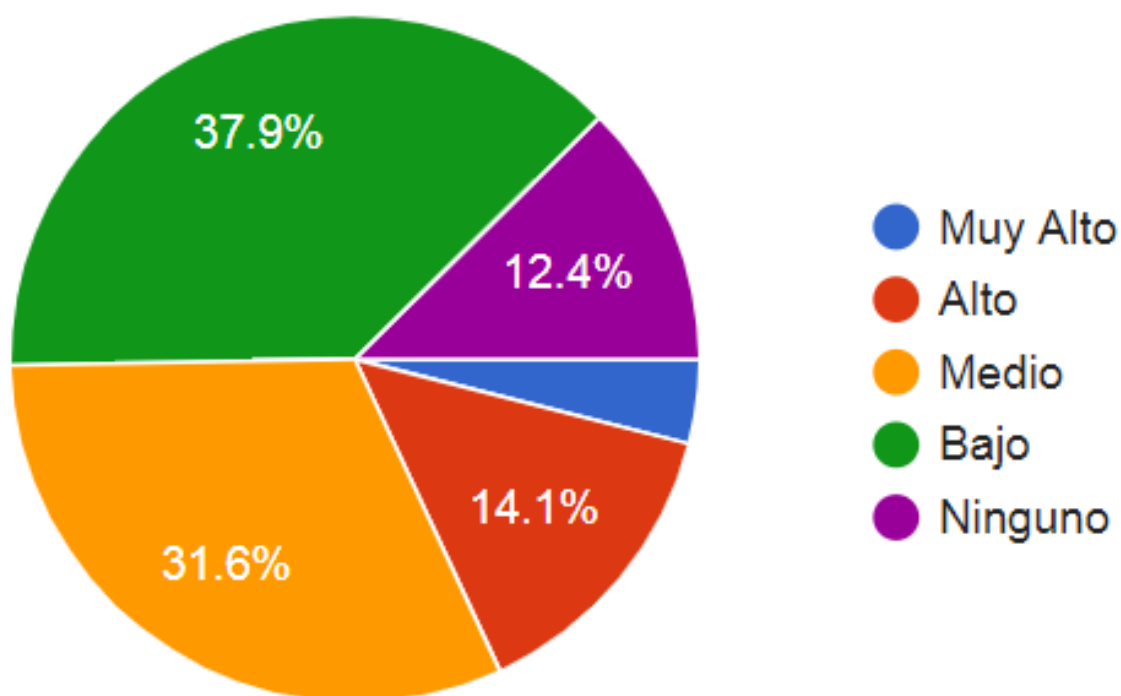


Figura 35. *Conoce sobre tarjetas microcontroladoras. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.*

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 18,1% de estudiantes tienen conocimientos entre muy altos y altos en tarjetas microcontroladoras, mientras que un 69,5% tiene conocimiento medio y bajo en esta área. y un 12,4% no tiene conocimientos sobre ellas.

11) ¿Tiene usted conocimiento sobre programación?

Tabla 12. Conocimientos sobre programación.

Validación	Encuestados	Porcentajes
Muy Alto	9	5,1%
Alto	24	13,6%
Medio	77	43,5%
Bajo	65	36,7%
Ninguno	2	1,1%
Total	177	100%

Información obtenida de encuestas realizadas por el autor. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

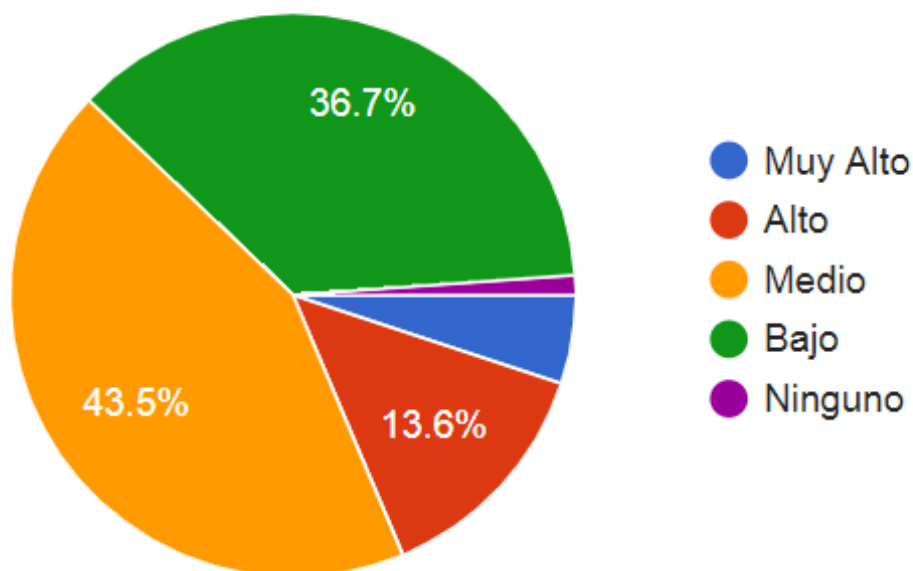


Figura 36. Conocimientos sobre programación. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Análisis. - Mediante los resultados alcanzados del total de 177 estudiantes encuestados en la carrera de Ingeniería en Teleinformática da como resultado que el 18,7% de estudiantes tienen conocimientos entre muy altos y altos en programación, mientras que un 80,2% tiene conocimiento medio y bajo en esta área. y un 1,1% no tiene conocimientos en programación.

Capítulo IV

Desarrollo de la propuesta

4.1. Proceso de la propuesta

El Presente proyecto de titulación “Implementación de un robot autónomo de tipo sumo para competencias robótica y modelo de estudio” en la cual se realizó el ensamblado y programación de un robot autónomo categoría mini sumo de carácter competitivo tomando especificaciones nacionales como internacionales.

De igual manera se desarrolló la codificación en Arduino pues será utilizada como modelo de estudio para futuros robots o variantes de los robots autónomos de competencia se describe el proceso realizado en el estudio físico y de elementos, así como el ensamblaje del robot mini sumo.

4.2. Componentes.

Se evaluó adecuadamente varios de los componentes y cuáles serían los más adecuados para el uso del robot autónomo y así obtener un eficiente desempeño entre los que constan las llantas, sensores y placa.

4.2.1. Sensores.

Se tomó en cuenta la sensibilidad entre la tasa de entrada y salida, linealidad, el rango entre el mínimo y el máximo valor medido el tiempo de respuesta, la precisión que es el error de medida máximo esperado y la resolución, se eligió el sensor JSumo JS40F.

4.2.2 Llantas.

Por lo general los robots minis sumos constan de 2 llantas para centrarse en la velocidad, en este caso se prefirió usar 4 llantas debido al agarre que este podría tener se usó llantas fabricadas de caucho de silicón p-53, Este tipo de llantas tiene un buen agarre ya que el caucho es un material que proporciona fricción al momento de deslizarse.



Figura 37. Llantas con l Caucho P-53. Información Tomada de la página web teslabem.com. Elaborado por el autor

Se tomó en cuenta el tipo de locomoción en las ruedas para su configuración dentro del diseño existen algunas variaciones:

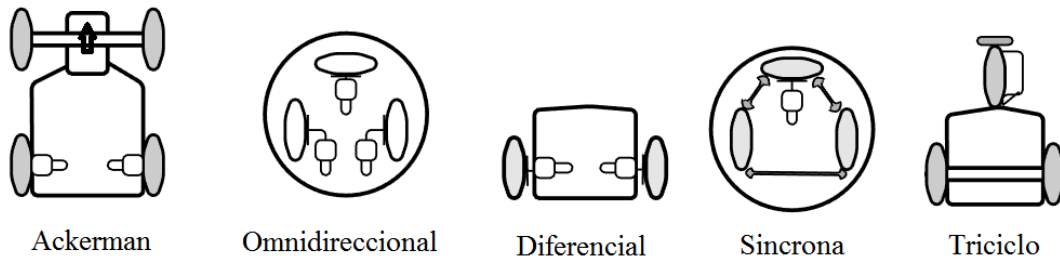


Figura 38. Locomoción de robots móvil. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

4.2.2.1 Locomoción síncrona.

Contiene motores separados lo que mejora la rotación consta de tres motores en forma de triángulo, su implementación es compleja debido al diseño.

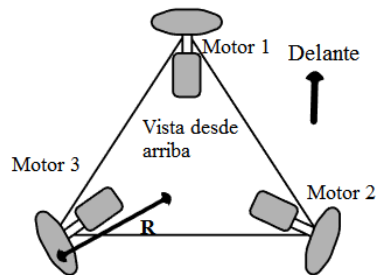


Figura 39. Locomoción síncrona. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

4.2.2.2. Triciclo.

Consta de tres ruedas y dos motores, dos ruedas en la parte posterior con motores y una rueda sin motor denominada rueda loca, esto permite que no tenga deslizamiento, es la rueda delantera la que se encargara de dar orientación y tracción pese a ello no se puede rotar en un Angulo de 90° .

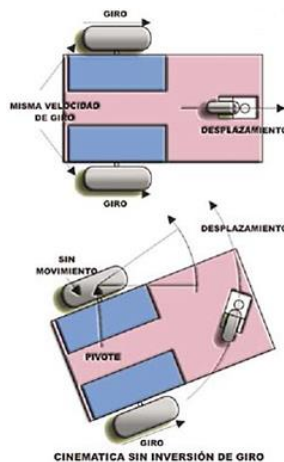


Figura 40. Locomoción Triciclo. Información tomada de la página web www.clubse.com.ar. Elaborado por el autor.

4.2.2.3. Locomoción por cintas de deslizamiento.

consta de un sistema simple de controlar este tiene unas bandas alrededor de dos engranajes en cada lado siguiendo el movimiento del motor, pese a ello los deslizamientos no permiten una buena posición, así como su giro no consta de precisión pues la potencia que consume al girar es alta.

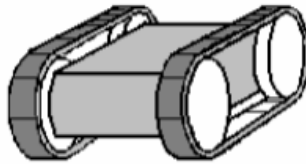


Figura 41. Locomoción por cintas de deslizamiento. Información tomada de la página web www.esi2.us.es. Elaborado por el autor

4.2.2.4. Locomoción Ackerman.

Consta de 1 solo motor con 4 llantas es también conocido por el uso que tiene en el mercado de Vehículos móvil las dos ruedas de atrás servirán para la tracción y las de adelante para la dirección.

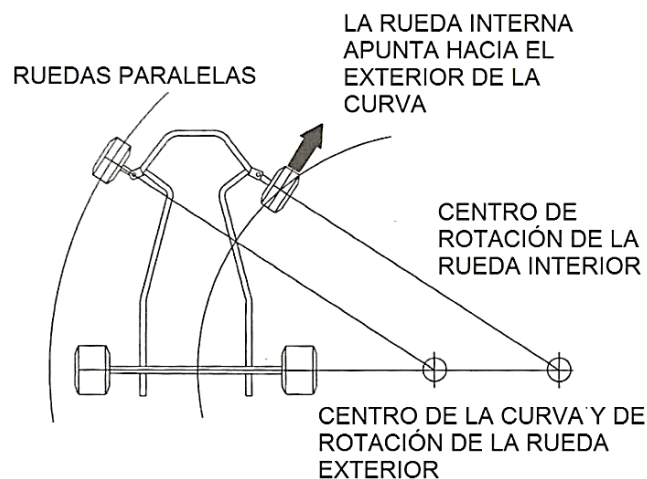


Figura 42. Locomoción Ackerman. Información tomada de la página web www.vroomkart.es. Elaborado por el autor.

4.2.2.5. Locomoción Diferencial.

Esta no cuenta con ruedas directrices pero la forma de obtener dirección es modificar la velocidad tanto de la rueda izquierda como derecha de manera relativa, esto requiere de mucha precisión para las trayectorias ya que es difícil de controlar pese a que es un diseño simple y con cierto tipo de llantas causa una deformación de las mismas debido a los cambios de velocidad.

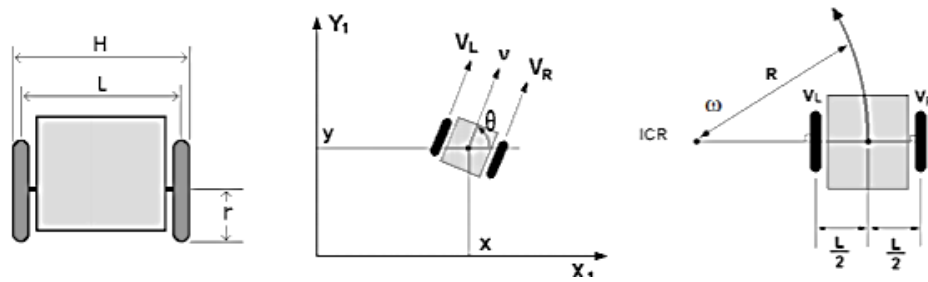


Figura 43. Locomoción Diferencial. Información tomada de la página web www.esi2.us.es. Elaborado por el autor.

Al momento de implementar se decidió usar el sistema de locomoción Diferencial y síncrona debido a la estructura y diseño del armazón del robot teniendo en cuenta que se centrara en velocidad tendrá una variante con respecto a la locomoción diferencial común pues constara de 4 llantas y 4 motores con los cuales se espera ganar agarre debido al material del cual están hechas y más velocidad la misma que será configurada de manera relativa y precisa para los giros.

4.3. Motores

En este caso se tomó muy en cuenta la fuerza debido al uso de 4 motores para ello se evaluó el torque o par motor. Este es un determinado uso de fuerza al girar que produce un motor, torque que se considera como la fuerza que tiene el motor y en cuanto tiempo logra realizar su función.

Se debe tener un equilibrio con respecto a qué tipo de motores usar puesto que debe cumplir tanto velocidad o revoluciones por minuto la fuerza que tiene cada giro que se lo puede considerar como la potencia que no es más que el torque, el tamaño del motor para no ocupar espacio ni peso innecesario y el consumo de energía que tiene si es alta baja o intermedia para que no afecte al resto del circuito con problemas de alimentación.

Se usó el motor reductor pololu 30:1 hp debido a su gran fuerza de revoluciones por minuto

Tabla 13. Tabla comparativa de motores Pololu.

Tipo de Motor	Velocidad por minuto (RPM)	Torque
10:1 HP	3000 Rpm	0.22
30:1 HP	1000 Rpm	0.57
50:1 HP	625 Rpm	0.86
75:1 HP	400 Rpm	1.3
100:1 HP	320 Rpm	1.7

Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

4.4. Diseño de prototipo

Se Realizó el diseño del armazón para el robot incluyendo las llantas tomando en cuenta las medidas de 10cm de ancho y 10 cm de largo cumpliendo el 10x10 con altura libre, fue creada para impresión en 3D, con espacios tanto para los motores de 2 cm como para los sensores 1 cm y un sostenedor para la placa Arduino, la base estará compuesta de metal con la misma medida que el armazón por la parte inferior.

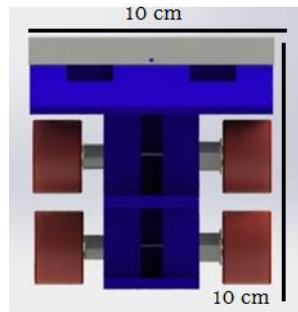


Figura 44 Medida del diseño de robot mini sumo. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

En la parte frontal llevara una cuchillaasi como en la superior la placa controladora y la alimentacion.

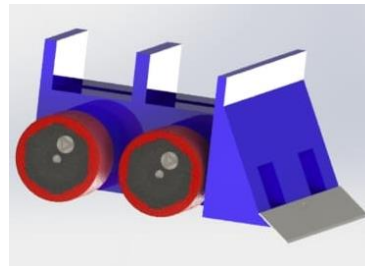


Figura 45 Diseño de robot mini sumo 4 ruedas. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Después del diseño se procede a usar una impresora 3D para el armazón

4.5. Ensamblaje.

4.5.1. Materiales a ensamblar



Figura 46 Materiales para montar el robot. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.

El robot autónomo mini sumo consta de los siguientes materiales:

- 4 Motores pólolu 50:1
- 1 Driver tb6612fng dual bridge
- 1 Batería LiPo 300 Mah 7.4 v
- 1 Arduino nano
- 2 Sensores JSumo JS40F
- Carcasa de mini sumo
- Interruptor on/of
- Llantas de caucho de silicona de alta adherencia
- Jumpers macho y Hembra.

4.5.2. Ensamblaje de Motores y Ruedas

Se implementó dos motores en serie de cada lado para el ahorro de los pines se unió tanto positivos con positivos y entradas negativas con negativas para cada lado.



Figura 47. Ensamblaje de motores. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Como siguiente punto se colocaron cada uno de los motores en los orificios de la base impresa en 3D de manera que queden seguros, junto a ellos se introduce una pequeña base para las llantas de goma que sirven como seguro para que no se salgan



Figura 48 Ruedas de caucho de silicona del robot mini sumo. Información tomada del autor Elaborado por Herrera Morán Joel.

Quedando de la siguiente manera instalados tanto las llantas como los motores listos para su conexión a la placa de Arduino

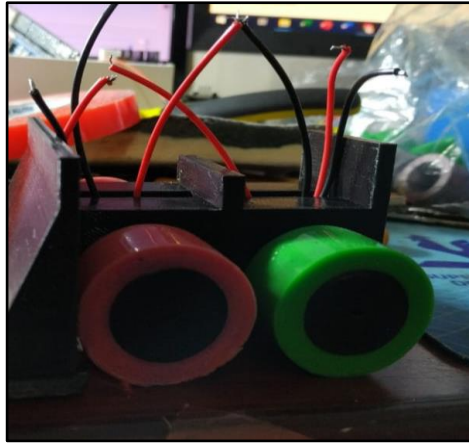


Figura 49 Montaje de ruedas y motores en el armazón. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.

4.5.3. Montaje de sensores Distancia y línea

En la parte delantera e inferior se encuentran dos orificios en los superiores se ubicarán los sensores de distancia JSumo, mientras que en los inferiores los sensores infrarrojos.



Figura 50 Montaje de los sensores en el armazón. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.

Una vez ubicados tanto los motores y sensores en la estructura 3D se comienza la conexión a cada uno de los pines del Arduino y del Driver de los motores.

Se seguirá el siguiente esquema de conexión:

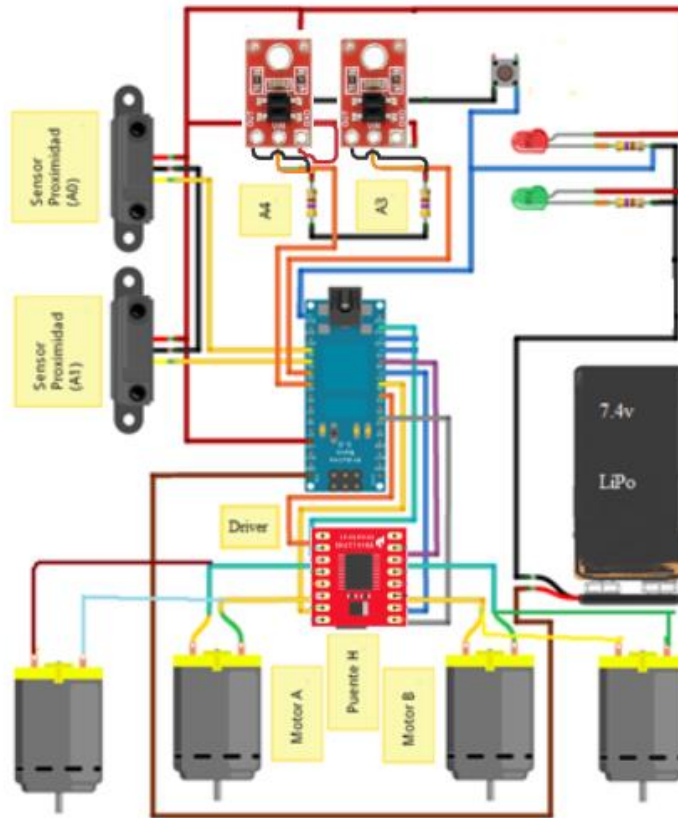


Figura 51 *esquema de conexión de motores con el microcontrolador. Información tomada del autor. Elaborado por el autor.*

Una vez ensamblado y realizando correctamente las conexiones en la placa tanto con los sensores y motores está listo para ser codificado y posterior probar su funcionamiento.

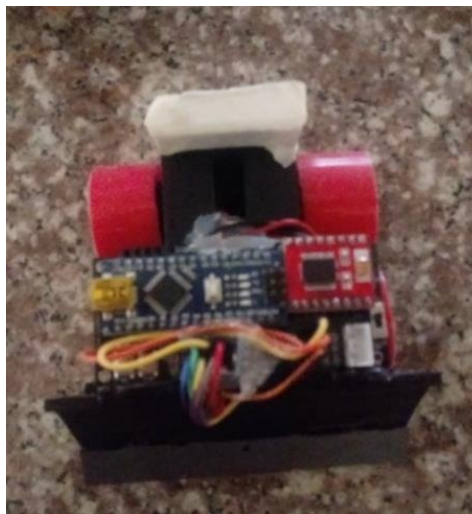


Figura 52 *Robot mini sumo montado. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.*

4.6. Codificación

Una vez montado se comienza con la codificación en la tarjeta Arduino, para el driver de los motores se utilizará la siguiente codificación teniendo en cuenta los pines a usar



```

Programacion_minisumo_4_ruedas

//PINES PARA DRIVER ///
const int PWM1 = 5;
const int M1A = 4;
const int M1B = 9;

const int M2A = 8; //izquierda
const int M2B = 7;
const int PWM2 = 6;

int iz=0,dere=0;

//const int d2=2;
//const int d11=11;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PWM1, OUTPUT);
  pinMode(M1A, OUTPUT);
  pinMode(M1B, OUTPUT);
  pinMode(PWM2, OUTPUT);
  pinMode(M2A, OUTPUT);
  pinMode(M2B, OUTPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(11, INPUT);
  pinMode(A1, INPUT);
}

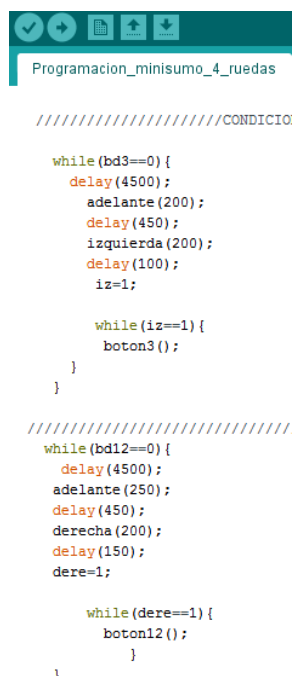
void loop()
{

  int bd3 = digitalRead(3);
  Serial.print(bd3);
  int bd12 = digitalRead(12);
  Serial.println(bd12);
}

```

Figura 53 codificación del robot drivers Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

La configuración del funcionamiento para la búsqueda de oponentes en el área como reconocimiento ante algún obstáculo, las direcciones de las estrategias tanto adelante hacia la izquierda o adelante hacia la derecha



```

////////////////////////////////CONDICION

while (bd3==0) {
  delay(4500);
  adelante(200);
  delay(450);
  izquierda(200);
  delay(100);
  iz=1;

  while (iz==1) {
    boton3();
  }
}

////////////////////////////////

while (bd12==0) {
  delay(4500);
  adelante(250);
  delay(450);
  derecha(200);
  delay(150);
  dere=1;

  while (dere==1) {
    boton12();
  }
}

```

Figura 54 Codificación del funcionamiento. Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Se adjunta la codificación de las funciones de movimiento final con las que el robot se orientará en el dohyo teniendo en cuenta las direcciones que tendrá cuando frenar y la toma de decisiones con respecto a la dirección que tomar.



```

//Programacion_minisumo_4_ruedas
/////////////////////////FUNCIONES

void boton12(){
  int dsiz = digitalRead(11);
  //Serial.print(dsiz);
  int der = digitalRead(2);
  //Serial.println(der);
  if(dsiz==0)
  { adelante(200); }
  else
  {
    if(der==0)
    { adelante(200); }
    else
    {
      if(dsiz==1 && der==1)
      { derecha(100); }
    }
  }
}

void boton3(){
  int dsiz = digitalRead(2);
  //Serial.print(dsiz);
  int der = digitalRead(3);
  //Serial.println(der);
  if(dsiz==0)
  { adelante(200); }
  else
  {
    if(der==0)
    { derecha(200); }
    else
    {
      if(dsiz==0 && der==0)
      { adelante(255); }
      else
      {
        if(dsiz==1 && der==1)
        { izquierda(100); }
      }
    }
  }
}

void adelante (int vel) {
  analogWrite(PWM1, vel);
  digitalWrite(M1A, HIGH);
  digitalWrite(M1B, LOW);
  analogWrite(PWM2, vel);
  digitalWrite(M2A, HIGH);
  digitalWrite(M2B, LOW);
}

void atras (int vel) {
  analogWrite(PWM1, vel);
  digitalWrite(M1A, LOW);
  digitalWrite(M1B, HIGH);
  analogWrite(PWM2, vel);
  digitalWrite(M2A, LOW);
  digitalWrite(M2B, HIGH);
}

void izquierda (int vel) {
  analogWrite(PWM1, vel);
  digitalWrite(M1A, HIGH);
  digitalWrite(M1B, LOW);
  analogWrite(PWM2, vel);
  digitalWrite(M2A, LOW);
  digitalWrite(M2B, HIGH);
}

void derecha (int vel) {
  analogWrite(PWM1, vel);
  digitalWrite(M1A, LOW);
  digitalWrite(M1B, HIGH);
  analogWrite(PWM2, vel);
  digitalWrite(M2A, HIGH);
  digitalWrite(M2B, LOW);
}

```

Figura 55 Codificación de Movilidad del robot. Información tomada del autor. Elaborado por el autor

4.7. Aplicación de física en los sumo robots

Uno de los aspectos que se tomó en cuenta al momento de implementar el robot autónomo mini sumo es la prueba con respecto a la física, ya se tomó en cuenta que las leyes de Newton son aplicadas además de la energía cinética y el momento, pues al momento de que dos robots minis sumos se encuentran en el área de batalla (dohyo) se produce algo llamado choques elásticos.

4.7.1. Las colisiones o choques elásticos

Se considera que un choque perfectamente elástico es la colisión de dos o más objetos los cuales no sufren imperfecciones en su superficie de manera permanente producto de la colisión, durante un choque o colisión de dos objetos sean solidos o de estructura similar siempre habrá deterioro o deformación de la superficie, aunque no sea visible, en una colisión elástica perfecta no debe pasar esto por ello para este casi se la considera como un choque elástico ideal. En la colisión elástica perfecta se conserva la energía cinética E_c como el momento lineal por ello se usa las siguientes ecuaciones:

1.^a ecuación: Cantidad de movimiento del sistema (se conserva). Es decir, la suma de las cantidades de movimiento de los robots de sumo al inicio del choque tiene que ser igual a la suma de los momentos de los robots después de la colisión (Coto, 2012).

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$$

2.ª ecuación: Energía cinética total del sistema (se conserva). Es decir, la suma de las energías cinéticas de los robots de sumo al inicio del choque tiene que ser igual a la suma de las energías cinéticas de los robots después de la colisión (Coto, 2012).

$$(\frac{1}{2})m_1 V_1^2 + (\frac{1}{2})m_2 V_2^2 = (\frac{1}{2})m_1 V_1'^2 + (\frac{1}{2})m_2 V_2'^2$$

De las dos ecuaciones anteriores podemos obtener un sistema de ecuaciones con dos incógnitas V_1' y V_2' . De tal modo que sabiendo las masas y las velocidades iniciales de ambos robots, podemos determinar las velocidades finales (V_1' y V_2') de cada uno después de la colisión (Coto, 2012).

Con todo esto poniendo a prueba el robot autónomo se lleva esto al momento de competir pues usa cada una de estas leyes físicas.

Dentro del dohyo o lugar de batalla se encuentran ambos robots con el mismo peso que es de 500kg se coloca uno frente a otro por un lapso de 5seg hasta que empiece el combate ambos al iniciar querrán ir de frente y en sentido contrario del otro.

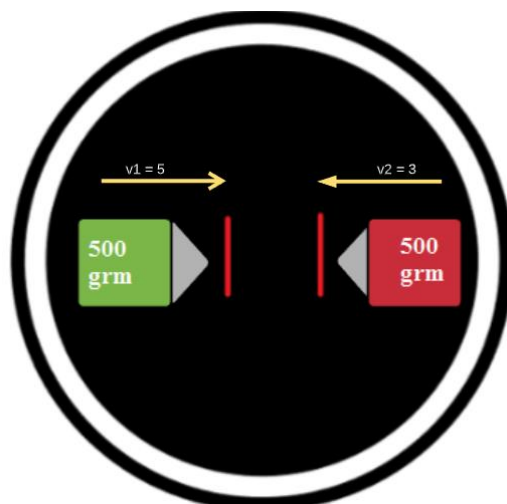


Figura 56 Choques elásticos de dos robots sumo. Investigación directa del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

Una vez realizada la colisión de ambos robots, los cuales varían en su velocidad debido a la forma en que fueron elaborados, mientras que el robot 1 tenía una velocidad de 1000 rpm y el robot 2 tenía 650 rpm el robot 1 por velocidad desplazar mucho más al robot 2.

Por ello la velocidad del robot debía ser alta tomando en cuenta el peso máximo del robot para que este al momento de la colisión desplazara mucho más al robot oponente, cabe mencionar que se utilizó exactamente ruedas de caucho de silicona para la adherencia y fricción por si el robot oponente tiene mayor velocidad al tener no 2 como la mayoría de robots orientados a la potencia de velocidad sino 4 llantas esta tendrá más adherencia al campo para que tenga tiempo de reacción después de iniciar el combate.

4.8. Conclusión

Mediante la investigación realizada con el presente trabajo de titulación respecto a la implementación de un robot autónomo mini sumo para competencias y como modelo de estudios se puede concluir lo siguiente:

El presente proyecto está enfocado a tecnología y robótica específicamente robots autónomos de competencia durante la investigación se han revisado métodos bibliográficos y experimentales en los cuales se extrajo información de páginas web, documentos científicos, proyectos de titulación, artículos científicos, entre otros se plasmó cada uno de los conocimientos adquiridos en la etapa dentro de la carrera con los años de estudio y se adquirió mayor profundidad en cada uno de los temas mediante investigación directa temas como programación, Física, electrónica, arquitectura de software, etc.

Mediante la investigación realizada acompañada de nuestros propios conocimientos que fueron el pilar del entendimiento se vio la necesidad de implementar un robot autónomo con el fin de ser usado en competencias de robótica y promover el desarrollo de tecnologías inteligente en la carrera, esto ante la falta de prototipos en la carrera de Ingeniera en Teleinformática se intenta cubrir e incentivar al resto de alumnos que usen este prototipo como modelo de estudio para desarrollar sus propios robots basados en el robot autónomo mini sumo, se hicieron varias observaciones y estudios para que su diseño sea competitivo, como antecedente se tiene participaciones en el CER Concurso Ecuatoriano de Robótica se pretende llenar cada una de las categorías para aumentar el desarrollo de la robótica dentro de la carrera y representar de buena manera a la prestigiosa Universidad de Guayaquil

Durante la etapa de elaboración se realizó el diseño físico y eléctrico haciendo comparativas al momento de elegir los elementos más convenientes, su esquema fue fabricado mediante tecnología 3D imprimiendo varias partes de su armazón con esta tecnología, se tomó en cuenta la alimentación de manera que fuese la más óptima, además se le implemento el uso de 4 ruedas y 4 motores esto debido a un análisis en el área de la física mediante la mecánica newtoniana y los tipos de locomoción se llegó a la conclusión de sacrificar un poco de potencia por mas tracción, lo que le dará un poco más de tiempo para la toma de decisiones y así tener ventaja sobre los rivales en competencia.

Con respecto a la programación del robot autónomo se utilizó la plataforma de arduino IDE el código elaborado es de fácil interpretación en él se detallan cada una de las partes y funciones que realizan mediante su funcionalidad y configuraciones de velocidad junto a la toma de decisiones y estrategias se verifica que cumpla con los aspectos necesarios y no existan errores en su código.

4.9. Recomendaciones

Se recomienda el estudio y el uso del robot autónomo durante las clases referente a robótica y microcontroladores de tal manera que los alumnos tengan una herramienta física y practica con la cual interactuar.

Cuando se desee realizar algún cambio o mejora en algún prototipo que sea competitivo se recomienda realizar un análisis de cada uno de los elementos a usar tanto en sus características funcionamiento y que tan conveniente es para dicho prototipo se pretende la inclusiones física en robótica pues muchas veces no se toma en cuenta y puede ser muy importante al momento de elaborar un prototipo robótico así como el estudio del prototipo dentro de la competencia y ver mejoras en su rendimiento en comparación a los oponentes

Realizar varias demostraciones en la Facultad de Ingeniera en Teleinformática y así impulsar las competencias dentro y fuera de la Facultad esto servirá como incentivo en cada uno de los estudiantes.

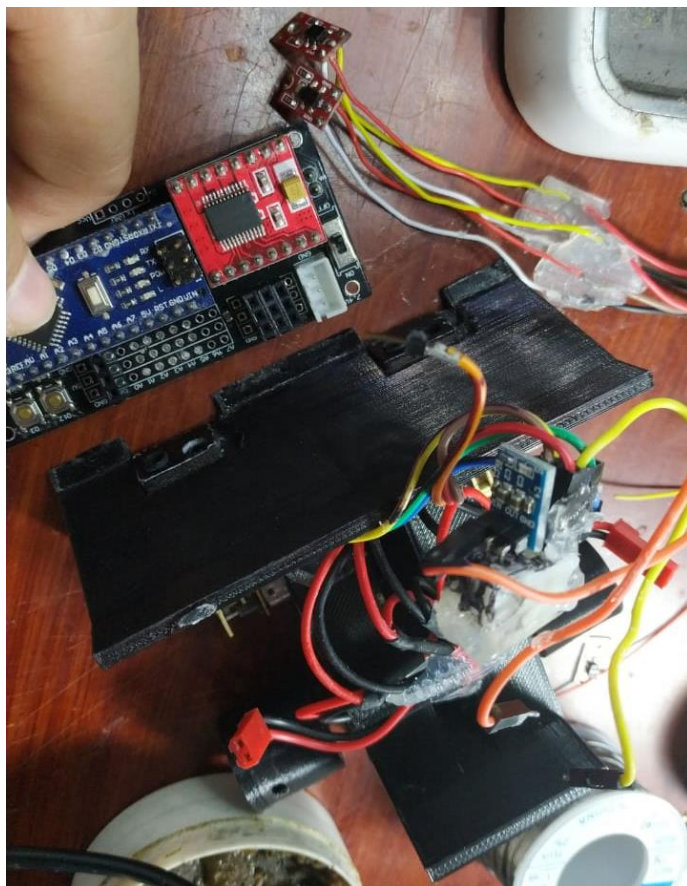
Se tiene en cuenta la calibración de los sensores de línea pues existe un error debido al tiempo, si es de día o de noche necesita ser calibrado como corresponda debido a la alta sensibilidad de estos.

En cuanto al código abierto y su manipulación deja puertas abiertas a su experimentación y cambios de acuerdo con diferentes tipos de robots de carácter similar.

ANEXOS

Anexo 1

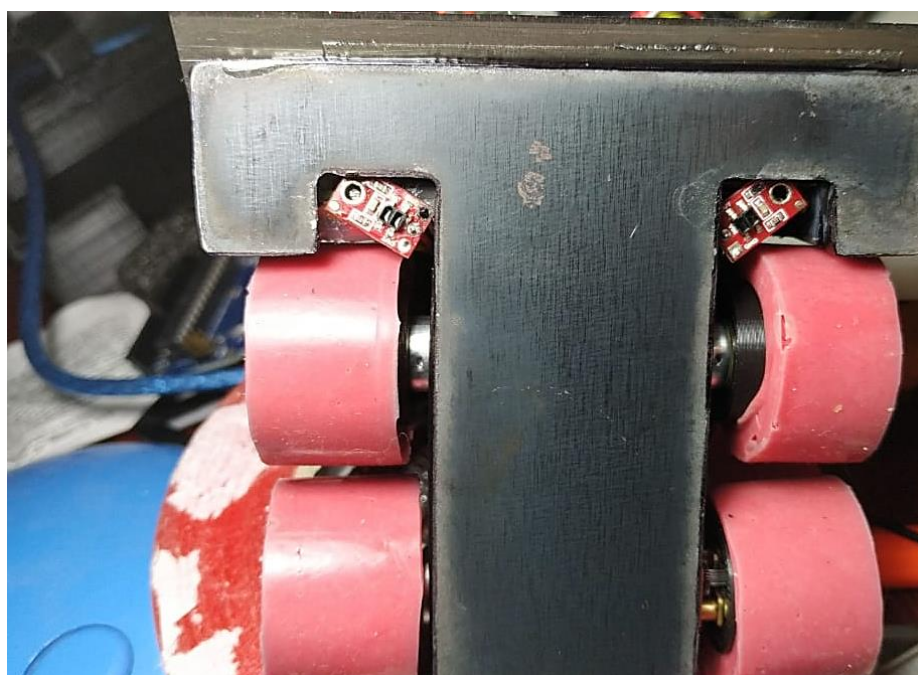
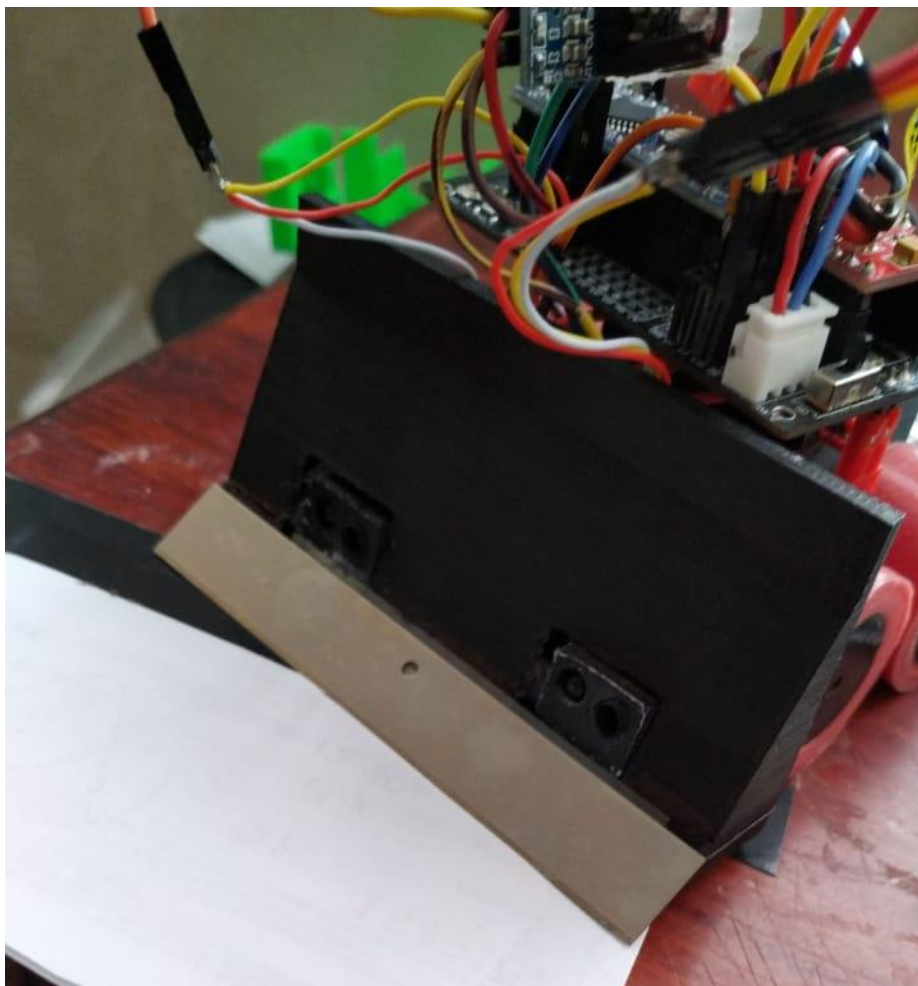
Ensamblaje del robot mini sumo.



Investigación directa. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Anexo 2

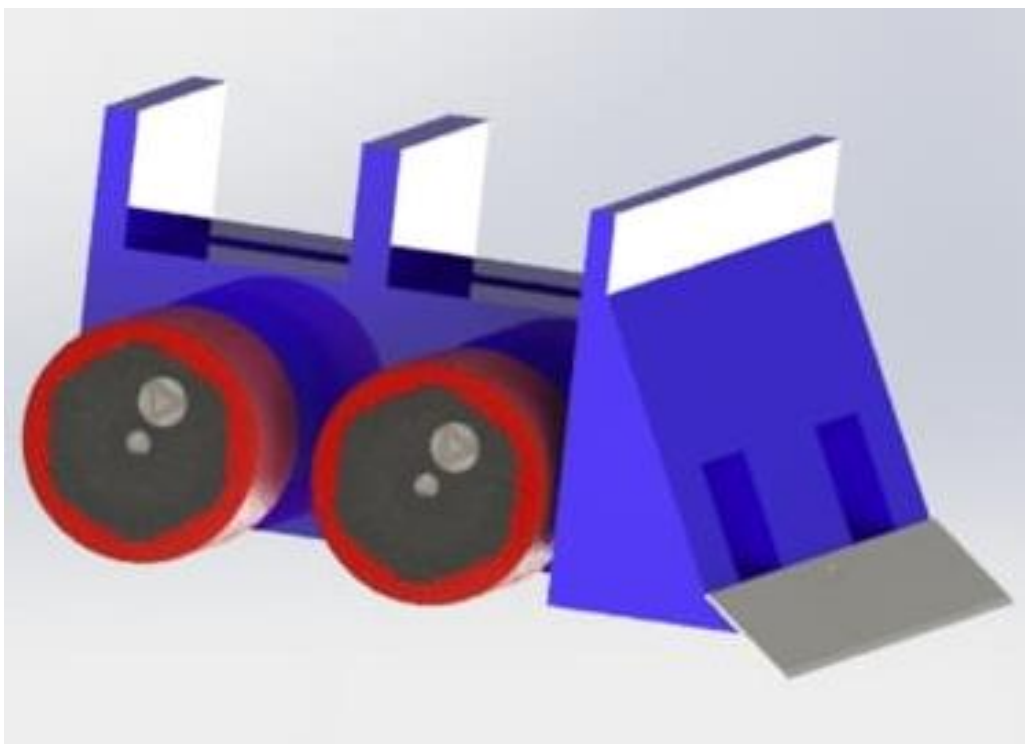
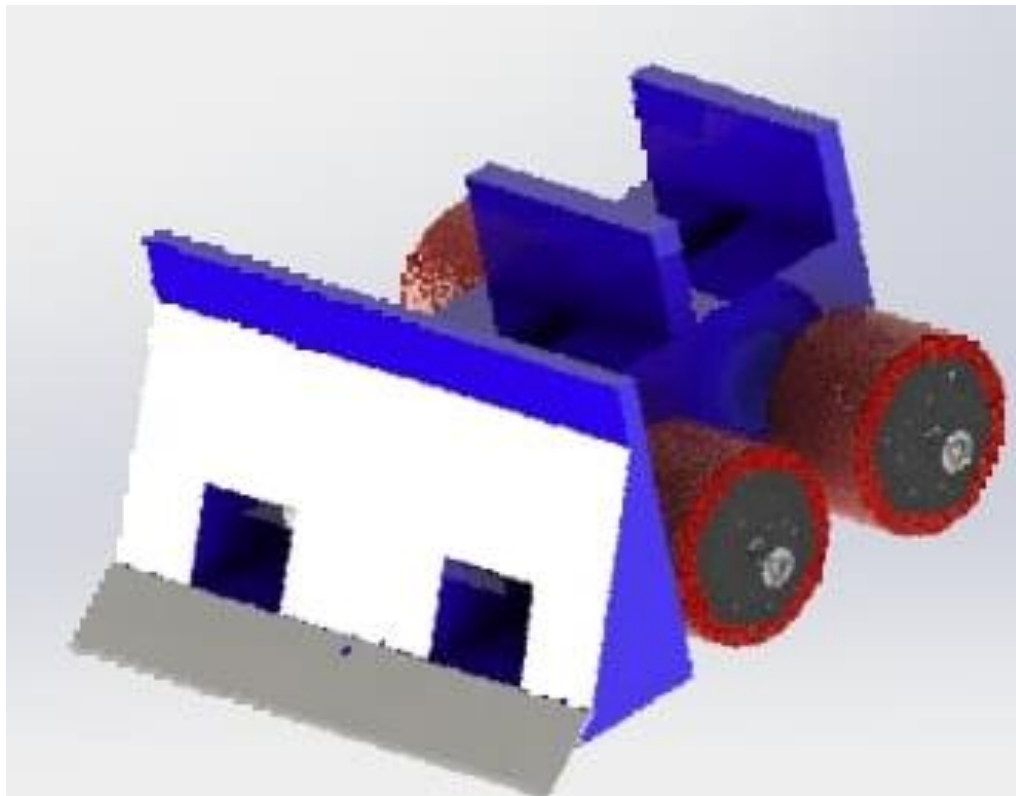
Conexión del robot mini sumo.



Información tomada del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel.

Anexo 3

Diseño del robot



Información del autor. Elaborado por Herrera Morán Joel

Anexo 4

Reglamento Robot sumo CER



Reglamento para la categoría “Sumos Autónomos y RC”

Categorías: Megasumos, Minisumos, Microsumos y Minisumos Jr

Concurso Ecuatoriano de Robótica (CER) 2019

CAPÍTULO 1: DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.1 : Las categorías Sumos consisten en el enfrentamiento de dos robots completamente autónomos o manejados usando RC. Los robots buscarán sacar a su oponente del área de competencia.

Artículo 1.2 : Existe limitaciones en el número de equipos a concursar (2 llaves por cada institución participante). El prototipo deberá tener el número de inscritos acorde a la Tabla I.

Categorías	N° de participantes por prototipo
Megasumo	3
Minisumo	2
Microsumo	2

Tabla I: Número de inscritos por prototipo

Artículo 1.3 : El jurado calificador podrá aplicar en cualquier circunstancia el presente reglamento; y además, tendrá las atribuciones necesarias para decidir cualquier aspecto o eventualidad que no esté contemplada en el mismo.

Artículo 1.4 : Todos los participantes deberán acogerse a lo estipulado en el Reglamento General en cuanto a inscripciones, participación y penalizaciones generales.

Artículo 1.5 : El presente reglamento es una evolución sujeta a mejoras continuas que toma como referencia reglamentos presentados por las universidades anfitrionas en eventos anteriores y concursos realizados a nivel mundial.

Artículo 1.6 : La categoría Jr está abierta únicamente en Minisumo autónomo. Esta categoría está sujeta a todas las características físicas de la categoría Minisumo, con el limitante de edad para participantes menores a 17 años. La categoría RC está abierta para Mega y Mini sumo. La Tabla II muestra el detalle de categorías abiertas.

Categorías	Autónomo	RC	Jr
Megasumo	x	x	
Minisumo	x	x	x
Microsumo	x		

Tabla II: Categorías habilitadas

CAPÍTULO 2: DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL PROTOTIPO

Artículo 2.1 : Los robots Mega sumos, Mini sumos y Micro sumos deberán ser contruidos con materiales resistentes que le permiten soportar las presiones mecánicas de un combate. Todos los robots deberán sujetarse a las especificaciones técnicas detalladas en el presente capítulo.

Artículo 2.2 : En el preámbulo de la competencia los robots deberán ser sometidos a verificación, si el jurado calificador observara el incumplimiento de alguno de los puntos detallados en el Artículo 2.3 se proporcionará un lapso de 5 minutos para realizar las debidas correcciones, si el incumplimiento persiste el robot será descalificado.

Artículo 2.3 : La arquitectura física y el funcionamiento del robot deberán cumplir con los siguientes puntos:

Categorías	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Peso (gr)
Megasumo	20	20	libre	3000
Minisumo	10	10	libre	500
Microsumo	.5	5	5	100

Tabla III: Dimensiones y pesos de los sumos

Artículo 2.4 Alimentación: La fuente de energía para alimentar los circuitos eléctricos de control y los motores del robot será interna, considerándose cualquier tipo de baterías de corriente continua. La duración de las baterías debe ser suficiente para desarrollar perfectamente un combate completo.

Artículo 2.5 Control:

- **Sumo autónomo:** El robot sumo deberá funcionar de manera autónoma, quedando prohibido el uso de cualquier

Anexo 5

Reglamento de robot mini sumo desarrollo de la competencia CER

tipo de radio control o controles que afecten la funcionalidad del oponente. Solo existen mandos inalámbricos "ON/OFF", este tipo de control es para las categorías: Mega, Mini y Micro sumo.

- **Sumo RC:** Se pueden controlar a distancia, controladores 75Mhz están específicamente prohibidos. Todos los controles remotos deben ser pares digitalmente no acoplados. Robots de control remoto comienzan en una señal del juez de pista del torneo. Todo movimiento del robot debe ser directamente debido a la tele operación del operador.

Artículo 2.6 Sujeción: Queda totalmente prohibido que el robot cuente con la existencia de materiales adhesivos, ventosas ni otros sistemas que permitan la sujeción del robot al Dohyo. Los imanes única y exclusivamente están permitidos en la categoría Megasumo.

Artículo 2.7 Expansión: Para la categoría de Megasumo el robot puede expandirse en tamaño después de que comience el asalto, pero no separarse físicamente, debe seguir siendo un solo robot centralizado. Los robots que violen estas restricciones perderán el asalto. Si caen tornillos, tuercas u otras partes del robot con un peso total de menor a 5 gr no causa la pérdida del combate.

Artículo 2.8 Frente y espalda: Los robots Mega, Mini y Micro sumos deberán estar diseñado de tal manera que siempre tenga un frente y una espalda, esta situación deberá ser indicada por parte del equipo en la etapa de **homologación** ante el comité evaluador.

Artículo 2.9 Garantías de seguridad: Los robots Mega, Mini y Micro sumos deberán ser construido bajo ciertas normas y requisitos de tal manera que brinde las garantías de seguridad para los competidores, el jurado, el público en general y el espacio físico donde se desarrolla la competencia. Entendiéndose como requisitos de seguridad los siguientes:

- El robot deberá poseer una llave "ON/OFF" externa o pulsador de emergencia visible y de fácil acceso que lleve a condiciones de paro total al sistema o mediante un mando inalámbrico, solo para la categoría Sumo autónomo es obligatorio el uso de un apagado remoto, debido a la peligrosidad que representa si uno de estos robots se sale de control.
- El prototipo debe ser diseñado para entrar en acción 5 segundos después de que el concursante presione un interruptor de inicio, bajo la indicación del árbitro de la competencia, este intervalo es el llamado Tiempo de Seguridad.
- El robot deberá estar diseñado de tal manera que siempre tenga un frente y una espalda.
- Los robots deberán estar diseñados de tal manera que tengan en su estructura un indicador de luz que señale que están listos para su funcionamiento.

Artículo 2.10 : Cada robot debe poder retirarse su carcasa de manera sencilla para que el jurado pueda verificar la estructura interna y la circuitería de control.

Artículo 2.11 : El microprocesador y/o tarjeta de desarrollo (Arduino, Baby orangután, etc.) del robot podrá ser de cualquier tipo de fabricante, y se podrá usar cualquier tamaño de memoria.

CAPÍTULO 3: DEL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA

Artículo 3.1 : Cada combate de robots Mega, Mini y Micro sumos consiste de tres asaltos con una duración máxima de un minuto cada uno exceptuando el Tiempo de Seguridad, con un tiempo de descanso máximo de un minuto entre cada asalto.

Artículo 3.2 : De acuerdo con las llaves establecidas cada contendiente será llamado al Dohyo para su respectivo enfrentamiento, si transcurridos cinco minutos no se presenta el equipo quedará automáticamente eliminado.

Artículo 3.3 : El jurado calificador observará que los robots cumplan con las especificaciones que se establecen en el Capítulo 2 del presente reglamento, además se observará la funcionalidad del mismo.

Artículo 3.4 : Las dimensiones del área se encuentran especificadas en la Tabla IV considerando las características específicas de combate para cada "Dohyo" según los robots Mega sumos, Mini sumos, Micro sumos y Nano sumos:

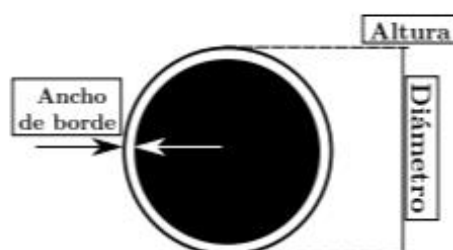


Figura 1: Especificaciones del "Dohyo"

Categorías	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Ancho de borde (cm)	Material (gr)
Megasumo	154,00	5,00	5,00	Metal
Minisumo	77,00	2,50	2,50	Madera
Microsumo	38,50	1,25	1,25	Madera

Tabla IV: Dimensiones de Dohyo para cada sumo

Por motivos de seguridad hacia el participante habrá como mínimo 1 m alrededor del Dohyo, que estará vacío de cualquier obstáculo durante los combates. Este espacio puede ser de cualquier color excepto blanco.

Artículo 3.5 Descalificación: Constituye motivo de descalificación de la competencia los siguientes aspectos:

- Incumplimiento de las especificaciones técnicas.
- El no presentarse en el preámbulo de la competencia tal cual dictamina el Capítulo 4 del reglamento general.

Bibliografía

- Berrocal, J. (2017).** Sitio web. *Construccion seguidor de línea por joaquín berrocal verano 2017*. Consultado el 21 de agosto del 2019. https://issuu.com:https://issuu.com/joaquinin/docs/construccion_seguidor_de_l__nea_por.
- Bermudez, D. (Agosto de 2012).** Artículo científico. Las prácticas de laboratorio en didáctica de las ciencias experimentales, consultado el 1 de agosto del 2019. un lugar idóneo para la convivencia de los diferentes estilos de aprendizaje. Cantabria, España.
- Cedia. (2019).** Sitio web *XV CONCURSO ECUATORIANO DE ROBÓTICA*. Consultado el 21 de agosto del 2019. <https://www.cedia.edu.ec/es/cer-2019>
- Coto, C. B. (2012).** Sitio web. Robot sumo Argos. Consultado el 19 de julio del 2019. recuperado de *argosbot.blogspot.com*. <http://argosbot.blogspot.com/?view=classic>
- FM, Y. (2018).** Sitio web. *Qué es Arduino, cómo funciona*. consultado el 25 de junio del 2019. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- geekfactory. (2018).** Sitio web. *Geek Factory*. Puente H motor dual. Consultado el 25 de julio del 2019- <https://www.geekfactory.mx/tienda/motores-y-controladores/controlador-de-motor-dual-tb6612fng/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010).** Libro. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.
- Lozano, J. C. (17 de agosto de 2014).** Sitio web. Definicion de Robotica. Consultado el 15 de junio del 2019. <https://edukative.es/definicion-robotica-educativa/>
- Morales, M. (2017).** Sitio web. Llantas de silicona P-30. Consultado el 02 de agosto del 2019 teslabem.com: <https://teslabem.com/blog/jsumo/>
- Moriello, S. (10 de octubre de 2005).** Sitio web. *RoBots Inteligentes autonomos son la nueva generacion*. Consultado el 13 de agosto del 2019. https://www.tendencias21.net/Los-Robots-Inteligentes-Autonomos-son-la-nueva-generacion_a744.html
- Rodriguez, M. (19 de 08 de 2013).** Sitio web. *Tipos de investigacion*. Consultado el 20 de junio del 2019. <https://guiadetesis.wordpress.com/2013/08/19/acerca-de-la-investigacion-bibliografica-y-documental/>
- Yanez, D. (2017).** Sitio web. Poblacion estadistica. Consultado el 25 de julio <https://www.lifeder.com/poblacion-estadistica/>
- Yanez. (2017).** Sitio web.tipos de investigacion explicativa. Consultado el 30 de junio del 2019. <https://www.lifeder.com/investigacion-explicativa/>

Vallejo, P. M. (23 de Octubre de 2011). PDF. *Tamaño Necesario de la Muestra* .
Consultado el 21 de agosto del 2019:
<http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>