



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERIA EN TELEINFORMATICA**

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

**ÁREA
TECNOLOGIA APLICADA- ROBÓTICA**

**TEMA
“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE
DE BAJO COSTO PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR
DE LINEA Y LABERINTO.”**

**AUTOR
BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN**

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

GUAYAQUIL, JULIO 2020



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

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



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO Y SUBTÍTULO:		
Prototipo de robot educativo desmontable de bajo costo para competencias de seguidor de línea y laberinto		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Burgos González Henry Esteban	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Plaza Vargas Ángel Marcel / Ing. Castillo León Rosa Elizabeth	
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad Ingeniería Industrial	
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:		
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero en Teleinformática	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de Octubre del 2020	No. DE PÁGINAS: 111
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología Aplicada - Robótica	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	actuadores, hardware, software, autónomo, arduino.	
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):		
<p>El presente trabajo de titulación para la obtención del título de ingeniería en teleinformática, se desarrolló el prototipo “Robot educativo desmontable de bajo costo para competencias de seguidor de línea y laberinto”, enfocado en los estudiantes del quinto a noveno semestre de la carrera de ingeniería en teleinformática con el fin de incentivar el uso de sensores y actuadores, permitiéndoles conocer las herramientas tecnológicas para la creación de robots para que los estudiantes desarrollen sus propios prototipos de bajo costo para que puedan lograr sus objetivos e incursionar en competencias y lograr dejar en alto el nombre de la facultad. La información obtenida es basada en libros, folletos y los diferentes métodos de investigación referente a las tecnologías. En la implementación y la distribución de los elementos en la placa central se realizaron pruebas del hardware y software para su correcto funcionamiento además la programación de Arduino para ejecutar las funciones.</p>		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/> X	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0983888495	E-mail: henry.burgosg@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.-DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE
AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



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

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN**, con C.C. No. **0927383521**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE DE BAJO COSTO PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR DE LÍNEA Y LABERINTO”** “son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Burgos', written over a horizontal line.

BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN
C.C.No. 0927383521

ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



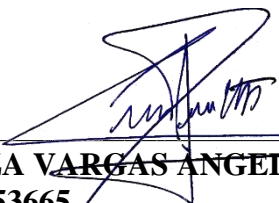
Habiendo sido nombrado **ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **BURGOS GONZALEZ HENRY ESTEBAN**, C.C.: **0927383521**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**.

Se informa que el trabajo de titulación: **“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE DE BAJO COSTO PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR DE LINEA Y LABERINTO”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 5 % de coincidencia.

The screenshot displays the URKUND web interface. On the left, a sidebar shows document details: 'Documento: URKUND.docx (D80608532)', 'Presentado: 2020-10-03 15:10 (-05:00)', 'Presentado por: henry.burgosg@ug.edu.ec', 'Recibido: angel.plazav.ug@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: Urkund - Henry Burgos Gonzalez Mostrar el mensaje completo'. The main area shows a 'Lista de fuentes' (List of sources) with a table of detected sources. Below the table, a summary states: '5% de estas 37 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.' The bottom of the interface shows a preview of the document text, which includes the title 'carrera de ingeniería en telecomunicaciones, además se detalla la propuesta de creación del prototipo robot autónomo seguidor de línea y laberinto.' and a list of components like 'Arduino', 'servomotores', 'módulo pololu', 'sensor infrarrojo', and 'evapor de obstáculos'.

Categoría	Enlace/nombre de archivo	
>	Revision de urkund Tesis Joel Herr...	<input checked="" type="checkbox"/>
	https://docplayer.es/55904604-Univ...	<input type="checkbox"/>
	TESIS_CAPI_CAPII_CAPIII_CAPIV_BO...	<input type="checkbox"/>
	https://docplayer.es/82185587-Escu...	<input type="checkbox"/>
	https://docplayer.es/amp/84554702-...	<input type="checkbox"/>
	https://docplayer.es/54858897-Intro...	<input type="checkbox"/>

<https://secure.orkund.com/view/77116905-793437-854140>


ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MSC.
C.C. 0915953665
FECHA: 28 DE SEPTIEMBRE DEL 2020



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 28 de septiembre del 2020

Sra.

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación
**“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE DE BAJO COSTO
PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR DE LÍNEA Y LABERINTO”** del
estudiante **BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN**, indicando que ha cumplido con
todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del
trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines
pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

ING. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MSC.

C.C. 0915953665

FECHA: 28 DE SEPTIEMBRE DEL 2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 13 de octubre de 2020

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE DE BAJO COSTO PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR DE LINEA Y LABERINTO”** del estudiante **BURGOS GONZALEZ HENRY ESTEBAN**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 16 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

ING. ROSA ELIZABETH CASTILLO LEÓN, MG.

C.C: 0922372610

FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2020

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de Titulación a mis padres, hijos, hermanos y de más familiares con todo cariño les dedico este trabajo, quienes han sido un pilar fundamental para que termine esta carrera, me han sabido brindar todo el apoyo tanto moral como económico, por las palabras de aliento que recibí aun cuando las cosas se complicaban, valió la pena el esfuerzo y sacrificio.

De esta manera he alcanzado el anhelo que tanto he deseado, como alcanzar un título profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón, en primer lugar, a Dios y a la Virgen santísima, que siempre estuvieron a mi lado durante estos años de estudio, iluminando mi mente y mi corazón, dándome la fuerza necesaria para continuar y lograrlo.

A el Ing, Plaza Vargas Ángel Marcel, msc. Y demás maestros que han sido ejemplo de sacrificio, dedicación, generosidad y conocimiento, creo con toda razón que enseñar y amar intensamente sobre la tierra es uno de los más grandes ideales a que aspira el hombre.

A mi abuelita que ya está en el cielo, que supo guiarme y darme los mejores consejos para que sea un hombre de bien, estoy seguro que estará feliz de verme concluir esta carrera.

A la universidad de Guayaquil, por acogerme en esta institución y poder alcanzar una profesión que me realice como persona con un ideal firme y practico.

Índice General

Nº	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El Problema

Nº	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del Problema	. 2
1.2	Formulación del Problema	2
1.3	Sistematización del Problema	3
1.4	Objetivos de la Investigación	3
1.4.1	Objetivo General	3
1.4.2	Objetivos Específicos	3
1.5	Justificación de la Investigación.	3
1.6	Delimitación del Problema	4
1.7	Hipótesis o Primicias de la Investigación	5
1.8	Alcance del Trabajo de Titulación	6
1.8.1	Variables	7

Capítulo II

Marco Teórico

Nº	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la Investigación	8
2.2	Premisas Referente al Marco Teórico	8
2.3	Marco Contextual	8
2.3.1	Evolución de la Robótica	8
2.3.2	Robot Seguidor en Línea	9
2.3.3	Diseño electrónico del robot seguidor de línea	10
2.3.4	Robot Laberinto	11
2.3.5	Generalidades de un Robot seguidor en Línea y Laberinto	11
2.3.6	Robot Autónomo	12
2.4	Marco Conceptual	12
2.4.1	Arduino	12
2.4.2	Sensores	19
2.4.2.2	Sensor infrarrojo evasor de obstáculos IR	20
2.4.3	Sensores para robot laberinto	26
2.4.3.3	Sensor pir hc-sr501	30
2.4.4	Tipos de Motores	31
2.4.5	Tipos de Módulos	34
2.4.6	Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102 – Arduino / PIC	36

		X
2.4.7	Tipos de baterías	38
2.4.8	Impresoras 3D	42
2.4.9	MeshMixer	46
2.5	Marco Legal.	51

Capitulo III

Propuesta

Nº	Descripción	Pág.
3.1	Desarrollo de la Propuesta	53
3.2	Marco Metodológico.	53
3.2.1	Clasificación de la Investigación	53
3.2.2	Investigación Explorativa	54
3.2.3	Investigación Descriptiva	55
3.2.4	Investigación Bibliografica	55
3.2.5	Investigacion explicativa	55
3.2.6	Metodología Causiexperimental.	55
3.2.7	Modalidad de la Investigación	55
3.3	Población y muestra	56
3.4	Resultados	57
3.5	Análisis de las encuestas Online	59
3.6	Evaluacion de Hardware y Software	69
3.7	Factibilidad Técnica	70
3.7.1	Factibilidad Legal	70
3.7.2	Ley Organica de proteccion de Datos	70
3.7.3	Factibilidad Economica	72
3,7.4	Software	72
3.7.5	Hardware	72
3.8	Presupuesto	73
3.9	Evaluar las Placas Controladoras Arduino.	74
3.9.1	Evaluar los sensor Infrarojo evasor de Obstaculos	74
3.9.2	Diseño General del Prototipo Autonomo Seguidor en Linea	75
3.9.3	Armado del diseño tanque seguidor en linea y laberinto	76
3.10	Conclusiones	82
3.11	Recomendaciones	83
	Anexos	84
	Bibliografía	86

Índice de tablas

Nº	Descripción	Pág.
1	Variables	7
2	Tipos de Arduino	14
3	Características de Arduino Mega 2560 R3	17
4	Características de Arduino Micro	18
5	Característica Sensores para robot seguidor de línea	19
6	Características del sensor Infrarrojo	21
7	Características del sensor analógico QTR-8A	23
8	Características Sensor de reflectancia digital (QTR-8RC)	25
9	Comparativa de sensores Infrarrojo	26
10	Especificaciones del sensor Ultrasónico	28
11	Características del sensor ultrasónico	28
12	Características Sensor Sharp GP2Y0A51SK0F	29
13	Características Sensor pir hc-sr501	31
14	Comparaciones de sensores Laberinto	31
15	Especificaciones de Motor Reductor	32
16	Características de motor Reductor.	33
17	Comparación de Modulo Pololu y puente H	36
18	Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102 – Arduino / PIC	37
19	Ejemplos de baterías de Ion Litio	40
20	Características de las baterías Ion Litio	40
21	Clasificación de los tipos de investigación	54
26	La introducción de la robótica en la educación es necesaria?	59
27	¿En la educación básica tiene sentido incluir la robótica?	59
28	¿Considera que la robótica proporciona la integración de varias áreas	61
29	Cree usted que es de gran necesidad que la robótica	71
30	La robótica se debe introducir solo en las materias de tecnologías	72
31	Considera usted que sus compañeros están en capacidad de aprender robotica	73
32	¿Ha participado en algún concurso de robótica en algún momento?	74
33	Le gustaría participar en la formación relacionadas a la robótica?	75
34	Cree usted que sería de gran ayuda tener componentes de robótica	76
Nº	Descripción	Pág.
35	¿Considera importante que los estudiantes conozcan los diferentes lenguajes	77

36	¿Está de acuerdo que por medio de las tecnologías el estudiante	78
37	¿Está de acuerdo que la robótica facilita el trabajo colaborativo?	79
38	El armado de un robot autónomo desmontable despertaría el interés	80
39	¿Obtener un prototipo de bajo costo en los laboratorios	81
40	Tabla de resultados de las encuestas	82

Índice de figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Evolución de la robótica, tomado de	9
2	Diagrama seguidor de línea	10
3	Estructura del robot, tomado de	11
4	Logotipo de plataforma Arduino tomado de	13
5	Arduino Uno	15
6	Arduino mega 2560 R3	16
7	Arduino micro	18
8	Sensor seguidor	20
9	Sensor infrarrojo	21
10	Diagrama esquemático sensor infrarrojo FC-51	21
11	Diagrama esquemático sensor infrarrojo	22
12	Sensor de reflectancia analógico del A4988	22
13	Diagrama esquemático del A4988	23
14	Sensor de reflectancia digital (QTR-8RC)	24
15	Diagrama esquemático del A4988	25
16	Sensor ultrasónico	27
17	Sensor infrarrojo Sharp GP2Y0A51SK0F	29
18	Sharp GP2Y0A02YK0F	30
19	Sensor pir hc-sr501	30
20	Motor reductor	32
21	Diagrama esquemático del A4988	33
22	Motor engranaje	34
23	Motor reductor 20D, tomada de (ANTONIO)	34
24	Puente H Tomado de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)	35
25	Diagrama esquemático del A4988	35
26	Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102	36
27	Encoder	37
28	Cables Dupont Macho a Hembra	38
29	Baterías de Ion Litio	40
30	Baterías de 9 Voltios	41
31	Impresoras 3D	42
32	Impresión por láser	43

N°	Descripción	Pág.
33	Impresión 3D por inyección	43
34	Impresión por deposición de material fundido (FDM)	43
35	Material modelado fundida (FDM)	44
36	Material PLA	44
37	MeshMixer	47
38	Bloques de programación	49
39	Diagrama de Bloques.	51
40	Clasificación de la investigación	54
41	Arquitectura de software del robot seguidor en línea	56
42	Programación del robot	58
43	Arduino Programa tomada	59
44	Impresora 3D	59
45	Autónomo Seguidor en Línea	62
46	Diseño de la pieza,	62
47	Piezas para el armado	63
48	Motores de engranaje armado	63
49	Armado de la base del robot	64
50	Engranaje y orugas en los motores	64
51	Colocación de engranaje y ruliman	65
52	Prueba de armado	65
53	Pruebas de funcionalidad	66
54	Seguidor en línea y Laberinto	67
55	La introducción de la robótica en la educación es necesaria?	68
56	¿En la educación básica tiene sentido incluir la robótica?	69
57	¿Considera que la robótica proporciona la integración de varias áreas	70
58	Cree usted que es de gran necesidad que la robótica debe incluirse	71
59	La robótica se debe introducir solo en las materias de tecnologías	72
60	¿Considera usted que sus compañeros están en capacidad de robot	73
61	¿Ha participado en algún concurso de robótica en algún momento?	74
62	Le gustaría participar en la formación de actividades	75
63	Cree usted que sería de gran ayuda tener componentes de robótica	76
64	¿Considera importante que los estudiantes conozcan lenguajes	77
65	¿Está de acuerdo que por medio de las tecnologías el estudiante	78

66	¿Está de acuerdo que la robótica facilita el trabajo colaborativo?	79
67	El armado de un robot autónomo desmontable despertaría el interés a los alumnos?	80

Índice de Anexos

Nº	Descripción	Pág.
1	Programación en Arduino	86



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



“PROTOTIPO DE ROBOT EDUCATIVO DESMONTABLE DE BAJO COSTO PARA COMPETENCIAS DE SEGUIDOR DE LÍNEA Y LABERINTO”

Autor: BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN

Tutor: ING. PLAZA VARGAS ÁNGEL MARCEL, MSC.

Resumen

El presente trabajo de titulación para la obtención del título de ingeniería en telecomunicaciones, se desarrolló el prototipo “Robot educativo desmontable de bajo costo para competencias de seguidor de línea y laberinto”, enfocado en los estudiantes del quinto a noveno semestre de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones con el fin de incentivar el uso de sensores y actuadores, permitiéndoles conocer las herramientas tecnológicas para la creación de robots para que los estudiantes desarrollen sus propios prototipos de bajo costo para que puedan lograr sus objetivos e incursionar en competencias y lograr dejar en alto el nombre de la facultad. La información obtenida es basada en libros, folletos y los diferentes métodos de investigación referente a las tecnologías. En la implementación y la distribución de los elementos en la placa central se realizaron pruebas del hardware y software para su correcto funcionamiento además la programación de Arduino para ejecutar las funciones.

Palabras Claves: actuadores, hardware, software, autónomo, arduino.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLES)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



“PROTOTYPE LOW DETACHABLE EDUCATIONAL ROBOT FOR LINE
FOLLOWER AND MAZE COMPETENCES”

Author: BURGOS GONZÁLEZ HENRY ESTEBAN

Director: ING. PLAZA VARGAS ÁNGEL MARCEL, MSC.

ABSTRACT

The present work for the degree of engineering in tele-informatics, the prototype "Low-cost detachable educational robot for line follower and maze competitions" was developed, focused on students from the fifth to ninth semester of the engineering degree in tele-informatics in order to encourage the use of sensors and actuators, allowing them to know the technological tools for the creation of robots so that students develop their own low-cost prototypes to achieve their goals and enter competitions and achieve the name of the faculty. The information obtained is based on books, brochures and the different research methods concerning the technologies. In the implementation and distribution of the elements on the central board, the hardware and software were tested for proper operation and the Arduino programming to execute the functions.

Keywords: actuators, hardware, software, stand-alone, arduous.

Introducción

En el desarrollo del presente proyecto de titulación, se propone la implementación de un “Robot Autónomo seguidor en Línea y laberinto” con el fin de incentivar el aprendizaje básico de programación, uso de sensores y actuadores para el armado de prototipos, donde los estudiantes logren obtener mayores conocimientos en la parte lógica, así mismo se incrementa el interés de plantear nuevos diseños de robot.

En la actualidad la creación de robot suele ser de gran importancia ya que son considerados para estudios superiores y hasta pueden ser de gran necesidad para innovar en el ámbito académico e empresarial. Para que los estudiantes se interesen en las tecnologías y la creación de diferentes tipos de robot, es necesario que conozcan los elementos y cada una de las herramientas que son de gran importancia para obtener resultados positivos con lo que se vaya a realizar.

En el capítulo dos se recopila toda la información, en la primera sesión se realiza un repaso de las publicaciones más importantes con respecto al área de la robótica educativa, en la segunda parte del capítulo se profundizan todos los conceptos para atender el área del trabajo que se va a desarrollar.

En el capítulo tres, se muestran las estadísticas de las encuestas que se realizaron a una población de estudiantes del quinto al noveno semestre de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, además se detalla la propuesta de creación del prototipo robot autónomo seguidor de línea y laberinto.

Se muestran todos los componentes entre ellos se encuentra el hardware como son el “Arduino” los servomotores, el módulo polulo, el sensor infrarrojo evasor de obstáculos además de eso se diseñó una placa central para adaptar los componentes.

Se ha desarrollado una guía de recomendaciones e instrucciones dentro de ellas se realizan prácticas por medio de la web, esta se basa en una placa central definida como Bot Care, dicha placa está basada en el módulo central Arduino, uno que conecta los controladores y actuadores mediante la programación simple que se implementara dependiendo que tipo de robot es utilizado.

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del Problema.

En el transcurso de la etapa universitaria de la carrera de Ingeniería en Teleinformática se imparten clases y se desarrollan múltiples proyectos referentes a sistemas, redes eléctricas, electrónica I y II entre otros que conlleva a la carrera, mediante estas materias se obtiene las bases de conocimientos ya sean prácticos o teóricos referentes a la robótica y programación, sin embargo en la facultad no consta con un laboratorio que permita trabajar de forma directa para realizar las prácticas de simulación y la inaccesibilidad a distintos componentes esenciales para las pruebas, esto dificulta el desarrollo y el aprendizaje en la carrera.

Debido a esto se ha implementado un robot autónomo de seguidor en línea y laberinto para impulsar el desarrollo de la robótica en la carrera de ingeniería y además de esto incentivar en las competencias y participación de cursos de robótica a nivel nacional en representación a la Universidad de Guayaquil.

En la actualidad la creación de robot suele ser de gran importancia ya que son considerados para estudios superiores y hasta pueden ser de gran necesidad para innovar en el ámbito académico y empresarial. Para que los estudiantes se interesen en las tecnologías y la creación de diferentes tipos de robot es necesario que conozcan los elementos y cada una de las herramientas que son de gran importancia para obtener resultados positivos con lo que se vaya a realizar.

Con la falta de prototipos en la carrera de Ingeniería en Teleinformática se ve la necesidad de implementar un robot autónomo seguidor en línea y laberinto este sea una de las categorías como es seguidor de línea velocista de combate o sumo entre otras categorías se prevé motivar a los estudiantes que se aficionen en crear prototipos de tal nivel oh mejores, así como la programación de código abierto y promover el desarrollo de diferentes prototipos o estudio de nuevos proyectos ya sean educativos o de competencias para la carrera de ingeniería.

1.2 Formulación del Problema

Existen estudiantes que desean realizar sus prototipos de robótica, pero ante la falta de recursos de ensamblaje sencillo y de una guía o un folleto didáctico de pasos a seguir o

precios excesivos de los elementos que son de importancia para la creación, la falta de un laboratorio adecuado para elaborar los mismos y verificar métodos de pruebas y error con las condiciones que sean óptimas para implementar un prototipo dentro de la carrera, trae como consecuencia dificultades en el avance de diseños que lleguen a quedar inconclusos por falta de recursos esto frenara el desarrollo de la robótica.

1.3 Sistematización del Problema

¿Qué es lo que conlleva a las personas a implementar robots, si no tienen las instrucciones como realizarlos, por ende, no tienen toda la información ni el conocimiento para realizarlo?

¿Se podría evitar elaborar trabajos sin tener conocimientos teóricos ni prácticos en lo que se va a desarrollar?

¿Impedir la manipulación de los elementos sin saber cuál es el funcionamiento del mismo?

Debido al poco conocimiento en la era de la tecnología y sus equipos existen personas que no se sienten capaces de enfrentar a realizar trabajos, la presente propuesta facilita el conocimiento a estudiantes para la creación de robots.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar, prototipo educativo de robot autónomo seguidor de línea y laberinto que ayude al aprendizaje del uso de sensores y actuadores.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el estado del arte de ámbito del proyecto.
- Recopilar información bibliográfica de estudiantes para el proceso de aprendizaje de programación y electrónica.
- Realizar la evaluación de los diferentes sensores y actuadores para la implementación y desarrollo del prototipo.
- Analizar los resultados finales.

1.5 Justificación de la Investigación.

El presente proyecto se basa en diseñar y programar un robot, que está compuesto por diferentes componentes electrónicos que están montados en una placa central, teniendo como finalidad encontrar la salida a un laberinto previamente diseñado la idea es ubicarlo en cualquier punto del laberinto sin ningún tipo de ayuda.

El diseño es capaz de afrontar todo tipo de obstáculos con el fin de encontrar las mejores y posibles rutas con la ejecución del código, para afrontar el problema el robot deberá tomar decisiones pertinentes que sean en unión a las opciones programadas.

Con los obstáculos que se encuentren, se darán libres movimientos del móvil, el robot mediante unos sensores deberá buscar la orientación esto le va a permitir que cuando se encuentre fuera de la ruta del laberinto le impida el avance, el robot realizara movimientos dependiendo a la información que sea procesada que le entregue el micro controladores y así sucesivamente hasta que llegue a su salida.

Se utilizará una placa integrada para la conexión de sus distintas piezas tales como sensores, fuentes de poder, motores entre otros materiales, así como la integración del código de programación en la respectiva placa integrada en la cual se basará la funcionalidad de la misma y dependerá estrictamente la autonomía del robot con que orden fue implementado para que realice las funciones antes mencionadas.

1.6 Delimitación del Problema

El prototipo está basado para la enseñanza de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial carrera de Ingeniería en Teleinformática para que puedan despertar ese interés sobre la tecnología, además de eso existen códigos de programación en Arduino, cableado y como está estructurado el robot que va a realizar esto lograra incentivar a que sus futuros proyectos que realicen sean de grandes resultados para competencias.

Limitaciones al momento de la creación del prototipo ya que es un robot seguidor en línea desmontable con el único objetivo de seguir cualquier laberinto que se le presente ya sea en una competencia o una presentación para demostrar todo lo que es capaz de realizar dicho proyecto.

Se realizará un robot de poca inversión económica, para esto se ha considerado la adquisición de piezas que sean a través de impresoras 3D.

Consta con una fuente de alimentación que se realizara con las baterías de Litio, estas tienen sus características al proporcionar una fuente de voltaje que podrá ser de manera limitante al momento de tomar en cuenta la alimentación de cada uno de sus elementos que requieran de voltaje.

Los robots educativos desmontables de bajo costo para competencias de seguidor de línea y laberinto son diseñados para las funciones con las que se va a desarrollar es decir un prototipo, no es un trabajo final para realizar su comercialización, a futuros proyectos se podrá realizarlo para estudios ya que podrían servir para la colaboración de diversas

formas en la rama de la robótica.

El prototipo está desarrollado con información basada en las tecnologías necesarias para un desarrollado eficaz, aplica con todas las medidas que se pretende analizar y a su vez utilizar para su implementación, así mismo un tiempo promedio para la realización de sus movimientos y resultados finales.

El robot cumple a finalidad con todos los parámetros para la ejecución de todas las tareas que se ira a ejecutar en la pista y la salida de un laberinto previamente diseñado, para esto se realizara una placa donde se va a montar el robot para la demostración del trabajo final donde cada uno hará su funcionamiento de acuerdo para lo que fue elaborado.

Durante el desarrollo lo que se obtiene como resultado es un robot tipo vehículo seguidor en línea y laberinto, como se ha venido planteando desde el inicio y desarrollo de la investigación con la finalidad de obtener resultados positivos.

1.7 Hipótesis o Primicias de la Investigación

Mediante la hipótesis se organiza los conocimientos de manera lógica los cuales se plantea utilizar.

Estos conllevan a ser puntual en los conceptos, es decir conocer con veracidad la problemática de la investigación para encontrar la solución al problema.

Para dar a conocer las premisas de la investigación se realizan ciertas preguntas.

¿Se implementa un robot autónomo de bajo costo que cumpla con los parámetros establecidos de seguidor en línea y laberinto y el diseño de una pista para ejecutar las funciones establecidas?

La creación de este proyecto pretende despertar en los estudiantes el aprendizaje por la robótica por ende la creación de un robot y un conjunto de situaciones didácticas que permiten a los estudiantes construir su propio conocimiento, por otra parte, demanda en el estudiante una mayor actividad de carácter intelectual; y por otro lado pone en juego todas sus características sensoriales al momento del desarrollo.

Se logra desarrollar una guía de instrucciones donde consta el material y el armado al mismo tiempo la programación para realizar las pruebas de error para un buen funcionamiento.

¿Sería de gran importancia medir el icono de los estudios y aprendizaje de las tecnologías así también como la implementación de la electrónica con un recurso lúdico? Debido al avance en el ámbito académico las tecnologías y la electrónica son de gran utilidad que se pueden llevar a cabo y desarrollar todo tipo de investigaciones, para ellos

es necesario buscar indicadores que nos permitan verificar cada aspecto para destacar a cada uno de los personajes; es decir un buen indicador que muestre los atributos más destacados.

La confiabilidad, que es la información que se genera esta tiene que ser tomada de fuentes que estén registradas ya sean folletos o libros para una satisfactoria investigación. Debe estar disponible la información que va a adquirir ya sea de fácil acceso para que resulte más factible el método de estudio y específica para medir o evaluar los objetivos del estudio realizado.

1.8 Alcance del Trabajo de Titulación

El presente proyecto está enfocado en los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, opten por aprender la robótica y desarrollen nuevos temas de investigación, esto hará que elaboren su propio robot y logren participar en competencias de robot o temas de investigación y dejen en alto el nombre de la facultad.

Para esto se recopiló información de diferentes libros y folletos de investigaciones y se tenga una guía de elaboración e instrucciones, además se tomó la muestra de un grupo de estudiantes para determinar la importancia que tiene la robótica en que los estudiantes, sigan creando e innovando para futuros trabajos de investigación.

El diseño es capaz de afrontar todo tipo de obstáculos con el fin de encontrar las mejores y posibles rutas con la ejecución del código, para afrontar el problema el robot deberá tomar decisiones pertinentes que sean de acuerdo a las opciones que se ha realizado en la programación.

Mediante los obstáculos que se le presenten, seguirá las líneas que se irán a dibujar en la pista de recorrido, mediante los sensores cumplirá el recorrido de laberinto y seguidor en línea, dependiendo de lo que se ejecute al momento de rodar en la pista, hasta lograr su salida deseada.

Se utilizará una placa integrada para la conexión de sus distintas piezas tales como sensores, fuentes de poder, motores entre otros materiales, así como la integración del código de programación en la respectiva placa integrada en la cual se basará la funcionalidad de la misma y dependerá estrictamente la autonomía del robot con que orden fue implementado para que realice las funciones antes mencionadas.

1.8.1 Variables

Tabla 1 Variables

DEPENDIENTES	INDEPENDIENTES
El funcionamiento y el óptimo desempeño de acuerdo a los objetivos planteados.	Guías y metodologías para la resolución de problemas y facilidad de elaboración.
Disminución del tiempo empleado para realizar la creación de prototipos.	Disponibilidad en la información referente a guías de aprendizajes
Sistematización a los resultados que vamos a obtener referente a los objetivos.	Aplicaciones y códigos que faciliten la información de aprendizaje.

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

Según (Huertas, 2001) nos explica como la Robótica se concibe de manera en la cual los estudiantes se enfrentan a este mundo de creatividad, de solución de problemas y de diversión, además de estar enfocado en el ámbito educativo para desarrollar nuestras destrezas y habilidades en lo que se refiere a la robótica e inteligencia artificial y a los diferentes lenguajes de programación con los que se va a desarrollar el tema planteado.

Según (Huertas) nos narra que con el pasar de los tiempos se fue perdiendo el temor a conocer más sobre los robots, esto parece ser un tema difícil de estudiar, además de los materiales que tienen sus costos ya que parecía ser un tema difícil de aprender, además de costoso, con respecto a los materiales de tenerlos a la mano para empezar el desarrollo de proyectos que han sido planteados a lo largo de la carrera, y poder ver resultados positivos.

2.2 Premisas Referente al Marco Teórico

El presente capítulo está enfocado en cada uno de los elementos que se mencionara y estos están ligados al marco conceptual para dar una pequeña reseña histórica y sus componentes para que sirva cada uno de ellos y que funciones realizan para que el proyecto sea para grandes competencias, esto quedara planteado para que los estudiantes de la carrera quieran realizar robots de competencias.

2.3 Marco Contextual

2.3.1 Evolución de la Robótica

Según (García) nos narra, en la tecnología a nivel mundial se ha venido involucrando la robótica como estrategia pedagógica por ser una ciencia que se apoya diversas disciplinas, debido a esto varios institutos educativos encuentran en la robótica educativa la metodología perfecta para enseñar 12 diferentes áreas entre ellas la informática.

Debido a que en los últimos años se ha ido perdiendo el interés en los estudiantes por la robótica, para solucionar este problema grandes universidades y colegios han decidido implementar la robótica en los cursos de introducción, debido a que cada estudiante pueda tener un robot personal de tamaño reducido con el cual aprendan los fundamentos básicos.

Según (PLÚA) en su folleto nos explica, una de las ventajas principales de los sistemas robotizados son el aumento de la productividad, alta flexibilidad, excelente calidad y

sobre todo, la mejora en la seguridad, además de mejorar la calidad del trabajo y la educación para mejorar la calidad de vida.

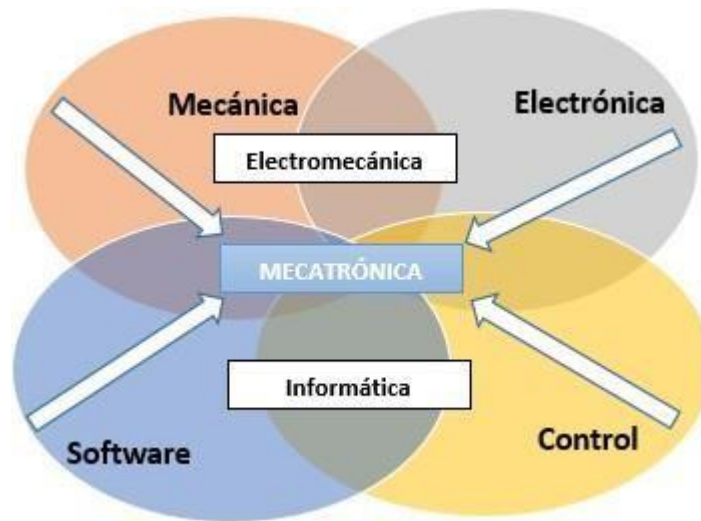


Figura 1 Evolución de la robótica, tomado del libro electrónica, investigación directa

Según (Tapiero) en su proyecto nos explica un robot autónomo se puede clasificar de diferentes maneras según su operación, la cual puede ser manual y teledirigida ya sea por una persona o automática en la que el robot debe cumplir ciertos propósitos que estén basados únicamente en su programación.

Según (SANTIAGO, 2012) en su folleto de electrónica nos explica que un robot es una máquina que tiene forma humana y realiza tareas, también podemos decir que se puede manipular de forma multifuncional y programable diseñado para seguir laberintos y seguidor en línea todo esto se permite por medios de sensores para detectar la proximidad y de la forma que sea programado para que cumpla sus funciones.

2.3.2 Robot Seguidor en Línea

Según (Martínez) nos narra en su libro de robótica que estos robots se caracterizan porque son capaces de seguir un camino trazado por una línea. Esta línea normalmente es de un color que contrasta con el color del resto del suelo, es decir, si la línea es negra, el suelo será blanco, y viceversa.

Debido a su facilidad de implementación, estos robots son los que normalmente se utilizan para introducirse en la robótica, y se les suele llamar el “Hello World” de los robots, siguiendo la analogía con el “Hello World” típico de los lenguajes de programación (ORTIZ, 2015).

La gran virtud de esta configuración es que se puede realizar de múltiples maneras, y por tanto, pueden ser tan complicados como la persona que los realice quiera. Es decir, se pueden diseñar robots que funcionen con electrónica analógica y digital, utilizando lógica combinacional o amplificadores operacionales, hasta utilizar un microprocesador de última generación. Usualmente estos diseños suele utilizar microprocesadores de 8 o 16 bits (DAVID, 2015).

Al ser tan fáciles de montar, existen multitud de competencias que fomentan el desarrollo y mejora de los robots, añadiendo dificultades diversas que hagan que se tenga que diseñar un robot lo más versátil y veloz posible.

2.3.3 Diseño electrónico del robot seguidor de línea

Según (DIEGO) en su folleto nos explica El robot seguidor de línea está conformado de varios sistemas, los cuales se han pensado para que el robot tenga un buen desempeño, para que sea fácil su interacción con él y que la implementación de nuevos algoritmos como su depuración se la pueda hacer de manera eficiente.

El robot, como se lo puede ver en la Figura 2 está compuesto de un sistema de control, de un sistema sensorial en el cual están los encoders, sensores de línea y medición de batería, un sistema de periféricos de entrada, salida y un controlador de potencia con el cual se accionan los motores (CAICEDO, 2016).

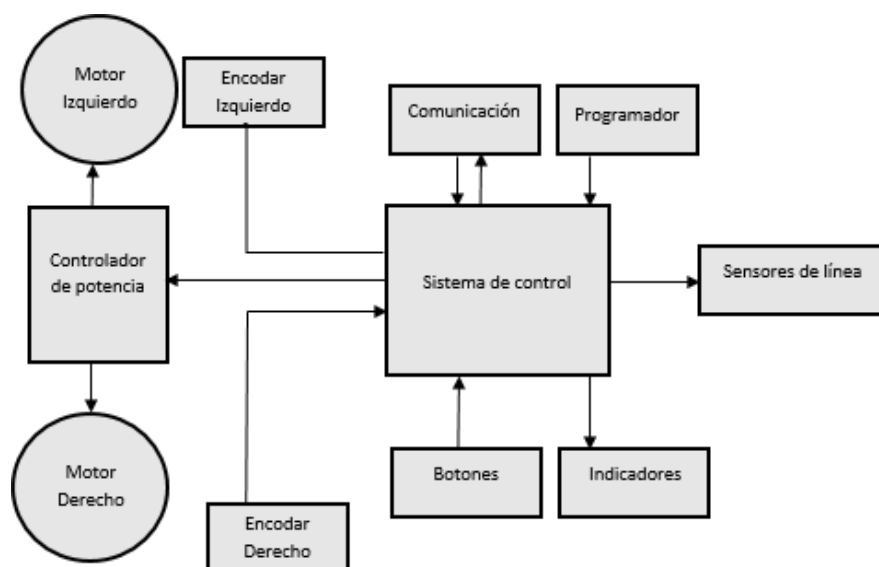


Figura 2 Diagrama seguidor de línea, elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

2.3.4 Robot Laberinto

Según (Antonio) en su folleto de robótica nos explica que esta categoría, el prototipo es autónomo y debe enfrentarse a la tarea de salir de un laberinto; al robot se lo ubica en la entrada de éste y el prototipo debe ser capaz de encontrar su salida en un tiempo máximo preestablecido. Según (Edwin) en su folleto de prácticas nos dice que el robot Laberinto como su nombre lo indica, consiste en resolver el laberinto en el menor tiempo posible. El robot es ubicado en el punto de partida, y éste, utilizando su autonomía deberá encontrar la salida opuesta. A continuación, se describe un robot diseñado de forma casi redonda para evitar los atascos entre las paredes del laberinto, que a su vez se apoya sobre dos ruedas loca que le permite girar fácilmente sobre su propio eje con la finalidad de avanzar, y no requiere de la participación de ningún dispositivo o persona en cuanto a su sistema de control y alimentación se refiere.

En la presente figura mostramos como está constituido nuestro robot y las piezas que vamos a utilizar para la implementación del prototipo seguidor en línea y laberinto.

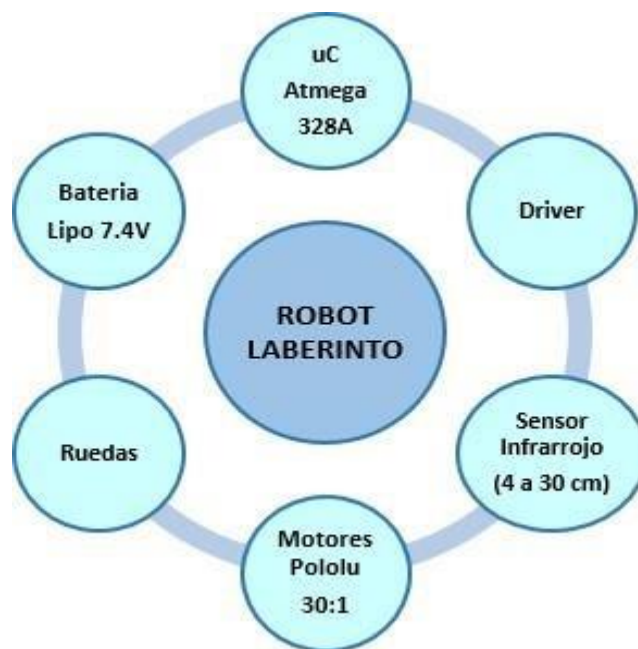


Figura 3 Estructura del robot, tomado del libro electrónica, investigación directa

2.3.5 Generalidades de un Robot seguidor en Línea y Laberinto

Según (SOTOMAYOR) La robótica pone a prueba los conocimientos de los estudiantes al momento de diseñar y construir un prototipo, ya que al ser un área interdisciplinaria hay que tomar en cuenta muchos factores primero a nivel de hardware, como los siguientes:

- Sistema de locomoción
- Sensores

- Actuadores
- Baterías
- Ruedas
- Peso del prototipo

Y luego en el software, ya que hay que desarrollar un programa que controle al robot, tomando información del entorno por medio de los sensores, para luego procesarla y tomar decisiones, las cuales son enviadas a los actuadores para cumplir con la tarea para la cual el robot fue construido.

(GONZALO) Con respecto a lo que se refiere el robot seguidor en línea velocista lo primero que debemos tomar en cuenta es que se detecte una línea, es decir dónde está la línea con respecto al robot. Para esto vamos a utilizar sensores infrarrojos que están formados por un led y fototransistor, el diodo led emite una radiación en el espectro y están incidentes en el suelo y se da una reflexión, la cual es captada por el transistor y la cantidad de reflexión depende del color del suelo.

Para trabajar con estos se debe hacer el circuito correspondiente tanto para el emisor como para el receptor, si uno mismo se los va a diseñar; pero también hay placas de sensores comerciales que se puede adquirir

2.3.6 Robot Autónomo

Los robots autónomos tienen la capacidad de obtener información en su entorno y cumplir con la tarea establecida sin intervención de un agente externo en base a la información que recibe mediante la utilización de sensores.

Una característica relevante de un robot autónomo es poseer una fuente propia de energía, por lo general la alimentación proviene de baterías recargables para que de este modo la autonomía de los prototipos sea limitada por la capacidad.

Un robot autónomo tiene la capacidad de, obtener información del entorno, trabajar en entornos desconocidos, moverse sin ayuda humana, tener una fuente propia de energía, cuando se trata de torneos de categoría de robots autónomos serían robot seguidor en línea y robot laberinto entre otros.

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 Arduino

Según (Ferro) Arduino es una plataforma electrónica enfocada a la creación de prototipos mediante el uso de hardware y software dinámicos y con una curva de aprendizaje asequible. Es una plataforma open source, es decir, es una plataforma libre, se

puede utilizar para hacer cualquier proyecto sin la necesidad de tener ninguna licencia y se puede modificar libremente. El lenguaje de programación Arduino está basado en Wiring y el entorno de desarrollo en Processing.



Figura 4 Logotipo de plataforma Arduino tomado del libro plataforma de arduino, investigación directa

La plataforma Arduino presenta múltiples ventajas:

- **Accesible:** una placa Arduino puede ser adquirida por un precio muy razonable 20-30 euros y además están disponibles en multitud de tiendas y portales en internet. Si fuera el caso, te puedes construir tu propia placa ya que es una plataforma libre y los planos y esquemáticos están colgados en su página web (FERRO, 2002).
- **Plataforma libre:** el hecho de que sea open source hace que no sea necesario ninguna licencia para su uso y que se puede modificar cualquier componente sin ningún problema.
- **Comunidad:** el hecho de que sea una plataforma libre hace que exista una gran comunidad de usuarios detrás, desde profesionales del sector a usuarios por hobby personal. Esta comunidad aporta multitud de ventajas ya que se pueden encontrar múltiples consejos, alternativas, foros con dudas, tutoriales y existe una gran cooperación entre los usuarios de Arduino (PABLO, 2016).
- **Multidisciplinar:** los productos Arduino se pueden usar en campos tan diversos como la robótica, automatización de sistemas, programación de otros microcontroladores, control de actuadores.
- Además, se usa desde un nivel profesional o de empresa hasta en pequeños robots para la iniciación de los jóvenes en la programación. Dentro de la gama de productos de la familia Arduino podemos encontrar múltiples y diferentes alternativas tanto de placas, como de shields y de accesorios. Si nos atenemos a

nuestro proyecto, necesitamos una placa de reducido tamaño, con un módulo de entradas y salidas considerable, con un puerto serie UART y que trabaje a 5V.

Según (FERRO) La placa más utilizada y adecuada para proyectos estándar en los que no se necesitan excesivas entradas/salidas y en los que el tamaño de la placa no es un factor crucial es la placa Arduino UNO. Dentro de las placas de reducido tamaño y de propósito general se encuentra la Arduino Nano y la Arduino Pro Mini. A continuación, se compara estas 2 placas con la Arduino Uno para poder analizar cual se adapta mejor a nuestras necesidades.

Tabla 2 Tipos de Arduino

	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Pro Mini
Procesador	ATmega328	ATmega328	ATmega328
Voltaje Operación Alimentación	5V/7-12V	5V/7-12V	5V/7-12V
Velocidad CPU	16MHz	16MHz	16MHz
Analog IN/OUT	6/0	8/0	6/0
Digital IO/OUT	14/6	14/6	14/6
USB	Normal	Mini-B	-
UART	1	1	1

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.1.1 Arduino Uno

Según (HIDALGO) en su folleto de electrónica nos habla de Arduino Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM), 6 entradas analógicas, un 16 MHz resonador cerámico, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio.

Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

(PATRICIO, 2012) En lugar de ello, cuenta con la Atmega16U2 (Atmega8U2 hasta la versión R2) programado como convertidor USB a serie de la junta Uno tiene una resistencia tirando de la línea 8U2 HWB a tierra, por lo que es más fácil de poner en modo DFU de la Junta tiene las siguientes características nuevas: pinout: SDA añadido y pines SCL que están cerca al pin AREF y otros dos nuevos pasadores colocados cerca del pin

RESET, la instrucción IOREF que permiten a los escudos para adaptarse a la tensión suministrado desde la pizarra.

En el futuro, escudos serán compatibles tanto con el tablero que utiliza el AVR, que funciona con 5V y con el Arduino Due que funciona con 3.3V. El segundo es un pin no está conectado, que se reserva para usos futuros (HIDALGO).

- Circuito de rearme fuerte.
- ATmega 16U2 sustituir el 8U2.



Figura 5 Arduino Uno adaptada de (Guacho, 2015)

2.4.1.2 Fuente de alimentación

Según (Garcia) El Arduino Uno puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

Externa (no USB) de potencia puede venir con un adaptador de corriente alterna a corriente continua (pared-verruga) o la batería. El Adaptador se puede conectar al conector de una clavija de 2.1mm-positivo en Jack de alimentación de la placa. Conduce de una batería se pueden insertar en los encabezados de pines GND y VIN del conector de alimentación.

La junta puede operar en un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se proporcionan menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede proporcionar menos de cinco voltios y el tablero puede ser inestable. Si se utiliza más de 12V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango que se recomienda para las pruebas es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son como sigue:

- VIN: La tensión de entrada a la placa Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (en lugar de 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente

de alimentación regulada). Se puede suministrar tensión a través de esta clavija, o, si el suministro de tensión a través de la toma de poder, acceder a través de esta clavija.

- 5V: Este pin como salida de 5V regulada por el regulador en el tablero. La junta se puede suministrar corriente, ya sea a partir de la entrada de alimentación (7-12V), el conector USB (5V), o pin VIN de la junta (712V). El suministro de tensión a través de los pines de 5V o 3.3V no pasa por el regulador, y puede dañar la placa. No se lo aconsejo
- 3.3V: Una tensión de alimentación 3.3 generado por el regulador de abordo. Consumo de corriente máxima es de 50mA.

GND: Pins de tierra.

Según (Arialdel) en su folleto de robótica nos explica que arduino es una gran herramienta para desarrollar objetos interactivos, tomando entradas de una variedad de interruptores o sensores y controlar una variedad de luces, motores y otros productos. Los proyectos de Arduino pueden ser independientes o se pueden conectar a un ordenador mediante USB.

2.4.1.3 Arduino Mega 2560 R3

Según (Pololu) en su folleto de electrónica nos habla sobre Arduino Mega 2560 R3, el sucesor del Arduino Mega, es una placa de microcontrolador basada en un microcontrolador ATmega2560 AVR. Tiene 70 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM y 16 se pueden usar como entradas analógicas), un resonador de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una programación del sistema en circuito (ICSP) encabezado y un botón de reinicio. Arduino tiene una extensa comunidad de soporte, lo que hace que sea una forma muy fácil de comenzar a trabajar con la electrónica integrada



Figura 6 Arduino mega 2560 R3 tomado de (Polulu, Robotica y electronica , 2002)

El Mega 2560 se diferencia de la Mega anterior en que no utiliza el chip controlador FTDI USB a serie. En cambio, cuenta con un ATmega16U2 programado como un

convertidor de USB a serie. Este micro controlador auxiliar tiene su propio cargador de arranque USB, que permite a los usuarios avanzados reprogramarlo.

La revisión R3 de Arduino Mega agrega pines SDA y SCL junto al AREF. Además, hay dos nuevos pines colocados cerca del pin RESET. Uno es el IOREF que está destinado a permitir que los escudos se adapten al voltaje proporcionado por la placa. El otro no está conectado y está reservado para fines futuros. El Mega 2560 R3 funciona con todos los escudos existentes, pero puede funcionar con nuevos escudos que usan estos pines adicionales.

Tabla 3 Características de Arduino Mega 2560 R3

Características	
Micro controlador	ATmega2560
Voltaje de funcionamiento	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Pines de E / S digitales	70 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16 *
Corriente CC por pin de E / S	40 mA
Corriente CC para pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	256 KB de los cuales 8 KB utiliza el gestor de arranque

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.1.4 Arduino Micro

Según (Polulo) Arduino Micro es una placa de micro controlador basada en ATmega32U4, desarrollada en conjunto con Adafruit. Tiene 24 pines de entrada / salida digital (de los cuales 7 se pueden usar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, un conector micro USB, un encabezado de programación del sistema en circuito (ICSP) y un reinicio botón. Contiene todo lo necesario para soportar el micro controlador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable Micro USB (no incluido) para comenzar. Los encabezados están dispuestos con un espaciado de 0.1 " para compatibilidad con placas de prueba y perfboards sin soldadura estándar y conectores que usan una cuadrícula de 0.1 ".

También se encuentra con controladores programables A-Star que se basan en los mismos micro controladores ATmega32U4 que Arduino Micro y Leonardo y se envían

con cargadores de arranque compatibles con Arduino. Los A-Star 32U4 Minis son del mismo tamaño que el Arduino Micro pero ofrecen una serie de ventajas, incluidos reguladores de conmutación integrados que les permiten operar de manera eficiente en un rango de voltaje mucho más amplio (el Mini ULV puede operar hasta 0.5 V, el LV funciona con voltajes por encima y por debajo de 5 V, y el SV funciona hasta 40 V), y el A-Star 32U4 Micro es una alternativa aún más pequeña y de menor costo.

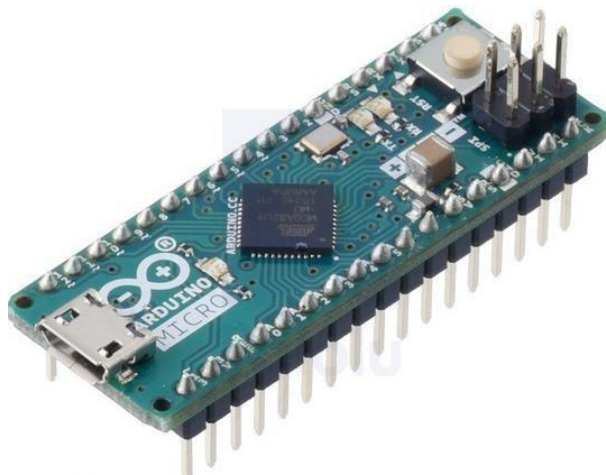


Figura 7 Arduino micro tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

Arduino Micro tiene 24 líneas de E / S disponibles en total; todos pueden funcionar como líneas de E / S digitales y doce de ellos pueden utilizarse como entradas analógicas.

Tabla 4 Características de Arduino Micro

Característica de Arduino Micro	
Micro controlador	ATmega32U4
Voltaje de funcionamiento	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Pines de E / S digitales	24 (de los cuales 7 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	12
Corriente CC por pin de E / S	40 mA
SRAM	2,5 KB
Corriente CC para pin de 3.3V	50 mA

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.2 Sensores

2.4.2.1 Sensores para robot seguidor de línea

Según (ANTONIO) en lo que se refiere al robot seguidor de línea lo primero que se debe hacer es detectar la línea, es decir, saber en dónde está la línea con respecto al robot.

Para esto se usa sensores infrarrojos que están formados por un led y un fototransistor, el diodo led emite una radiación en el espectro de los infrarrojos, esta incide en el suelo y se da una reflexión, la cual es captada por el fototransistor, la cantidad de reflexión depende del color del suelo.

Para trabajar con estos se debe hacer el circuito correspondiente tanto para el emisor como para el receptor, si uno mismo se los va a diseñar; pero también hay placas de sensores comerciales que se puede adquirir.

Estos sensores se los puede trabajar en forma digital o en forma analógica, esto depende del tipo de estimación que se vaya realizar (forma de detectar la posición del robot con respecto a la línea) y de los elementos que se dispone para la construcción del robot. A continuación se va a ver algunos sensores comerciales. (ANTONIO).

línea para que realices aplicaciones de detección de línea, este módulo también es compatible con cualquier Microcontrolador que posea un pin de 5 Volts. Este módulo sensor seguidor de línea de infrarrojo está basado en el TCRT5000, posee un Potenciómetro de ajuste de sensibilidad e indicadores LED para la energía y la detección.

Tabla 5 Característica Sensores para robot seguidor de línea

Características	Especificaciones
Señal de salida: nivel TTL	Voltaje de funcionamiento: 3.3V ~ 5V DC
Ajuste: ajustar el potenciómetro	distancia de detección: 2-40 mm
Salida digital.	Comparador IC: LM393
Adaptador para tornillo	Sensor IR: TCRT5000L
Dimensiones: 4,2x1,1x1,1 cm	

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Los sensores se alimentan aplicando de 2,5 V a 5,5 V a la mitad de los tres pines a lo largo del borde corto de la placa (con la etiqueta "PWR" en la serigrafía). Cuando se detecta un aplauso, el colector abierto OUT se baja durante 40 ms y el LED azul en la placa parpadea. Dado que el pin de salida es un colector abierto, se requiere un pull-up

externo para hacerlo alto de forma predeterminada. Consulte la guía de conexión del sensor (79k pdf) para obtener más información.



Figura 8 Sensor seguidor tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

2.4.2.2 Sensor infrarrojo evasor de obstáculos IR

Según(ALEXANDER) Un detector de obstáculos infrarrojo es un dispositivo que detecta la presencia de un objeto mediante la reflexión que produce en la luz. El uso de luz infrarroja (IR) es para que esta no sea visible a simple vista para las personas.

Constitutivamente son sensores sencillos. Se dispone de un LED emisor de luz infrarroja y de un fotodiodo (tipo BPV10NF o similar) que recibe la luz reflejada por un posible obstáculo.

Este tipo de sensores actúan a distancias cortas, típicamente de 5 a lo 20mm. Además, la cantidad de luz infrarroja recibida depende del color, material, forma y posición del obstáculo, por lo que no disponen de una precisión suficiente para proporcionar una estimación de la distancia al obstáculo.

Según (Llamas) pese a esta limitación son ampliamente utilizados para la detección de obstáculos en pequeños vehículos o robots. Su bajo coste hace que sea frecuente ubicarlos en el perímetro, de forma que detectan los obstáculos en varias direcciones.

También son útiles en otro tipo de aplicaciones como, por ejemplo, detectar la presencia de un objeto en una determinada zona, determinar una puerta está abierta o cerrada, o si una máquina ha alcanzado un cierto punto en su desplazamiento.

La parte sensorial de un robot es muy importante, para su buen funcionamiento se necesita sensores, en el caso de este proyecto, para la detección de la línea, para la detección de obstáculos, sensores para medir la distancia que se ha recorrido, etc. Por lo que se necesita hacer una buena elección de los sensores a utilizarse.

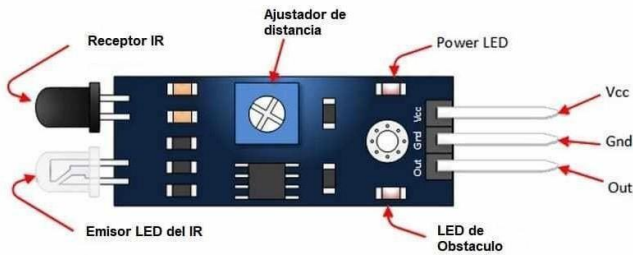


Figura 9 Sensor infrarrojo tomada de

El umbral de disparo debe ser calibrado acercando un objeto al detector de obstáculos y regulando la salida digital con el potenciómetro. Las especificaciones técnicas del módulo infrarrojo se detallan en la Tabla.

Tabla 6 Características del sensor Infrarrojo

Número de modelo	IR mod 01
Ángulo de cobertura	35°
Voltaje de funcionamiento	3.0V-6.0V
Rango de tensión	2cm – 100cm (ajustable con el potenciómetro)
PCB tamaño	3.1cm x 1.4 cm
Dimensión total	4.5cm x 1.4cm x 0.7cm
Nivel de salida de discriminación	Salidas de nivel lógico bajo cuando se detecta obstáculo.
En active nivel de salida	Salidas de nivel lógico alto cuando se detecta obstáculo
Consumo actual	3.3V:-23mA 5.0V:-43mA

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

A continuación, se mostrará el esquema del sensor infrarrojo como están conectados los pines.

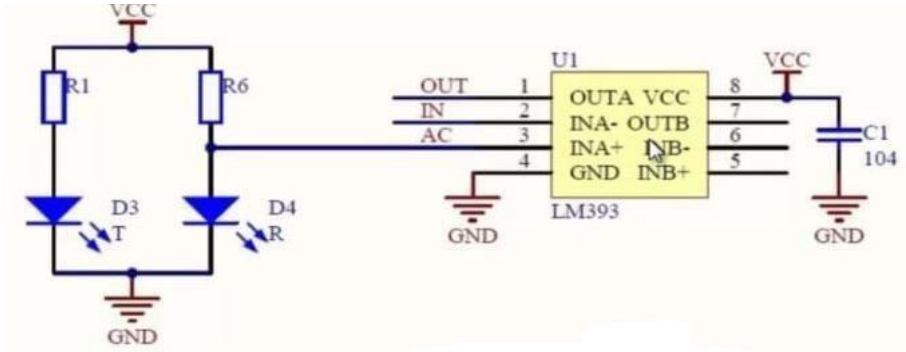


Figura 10 Diagrama esquemático sensor infrarrojo FC-51 tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

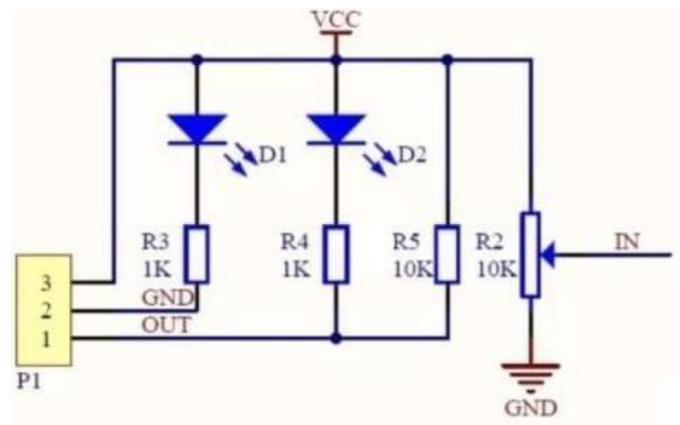


Figura 11 Diagrama esquemático sensor infrarrojo FC-51 (Pololu, Robotica y Electrónica , 2002)

2.4.2.3 Sensor de reflectancia analógico (QTR-8A)

Según (ANTONIO) En su página de electrónica nos comenta que es un conjunto de sensores de reflectancia QTR-8A está diseñado como un sensor de línea, pero se puede utilizar como un sensor de proximidad o reflectancia de uso general. El módulo es un portador conveniente para ocho pares de emisor y receptor de infrarrojos (fototransistor) espaciados uniformemente a intervalos de 0.375 "(9.525 mm).

Cada fototransistor está conectado a una resistencia pull-up para formar un divisor de voltaje que produce una salida de voltaje analógica entre 0 V y VIN (que suele ser 5 V) en función del IR reflejado. Un voltaje de salida más bajo es una indicación de una mayor reflexión. El módulo QTR-8A posee 8 sensores infrarrojos, cada sensor proporciona una salida de voltaje por separado. Este módulo de sensores se lo debe leer de forma analógica.

El fabricante de estos sensores da la facilidad de usar librerías de Arduino para la adquisición de la señal de voltaje.

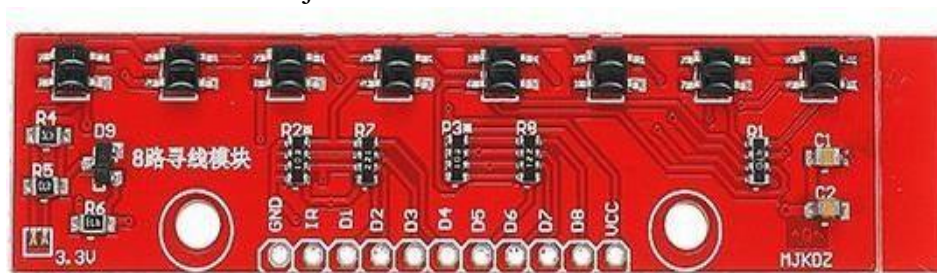


Figura 12 Sensor de refletancia analógico del A4988 tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

Tabla 7 Características del sensor analógico QTR-8

Dimensiones	2.95 "x 0.5" x 0.125 "(sin clavijas de cabezal instaladas)
Voltaje de funcionamiento	3,3-5,0 V
Formato de salida	100 mA
Formato de salida	8 voltajes analógicos
Distancia de detección óptima	0,125 "(3 mm)
Distancia de detección máxima recomendada	0,25 "(6 mm)
Peso sin clavijas de cabezal	0,11 oz (3,09 g)

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Las salidas son todas independientes, pero los LED están dispuestos en pares para reducir a la mitad el consumo de corriente. Los LED están controlados por un MOSFET con una puerta normalmente elevada, lo que permite que los LED se apaguen configurando la puerta MOSFET a un voltaje bajo. Apagar los LED puede resultar ventajoso para limitar el consumo de energía cuando los sensores no están en uso o para variar el brillo efectivo de los LED a través del control PWM.

Las resistencias limitadoras de corriente LED para funcionamiento a 5 V están dispuestas en dos etapas; esto permite un bypass simple de una etapa para permitir el funcionamiento a 3,3 V. La corriente del LED es de aproximadamente 20-25 mA, lo que hace que el consumo total de la placa sea inferior a 100 mA. El diagrama esquemático del módulo se muestra a continuación.

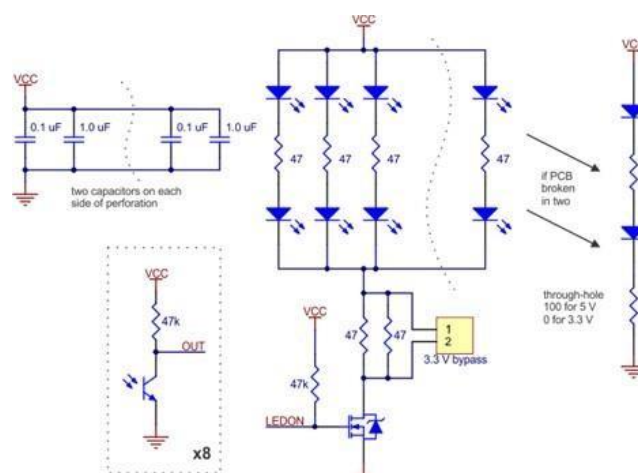


Figura 13 Diagrama esquemático del A4988 tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

2.4.2.4 Sensor de reflectancia digital (QTR-8RC)

(Polulo) Este módulo de sensor tiene 8 pares de LED / fototransistor IR montados en un paso de 0.375 ", lo que lo convierte en un excelente detector para un robot de seguimiento de línea. Los pares de LED están dispuestos en serie para reducir a la mitad el consumo de corriente, y un MOSFET permite girar los LED. Apagado para opciones adicionales de detección o de ahorro de energía. Cada sensor proporciona una salida digital de E / S medible separada.

2.4.2.4.1 Descripción funcional

El conjunto de sensores de reflectancia QTR-8RC está diseñado como un sensor de línea, pero se puede utilizar como un sensor de proximidad o reflectancia de uso general. El módulo es un portador conveniente para ocho pares de emisor y receptor de infrarrojos (fototransistor) espaciados uniformemente a intervalos de 0.375 "(9.525 mm). Usted luego puede leer la reflectancia retirando ese voltaje aplicado externamente en el pin OUT y cronometrando cuánto tiempo tarda el voltaje de salida en decaer debido al fototransistor integrado.

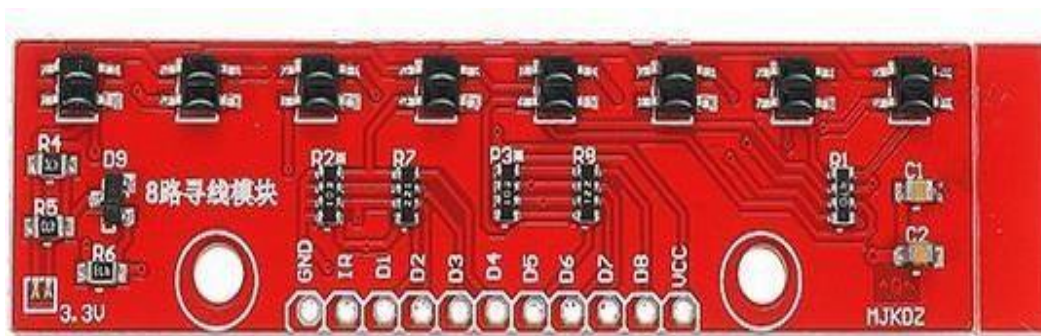


Figura 14 Sensor de reflectancia digital (QTR-8RC) Tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

El módulo QTR-8RC tiene ocho salidas de sensor idénticas que, como el Parallax QTI, requieren una línea de E / S digital capaz de hacer que la línea de salida sea alta y luego medir el tiempo para que decaiga el voltaje de salida. La secuencia típica para leer un sensor es:

- Encienda los LED de infrarrojos (opcional).
- Configure la línea de E / S en una salida y póngala alta.
- Deje al menos 10 μ s para que aumente la salida del sensor.
- Convierta la línea de E / S en una entrada (alta impedancia).
- Mida el tiempo que tarda la tensión en decaer esperando que la línea de E / S baje.

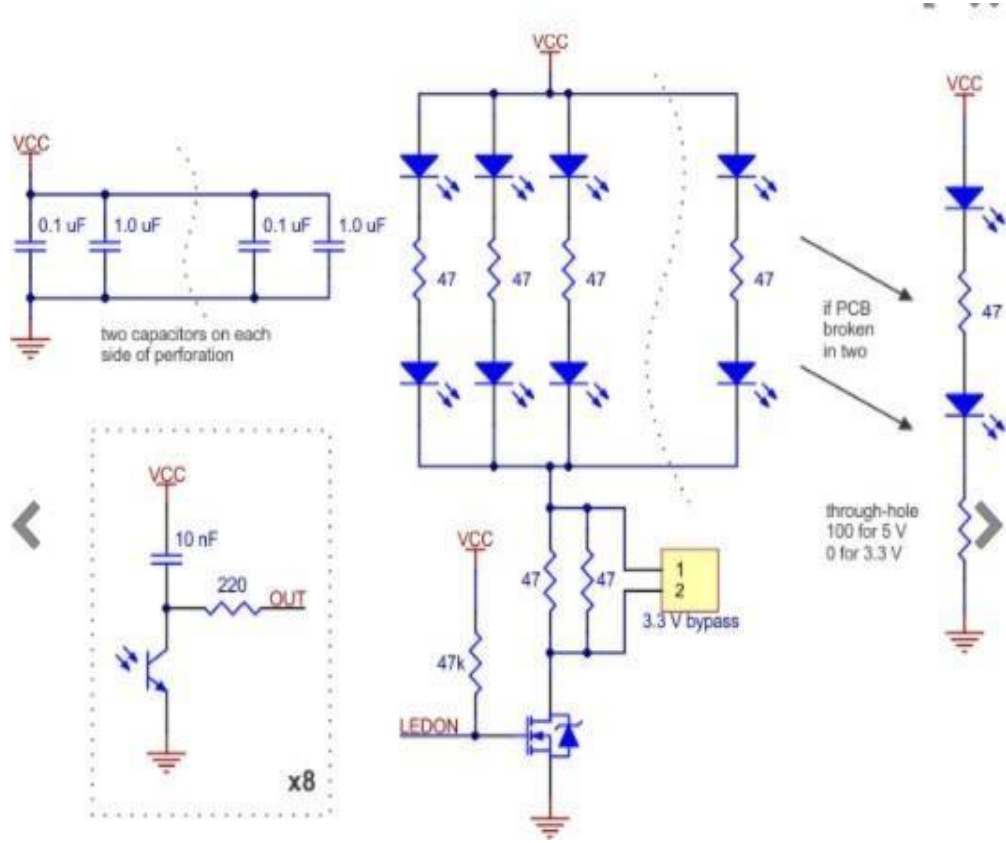


Figura 15 Diagrama esquemático del A4988, tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

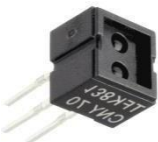



Tabla 8 Características Sensor de reflectancia digital (QTR-8RC)

Tensión de funcionamiento	3.3 a 5 V
Formato de salida	8 señales digitales
Peso	3.09 g sin pines
Corriente de suministro	100 mA
Distancia de detección óptima	0,125 "(3 mm)
Distancia de detección máxima recomendada	0,375 "(9,5 mm)

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Una breve comparación de los sensores más comunes que existen en el mercado cuáles son sus funciones y como está compuesto el uno y el otro para esto se diseñado una tabla explicando sus características

Tabla 9 Comparativa de sensores Infrarrojo

Sensor Infrarrojo QTR-8A	Sensor Infrarrojo QTR-8RC	Sensor Infrarrojo TCRT5000 en módulo	Sensor Infrarrojo evasor de obstáculos
Características <ul style="list-style-type: none">• Fotomicrosensor reflectivo• Salida tipo fototransistor• Distancia de sensor 0 – 5 mm	Características <ul style="list-style-type: none">• Led emisor y led detector• Salida tipo fototransistor• Distancia de sensor 2.5mm – 5.0mm• Filtro bloqueador de luz de día	Características <ul style="list-style-type: none">• Base compactada• Led emisor y led detector• Salida tipo fototransistor• Distancia de sensor 2.5mm hasta 13mm(1.3cm)• Filtro bloqueador de luz de día	Características <ul style="list-style-type: none">• Base compactada• Led emisor y led detector• Distancia de sensor 2 – 30 cm• Angulo de sensor 35 grados• Salida digital 5 VDC
			

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.3 Sensores para robot laberinto

Según (DIEGO) nos comenta que los sensores laberinto lo que hacen es detectar la pared y saber a qué distancia se encuentra el robot con respecto a esta. Hay que tener en cuenta que los reglamentos para esta categoría no permiten sensores por contacto.

Para poder realizar esta tarea existen básicamente dos tipos de sensores que se podría utilizar: sensores infrarrojos o sensores ultrasónicos cada uno de ellos con sus respectivas ventajas e inconvenientes.

En lo que se refiere a los sensores infrarrojos, se mide la distancia por medio de la cantidad de radiación infrarroja reflejada en la pared; al trabajar estos sensores de esta manera hay el problema de que estos se ven afectados por la luz ambiental (DIEGO).

La tarea inicial aquí es detectar la pared y saber a qué distancia se encuentra el robot con respecto a esta. Hay que tener en cuenta que los reglamentos para esta categoría no permiten sensores por contacto. Para poder realizar esta tarea existen básicamente dos tipos de sensores que se podría utilizar: sensores infrarrojos o sensores ultrasónicos cada

uno de ellos con sus respectivas ventajas e inconvenientes.

En lo que se refiere a los sensores infrarrojos, se mide la distancia por medio de la cantidad de radiación infrarroja reflejada en la pared; al trabajar estos sensores de esta manera hay el problema de que estos se ven afectados por la luz ambiental. Por otra parte, los sensores ultrasónicos, no se ven afectados por la luz ambiental ya que estos miden la distancia por medio del tiempo de vuelo que le toma al sonido en ir desde el emisor rebotar en la pared y regresar al receptor.

Pero tiene el problema de que es más lenta la medición que en el sensor infrarrojo. Aquí también hay la opción de construirse los sensores o adquirirlos ya listos para su utilización.

2.4.3.1 El sensor ultrasónico 28015

En la página de (Pololu) proporciona un método fácil y de muy bajo costo para medir la distancia. Este dispositivo electrónico es ideal para varias aplicaciones que requieran que realice mediciones entre obstáculos u objetos en movimiento. Este sensor de distancia ultrasónico se usa ampliamente en aplicaciones de robótica y también es útil en sistemas de seguridad o como reemplazo de infrarrojos.

La interconexión con el microcontrolador BASIC Stamp u otro controlador programable es muy fácil: se usa un solo pin de E / S (compartido) para activar el sensor Ping y “escuchar” el pulso de retorno de eco. Un cabezal integrado de tres pines permite que el PING))) se conecte a una placa de pruebas sin soldadura (en un Boe-Bot).



Figura 16 Sensor ultrasónico tomada de (Pololu, Robotica y Electrónica , 2002)

Este sensor nos permite medir la distancia usando un sonar; se transmite un pulso ultrasónico (muy por encima del oído humano) desde la unidad y la distancia al objetivo se determina midiendo el tiempo requerido para el retorno del eco. La salida del sensor es un pulso de ancho variable que corresponde a la distancia al objetivo.

La interconexión con el microcontrolador BASIC Stamp u otro controlador programable es muy fácil: se usa un solo pin de E / S (compartido) para activar el sensor Ping y “escuchar” el pulso de retorno de eco. Un cabezal integrado de tres pines permite que el PIN se conecte a una placa de pruebas sin soldadura (en un Boe-Bot , por ejemplo) y que se conecte a su host a través de un cable de extensión de servo estándar de tres pines .

Tabla 10 Especificaciones del sensor Ultrasónico

El PIN solo tiene tres conexiones: Vdd, Vss y un pin de E / S.	Alcance: 2 cm a 3 metros (~ .75 "a 10 ')
El cabezal de 3 pines facilita la conexión mediante un cable de extensión de servo estándar, sin necesidad de soldadura.	Voltaje de suministro: 5 V +/- 10% (absoluto: mínimo 4,5 V, máximo 6 V).
Corriente de suministro: 30 mA típico, 35 mA máximo.	Ángulo de aceptación estrecho
Interfaz de 3 pines (alimentación, tierra, señal).	Comunicación simple de entrada / salida de pulso.
Disparador de entrada: pulso TTL positivo, 2 μ s mínimo, 5 μ s típico.	Pulso de eco: pulso TTL positivo, 115 μ s a 18,5 ms.
Retención de eco: 750 μ s desde la caída del pulso de disparo	Frecuencia de ráfaga: 40 kHz para 200 μ s

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Este es un sensor ultrasónico para la medición de distancia, la frecuencia de la señal ultrasónica que emite está por encima de la frecuencia de audición humana, se transmite un pulso desde el dispositivo y la distancia del objeto se determina midiendo el tiempo requerido para el retorno del eco. Su rango de detección está entre los 2 cm a 3 m.

Tabla 11 Características del sensor ultrasónico

Tensión de funcionamiento	4,5 V a 6 V
Consumo de corriente medio	30 mA.
Rango de medición de distancia	2 cm a 3 m
Tipo de salida	Digital
Periodo de actualizaciones	16.5+-
Tamaño	22mm x 46mm x 16m

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.3.2 Sensores analógicos infrarrojo Sharp GP2Y0A51SK0F

Este es un sensor analógico infrarrojo de distancia, el cual proporciona una detección entre 2 a 15 cm con un rango de salida de voltaje de 2.5 a 0.4 V respectivamente. Cuando a la salida se tiene un voltaje pequeño los objetos están alejados, al tener un voltaje alto los objetos están cerca. La salida de voltaje del sensor se puede conectar a un convertidor analógico digital del microcontrolador.



Figura 17 Sensor infrarrojo Sharp GP2Y0A51SK0F, tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

El esquema de color del cable coincide con la configuración de pines del sensor de distancia de Sharp: rojo para alimentación, negro para tierra y blanco para señal.

Tabla 12 Características Sensor Sharp GP2Y0A51SK0F

Tensión de funcionamiento	4.5 V a 5.5 V
Consumo de corriente medio	12 mA
Rango de medición de distancia	2 a 15 cm
Tipo de salida	voltaje analógico
Periodo de actualizaciones	16.5 ± 4 ms
Tamaño	27 mm x 13.2 mm x 14.2 mm
Peso	2.7 g

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González, Henry Esteban

La relación entre el voltaje de salida del sensor y la inversa de la distancia medida es aproximadamente lineal en el rango utilizable del sensor. La hoja de datos GP2Y0A51SK0F (312k pdf) contiene una gráfica de voltaje de salida analógica como una función de la inversa de la distancia a un objeto reflectante. Puede usar este gráfico para convertir el voltaje de salida del sensor a una distancia aproximada construyendo una línea de mejor ajuste que relacione el inverso del voltaje de salida (V) con la distancia(cm).



Figura 18 Sharp GP2Y0A02YK0F (izquierda) al lado de Pololu 10-150cm (derecha), (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

2.4.3.3 Sensor pir hc-sr501

Según (Pololu) el módulo HC-SR501 tiene 3 pines de conexión +5v, OUT (3,3v) y GND, y dos resistencias variables de calibración (Ch1 y RL2).

Ch1: Con esta resistencia se establece el tiempo que se va a mantener activa la salida del sensor. Una de las principales limitaciones de este módulo es que el tiempo mínimo que se puede establecer es de más o menos 3s. Si se reemplaza la resistencia por otra de 100K, se puede bajar el tiempo mínimo a más o menos 0,5 s.

RL2: Esta resistencia variable nos permite establecer la distancia de detección que puede variar entre 3-7m.



Figura 19 Sensor pir hc-sr501información tomada de (Pololu, Robotica y Electrónica , 2002)

Especificaciones:

- ✓ Según Sensor piroeléctrico (Pasivo) infrarrojo (También llamado PIR)
- ✓ El módulo incluye el sensor, lente, controlador PIR BISS0001, regulador y todos los componentes de apoyo para una fácil utilización
- ✓ El tiempo en estado de la salida es activo configurable mediante trimmer (Tx)
- ✓ Redisparo configurable tambien2 mediante jumper de soldadura.

Tabla 13 Características Sensor pir hc-sr501

Rango de detección: 3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx)

Lente fresnel de 19 zonas, ángulo $< 100^\circ$

Salida activa alta a 3.3 V



Consumo de corriente en reposo: $< 50 \mu\text{A}$

Voltaje de alimentación: 4.5 VDC a 20 VDC

Fuente: Elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban,

Se dará a conocer por medio de un esquema de comparación de los sensores seguidor en línea laberinto, características de cada uno de ellos y cuál es la función que desempeña en la elaboración de robot.

Tabla 14 Comparaciones de sensores Laberinto

Sensor Ultrasónico HC-SR04	Sensor Ultrasónico HC-SR501 PIR	Sensor Ultrasónico Sharp GP2Y0A51SK0F
<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentación 5 v Distancia de senso 2cm – 400 cm Pulso Ultrasonido 15 grados 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentación 5 v Distancia de senso 3m – 7m Tiempo de retardo 5 – 200 segundos 	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> Alimentación 5 v Distancia de senso 16cm – 6m Totalmente calibrado

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.4 Tipos de Motores

2.4.4.1 Motor reductor

Según (Cordero Pérez, 2018) nos muestra cuales son los elementos finales del lazo de control que provocan movimiento en el robot, estos movimientos se realizan según las ordenes que envíe el sistema de control.

Existen varios modelos de motores con los cuales se podría trabajar, hay de varios tamaños, de diferentes velocidades, algunos traen caja reductora y otros no, pero en este tipo de robots lo que se busca son motores pequeños para que no ocupen mucho espacio en el robot.

Para (Cordero Pérez) lo ideal que sean livianos ya que el peso del robot es crucial para mejorar su rendimiento, especialmente en las curvas, ya que a mayor peso es más difícil que gire con rapidez, que tengan un buen torque y velocidad ya que esto va a permitir acelerar y frenar más rápido; todo esto se debe tomar en cuenta ya que el nivel de las competencias es tal que se gana o se pierde por décimas de segundo.

Según (ANTONIO, 2016) Una de las partes más importantes al momento de montar un robot competitivo autónomo 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.

Tabla 15 Especificaciones de Motor Reductor

Voltaje	Rendimiento sin carga	Extrapolación de puesto
6v	860RPM,20mA	0,17 kg.cm (2,4 onzas. Pulgadas),0,36A

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

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 20 Motor reductor información tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

Según (ALEXANDER) 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.

Tabla 16 Características de motor Reductor.

Dimensiones	24 x 10 x 12 mm
Ratio de la reductora	50:1
Diámetro del eje	3mm (con ranura de bloqueo)
Voltaje nominal	6Vcc (puede funcionar entre 3 a 9Vcc)
Velocidad de giro sin carga	250rpm
Consumo sin carga	40mA (Max: 360mA)
Torque	0,4 kg-cm (max)
Peso	10 gramos

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Dimensiones de las versiones con escobillas de carbón (HPCB)

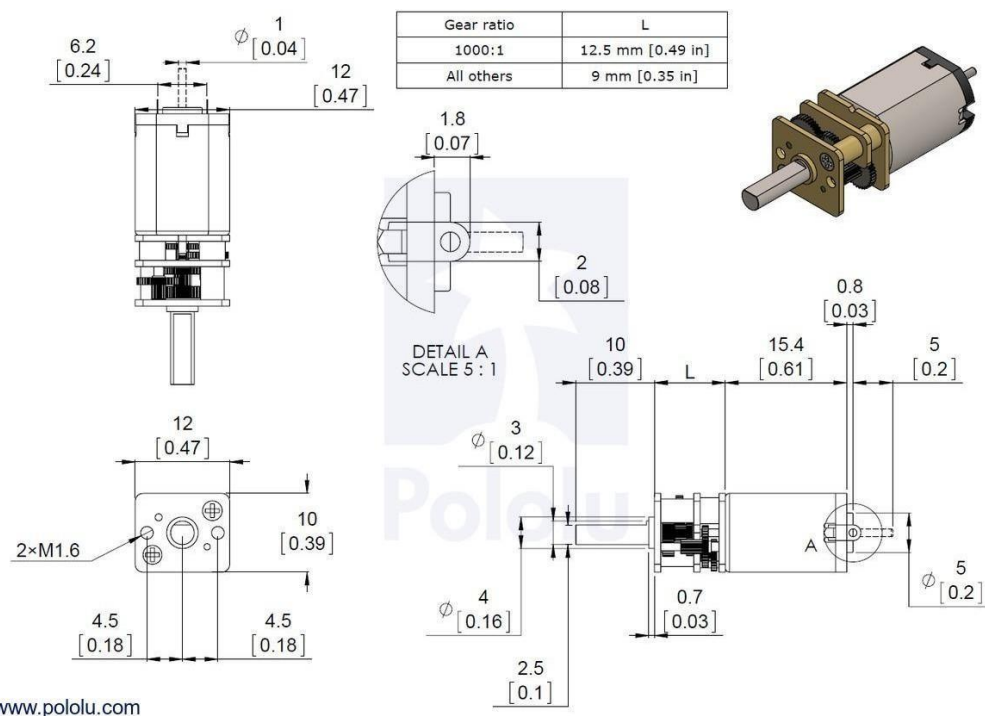


Figura 21 Diagrama esquemático del A4988 tomada de (Pololu, Robotica y Electronica , 2002)

2.4.4.2 Motor de engranajes

Como en los anteriores motores estos también vienen provistos de una caja reductora, pero esta es plástica, la cual permite alcanzar una velocidad de 200 RPM a un voltaje de alimentación de 6 V. Este puede soportar voltajes de alimentación entre 3 a 6 V con un consumo de corrientes sin carga de 200 mA a 6 V



Figura 22 Motor engranaje. tomada de (Pololu, Robotica y Electrónica , 2002)

2.4.4.3 Motor reductor 20D

Según (ANTONIO) nos dice que los anteriores motores estos también vienen provistos de una caja reductora pero esta es plástica, la cual permite alcanzar una velocidad de 200 RPM a un voltaje de alimentación de 6 V. Este puede soportar voltajes de alimentación entre 3 a 6 V con un consumo de corrientes sin carga de 200 mA a 6 V.



Figura 23 Motor reductor 20D, tomada de (ANTONIO)

2.4.5 Tipos de Módulos

2.4.5.1 Modulo puente H

Una breve explicación nos da (Suarez) El módulo controlador de motores L298N H-bridge nos permite controlar la velocidad y la dirección de dos motores de corriente continua o un motor paso a paso de una forma muy sencilla, gracias a los dos H-bridge que monta.

El rango de tensiones en el que trabaja este módulo va desde 3V hasta 35V, y una intensidad de hasta 2A. A la hora de alimentarlo hay que tener en cuenta que la electrónica del módulo consume unos 3V, así que los motores reciben 3V menos que la tensión con la que se alimenta el módulo.

Según (Rodriguez) el módulo cuenta con todos los componentes necesarios para

funcionar sin necesidad de elementos adicionales, entre ellos diodos de protección y un regulador LM7805 que suministra 5V a la parte lógica del integrado L298N. Cuenta con jumpers de selección para habilitar cada una de las salidas del módulo (A y B). La salida A está conformada por OUT1 y OUT2 y la salida B por OUT3 y OUT4.

Además, el L298N incluye un regulador de tensión que nos permite obtener del módulo una tensión de 5V, perfecta para alimentar nuestro Arduino.

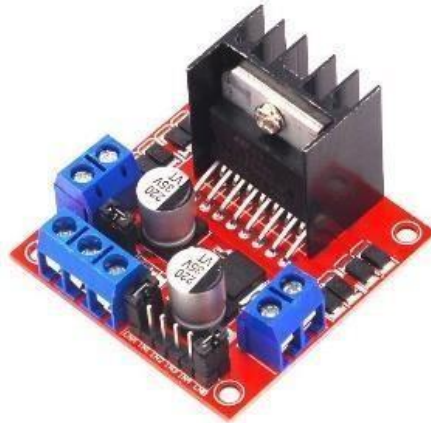


Figura 24 Puente H Tomado de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

2.4.5.2 Módulo Pololu

Según Cordero en su proyecto de tesis (2018) en la actualidad 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.

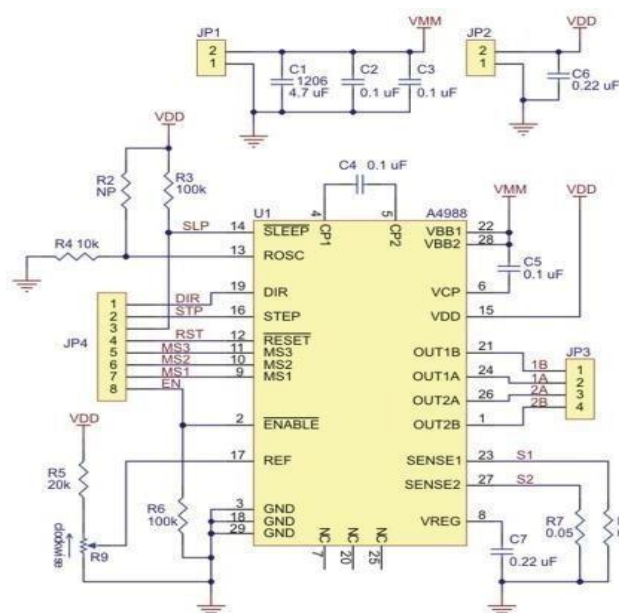

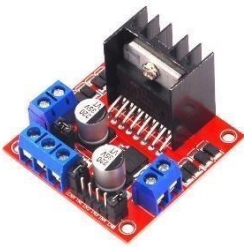


Figura 25 Diagrama esquemático del A4988 tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

Una breve comparación del módulo polulo y puente h como están constituidos y las ventajas que tiene cada uno de ellos para la implementación de robots.

Tabla 17 Comparación de Modulo Pololu y puente H

Módulo Pololu	Módulo Puente H
<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none">• Limitante de corriente ajustable• Control de chopeado inteligente• Alimentación desde los 8,2 v hasta los 45 v• Interfaz de control de paso y dirección simple• Interconecta con sistemas de 3.3v y 5v• Corriente de Salida a 1.5 – 2.2 A con disipador	<p>Características</p> <ul style="list-style-type: none">• Corriente pico 4 A• Corriente constante 2 A• Alimentación hasta los 46 v• Voltaje bajo en la saturación de transistores de salida• Corte de operación por sobrecalentamiento
	

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.6 Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102 – Arduino / PIC

Según (BRIONES) en su folleto de arduino nos comenta que la fuente permite alimentar una protoboard MB-102 mediante plug a un transformador de pared hasta 12v. Proporciona dos salidas independientes que son seleccionables mediante jumpers y permiten suministrar 5V o 3.3V. Cuenta además con salida de 5V por conector USB.

Práctica fuente que simplifica la alimentación de la protoboard y circuitos electrónicos especialmente los de carácter digital, ideal con cualquier versión de Arduino y micro controladores PIC (BRIONES).



Figura 26 Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102 – Arduino / PIC(Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

Tabla 18 Fuente de alimentación para protoboard 5V 3.3V MB-102 – Arduino / PIC.

Especificaciones Técnicas	
Referencia	YwRobotPower MB V2
Compatibilidad	MB-102 de 400 y 830 puntos
Voltaje de entrada	6.5V a 12V
Voltaje de salida 1	3,3V o 5V(seleccionable)
Voltaje de salida 2	3,3V o 5V(seleccionable)
Salida de tensión USB	5v
Corriente máxima de salida	700mA
LED indicador de encendido	
Botón de encendido / apagado	

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

2.4.6.1 Encoder

Según (SERGIO) el encoder es un transductor que transforma un movimiento rotativo en pulsos digitales, para poder obtener información angular del dispositivo que está girando. A este tipo de sensores se los puede clasificar de varias maneras, por ejemplo, según su funcionalidad se los puede clasificar en encoder absolutos y en incrementales y según la tecnología usada en su mecanismo estos pueden ser ópticos, magnéticos, inductivos o capacitivos.

Nos explica (SERGIO) los encoders incrementales, por lo general entregan dos ondas cuadradas, las cuales están desfasadas 90 grados. Si se desea únicamente obtener la velocidad a la cual gira el motor se podría leer solo una salida, pero no se podría saber en qué sentido gira, es ahí donde entra en juego la otra señal ya que con las dos se puede determinar el sentido de giro. En lo que se refiere a encoders absolutos, estos entregan a su salida un código binario que indica la posición absoluta del dispositivo que está girando. En el mercado existen varios modelos de encoder que se podría utilizar o incluso se podría fabricar uno artesanalmente.



Figura 27 Escoder tomada del proyecto de Robótica tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

Se trata de una fila de 40 cabezales de separación espaciados 0,1 "aparte con pernos largos en ambos lados. Esta cabecera es especialmente útil cuando se necesita conectar un PCB a un breadboard sin soldadura. Cada cabecera se puede romper a su preferencia para adaptarse a PCBs personalizado O encabezados personalizados generales.

Una vez soldados los pines a la placa es fácil unir los módulos de sus proyectos con cables del tipo Dupont, ya que están diseñados para funcionar en conjunto.

2.4.6.2 Cables Dupont Macho a Hembra

(Cordero Pérez) Los extremos machos están pensados para su inserción en enchufes hembra estándar de 0.1 pulgadas / 2.54 mm y los extremos hembra están destinados para su inserción en cabezales macho estándar de 0.1 pulgadas / 2.54 mm.

Los cables pueden separarse en una sola raíz a medida que solicita realizar una conexión múltiple.

El material de aluminio revestido de cobre (CCA) permite que los cables con características de buena conductividad eléctrica, baja densidad y a prueba de corrosión. Ampliamente utilizado en proyectos electrónicos para conexiones.

Se puede utilizar para la expansión del pin de la placa experimental y aumentar los proyectos experimentales.

Puede realizar rápidamente pruebas de circuitos sin soldar.

Se puede reutilizar si el terminal no está dañado.



Figura 28 Cables Dupont Macho a Hembra tomada de (Cordero Pérez)

2.4.7 Tipos de baterías

Según (Cascante) dentro de las baterías para motores eléctricos existen varios tipos que se pueden utilizar, las mismas pueden variar de acuerdo a su composición y disposición, tomando en cuenta la capacidad que necesita cada motor en específico.

Una de las baterías más utilizadas es de plomo ácido, esta es la que tiene más tiempo de existencia y son ideales para arranque, iluminación y soporte eléctrico, pero su principal desventaja es que tiene un elevado peso, además de ser tóxicas por el plomo.

Según (Cascante) las baterías de níquel hierro, o también llamadas ferroníquel, fueron otro invento para fuentes de energía, pero no obtuvo buenos resultados ya que estas tienen escasa eficiencia y baja potencia, además de una densidad energética similar a la de plomo ácido por lo cual no existe un progreso.

Una de las baterías que con excelentes resultados fueron las de níquel cadmio, aunque sus altos costos para adquirir sus elementos llevaron a que estas pasen a ser utilizadas en aviones, helicópteros y equipos militares, tomando en cuenta que son muy eficientes en bajas temperaturas, pero estas baterías contaban con un efecto de memoria lo cual en cada carga reducía su capacidad.

2.4.7.1 Baterías de ion-litio

Posteriormente se dio un progreso significativo con las baterías níquel hidrurometalico, ya que estas no presentan efecto memoria y tenían mayor capacidad que las de níquel cadmio, aunque su problema fue diferente, estas requieren constante mantenimiento y se deterioran al estar expuestas a altas temperaturas.

Actualmente, la batería de Litio también denominada batería Li-Ion se ha posicionado como una de las tecnologías más usadas. Está compuesta por una pila recargable que contiene dos o más celdas donde se encuentran separados los iones de litio.

Dicha batería al funcionar en modo de descarga provoca que los iones de una y otra celda se combinen químicamente formando el elemento estable, esta combinación se produce de forma exotérmica, es decir, produce energía la cual se aprovecha. Cuando se agota la batería es porque todos los iones están en su estado fundamental y no quedan más para seguir combinándose.

Las baterías de iones de litio (Li-ion) son recargables haciendo que su uso se incremente en aparatos eléctricos, sustituyendo a su predecesor, la batería de níquel.

La razón para que se de este cambio es debido a que el litio posee una mayor densidad energética “los miliamperios hora (mAh) que se puede extraer de una batería de iones de litio es de aproximadamente tres veces la cantidad que se puede extraer de una batería de níquel”.

Las baterías de ion-litio vienen en distintas presentaciones, es decir tienen variedad de formas y tamaños, esto es debido a que son utilizadas para diferentes propósitos. A continuación, en la figura 1 se puede observar la variedad de las mismas.



Figura 29 Baterías de Ion Litio tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

Como se había mencionado anteriormente, las baterías se diferencian por su estructura interna, esto se puede observar en la figura 2 mediante un corte en cada una de ellas.

Tabla 19 Ejemplos de baterías de Ion Litio

Ejemplos de baterías de litio	Capacidad
Baterías pequeñas (2gr.)	Igual o menos a 100Wh
Baterías tamaño medio	>100 Wh a 160 Wh

Fuente: Elaborado por autor, Burgos González Henry Esteban

Las celdas de litio 18650 son las más comunes en el mercado con varias aplicaciones como en baterías de laptops, también tienen un alto rendimiento energético por lo cual son utilizadas por marcas reconocidas dentro del área automotriz como Tesla que utiliza este tipo de celdas para sus vehículos.

Tabla 20 Características de las baterías Ion Litio

Característica	Valor
Voltaje Nominal	3.7 [v]
Impedancia	$\leq 70[\text{ m}\Omega]$ (con PCB)
Voltaje de descarga (Apagado)	2.75 [V]
Voltaje de Carga	4.2 ± 0.02 [V]
Capacidad Máxima	1600-3450[mA]
Diámetro	18[mm]
Alto	65[mm]
Peso (aprox.)	45.5 [gr.]
Vida Útil (ciclos de carga y descarga)	500-1000

Fuente: Elaborado por autor, Burgos González Henry Esteban

No obstante, este tipo de baterías también presentan desventajas una de ellas es su sensibilidad ya que con frecuencia se dañan en el caso de sobrecarga o calentamiento. Para prevenir estos efectos, todos los acumuladores se encuentran equipados mediante un circuito electrónico el cual está diseñado para protegerlos durante el proceso de carga.

2.4.7.2 Baterías de 9 Voltios

Es una Batería cuadrada de 9 volts. Útil para dar energía a aparatos electrónicos, juguetes o a proyectos de electrónica. Es alcalina de larga duración, con capacidad nominal de 150 mAh y está libre de cadmio y mercurio.

Características:

- Voltaje nominal: 9 V
- Designación IEC: 6LR61
- Tecnología: Alcalina. Sistema químico: Zinc / Dióxido Manganeso (Zn / MnO₂)
- Sin adición de Mercurio y Cadmio
- Blindaje metálico con terminales de conexión tipo broche
- Desechable. NO recargable
- Peso: 45.6 g aprox.
- Dimensiones: 4,7 cm x 2,55 cm x 1,65 cm aprox.



Figura 30 Baterías de 9 Voltios, tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

2.4.8 Impresoras 3D

Según (Baldivieso) en su folleto de programación nos explica que los robots son un complejo ensamblaje de piezas mecánicas y electrónicas, es prácticamente imposible diseñar la pieza correcta en el primer intento. Con nuestra impresión 3D de alta calidad y entrega rápida, usted podrá repetir muy rápidamente cada pieza de su robot.

El proceso de realización de pruebas para optimizar el rendimiento y las capacidades de su robot será mucho más eficiente.

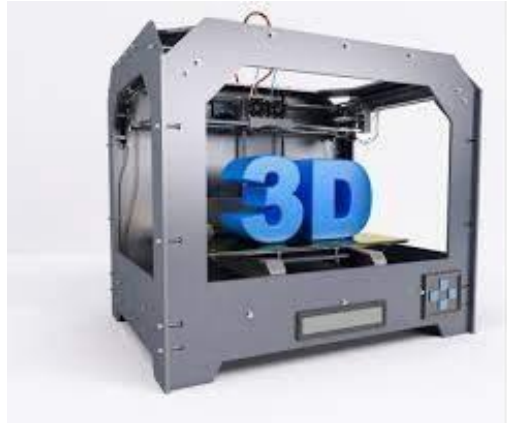


Figura 31 Impresoras 3D, tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

Clasificación de las impresoras 3D: Las impresoras 3D se pueden clasificar de acuerdo al tipo de método de construcción.

2.4.8.1 Impresoras 3D por estereolitografía (SLA).

Esta técnica fue la primera en utilizarse. Consiste en la aplicación de un haz de luz ultravioleta a una resina líquida (contenida en un cubo) sensible a la luz. La luz UV va solidificando la resina capa por capa. La base que soporta la estructura se desplaza hacia abajo para que la luz vuelva a ejercer su acción sobre el nuevo baño, así hasta que el objeto alcance la forma deseada.

Con este método se consiguen piezas de altísima calidad, aunque puede causar un inconveniente, se desperdicia cierta cantidad de material en función del soporte que sea necesario fabricar.

2.4.8.2 Impresión por láser.

Este método es similar a un proceso de fundición, el material se encuentra en forma de polvo, con la ayuda de un láser este material llega a una temperatura adecuada y se compacta formando la forma según su diseño, es conocido por sus siglas en inglés como SLS.



Figura 32 Impresión por láser, tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

2.4.8.3 Impresión 3D por inyección.

Muy parecida a la técnica de impresión SLS, el material se encuentra en forma de polvo, su diferencia está en el medio para compactar el modelo, en este caso no se usa un láser se compactará mediante inyección de un aglomerante (tinta).



Figura 33 . Impresión 3D por inyección, tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

2.4.8.4 Impresión por deposición de material fundido (FDM).

Es el más popular en impresoras 3D, consiste en una técnica aditiva que deposita capas de material para formar el modelo, el material estará en forma de filamento que inicialmente se almacena en rollos, el material es introducido en una boquilla que estará por encima de la temperatura de fusión del material, este saldrá de la boquilla en forma de finos hilos que se solidificarán inmediatamente (NESTOR) .



Figura 34 Impresión por deposición de material fundido (FDM), tomada de (NESTOR)

2.4.8.5 Materiales utilizados en el modelado por deposición fundida (FDM).

Existen dos materiales usados con mayor frecuencia en este proceso (PLA Y ABS), estos se encuentran con más para facilidad en el mercado, y unos más complejos pocos comunes. El material se encuentra en forma de filamento de plástico en dos diámetros estándar de; 1,75 mm y 3 mm.



Figura 35 Material modelado fundida (FDM), tomada de (NESTOR)

2.4.8.6 PLA.

Según (NESTOR, 2014) Es el material más común en impresoras 3D, está hecho de ácido poliláctico (PLA), es un plástico biodegradable derivado del almidón, es decir que con el paso del tiempo pierde sus propiedades hasta su descomposición, aunque esto puede tardar más de cien años. Es amigable con el medioambiente al ser un plástico reciclable, no despiden vapores tóxicos.



Figura 36 Material PLA, Tomada de (NESTOR, 2014)

El proceso de realización de pruebas para optimizar el rendimiento y las capacidades de su robot será mucho más eficiente (NESTOR, 2014).

Según (MARTINEZ) nos comenta que un termoplástico biodegradable que se deriva de recursos renovables, como la maicena, la caña de azúcar, las raíces de tapioca o incluso

la fécula de patata. Esto hace del PLA la solución más respetuosa con el medio ambiente en el ámbito de la impresión en 3D, en comparación con todos los demás plásticos de base petroquímica como el ABS o el PVA.

Según (MARTINEZ) la impresión PLA se utiliza, por ejemplo, en suturas médicas e implantes quirúrgicos, ya que posee la capacidad de degradarse en ácido láctico inofensivo en el cuerpo. Los tornillos, clavos, varillas o mallas implantados quirúrgicamente simplemente se descomponen en el cuerpo en un plazo de 6 meses a 2 años.

En la explicación de (MARTINEZ) nos comenta que una PLA se puede lijar y se puede pintar con pintura acrílica, pero algunas personas recomiendan usar una imprimación. Sin embargo, el encolado de PLA no es tan fácil como el encolado de ABS

La mayoría de las personas parecen obtener algunos resultados con cianoacrilato (es decir, superpegamento), pero esto tiene sus propias desventajas (uso de gafas y guantes de seguridad, pegajosidad extrema en los dedos y otras partes del cuerpo, endurecimiento muy rápido, etc.).

El PLA se ha convertido en una opción muy popular en la comunidad de la impresión en 3D, considerando su baja toxicidad y su mejor respeto al medio ambiente, en comparación con todos los plásticos a base de petróleo.

Sus principales inconvenientes son que no soporta demasiado calor, ya que el PLA estándar se ablanda alrededor de los 50°C (es decir, se puede volver a calentar el objeto impreso con una pistola de aire caliente, por ejemplo). Por otro lado, se puede considerar esto como una ventaja para reparar, doblar o soldar fácilmente las piezas impresas.

Propiedades destacadas:

Según (TERAN) nos narra que el filamento PLA reforzado con fibra de carbono proporciona una gran resistencia estructural y adhesión de capas. Es un material extremadamente rígido, perfecto para imprimir modelos que no deben doblarse, como marcos, soportes, herramientas, piezas de robótica, etc.

Se trata de un material altamente corrosivo, por lo que es necesario utilizar un hotend de acero inoxidable para evitar un desgaste interno.

Características principales:

Las fibras de carbono que contiene este filamento plástico son lo suficientemente pequeñas como para no obstruir el extrusor, pero lo suficiente grandes como para aportar al plástico una resistencia adicional (TERAN).

AutoCAD

Según (Abella) Para la exploración de los planos 2D descargados y el diseño de las partes del presente proyecto se va a utilizar el programa de diseño AutoCAD. AutoCAD es un software de diseño asistido por ordenador reconocido internacionalmente gracias a sus amplias capacidades de diseño y su facilidad de uso. Existen otras alternativas de diseño CAD, pero la Universidad Politécnica de Valencia ofrece a sus alumnos el software de manera gratuita bajo la licencia de estudiantes.

Existen muchas opciones de software CAD 3D, pero se optará por SolidWorks, se trata de un software potente de creación y modelización no solo de piezas sino de conjuntos. El programa se compone de múltiples herramientas de diagnóstico, cálculo, análisis y simulación de piezas. El software permite importar archivos en formato AutoCAD para ser editados. Los alumnos de la UPV gozan de una licencia de estudiantes gratuita para su uso académico.

AutoCAD es uno de los programas CAD más utilizados en lo que a dibujo 2D y modelado 3D se refiere, sin embargo, no es un programa sencillo de aprender, ni mucho menos, lo cual hace que tener un manual de AutoCAD 2015 a mano siempre sea una buena idea, ya que siempre nos servirá para mejorar en nuestro uso y/o aprender pequeños trucos que al final mejorarán mucho nuestro uso con el mismo.

Por ello se recomienda y se da a conocer correctamente cómo funciona nos vendrá de gran utilidad para el futuro, cuando se necesita sacar provecho de todas sus funciones y características, pues siendo un software tan sumamente utilizado y completo, resulta obvio que tarde o temprano necesita lidiar con él.

2.4.9 MeshMixer

Según (SERGIO) es un código abierto gratuito de Autodesk. Es uno de los programas más destacados para editar y preparar archivos de tipo malla como MeshMixer ofrece una gran variedad de herramientas diferentes para preparar y mejorar objetos 3D para impresión 3D.

Aquí tienes una lista de las mejores herramientas que MeshMixer ofrece para mejorar la calidad de tus impresiones 3D.

Sencillo programa útil para arreglar y manipular modelos 3D. Es ideal para combinar mallas individuales en un nuevo modelo. Funciona bien para suavizar las protuberancias, defectos y otros objetos extraños que pueden aparecer en los archivos escaneados. También es una excelente herramienta para editar mallas y de dejar preparados los

modelos escaneados listos para imprimir. También es una excelente herramienta para completar los modelos que les falta un lateral / superior / inferior. Se ha usado la versión de Meshmixer v10.1.9 para Win64.

Funcionalidades de edición

Meshmixer tiene un montón de funcionalidades que podríamos caracterizar como «de edición». Como te hemos dicho antes, hoy te vamos a explicar algunas de ellas para que puedas transformar tu modelo de maneras muy útiles y convenientes.

Cómo mover, rotar y escalar tus modelos

Para acceder a esta herramienta debemos entrar en el menú debemos acceder a «transform» dentro del menú «edit».

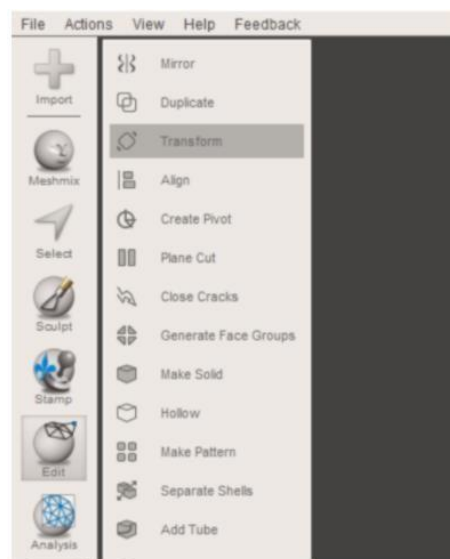


Figura 37 MeshMixer, tomada de (SERGIO)

2.4.9.1 Fibra de Carbono

Según (TRESDEPRO) en su artículo nos explica que los compuestos como la fibra de carbono se utilizan en las impresoras 3D como capa superior sobre los materiales plásticos. El propósito es hacer el plástico más fuerte. La combinación de fibra de carbono sobre plástico ha sido utilizada en la industria de la impresión 3D como una alternativa rápida y conveniente al metal. En el futuro, se espera que la impresión en 3D de fibra de carbono reemplace el proceso mucho más lento de acumulación de fibra de carbono.

2.4.9.2 Filamentos de fibra de carbono

Estos filamentos utilizan fibras cortas de carbono, consistentes en segmentos de menos de un milímetro de longitud, que se mezclan con un termoplástico conocido como material base. Se pueden comprobar varios filamentos populares con rellenos de fibra de carbono, incluidos PLA, PETG, nailon, ABS y policarbonato. Estas fibras son muy fuertes, agregan

fuerza y rigidez a los filamentos, reduciendo el peso total.

Los requisitos de impresión 3D para los filamentos de fibra de carbono deben ser similares a los del material base al que se agregaron las fibras de carbono. Entre ellas hay diferencias la principal es que las fibras se pueden obstruir las boquillas de la impresora 3D, esto quiere decir que se recomienda usar boquillas de acero endurecido. Además, por encima de cierto umbral de fibras, la parte impresa en 3D perderá el acabado de la superficie.

2.4.9.3 Lenguajes de Programación.

Según (FERNANDEZ) un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para expresar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como puede ser un ordenador. En el caso de los PLCs, los lenguajes de programación para los surgieron junto al mismo tiempo que la aparición del primer PLC, en 1968. Así se explica porque no se utilizaron para este fin lenguajes de programación de alto nivel como Pascal y C y, en su lugar, se emplearon otros lenguajes más simples y fáciles de entender, como podremos ver a continuación.

2.4.9.4 Diagrama de funciones Secuenciales (SFC)

Este primer tipo de lenguaje de programación para los PLCs se trata de un método gráfico de modelado y descripción de sistemas de automatismos secuenciales, en los que el estado que adquiere el sistema ante el cambio de una entrada depende de los estados anteriores. Se trata de programas que están bien estructurados y cuyos elementos básicos son las etapas, las acciones y las transiciones.

De este modo, una secuencia en SFC se compone de una serie de etapas representadas por cajas rectangulares y que se encuentran conectadas entre sí por líneas verticales. Así, cada etapa representa un estado particular del sistema y cada línea vertical a una transición. Estas transiciones están asociadas a una condición “verdadero/falso”, dando paso así a la desactivación de la etapa que la precede y activación de la posterior.

2.4.9.5 Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)

Este segundo lenguaje de programación es también de tipo gráfico y permite al usuario programar rápidamente, tanto expresiones como en lógica booleana. FBD proviene del campo del procesamiento de la señal y su utilización es conveniente cuando no hay ciclos, pero existen, sin embargo, varias ramas en el programa a crear.

Se trata de un lenguaje de alto nivel que permite resumir funciones básicas en bloques de modo que el usuario solo se preocupa por una programación funcional de su rutina. De

este modo, es ideal para usuarios que no tengan habilidades avanzadas en programación y para aquellos procesos de baja complejidad.

2.4.9.6 Diagrama de tipo Escalera (LAD)

Este tercer tipo de lenguaje es también un lenguaje gráfico, que pueden soportar casi todos los PLCs. Se trata de una conexión gráfica entre variables de tipo Booleano, comparable a los antiguos controladores de tipo relé, donde se representa el flujo de energía en diagramas de circuitos eléctricos.

Así, este lenguaje de programación se utiliza para la mayoría de las señales Booleanas y prácticamente no se utiliza para trabajar con variables analógicas.

Dentro de sus características principales se encuentra el uso de barras de alimentación y elementos de enlace y estados (ej. flujo de energía); la posibilidad de utilizar contactos, bobinas y bloques funcionales; así como de evaluar las redes en orden, de arriba abajo o de izquierda a derecha. Se trata de uno de los lenguajes más utilizados en la industria debido a su simplicidad, soportado, disponibilidad y legado.

2.4.9.7 Bloques de programación

Los bloques de programación en Scratch se clasifican en categorías (Figura 11). Cada categoría tiene asociado un color, lo que facilita su rápida identificación, y todos los bloques que incluye tienen en común la acción que producen. Por ejemplo, todos los bloques de la categoría Apariencia (color morado) sirven para modificar aspectos estéticos de los objetos.



Figura 38 Bloques de programación, investigación directa

Movimiento: Los bloques de esta categoría sirven para dotar de movimiento a los distintos objetos de nuestro escenario. Se incluyen bloques como mover, girar, apuntar o ir a. Para utilizar correctamente estos bloques y conseguir los efectos deseados, es recomendable entender el funcionamiento de los ejes de coordenadas. De hecho, Scratch

puede ser una gran herramienta para aprender estos conceptos.

Apariencia: en esta categoría se encuentran los bloques que modifican el aspecto de los objetos: decir, pensar, cambiar tamaño o cambiar disfraz.

Sonido: los objetos y los fondos de escenario pueden tener sonidos asociados. Estos bloques son útiles, por ejemplo, para reproducir un sonido cuando un personaje habla o una música de fondo al cambiar de escenario. Se incluyen bloques como tocar sonido, tocar nota o cambiar volumen.

Una gran ventaja de este modo es que podemos ver simultáneamente la traducción a lenguaje Arduino del programa en bloques que estamos creando, por lo que puede ser una buena herramienta para introducirse en este lenguaje de programación. Así pues, aprender a programar en Scratch puede ser un paso previo a la programación de robots con aplicaciones como mBlock.

Aplicando los conocimientos adquiridos acerca de Scratch es posible llevar a cabo proyectos de programación de algunos de los robots más comunes:

Robot seguidor de línea: Un robot capaz de moverse siguiendo una línea, aunque esta sea curva y cambie de dirección. Para ello se necesitan dos sensores de infrarrojos, capaces de distinguir el color negro (línea) de los demás colores.

Robot sigue luces: un robot que se mueve hacia las fuentes de luz más intensas (o se aleja de ellas). Para ello son necesarios uno o varios sensores de luz (LDR) como se observa en la figura.

2.4.9.8 Programación de variables y funciones

Según Con los bloques y estructuras que hemos visto, ya podemos crear una gran variedad de programas. Sin embargo, para conseguir algunos efectos más complejos, necesitamos categorías de bloques adicionales: bloques de Datos (variables) y Más Bloques (funciones).

Variables en Scratch

La categoría de bloques Datos se identifica con el color naranja, y sirve para crear y modificar variables. Cuando creamos una nueva variable, podemos escoger su nombre y si será una variable local (solo para el objeto seleccionado) o global (para todos los objetos). Esta categoría incluye bloques como mostrar variable (...) o fijar variable a (...)

Funciones en Scratch

La última categoría de bloques que existe en Scratch se llama Más Bloques, y sirve para crear nuestros propios bloques, es decir, para crear funciones. Utilizaremos de nuevo

el ejemplo de los bocadillos. Como se muestra en la Figura 16, se ha modificado la programación anterior para añadir algunos bloques de movimiento que representan lo que nuestro personaje tiene que hacer para hacer un bocadillo. Ahora el programa es mucho más grande y podemos tener problemas de espacio en el área de programación.

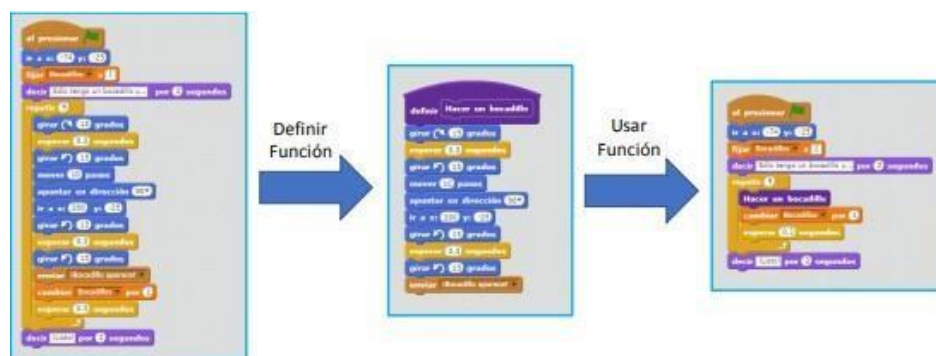


Figura 39 Diagrama de Bloques, tomada del programa

2.5 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:

- 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.
- 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.
- Contribuir al conocimiento, preservación y enriquecimiento de los saberes ancestrales y de la cultura nacional.
- 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.
- Aportar con el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo previsto en la Constitución y en el Plan Nacional de Desarrollo.
- 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.
- Constituir un espacio para el desarrollo de destrezas y habilidades para nuevos

estudios sobre la robótica y cada estudiante pueda hacer uso de los laboratorios para las diferentes pruebas que se vayan a realizar en el proceso de creación

h) Contribuir en el desarrollo local y nacional de manera permanente, a través del trabajo comunitario o vinculación con la sociedad.

Marco teórico

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.

Capítulo III

Propuesta

3.1 Desarrollo de la Propuesta

Mediante el presente proyecto de tesis de grado se ha implementado un robot autónomo con funcionalidad de seguidor en línea y laberinto de bajo costo para que los estudiantes de la carrera de ingeniería en teleinformática se apasionen por las tecnologías, la programación y puedan desarrollar su propio robot para futuros trabajos o a su vez puedan participar en diferentes competencias que abarca la robótica y puedan dejar en alto a la Universidad de Guayaquil.

3.2 Marco Metodológico.

El presente capítulo muestra la investigación como fue realizada, cada paso que se dio para la implementación debido a que se utilizaron elementos electrónicos para su debido funcionamiento, para esto también se han realizado diferentes pruebas de funcionalidad para ver los resultados y ir mejorando y corrigiendo cada uno de los errores ya sea en la implementación o en la codificación del arduino.

El resultado de la aplicación sistemática y lógica de cada fundamento que se plantea en la investigación de forma directa para que se cumpla con cada uno de los objetivos planteados en el desarrollo de la investigación, tomando en cuenta que la información que se ha recopilado ha sido de forma teórica que está relacionada con el tema expuesto para que no tenga ninguna dificultad en la presentación.

3.2.1 Clasificación de la Investigación

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

Para desarrollar el presente trabajo utilizamos diferentes tipos de investigación los cuales vamos a mencionar cada uno de ellos para que se tenga un breve conocimiento que es lo que abarcan y para que tipos de datos estadísticas encuestas, simulaciones y pruebas se deben relacionar a cada una de ellas y saber cuándo las debemos utilizar y a que información permanecen en las investigaciones que estamos realizando, mediante la figura mostrada podemos observar los tipos de investigaciones que existen en el ámbito profesional.



Figura 40 Clasificación de la investigación, Elaborado por el autor

Existen varios tipos de investigación donde cada una tiene diferentes relaciones para llegar a un propósito, es decir donde queremos llegar con la investigación planteada y determinar qué tipo de investigación se centra a nuestro trabajo. Los tipos de investigación se clasifican mediante los criterios que son de nivel, diseño y propósito.

Tabla 21 Clasificación de los tipos de investigación

Nivel	Explorativa
Objetivos internos	Analítica
	Proyectiva
Diseño	Documental
Manera de recopilar información	De campo
	Experimental
Propósito	Pura o básica
Externo investigación	Aplicada

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

A continuación, vamos a describir varias formas de investigación lo cuales son utilizados en nuestro proyecto de grado.

3.2.2 Investigación Explorativa

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 este 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 conviene según la información adquirida.

3.2.3 Investigación Descriptiva

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.

3.2.4 Investigación Bibliográfica.

Utilizando esta metodología obtenemos 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.

3.2.5 Investigación Explicativa.

Se revelan las causas y efecto de lo estudiado a partir de una explicación del fenómeno de forma deductiva de las teorías o leyes. La investigación explicativa genera definiciones operativas referidas al fenómeno estudiado y proporciona un modelo más cercano a la realidad del objeto que estamos realizando.

3.2.6 Metodología Causiexperimental.

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

3.2.7 Modalidad de la Investigación

En el presente proyecto de tesis hacemos referencias a los diferentes tipos de investigaciones se ha dado una breve explicación de cada uno de ellos el método que utilizamos para realizar es el método de investigación exploraría, bibliografía, causiexperimental.

3.3 Población y muestra

La población y muestra es el resultado de un conjunto de personas de un lugar determinado, esto permite realizar las encuestas para analizar el nivel de entusiasmo, aprendizaje por las tecnologías y el desarrollo de robots, para esto se tomó la población de los estudiantes del 5to y 9vno semestre de la facultad de ingeniería enteleinformática.

$$\frac{n}{1 + \frac{(n-1)}{N^2}}$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra

N= tamaño conocido de la población

z= nivel de confianza 95%

e= error máximo permitido 0.05%

p= Probabilidad a favor

q= Probabilidad en contra

$$N= 890 \quad z= 1.96 \quad e= 0.05 \quad p= 0.5 \quad q= 0.5 \quad n=?$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1.96^2 (0.5)(0.5)}{0.05^2} \\ n &= \frac{3.84(0.25)}{0.0025} = 384 \\ n &= \frac{384}{1 + \frac{384-1}{890}} \\ n &= \frac{384}{1 + 0.4303} \\ n &= 268,47 \end{aligned}$$

3.4 Resultados

Tabla 22 La introducción de la robótica en la educación es necesaria?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	91.4%
De acuerdo	6.%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2.6%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

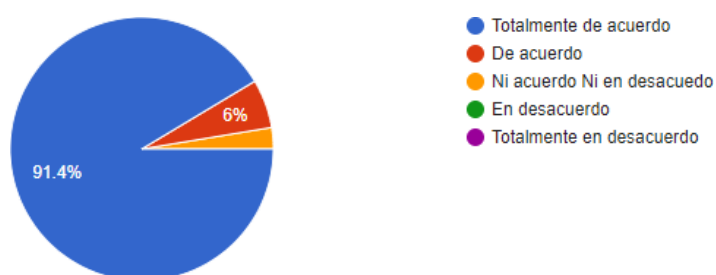


Figura 41 La introducción de la robótica en la educación es necesaria?

Como se observa en la figura 55, el resultado obtenido de la primera pregunta, un porcentaje del 91, 4% que están de acuerdo que la robótica es necesaria en la educación, por otro lado, tenemos un total de 6% que están de acuerdo que es necesario, además un total de 2,6% que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo por ultimo un 0% en desacuerdo y en total desacuerdo.

Tabla 23 ¿En la educación básica tiene sentido incluir la robótica?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	85,1%
De acuerdo	9%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5,9%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

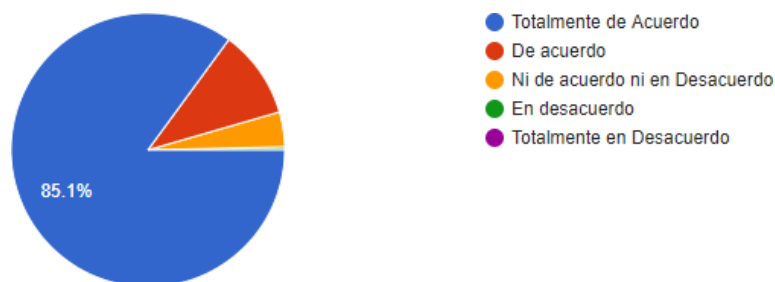


Figura 42 ¿En la educación básica tiene sentido incluir la robótica?

Como podemos ver en la figura los estudiantes que están totalmente de acuerdo equivale a un 85,1%, y los estudiantes que están de acuerdo un total de 30,4%, en desacuerdo ni de acuerdo un total de 9% y un total de 5.9% que no están de acuerdo ni desacuerdo.

Tabla 24 ¿Considera que la robótica proporciona la integración de varias áreas de conocimientos?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	85,4%
De acuerdo	11,6%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

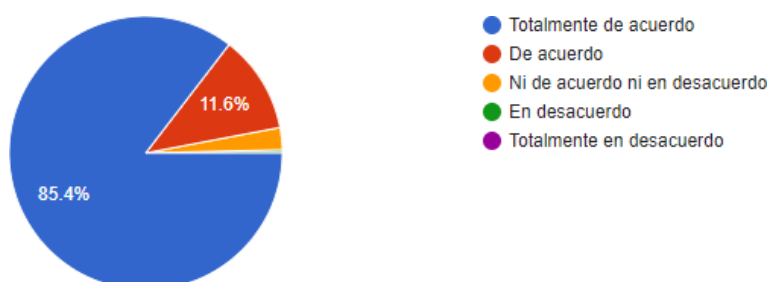


Figura 43 ¿Considera que la robótica proporciona la integración de varias áreas de conocimientos?

En la figura 57 observamos los estudiantes están en total acuerdo esto equivale a un 85,4%, por otro lado, estudiantes que están de acuerdo que es un 11.6%, ni de acuerdo ni desacuerdo un porcentaje seria el 3% y un total de 0% den desacuerdo y total desacuerdo.

Tabla 25 Cree usted que es de gran necesidad que la robótica debe incluirse en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	86,2%
De acuerdo	11,2%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2,6%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

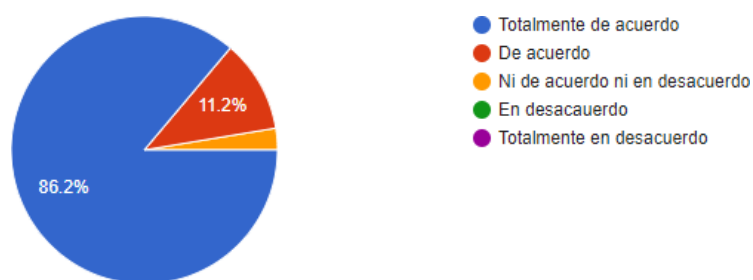


Figura 44 Cree usted que es de gran necesidad que la robótica debe incluirse en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones?

En la presente figura tenemos estudiantes que están de acuerdo que la robótica se debe incluir en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones esto sería un 86,2% y de acuerdo tenemos al 11,2%, en desacuerdo ni de acuerdo tenemos el 2,6% y por ultimo un total de 0% en desacuerdo y total desacuerdo.

Tabla 26 La robótica se debe introducir solo en las materias de tecnologías en la carrera de ingeniería en teleinformática?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	82,1%
De acuerdo	13,1%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3,8%
En desacuerdo	1%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

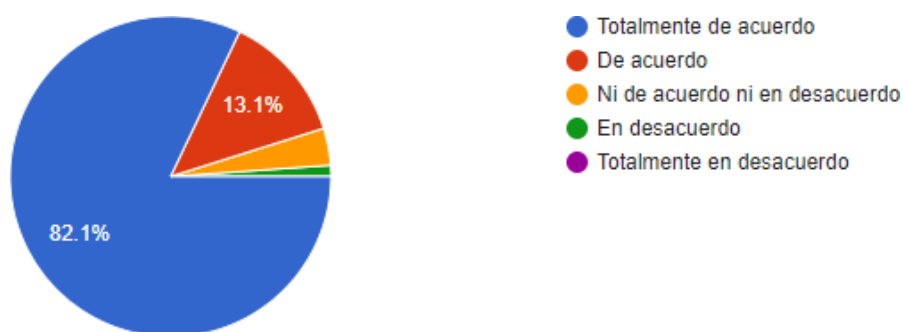


Figura 45 La robótica se debe introducir solo en las materias de tecnologías en la carrera de ingeniería en teleinformática?

En la figura 56 los estudiantes que están en total acuerdo que debería incluirse la materia robótica esto equivale al 82,1%, también tenemos estudiantes que están en acuerdo esto será un 13,1%, por otro lado, estudiantes que no están ni en acuerdo ni desacuerdo equivale al 3,8%, finalmente dos estudiantes están en desacuerdo con el 1% culminando el 0% para totalmente en desacuerdo.

Tabla 27 ¿Considera usted que sus compañeros están en capacidad para poder utilizar tipos de elementos de robótica?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	83.2%
De acuerdo	13,8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

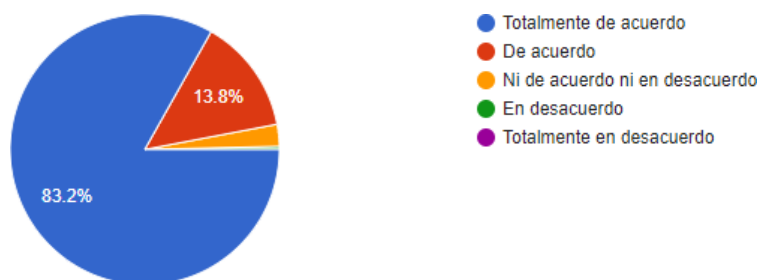


Figura 46 ¿Considera usted que sus compañeros están en capacidad para poder utilizar tipos de elementos de robótica?

Los estudiantes que se consideran en capacidad de utilizar los elementos de robótica que sería el 83,2% mientras que los estudiantes que están de acuerdo con el 13.8%, el 3% no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y finalizando el 0% para en desacuerdo y total desacuerdo.

Tabla 28 ¿Ha participado en algún concurso de robótica en algún momento?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	20,1%
De acuerdo	2.6%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	10,1%
En desacuerdo	11,6%
Totalmente en desacuerdo	55,6%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

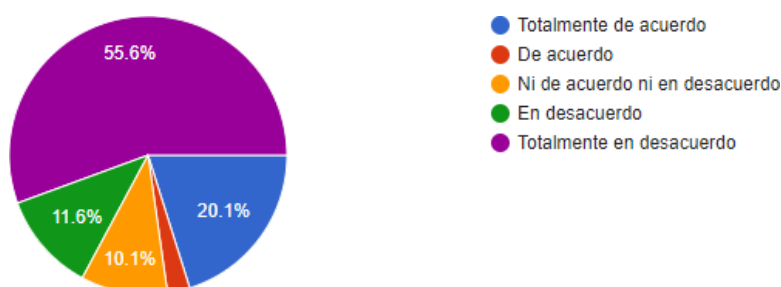


Figura 47 ¿Ha participado en algún concurso de robótica en algún momento?

En la figura 61 tenemos estudiantes que han participado en un concurso de robótica esto sería un 20,1% estudiantes de acuerdo tenemos un 2,6%, mientras que en desacuerdo tenemos estudiantes dando un 10,1% y en ni de acuerdo y desacuerdo un total de 55,6% un 0% para totalmente en desacuerdo.

Tabla 29 Le gustaría participar en la formación de actividades relacionadas a la robótica?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	82,5%
De acuerdo	14,6%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2,9%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

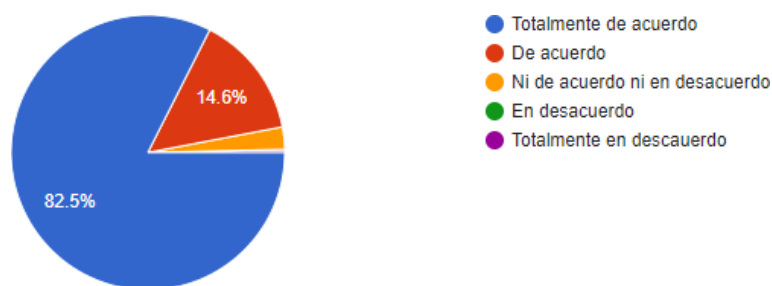


Figura 48 Le gustaría participar en la formación de actividades relacionadas a la robótica?

Como resultado tenemos los estudiantes que están de acuerdo que les gustaría participar en la formación de la robótica con un 82,5% estudiantes que están de acuerdo con 14,6% y por último tenemos que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con el 2,9% y por último un 0% para total desacuerdo.

Tabla 30 Cree usted que sería de gran ayuda tener componentes de robótica para la enseñanza en el aula?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	85,4%
De acuerdo	12,3%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2,3%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

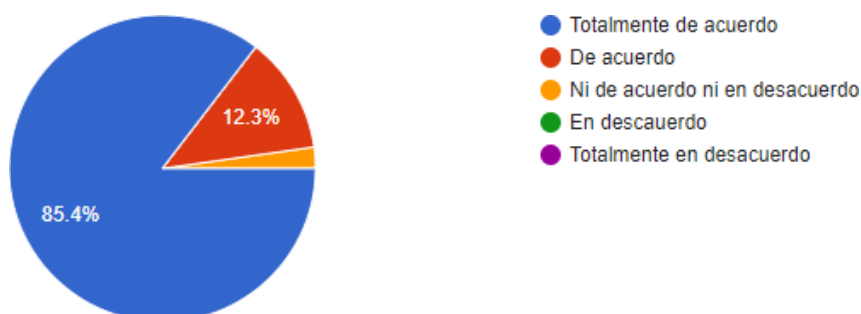


Figura 49 Cree usted que sería de gran ayuda tener componentes de robótica para la enseñanza en el aula?

Los resultados para la pregunta 9 los que están de acuerdo que se debería tener componentes de robótica en el aula con el 85,4% de acuerdo tenemos estudiantes con un 12.3% y estudiantes están en ni de desacuerdo ni de acuerdo, finalizamos con un 2,3%

para total desacuerdo.

Tabla 31 ¿Considera importante que los estudiantes conozcan los diferentes lenguajes de programación para la robótica?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	86,2%
De acuerdo	11,6%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2,2%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

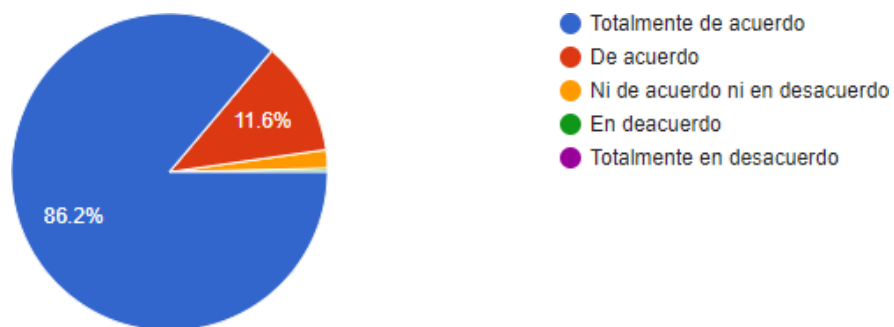


Figura 50 ¿Considera importante que los estudiantes conozcan los diferentes lenguajes de programación para la robótica?

Los estudiantes que consideran importante los lenguajes de programación con un 86,2%, por otro lado, los estudiantes que están de acuerdo con el 11,6% y los estudiantes están en desacuerdo que equivale al el 2.2%.

Tabla 32 ¿Está de acuerdo que por medio de las tecnologías el estudiante incrementa su motivación en descubrir nuevos conocimientos?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	88,1%
De acuerdo	10,4%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1,5%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

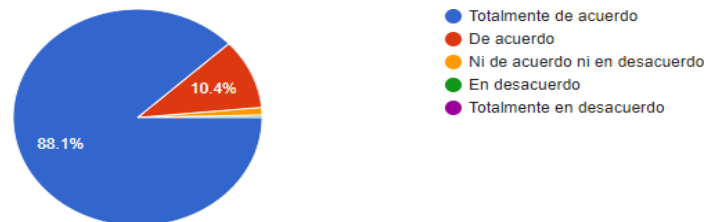


Figura 51 ¿Está de acuerdo que por medio de las tecnologías el estudiante incrementa su motivación en descubrir nuevos conocimientos?

Los estudiantes que respondieron que están de acuerdo que debería incrementarse la motivación para adquirir nuevos conocimientos es un total de 88,1% los que están de acuerdo un 10,4% en desacuerdo un 1,5%.

Tabla 33 ¿Está de acuerdo que la robótica facilita el trabajo colaborativo?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	83,2%
De acuerdo	13,1%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3,7%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban



Figura 52 ¿Está de acuerdo que la robótica facilita el trabajo colaborativo?

El grupo que está de acuerdo que la robótica facilite el trabajo colaborativo con un total de 83,2%, los que están en total con el 13,1% y estudiantes que están ni de acuerdo ni en desacuerdo un 3,7%.

Tabla 34 El armado de un robot autónomo desmontable despertaría el interés a los alumnos?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	85,1%
De acuerdo	11,9%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

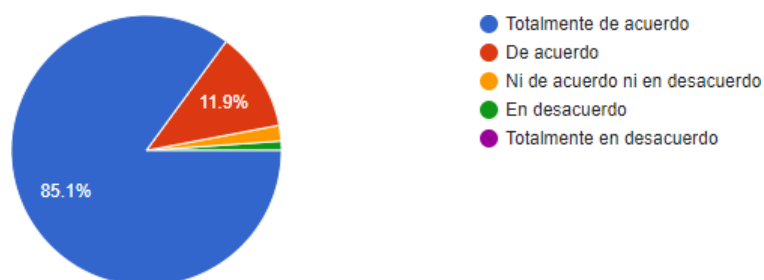


Figura 53 El armado de un robot autónomo desmontable despertaría el interés a los alumnos?

Se obtuvieron estudiantes que están con interés de participar en la robótica con el 85,1% los que están de acuerdo con un 11,9% y finalizando en acuerdo y desacuerdo con el 3%.

Tabla 35 ¿Obtener un prototipo de bajo costo en los laboratorios sería de gran ayuda para los estudios tecnológicos?

Opciones de Respuestas	Porcentajes
Totalmente de acuerdo	91,4%
De acuerdo	7%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1,6%
En desacuerdo	0%
Totalmente en desacuerdo	0%
Total	100%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

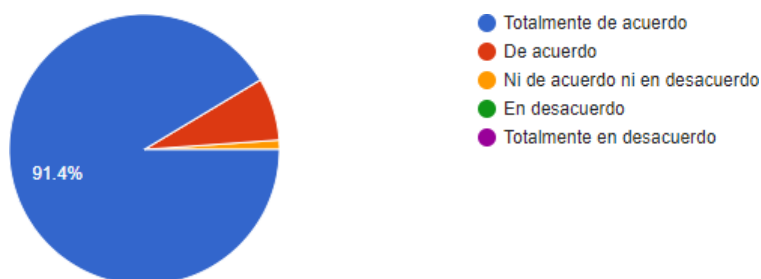


Figura 54 ¿Obtener un prototipo de bajo costo en los laboratorios sería de gran ayuda para los estudios tecnológicos?

Contestaron que están de acuerdo, que sería de gran ayuda obtener un robot de bajo costo con un porcentaje de 91,4% de acuerdo con el 7% y finalmente no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con el 1,6%.

Tabla 36 Tabla de resultados de las encuestas

Preguntas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
Totalmente de acuerdo	91,4%	85,1%	85,4%	86,2%	82,1%	83,2%	20,1%	82,5%	85,4%	86,2%	88,1%	83,2%	85,1%	91,4%
De acuerdo	6,9%	9,9%	11,6%	11,2%	13,1%	13,8%	2,6%	14,6%	12,3%	11,6%	10,4%	13,1%	11,9%	7%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2,6%	5,9%	3%	2,6%	3,8%	3%	10,1%	2,9%	2,3%	2,2%	1,5%	3,7%	3%	1,6%
En desacuerdo	0%	0%	0%	0%	1%	0%	11,6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Totalmente en desacuerdo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	55,6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

3.5 Análisis de la encuesta online

Utilizando la plataforma Google Drive, dicha red es gratuita para alojamiento de archivos, estos nos brindan la facilidad de crear encuestas ya sea en Word, Excel, Power Point entre otros programas, que son de fácil uso y lo más importante que podemos compartir las encuesta con los usuarios.

Se realizaron un total de 14 preguntas a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática los cuales se detallan a continuación. La primera pregunta un grupo de estudiantes respondió que la introducción a la robótica es necesaria esto suma un total de 91,4% por otro lado el 6% equivale a que están de acuerdo con la robótica en la educación.

En la segunda pregunta se tiene un total de estudiantes, están en total acuerdo que la educación básica se debe incluir en la robótica con el 85,1% y un total con el 6% que es de importancia la robótica desde la educación básica.

La tercera pregunta con promedio de alumnos que consideran que la robótica proporciona la integración en varias áreas de conocimientos con un 85,4% y los que están en acuerdo suman un 11,6% para que la robótica sea integrada en varias áreas.

En la pregunta 4 y 5 los estudiantes que respondieron que creen que la robótica se debe incluir en la carrera y a su vez se debe introducir en las materias de tecnología de la carrera dando un 86,2 que están de acuerdo en su totalidad y por otro lado un grupo de estudiantes que están de acuerdo por la misma esto equivale a 13,1% de respuesta.

Con las respuestas de la pregunta 6 se obtuvo un total de 82% que consideran que los compañeros están en capacidad para poder utilizar los elementos de robótica en la carrera y en acuerdo un total de 13,8% que les gustaría la misma.

Las respuestas obtenidas en la pregunta 7 donde los estudiantes respondieron que no han participado en ningún concurso de robótica con un porcentaje de 55,6% para los que no han participado y un promedio del 20.1% que si han participado en los concursos de robótica.

La pregunta 8 se obtuvo un total de 82,5% que les gustaría participar en la formación de actividades relacionadas a la robótica mientras la otra parte con un total 14,5% les gustaría realizar lo mismo.

En la pregunta 9 y 10 con un total de 85,4% en el cual se considera que es de gran ayuda tener componentes de robótica para la enseñanza en el aula y que los estudiantes conozcas los diferentes lenguajes de programación, mientras que la otra parte con un total de 11% están de acuerdo para que se desarrolle lo planteado.

Con respecto a la pregunta 11 y 12 que están en total acuerdo que por medio de las

tecnologías el estudiante incrementa su motivación en descubrir nuevos conocimientos y que a su vez la robótica facilite el trabajo colaborativo con un total de 88,1% en promedio la otra parte está en acuerdo con un total de 13% para un total en acuerdo.

La respuesta de la pregunta 13 suman un total de 85,1% donde los alumnos consideran que un robot autónomo desmontable despertaría el interés para desarrollarlos y un total de 11% consideran que de la misma manera sería necesario que cada uno lo desarrollen.

En la pregunta 14 contamos con un total de 91,4% creen que obtener un prototipo de bajo costo en los laboratorios sería de gran ayuda para los estudios tecnológicos.

Debido a los resultados obtenidos se desarrolla un Robot Educativo Desmontable de bajo costo para Competencias de Seguidor de Línea y Laberinto, para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática obtengan los conocimientos necesarios tanto en la parte electrónica como en la programación del mismo y puedan desarrollar sus propios robots con el fin de prepararse para participar en diferentes ramas de competencia o la misma sirva de ayuda para la sociedad.

Por el total de estudiantes que están totalmente de acuerdo que se valore su eficiencia y a su vez tenga acceso a los laboratorios que se debería incrementar en la carrera para futuros trabajos de investigación.

3.6 Evaluación del Hardware y Software

Con el hardware y la placa principal ya culminados ahora es necesario un programa para poder utilizarlo y controlarlo, la placa distribuye los datos y las energías de cada uno del equipo electrónico, se han creado varios códigos y librerías de programación en las cuales se encuentran las funciones que se necesitan para el control del robot y que son invocadas desde un programa principal.

La implementación de la placa principal se lo hizo de ésta manera porque permite mejorar el orden de los equipos electrónicos y optimizar espacio, ya que a éste se lo distribuye en varias funciones, otra ventaja de hacerlo de esta manera es que contribuye al trabajo en equipo y brinda mayor facilidad en la detección de posibles fallos en el código.

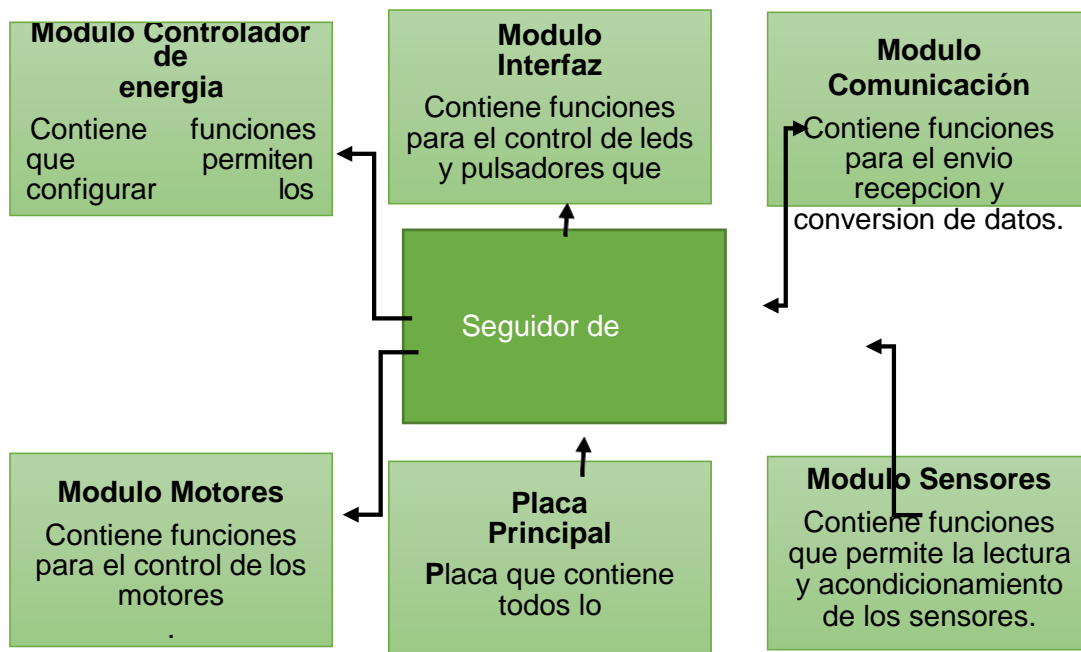


Figura 55 . Arquitectura de software del robot seguidor en línea, elaborado por el autor

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 seguidor en línea y laberinto.

3.7 Factibilidad Técnica

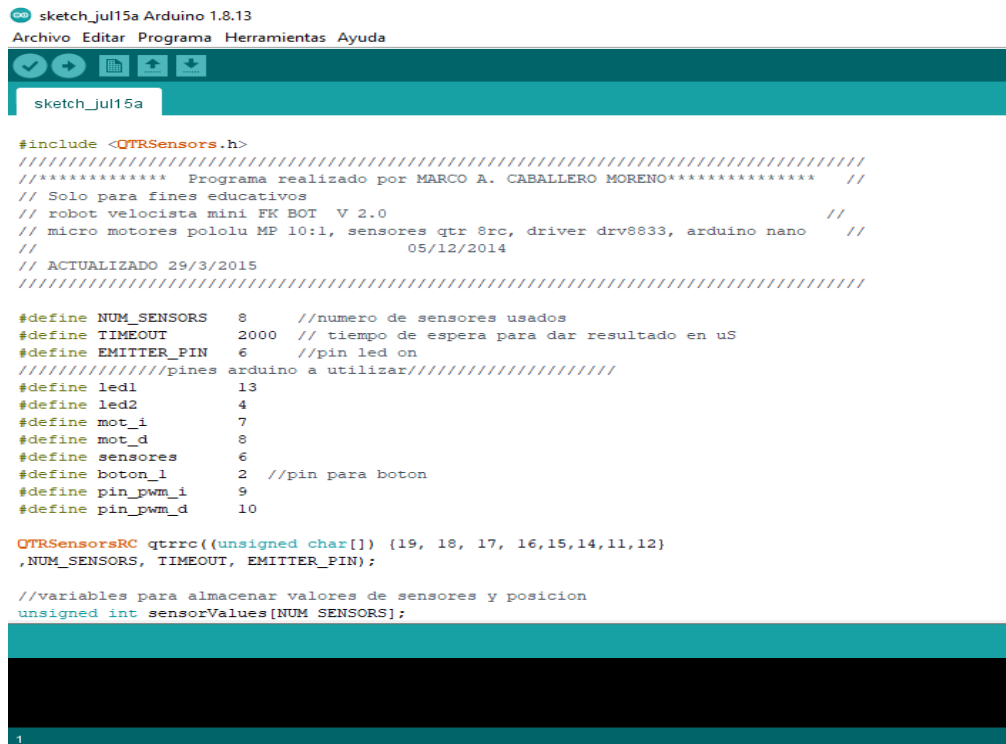
Para lograr determinar la factibilidad técnica es importante tener que considerar la disponibilidad de los recursos tecnológicos ya que estos son materiales indispensables para realizar el proyecto, cabe destacar que las tecnologías que se utilizan para el desarrollo del prototipo desmontable seguidor en línea y laberinto de bajo costo se encuentran en el mercado con precios razonables y una calidad acorde a los objetivos establecidos.

Este análisis de factibilidad que es de factibilidad técnica se da porque en este proyecto se involucran varios elementos que logran definir la calidad del diseño e implementación del robot laberinto y seguidor de líneas.

Consideremos aquellos recursos tecnológicos que nos permitan mantener en curso el periodo de la fabricación del Robot prototipo, la tecnología que se utilizó para el desarrollo del software será gratuita ya que implica ahorro económico, incluso también facilitándonos la construcción del robot autónomo.

Se presenta que respecto al Hardware los componentes que se utilizaron para la implementación se los localizó en las tiendas de Guayaquil de electrónica. Para la

configuración del robot prototipo se utilizó software libre como la placa de Arduino Uno y el lenguaje de programación para la misma, adicionalmente se investigó un software gratuito disponible en el mercado para la conexión remota ya sea desde un dispositivo móvil o una computadora para la ejecución del programa y dicho código.



```

sketch_jul15a Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sketch_jul15a

#include <QTRSensors.h>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//***** Programa realizado por MARCO A. CABALLERO MORENO***** //
// Solo para fines educativos //
// robot velocista mini FK BOT V 2.0 //
// micro motores pololu MP 10:1, sensores qtr 8rc, driver drv8833, arduino nano //
// 05/12/2014 //
// ACTUALIZADO 29/3/2015 //
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

#define NUM_SENSORS 8 //numero de sensores usados
#define TIMEOUT 2000 // tiempo de espera para dar resultado en uS
#define EMITTER_PIN 6 //pin led on
//////////////////////////////////////////////////////////////////pines arduino a utilizar////////////////////////////////////////////////////////////////
#define led1 13
#define led2 4
#define mot_i 7
#define mot_d 8
#define sensores 6
#define boton_l 2 //pin para boton
#define pin_pwm_i 9
#define pin_pwm_d 10

QTRSensorsRC qtrrc((unsigned char[]) {19, 18, 17, 16,15,14,11,12}
,NUM_SENSORS, TIMEOUT, EMITTER_PIN);

//variables para almacenar valores de sensores y posicion
unsigned int sensorValues[NUM_SENSORS];

```

Figura 56 Programación del robot(Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

3.7.1 Factibilidad Legal

Es importante analizar en nuestro desarrollo de tesis los aspectos legales que están ligados al desarrollo e implementación del proyecto, para esto vamos a dar a conocer los puntos principales que tiene la investigación como son:

- Confidencialidad y seguridad de la información.
- Riesgos del manejo de la información.
- Derechos de propiedad intelectual.

3.7.2 Ley Organica de proteccion de Datos

Esta ley tiene como objetivo garantizar y proteger, en lo que concierne al tratamiento de los datos personales, las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas, y especialmente de su honor, privacidad personal, privacidad familiar e incluso la intimidad. Su objetivo principal es regular el tratamiento de los datos y ficheros, de carácter personal, independientemente del soporte en el cual sean tratados, los derechos de los ciudadanos sobre ellos y las obligaciones de aquellos que los crean o tratan.

3.7.3 Factibilidad Economica

Para el desarrollo del proyecto de titulacion, se contara con los recursos economicos para lograr cumplir con éxito la implementacion del robot autonomo seguidor de Linea y laberinto.

3.7.8 Software

En el prototipo se utilizo piezas hechas en una impresora 3D con materiales de PLA para la estructura del robot y con otro tipo de material reforsado de fibra de carbono para las orugas y engranes del robot se utilizaron programas para el diseño de las piezas por separadas en tercera dimension como el Autocad que es un software libre para la creacion de multiples diseños se utilizo Arduino software libre sirve para la codificacion del robot



Figura 57 Arduino Programa tomada de (Polulo, Arduino y Electronica, 2002)

3.7.9 Hardware

Para desarrollar el presente proyecto de titulacion se necesita un sensor infrarrojo para detectar las lineas de la pista donde esta diseñado el recorrido que se va ha realizar en la practica, los motores son controlados por una fuente de alimentacion esto le da un mejor desempeño tambien a los sensores ya que no consumiria tanta energia solo por un conductor. Estos son elementos electronicos de bajo costo tambien se verifico si se encuentran en el mercado del pais y si se los encuentra en las tiendas de electronica de Guayaquil ya que algunos sensores o actuadores se encuentran fuera de la ciudad o fuera del pais.

Tabla 37 Software y Hardware

Software	Hardware
<ul style="list-style-type: none"> • Autocad • Arduino • Fritzing 	<ul style="list-style-type: none"> • Arduino Uno • Sensor Infrarrojo IR • Baterias de litio 3.7v

-
- **Meshmixer**
 - Motores reductores
 - Modulo pololu
 - Fuente de Alimentacion
-

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban



Figura 58 Impresora 3D, imagen tomada de impresoras en el mercado elaborado por el autor.

3.8 Presupuesto

Se define como presupuesto al valor monetario que se dispuso para la compra de los materiales que implica el desarrollo terminado de los egresos e ingresos en la elaboracion y en el tiempo especifico. Se detalla a continuacion el presupuesto necesario para la realizacion del proyecto. Entre los rubros que se incluyen en el presupuesto se determina una diferencia entre el recurso humano, software y otros elementos de importante utilidad.

Tabla 38 Presupuesto del proyecto de titulación

Rubros	Cantidad	Valor unitario	Total
Recursos			
Hardware			
Arduino Uno	1	\$12.00	\$12.00
Sensor infrarojo	2	\$1.00	\$2.00
Baterias de litio	3	\$1.50	\$4.50
Motor reductor para arduino	2	\$2	\$4.00
Modulo pololu	1	\$8.00	\$8.00
Funte de Aalimentacion	1	\$1.25	\$1.25

Cables dupont	1	\$ 0.50	\$0.50
Puertos machos y hembras	1		
Placa principal	1	\$0.60	\$0,60
Estructura de material PLA	10	\$0.80	\$8.00
Orugas	72	\$0.20	\$14.40
Recursos			
Software			
Software Libre	1	\$0	\$0
Recursos Varios			
Adquisición de libros o paper	6	\$0	\$0
Total			\$54,75

Fuente: Elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

3.9 Evaluar las Placas Controladoras Arduino.

En la creación del prototipo, se trabaja con hardware abierto, se toma en cuenta la plataforma “Arduino”, no obstante, se conocen diferentes modelos del hardware “Arduino” y para ello, se realizó una comparación donde se decide adoptar el hardware conocido como “Arduino Uno”.

3.9.1 Evaluar los sensor Infrarojo evasor de Obstáculos

Este sensor realiza la lectura de las líneas diseñadas en una pista, recorriendo lo establecido para esto se desarrolló un código de programación el cual deberá seguir las opciones establecidas en el recorrido y en el tiempo oportuno.

Lo principal que el sensor realiza es seguir un laberinto, para esto se diseñó una pista donde deberá seguir las líneas y reconocer a blanco y negro.

Esta compuesto por un programa de uso, en modo autónomo es decir recibe señal de arranque desde la placa de control Arduino seguido de esto el usuario conecta las baterías. En este modo se recibe la señal de arranque, el robot seguirá el recorrido marcado en el suelo que lo guiará automáticamente por el tablero en el que se encuentra situado.

Se tiene en cuenta que el robot, desde el punto de vista del usuario, es muy sencillo ya que este se ha diseñado para que se utilice sin ningún tipo de control externo.

Para comenzar el punto de partida tenemos que colocar el robot en un punto de partida únicamente comenzará a realizar su recorrido, para esto se debe calibrar los sensores de

acuerdo a la línea oscura de la pista. Esto es necesario ya que el sensor solo lee líneas a blanco y negro de la pista.

Tabla 39 Comparativa entre sensores

Características	Sensores Ultrasonido HC-SR04	Sensor Infrarrojo Sharp GP2D12
Alimentación	5v	5v
Corriente de alimentación	15 Ma	35 mA
Pide de conexión	4 hilos Vcc, Trigger, Echo, GND	un conector de 3 pines
Rango de medición	2 cm a 400 cm	10 cm a 80 cm
Frecuencia de pulso	40 KHz	--
Apertura del pulso	15°	--
Señal de disparo	10uS	32ms
Dimensiones del módulo.	45 x 20 x 15 mm	29.5 x 13 x 13.5 mm

Fuente: Elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban,

3.9.2 Diseño General del Prototipo Autonomo Seguidor en Línea

Dentro de la placa controladora “Arduino Uno”, se usan diferente pines de conexión los cuales se encuentran conectados de los pines 3 y 4 al sensor de infrarrojo que es fuente de alimentacion y son utilizados los pines Vcc y Gnd con alimentacion de 5v, y los pines trig que hace referencia emision y recepción.

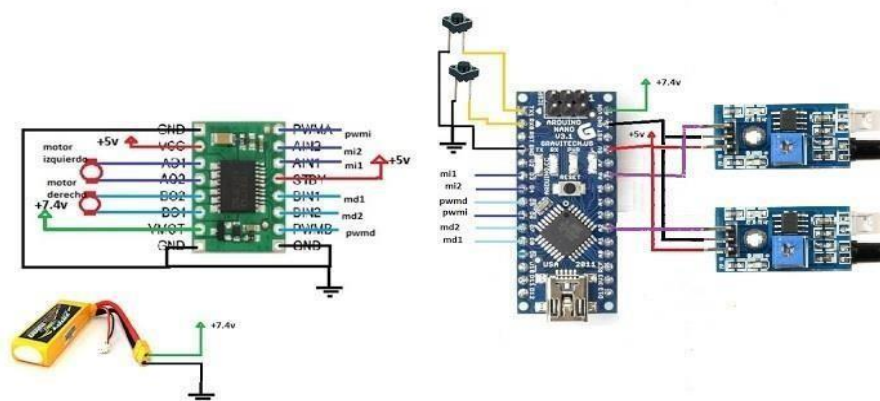


Figura 59 Autónimo Seguidor en Línea

3.9.3 Armado del diseño tanque seguidor en linea y laberinto

El fin de la construcción del robot será con el objetivo de ser utilizado en cualquier aplicación como de exploración, educativo y experimentación. Una idea principal fue diseñar las orugas completamente en 3D donde el mecanismo lleva unas grapas para que el armado sea mucho más fácil.

Impresiones en 3D

Se realizó la impresión de las piezas en 3D para las orugas de las dos llantas, estas fueron un total de 72 piezas en cada llanta fueron un total de 32 en cada una de las orugas.

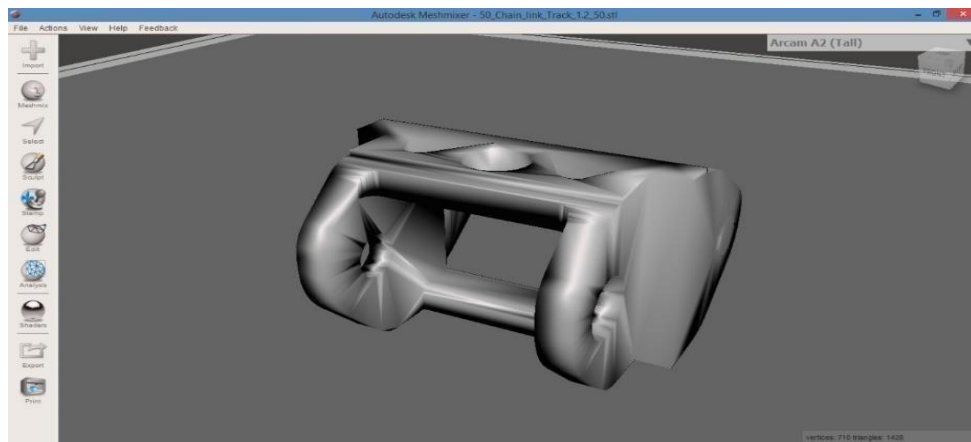


Figura 60 Diseño de la pieza, investigación directa elaborado por el autor

Recopilar todas las piezas

Se debe tener en cuenta que para el armado de las piezas se necesitan que estén todas completas para comenzar la unión de cada una de ellas, para esto con una lima se pasó en los filos para eliminar los residuos que tenían cada pieza, esto se hizo con la finalidad que al momento de la unión debían estar lisas sin ningún tipo de residuo para que puedan acoplarse con precisión y no se lleguen a salir.



Figura 61 Piezas para el armado, elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Montar los motores en la base

Ajustar bien entre las bases para que no tenga vibraciones y no se puedan caer se puede usar un adhesivo o las grapas mencionadas a medida pero antes podemos soldar los cables a las terminales del motor para poder conectarlos de una manera más sencilla al puente H.



Figura 62 Motores de engranaje armado, elaborado por el autor, Burgos González Henry Esteban

Armado de la base del robot

Dos conectores tipo cuadrado con cuatro agujeros son los centrales con lo que se conectan las bases delanteras y las bases de los motores tratar de colocar bien y cuadrar bien todo luego de esto se podrá colocar la parte delantera del tanque verificando que encaje todo correctamente igualmente para la parte trasera colocar bien cuadrado.



Figura 63 Armado de la base del robot., elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

Instalación de los engranes de las orugas en los motores

Comenzamos instalando los engranes en los motores hay que hacer un poco de presión haciendo un poco de fuerza hacia adentro para que no tenga ningún problema al momento de instalar las demás piezas después colocamos la guía del engranaje para que se quede más preciso tenemos que darnos cuenta que cuadre correctamente sino se nos puede salir las orugas al momento de probarlo.



Figura 64 Engranaje y orugas en los motores., elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

Colocación de engrane y ruliman

En este paso debemos colocar ambas piezas el engrane con la oruga ponemos el ruliman dentro del engrane luego colocamos en la parte delantera del chasis o del cuerpo del robot y ponemos las grapas adecuadas para que no se descuadre y no tengamos ningún inconveniente al momento que el robot este realizando sus movimientos en la pista, sin la necesidad que se valla a salir alguna pieza.



Figura 65 Colocación de engranaje y ruliman, elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

Probar las conexiones y demás piezas Electronicas

En este paso se puede utilizar nuestro robot con cualquier fin en el caso de nosotros se hara seguidor en línea y laberinto habría que poner su controlador, programarlo, su fuente de alimentación, programarlo y probar su respectivo funcionamiento.

Para la fuente de alimentación debe utilizar una batería de Litio ya que sería más común de recargar las baterías si se descarga.



Figura 66 Prueba de armado, elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

Pruebas de Funcionalidad

El prototipo fue diseñado con varias herramientas de investigacion y herramientas físicas para tener un buen funcionamiento al momento de usarlo se tomo en cuenta que no fue tan complicado el armado del robot para que los estudiantes puedan hacerlo sin problema alguno.

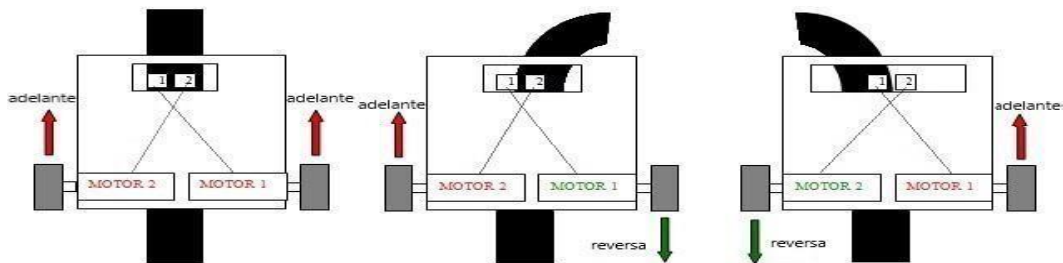


Figura 67 Pruebas de funcionalidad, elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

Cuando los dos sensores se encuentran en una línea negra estos sensores tendran un valor de cero por lo cual dara señal para que los motores se accionen hacia adelante, cuando el sensor izquierdo sobrepasa la línea negra y sensa una superficie blanca esto

tendra un valor uno por lo que mandara una señal al motor derecho que se active de reversa para poder nuevamente mantenerse en la linea negra, cuando el sensor derecho sobrepasa la linea negra y sensa una superficie blanca tambien tendra un valor de uno por lo que enviara una señal para que se active de reversa en motor izquierdo para nuevamente regresar a la linea negra.

Tabla 40 Funcionalidad

Secuencias	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce linea negra y superficie blanca • Avanza, gira hacia la derecha, gira hacia de izquierda, retrocede dependiendo de la pista ya sea de laberinto o seguidor de linea por la codificacion que tiene incluida.
Interfaz	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores y actuadores recopilando datos • Envio y recepcion de señales hacia la placa, sensores y demas actuadores.

Fuente: Elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban,

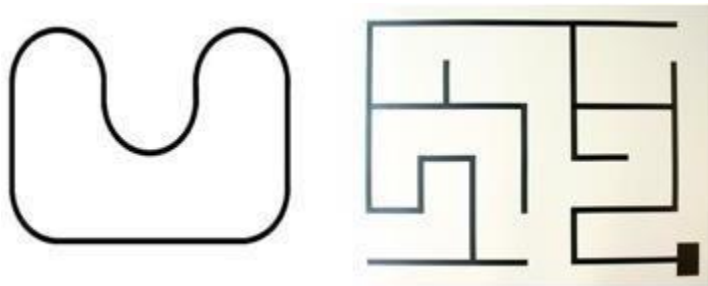


Figura 68 Seguidor en línea y Laberinto, elaborado por el autor Burgos González Henry Esteban

El desempeño del robot se lo evalúa por medió del tiempo que le toma recorrer la pista el objetivo es hacer el recorrido sin tener ningún problema y hacer el menor tiempo posible, el robot no debe salirse de la pista ni acortar camino el reglamento no lo permite. Lo primero que se probó fueron las ruedas, se probó con algunos materiales que fueron impresos en 3D ya que éstas no dan suficiente adherencia al prototipo, no importa los ajustes que se le haga al controlador, no es posible incrementar la velocidad del robot

solamente disminuir la velocidad por medio del código arduino para que pueda ir con más seguridad ya que puede perder pista, otra desventaja que tienen este tipo de ruedas es que les afecta mucho la suciedad (polvo) que puede estar en la pista por lo general habría que limpiarlas constantemente.

Se realizan pruebas de funcionamiento del robot, además de las pruebas finales, se desarrollan pruebas parciales durante el proceso de construcción del robot principalmente el hardware y software.

Estas pruebas sirvieron para determinar la funcionalidad final que ofrece el robot.

Como primera prueba del prototipo después de haber observado la reacción de los motores, cuando se acerca a la línea negra empezó a seguir su camino cumpliendo con todo el diseño que se realizó.

Se empezó a seguir ejecutando las líneas de código las cuales realizan la función para los dos parámetros establecidos dependiendo el diseño en la pista realizando maniobras y dar vueltas en un eje central, para que no se encuentre con ningún obstáculo y pueda chocar, se pudo evidenciar en el proceso de prueba que al momento de seguir la pista se tiene que ejecutar el código de programación si es de línea o laberinto, como se mencionó anteriormente el robot se desarrolló con lógica de seguimiento para seguir las instrucciones que se dé al momento de realizar el recorrido.

3.10 Conclusiones

Mediante la investigación realizada de los elementos y códigos utilizados, se logra obtener la planificación adecuada respecto a los parámetros establecidos para lograr realizar las pruebas respectivas sobre el funcionamiento del mismo, cuyo resultado final es lograr recorrer la pista.

Dado a que la presentación del tema en la Universidad de Guayaquil trae consigo a que los estudiantes enfoquen sus conocimientos en nuevos proyectos, así mismo los maestros desarrollen nuevos temas de investigación relacionadas a planificación basada en lógica y ejecución para la creación de robot autónomos capaces de realizar instrucciones establecidas.

La implementación del robot autónomo está integrada por una placa central que acopla los elementos para su funcionalidad, los sensores se ejecutan mediante un código de programación para su correcto desempeño y pruebas específicas.

En este documento se describen temas de robótica con la finalidad de facilitar la introducción del tópico. Así una de las aportaciones que se realizan es la descripción detallada de los procedimientos a seguir para poner a funcionar un robot tipo tanque. Para esto se describen las herramientas, la programación en Arduino, como se realiza la planificación, como y que se utiliza para la conexión

Para el buen funcionamiento de los robots y que éstos alcancen un nivel competitivo la parte mecánica como la de control debe hacer correlación ya que si una falla los resultados no van a ser buenos.

Se logra construir un prototipo planificado con las referencias y objetivos propuestos.

Se realizó encuestas referentes a los temas de robótica donde cada estudiante hace referencia que exista materias y laboratorios que consten con todos los elementos de robótica.

3.11 Recomendaciones

- Profundizar más en investigaciones relacionados con la robótica y automatización para en un futuro realizar una versión actualizada del mismo prototipo y con diferentes funcionalidades.
- Cuando se realiza un robot de competencia (seguidor de línea, robot laberinto), lo más recomendable es desarrollarlo por etapas, primero con el diseño e implementación de la placa de control y comprobar que ésta funciona correctamente. También es recomendable desarrollar el programa de control por partes para ir probando que todo está bien, con lo cual el desarrollo se haría ordenadamente y después no se invertiría mucho tiempo en la búsqueda de problemas en el código.
- Mejorar la fuente de alimentación ya que en un determinado tiempo de pruebas las baterías se descargan y paralizan su función.
- Para un buen funcionamiento de los prototipos se recomienda dar mantenimiento a sus motores, verificar que éstos se encuentran debidamente ajustados sin ningún problema.
- Se recomienda incentivar en la educación para que los estudiantes aprendan sobre las tecnologías y realizar trabajos de robótica, el robot diseñado pretende tener precisión al momento de realizar giros y evitar un mal posicionamiento dentro del laberinto.
- La carrera de Ingeniería en Teleinformática debería contar con laboratorios de robótica y electrónica y adquirir componentes para que los estudiantes puedan realizar prácticas, para futuros desarrollos de proyectos de tesis.
- Incorporar textos actuales de robótica, microcontroladores, microprocesadores, telecomunicaciones, redes entre otros.

ANEXOS

Anexos

Anexo N° 1 Programación en Arduino

```
#include <QTRSensors.h>

// Solo para fines educativos

// Robot velocista mini FK BOT V 2.0 //

// Micro motores pololu MP 10:1, sensores qtr 8rc, driver drv8833, arduino nano

//

// 05/12/2014

// ACTUALIZADO 29/3/2015

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

#define NUM_SENSORS 8 //número de sensores usados

#define TIMEOUT 2000 // tiempo de espera para dar resultado en uS

#define EMITTER_PIN 6 //pin led on

//////////pines arduino a utilizar//////////

#define led1 13

#define led2 4

#define mot_i 7

#define mot_d 8

#define sensores 6

#define boton_1 2 //pin para botón

#define pin_pwm_i 9

#define pin_pwm_d 10

QTRSensorsRC qtrrc((unsigned char[]) {19, 18, 17, 16,15,14,11,12}

,NUM_SENSORS, TIMEOUT, EMITTER_PIN);

//variables para almacenar valores de sensores y posición

unsigned int sensorValues[NUM_SENSORS];

unsigned int position=0;
```

```

// Variables para el pid
int derivativo=0, proporcional=0, integral=0; //parámetros
int salida_pwm=0, proporcional_pasado=0;

AQUI CAMBIEREMOS LOS PARAMETROS DE NUESTRO ROBOT
int velocidad=120;          //variable para la velocidad, el máximo es 255
float Kp=0.18, Kd=4, Ki=0.001; //constantes
//variable para escoger el tipo de línea
int línea=0;                // 0 para líneas negra, 1 para líneas blancas

Void setup()
{
  delay(800);
  pinMode (mot_i, OUTPUT); //pin de dirección motor izquierdo
  pinMode (mot_d, OUTPUT); //pin de dirección motor derecho
  pinMode (led1, OUTPUT); //led1
  pinMode (led2, OUTPUT); //led2
  pinMode (boton_1, INPUT); //Botón 1 como pull up

  for (int i = 0; i <40; i++) //calibración durante 2.5 segundos,
  {
    //para calibrar es necesario colocar los sensores sobre la
superficie negra y luego
    digitalWrite (led1, HIGH); //la blanca
    delay (20);
    qtrrc.calibrate (); //función para calibrar sensores
    digitalWrite (led1, LOW);
    Delay (20);
  }
  digitalWrite(led1, LOW); //apagar sensores para indicar fin de calibración
  delay(400);
  digitalWrite(led2,HIGH); //encender led 2 para indicar la
  while(true)
  {
    int x=digitalRead(boton_1); //leemos y guardamos el valor

```



```

        // del botón en variable x

    delay(100);
    if(x==0) //si se presiona boton
    {
        digitalWrite(led2,LOW); //indicamos que se presiono boton
        digitalWrite(led1,HIGH); //encendiendo led 1
        delay(100);
        break; //saltamos hacia el bucle principal
    }
}
}

void loop()
{

    //pid(0, 120, 0.18, 0.001, 4 );
    pid(linea,velocidad,Kp,Ki,Kd); //funcion para algoritmo pid
        //primer parametro: 0 para lineas negras, tipo 1 para lineas
blancas

        //segundo parametro: velocidad pwm de 0 a 255
        //tercer parametro: constante para accion proporcional
        //cuarto parametro: constante para accion integral
        //quinto parametro: constante para accion derivativa
    //frenos_contorno(0,700);
    frenos_contorno(linea,700); //funcion para frenado en curvas tipo
        //primer parametro :0 para lineas negras, tipo 1 para lineas
blancas

        //segundo parametro:flanco de comparación va desde 0 hasta
1000 , esto para ver

    }

    //////////funciones para el control del robot////
    void pid(int linea, int velocidad, float Kp, float Ki, float Kd)

```

```

{
    position = qtrrc.readLine(sensorValues, QTR_EMITTERS_ON, linea); //0 para
linea negra, 1 para linea blanca
    proporcional = (position) - 3500; // set point es 3500, asi obtenemos el error
    integral=integral + proporcional_pasado; //obteniendo integral
    derivativo = (proporcional - proporcional_pasado); //obteniendo el derivativo
    if (integral>1000) integral=1000; //limitamos la integral para no causar
problemas
    if (integral<-1000) integral=-1000;
    salida_pwm =( proporcional * Kp ) + ( derivativo * Kd )+(integral*Ki);

    if ( salida_pwm > velocidad ) salida_pwm = velocidad; //limitamos la salida de
pwm
    if ( salida_pwm < -velocidad ) salida_pwm = -velocidad;

    if (salida_pwm < 0)
    {
        motores(velocidad+salida_pwm, velocidad);
    }
    if (salida_pwm >0)
    {
        motores(velocidad, velocidad-salida_pwm);
    }

    proporcional_pasado = proporcional;
}

//funcion para control de motores
void motores(int motor_izq, int motor_der)
{
    if ( motor_izq >= 0 ) //motor izquierdo
    {
        digitalWrite(mot_i,HIGH); // con high avanza
        analogWrite(pin_pwm_i,255-motor_izq); //se controla de manera

```

```

        //inversa para mayor control
    }
    else
    {
        digitalWrite(mot_i,LOW); //con low retrocede
        motor_izq = motor_izq*(-1); //cambio de signo
        analogWrite(pin_pwm_i,motor_izq);
    }

    if ( motor_der >= 0 ) //motor derecho
    {
        digitalWrite(mot_d,HIGH);
        analogWrite(pin_pwm_d,255-motor_der);
    }
    else
    {
        digitalWrite(mot_d,LOW);
        motor_der= motor_der*(-1);
        analogWrite(pin_pwm_d,motor_der);
    }

}

void frenos_contorno(int tipo,int flanco_comparacion)
{

    if(tipo==0)
    {
        if(position<=50) //si se salio por la parte derecha de la linea
        {
            motores(-80,90); //debido a la inercia, el motor
                            //tendera a seguri girando
                            //por eso le damos para atras , para que frene

```

```

// lo mas rapido posible

while(true)
{
    qtrrc.read(sensorValues); //lectura en bruto de sensor
    if(
        sensorValues[0]>flanco_comparacion
sensorValues[1]>flanco_comparacion )
    //asegurar que esta en linea
    {
        break;
    }
}

if (position>=6550) //si se salio por la parte izquierda de la linea
{
    motores(90,-80);
    while(true)
    {
        qtrrc.read(sensorValues);
        if(sensorValues[7]>flanco_comparacion
sensorValues[6]>flanco_comparacion )
        {
            break;
        }
    }
}

if(tipo==1) //para linea blanca con fondo negro
{
    if(position<=50) //si se salio por la parte derecha de la linea
    {
        motores(-80,90); //debido a la inercia el motor
        //tendera a seguri girando

```

```

        //por eso le damos para atras
        //para que frene lo mas rapido posible
while(true)
{
    qtrrc.read(sensorValues); //lectura en bruto de sensor
    if(sensorValues[0]<flanco_comparacion
sensorValues[1]<flanco_comparacion ) //asegurar que esta en linea
    {
        break;
    }
}

if(position>=6550) //si se salio por la parte izquierda de la linea
{
    motores(90,-80);
    while(true)
    {
        qtrrc.read(sensorValues);
        if(sensorValues[7]<flanco_comparacion
sensorValues[6]<flanco_comparacion)
        {
            break;
        }
    }
}
}
}

```

Bibliografía

- Abella, m. G. (2018). *Diseño, construcción y control por ordenador de*. Valencia : la.
- Alexander, h. M. (2019). *Implementación de un robot autónomo* . Guayaquil: anli.
- Antonio, r. C. (2014). *Diseño e implementación de dos robots de competencia (seguidor de línea especialidad velocista, laberinto*. Guayaquil.
- Antonio, r. C. (2016). *Robot de competencias seguidor en linea*. Quito: sotomayor.
- Arialdel, d. (2014). *Robot para competencias* . Guayaquil: onsi.
- Baldivieso, n. (2014). La creación de robots con la impresión 3d. *Sculpteo*, basf.
- Briones, s. (2016). Electronica. *Robodita digital* , 15.
- Caicedo, d. R. (2016). *Seguidor de linea esecialidad velocista laberinto*. Quito: unasi.
- Cascante, f. R. (2013). *Diseño y contruccion de un pack de baterias de litio* . Bogota: arse.
- Cordero pérez, j. P. (2015). *Implementación de algoritmos de programación y de protocolos de comunicación inalámbrica para la operatividad de un robot sumo*. Guayaquil: ansi.
- David, O. M. (2015). *Robotica de seguidor en linea*. Bogota: ansi.
- Diego, r. C. (2016). *Diseño e implementación de robots* . Quito: ansi.
- Edwin, p. (2016). *Robot laberinto diseñado para competencias*. Guayaquil: liton.
- Fernandez, s. (2003). *Controladores industriales inteligentes* . Bogota: erasmus.
- Ferro, p. (2002). Robot con placa de arduino. *Robotica*, 22.
- Garcia, m. (2013). *Desarrollo de un kit educativo de robotica basado en arduino*. Guayaquil: ancro.
- Gonzalo, s. N. (2016). Seguidor de linea esecialidad velocista , laberinto. *Robotica*, 100.
- Guacho, w. P. (2015). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3790/1/98t00060.pdf>
- Hidalgo, p. (2015). *Ingeniero en electrónica y computación*. Riobanba: constanel.
- Huertas, y. C. (2001). *Facultad de educación en tecnología* . Bogota: uniminuto.
- Huertas, y. C. (2001). *Facultad de educación tecnología e informatica*. Bogota: unimundo.
- Implementación de algoritmos de programación y de protocolos de comunicación inalámbrica para la operatividad de un robot sumo*. (2018). Guayaquil: unas.
- Llamas, l. (2016). *Ingenieria en informatica y diseño*. Colombia: ansi.
- Martinez, a. (2011). Fibra de carbono en impresion 3d. *Impresiones 3d*, 12.
- Nestor, b. (2014). La creacion de robots con la impresion 3d. *Sculpteo*, 30.

- Ortiz, m. D. (2015). *Robotica de seguidor en linea* . Colombia : ansi.
- Pablo, f. (2016). Robot con placa de arduino . *Robotica*, 22.
- Patricio, h. (2012). *Ingeniero en electronica y computacion*. Guatemala: ansi.
- Plúa, m. J. (2014). *Estrategias de la robotica* . Guayaquil: ansi.
- Pololu. (2002). *Robotica y electronica* . Ee.uu: na.
- Rodriguez, c. (2001). *Robotica* . Colombia : lnas.
- Santiago, l. (2012). *Robot movil de laberintos*. Quito: querum .
- Sergio. (2002). *Trabajo en meshmixer*. Colombia: ls.
- Sotomayor, n. G. (2016). *Seguidor de línea especialidad velocista, laberinto*. Quito: ansi.
- Suarez, p. (2013). *Controladores de motores de corriente para robot* . Bogota: lnd.
- Tapiero, d. (2018). *Diseño de robot seguidor en linea de competencia*. Quito: ibague.
- Teran, c. (2011). Fibras de carbono. *Factoria 3d*, asses.
- Tresdepro. (2013). Impresoras 3d. *Manual de impresoras 3d*, 10.