



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

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

**ÁREA
TECNOLOGÍA APLICADA**

**TEMA
“PROTOTIPO DE MONTACARGAS ROBÓTICO
EDUCATIVO DESARMABLE DE BAJO COSTO BASADO
EN UN BLOQUE PROGRAMABLE.”**

**AUTOR
TUBAY SUARÉZ CHARLIE FERNANDO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. ELEC. ANDRADE GRECO PLINIO, MBA**

GUAYAQUIL, JULIO 2020



ANEXO XI.- FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA 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 montacargas robótico educativo desarmable de bajo costo basado en un bloque programable		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Tubay Suárez Charlie Fernando		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Elec. Andrade Greco Plinio, MBA/ Ing. Vargas Plaza Ángel.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ingeniería Industrial		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero en Teleinformática		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	23 octubre 2020	No. DE PÁGINAS:	80
ÁREAS TEMÁTICAS:	Tecnología Aplicada		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Robótica educativa, Arduino, Tecnológica. Electrónica. Programación		
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): La robótica educativa se ha convertido en los últimos años en una gran herramienta para el aprendizaje inicial e intermedio en las diferentes disciplinas tecnológicas como en áreas de las matemáticas, electrónica, ciencias y programación. El uso de la robótica educativa ayuda a los estudiantes a desarrollar su imaginación, creatividad, pensamiento lógico y su capacidad de solucionar problemas mediante piezas y herramientas.</p> <p>En el mercado actual existen diversos prototipos robóticos para la enseñanza en este campo para personas que deseen aprender sobre esta área tecnológica. Sin embargo, los diseños robóticos más complejos y con múltiples alternativas a la hora de enseñar son muy costosos y no están al alcance del público en general. En las entidades educativas que actualmente están implementando esta área como medio de enseñanza son solo instituciones particulares, mientras que las fiscales al no contar con el financiamiento para adquirir los equipos prefieren rescindir de este campo.</p>			
ADJUNTO PDF:	SI X	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0996319423	E-mail: charlie.tubays@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola, MG		
	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, **TUBAY SUÁREZ CHARLIE FERNANDO**, con C.C. No. **0941353146**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**PROTOTIPO DE MONTACARGAS ROBÓTICO EDUCATIVO DESARMABLE DE BAJO COSTO BASADO EN UN BLOQUE PROGRAMABLE**” 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.

TUBAY SUÁREZ CHARLIE FERNANDO
C.C.No. 0941353146



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. ELEC. PLINIO ANDRADE GRECO, MBA, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por TUBAY SUÁREZ CHARLIE FERNANDO, C.C.: 0941353146, 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 MONTACARGAS ROBÓTICO EDUCATIVO DESARMABLE DE BAJO COSTO BASADO EN UN BLOQUE PROGRAMABLE”**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio (URKUND) quedando el 7% de coincidencia.

URKUND

Documento: [TESIS COMPLETA TUBAY SUAREZ CHARLIE.docx](#) (D80455466)

Presentado: 2020-10-01 19:22 (-05:00)

Presentado por: charlie.tubays@ug.edu.ec

Recibido: plinio.andrade@ug@analysis.arkund.com

Mensaje: TESIS COMPLETA TUBAY SUAREZ [Mostrar el mensaje completo](#)

7% de estas 27 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	CRUZ HERRERA PABLO JOMBER TESIS_FINAL_...
	https://docplayer.es/22935922-Robot-matricial...
	TESIS ANICLIA FINAL CORREGIDA 2017 FINAL ...
	https://docplayer.es/amp/84554702-Universida...
	Tesis - Prototipo de placa entrenadora de electr...

Fuentes alternativas

0 Advertencias: Reiniciar Exportar Compartir

67% #1 Activo

Archivo de registro Urkund: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL 67%

Capítulo I El problema

1.1. Planteamiento del problema La robótica educativa es uno de los

ING. ELEC. PLINIO ANDRADE GRECO, MBA

C.C. 0907921051

FECHA: 01 DE OCTUBRE DEL 2020



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

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



Guayaquil, 01 de Octubre del 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 tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“PROTOTIPO DE MONTACARGAS ROBÓTICO EDUCATIVO DESARMABLE DE BAJO COSTO BASADO EN UN BLOQUE PROGRAMABLE”** del estudiante **TUBAY SUÁREZ CHARLIE FERNANDO**, 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 apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

ING. ELEC. PLINIO ANDRADE GRECO, MBA.

C.C.: 0907921051

FECHA: 01 DE OCTUBRE DEL 2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Guayaquil, 06 de octubre de 2020

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizaraburu 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 MONTACARGAS ROBÓTICO EDUCATIVO DESARMABLE DE BAJO COSTO BASADO EN UN BLOQUE PROGRAMABLE”** del estudiante **TUBAY SUÁREZ CHARLIE FERNANDO**. 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 14 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. PLAZA VARGAS ANGEL MARCEL, MG.
 C.C.: 0915953665

FECHA: 06 DE OCTUBRE DE 2020

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico con mucho amor y cariño a mi familia sobre todo a mis padres Irene Suárez y Mario Tubay quienes son los que me dieron la fuerzas y los recursos para así terminar la carrera y culminar esta etapa de mi vida. También a mi segundo padre Rafael Tubay que me cuida desde el cielo y ve cumplir esta meta. A mis compañeros y amigos Pablo, Anthony, Melissa, Dennise quienes me acompañaron en estos 5 años de carreras y esfuerzos en cada uno de los proyectos y exámenes. No me queda mas que decirles gracias y estaré eternamente agradecidos con todos que me ayudaron a hacer realidad este sueño.

Agradecimiento

Agradezco a los Ingenieros de la carrera de Ingeniería en Teleinformática, docentes que formaron parte de instrucción universitaria, que con sus conocimientos y enseñanzas me ayudaron a completar este ciclo. Agradezco a mi tutor Ing. Plinio Andrade Greco por su guía, también al Ing. Ángel Plaza por la idea de desarrollo de este proyecto y por la confianza y ayuda que me brindaron.

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	I

Capítulo I El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	2
1.1.1	Situación conflicto	3
1.2	Delimitación del problema	4
1.2.1	Delimitación temporal.	4
1.2.2	Delimitación del conocimiento.	4
1.2.3	Delimitación de la investigación	4
1.3	Justificación e importancia	4
1.3.1	Formulación del problema	5
1.3.2	Sistematización del problema	5
1.3.3	Evaluación del problema	6
1.4	Objetivos de la investigación	6
1.4.1	Objetivo General	6
1.4.2	Objetivos específicos	7
1.5	Alcance	7

Capítulo II Marco Teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de investigación.	8
2.2	Pregunta científica para contestarse	9
2.3	Marco Conceptual	11
2.3.1	Estructura del prototipo	11
2.3.2	Diseño en AutoCAD.	12
2.3.3	Modelado de piezas	13
2.3.4	Motores reductores	16
2.3.5	Componentes del bloque programable como método de enseñanza	20

N°	Descripción	Pág.
2.3.6	Conectores	30
2.4	Marco Legal	33

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1	Propuesta	34
3.2	Metodología	36
3.2.1	Metodología Bibliográfica	36
3.2.2	Metodología Experimental	36
3.3	Factibilidad Técnica.	37
3.3.1	Hardware	38
3.3.2	Software	38
3.4	Factibilidad Legal	40
3.5	Factibilidad Económica.	40
3.5.1	Factibilidad Operacional.	41
3.6	Recursos de Construcción.	42
3.6.1	Arduino	42
3.6.2	AutoCAD.	42
3.6.3	Fritzing	43
3.6.4	Meshmixer	43
3.6.5	App Inventor	43
3.7	Procedimiento	44
3.7.1	Ensamblaje del Prototipo	44
3.8	Diseño y Construcción.	46
3.8.1	Programación del Arduino	48
3.8.2	Programación de Aplicación Android	49
3.9	Prueba de Funcionalidad	50
3.9.1	Resultado de encuestas.	51

N°	Descripción	Pág.
3.10	Costo de elaboración	54
3.11	Conclusiones	54
3.12	Recomendaciones	55
	Anexos	56
	Bibliografías	64

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1.	Causas y consecuencias del problema	3
2.	Características de motores reductores orientado a Arduino	17
3.	Velocidades predefinidas de los motores reductores	18
4.	Velocidades determinadas aplicadas al prototipo de los motores reductores	18
5.	Características principales del servomotor DS04-NFC	19
6.	Características principales del servomotor DS04-NFC	20
7.	Especificaciones técnicas de las placas Arduino	21
8.	Especificaciones técnicas de la placa Arduino Uno.	22
9.	Especificaciones técnicas del controlador Pololu md08a	24
10.	Especificaciones técnicas del módulo bluetooth HC-05	27
11.	Especificaciones técnicas del módulo de carga HX-3S-FL20	29
12.	Diámetros de conector Jack hembra	31
13.	Diámetros de conector Jack hembra.	32
14.	Tabla de funcionalidad del prototipo	50
15.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente.	51
16.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente	51
17.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente	52
18.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente	52
19.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente	53
20.	Tabla de resultado de encuestas al personal docente	53
21.	Tabla de precios de componentes externos.	54
22.	Tabla de precios de componentes del sistema de alimentación.	54

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1.	Resultado de encuestas realizados a los docentes	9
2.	Resultado de encuestas realizados a los docentes	10
3.	Resultado de encuestas realizados a los docentes	10
4.	Resultado de encuestas realizados a los docentes	10
5.	Resultado de encuestas realizados a los docentes	11
6.	Software AutoCAD.	12
7.	Vista de herramienta y diseño de modelado de piezas en 3D.	13
8.	Vista del chasis principal en 3D.	14
9.	Vista del engranaje en 3D.	14
10.	Vista de las horquillas y el mastill en 3D.	15
11.	Vista del carro porta-horquillas en 3D.	16
12.	Vista del cubre-servo en 3D.	16
13.	Motor reductor orientado a Arduino.	17
14.	Servomotor DS04-NFC.	19
15.	Arduino Uno.	21
16.	Pololu md08a.	23
17.	Diagrama de conexiones para el controlador.	24
18.	Diagrama esquemático del DRV98833.	25
19.	Modulo bluetooth HC-05.	26
20.	módulo de carga HX-3S-FL20.	28
21.	Conexión de baterías al módulo de carga HX-3S-FL20.	29
22.	Conector DC Jack hembra 5.5mm x 2.1mm.	30
23.	Dimensiones DC Jack hembra 5.5mm x 2.1mm.	30
24.	Conector DC Jack hembra 2.1mm.	31
25.	Conector DC Jack macho 2.1mm.	31
26.	Conector Molex kk 2.54 mm 2.1mm.	32
27.	Batería li-ion 3.7V.	33

Nº	Descripción	Pág.
28.	Porta baterias Batería li-ion 3.7V.	33
29.	Vista de interfaz del programa Arduino.	37
30.	Software AutoCAD.	38
31.	Software Fritzing.	39
32.	Software Meshmixer.	40
33.	Interfaz del software APP Inventor.	43
34.	Vista del chasis del prototipo.	45
35.	Vista del chasis del prototipo.	45
36.	Vista del servomotor con las partes restantes.	46
37.	Vista del prototipo.	46
38.	Esquema del circuito de alimentación.	47
39.	Esquema de simulación de circuito de alimentación.	57
40.	Esquema de pcb del circuito de alimentación.	48
41.	Código de programación de Arduino.	48
42.	Interfaz de usuario de la aplicación.	49
43.	Interfaz de usuario de la aplicación.	49
44.	Diagramas de bloques de la aplicación.	50



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

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



**“PROTOTIPO DE MONTACARGAS ROBÓTICO EDUCATIVO DESARMABLE
DE BAJO COSTO BASADO EN UN BLOQUE PROGRAMABLE”**

Autor: Tubay Suárez Charlie Fernando

Tutor: Ing. Elec. Andrade Greco Plinio. Mba

Resumen

La robótica educativa se ha convertido en los últimos años en una gran herramienta para el aprendizaje inicial e intermedio en las diferentes disciplinas tecnológicas como en áreas de las matemáticas, electrónica, ciencias y programación. El uso de la robótica educativa ayuda a los estudiantes a desarrollar su imaginación, creatividad, pensamiento lógico y su capacidad de solucionar problemas mediante piezas y herramientas. En el mercado actual existen diversos prototipos robóticos para la enseñanza en este campo para personas que deseen aprender sobre esta área tecnológica. Sin embargo, los diseños robóticos más complejos y con múltiples alternativas a la hora de enseñar son muy costosos y no están al alcance del público en general. En las entidades educativas que actualmente están implementando esta área como medio de enseñanza son solo instituciones particulares, mientras que las fiscales al no contar con el financiamiento para adquirir los equipos prefieren rescindir de este campo.

Palabras claves: Robótica educativa, Arduino, Tecnológica. Electrónica. Programación.



**ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN (INGLÉS)**

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



**“LOW COST REMOVABLE EDUCATIONAL ROBOTIC FORKLIFT
PROTOTYPE BASED ON A PROGRAMMABLE BLOCK”**

Author: Tubay Suárez Charlie Fernando

Advisor: Ing. Elec. Andrade Greco Plinio. Mba

Abstract

Educational robotics has become in recent years a great tool for initial and intermediate learning in different technological disciplines such as mathematics, electronics, science and programming. The use of educational robotics helps students develop their imagination, creativity, logical thinking, and their ability to solve problems using parts and tools.

In the current market there are several robotic prototypes for teaching in this field for people who want to learn about this technological area. However, the more complex robotic designs with multiple teaching alternatives are very expensive and are not available to the general public. In the educational entities that are currently implementing this area as a teaching medium, they are only private institutions, while the fiscal ones, since they do not have the financing to acquire the equipment, prefer to terminate this field.

Keywords: Educational robotics, Arduino, Technological. Electronics. Programming.

Introducción

La robótica educativa es una de las herramientas más adecuada para el proceso de aprendizaje de los estudiantes en la cual ayuda a promover y generar interés en varias asignaturas como matemáticas, física, informática, electrónica y programación. Este método de estudio se convierte en uno de los más importantes e interesantes porque obliga al estudiante a mantener un contacto directo y participativo con cada uno de los componentes y partes del prototipo, generando así desarrollar su habilidades, innovación y creatividad al momento de tomar decisiones en la vida real, en el aula de clases el docente tutor mantiene un papel fundamental como mediador en el proceso de aprendizaje con el tiempo este se convierte en un colaborador del proceso educativo.

En la actualidad las instituciones educativas como escuelas, colegios y universidades fiscales en el Ecuador no disponen de un material ni herramientas necesarias para aplicar la robótica educativa esto se debe a los altos costos de los componentes electrónicos y robots educativos que se encuentran en el mercado vigente, por lo que se convierte importante realizar el análisis y estudio respectivo de como aportar una solución a este inconveniente.

Una de las partes más fundamentales en la creación de un robot educativo se basa en el bloque programable o también conocida como la placa central porque es aquella que permite controlar y gestionar los diferentes componentes electrónicos. Para el diseño respectivo de la placa se enfocó en el microcontrolador Arduino Uno debido a su bajo costo y eficiente funcionamiento donde permite una programación amigable y divertida en scratch, esta fue realizada con la ayuda del programa fritzing que permitió generar esquemas y rutas más eficientes.

Para la creación de la estructura física del prototipo es decir la estructura para todo el robot educativo se hizo uso del programa de AutoCAD el cual ofreció comodidades al momento de diseñar y ensamblar las piezas en 3D y así obtener las medidas más acordes y precisas a lo requerido en este proyecto.

Capítulo I

El problema

2.1 Planteamiento del problema

La robótica educativa es uno de los campos tecnológicos que más rápidamente ha crecido, ya que esta va de la mano con la tecnología que hoy en día es muy común ver en nuestros hogares, oficinas, centros educativos. Etc. El objetivo principal de la construcción del prototipo de la robótica en cuestión es el aprendizaje de varias áreas tales como la electrónica, matemática y programación, y esta área no solo abarca los campos antes mencionados sino también la industria donde (Zuñiga, 2016) afirma “las empresas e industrias han incorporado procesos de producción y múltiples elementos tecnológicos que incluyen automatismos y control de procesos. Los ingenieros mecánicos, electrónicos y más recientemente los informáticos han asumido un papel protagónico en estos desarrollos. Sin embargo, también existen las demandas de las poblaciones jóvenes de contar con opciones de formación en esta especialidad” (p.76). No obstante, en la ciudad de Guayaquil provincia del Guayas las instituciones educativas como escuelas, colegios y universidades fiscales porque no decirlo algunas instituciones privadas no pueden costear los diferentes prototipos de robots existentes en el mercado, que algunos de estos son de una buena calidad tanto material como de herramienta para la enseñanza, pero con el inconveniente que su precio puede ser muy superior a un salario básico unificado en Ecuador, y los más económicos suelen rondar los 200 a 400 dólares americanos.

Una de las empresas pioneras en el ámbito de la robótica educativa es Lego que se a pesar de que su fuerte es la venta de juguetes, también ha colaborado de manera directa con el proceso aprendizaje en la robótica educativa lanzando la línea de Lego Mindstorms, Berenguel (2015) menciona “consiste en un kit de robótica programable a través de una herramienta visual. Permite construir multitud de robots con sensores de luz, proximidad, etc., manejando dolos atreves de programas que uno debe crear” (p.58). Esta herramienta educacional básicamente contiene un bloque programable, componentes electrónicos y piezas para su ensamblaje. No obstante, a lo anterior, el precio para poder adquirir uno de estos kits es sumamente alto y esto se convierte en un problema considerable para varias instituciones educativas.

Es fundamental realizar un estudio previo para poder desarrollar un prototipo de robot educativo a precio accesible para el público en general y sobre todo a las instituciones educativas, por lo que será necesario determinar el componente principal.

Es importante realizar un estudio que permita aportar un prototipo educativo con un precio asequible para las instituciones educativas por lo que será necesario determinar un microcontrolador económico para el bloque programable, pero que cumpla con todas las expectativas para la programación y montaje de los componentes electrónicos. Por otra parte, diseñar un kit de piezas impresas en 3D siendo lo óptimo para el ensamble del respectivo prototipo.

1.1.1 Situación conflicto

El problema actual surge ante la falta de recursos económicos para poder adquirir un prototipo robótico educativo, donde se manifiesta de forma directa en las instituciones académicas fiscales impidiendo mejorar la calidad de enseñanza hacia los estudiantes, es importante mencionar que este problema se mantiene por la inexistencia de un prototipo económico que sirva como una herramienta institucional.

Tabla 1 causas y consecuencias del problema

Causas	Consecuencias
Prototipos educativos con altos costos	estos prototipos van dirigidos a instituciones que cuentan con los recursos necesarios para su respectiva adquisición
Inexistencias de prototipos económicos	al no existir un prototipo que pueda ser fácil de adquirir, las instituciones educativas fiscales no podrán hacer uso de los beneficios que la robótica educativa brinda
desconocimiento de la robótica educativa	Al no conocer las grandes aportaciones de la robótica educativa, no va a surgir una motivación para crear algún tipo de robot educativo

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por Charlie Tubay Suárez

2.2 Delimitación del problema

La implementación del presente proyecto se enfocará en los estudiantes de la Universidad de Guayaquil, facultad de Ingeniería Industrial, carrera en Telemática. Esta institución busca cada día mejorar la calidad de aprendizaje y enseñanza a cada uno de sus estudiantes. Hoy en día esta carrera cuenta con varias materias que le permitirán al estudiante hacer uso de la robótica educativa y aprovechar al máximo las capacidades y enseñanzas que esta le aportan. Este prototipo de robot educativo estará compuesto por piezas armables impresas en 3D de material PLA (El ácido Poliláctico) para realizar el respectivo montaje. Sus dimensiones físicas son 11 cm de largo (sin contar con los adaptadores para sensores), 9cm de ancho con una altura de 4 cm. Usando la tecnología del microcontrolador Arduino y este nos permitirá controlar y gestionar los diferentes componentes electrónicos del prototipo. Además, contará con su propia fuente de alimentación portátil para así evitar en medida de lo posible el uso de cables.

1.1.2 Delimitación temporal.

La elaboración de la estructura estudiantes

1.1.3 Delimitación del conocimiento.

Para la implantación del prototipo de robot educativo es necesario conocer el funcionamiento de diferentes hardware y software que permitan colaborar las respectivas simulaciones y diseños además el conocimiento de la funcionalidad de componentes electrónicos y lenguajes de programación.

1.1.4 Delimitación de la investigación

Delimitación Del Contenido Línea: Tecnología aplicada, Sublínea: tecnologías, procesos y desarrollo industrial, área: microcontroladores y robótica.

2.3 Justificación e importancia

El presente prototipo mostrado va a permitir elevar los niveles y calidad de enseñanzas a las personas deseosas por aprender respecto al tema de la robótica educativa, sobre todo a los estudiantes que no están inmersos en el mundo de la tecnología que los rodea y que está al alcance de todo el mundo. Ofrecer un interés a los estudiantes en diferentes ramas que rodean la robótica educativa es un buen inicio para ellos, y ofrecerles porque no en un futuro una carrera o vocación que los involucre tales como la matemática, programación y la electrónica que los principales fundamentos mostrados el desarrollo del prototipo. Mediante este prototipo los estudiantes van a tener la oportunidad de experimentar todo el proceso del

funcionamiento de un robot buscando una solución a un problema planteado de una manera practica de lo que es básicamente el montaje de las piezas en 3d y componentes electrónicos hasta la creación de respectivos códigos de programación. Además, va aportar al campo científico una primicia de la creación de un bloque programable de bajo costo, siendo esta la parte principal de los prototipos educativos motivando a personas a realizar las respectivas investigaciones de cómo crear un prototipo que sea asequible para los diferentes tipos de usuarios en especial a las instituciones educativas, al finalizar la investigación se brindara como solución un prototipo educativo capaz de cumplir con todas las expectativas que se requiera para el proceso de aprendizaje a un precio muy económico. Para llevar a cabo este proceso será necesario utilizar ciertas herramientas que permitan crear un diseño de piezas en 3d como es el software de AutoCAD y utilizar conceptos de electrónica para la creación del respectivo bloque programable así mismo hacer uso de una interfaz sencilla y amigable para la programación.

Este proceso de investigación surge luego de analizar los diferentes precios existentes en el mercado en la cual se puede observar lo complicado que es adquirir estos productos, a partir de eso fue necesario indagar cual es el motivo de sus altos costos donde se llegaría a la conclusión que su aporte al área académica es completamente eficiente, cabe recalcar que desarrollar un prototipo educativo es completamente factible realizando un estudio adecuado del funcionamiento de estos, la base principal de enfoque seria con respecto al bloque programable siendo este la parte más importante que permite controlar y gestionar los diferentes componentes electrónicos.

1.1.5 Formulación del problema

Tomando como referencia al Planteamiento del Problema surge la interrogante ¿Que solución se brindaría a la carrera de Ingeniería en Teleinformática perteneciente a la Universidad De Guayaquil que no cuenta con los recursos necesarios para hacer uso de las metodologías, herramientas y procesos de aprendizajes que ofrece la robótica educativa?

1.1.6 Sistematización del problema

¿Qué microcontrolador será el más adecuado para el rendimiento y funcionamiento?

¿Qué tipos de piezas se van a utilizar para los componentes del montacargas robótico que sean adaptables al bloque programable?

¿Cuál o cuáles serán el tipo de baterías que usara la placa principal y los demás componentes electrónicos?

1.1.7 Evaluación del problema

Claro: Este apartado se encuentra presente el proyecto ya que este busca brindar de manera fácil y evidente de entender los diferentes componentes y sus respectivas funciones que cumplen en el robot educativo.

Evidente: El presente proyecto mostrado ofrece una solución al problema que viene aquejando a la población educativa, que es la falta de recursos para el aprendizaje y la comprensión de diferentes áreas tecnológicas presentes en el proyecto.

Concreto: Se pretende en lo medida de lo posible no ser extenso o cansado a la hora de entender el desarrollo del proyecto, tratando de que todos los componentes mostrados en el prototipo sean mostrados de manera clara y concisa el funcionamiento de estos.

Relevante: El propósito del proyecto en cuestión es ofrecer una herramienta educativa para el aprendizaje de los jóvenes y adultos interesados en comprender el funcionamiento de diferentes tipos de tecnologías.

Factible: el desarrollo del proyecto es completamente factible para brindar una solución al problema con anterioridad, donde se pretende terminar dicho proceso de diseño, modelado e implementación en el lapso de 3 meses.

Identifica: los productos esperados: desarrollar este prototipo de montacargas robótico educativo servirá de mucho por todas las herramientas que emplea y a su vez trata de mostrarse al estudiante, además de ser de bajo costo, de que no tendrá ningún inconveniente a la hora de desarrollar las capacidades del estudiante para solucionar problemas en el ámbito tecnológico.

2.4 Objetivos de la investigación

1.1.8 Objetivo General

Desarrollar un montacarga robótico educativo desarmable de bajo costo para el aprendizaje y enseñanza de electrónica y programación.

1.1.9 Objetivos específicos

- Evaluar los diferentes componentes de uso como herramientas para la enseñanza
- Diseñar el sistema de alimentación que usara el prototipo de robot educativo desarmable y el bloque programable.
- Diseñar los diferentes puertos interconexión del montacargas.
- Evaluar el funcionamiento de la estructura física del prototipo, evaluación de kit educativo.

2.5 Alcance

Se implementará un prototipo de robot educativo de bajo costo a comparación de los existentes en el mercado, dirigidos a usuarios en general y a estudiantes de que estén cursando materias como electrónica, redes, etc. en la Universidad de Guayaquil, facultad de Ingeniería industrial, carrera de telemática a partir de 4to semestre hasta 6to semestre. El robot educativo será controlado por un smartphone o Tablet mediante su respectiva aplicación que contara las respectivas especificaciones que se muestran a continuación:

•**Estructura general del robot:** el prototipo contara con una placa principal formada por el microcontrolador Arduino, acompañado los diferentes reguladores de voltajes para la alimentación del servo motor, el controlador de los motores reductores para las ruedas del prototipo que permitirán la movilidad de este. La batería con el cual se alimentarán los diferentes componentes contara con un kit de piezas impresas en 3D para el ensamble del respectivo prototipo.

•**Comunicación inalámbrica:** el robot tendrá conexión inalámbrica a través del módulo bluetooth

•**Movilidad:** los grados de inclinación de los motores y del servomotor del robot deben ser exactos en su cálculo de giro para evitar el deterioro de las piezas involucradas.

•**Lógica y programación:** El sistema a ejecutar será el entorno de programación gráfica mblock basado en scratch, este resulta más sencillo y divertido al momento de programar.

•**Fuente de poder:** El sistema contará con su propia fuente de poder adaptable a la placa principal, que permitirá alimentar de manera eficiente todo el prototipo.

Capítulo II

Marco Teórico

2.6 Antecedentes de investigación.

En el país actualmente las herramientas y metodologías de instrucción de asignaturas como la electrónica o la Robótica Educativa (RE), muy aparte de que no son áreas muy involucradas en el ámbito educativo más que en establecimientos educativos particulares debido a su alto costo por las herramientas para su comprensión, son descartadas por el bajo presupuesto que estas instituciones cuentan, además de que el personal docente no está lo suficientemente capacitado para ejercer esta labor.

Un ejemplo claro de la enseñanza de la robótica como método de aprendizaje lo podemos ver en la Universidad de Salamanca donde analizaron el desarrollo de esta actividad. Acuña (2012) explica que “El inicio de proyectos educativos que incluyen la robótica como recurso de enseñanza y aprendizaje requiere plantearse en función de las capacidades y desempeños que se esperan consolidar en la población meta”.

La inclusión de la RE como herramienta tecnológica es coherente con la reconversión de la práctica pedagógica que promueven los actuales métodos de enseñanza replanteando los roles y funciones de todos los actores educativos. En esta perspectiva, se conceptualiza el uso de robots con fines educativos, constituyéndose en una nueva herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje. (González, 2011).

La programación también se presenta como una herramienta de enseñanza ya que esta va de la mano con la robótica puesto que esta presenta las órdenes del trabajo en concreto que ejecutará el robot juntamente con los componentes electrónicos que se encuentren interconectados

Se presenta la programación como una fase del trabajo en proyectos específicos elegidos por los estudiantes, en una dinámica de cuatro palabras: Imaginar, Diseñar, Construir y Programar, que componen el continuo que representa la robótica educativa y su forma de trabajo en la enseñanza primaria y media. (García, 2015).

El diseño y desarrollo de robots en los Centros Educativos, parte de una necesidad de incursionar en nuevas temáticas relacionadas con la ciencia y la tecnología, donde una de ellas es la robótica, que permite abrir nuevos campos del conocimiento y relacionar otros, mostrando al educando un espectro de posibilidades para su futuro profesional. (Márquez y Ruiz, 2014).

Barranco (2012) afirma que “Los retos a los que nos enfrentamos docentes y alumnos con la introducción de los Talleres de Robótica en el currículo escolar son muchos; sabemos que hay grandes expectativas, y más, cuando se desea realizar un cambio en los paradigmas educativos que tenemos” (p.12)

La robótica educativa como método de enseñanza a tenido poca acogida en el país y aunque esto puede cambiar con el pasar de los años, el avance de la tecnología cambia exponencialmente con el pasar del tiempo, pero para buscar de una forma acelerada el interés de los estudiantes, se debe buscar una manera más simple y practica la manera de explicar todos los conceptos que hay detrás de estos.

Como lo detalla (Vega, Cufi, Ruedas y Llinás, 2016) “Para mejorar el sistema tradicional de enseñanza/aprendizaje es necesario introducir en las aulas dinámicas participativas y colaborativas, que permitan la interacción de los estudiantes en actividades o proyectos concretos” (p. 1).

2.7 Pregunta científica para contestarse

La implementación del prototipo ayudara tanto a los estudiantes como los docentes a entender de manera practica y sencilla los diferentes conceptos y funcionamiento de algunos de los más importantes componentes electrónicos que se encuentran dentro de la mayoría de los artefactos electrónicos que conocemos como los son los televisores, teléfonos inteligentes, radios, etc.

Para verificar el correcto funcionamiento del prototipo como una herramienta de enseñanza se requirió el uso de métodos de evaluación, como lo fue una encuesta a los diferentes docentes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil, con las siguientes preguntas.

1. ¿El prototipo debe ser desmontable en todos sus componentes?

¿El prototipo debe ser desmontable en todos sus componentes?
11 respuestas

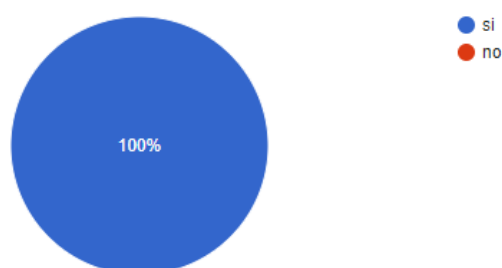


Figura 1 Resultado de encuestas realizados a los docentes Información adaptada de investigación de campo
Elaborado por Charlie Tubay Suárez

2. Los componentes electrónicos deben ser de manejo: sencillo, medio o complejo.

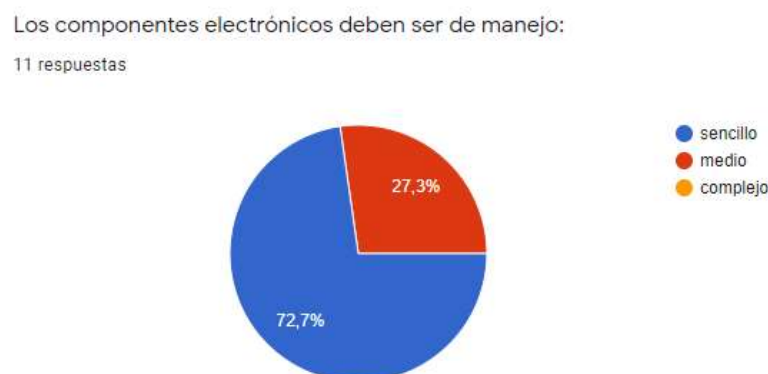


Figura 2 Resultado de encuestas realizados a los docentes Información adaptada de investigación de campo
Elaborado por Charlie Tubay Suárez

3. ¿La fuente de alimentación del prototipo debe ser desmontable o adaptada?



Figura 3 Resultado de encuestas realizados a los docentes Información adaptada de investigación de campo
Elaborado por Charlie Tubay Suárez

4. ¿Debe ser de código abierto para la manipulación de la programación para los estudiantes?



Figura 4 Resultado de encuestas realizados a los docentes Información adaptada de investigación de campo
Elaborado por Charlie Tubay Suárez

5. ¿Este prototipo sería una buena alternativa para la enseñanza de electrónica y programación?

¿Este prototipo sería una buena alternativa para la enseñanza de electrónica y programación?

11 respuestas

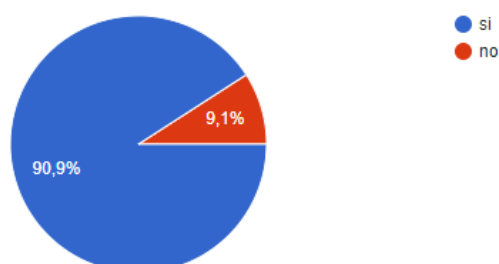


Figura 5 Resultado de encuestas realizados a los docentes Información adaptada de investigación de campo
Elaborado por Charlie Tubay Suárez

2.8 Marco Conceptual

2.1.1 Estructura del prototipo

Para la construcción de la estructura física del robot montacarga se hizo uso de diferentes herramientas tanto para diseñarlas como para crearlas. Para la recreación del diseño del prototipo se hizo uso del programa AutoCAD, el cual permitió diseñar de manera sencilla y personalizada las diferentes dimensiones del prototipo. En el caso de este proyecto al ser diseñado y construcción de un prototipo se requirió de diferentes herramientas proporcionadas por AutoCAD, tales como sumar, restar, mover, transferir, proyectar, alargar, modelado 3D, en este último caso en particular se hizo de manera muy estricta ya que al ser este diseño a posterior impreso en una impresora 3D, se debió ser muy cauteloso con las medidas ya que para este se requiere precisión de las dimensiones tales como lo son el alto, largo y ancho, que se especificó en capítulos anteriores con las siguientes medidas:

- Largo (11,5 cm)
- Ancho (9 cm)
- Alto (3 cm)

Para el diseño del circuito tanto del sistema de alimentación para todos los diferentes componentes electrónicos, los motores, servomotor y demás dispositivos dentro del se hizo uso del programa Fritzing, el cual se encarga de realizar 3 tipos de análisis de los diferentes diseños que queramos realizar, los cuales son:

- Protoborard
- Esquema
- PCB

La herramienta Fritzing nos permite diseñar, analizar y simular esquemas de circuitos electrónicos y luego llevarlos a la impresión su respectiva baquelita virgen que va a ser indispensable para las conexiones de los diferentes contactos de los componentes electrónicos y poder transferir la corriente adecuadamente sin necesidad de hacer uso de cables convencionales que, al momento de la vista física previa, sería demasiado caótico saber que contactos están interconectados entre sí. Mediante este programa se diseñó las conexiones de los componentes tanto del sistema de alimentación como del circuito principal.

2.1.2 Diseño en AutoCAD.

Autodesk (2020) “AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D”.



Figura 6 Software AutoCAD, Información tomada de la página Oficial. Elaborado por el autor

Para la recreación de la estructura del proyecto, que será la base donde se recargara todos los componentes se hizo uso de la herramienta AutoCAD, que básicamente es un software para el diseño computarizado utilizado para el dibujo 2D y modelado 3D, que para el desarrollo de este proyecto utilizaremos las herramientas que esta nos proporciona. Actualmente este software es desarrollado y distribuido por la empresa Autodesk, hizo su lanzamiento oficial en el año 1982. AutoCAD es un programa de computador muy recomendado a nivel internacional por sus variadas opciones y herramientas de edición, que hacen viable el dibujo digital de estructura de edificios o también la recreación de imágenes en 3D, que en este caso utilizaremos para el modelado de las piezas que se complementaran unas a otras y así lograr el objetivo que es el funcionamiento de un montacargas.

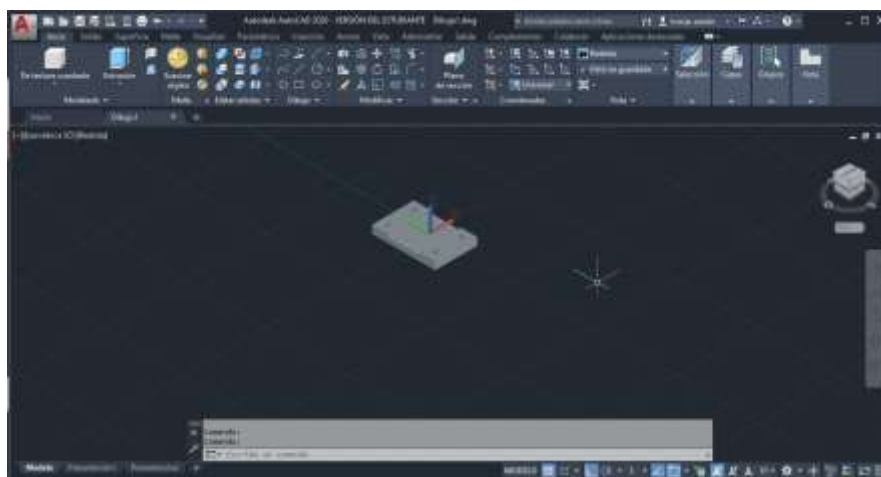


Figura 7 Vista de herramienta y diseño de modelado de piezas en 3D Información adaptada de AutoCAD
Elaborada por Charlie Tubay Suárez

Para la pieza sobre la que ensamblara tanto los motores, los accesorios que serán posible el funcionamiento correcto del sistema de montacargas robótico, como el circuito principal, se tomó como referencia el diseño de los robots existentes en el mercado, en este particular caso Mboot, que es un robot educativo diseñado y recomendado para empezar en la robótica y la programación desde temprana edad. Al igual que el funcionamiento del proyecto el robot Mboot esta baso en Arduino Uno ya que este es sencillo de utilizar ya que no necesita ningún tipo de cableado para las conexiones o soldaduras debido a sus conectores RJ25 que son las que encontraremos en las instalaciones de redes domesticas de internet, fáciles de conectar y desconectar, haciendo esto más sencillo al tacto y lógica.

2.1.3 Modelado de piezas

A continuación, se mostrarán las diferentes piezas modeladas en AutoCAD y vistas desde la perspectiva del programa Meshmixer, que es una aplicación de modelado 3D, que complementa al antes ya mencionado AutoCAD.

Para el diseño del chasis principal donde se recargarán los diferentes componentes electrónicos y se adaptarán los motores reductores para la movilidad de las ruedas para el recorrido hacia adelante, hacia atrás, y hacia los costados tal y cual lo haría un montacargas habitual.

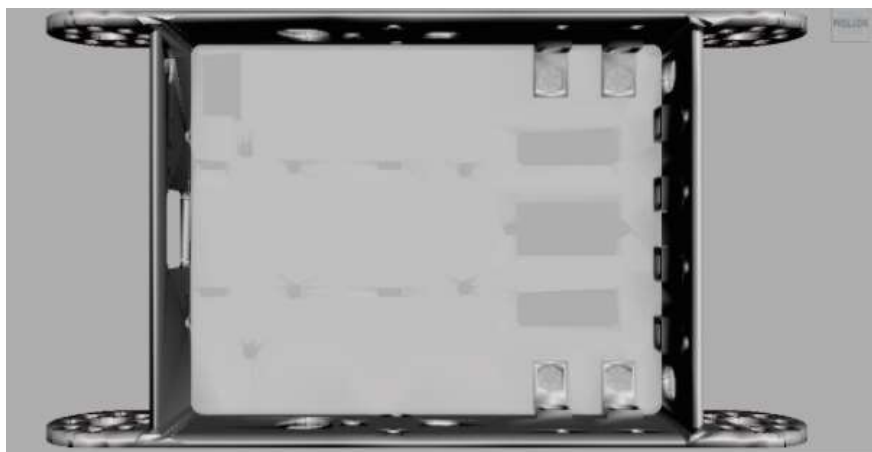


Figura 8 Vista del chasis principal en 3D Información adaptada de Meshmixer Elaborada por Charlie Tubay Suárez

El engranaje que ira colocado en el servomotor DS04-NFC nos permitirá realizar los movimientos de subida y bajada de las horquillas que caracterizan a los montacargas. Este es uno de los componentes principales para el funcionamiento adecuado de la elevación del peso que soportara el prototipo.



Figura 9 Vista del engranaje en 3D Información adaptada de Meshmixer Elaborada por Charlie Tubay Suárez

Las horquillas y el mástil son las piezas que caracterizan a los montacargas estas se llaman así al conjunto de canales que elevan la carga en montacargas. El mástil es un segmento muy común en la mayoría de los montacargas, ya que hay diferentes clases de mástil como los son los ITA Clase III y la Clase VI que estos no cuentan con elevación. Los que más comúnmente se encuentran en los montacargas es el mástil de canales y estos pueden ser: mástil simple, doble, triple, cuádruple y en algunos casos podemos encontrar mástiles quíntuples conforme al número de secciones que forman parte el levante.

Para el prototipo se decido por el mástil simple y en forma de sierra, esta forma fue diseñada de manera cuidadosa y rigurosamente medida , especialmente la separación entre los dientes de forma de sierra como se la puede ver en la figura, esto para que el engranaje que rodara de manera continua a través del mástil ruede de forma precisa ya que si se tuviera alguna imperfección en las medidas podría causar un mal funcionamiento al momento de elevar la carga, también podría ocasionar el deterioro de las piezas impresas tanto de las horquillas, el mástil, el carro porta-horquillas y el servomotor DS04-NFC que son las piezas y componentes involucrados en el funcionamiento del montacargas.

En el caso de este proyecto se baso en un montacargas convencional, es decir subida y bajada de carga. Tanto las horquillas como el mástil de un montacargas convencional son 2 piezas diferentes y cumplen funciones desemejantes para el funcionamiento de subir y baja las cargas, y estas vienen ensambladas de forma individual es decir una separada de la otra, cosa que para el ahorro de costos de impresión ya que todo el prototipo será impreso en una impresora 3D, se decidió el diseño de forma conjunta

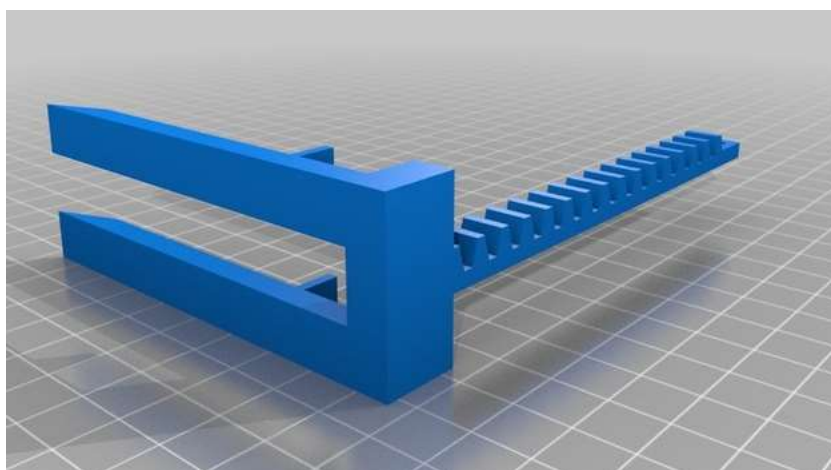


Figura 10 Vista de las horquillas y el mastill en 3D Información adaptada de Meshmixer Elaborada por Charlie Tubay Suárez

Otras de las partes importantes para el funcionamiento del prototipo de montacargas robótico es el carro porta-horquillas, convencionalmente esta pieza es la encargada de mantener en su lugar a las horquillas y además de darle estabilidad a las carlas larga, que dependiendo de la separación de las horquillas puede cambiar su estructura. Para este caso se determinó el diseño de su forma conforme al mástil y a las horquillas que se utilizaran ya que estas serán impresas una sola pieza que trabajaran de manera conjunta.

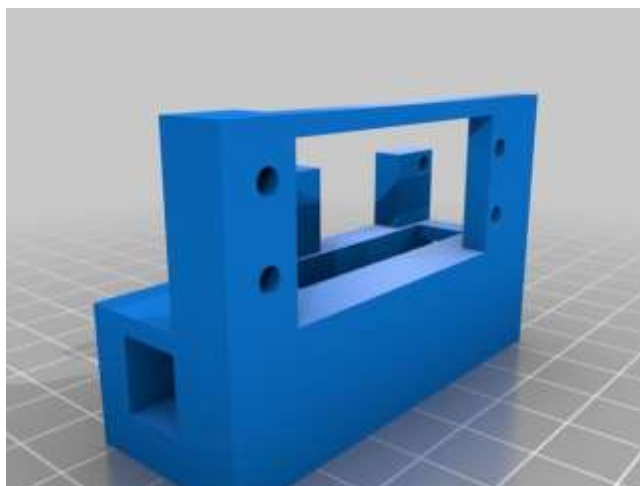


Figura 11 Vista del carro porta-horquillas en 3D Información adaptada de Meshmixer Elaborada por Charlie Tubay Suárez

El sistema de subida y bajada de carga del prototipo de montacargas corresponde al servomotor DS04-NFC este será encapsulado que se la determino con el nombre de “cubre-servo”, en una pieza individual al estilo caja que estará abierta a un costado para su encajada y retirada, además de esto esta pieza se adaptará al carro porta-horquillas para el funcionamiento del montacargas.

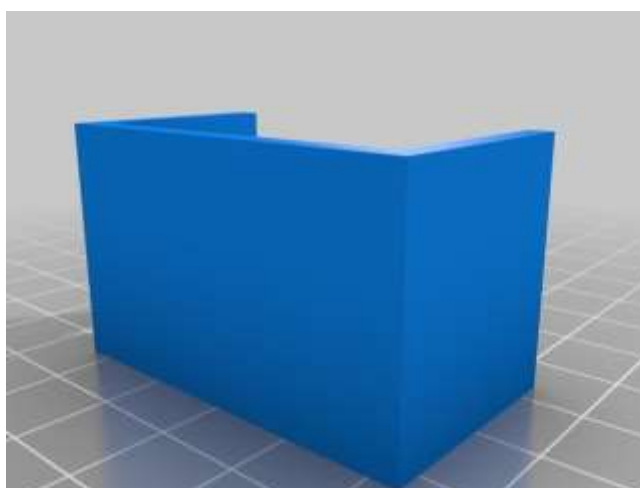


Figura 12 Vista del cubre-servo en 3D Información adaptada de Meshmixer Elaborada por Charlie Tubay Suárez

2.1.4 Motores reductores

El motor reductor es un método de disminución de velocidad, estos motores son los indicados para el funcionamiento de toda clase de aparatos y maquinaria, en ciertos casos estas máquinas que lo requieren necesitan disminuir su velocidad en una forma segura y eficiente dependiendo del fin del uso del motor.

Para el funcionamiento de las ruedas que dirigirán el sentido en que se moverá el prototipo de montacargas robótico, tanto adelante como atrás, derecha e izquierda, se determinó por el motor reductor orientado para Arduino.

Tabla 2. Características de motores reductores orientado a Arduino

características	
Corriente de funcionamiento	200 mA
Torque Máximo	1kg/cm
caja reductora	plástica

Información adaptada de <https://articulo.mercadolibre.com.ec> elaborado por: el autor

El motor reductor orientado para Arduino será controlado por Arduino Uno de la placa principal, esta controlará los movimientos de los motores reductores, pero esta no contará con la fuerza suficiente para movilizar todo el prototipo, por lo que se requerirá del uso de un controlador de motores llamado Pololu md08a, este pequeño circuito puede controlar de manera independiente 2 motores DC bidireccionales o un solo motor paso a paso, tanto el funcionamiento, el circuito electrónico y el funcionamiento del Pololu md08a será detallado en páginas posteriores ya que este está integrado en la placa principal.



Figura 13 Motor reductor orientado a Arduino Información <https://articulo.mercadolibre.com.ec>/Elaborada por el autor.

Las velocidades de Rpm (revoluciones por minuto), están determinadas por el voltaje que se le apliquen al motor reductor, como se muestra en la tabla las velocidades.

Tabla 3. Velocidades predefinidas de los motores reductores

Voltaje	RPM
3v	90 rpm
6v	190 rpm
9v	230 rpm
11v	255 rpm

Información adaptada de <https://articulo.mercadolibre.com.ec> elaborado por: el autor

Para el prototipo de montacarga robótico se determinó usar el máximo voltaje mostrado en la tabla#3, esto debido al peso de todo el proyecto, ya que si usamos voltajes menores al indicado el prototipo no realizara los movimientos de forma adecuada y con los requerimientos que se desea obtener como los son una buena movilidad.

Para el movimiento de los motores reductores se determinó las especificaciones mostradas en la siguiente tabla, en esta se especifica las Rpm (revoluciones por minuto) de cada motor, esto mediante al código programación realizado en el programa de Arduino.

Tabla 4. Velocidades determinadas aplicadas al prototipo de los motores reductores

Direcciones	Velocidad (rpm)	
	Motor derecho	Motor izquierdo
Adelante	100	100
Atrás	-100	-100
Derecha	0	255
Izquierda	255	0

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

2.2. Servomotor DS04-NFC

Este servomotor de giro continuo transforma un servo estándar RC (run comands) de pulsos PWM (pulse-width modulation) en un servo de velocidad de rotación continua, es decir 360°, con un torque de 5.5 kg/cm. El punto de reposo predeterminado es de 1.5ms, pero esto se puede modificar mediante un ajuste con un destornillador de punta plana y dar un giro para que se encuentre a la mitad del servomotor.

Uno de los principales componentes dentro del prototipo de montacarga robótico es el servomotor DS04-NFC. Este servomotor de giro continuo es altamente recomendado por su

gran torque, es decir por la fuerza con la que realiza el giro tanto horario como antihorario. Funciona en la mayoría de los circuitos electrónicos con microcontroladores como lo son Arduino, entre otras, es usado frecuentemente en proyectos de robótica como en este caso en particular.

Este realizara el movimiento de subir y levantar la carga que se le aplique al prototipo, conjuntamente al servomotor serán añadidas las partes impresas en 3D como lo son las horquillas, porta horquillas y el cubre-servo.

Todas estas piezas conjuntas darán la principal característica al prototipo de montacarga robótico que es levantar y bajar la carga.



Figura 14 Servomotor DS04-NFC Información <https://www.makerstore.com.au/> /Elaborada por el autor

Aplicando un ancho de pulso por encima del punto de reposo, esto causara un giro en sentido a las manecillas del reloj como referencia, con una velocidad cada vez mas alta a la vez que se disminuye la anchura de pulso.

Tabla 5.Características principales del servomotor DS04-NFC

Características	
Tipo	360 servo grado
Dimensión	5,4 cm x 4,4 cm x2,0cm
velocidad	0.22seg/60
puesto par	(4.8v):5,5kg/cm
periodo PWM	50Hz/20ms
tensión de funcionamiento	4.8 - 6 v
rango de temperatura	0 - 60C°
peso	38 gr

Información adaptada de <https://afel.cl/n> Elaborado por: el autor

Como se mencionó en párrafos anteriores la principal función del servomotor DS04-NFC, es subir y bajar la carga mediante las horquillas que serán instaladas juntamente con el servomotor y el carro porta-horquillas, para poder lograr este movimiento se requirió de especificaciones concretas en el código que será introducido en el Arduino uno mediante programación.

La programación tanto de la velocidad como de los grados en la que girara el servomotor será dispuesta en el programa Arduino, en esta lograremos darle las velocidades y los grados con el que girara dependiendo de las necesidades que requeriremos, el prototipo de montacargas robótico será funcional y en la siguiente tabla se mostraran los grados de inclinación que serán necesarias para el funcionamiento del sistema.

Tabla 6. Características principales del servomotor DS04-NFC

servomotor DS04-NFC	Grados de inclinación		
	subida	bajada	alto
	164°	44°	90°

Información adaptada de Investigación de Campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

2.1.5 Componentes del bloque programable como método de enseñanza

2.1.5.1 Arduino Uno

Arduino es una plataforma de computación física (son sistemas digitales conectados a sensores y actuadores que permiten construir sistema que perciben la realidad y responden con acciones físicas), basada en una simple placa microcontrolador de entrada/salida y desarrollada sobre una biblioteca que simplifica la escritura de la programación en C/C++. Arduino puede ser usado para desarrollar artefactos interactivos stand-alone o conectados al ordenador a través de Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data o SuperCollider (Caicedo, 2017, p.6)

El componente central donde se desarrollará toda la programación y los comandos es el Arduino Uno. Es una placa diseñada para un microcontrolador que nos permitirá operar los componentes electrónicos a través de su plataforma de programación conocida como Arduino, esta plataforma es de código abierto facilitando el uso y la accesibilidad para el desarrollo de proyectos electrónicos como un método de enseñanza eficiente y sencilla.



Figura 15 Arduino Uno. Información tomada de <https://sites.google.com>. Elaborado por el autor

Una de las características principales de Arduino es su comunidad que constantemente compartiendo conocimientos y diseño de programación para diferentes proyectos alrededor del mundo, que apoya constantemente compartiendo conocimientos, elaborando librerías para facilitar su uso y sobre todo publica proyectos realizados para que puedan ser replicados, modificados o siendo base para proyectos similares.

Arduino tiene a su haber diversas modelos de sus productos, sus funcionamientos están diseñados de acuerdo con las necesidades de los usuarios, de los cuales se mencionará los más importantes en la siguiente tabla de especificaciones técnicas, aunque para el caso de este proyecto se hizo uso del Arduino Uno.

Tabla 7. Especificaciones técnicas de las placas Arduino

	Arduino Uno	Arduino Mega	Arduino MKR1000	Arduino Nano
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ARM MCU Cortex- M0 SAMD21	Atmel ATmega328
Voltaje Operativo	5v	5v	5v	5v
Voltaje de Entrada	7 – 12 v	7 – 12 v	7 – 12 v	7 – 12 v
Pines de Entradas/Salidas Digital	14	54	9	14
Pines de Entradas Análogas	6	16	19	8
Memoria Flash	32 KB	256 KB	256 KB	32 KB
Velocidad del Reloj	16 MHZ	16 MHZ	48 MHZ	16 MHZ

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: el autor

Caicedo (2017) afirma que “Arduino está basado en los microcontroladores AVR de Atmel, en concreto en los modelos ATmega8, ATmega168, ATmega328 y ATmega1280; según el microcontrolador utilizado Arduino recibe un nombre”. (p.7)

Tabla 8. Especificaciones técnicas de la placa Arduino Uno.

Especificaciones Técnicas	
Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje operacional	5 V
Voltaje operacional recomendado	7-12 V
Voltaje operacional limite	6 - 20V
Pines Digitales	14
Pines Digitales PWM	6
Analog Input Pins	6
Corriente DC / Pin	20mA
Corriente DC para 3.3V/ Pin	50 mA
memoria interna	0.5 KB / bootloader 2KB
SRAM	(ATmega328P) 1KB
EEPROM	(ATmega328P)
Velocidad de Reloj	16 MHz
largo	68.6 mm
Ancho	53.4 mm
Peso	25 gr

Información adaptada de <https://sites.google.com> Elaborado por: el autor

2.1.5.2 Pololu md08a

El Pololu md08a, esta pequeña placa nos permitirá controlar los motores reductores mediante si integrado dual DRV8833 de TI, esta placa puede entregar desde 1.2 amperios a 2 amperios por canal, esto nos permitirá suministrar energía suficiente a los motores para operarlos.

Para el control de las ruedas que darán movilidad a los motores reductores del prototipo, se necesita un control de motores para la correcta distribución de energía para cada rueda, ya que el Arduino Uno no cuenta con la energía suficiente para mover los motores reductores de manera eficiente, es decir deberemos suministrar energía de manera independiente para así lograr nuestro objetivo de poder transportar la carga.



Figura 16 Pololu md08a. Información tomada de <https://pololu.com>. Elaborado por el autor

El rango de voltaje de operación de este pequeño modulo es de 2.7 V a 12V e incluso tiene incorporado protección contra inversión de voltaje y corriente mediante un acomodo de diodos protectores de voltaje incluidos dentro del circuito. El DRV8833 es un controlador de motores con doble puente H IC esta lo podemos utilizar para el control bidireccional de 2 motores que funcionen con corriente continua con los voltajes operacionales dadas anteriormente, esto lo convierte en un controlador recomendado para pequeños motores que funciona con voltajes relativamente bajos como es el caso de los motores reductores orientados a Arduino. Aparte lo antes mencionado esta placa incorpora en su circuito integrado un FET (del inglés field-effect transistor) para la protección contra polarizaciones de voltaje.

Dentro de las especificaciones de este pequeño controlador de motores podremos encontrar que se trata de un circuito integrado de voltaje de operación con corriente continua. Es ideal para el prototipo de montacargas robótico ya este es fácil de usar mediante la plataforma Arduino mediante los pines analógicos que se encuentran disponibles dentro de la placa Arduino Uno.

En caso de no encontrar este controlador ya que cabe recalcar que solo se encuentra disponibles en tiendas electrónicas fuera de la ciudad donde se realizó este proyecto, pero para este caso se encontró alternativas como lo son el transportador DRV8838, este controlador ofrece un rango de voltaje operativo y capacidades de corrientes similares al utilizados en este proyecto, además de esta alternativa también podremos encontrar los controladores de motores con corriente continua como lo son el A4990 y el DRV8801, en caso de encontrar los controladores antes mencionados.

Las características principales del Pololu md08a, son las siguientes:

Tabla 9. Especificaciones técnicas del controlador Pololu md08a

Especificaciones Técnicas	
Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje operacional	2.7 V
Voltaje operacional recomendado	7 V
Voltaje operacional limite	10.8 V a 12 V
Entradas compatibles	3V - 5V
Rds On (Tipo)	160 mOhm LS, 200 mOhm HS
Configuración de salida	Half Bridge (4)
Temperatura de funcionamiento	-40°C ~ 150°C (TJ)
Interfaz	PWM
Protección contra fallos	Current Limiting, Over Temperature, Short Circuit, UVLO
Corriente - Salida Pico	2A
Corriente - Salida / Canal	1.5A
Aplicaciones	DC Motors, General Purpose, Solenoids, Stepper Motors

Información adaptada de <https://pololu.com> Elaborado por: el autor

Cabe recalcar que el sistema de alimentación con la que contara este dispositivo será una fuente de corriente continua de 11.1 V, esta cantidad de voltaje esta dentro del rango recomendado de este dispositivo, también el sistema de alimentación contara con un sistema de regulación de voltaje de 12 voltios, esto nos permitirá proteger todos nuestros dispositivos de alguna sobrecarga de voltaje.

Las diferentes conexiones que son posibles realizar en este controlador son las mostradas en la página oficial del producto.

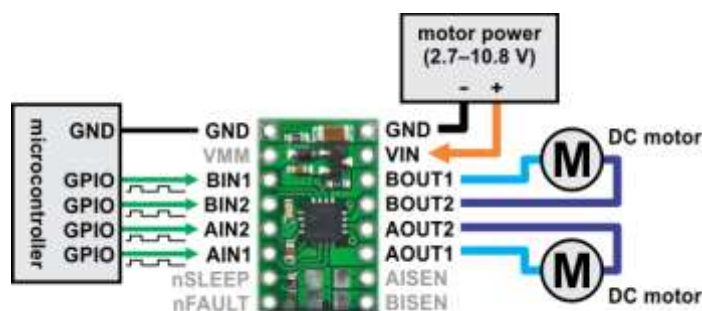


Figura 17 Diagrama de conexiones para el controlador. Información tomada de <https://pololu.com>. Elaborado por el autor

El sistema de circuito integrado dentro de este dispositivo el DRV8833 cuenta con una limitación de corriente para los motores usando una regulación de corriente PWM que usa una frecuencia fija (corte de corriente) cuenta con 8 pines de 0.1 para las adaptaciones de diferentes espadines que puede soldarse. Este también cuenta con almohadillas están diseñadas para resistencias de montaje en superficie 1206. Para encontrar los valores principales de este dispositivo se debe leer el datasheet correspondiente.

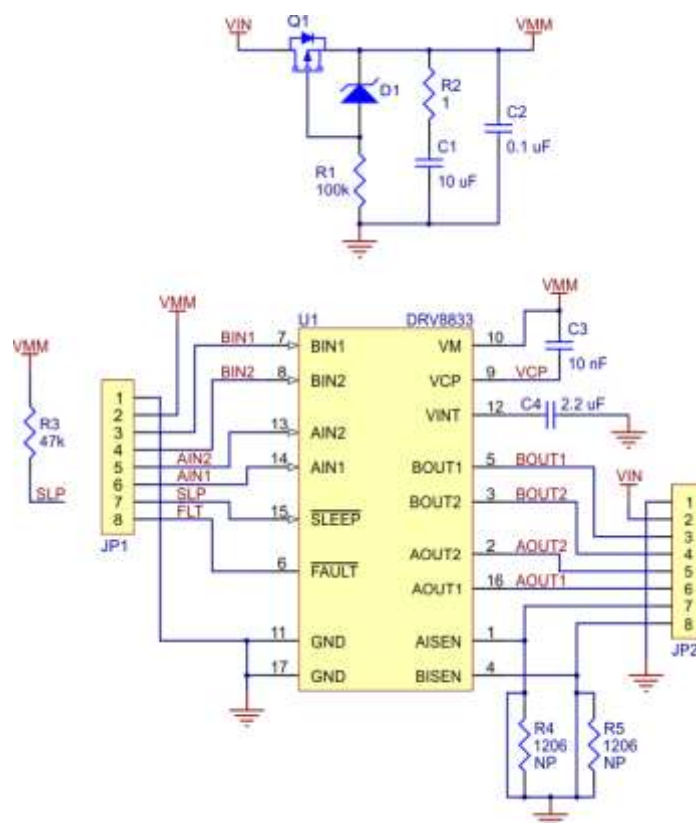


Figura 18 Diagrama esquemático del DRV98833. Información tomada de <https://pololu.com>. Elaborado por el autor.

2.1.5.3 Módulo bluetooth HC – 05

Tanto este dispositivo como el HC-06 son herramientas muy utilizadas para proyectos o trabajos con microcontroladores PIC y como en este caso Arduino. Al tratarse de dispositivos relativamente baratos en el mercado y que como de costumbre se ensamblan en un formato que nos permitirá instalarlos de manera muy cómoda dentro de un Protoborard y después simplemente puentearlo hasta el dispositivo que queramos o al microcontrolador, todo esto sin usar soldadura o algún adaptador especial.

La parte que nos permitirá conectar nuestro proyecto a la aplicación dentro de nuestro dispositivo móvil será el módulo bluetooth HC-05.



Figura 19 Modulo bluetooth HC-05. Información tomada de <https://geekfactory.com>. Elaborado por el autor

El módulo bluetooth HC-05 nos permitirá conectar nuestros proyectos, trabajos, experimentos con Arduino a través de un smartphone, PC o celular de manera inalámbrica es decir a través de bluetooth, de una manera fácil de operación mediante de un puerto serial. La transmisión se hace de manera transparente a la persona que este programando el dispositivo, esto realiza de manera directa a los pines seriales de nuestro Arduino o nuestro microcontrolador de confianza, todo esto respetando de manera muy fiel a los voltajes con que trabaja este dispositivo, este trabaja a un voltaje de 3.3 V. todos los beneficios que nos permite este dispositivo son los siguientes:

- Reemplaza una conexión serial por medio de cables por una conexión inalámbrica en forma fiable y transparente y clara.
- Tiene el perfil bluetooth “Wireless Serial Port”
- Se puede controlar y configurar dependiendo las necesidades de los usuarios tanto como maestro o esclavo
- Es ideal para controlar nuestro proyecto Arduino, PIC, Atmel, etc. de manera inalámbrica con nuestros dispositivos móviles o nuestras PCs.

Tabla 10. Especificaciones técnicas del módulo bluetooth HC-05

Especificaciones técnicas	
Voltaje operacional	3.6V - 6V
Voltaje operacional recomendado	5v
Bluetooth	V2.0+EDR
Frecuencia	banda ISM 2.4Ghz
Modulación	GFSK
Potencia de transmisión	4dBm, Class 2
Sensibilidad	-84dBm a 0.1% VER
Alcance	10 metros
Interface comunicación	Serial TTL
Velocidad de transmisión	1200bps hasta 1.3Mbps
Baudrate por defecto	38400, 8,1, n.
Seguridad	Autenticación y encriptación
Temperatura de trabajo	-20C a +75C C19
Compatibilidad	Android
Dimensiones	37*16 mm
Peso	3.6 gramos

Información adaptada de <https://naylampmechatronics.com/> Elaborado por: el autor

El módulo bluetooth HC-05 viene predefinido para usarse como “esclavo” (slave), pero esto puede ser configurado para que trabaje de manera de “maestro” (master), esto también pasa con el HC-06 en caso de que queramos usar este en vez del anteriormente mencionado, por lo que no tendremos ningún inconveniente al usar uno u otro modelo de modulo, además de esta configuración podremos configurar diferentes parámetros dentro de la programación como lo es el nombre del dispositivo, velocidad de transmisión, código de vinculación y otros parámetros más.

Para el caso de nuestro prototipo de montacargas robótico usaremos el módulo bluetooth de manera de “esclavo”, es decir que el módulo esperara conectarse a nuestro dispositivo móvil como puede ser un smartphone, o un teléfono Android, cabe recalcar que los dispositivos iPhone no podrán conectarse a nuestro prototipo ya estos vienen con una configuración diferentes y deberíamos reemplazar este módulo que por cuestiones económicas no haremos ya que este prototipo trata de abaratar costes.

2.1.5.4 Módulo de carga HX-3S-FL20.

Para la construcción del sistema de alimentación del prototipo formada por la interconexión de baterías lipo conectadas en serie, se requiere el módulo de carga HX-3S-FL20, que es un circuito que permitirá interconectar las diferentes baterías y también regular la corriente necesaria para el funcionamiento correcto del sistema de carga de las baterías, que serán recargable, una de las funciones principales es darle el equilibrio adecuado a cada celda que en nuestro caso serán cada baterías, esto nos permitirá darle una mayor vida útil a las baterías.

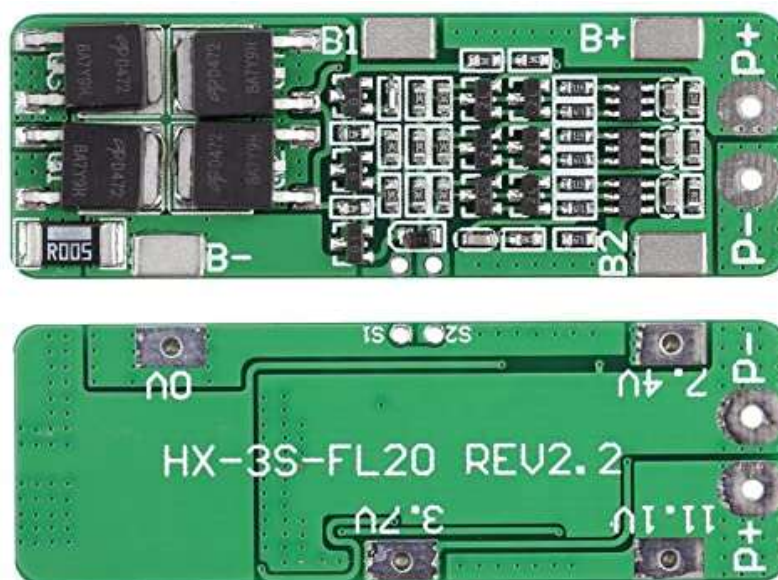


Figura 20 módulo de carga HX-3S-FL20 Información tomada de <https://leantec.com>. Elaborado por el autor

El módulo de carga HX-3S-FL20 cuenta con conexiones de 3.7 voltios, que está representada como B1 (que es el voltaje que nos dará una sola pila), 7.4 voltios, que está representada como B2 (que es la suma de 2 baterías recargables conectadas en serie), y la conexión de 11.1 voltios, que está representada como B+ (que es la salida de voltaje de suma en serie de las baterías conectadas entre sí), también cuenta con una conexión de 0 voltios (que es la conexión de la parte negativa del sistema).

El sistema también cuenta con 2 conexiones (P+ y P-), que estas son las entradas del voltaje correspondientes al cargador, para el caso de este proyecto el sistema de alimentación contará con un cargador de 12 voltios DC con una corriente máxima de 2 amperios.

Este sistema de carga de baterías sirve también como un circuito protector contra fuego, explosión y daños exteriores, para el sistema de baterías que como ya se mencionó antes

estarán conectadas en serie sumando sus voltajes, pero manteniendo su potencia, este circuito puede soportar hasta 13 voltios con una corriente máxima de 25 amperios.

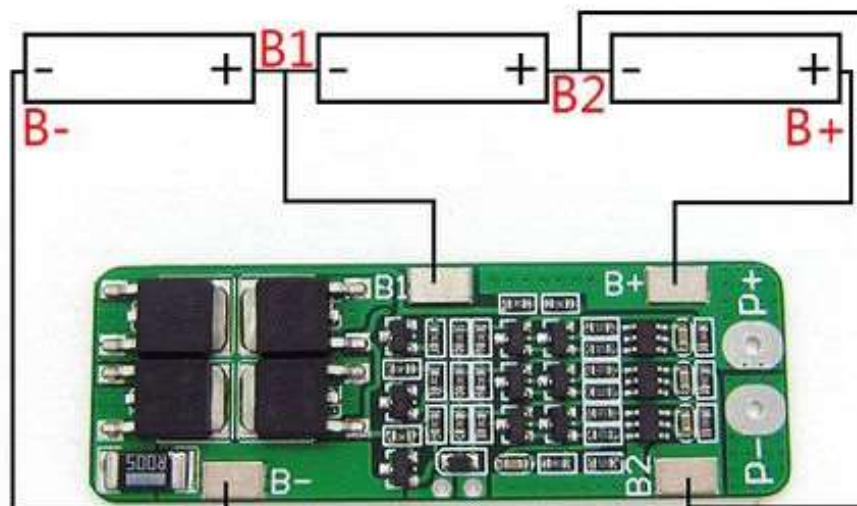


Figura 21 Conexión de baterías al módulo de carga HX-3S-FL20 Información tomada de <https://leantec.com>. Elaborado por el autor.

Tabla 11. Especificaciones técnicas del módulo de carga HX-3S-FL20

Especificaciones	
Modelo	HX-3X-FL20
Tamaño	58*20*3,6mm/2,28*0,79*0,14 pulgadas
Rango de sobretensión	4,25-4,35v \pm 0,05v
Rango de voltaje de descarga	2,3-3,0v \pm 0,05v
Corriente de funcionamiento máxima	0-15A
Corriente transitoria máxima	20-25 A
Corriente de reposo	< 30 μ A
Resistencia interna	< 100m Ω
Voltaje de carga	12,6 - 13v
Temperatura de trabajo	(-40 + 50°C)
Condición de almacenamiento	(-40 + 80°C)
Vida efectiva	>30000 h
Protección contra cortocircuitos	si, recuperación automática retrasada
Balance de corriente	45mA

Información adaptada de <https://naylorlampmechatronics.com/> Elaborado por: el autor

2.1.6 Conectores

2.1.6.1 DC 46 JACK DC HEMBRA.

Los conectores mayoritariamente conocidos como Jack son como su nombre lo indica son adaptadores que nos permitirán transportar corriente, voltaje, etc. de un lugar a otro sin necesidad de conexiones directas a la placa y así evitar la exposición de cables.

Para las diferentes entradas y salidas de voltaje tanto del bloque programable como del sistema de alimentación que usará todo el prototipo de montacarga robótico, se optó por el conector DC Jack hembra 5.5mm x 2.1 mm ya que esta presente tanto en el Arduino Uno como en el regulador de voltaje de 3V y 5V. Estos están presentes dentro del bloque programable en conjunto y así se determinó por un solo tipo de conector, y así evitar el uso de diferentes conectores que confundan al usuario.



Figura 22 Conector DC Jack hembra 5.5mm x 2.1mm. Información tomada de <https://leantec.com>. Elaborado por el autor.

Cabe recalcar que dentro del prototipo los conectores Jack DC hembra son solo para la salida y entrada de voltaje DC que alimentará los diferentes componentes como lo son:

- Arduino Uno
- Pololu md08a
- Regulador de voltaje para servomotores

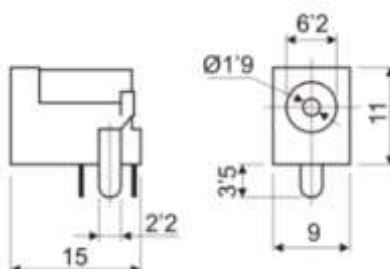


Figura 23 Dimensiones DC Jack hembra 5.5mm x 2.1mm. Información tomada de <https://leantec.com>. Elaborado por el autor.

Tabla 12. Diámetros de conector Jack hembra

Modelo	Referencia	Diámetro conector	
		Interior	Exterior
DC-46	15.473/2.0	2.0	5.5

Información adaptada de <https://naylampmechatronics.com/> Elaborado por: el autor

2.1.6.2 DC19/20 Jack DC macho plástico larga.

Para complementar los Jack DC hembras que usaremos para el traslado de corriente del sistema de alimentación a los diferentes componentes del bloque programable usaremos los indicados que son Jack DC 19 o en tal caso el 20 ya que estos no presentan diferencias más que en el largo.



Figura 24 Conector DC Jack macho 2.1mm. Información tomada de <https://palcoelectronica.es/> Elaborado por: el autor.

Para el caso del prototipo de montacargas se requirió el uso de estos conectores ya que solo se utilizó el conector Jack hembra y estos se complementan de manera eficiente al uso requerido, además de que estos son muy fáciles de encontrar en el mercado electrónico existente, esto hace que el reemplazo de uno de ellos sea de manera fácil y rápida ya que se pueden armar de manera independiente unos de otros, es decir que en caso de la vería de uno de los conectores no es necesario desechar todo el cable si no solo la punta utilizando un cautín y reemplazando el Jack macho por uno de la misma categoría.

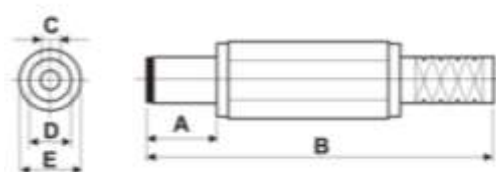


Figura 25 Conector DC Jack macho 2.1mm. Información tomada de <https://leantec.com>. Elaborado por el autor

Tabla 13. Diámetros de conector Jack hembra.

Modelo	Tipo	Montaje	Interior	Exterior	Largo
DC-19	MACHO	RECTO	2.1 mm	5.5 mm	14 mm
DC-20	MACHO	RECTO	2.1 mm	5.5 mm	14 mm

Información adaptada de <https://palcoelectronica.es/> Elaborado por: el autor

2.1.6.3 Conectores Molex Kk 2.54 mm.

Frecuentemente se les llaman Molex a los conectores que usas equipos como las computadoras, fuentes de alimentación, y aparatos tecnológicos en general.

Para las conexiones de los motores a la placa principal del bloque programable, tanto de los servomotores como de los motores reductores se optó por los conectores Molex Kk 2.54 mm, estos cuentan con un diseño simple e intuitivo para la comodidad del usuario ya que cuentan con una sola manera de conectarse y así evitando dañar o deteriorar los componentes al colocarlos de manera inadecuada donde deberían ir.



Figura 26 Conector Molex Kk 2.54 mm. Información tomada de <https://palcoelectronica.es/> Elaborado por: el autor.

2.1.6.4 Baterías de Li-ion.

Es de una nueva tecnología, la cual ofrece una densidad de energía de 3 veces la de una batería plomo-ácido. Esta gran mejora viene dada por su bajo peso atómico 6,9 vs 209 para la de plomo. Además, cuenta con un voltaje por celda de 3.5 V, lo cual disminuye el número de celdas en serie para alcanzar cierto voltaje, reduciendo su costo de manufactura. Tiene una muy baja tasa de auto descarga. (Vergara, 2013).



Figura 27 Batería li-ion 3.7V <https://www.mercadolibre.com.ar/> /Elaborada por el autor

Estas baterías se usan frecuentemente en equipos o aparatos electrónicos que requieren una gran cantidad de voltaje como lo son linternas Led, baterías de ordenadores portátiles, bicicletas eléctricas, bancos de energía (POWER BAND).

2.1.6.5 Porta baterías

La porta batería son adaptadores donde reposaran las baterías dando una mayor comodidad al usuario al momento de manipularlas o ensamblarlas en algún lugar. Están deben adecuarse a la batería en cuestión donde de los extremos de la porta baterías tendremos 2 cables uno de color rojo que significa positivo (+) y el otro de color negro que simboliza el negativo (-), esto para poder identificar las polaridades de la batería y así evitar la inversión de polaridad.



Figura 28 Porta baterías de li-ion 3.7V <https://www.mercadolibre.com.ar/> /Elaborada por el autor

2.9 Marco Legal

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se tuvo como base legal la Constitución de la república del Ecuador, el Artículo 22 nos dice que “Las personas tienen derecho a desarrollar su capacidad creativa, al ejercicio digno y sostenido de las actividades culturales y artísticas, y a beneficiarse de la protección de los derechos morales y patrimoniales que les correspondan por las producciones científicas, literarias o artísticas de su autoría”

Los artículos de la constitución mencionados durante el desarrollo del este proyecto pueden verse en el Anexo 1

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

2.10 Propuesta

El prototipo de montacargas robótico educativo desarmable es una herramienta practica y muy intuitiva al momento del ensamblaje, esto ayuda al estudiante con ánimos de aprender ramas básicas como son la robótica, electrónica, programación y matemáticas ya que esta permitirá al alumno desarrollar sus capacidades de resolución de problemas y conflictos mediante el uso de herramientas físicas, que se encuentran presentes en la vida cotidiana.

La realización del prototipo consta de 2 circuitos principales que son el bloque programable, que es donde se desarrollará toda la programación y se darán todas las respectivas ordenes que cumplan los diferentes componentes y de esta manera poder cumplir con los requerimientos que necesitemos, y el sistema de alimentación que como su nombre lo indica le permitirá abastecer de energía a todos los componentes electrónicos dentro del prototipo mediante un sistema adaptado de pilas de 3.7 voltios conectadas en serie para así sumas sus voltajes y dar los 11.1 voltios que serán suficientes para suministrar corriente a los componentes del bloque programable.

Una de las características principales del prototipo es su bajo costo, los componentes presentes tanto en el bloque programable y el sistema de alimentación son de materiales que su precio en el mercado es muy accesible para todas la personas que se dedican a la electrónica y para personas particulares, la mayoría de los prototipos ya existentes en el mercado son de costos muy altos que no todos se dan el lujo de adquirirlos, además de que algunos de estos no se encuentran en el mercado ecuatoriano si no que tienen que exportarlos del exterior o de países vecinos haciendo que su coste se eleve aún más, además de esto los materiales de construcción son fabricados en países desarrollados muy poco conocidos en el Ecuador por lo que adquirir ofertar por una reparación o por algún componentes de estos mismo es muy complicado de adquirir en el país, cosa que no pasa con prototipo en cuestión ya que todos los materiales son encontrados de manera fácil y rápida en el mercado de electrónica y a muy bajos costos, esto hace que términos de reparaciones o sustitución de piezas sea muy práctica, si bien es cierto los robot educativos existentes en el mercado están equipados con materiales de alta calidad y excelentes herramientas de enseñanzas el prototipo en cuestión cuenta con lo necesario para la metodología practica de aprendizaje desde lo más básico hasta lo intermedio.

El funcionamiento del prototipo es muy sencillo, práctico y cómodo, al tratarse del prototipo de un montacargas robótico, las funciones de este serán el de subir y bajar peso de algunos objetos que estarán siendo evaluados en el desarrollo de este capítulo. La función principal del prototipo es el uso de esta para la enseñanza de materias como la electrónica, programación, etc. por lo que el funcionamiento de este se determinó que sería muy simple y sencilla.

Para la creación de este prototipo de montacargas robótico educativo se tomó como inspiración los diferentes modelos de que se encuentran disponibles en el mercado existente, como los son el Mboot, Lego mindstorms, micro log, etc. estos robots también son una herramienta útil tanto para los estudiantes como para los profesores o docentes que quieran enseñar ramas de la robótica vinculadas a esta, como lo son electrónica, programación, matemáticas, etc. y todos estos modelos están destinados para usuarios, divididos en categorías de edades para su aprendizaje correcto y equilibrado ya que los usuarios al ser más avanzados en edades tienen más conocimientos sobre estos campos que uno de menor edad, como ya se mencionó en capítulos posteriores el precio de estos robots no están al alcance de todos los usuarios, ya que el costo es muy elevado, algunos de estos precios ascienden a los 500 dólares americanos, que en el país en el que habitamos (Ecuador), ese precio está mucho más alto a lo que corresponde un salario mínimo unificado, esto aumentado con el hecho de que estos prototipos se encuentran fuera del territorio ecuatoriano, esto hace que el envío de uno de estos productos exceda hasta el 100% del valor de compra, por lo cual se llegó a la conclusión de que un robot educativo es una inversión muy importante, que aunque cumple con su objetivo que es enseñar las materias envueltas en estas, no están disponibles para todos los consumidores actualmente por su elevado precio.

Para el funcionamiento ideal del prototipo de montacargas robótico se requirió el uso de diferentes programas tanto para el diseño, como para la programación del proyecto, el cual le dará las funciones específicas o las que queramos darles en un próximo proyecto, o uso personal en caso de requerirse, para el caso de este propósito se hizo uso del programa informático Arduino, el cual es el cerebro principal del bloque programable, así que esta herramienta será fundamental para el desarrollo. También el prototipo será manejado de manera remota haciendo uso de un teléfono inteligente o un smartphone mediante bluetooth a través de una aplicación desarrollada mediante el programa en línea AppInventor, que es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles para Android.

2.11 Metodología

3.1.1 Metodología Bibliográfica

La metodología que se empleará en este proyecto es importante para determinar los factores que harán posible el uso de la información adecuada para el desarrollo de este. Es necesario buscar y utilizar gran cantidad de información para lograr conocer mejor las herramientas que se usaran y darles un manejo óptimo al momento de realizar las pruebas de funcionamiento del proyecto (Gonzalez, 2018).

Según la publicación de (Prado, 2009) El método de investigación bibliográfica es el sistema que se sigue para obtener información contenida en documentos. En sentido más específico, el método de investigación bibliográfica es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

La metodología bibliográfica nos permitirá encontrar la información correcta y adecuada para el desarrollo de este proyecto, que se enfocará en buscar los conceptos y componentes adecuados para desarrollar el prototipo de montacargas robótico educativo. La mejor forma de aprender conceptos técnicos es buscando las fuentes directas de los creadores de cada componente electrónico o a su vez programas informáticos para su uso correcto y en caso de requerirse la sustitución de algunas partes por otras similares.

En general, diversos estudios demuestran que la robótica genera un alto grado de interés de los estudiantes y la participación en clases, y promueve el interés por las carreras de matemáticas y ciencias (Barnes, 2002; Robinson, 2005; Rogers y Portsmore, 2004). La robótica también promueve el aprendizaje de los principios científicos y matemáticos a través de la experimentación (Rogers y Portsmore, 2004).

Un robot está hecho de partes componentes de motores, sensores y programas. Cada una de estas partes depende de diferentes campos del conocimiento tales como la ingeniería, la electrónica y la informática. Este carácter interdisciplinar de los robots significa que cuando los estudiantes aprenden a diseñar robots, inevitablemente, aprenden sobre las muchas otras disciplinas que utilizan la robótica (Papert, 1980; Rogers y Portsmore, 2004).

3.1.2 Metodología Experimental

Teniendo en cuenta la clasificación de Dankhe (1986) la presente investigación pertenecería a los estudios de carácter Experimental por que busca especificar el crecimiento de los estudiantes con la aplicación de la Robótica Educativa, este proceso se tendrá que

verificar analíticamente, y mediante herramientas prácticas que encontraremos en el área que rodea a esta práctica, como lo es la electrónica y la programación, Estas áreas son las mas importantes dentro de este ámbito, las metodologías usadas son las técnicas y las de instrumentación, que son las que se detallan a continuación.

Técnicas

- Análisis documental
- Observación practica

Instrumentos

- Herramientas técnicas electrónicas
- Software aplicativo: AutoCAD, Arduino.
- Bibliografía referente a la robótica educativa.

2.12 Factibilidad Técnica.

El prototipo de montacargas robótico además de la enseñanza en temas de electrónica también abarca un concepto amplio de lo que la programación básica aplicada en este caso orientado a la robótica y Arduino, que es el componente principal de la placa central, en el cual se basa el proyecto en sí.



Figura 29 Vista de interfaz del programa Arduino Información adaptada de Arduino Elaborada por Tubay Suárez Charlie

3.1.3 Hardware

Al tratarse de un prototipo desarrollado con componentes de bajo costo se hizo especial análisis de estos, sobre todo en instigar y analizar si los componentes utilizados se encuentran disponibles y son accesibles para los estudiante y profesores, ya que algunos componentes se encuentran fuera de su ciudad o fura del país Enel peor de los casos. La mayoría de los componentes presentes en el prototipo de montacargas robótico están disponibles en cualquier distribuidor electrónica como lo son:

- Arduino Uno
- Modulo bluetooth
- Regulador de voltaje
- Controlador de motores
- Baterías, porta baterías.

3.1.4 Software

El prototipo cuenta con partes de montacargas convencionales modificados para su adaptación a las necesidades que se requirió en este proyecto, y llevados a los diferentes programas para la creación de modelado en 3 dimensiones. Para la creación de estas piezas se hizo uso de diferentes programas de software como lo son el programa para computadora AutoCAD, que se encuentra disponible de manera gratuita para todos los estudiantes universitarios en su página oficial.



Figura 30 Software AutoCAD, Información tomada de la página Oficial. Elaborado por el autor

El programa Arduino se utilizó para la codificación de la placa central, es decir programar los motores y el servomotor para su correcto funcionamiento, este programa se encuentra de igual forma de manera gratuita y accesible para todas las personas ya sea estudiantes, profesores y/o personas particulares que posean una Arduino de cualquier tipo y deseen programar en este, lo cual es ideal para proyectos electrónicos básicos y de nivel intermedio.

Entre los programas utilizados tenemos:

- AutoCAD
- Arduino
- Fritzing
- Meshmixer

También dentro de los programas utilizados para el desarrollo del proyecto esta Fritzing, que es un programa para el diseño y construcción digital de circuitos electrónicos para diversos fines. Este programa se utilizó para el desarrollo de los circuitos impresos tanto del circuito principal, como del circuito del sistema de alimentación. Al igual que todos los programas utilizados en el desarrollo de este proyecto este programa a día de publicarse este prototipo se encuentra disponible de manera gratuita en su página oficial.



Figura 31 Software Fritzing, Información tomada de la página Oficial. Elaborado por el autor.

Para la visualización de las partes que componen el prototipo de montacargas robótico, se hizo uso del programa Meshmixer, esta aplicación nos ayudara a visualizar de manera más detallada las partes como los son las horquillas, porta horquillas, cabe recalcar que estas partes no se encuentran disponible en el mercado ya que estas fueron diseñadas por el autor de este proyecto, este programa de igual manera como los demás, se encuentra totalmente disponible para su descarga y su uso tanto para estudiantes , profesores o personas particulares.



Figura 32 Software Meshmixer, Información tomada de la página Oficial. Elaborado por el autor

2.13 Factibilidad Legal

Mediante la bibliografía recopilada durante el desarrollo de este proyecto se realizó el análisis de las diferentes leyes que envuelven el tema, por lo tanto, se determinó que el proyecto de titulación presentado no incumple ninguna ley o normas vigentes en la constitución del Ecuador. Las restricciones medidas en este ámbito son las de: educación, ética, que en este caso contribuyen con la educación formativa de los estudiantes mediante el uso de herramientas de físicas para el desenvolvimiento de las personas involucradas.

2.14 Factibilidad Económica.

Una de las características principales del prototipo de robot educativo es el ámbito económico, esto se puede analizar basándose en las siguientes preguntas:

Refiriéndose en términos económicos ¿es accesible el prototipo educativo?

Mediante la investigación y la bibliografía tomada en el desarrollo de este proyecto, se determinó que en efecto es factible económicamente para el desarrollo de las actividades curriculares en las aulas de clases, ya que algunos de los modelos existentes en el mercado están por encima de los recursos de la mayoría de la población ecuatoriana. En este caso se tomó todos los componentes posibles para la enseñanza y que se encuentren disponibles para todas las personas, y sobre todo el precio que sea accesible en todos los aspectos.

La mayoría de los componentes que conforman este prototipo se pueden encontrar de manera sencilla y de bajo costo ya que la mayoría de estos no sobrepasar los 20 dólares americanos, lo cual es una ventaja a la hora de la práctica, así haciendo que cada estudiante cuente con su prototipo de robot educativo y de esta manera se logre el objetivo esperado que es la enseñanza práctica del estudiante, con las herramientas que incorpora este prototipo.

Cabe hacer énfasis que los componentes electrónicos que conforman este proyecto pueden ser reemplazadas y montadas de manera sencilla, gracias a su diseño amigable con el usuario, ya que todas las piezas no se encuentran soldadas a la placa, si no adaptadas aun socalo individual para cada componente, es decir el estudiante o docente que desee retirar

algún componente dentro de la placa central o del sistema alimentación podrá hacerlo de manera fácil y rápida, esto es una ventaja a la hora de la práctica

3.1.5 Factibilidad Operacional.

La característica principal del prototipo es su uso para la enseñanza educativa de materias que rodean el ámbito de la robótica educativa (RE), como lo son matemáticas, electrónica, programación. Al tratarse de un prototipo que el usuario manejara en este caso el docente y el estudiante se plantearon las siguientes preguntas fundamentales para así determinar la factibilidad operacional del proyecto en las aulas de clases.

¿Es práctico el prototipo para clases electrónicas?

La mayoría de los componentes que forman el prototipo de montacargas robóticos son dispositivos electrónicos, es decir que estos ayudaran a el estudiante y docente a desenvolverse en el ámbito de la electrónica que es una materia fundamental dentro de la rama que se planea ejercer, en este caso la ingeniería.

¿El estudiante o docente deberá poseer conocimientos previos antes de la manipulación del prototipo?

Si bien la robótica educativa no es una rama muy abordada actualmente en nuestro país en instituciones primaria y secundarias, en las instituciones universitarias si se aborda materias como la electrónica, redes, circuitos, etc. como ya se mencionó anteriormente carreras que estén enfocada al mantenimiento y estudio de equipos, si se ven envueltos en estos temas, como lo son las carreras de ingeniería, sistemas, teleinformática, etc. esto quiere decir que que previo a la manipulación del prototipo se deberá contar con conocimientos previos básicos sobre lo que es la electrónica, la programación y demás materias que rodean a estas.

¿En el tema informático, es una herramienta que contribuirá para el desarrollo de conocimientos en programación?

Para el funcionamiento adecuado del robot educativo se hizo análisis en el componente principal que es el Arduino Uno, este componente sirve como una herramienta para el estudio y practica de la programación. Si bien es cierto que no abarca la mayoría de los lenguajes de programación, el programa Arduino es una unión de varios lenguajes como los son muy conocido programa C++, que al igual que los componentes no se requiere mucha experiencia en programación para el entendimiento y la codificación del prototipo robótico.

2.15 Recursos de Construcción.

3.1.6 Arduino

Tras las diferentes fuentes de información encontradas sobre la facilidad de los diferentes programas utilizados en la robótica, se definió utilizar placas electrónicas Arduino, ya que es una plataforma electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Fue creado para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier persona interesada en crear entornos u objetos interactivos. Los circuitos impresos pueden ser hecho en casa o comprar una placa preensamblada, y el software de Arduino se puede descargar gratis desde su página oficial y es muy intuitiva como se explicó con anterioridad. Los modelos de referencia están disponibles en una licencia de código abierto, para que todos tengan la libertad de adaptar el diseño a su propio necesidades, y una de las razones por las que se recomienda Arduino es que la curva de aprendizaje permite al estudiante mejorar sus habilidades en electrónica y programa de forma rápida y divertida, siendo una herramienta didáctica que muchos colegios e incluso las universidades deberían considerarlo. Estas características agregadas la amplia disponibilidad en el mercado y los precios económicos de adquisición, fueron los principales factores para seleccionar esta plataforma programable como elemento procesador del prototipo de robot educativo.

3.1.7 AutoCAD.

Una de las herramientas principales para el desarrollo de las piezas modeladas en 3D utilizadas en el prototipo de montacargas robótico, es el programa AutoCAD que en el presente trabajo se trata de realizar un estudio sobre el uso adecuado de las herramientas CAD como método de aprendizaje en las instituciones, haciendo énfasis en el uso de programas CAD 3D como es el caso presente proyecto, ya que este es una avance muy significativo en comparación a los programas CAD 2D. para ello se procederá a analizar a los docentes de diferentes áreas en la universidad de Guayaquil carrera de teleinformática y se considerara 2 fuentes principales.

- El personal docente como receptor y el alunado como usuario final de esta herramienta, teniendo en cuenta sus necesidades, sus conocimientos previos, sus motivaciones y sus características principales.
- El profesorado como el motor principal del cambia a estas herramientas en sus clases impartidas y de las innovaciones en los métodos de enseñanza, en el uso y la aplicación de las herramientas necesarias para la adecuada formación en diseño y en dibujo técnico.

3.1.8 Fritzing

En un programa de código abierto que nos permite construir y diseñar nuestros propios circuitos electrónicos de una manera practica sin necesidad de utilizar algún medio físico. Esta herramienta de software, fomenta un ambiente creativo que permite a las personas y usuarios documentar sus diseños y prototipos, enseñarlos a otros compañeros o personas interesadas a aprender y diseñar sus propios circuitos, además de diseñar pcb de manera eficiente y rápida.

3.1.9 Meshmixer

Este programa es una herramienta que nos permitirá visualizar de manera natural nuestros diseños en 3D, es decir es un complemento de la herramienta de Autocad, donde se ha desarrollado las diferentes piezas que hacen posible el funcionamiento del prototipo de montacargas robótico

3.1.10 App Inventor

Es un programa en línea que nos permite desarrollar aplicaciones Android de manera fácil y rápida. Este software nos permitió desarrollar la aplicación Android que utiliza el prototipo de montacargas robótico para su funcionamiento, ya que este prototipo se manipula a distancia mediante la tecnología bluetooth que incorpora el componente principal, haciendo que el desarrollo de las aplicaciones sea de manera independiente de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

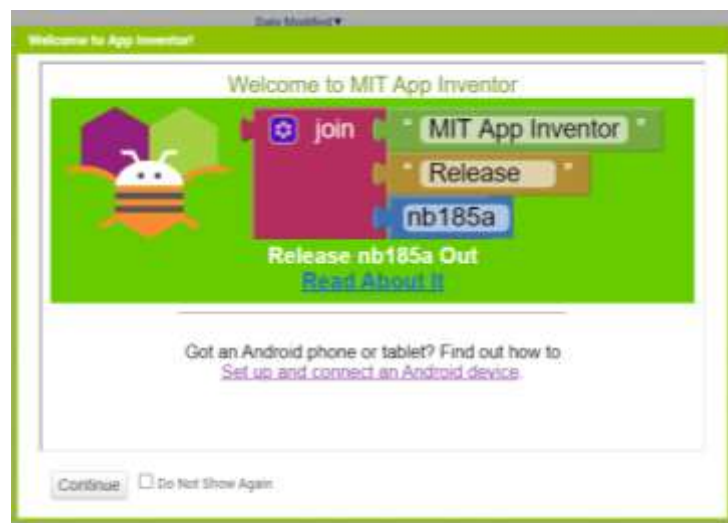


Figura 33 Interfaz del software APP Inventor, Información tomada de la página Oficial. Elaborado por el autor

2.16 Procedimiento

Para la creación del prototipo de montacargas robótico se tomó en cuenta varios aspectos a destacar en el cual encontramos el más importante que la investigación de campo, es decir, analizando las diferentes fuentes de información que nos permitan escoger de manera adecuada los componentes y el funcionamiento del prototipo de montacargas, y aquí surge las siguientes interrogantes

¿Por qué se escogió montacargas robótico?

Existen varios prototipos en el mercado, estos pueden ser brazos robóticos, robots zumo, robots bailarines, robots asistentes., robots de carreras diseñados para competencias de velocidad. En este caso se escogió el diseño de montacargas ya que es un diseño que no se encuentra disponibles en su mayoría, además de ser una construcción sencilla, rápida y cuenta con todas las herramientas de aprendizaje de las materias que se deseen enseñar.

¿Para el sistema de alimentación, porque se definió por una fuente de alimentación de 12 voltios?

Los componentes que necesitan una fuente de alimentación en el caso de este prototipo de robot educativo montacargas son 3:

- Arduino uno
- Pololu md08a
- Regulador de voltaje (3 -5 voltios)

Para un funcionamiento correcto del prototipo se definió por una fuente de alimentación de corriente continua de 12 voltios ya que todos los componentes anteriormente mencionados soportan sin ningún tipo de problema este tipo de voltaje, (puede verse sus especificaciones técnicas en el marco teórico de este proyecto). Además, que los motores reductores que se utilizan soportan una tensión superior a este.

Algunos de estos componentes trabajan con una tensión menor a los 12 voltios propuestos, pero para el uso cómodo del usuario y del personal docente que quiera utilizar esta fuente, se definió por un solo voltaje en general para todo el proyecto.

3.1.11 Ensamblaje del Prototipo

El chasis y las ruedas del prototipo serán desmontables, en el caso de las ruedas serán adaptadas al motor reductor que se encontrara atornillado al chasis principal del proyecto.



Figura 34. Vista del chasis del prototipo. Información tomada desde el teléfono móvil. Elaborada por el autor

Los motores reductores se colocarán dentro del chasis tal como se muestra en la figura, utilizando tornillos de 1x1/2" pulgadas se atronillará al chasis evitando que con el uso del prototipo estas se separen del chasis.

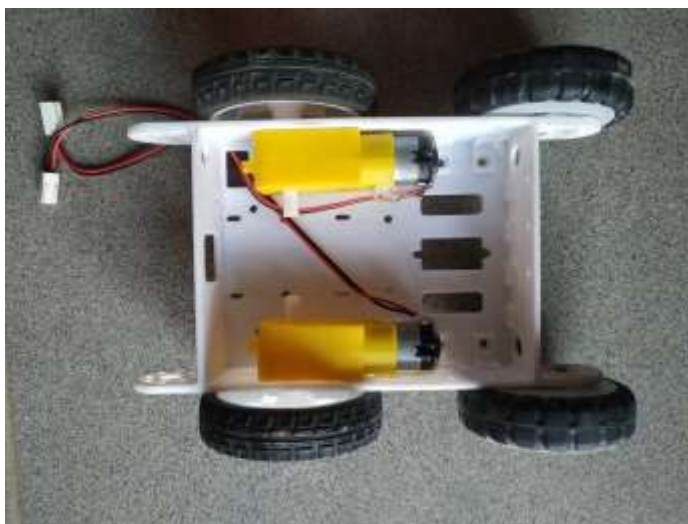


Figura 35 Vista del chasis del prototipo. Información tomada desde el teléfono móvil. Elaborada por el autor

El servomotor, la porta horquillas, las horquillas y el mástil se ensamblarán en una sola pieza unida para su funcionamiento conjunto que le dará el trabajo del montacargas característico de ellos, que es levantar y bajar objetos.



Figura 36 Vista del servomotor con las partes restantes. Información tomada desde el teléfono móvil. Elaborada por el autor

Ensamblaje final del prototipo de montacargas robótico educativo.



Figura 37 Vista del prototipo. Información tomada desde el teléfono móvil. Elaborada por el autor

2.17 Diseño y Construcción.

Para la construcción del sistema de alimentación se hizo uso de los diferentes programas antes mencionados, tanto para diseñar el circuito, como para la impresión del pcb, además

de los programas requirió de materiales externos como lo es acido férrico, que nos permitió realizar la transformación de la baquelita virgen a la baquelita diseñada como se requirió en este proyecto

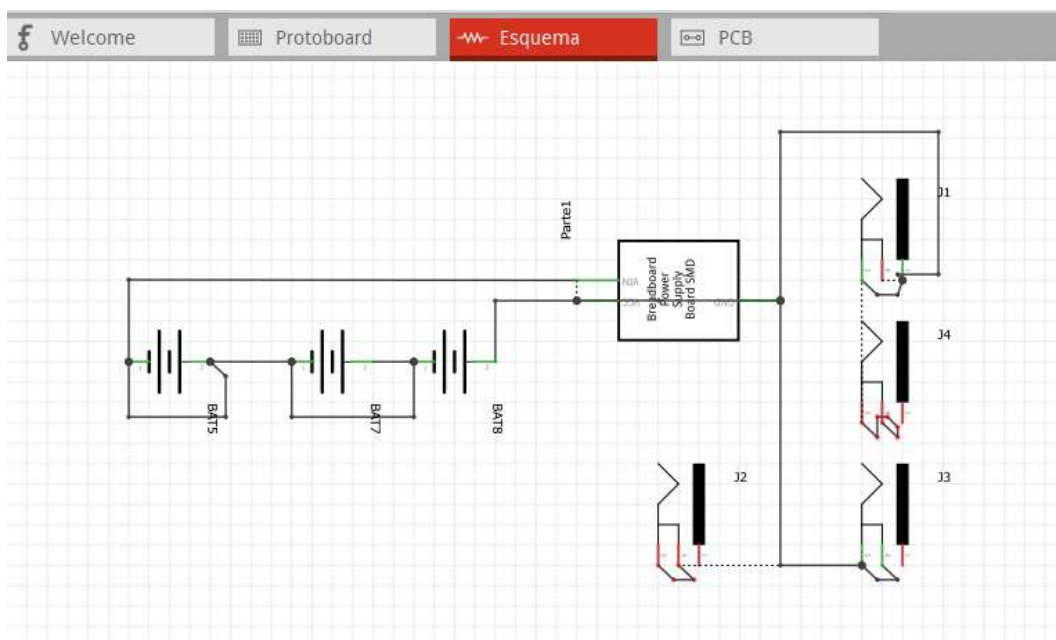


Figura 38 Esquema del circuito de alimentación. Información tomada desde fritzing. Elaborada por el autor

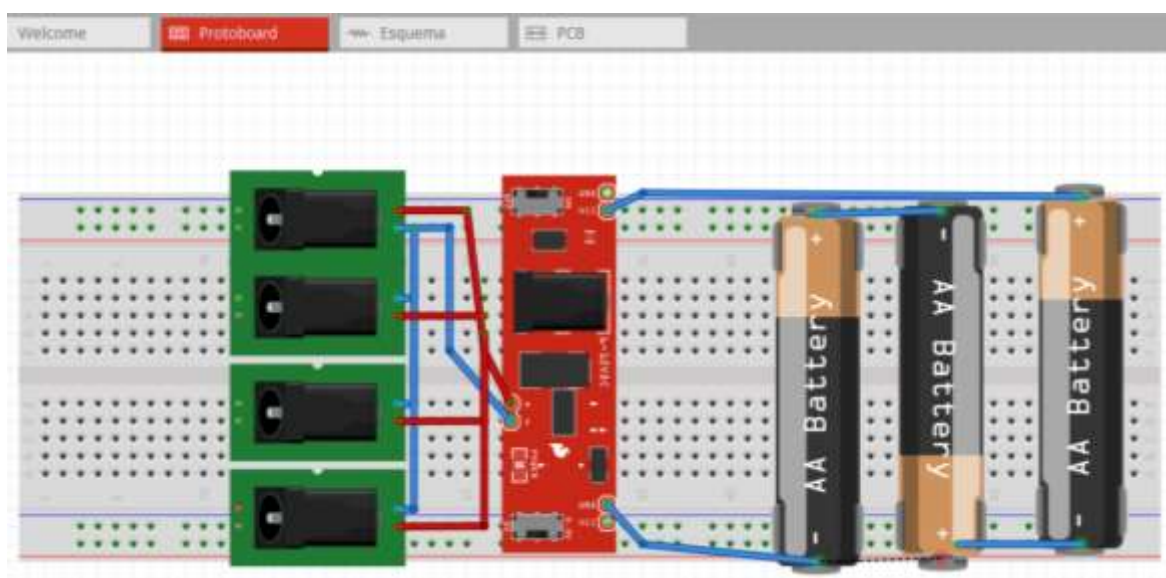


Figura 39 Esquema de simulación de circuito de alimentación. Información tomada desde fritzing. Elaborada por el autor

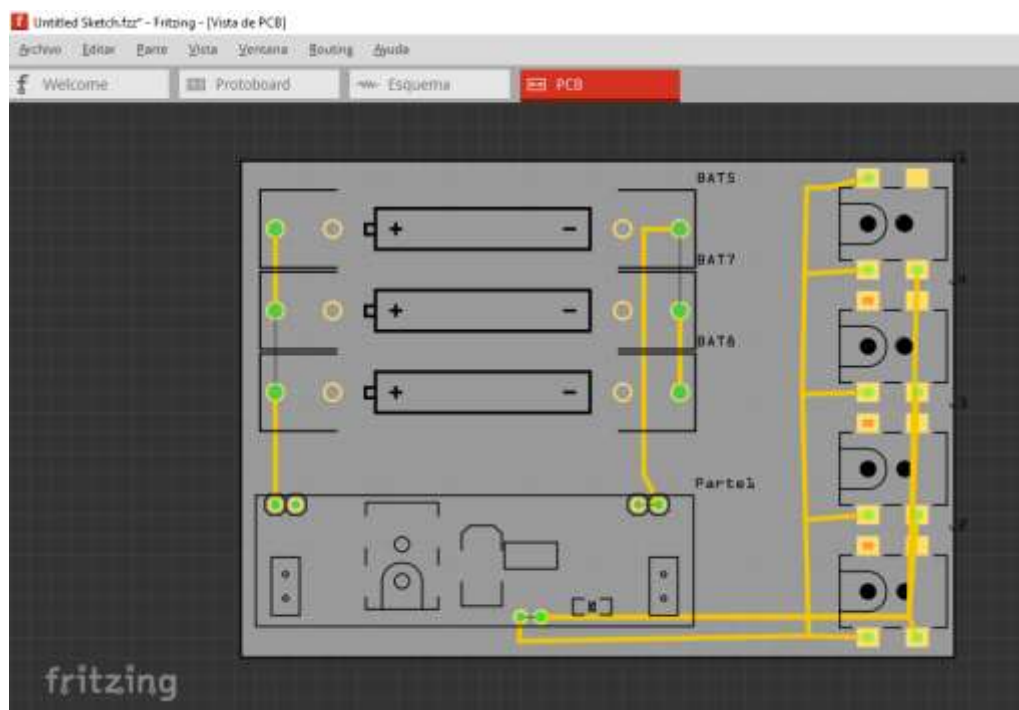


Figura 40 Esquema de pcb del circuito de alimentación. Información tomada desde fritzing. Elaborada por el autor

3.1.12 Programación del Arduino

Código de Arduino para el funcionamiento de los motores y sus respectivos movimientos y velocidades. Ver Anexo 2

```

robot Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

//variables de motor robotico

#include <Servo.h>
Servo serVO1;
Servo serVO2;
Servo serVO3;
Servo serVO4;
char sz;
String readString;

//variables de servo
//motor izquierdo
const int pma=5;
const int ala2=6;
const int ala1=7;
//velocidad el controlador
const int atby=0;
//motor derecho
const int ala1=9;
const int ala2=10;
const int pma=11;
//Bluetooth
int estado=0;

void setup() {
  pinMode(pma, OUTPUT);
  pinMode(ala2, OUTPUT);
  pinMode(ala1, OUTPUT);
  pinMode(atby, OUTPUT);
  pinMode(ala1, OUTPUT);
}

```

Figura 41 Código de programación de Arduino. Información tomada desde Arduino. Elaborada por el autor

3.1.13 Programación de Aplicación Android

La programación del manejo de la aplicación celular se realizó utilizando el programa App Inventor en línea.

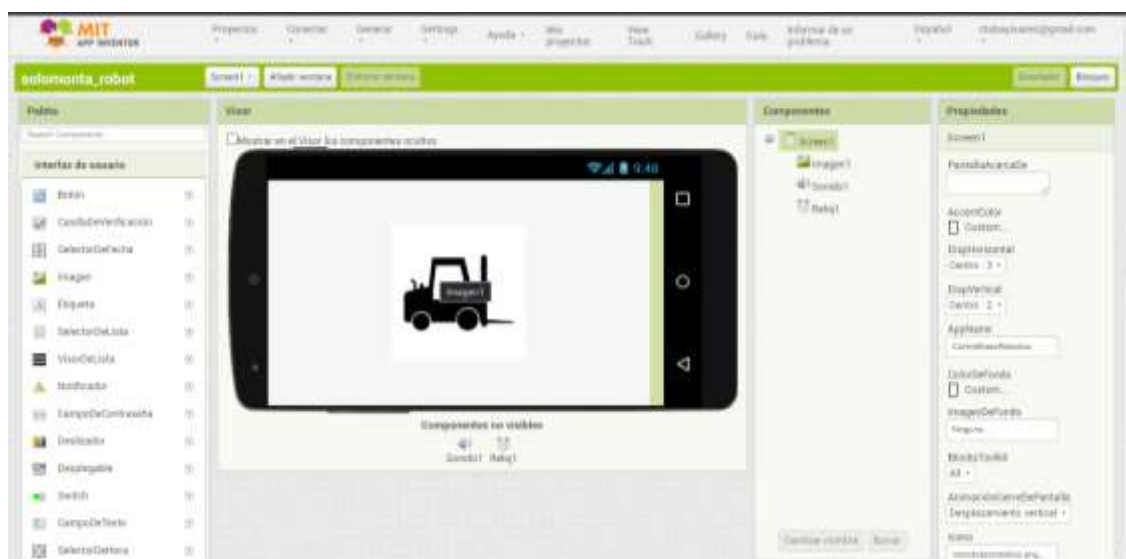


Figura 42 Interfaz de usuario de la aplicación. Información tomada desde app inventor. Elaborada por el autor.



Figura 43 Interfaz de usuario de la aplicación. Información tomada desde app inventor. Elaborada por el autor.

¿Es sencillo el ensamblaje del prototipo?

Al ser un prototipo dirigido a personas jóvenes y adultas que tengan o no tengan conocimientos sobre la robótica, el nivel de ensamblaje de proyecto es de nivel básico, como ya se explicó con anterioridad las piezas con las que cuentan este prototipo para su construcción son piezas ordinarias que se pueden encontrar de manera sencilla en cualquier casa, las herramientas que se necesitan para la construcción son también típicas en cualquier situación como lo es un destornillador punta estrella.

Para la construcción del prototipo de manera física no se necesita mayor experiencia, más allá del uso de un destornillador plana que la mayoría de las personas habrá usado por lo menos una vez, lo que convierte la construcción de este prototipo muy fácil y accesible para los jóvenes y adultos que cuenten con la herramienta necesaria para el ensamblaje de este.

3.1.14 Resultado de encuestas

Tabla 15. Tabla de resultado de encuestas al personal docente.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pregunta 1	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Pregunta 2	sencillo	medio	medio	sencillo	sencillo	sencillo	medio	sencillo	sencillo	sencillo	sencillo
Pregunta 3	desmontable	desmontable	desmontable	desmontable	adaptada	desmontable	adaptada	desmontable	desmontable	desmontable	desmontable
Pregunta 4	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
Pregunta 5	si	si	si	si	si	si	si	si	no	si	si

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suarez

Pregunta 1: ¿El prototipo debe ser desmontable en todos sus componentes?

Tabla 16. Tabla de resultado de encuestas al personal docente

Pregunta 1		
Opciones	Respuesta	Porcentaje
Si	11	100%
No	0	0%
Total	11	100%

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suarez

Mediante el resultado de las encuestas se determinó que el prototipo tanto en la placa central como en el sistema de alimentación, sean todos los componentes adaptados a la placa, es decir, que todos los módulos podrán retirarse de su circuito para su uso de manera individual, o simplemente como muestra de su funcionamiento en diferentes circuitos.

Pregunta 2: Los componentes electrónicos deben ser de manejo:

Tabla 17. Tabla de resultado de encuestas al personal docente

Pregunta 2		
Opciones	Respuesta	Porcentaje
Sencillo	8	73%
Medio	3	27%
Complejo	0	0%
Total	11	100%

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay

Existen en el mercado de la tecnología aparatos equipos electrónicos que cumplen varias funciones específicas dentro de ellas, estas se denominan multifunción, estas unen varios componentes electrónicos en uno, haciendo de este un mecanismo complejo de aprender a corto plazo debido a sus funciones.

Para el caso del proyecto en cuestión, mediante la encuesta realizada a los docentes, se requirió el uso de componentes electrónicos de una sola función específica haciendo así que el alumnado le sea mucho más sencillo entender y comprender el funcionamiento de cada componente.

Pregunta 3: ¿La fuente de alimentación del prototipo debe ser desmontable o adaptada?

Tabla 18. Tabla de resultado de encuestas al personal docente

Pregunta 3		
Opciones	Respuesta	Porcentaje
Adaptada	2	18%
Desmontable	9	82%
Total	11	100%

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

Haciendo énfasis en la encuesta realizada para determinar si el sistema de alimentación del prototipo de montacargas robótico se estableció que esta será de manera independiente a la placa principal, es decir que el usuario podrá retirar el sistema de baterías y así analizarla o adaptarla a otro tipo de circuito, haciendo esto una ventaja a la hora de diseñar circuitos ya

que al funcionar como una batería continua podrá ser reutilizada varias veces dependiendo de las necesidades del usuario.

Pregunta 4: ¿Debe ser de código abierto para la manipulación de la programación para los estudiantes?

Tabla 19. Tabla de resultado de encuestas al personal docente

Pregunta 4		
Opciones	Respuesta	Porcentaje
Si	11	100%
No	0	0%
Total	11	100%

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

La programación del prototipo fue diseñada pensando en el mismo por lo tanto no se podrá encontrar en ninguna fuente ya sea de libros o internet en general, solo se podrá encontrar en el Anexo 1, para el uso de cualquier persona que desee usar el código.

Pregunta 5: ¿Este prototipo sería una buena alternativa para la enseñanza de electrónica y programación?

Tabla 20. Tabla de resultado de encuestas al personal docente

Pregunta 5		
Opciones	Respuesta	Porcentaje
Si	10	91%
No	1	9%
Total	11	100%

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

Si bien hacen falta algunas componentes para la enseñanza correcta de la electrónica y programación, este prototipo es una buena herramienta para la enseñanza básica de estas ramas en las aulas, de esta manera se podrá comprender de manera adecuada el funcionamiento de algunos dispositivos fuera de este.

2.19 Costo de elaboración

Tabla 21. Tabla de precios de componentes externos.

COMPONENTES EXTERNOS			
Descripción	cantidad	precio unitario	valor total
Conector Jack hembra	6	0,5	3
Conector Jack macho	6	0,5	3
Dupont hembra-hembra cable 10 cm	4	0,25	1
Total			7

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

Tabla 22. Tabla de precios de componentes del sistema de alimentación.

ALIMENTACIÓN			
descripción	cantidad	precio unitario	valor total
Baquelita virgen sin perforar	1	3	3
Módulo de carga de baterías lipo	1	6	6
batería de iones de litio de 3.7V	3	2,5	7,5
Soporte de batería 18650	3	0,5	1,5
Total			18

Información adaptada de investigación de campo Elaborado por: Charlie Tubay Suárez

2.20 Conclusiones

El presente prototipo de montacargas robótico educativo es una buena herramienta para la enseñanza básica para áreas como la electrónica aplicada, programación, matemáticas. Al ser un proyecto físico, es decir, que los estudiantes o docentes podrán manipular los componentes y piezas diseñadas para este.

Si bien la robótica educativa no es una rama abordada en instituciones educativas sobre todo en las fiscales, ya que una de las desventajas de la mayoría de los robots educativos existentes son demasiado costosos incluso hasta para las instituciones particulares, para lo cual el presente proyecto es una herramienta muy accesible por su bajo costo debido a sus componentes baratos que utiliza y su alta rentabilidad a la hora del funcionamiento y en cuestión de enseñanza una buena opción para las aulas de clases.

2.21 Recomendaciones

- El presente prototipo cuenta con varios puertos de conexión para la unión de diferentes servomotores, para que así en un futuro los usuarios utilicen estos para sus proyectos o prototipos en fin a sus necesidades.
- Investigar sobre las diferentes librerías de Arduino para no solo utilizar servomotores si no también algunos componentes compatibles con la programación y con Arduino en general.
- Ampliar el funcionamiento de robot montacargas para futuros trabajos, como puede ser el levantamiento un peso amplio, movimiento de las horquillas adelante y hacia atrás. Etc.
- Alentar a los estudiantes, profesores, sobre todo autoridades educativas sobre la enseñanza de materias como la robótica, electrónica.
- ya no solo como materias adicionales si no también como temas que estén dentro de las mallas curriculares de los estudiantes.
- Se recomienda investigar sobre los diferentes prototipos que se pueden hacer uso partiendo desde el propuesto en este proyecto y así tener una amplia visión sobre los diferentes modelos que ese encuentran disponible.

Anexo 1

Constitución de la República Del Ecuador

TITULO II: Derechos CAPITULO SEGUNDO: Derechos del Buen Vivir SECCIÓN
TERCERA: Comunicación e Información

Art 16 Todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho a:

1. El acceso universal a las tecnologías de información y comunicación.

Art 347 Será responsabilidad del Estado:

1. Fortalecer la educación pública y la coeducación; asegurar el mejoramiento permanente de la calidad, la ampliación de la cobertura, la infraestructura física y el equipamiento necesario de las instituciones educativas públicas.

Art 385 El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

Art 387 Será responsabilidad del Estado:

3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.

Anexo 2

Programación de Arduino.

```
//variables de brazo robotico

#include <Servo.h>

Servo servo1;

Servo servo2;

Servo servo3;

Servo servo4;

char a;

String readString;

//variables de carro

//motor izquierdo

const int pwma=5;

const int ain2=6;

const int ain1=7;

//activa el controlador

const int stby=8;

//motor derecho

const int bin1=9;

const int bin2=10;

const int pwmb=11;

//Bluetooth

int estado=0;

void setup() {

pinMode(pwma,OUTPUT);

pinMode(ain2,OUTPUT);

pinMode(ain1,OUTPUT);
```

```
pinMode(stby,OUTPUT);
pinMode(bin1,OUTPUT);
pinMode(bin2,OUTPUT);
pinMode(pwmb,OUTPUT);
digitalWrite(stby,1);
servo1.attach(3);
servo2.attach(2);
servo3.attach(4);
servo4.attach(12);
Serial.begin(9600);
servo1.write(8);
servo2.write(100);
servo3.write(164);
servo4.write(90);
delay(10);
}

void loop() {

if(Serial.available()>0){
  a = Serial.read();

if(a=='A'){
  motor1();
}

if(a=='B'){
```

```
motor2();
}
```

```
if(a=='C'){
motor3();
}
```

```
if(a=='D'){
motor4();
}
```

```
if(a=='Z'){
motor3_stop();
}
```

```
        //carro
```

```
if (a=='E'){
adelante();
analogWrite(pwma,100); //motor izquierdo
analogWrite(pwmb,100); // motor derecho
}
```

```
if(a=='H'){
izquierda();
analogWrite(pwma,0); //motor izquierdo
analogWrite(pwmb,255); // motor derecho
}
```

```
if(a=='G'){
detener();
```

```

analogWrite(pwma,0); //motor izquierdo
analogWrite(pwmb,0); // motor derecho
}

```

```

if(a=='I'){
derecha();
analogWrite(pwma,255); //motor izquierdo
analogWrite(pwmb,0); // motor derecho
}

```

```

if (a=='F'){
atras();
analogWrite(pwma,100); //motor izquierdo
analogWrite(pwmb,100); // motor derecho
}
}
}

```

```

void motor1(){
delay(10);
while (Serial.available()) {

char b = Serial.read();
readString += b;
}
if (readString.length() >0) {
Serial.println(readString.toInt());
servo1.write(readString.toInt());
}
}

```

```
readString=""; // Clear string
}
}
void motor2(){
  delay(10);
  while (Serial.available()) {
    char b = Serial.read();
    readString += b;
  }
  if (readString.length() >0) {
    Serial.println(readString.toInt());
    servo2.write(readString.toInt());
    readString="";
  }
}
void motor3(){
  delay(10);
  servo3.write(98);
  while (Serial.available()) {
    char b = Serial.read();
    readString += b;
  }
  if (readString.length() >0) {
    Serial.println(readString.toInt());
    servo3.write(readString.toInt());
    readString="";
  }
}
```

```
void motor3_stop(){
  servo3.write(90);
}
```

```
void motor4(){
  delay(10);
  while (Serial.available()) {
    char b = Serial.read();
    readString += b;
  }
  if (readString.length() >0) {
    Serial.println(readString.toInt());
    servo4.write(readString.toInt());
    readString="";
  }
}
```

```
    //carro

void adelante() {
  digitalWrite(ain2,0); //motor izquierdo
  digitalWrite(ain1,1);
  digitalWrite(bin1,1); //motor derecho
  digitalWrite(bin2,0);
}

void izquierda () {
```

```
digitalWrite(ain2,1); //motor izquierdo -atras
digitalWrite(ain1,0);
digitalWrite(bin1,1); //motor derecho - adelante
digitalWrite(bin2,0);
}
```

```
void derecha() {
digitalWrite(ain2,0); //motor izquierdo adelante
digitalWrite(ain1, 1);
digitalWrite(bin1,0); //motor derecho atras
digitalWrite(bin2,1);
}
```

```
void atras() {
digitalWrite(ain2,1); //motor izquierdo -atras
digitalWrite(ain1,0);
digitalWrite(bin1,0); //motor derecho -atras
digitalWrite(bin2,1);
}
```

```
void detener() {
digitalWrite(ain2,0); //motor izquierdo-detener
digitalWrite(ain1,0);
digitalWrite(bin1,0); //motor derecho -detener
digitalWrite(bin2,0);
}
```

Bibliografía

- Bizarro, N. L. (2018). *Desarrollo de nociones espaciales básicas a través del trabajo con Robótica Educativa en el Aula de Educación Infantil y análisis de datos cualitativos con Software WebQDA*. CIAIQ2018, 1.
- Gonzalez, D. (Septiembre de 2018). Desarrollo de un aplicativo móvil Para Procesos Informativos Entre Docentes Y Alumnos. Guayaquil, Ecuador.
- Peña, C. (2016). *Robotica educativa para estudiantes de ciclo dos*. barranquilla: Corporacion Universitaria Minuto de Dios.
- Peña, C. (2020). *Domina la programacion y controla la placa(1st ed., pp.)* . Buenos aires: RedUsers.
- Rodriguez Chirinos, F. (2017).). *Aplicación De La Robotica Educativa Como Estrategia En El Desarrollo De Capacidades Del Area De Ciencia Y Tecnologia De Los Estudiantes Del Sexto Grado De Primaria De La Ii. Ee. Karl Weiss*. Chiclayo: karl weiss.
- Rojas, Y. (. (2016). *Robótica educativa para estudiantes de ciclo dos*. . Barranquilla.: Corporación Universitaria Minuto de Dio.
- Román Graván, P. H. (2017). *Experiencia de innovación educativa con robótica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla*. España.
- Sánchez Ortega, J. A. (2012). *Diagnóstico y aplicación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del bachillerato internacional: una propuesta pedagógica para la enseñanza eficaz de la robótica educativa*.
- Vega-moreno, D. C. (2016). *Integración de robótica educativa de bajo costo en el ambiente de la eduacion secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos*. . International journal of educacional research and inovation.