



Universidad Tecnológica de la Mixteca

Diseño Mecatrónico

Dra. Esther Lugo González

PROYECTO

“Diseño de un robot manipulador móvil organizador de paquetería”

Alumno

López Vázquez Adamari Monserrat

2018140026

Grupo:

814-B

Semestre 2023-B

Huajuapán de León, Oaxaca. 26 de junio de 2023.

INDICE

I. Introducción

- i. Antecedentes
- ii. Planteamiento del problema
- iii. Justificación
- iv. Hipótesis
- v. Hipótesis por área
- vi. Objetivo General
- vii. Objetivos Específicos
- viii. Metas
- ix. Entregables del área de electrónica
- x. Planificación del proyecto.

II. Diseño Conceptual

- i. Requerimientos generales
- ii. Tabla de ponderación de los requerimientos.
- iii. Tabla comparativa con diferentes empresas.
- iv. Tabla de comparación de requerimientos con diferentes empresas de acuerdo al área.
- v. Restricciones
- vi. Limitantes del proyecto
- vii. QFD
- viii. PDS

III. Diseño preliminar

- i. Requerimientos funcionales y no funcionales.
- ii. Matriz morfológica de electrónica.
- iii. Matriz de selección morfológica.
 - i. Matriz de ventajas y desventajas de motores.
 - ii. Matriz de ventajas y desventajas de software.
 - iii. Matriz de ventajas y desventajas de comunicación.
- iv. Matriz de evaluación.
- v. Matriz morfológica desarrollada (evaluación de motores).
- vi. Elementos modulares e integrales (tabla descriptiva).
- vii. Esquema de productos.
- viii. Selección de materiales.
- ix. Tabla de especificaciones y funciones
- x. Secuencia de trabajo.

IV. Diseño detallado

- i. Diseño de manufactura
 - i. Sistema de manufactura
 - ii. Procesos de manufactura
- ii. Diagrama de ensambles y subensambles
- iii. Diseño modal y para fallas
- iv. Propuesta de mantenimiento
- v. Diseño de presentación para el cliente

V. Análisis de resultados

- i. Simulaciones y análisis de resultados
- ii. Descripción de resultados

VI. Conclusiones

VII. Referencias

Anexos

I.- INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Los robots móviles han sido objeto de estudio y desarrollo durante décadas. En la década de 1970, se empezaron a desarrollar robots móviles autónomos para la investigación en inteligencia artificial y en la década de 1980, comenzaron a utilizarse en aplicaciones comerciales, militares y de investigación científica. [1]

Algunos de los primeros robots móviles autónomos fueron desarrollados en el Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT (Massachusetts Institute of Technology), como Shakey, un robot que podía navegar, mover objetos y planificar rutas de manera autónoma.[2]

En los años 90, la utilización de robots móviles se extendió a otros campos, como la exploración espacial, donde se desarrollaron robots para explorar planetas y satélites. También se empezaron a utilizar en la industria, para tareas de transporte y manipulación de objetos.

Con el tiempo, la tecnología ha avanzado en cuanto a la capacidad de los robots móviles para superar obstáculos y adaptarse a entornos cambiantes. En la actualidad, se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde la agricultura y la minería hasta el cuidado de personas mayores y la educación.

Los robots móviles son considerados una tecnología prometedora para el futuro, con aplicaciones en campos como la robótica colaborativa, la inteligencia artificial avanzada y la automatización de los procesos industriales.

Existen diferentes artículos que hacen referencia a la implementación de robots móviles en los diferentes campos y los usos productivos para los que se han fabricado y sus respuestas a ello:

1. "Robots móviles autónomos en la industria: una revolución imparable". En este artículo se describe cómo los robots móviles autónomos están cambiando la forma en que se llevan a cabo los procesos de producción en la industria. Se explica que estos robots son capaces de desplazarse de forma autónoma y segura por las instalaciones, lo que les permite realizar tareas como el transporte de materiales de manera eficiente y sin necesidad de intervención humana.
2. "Robots móviles para la logística del futuro". En este artículo se habla sobre el uso de robots móviles en el ámbito de la logística y el transporte. Se destaca que estos robots pueden ser muy útiles para la distribución de mercancías en entornos urbanos, ya que son capaces de moverse de forma autónoma por las calles y carreteras, evitando atascos y reduciendo el tiempo de entrega.
3. "Robots móviles en la agricultura: innovación para mejorar la eficiencia". En este artículo se describe cómo los robots móviles están siendo utilizados en el sector agrícola para realizar tareas como la siembra, el riego o la cosecha de forma

autónoma. Se destaca que estos robots pueden ayudar a mejorar la eficiencia y la productividad de las explotaciones agrarias, al tiempo que reducen el impacto ambiental.

4. "Robots móviles en la exploración espacial". En este artículo se habla sobre el uso de robots móviles en la exploración espacial. Se describe cómo estos robots pueden ser utilizados para explorar planetas y satélites, recoger muestras, realizar estudios geológicos y mucho más. Se destaca que la autonomía de estos robots es clave para su éxito en entornos tan extremos como el espacio.
5. "Robots móviles para la atención sanitaria". En este artículo se explica cómo los robots móviles están siendo utilizados en el ámbito de la atención sanitaria para tareas como el transporte de comida, medicamentos o material de cura. Además, se destaca que estos robots también pueden ser utilizados para ayudar en la movilización de pacientes y en la realización de terapias rehabilitadoras.

Planteamiento del problema

Los almacenes son lugares fundamentales para el funcionamiento de las empresas, ya que allí se guardan los productos y materiales necesarios para la producción y/o venta de los mismos. Sin embargo, estos sitios pueden estar expuestos a diferentes riesgos de seguridad relacionados con robos, incendios, accidentes laborales, entre otros.

- Los almacenes pueden ser propensos a incendios, especialmente si se guardan productos inflamables o combustibles. Es fundamental contar con sistemas de prevención y extinción de incendios, como alarmas, extintores, sistemas de aspersión, entre otros.
- Accidentes laborales: Los almacenes implican el uso de maquinaria pesada, equipos de transporte, y otros elementos que pueden causar accidentes laborales. Es importante implementar medidas de seguridad como la capacitación del personal, señalizaciones adecuadas, y el uso de elementos de protección personal.
- Fallos en la cadena de suministro: Los almacenes son un eslabón fundamental en la cadena de suministro, y su funcionamiento puede afectar a toda la empresa y a sus clientes. Es fundamental contar con planes de contingencia para enfrentar situaciones como fallas en equipos de transporte, retrasos en la entrega de suministros, entre otros.

Justificación

El uso de robots móviles en diversos ámbitos de la sociedad ha ido en aumento en los últimos años. Desde la industria y la agricultura hasta la atención médica y el hogar, se han desarrollado una gran variedad de robots móviles que pueden llevar a cabo tareas específicas de manera autónoma.

En la industria, los robots móviles se utilizan para llevar a cabo tareas repetitivas y peligrosas, lo cual ayuda a mejorar la seguridad laboral y la eficiencia en la producción. En la agricultura, los robots móviles pueden ayudar en la recolección de cultivos y el monitoreo de los cultivos, lo cual aumenta la productividad y reduce los costos.

En cuanto a la atención médica, los robots móviles pueden ayudar en el transporte de materiales y equipos médicos, el monitoreo de pacientes y la entrega de medicamentos. Esto ayuda a mejorar la seguridad del paciente y reduce la carga de trabajo del personal médico.

En el hogar, los robots móviles se pueden utilizar para tareas como la limpieza y el mantenimiento del hogar, lo que ayuda a mejorar la eficiencia y reduce la carga de trabajo del usuario.

El uso de robots móviles en almacenes ofrece una serie de beneficios significativos. Algunas de las razones más comunes incluyen:

1. Aumento de la eficiencia: los robots pueden realizar tareas repetitivas y de alta demanda, como recolección de pedidos, de manera más rápida y eficiente que los humanos.
2. Reducción del tiempo de inactividad: los robots no necesitan pausas para comer o descansar, por lo que pueden mantenerse operando durante todo el día.
3. Mejora de la precisión: los robots pueden hacer un seguimiento de inventarios y garantizar la precisión de los procesos de manejo de materiales.
4. Aumento de la seguridad: al automatizar tareas peligrosas, se pueden reducir las lesiones y mejorar la seguridad de los trabajadores.
5. Ahorro de costos: en comparación con los costos de contratar y capacitar a un mayor número de trabajadores, una inversión en robots puede ser rentable a largo plazo.

En resumen, los robots móviles pueden aumentar la eficiencia, mejorar la precisión, aumentar la seguridad, reducir los tiempos de inactividad y ahorrar costos en los almacenes.

Hipótesis

Si se diseña un robot móvil manipulador para la gestión de paquetes, con características específicas como capacidad de carga, velocidad de movimiento, facilidad de control, con un sistema autónomo por visión artificial, trabajo colaborativo y que además funcione en conjunto con un sistema de carga automática, entonces se podrían mejorar los procesos de gestión de paquetes de empresas como Amazon, Mercado Libre, ebay entre otras, lo que llevaría a un aumento en la eficiencia y productividad de estas empresas. Un robot manipulador móvil equipado con un sistema de detección y reconocimiento de objetos, una pinza o garra y un sistema de control centralizado podría ser utilizado en un almacén para organizar la paquetería de manera eficiente, segura y autónoma, aumentando la productividad y reduciendo el riesgo de accidentes.

Hipótesis por área

En el área de control la mejora de los sensores de navegación, tanto en términos de precisión como de alcance, podría permitir a los robots navegar con mayor seguridad y eficiencia.

La implementación de la inteligencia artificial en los robots de paquetería podría permitirles aprender de su entorno y mejorar su capacidad para navegar y realizar entregas de manera autónoma.

En el área de electrónica la implementación de sistemas de energía más eficientes y duraderos. Esto podría lograrse mediante la utilización de baterías de alta capacidad y tecnologías de carga rápida, así como mediante la implementación de sistemas de administración de energía más avanzados.

En el área de mecánica, una hipótesis para mejorar los robots de paquetería podría ser la mejora de su capacidad de carga. Esto podría lograrse mediante la implementación de sistemas de levantamiento y transporte de carga más avanzados, así como mediante la utilización de materiales más ligeros y resistentes para reducir el peso del robot y mejorar su capacidad de carga.

En cuanto al área de su interfaz, una hipótesis para mejorar los robots de paquetería podría ser la implementación de interfaces más intuitivas y fáciles de usar para los usuarios. Esto podría lograrse mediante la utilización de pantallas táctiles, comandos de voz y otros métodos de entrada de datos que simplifiquen la interacción del usuario con el robot.

Objetivo General

Diseñar un robot manipulador móvil que ayudará en la organización y logística de un almacén de paquetería de manera óptima que evitará posibles riesgos a trabajadores y de igual manera disminuirá el porcentaje de paquetería dañada.

Objetivos Específicos

- Identificar en el mercado los diferentes diseños y modelos de robots móviles.
- Identificar en el mercado los diferentes diseños y modelos de brazos manipuladores.
- Desarrollar el diseño del robot.
- Diseñar los diferentes circuitos que darán movilidad y energía al sistema.
- Diseñar un mecanismo para la movilidad de los componentes.
- Desarrollar programas que indicarán la movilidad del sistema dependiendo la situación.
- Desarrollar un sistema de movilidad para que el robot se pueda mover de un lugar a otro de manera guiada.
- Desarrollar un sistema de paro de emergencia.
- Desarrollar una base de datos.
- Desarrollar una interfaz máquina – usuario.

Metas

- Realizar una investigación sobre las diferentes empresas que se dedican al diseño de robots móviles (3 días).
- Realizar una investigación sobre las diferentes empresas que se dedican al diseño de brazos manipuladores (3 días).
- Realizar una investigación de los diferentes diseños y modelos de robots móviles (3 días).
- Realizar una investigación de los diferentes diseños y modelos de robots móviles (3 días).
- Desarrollar el diseño de la estructura del robot (3 días).
- Desarrollar un circuito electrónico para energizar los actuadores a usarse (1 semana).
- Desarrollar un programa que indique las funciones móviles a los actuadores (1 semana).
- Diseñar un sistema de paro de emergencia (1 semana).
- Desarrollar un programa donde se almacenen los datos recolectados de la logística que haga el robot (2 semanas).
- Diseñar el implemento de una interfaz máquina – usuario (1 semana).

Entregables

Se estarán trabajando en el área de electrónica y parte de programación. Sus posibles entregables son simulaciones de cómo funcionará el sistema y como se activarán los actuadores.

Planificación del proyecto

DISEÑO DE UN ROBOT MANIPULADOR MOVIL ORGANIZADOR DE PAQUETERIA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA
Ingeniería en Mecatrónica 814-B

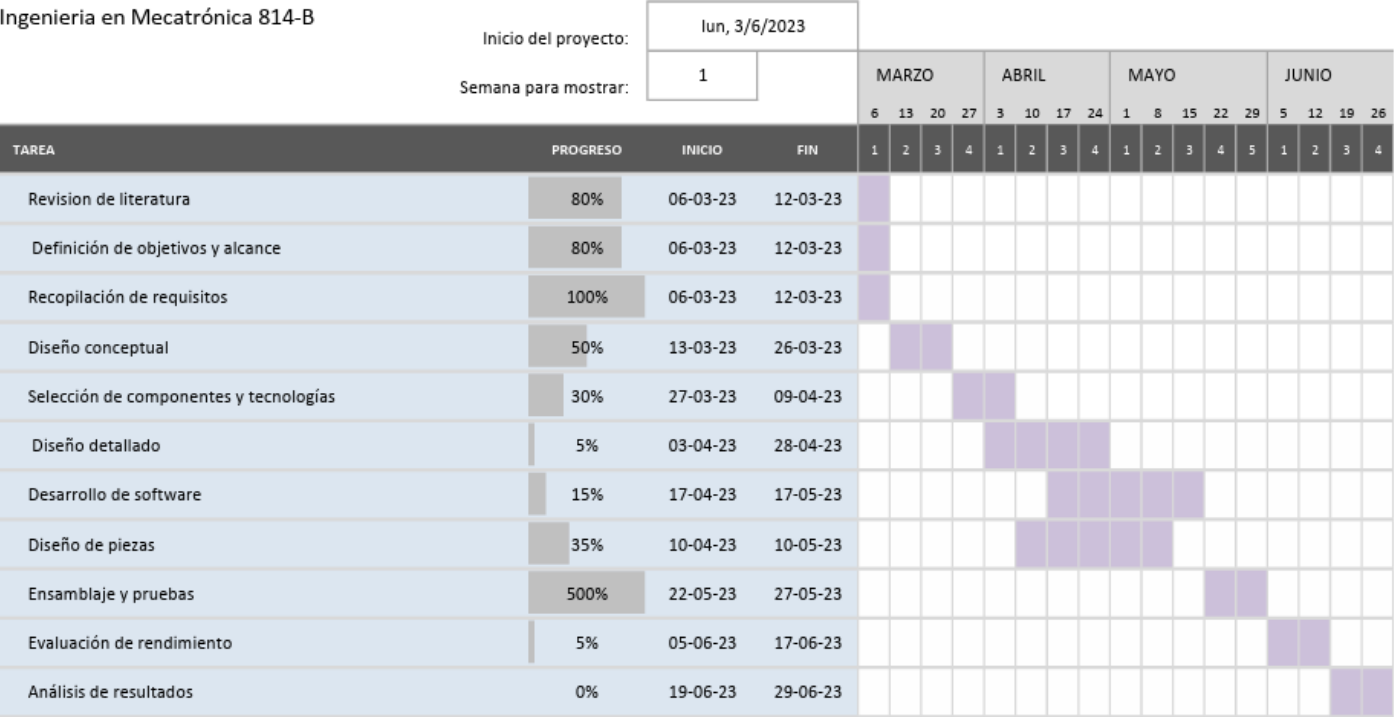


Diagrama 1.1 Diagrama de Gantt

II.- DISEÑO CONCEPTUAL

Requerimientos generales

1. El manipulador debe soportar un peso máximo de 30 kg.
2. El sistema móvil debe soportar un peso máximo de 60 kg.
3. El manipulador debe tener al menos 2 grados de libertad de movimiento.
4. El dispositivo debe contar con sensores de proximidad.
5. El dispositivo debe contar con sistema de iluminación.
6. Debe contar con asistencia por voz.
7. Se pueda acoplar un vagón de carga externo.
8. Debe tener una estación de carga automática.
9. Debe contar con sistema de ventilación.
10. Debe contar con clasificación mediante un sistema de colores de seguridad.
11. Diseño amigable para el usuario.
12. Dimensión menor a las medidas del pasillo y funcional a la altura de los estantes.
13. Sistema de alerta.
14. Fácil mantenimiento.
15. Resistencia a derrames.
16. Resistencia en la armadura a fatigas.
17. Baterías recargables de alta capacidad.
18. Sincronización en tiempo real con la base de datos.
19. Implementación de visión por computadora.
20. Sistema de navegación por seguidor de línea.
21. Función de paro de emergencia.
22. Debe trabajar colaborativamente con otros robots.
23. La interfaz debe ser sencilla de entender para los diferentes operadores a distancia.

Requerimiento	Categoría (Necesario/Deseado)	Clasificación	Cantidad	Unidad
1	N	4	30	Kg
2	N	4	60	Kg
3	N	5		
4	N	5		
5	D	4		
6	D	2		
7	D	3		Kg
8	D	3		
9	N	4		
10	D	4		
11	D	3		
12	N	5		m
13	N	4		
14	N	4		
15	D	2		
16	N	5		Kg
17	N	4		mAh
18	N	5		
19	D	4		
20	N	5		
21	N	5		
22	N	5		
23	D	4		

Tabla 2.1 Tabla de clasificación de requerimientos deseados y necesarios.

Empresas	Carga max.	Material de chasis	Carga automática	Asistente de voz	IoT	Colaborativo	Visión artificial	Autónomo	Diseño moderno
Amazon	22 kg	Aluminio y acero	si	No	Si	Si	Si	Si	Si
Robotnik (RB-1)	10 kg	Aluminio	No	No	No	Si	No	Si	Si
Rivas Robotics	Adaptable	Adaptable	No	No	No	Si	No	Si	No
Intel Robots	Adaptable	Adaptable	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
La nuestra	30 kg	Aluminio y acero	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 2.2 Tabla comparativa con diferentes empresas.

Area	Requerimiento	Empresa				
		La nuestra	Amazon	Robotnik (RB-1)	Rivas Robotics	Intel Robots
Control	PID	•	•	•	•	•
	Lyapunov	•	•	•	•	•
	convertidor	•	•	•	•	•
Electrónica	Estación de carga	•	•			•
	Sensores de proximidad	•	•	•	•	•
Mecánica	carga superior a 22kg	•			•	•
	Acoplamientos extras	•				
Programación	Sistema de alerta	•				
	Visión por computador	•	•			•
	Seguidor Línea	•				
	Asistente de voz	•				
	IoT	•	•			•
	paro de emergencia.	•				•
Diseño	Dimensiones adaptables	•	•	•	•	•
	Resistente a derrames	•				
	6 o más GDL	•				
	Lenguaje de colores	•				
	Diseño personalizable	•				
	Fácil mantenimiento	•				

Tabla 2.3 Tabla de comparación de requerimientos con diferentes empresas de acuerdo al área.

Restricciones

1. El diseño solo se realizará para cajas de paquetería.
2. El diseño solo será apto para paquete con un peso máximo de 30 kg.
3. Las dimensiones no del robot no deben ser mayores a las de un pasillo de almacén.
4. El diseño solo estará implementado para almacenes de paquetería.
5. El diseño CAD se realizará en el software fusion360
6. Las simulaciones de esfuerzos se realizarán de igual forma en fusion360.
7. Las simulaciones dinámicas se realizarán en Python y en Matlab.

Limitantes del proyecto

1. Solo se conocen algunos tipos de lenguaje de programación.
2. Los componentes utilizarán valores comerciales aproximados al valor estimado.
3. Los actuadores son de altos costos.
4. Existe mucha información en diversos idiomas diferentes de inglés y español.
5. Se carece de conocimientos del trabajo cooperativo en otros softwares CAD.
6. Solo se conoce Fusion360 e inventor para el análisis de esfuerzos.
7. Se tiene experiencia en simulaciones en Python.
8. No se tiene experiencia en simulaciones en Matlab.

QFD

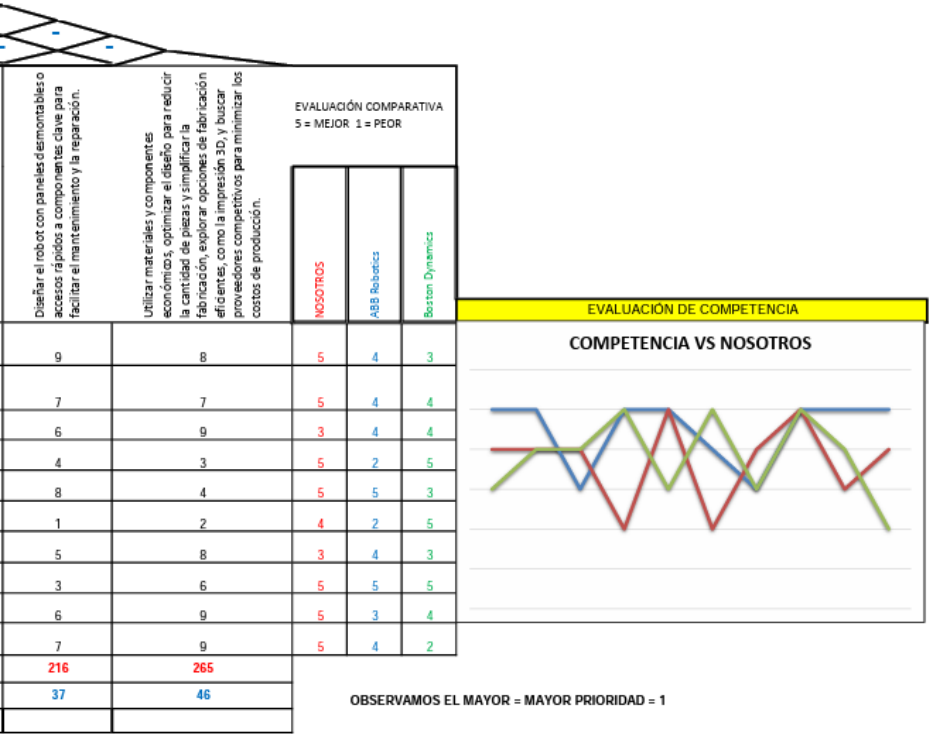
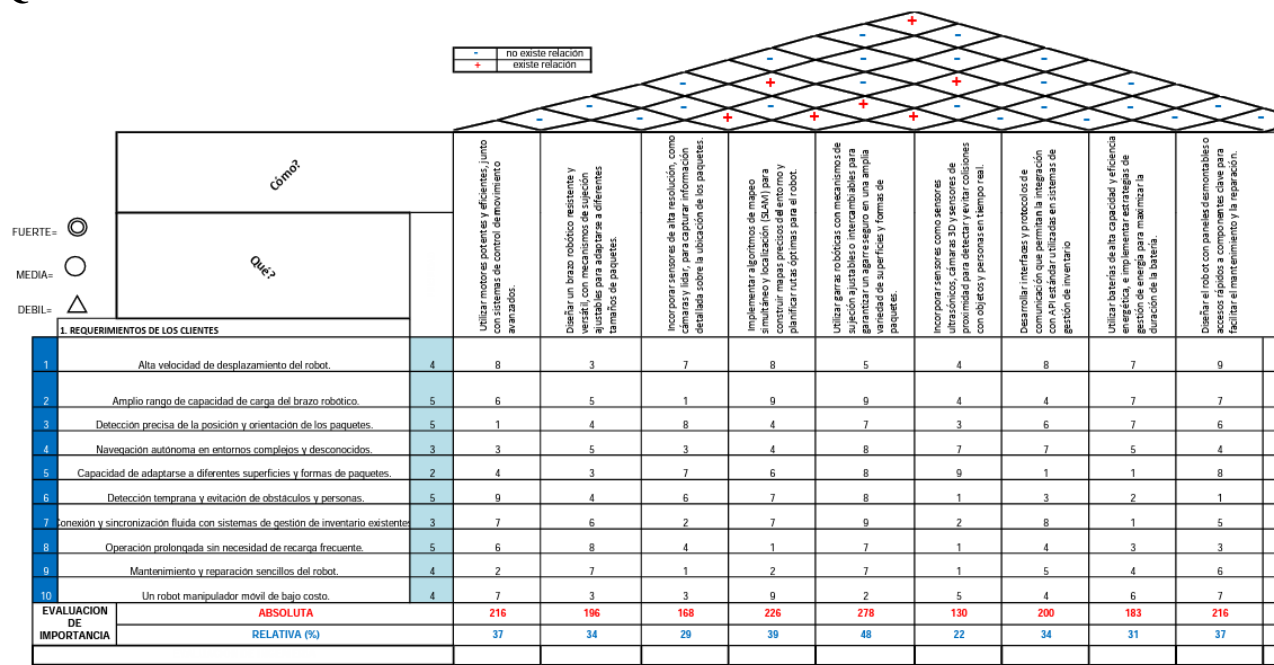


Figura 2.1 Evaluación del PDS

PDS

Objetivo:

El objetivo de este proyecto es diseñar y simular un robot móvil manipulador que pueda realizar tareas de transporte y manipulación de manera eficiente y precisa. El enfoque principal estará en el diseño mecánico, cinemático y de control del robot, así como en la simulación de su funcionamiento.

Fases del proyecto:

- I. Análisis de requisitos:
 - Realizar una revisión exhaustiva de los requisitos funcionales y no funcionales del robot móvil manipulador.
 - Definir los objetivos específicos del proyecto, incluyendo los alcances y limitaciones.
- II. Diseño mecánico:
 - Realizar el diseño detallado de la estructura mecánica del robot, teniendo en cuenta los requisitos de carga, movilidad y estabilidad.
 - Seleccionar los componentes mecánicos adecuados, como actuadores, juntas y ruedas, considerando la capacidad de carga y las restricciones del entorno de trabajo.
- III. Diseño cinemático:
 - Realizar el análisis cinemático del robot, determinando la cinemática directa e inversa para calcular la posición y orientación del efector final en función de las coordenadas del robot.
 - Diseñar y optimizar los mecanismos de transmisión y articulación para lograr movimientos precisos y suaves del robot.
- IV. Diseño de control:
 - Desarrollar algoritmos de control para el robot, incluyendo el control de posición y orientación del efector final, así como el control de la trayectoria.
 - Implementar y probar los algoritmos de control utilizando herramientas de simulación.
- V. Simulación y validación:
 - Realizar simulaciones del robot móvil manipulador en entornos virtuales para verificar su funcionamiento y evaluar su desempeño.
 - Realizar pruebas y ajustes en la simulación para garantizar que el robot cumpla con los requisitos establecidos.
- VI. Documentación y presentación:
 - Preparar documentación detallada del diseño, simulación y resultados del proyecto.
 - Preparar una presentación final para comunicar los hallazgos, el proceso de diseño y los resultados obtenidos.

VII. Recursos necesarios:

- Equipo de desarrollo con experiencia en diseño y simulación de robots móviles manipuladores.
- Software de diseño y simulación de robots, como ROS (Robot Operating System), MATLAB/Simulink o Gazebo.
- Computadoras con capacidad suficiente para ejecutar el software de simulación.

VIII. Cronograma tentativo:

Mes 1:

- Análisis de requisitos.
- Diseño mecánico inicial.

Mes 2:

- Diseño cinemático.
- Diseño de control.
- Diseño de la electrónica

Mes 3:

- Implementación y pruebas de los algoritmos de control.
- Simulación y validación.

Mes 4:

- Ajustes y mejoras en el diseño y simulación.
- Documentación y presentación final.

III.- DISEÑO PRELIMINAR

III.I Requisitos Funcionales y No Funcionales

Requisitos Funcionales	Requisitos No Funcionales
Mover el brazo manipulador	<ul style="list-style-type: none">• Sistema mecánico con suficiente resistencia y rigidez para soportar el peso y la inercia del brazo manipulador.• Actuadores que proporcionen potencia y precisión para controlar el movimiento de las articulaciones.• Controlador que vincule el sistema mecánico con los motores y la electrónica.• Sensores para medir el ángulo y la velocidad de rotación de cada articulación• Sensores de fuerza y torque.• Software diseñado para el control de los movimientos del brazo manipulador por medio del controlador.
Mover el robot móvil	<ul style="list-style-type: none">• Motores para proporcionar el movimiento del robot.• Sensores de proximidad.• Software con algoritmos de movimiento.• Chasis/estructura que sostiene los componentes del robot.• Elementos estructurales como ejes, engranajes y otros componentes mecánicos.• Cableado para la conexión de componentes.• Software diseñado para el control del desplazamiento del carrito por medio del controlador.
Navegación por seguidor de línea	<ul style="list-style-type: none">• Sensores de luz tipo infrarrojos.• Controlador que procese la información de los sensores y tomar decisiones en cuanto a la dirección a seguir.• El robot debe tener un diseño estable para poder seguir la línea sin desviarse o caerse.
Levantar, transportar y ubicar las cajas.	<ul style="list-style-type: none">• Estructura resistente a fatigas.• Sensores de proximidad.• Vagón de carga para el transporte de cajas.• Sistema de remolque para enganchar vagones de carga.
Durabilidad de tiempo de encendido de 12 horas aproximadamente.	<ul style="list-style-type: none">• Selección de la batería adecuada que tenga una capacidad suficiente para alimentar el robot durante el tiempo requerido sin necesidad de recargar frecuentemente.• Sistema de carga de batería que permita una carga rápida y segura de la batería.• Diseño de gestión de energía.• Componentes de bajo consumo de energía.• Control de temperatura de batería.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de apagado automático. • Pruebas de calidad de batería.
Sincronización en tiempo real con la base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Alta velocidad de transmisión de datos para mantener una comunicación fluida y evitar retrasos. • Baja latencia para que la comunicación sea instantánea. • Algoritmos de sincronización. • Protocolos de comunicación adaptados a una transferencia de datos en tiempo real. • Hardware de alta calidad para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema. • Red de alta calidad. • Sistemas de respaldo y recuperación de datos. • Seguridad/Encriptado de datos.
Monitoreo asistido por computadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de proximidad, de temperatura, de humedad, de presión, de luz, de sonido, etc. • Cámaras. • Software de análisis. • Plataforma de control para enviar comandos al robot. Teclados o control remoto. • Conectividad como una conexión Ethernet o inalámbrica. • Diseño de una base de datos. • Seguridad.
Paro de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de detección de obstáculos. • Sistema de paro de emergencia. • Sistema de supervisión y monitoreo del comportamiento del robot. • Sistema de comunicación en caso de emergencia con el personal de seguridad. • Software de evaluación de riesgos. • Registro de accidentes y fallas. • Sistema de bloqueo de energía.
Paro de emergencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Botón de paro de emergencia. • Sistema de alerta. • Límites de velocidad y torque. • Sistema de seguridad: impide el movimiento o realización de tareas sin autorización. • Sensores de proximidad.

Tabla 3.1 Tabla de clasificación de requerimientos funcionales y no funcionales.

III.II Matriz Morfológica

Componente electrónico	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Sistema de control	Controlador de Microprocesador	Controlador de Lógica Programable (PLC)	Controlador de Robot
Actuadores	Motores DC	Servomotores	Motor paso a paso
Sensores de posición	Codificadores ópticos rotativos	Sensores de Efecto Hall	Potenciómetros
Sensores de proximidad	Sensores de proximidad inductivos	Sensores de proximidad capacitivos	Sensores de proximidad ópticos
Comunicaciones	Wi-Fi	Bluetooth	Zigbee
Alimentación	Baterías de Iones de Litio	Baterías de Polímero de Litio	Células Solares
Software	Arduino	Raspberry Pi	NVIDIA Jetson
Seguridad	Sensores de Colisión	Sistema de Frenado	Limitadores de Velocidad
Interfaz de usuario	Botones	Joystick	Control Remoto
Pantalla de visualización	LCD	OLED	Pantalla Táctil
Módulo de control de sonido	Buzzer	Altavoz	Micrófono

Tabla 3.2 Matriz morfológica de la electrónica.

III.III Matriz Morfológica de Selección

Actuadores	Ventajas	Desventajas
Motores DC	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Facilidad de control • Alto rendimiento • Amplia gama de tamaños • Amplio rango de velocidad • Buen rendimiento en arranque y frenado 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca precisión en posición y velocidad • No tienen retroalimentación • Menor torque que los otros motores • Escasa precisión en la repetición de movimientos
Servomotores	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión de posición y velocidad • Retroalimentación de posición • Amplia gama de tamaños y potencias • Facilidad de integración con sistemas de control y automatización • Bajo consumo de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo más elevado que los motores DC • Menor rango de velocidad que los DC • Control más complejo que los DC
Motores paso a paso	<ul style="list-style-type: none"> • Alto torque en bajas velocidades • Alta precisión en movimientos • Precisión en la repetición de pasos • Bajo costo y facilidad de control • Control de posición sin retroalimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Vibraciones y ruido en el funcionamiento • Consumo de energía elevado en altas velocidades • Complejidad de la integración con sistemas de control y automatización • Menor rango de tamaños y potencias

Tabla 3.3.1 Matriz de ventajas y desventajas de los motores.

Software	Ventajas	Desventajas
Arduino	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de aprender y usar • Bajo costo • Bajo consumo de energía • Amplia comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones en memoria • Limitaciones en potencia • No es adecuado para aplicaciones de alto rendimiento • Sin soporte para procesamiento de imágenes complejas
Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> • Potente y versátil • Accesible y común • Conexión a Internet • Varias interfaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de sobrecalentamiento • Potencial de fallas de hardware • Costo más elevado • Consumo de energía más alto en comparación con Arduino
NVIDIA Jetson	<ul style="list-style-type: none"> • Alto rendimiento y potencia • Gran capacidad de procesamiento • Soporte para IA y aprendizaje profundo • Integración con hardware de alta gama 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio alto • Mayor consumo de energía • Curva de aprendizaje empinada • Requiere hardware adicional para algunas funciones

Tabla 3.3.2 Matriz de ventajas y desventajas de software.

Comunicación	Ventajas	Desventajas
Wi-Fi	<ul style="list-style-type: none"> • Amplia cobertura • Fácil de configurar y utilizar • Permite la comunicación con dispositivos móviles 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede haber interferencias con otras redes Wi-Fi cercanas • Velocidad de transferencia de datos puede ser limitada
Bluetooth	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo consumo de energía • Amplia compatibilidad con dispositivos móviles • Fácil de configurar y utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura limitada • Velocidad de transferencia de datos puede ser limitada • Puede haber interferencias con otros dispositivos Bluetooth cercanos
Zigbee	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo consumo de energía • Baja latencia • Alcance extendido • Capacidad de conexión de malla 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo elevado • Puede requerir conocimientos especializados para la configuración y utilización

Tabla 3.3.3 Matriz de ventajas y desventajas de la comunicación.

III.IV Matriz de Evaluación

Motores	Criterio	Variable	Número
	Potencia	Po	1
	Velocidad	V	1
	Precisión	Pr	1.5
	Fiabilidad	Fia	0.5
	Control	Ctrl	1.5
	Durabilidad	Dur	0.5
	Costo	C	0.5
	Disponibilidad	Dis	1
	Consumo de Energía	CE	0.5
	Compatibilidad	Com	1
	Tamaño	T	0.5
	Peso	Pe	0.5
Total			10.0

Tabla 3.4 Matriz de Evaluación de los motores.

III.V Matriz morfológica desarrollada

Aspecto	Alternativas	Criterios de Evaluación												Total
		Po (1.0)	V (1.0)	Pr (1.5)	Fia (0.5)	Ctrl (1.5)	Dur (0.5)	C (0.5)	Dis (1.0)	CE (0.5)	Com (1.0)	T (0.5)	Pe (0.5)	
Motores	Motor DC	1	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.1	1.0	0.5	0.5	8.3
	Servomotor	0.8	1.0	1.5	0.3	1.5	0.3	0.3	1.0	0.3	0.5	0.5	0.5	8.5
	Motor paso a paso	0.5	0.5	1	0.5	1	0.1	0.1	1.0	0.5	0.8	0.5	0.5	7.0

Tabla 3.5 Matriz morfológica desarrollada, evaluación de los motores.

III.VI Elementos modulares e integrales

Código	Nombre	Arquitectura	Cantidad
M1	Motor del sistema móvil	Integral	2
M2	Motor de la base del Manipulador	Integral	1
M3	Motor de los eslabones del manipulador	Integral	2
L	Engrane de transmisión (Llanta de la oruga)	Integral	2
V	Ventiladores	Integral	2
CAM	Cámara	Integral	3
TEM	Termistor de temperatura	Integral	3
LCD	Pantalla LCD	Integral	2
B	Altavoz	Integral	2
SL	Sensor de línea	Integral	2
AL	Actuador lineal	Integral	1
CHM	Chasis del sistema móvil	Modular	1

Tabla 3.6 Tabla descriptiva de la arquitectura de los elementos.

III.VII Esquema de Productos

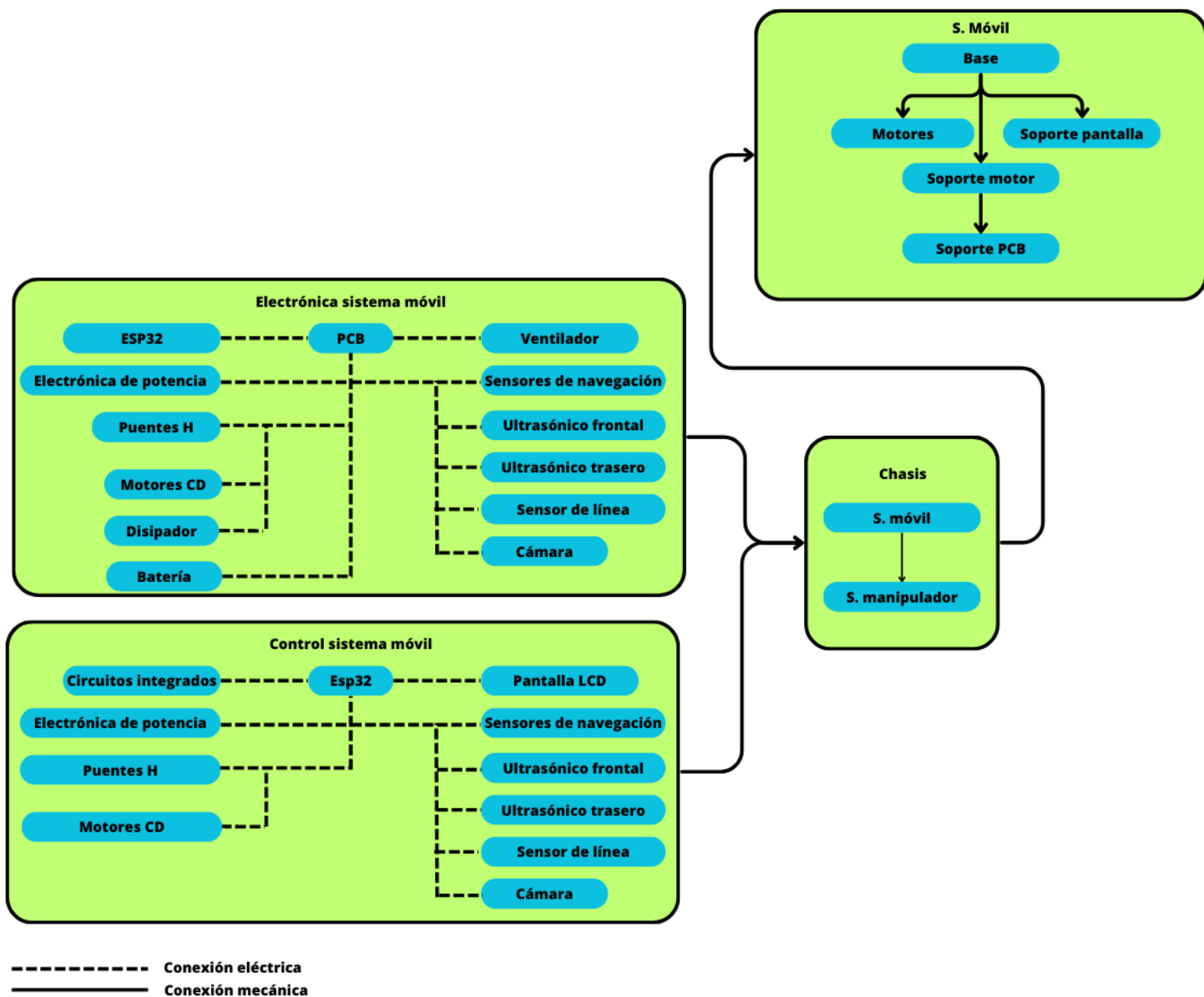


Diagrama 3.1 Esquema de productos

III.VIII Materiales y procesos de producción

Código	Características	Material
C1	Chasis sistema móvil	Titanio
R	Ruedas	Caucho
C2	Chasis sistema control manipulador	Titanio
C3	Eslabones	Titanio
EF	Efecto final	Titanio
PCB	Placas de circuitos	PCB
CBL	Cables	AWG
CCAM	Chasis de la cámara	ABS
TOR	Tornillos	Acero inoxidable
BT	Baterías	Litio

Tabla 3.8 Tabla de Materiales

III.IX Tabla de especificaciones y funciones

Pieza	Material Propuesto	Función	Objetivo	Variables	Fundamentos matemáticos	Software	Resultados
Sensor de Proximidad	Infrarrojo Ultrasónico	Detectar	Aproximación a los objetivos	Distancia	x	Proteus	Gráficos Numéricos
						Arduino	
						MATLAB	
						LabVIEW	
Actuador Lineal	Eléctrico Neumático	Enganchar Desenganchar	Precisión de enganchado	Fuerza	$F = \frac{P}{A}$	MATLAB LabVIEW	Gráficos Numéricos
				Velocidad	$V = \frac{d}{t}$		
				Potencia	$P = \frac{T}{t}$		

Tabla 3.9 Especificaciones y funciones (Electrónica).

III.X Descripción de ciclo de funcionamiento

Etapa 0: El robot está apagado, en espera tener el accionamiento de encendido. Al indicarse el encendido, se establece una conexión eléctrica que permite que la corriente fluya hacia el circuito eléctrico del robot, lo que a su vez activa los motores, sensores y otros componentes electrónicos del robot para encenderlo y permitir que comience a funcionar.

Etapa 1. Desconexión de la alimentación: Se implementa un sistema de desconexión automática del robot al alimentador mediante el uso de un circuito de protección de sobrecarga que monitorea la corriente eléctrica y desconecta el suministro de energía cuando se supera un límite seguro. Esto protege al robot de daños y a los usuarios de riesgos de seguridad.

Etapa 2. Traslado a zona de recolección: Una vez recibida la orden de trabajo mediante el administrador, se utiliza un sistema de navegación para trasladarse a una zona de recolección utilizando sensores de proximidad, un sensor de velocidad, un controlador de motores y un sensor infrarrojo para guiarse a través de un sistema seguidor de línea.

Etapa 3. Enganche a vagón: Se requiere se requiere que sistema de control y actuación que incluye un sensor de proximidad, actuadores, un controlador de actuadores y un microcontrolador para que el robot se enganche de forma automática a su vagón asignado. Estos componentes trabajan juntos para permitir al robot detectar la posición del vagón y ejecutar la maniobra de enganche de manera precisa y segura.

Etapa 4. Traslado a zona de trabajo: Se necesita que el sistema de control y navegación mediante requiera uso de los sensores de proximidad, un controlador de motor y el sensor de velocidad que permitirán al robot interpretar la orden, calcular la ruta más adecuada, evitar obstáculos en el camino y llegar a la zona de trabajo/recolección de manera segura y eficiente.

Etapa 5. Escaneo de paquetes: Se emplea el sistema de visión y procesamiento de imagen que incluye una cámara, iluminación, procesador de imagen, software de análisis de imagen y una interfaz de usuario. Estos componentes trabajan juntos para permitir al robot capturar una imagen del paquete, analizarla para determinar sus dimensiones y presentar los resultados en la base de datos donde se registrará el paquete.

Etapa 6. Traslado a estante correspondiente: Se necesita que el sistema de control y navegación mediante requiera uso de los sensores de proximidad, un controlador de motor y el sensor de velocidad que permitirán al robot interpretar la orden, calcular la ruta más adecuada, evitar obstáculos en el camino y llegar a la zona de estantes.

Etapa 7. Acomodo de paquetes: Se requiere el sistema de visión, el sistema de control y el sistema de manipulación que incluye cámaras de visión, sensores de posición, controlador de robot, el brazo manipulador y actuadores. Estos componentes trabajan juntos para permitir al robot manipulador reconocer la posición y orientación de los paquetes, agarrarlos y moverlos con precisión desde el vagón hasta el estante.

Etapa 8. Traslado a zona de trabajo: Se necesita que el sistema de control y navegación mediante requiera uso de los sensores de proximidad, un controlador de motor y el sensor de

velocidad que permitirán al robot interpretar la orden, calcular la ruta más adecuada, evitar obstáculos en el camino y llegar a la zona de trabajo/recolección de manera segura y eficiente.

Etapas 9. Desenganche del vagón externo: Para que un robot se desenganche automáticamente del vagón, se requiere un sistema de detección de presencia/proximidad y un sistema de control que incluye sensores de proximidad, controlador de robot, actuadores y una interfaz de usuario. Estos componentes trabajan juntos para permitir al robot manipulador detectar la presencia del vagón y desengancharlo de manera segura y automatizada, dado que los actuadores funcionarán levantando el enganchado del robot al vagón.

Etapas 10. Traslado a la zona de alimentación: Una vez que el robot detecta 15% de batería restante, notifica al administrador y procede a retirarse de sus actividades y por siguiente se traslada a la zona de alimentación. Se necesita que el sistema de control y navegación mediante requiera uso de los sensores de proximidad, un controlador de motor y el sensor de velocidad que permitirán al robot interpretar la función de recarga de energía, calcular la ruta más adecuada para su regreso, evitar obstáculos en el camino y llegar a la zona de alimentación.

Etapas 11. Conexión de alimentación: El robot se conectará de manera automática a su alimentador mediante un sistema de recarga de energía, esto requiere el sistema de detección de presencia/proximidad y un sistema de control que incluya sensores de proximidad, un controlador de robot, un relé y una interfaz de usuario. Estos componentes trabajan juntos para permitir al robot manipulador detectar la presencia del alimentador de energía y conectarse automáticamente para recargar sus baterías y desconectarse para evitar daños por sobrecarga.

IV DISEÑO DETALLADO

IV.I Diseño de Manufactura

COSTO DE MANUFACTURA

➤ Componentes

Estándar	Cantidad
PCB	1000 unidades
ESP32	500 unidades
SENSOR DE CORRIENTE	500 unidades
DRIVER PUENTE H	500 unidades
CABLE ESTAÑADO	2500 unidades
MOTORES	2000 unidades
TORNILLOS M10X20	25000 unidades
BUZZER	500 unidades
PANTALLA LCD	500 unidades
TORNILLOS M4X15	25000 unidades
CAPACITOR 1	5000 unidades
CÁMARA	500 unidades
SENSORES ULTRASÓNICOS	1000 unidades
CAPACITOR 2	500 unidades
ANTENAS	500 unidades
RUEDAS	2000 unidades
VENTILADORES	1000 unidades
BATERÍAS	1500 unidades
MOTOR PASO A PASO	1500 unidades
SERVOMOTOR	500 unidades
SEGUIDOR DE LINEA	500 unidades
CONVERTIDOR	500 unidades
SLDADURA DE ESTAÑO	150 kg

Tabla 4.1 Costo de manufactura: Componentes (descriptivo).

Línea de manufactura de 500 prototipos.

➤ **Ensamble**

MANO DE OBRA
Electrónicos
Electrónicos
Sistemas
Limpieza
Diseño
Jefe por área
Gerente

Tabla 4.2 Costo de manufactura: Ensamble (Mano de Obra).

EQUIPO Y HERRAMIENTAS	SOTWARE
Planta eléctrica	Matlab
Cautines	Proteus
Desarmadores	PSIM
Dados	Fusion 360
Pinzas	Ansys Granta
Lentes de seguridad	
Multímetro	
Llaves	
Equipo de computo	
Cable de programación	
Fuente de voltaje	
Osciloscopio	
Generador de Señales	

Tabla 4.3 Costo de manufactura: Ensamble (Equipo y Herramientas, Software).

➤ **Gastos Indirectos**

APOYO
Financiero
Asociaciones
Empresariales

Tabla 4.4 Costo de manufactura: Gastos Indirectos (Apoyo).

ASIGNACIÓN INDIRECTA
Spotify Premium
Luz
Internet
Modems
Repetidores
Agua
Publicidad (marketing)
Abogados
Secretarios

Tabla 4.5 Costo de manufactura: Gastos Indirectos (Asignación Indirecta.).

SISTEMA DE MANUFACTURA

ENERGIA	
Eléctrica (CFE)	120 v
	60 Hz AC

Tabla 4.8 Elementos de entrada al sistema de manufactura (Energía).

SUMINISTROS	
Electrodos	Estantes
Soldadura	Grasas
Planchas de acero	Aceites
Escobas	Jabón
Trapeadores	Papel higiénico
Basureros	Pintura
Contenedores	Tabla Roca

Tabla 4.7 Elementos de entrada al sistema de manufactura (Suministros).

SERVICIOS	
Agua	
Luz	
Internet	
Servicios Financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Contabilidad • Auditoría • Finanzas
Servicios de Marketing	<ul style="list-style-type: none"> • Publicidad • Relaciones públicas • Investigación de mercado
Servicios de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte técnico • Seguridad cibernética • Diseño web
Servicios de Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación • Contrataciones
Servicios Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoramiento jurídico
Logística	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Almacenamiento • Distribución.

Tabla 4.8 Elementos de entrada al sistema de manufactura (Servicios).

DESPERDICIOS	
Sobrantes de planchas de acero	
Sobrantes de piezas de metal	
Residuos de embalaje	
Sobrantes de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Cableado • Electrónica • Piezas • Plásticos
Residuos electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de circuitos • Baterías • Cableado
Residuos de plástico	<ul style="list-style-type: none"> • Carcasas • Componentes
Residuos metálicos	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas de metal • Engranajes
Residuos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Disolventes • Limpiadores • Químicos usados en producción

Tabla 4.9 Elementos de entrada al sistema de manufactura (Desperdicios).

PROCESOS DE MANUFACTURA

Procesos de manufactura por componente									
Cant.	Pza.	Torneado	Taladrado	Fresado	Doblado	Soldadura Tige	Pintado	Estampado	3D
2	Chasis		✓		✓	✓	✓	✓	
3	Eslabones		✓	✓			✓	✓	
6	PCB		✓						
1	Soporte manipulador		✓	✓		✓	✓	✓	
2	Gripper		✓				✓	✓	✓

Tabla 4.10.1 Procesos de Manufactura por componente.

Pieza	Proceso
Chasis	Corte de la placa, corte laser, doblado y taladrado.
Eslabones	Corte de la placa, corte laser, fresado y taladrado.
PCB	Diseño del circuito, simulación, e impresión.
Soporte manipulador	Corte de la placa, corte laser, fresado, taladrado.
Gripper	Diseño, simulación estructural, ajustes de impresión, impresión y tratamiento térmico.

Tabla 4.10.2 Procesos de Manufactura por componente (Descriptivo).

Uniones entre componentes																						
No.	Componentes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Llantas							B														
2	Gabinetes							B													B	B
3	S. Ultrasónico		B																			
4	ESP 32									B							B	B	B			
5	Ventiladores		B		B								B				B					
6	Motores a pasos																B	B	B	B		
7	Motores CD		B															B				
8	Actuador lineal		B															B				
9	Pantalla LCD		B														B					
10	S. de temp.					B											B					
11	Batería							B					B									
12	Banco batería		B																			
13	Módulo de expansión				B																	
14	Antena wifi		B		B																	
15	Servomotores																				B	
16	Placas electrónicas				B	B	B			B	B											
17	Placa de control				B		B	B	B													
18	Placa de potencia				B		B															
19	Eslabones																					B
20	Gripper		B																			
21	Soporte de titanio		B																			

Tabla 4.11 Uniones entre componentes Presión (A) o Mecánico (B).

IV.II DIAGRAMA DE ENSAMBLES Y SUBENSAMBLES

IV.III DISEÑO MODAL Y PARA FALLAS

Error	Prevención	Corrección	Acción de control	Advertencias	Sensores
Pérdida de señal	Verificar calidad de conexión.	Reestablecer la conexión.	Reinicio de conexión. Se detiene el proceso.	Antes* Alarma Mensaje de alerta en interfaz	Wi-Fi
Batería baja	Monitoreo del nivel de carga.	Cargar o reemplazar la batería.	Se emite alerta y se detiene el proceso.	Antes* Advertencia en interfaz	Batería
Trayectoria incorrecta	Verificación del camino planificado.	Corregir la trayectoria.	Detener motores y esperar nueva dirección.	*Durante Mensaje de advertencia en interfaz	Cámara

Tabla 4.12 Introducción a sistema Poka-Yoke. Tabla de posibles errores.

FALLA	GRAVEDAD	VALOR	JUSTIFICACIÓN
Pérdida de señal	Alta	8	Pérdida de datos, operaciones, registro de actividad del robot. Mal monitoreo.
Batería baja	Baja	3	Pérdida de tiempo por inactividad.
Trayectoria incorrecta	Baja	2	Pérdida de tiempo en redireccionar la nueva trayectoria.

Tabla 4.13 Clasificación de la gravedad del modo de fallo según la repercusión en el cliente/usuario.

FALLA	FRECUENCIA	VALOR	JUSTIFICACIÓN
Pérdida de señal	Baja	3	Si ocurre ocasionalmente, existe la teoría de que la pérdida de señal se deba a la falla en el componente emisor/receptor o un fallo en el sistema.
Batería baja	Baja	3	El sistema detecta cuando la batería está agotándose, sin embargo, si existe un obstáculo o el trayecto es muy largo, existe la posibilidad de que el robot no regrese a tiempo a su banco de carga.
Trayectoria incorrecta	Baja	2.5	El trayecto es programado por un operador, existe la posibilidad de equivocarse y programar una ruta incorrecta.

Tabla 4.14 Clasificación de la frecuencia según la probabilidad de ocurrencia del modo de fallo.

FALLA	DETECTABILIDAD	VALOR	¿CÓMO?
Pérdida de señal	Muy alta	1	Observando el monitoreo. En caso de pérdidas, se muestra una alerta.
Batería baja	Muy alta	1	Emisión de alerta por el sistema al alcanzarse el porcentaje de límite mínimo de carga en la batería.
Trayectoria incorrecta	Mediana	4	Mediante el registro en la base de datos, deberá existir un error en el inventario y se emitirá una alerta en el sistema.

Tabla 4.15 Clasificación de la facilidad de detección del modo de falla.

IV.IV MANUAL DE INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO

1. ADVERTENCIAS Y RECOMENDACIONES

1.1 Advertencias:

- **Riesgo eléctrico:** Antes de realizar cualquier tarea de instalación o mantenimiento, asegúrese de desconectar el robot de la fuente de alimentación eléctrica para evitar descargas eléctricas y lesiones graves.
- **Riesgo de atrapamiento:** Mantenga las manos y los objetos alejados de las áreas de movimiento del robot mientras esté en funcionamiento. El robot puede moverse de manera impredecible y puede causar lesiones si se interfiere con su movimiento.
- **Carga máxima:** No exceda la carga máxima especificada por el fabricante. Sobrecargar el robot puede resultar en daños a los componentes y comprometer su rendimiento y seguridad.
- **Áreas restringidas:** Establezca zonas o áreas restringidas donde el robot no deba ingresar debido a la presencia de objetos frágiles, peligrosos o sensibles. Utilice sistemas de sensores o barreras físicas para evitar que el robot acceda a estas áreas.
- **Mantenimiento adecuado:** Solo personal capacitado y autorizado debe llevar a cabo tareas de mantenimiento en el robot. Siga las instrucciones del fabricante para el mantenimiento regular y asegúrese de que todas las tareas se realicen de manera segura.

1.2 Recomendaciones:

- **Capacitación:** Proporcione capacitación adecuada a los operadores antes de utilizar el robot. Asegúrese de que comprendan completamente las instrucciones de operación, seguridad y manejo de emergencias.
- **Inspección previa al uso:** Antes de utilizar el robot, realice una inspección visual para verificar que todos los componentes estén en buen estado y funcionando correctamente. Verifique las conexiones eléctricas, los sistemas de frenado y los dispositivos de seguridad.
- **Planificación del espacio:** Planifique el entorno de operación del robot de manera que haya suficiente espacio para el movimiento seguro y eficiente. Considere factores como la altura libre, la disposición de los obstáculos y la accesibilidad a las estaciones de carga y descarga.
- **Mantenimiento preventivo:** Establezca un programa de mantenimiento preventivo regular para el robot. Esto incluye la limpieza, lubricación, calibración y verificación de los sistemas de seguridad. Siga las recomendaciones del fabricante para las tareas de mantenimiento.
- **Registro de incidentes:** Mantenga un registro detallado de cualquier incidente, falla o problema que ocurra durante la instalación, funcionamiento o mantenimiento del robot. Esto ayudará a identificar patrones de fallas y mejorar la seguridad y el rendimiento a largo plazo.

2. TRANSPORTE Y ALMACENAJE

- **Transporte seguro:** Proporcione instrucciones detalladas sobre cómo transportar el robot de manera segura para evitar daños durante el traslado. Esto puede incluir recomendaciones sobre embalaje adecuado, el uso de dispositivos de sujeción y la consideración de condiciones ambientales durante el transporte.
- **Almacenamiento adecuado:** Indique cómo almacenar el robot de manera segura cuando no esté en uso. Esto puede implicar recomendaciones sobre el uso de racks o estantes específicos, la protección contra la humedad, el polvo u otros elementos dañinos, y la temperatura y humedad ambiental adecuadas para el almacenamiento.
- **Manipulación correcta:** Es importante incluir instrucciones sobre cómo manipular el robot correctamente para evitar daños. Esto puede incluir directrices sobre cómo levantarlo y moverlo de forma segura, evitando golpes o caídas accidentales.
- **Protección contra impactos:** Es fundamental proporcionar información sobre cómo proteger el robot de posibles impactos durante el transporte y almacenamiento. Esto podría incluir el uso de protectores, envolturas o sistemas de amortiguación para minimizar los daños en caso de colisión.
- **Eliminación de baterías:** Si el robot utiliza baterías recargables, es importante incluir instrucciones sobre cómo retirar o desconectar las baterías antes del transporte o almacenamiento prolongado. Esto ayudará a prevenir posibles fugas o daños en las baterías que podrían afectar al robot.
- **Mantenimiento durante el almacenamiento:** Proporcione recomendaciones sobre el mantenimiento que se debe realizar durante los períodos de almacenamiento prolongado. Esto puede incluir sugerencias sobre la limpieza regular, la verificación de conexiones y componentes importantes, y la realización de pruebas de funcionamiento antes de poner el robot en servicio nuevamente.

3. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

3.1 Descripción del Robot Manipulador Móvil:

El Robot Manipulador Móvil es un prototipo diseñado para la automatización de tareas de transporte y manipulación en entornos industriales. Combina la movilidad de un robot móvil con la capacidad de manipulación de un brazo robótico, lo que permite realizar una amplia gama de tareas con eficiencia y precisión.

3.2 Características Principales:

- **Movilidad:** El robot está equipado con ruedas omnidireccionales que le permiten moverse de manera ágil y flexible en diferentes direcciones y superficies, lo que facilita la navegación en entornos industriales complejos.
- **Brazo Robótico:** El brazo robótico integrado ofrece una variedad de grados de libertad y capacidades de manipulación, lo que permite agarrar, levantar y colocar objetos con precisión.
- **Sensores:** El robot está equipado con una variedad de sensores, como sensores de proximidad, cámaras y sensores de seguridad, que le permiten detectar y responder a su entorno, garantizando una operación segura y confiable.
- **Controlador:** El robot está controlado por un sistema de control centralizado que permite la programación y supervisión de las tareas, así como la interacción con el operador a través de una interfaz intuitiva.

3.3 Usos y Aplicaciones:

El Robot Manipulador Móvil tiene diversas aplicaciones en entornos industriales, como:

- **Transporte de materiales:** El robot puede transportar objetos y materiales de un lugar a otro de manera eficiente y segura.
- **Manipulación de productos:** Con su brazo robótico, el robot puede realizar tareas de manipulación, como ensamblaje, empaquetado y clasificación de productos.
- **Automatización de almacenes:** El robot puede optimizar las operaciones de almacenamiento al mover y organizar productos en estanterías o áreas de almacenamiento.
- **Colaboración con humanos:** El robot puede trabajar en colaboración con los operadores humanos, asistiendo en tareas y mejorando la eficiencia y seguridad en el lugar de trabajo.

4. INSTALACIÓN

La sección de instalación del manual proporciona instrucciones detalladas sobre cómo instalar el robot manipulador móvil organizador de paquetería de manera segura y eficiente. A continuación, se presenta una guía paso a paso para la instalación del robot:

4.1. Requisitos previos:

- Asegúrese de contar con el espacio adecuado para la instalación del robot, teniendo en cuenta los requisitos de tamaño y acceso.
- Verifique que todos los componentes y piezas necesarios estén presentes y en buen estado.
- Compruebe que todas las herramientas necesarias para la instalación estén disponibles.

4.2. Preparación del área:

- Limpie y despeje el área donde se instalará el robot, eliminando cualquier obstáculo o peligro potencial.
- Asegúrese de contar con una alimentación eléctrica adecuada y estable para el robot.

4.3. Ensamblaje del robot:

- Siga las instrucciones proporcionadas por el fabricante para ensamblar las diferentes partes del robot, como el brazo manipulador, la base móvil y los sensores.
- Asegúrese de seguir las pautas de seguridad al manipular componentes pesados o afilados.

4.4. Conexión eléctrica:

- Conecte el sistema eléctrico del robot según las instrucciones proporcionadas.
- Asegúrese de seguir los estándares de seguridad y de tener en cuenta la polaridad correcta de los cables de alimentación.

4.5. Configuración de software:

- Instale el software necesario en el sistema de control del robot, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Realice las configuraciones iniciales del software, como la calibración de sensores y la configuración de parámetros específicos del robot.

4.6. Pruebas y verificación:

- a. Antes de poner en funcionamiento el robot, realice pruebas exhaustivas para verificar que todos los componentes estén funcionando correctamente.
- b. Asegúrese de que el robot se mueva suavemente y responda adecuadamente a las instrucciones de control.

5. PUESTA EN MARCHA, ARRANQUE, FUNCIONAMIENTO Y APAGADO

La sección de puesta en marcha, arranque, funcionamiento y apagado del manual proporciona instrucciones detalladas sobre cómo iniciar y operar el robot manipulador móvil organizador de paquetería de manera segura y eficiente. A continuación, se presenta una guía paso a paso para estas etapas:

5.1. Puesta en marcha:

- Asegúrese de que el robot esté correctamente instalado y todos los componentes estén en su lugar.
- Verifique que todas las conexiones eléctricas estén firmes y seguras.
- Encienda la alimentación eléctrica del robot y asegúrese de que no haya errores o alarmas en el sistema.

5.2. Arranque:

- Inicie el software de control del robot según las instrucciones del fabricante.
- Verifique que el sistema de control se inicie correctamente y que todos los subsistemas estén listos para su uso.
- Realice una verificación básica de los sensores y actuadores para asegurarse de que estén funcionando correctamente.

5.3. Funcionamiento:

- Asegúrese de que el área de operación esté libre de obstáculos y sea segura para el robot y el personal.
- Inicie el programa de control del robot y seleccione el modo de funcionamiento adecuado para las tareas de organización de paquetería.
- Proporcione las instrucciones adecuadas al robot, ya sea a través de una interfaz de control o mediante la programación de rutas y tareas.
- Supervise el funcionamiento del robot para asegurarse de que realice las tareas de manera correcta y segura.

5.4. Parada de emergencia:

- Familiarícese con los procedimientos de parada de emergencia y asegúrese de que estén claramente establecidos y comunicados.
- En caso de cualquier emergencia o situación de riesgo inminente, accione el botón o activador de parada de emergencia para detener inmediatamente el funcionamiento del robot.

5.5. Apagado:

- Antes de apagar el robot, asegúrese de que se encuentre en una posición segura y estacionaria.
- Siga los procedimientos recomendados por el fabricante para apagar el robot y su sistema de control.
- Desconecte la alimentación eléctrica y asegúrese de que todos los sistemas estén apagados.

6. MANTENIMIENTO

Pieza	Código	Existencias	Cantidad Requerida	Área que solicita
Motor CD	M02	4	2	Electrónica
Pantalla LCD	LCD01	2	1	Electrónica
Quien entrega	Recibe	Fecha de solicitud	Fecha de entrega	Observaciones
Ing. Adamari López	Ing. Andrés Gonzalez	15/May/2023	27/May/2023	Óptimo
Ing. Adamari López	Ing. Ximena Ruiz	23/May/2023	05/Jun/2023	Óptimo

Tabla 4.16 Formato para almacén

7. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema 1: Falla en el sistema de alimentación eléctrica.

Causa: Puede haber varios factores que provoquen una falla en el sistema de alimentación eléctrica de un robot manipulador móvil, como un cableado defectuoso, conexiones sueltas o dañadas, problemas con la batería o una fuente de alimentación defectuosa.

Solución: Para solucionar este problema, se deben realizar las siguientes acciones:

1. Verificar y asegurar todas las conexiones eléctricas del robot, asegurándose de que estén bien conectadas y no haya cables sueltos o dañados.
2. Reemplazar la batería o cargarla si es necesario. Si el problema persiste, se debe verificar si la batería está en buen estado o si necesita ser reemplazada.
3. Comprobar la fuente de alimentación del robot y asegurarse de que esté suministrando la energía adecuada. Si la fuente de alimentación está defectuosa, deberá ser reemplazada.

Problema 2: Sensores defectuosos o mal calibrados.

Causa: Los sensores utilizados en un robot manipulador móvil, como sensores de proximidad, sensores de posición o sensores de carga, pueden volverse defectuosos debido a un desgaste, daño físico o una calibración incorrecta.

Solución: Para solucionar este problema, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Verificar la conexión de los sensores y asegurarse de que estén correctamente conectados al sistema electrónico del robot.
2. Calibrar los sensores según las especificaciones del fabricante (Anexo N.___). Esto puede requerir el uso de herramientas o software específicos.
3. Si los sensores están dañados, deben ser reemplazados por nuevos sensores funcionales.

Problema 3: Falla en el sistema de control.

Causa: Un problema en el sistema de control puede ser causado por un software defectuoso, un firmware desactualizado o un mal funcionamiento del procesador o la unidad de control.

Solución: Para solucionar este problema, se deben realizar las siguientes acciones:

1. Verificar si hay actualizaciones de firmware disponibles para el robot y aplicarlas si es necesario.
2. Realizar una revisión exhaustiva del software y del sistema de control del robot para identificar y corregir cualquier error o fallo en el código.
3. Si el problema persiste, se debe verificar el funcionamiento del procesador o la unidad de control y reemplazarlos si es necesario.

IV. V DISEÑO DE PRESENTACIÓN PARA EL CLIENTE

➤ Nombre y Logo de la empresa.

Nombre de la Empresa: AIROBOT (Robots con Inteligencia Artificial).

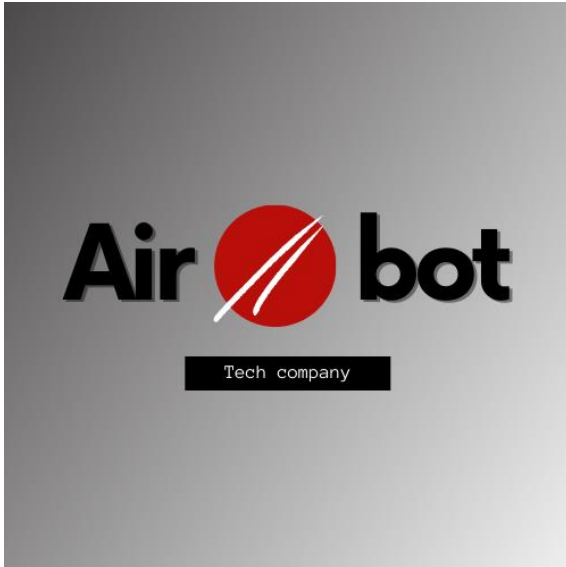


Imagen 4.1.1 Diseño Logo 1 Empresa

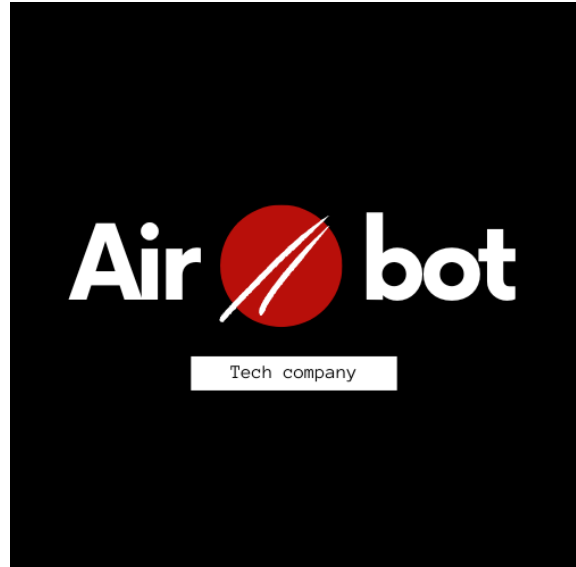


Imagen 4.2.1 Diseño Logo 2 empresa

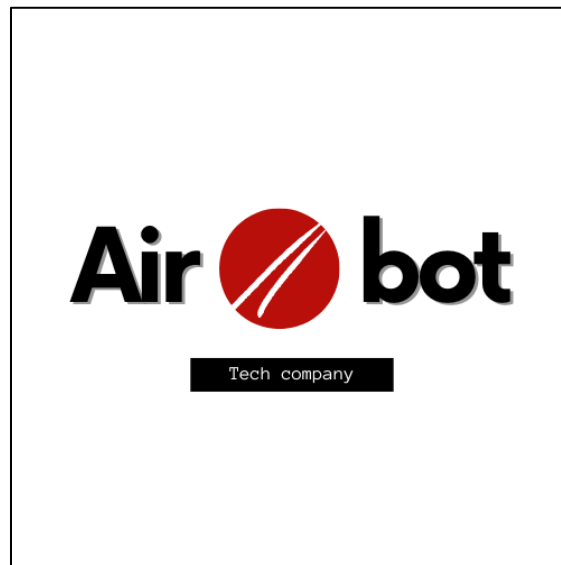


Imagen 4.1.3 Diseño Logo 3 empresa

➤ Colores de la empresa.



Imagen 4.2.1 Color Blanco (Descriptivo).



Imagen 4.2.2 Color Rojo (Descriptivo).



Imagen 4.2.3 Color Negro (Descriptivo).



Imagen 4.2.4 Color Gris (Descriptivo).

➤ Tarjetas de presentación.

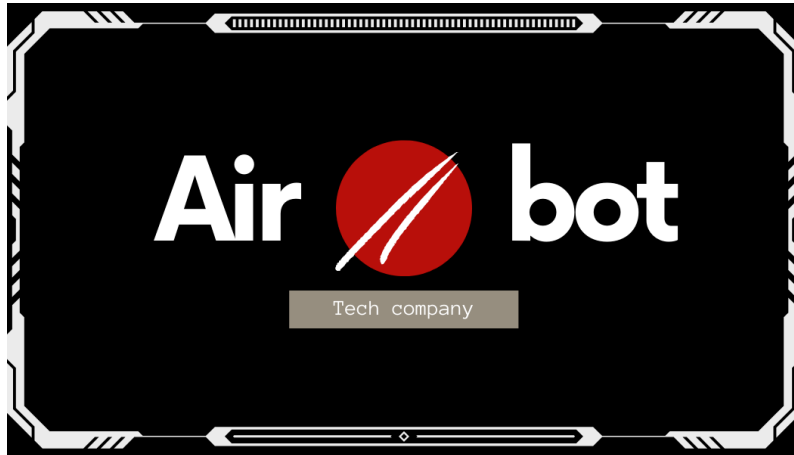


Imagen 4.3.1 Diseño de Tarjeta de presentación (cara frontal).



Imagen 4.3.2 Diseño personal 1 Tarjeta de presentación (cara trasera).



Imagen 4.3.3 Diseño personal 2 Tarjeta de presentación (cara trasera).



Imagen 4.3.4 Diseño personal 3 Tarjeta de presentación (cara trasera).

➤ **Nombre y Logo del producto.**

Nombre del Producto: ARTI (Asistente Robótico de Transporte Inteligente).



Imagen 4.4 Diseño de Logo de producto.



Imagen 4.4.1 Marca del Producto.



Imagen 4.4.2 Nombre del producto.

➤ **Empaque y embalaje.**



Imagen 4.5.1 Envase de producto con vista lateral derecha.

<p>AIROBOT TECH INDUSTRY</p> <p>Manufactured in: 123 Anywhere St. Any City, ST 12345</p> <p>DIRECTIONS FOR USE: Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.</p>	<p>FIND US</p> <p>  </p> <p>AIROBOT.COM</p> <p> 0 000000 000000</p>	<div>No. 1234567890</div> <p>Color: Plata Peso bruto: 20 kg. Peso neto: 19 kg.</p> <p></p>
---	---	---

Imagen 4.5.2 Información de producto y empresa.



Imagen 4.5.3 Empaque del producto con vista lateral derecha.



Imagen 4.5.4 Empaque del producto con vista lateral izquierda.

CONCLUSIONES

En conclusión, el diseño de un robot manipulador móvil organizador de paquetería involucra varios aspectos de la electrónica para su correcto funcionamiento. Algunos puntos importantes a considerar son:

Motores: Se requieren motores adecuados para proporcionar la movilidad del robot. Dependiendo de los requisitos de carga y velocidad, se deben seleccionar motores de corriente continua (DC) o motores paso a paso.

Controladores de motores: Los motores deben ser controlados mediante controladores de motores, como el módulo L298N, para proporcionar la potencia y la dirección correcta de los movimientos.

Sensores: Los sensores desempeñan un papel crucial en la detección y navegación del robot. Los sensores ultrasónicos pueden utilizarse para evitar obstáculos y mantener una distancia segura. Además, una cámara puede ser utilizada para detectar y reconocer objetos o paquetes.

Microcontrolador: Un microcontrolador, como Arduino, es el cerebro del robot. Se encarga de procesar la información de los sensores, controlar los motores y coordinar las acciones del robot.

Comunicación inalámbrica: En algunos casos, puede ser necesario incluir un módulo de comunicación inalámbrica, como Bluetooth o Wi-Fi, para permitir la interacción y el control remoto del robot.

Alimentación: El sistema de alimentación debe proporcionar la energía necesaria para todos los componentes del robot. Esto incluye el suministro de energía adecuado para los motores y otros dispositivos electrónicos, así como la administración eficiente de la energía para maximizar la duración de la batería.

En resumen, la electrónica del diseño de un robot manipulador móvil organizador de paquetería implica una combinación de motores, controladores, sensores, microcontroladores y comunicación inalámbrica para lograr un funcionamiento eficiente y preciso. La selección adecuada de componentes y la planificación de las conexiones son aspectos críticos para garantizar un diseño exitoso.

VII REFERENCIAS

1. Amazon Robotics. (s. f.). amazon.jobs. <https://www.amazon.jobs/en/teams/amazon-robotics>
2. H. Chin, Y. Ho, C. Teng, y J. Huang, "Integrated visual and haptic feedback teleoperation system for mobile robots," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 61, no. 10, pp. 1073-1083, 2013.
3. S. E. Kim, M. J. Kim, y T. W. Lim, "Object detection and tracking for mobile robot navigation using visual feedback," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 26, no. 11, pp. 3575-3582, 2012.
4. X. Liu, H. Duan, y X. Duan, "Design of navigation and control system for a wheeled mobile robot," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 11, no. 1, 2014.
5. Y. Zhang, T. C. Khoon, K. Y. Tan, y W. K. Wong, "A review of mobile robot localization and mapping using feature-based techniques," *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, vol. 76, no. 3-4, pp. 479-508, 2014.
6. S. H. Ryu, H. S. Shim, y S. H. Bae, "Visual servoing of mobile robot using polar coordinates," *International Journal of Control, Automation and Systems*, vol. 9, no. 6, pp. 1190-1196, 2011.
7. T. Nakamura y Y. Shirai, "Virtual environment for robot control and vision-based navigation," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 38, no. 1, pp. 35-44, 2002.
8. Frisk, E., & Ögren, P. (2017). Mobile robots in the warehouse: A review of recent developments. *International Journal of Production Research*, 55(17), 4982-4995.
9. Lee, D. (2015). A review of recent researches on warehouse robots. *Annals of Robotics & Automation*, 1(1), 1001.
10. Pieters, R. S., & Pauwels, P. (2019). Mobile robots in logistics: A review of current and future applications. *Journal of Business Logistics*, 40(2), 157-175.
11. Wilkening, T. (2018). Mobile robots in the warehouse: A review of recent advancements and future trends. *Automation in Construction*, 91, 221-230.

Anexos

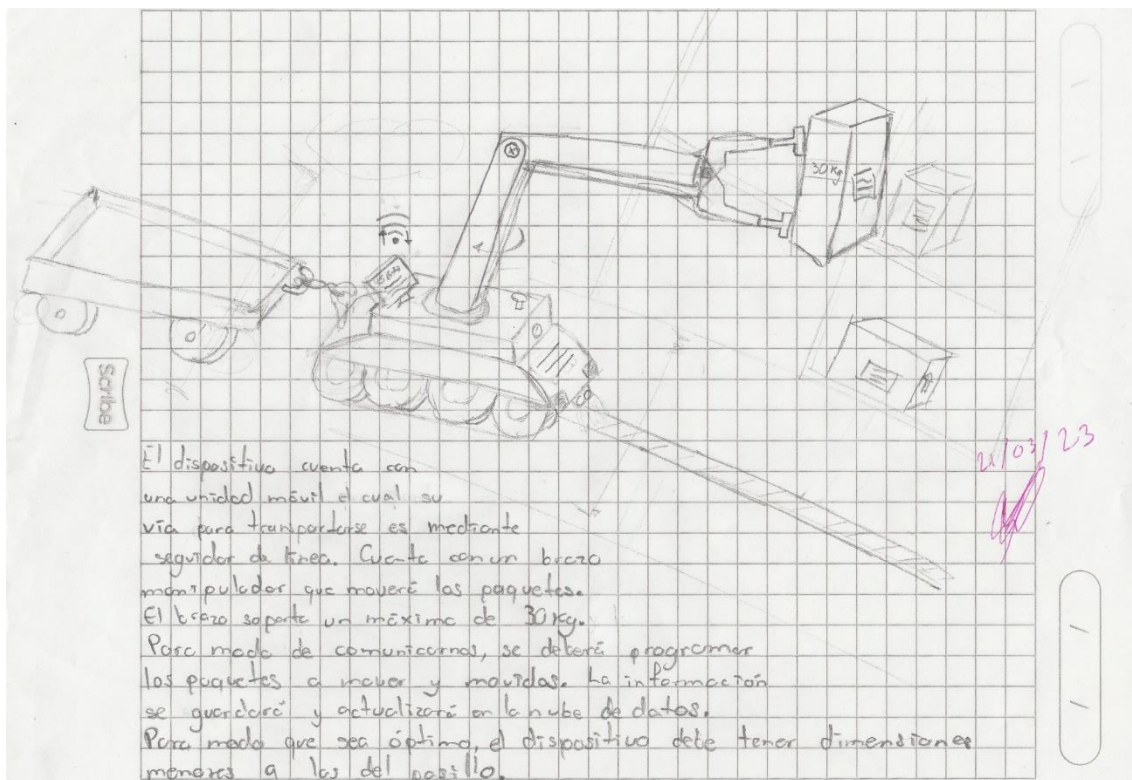


Figura 1. Boceto propuesto para diseño del robot.

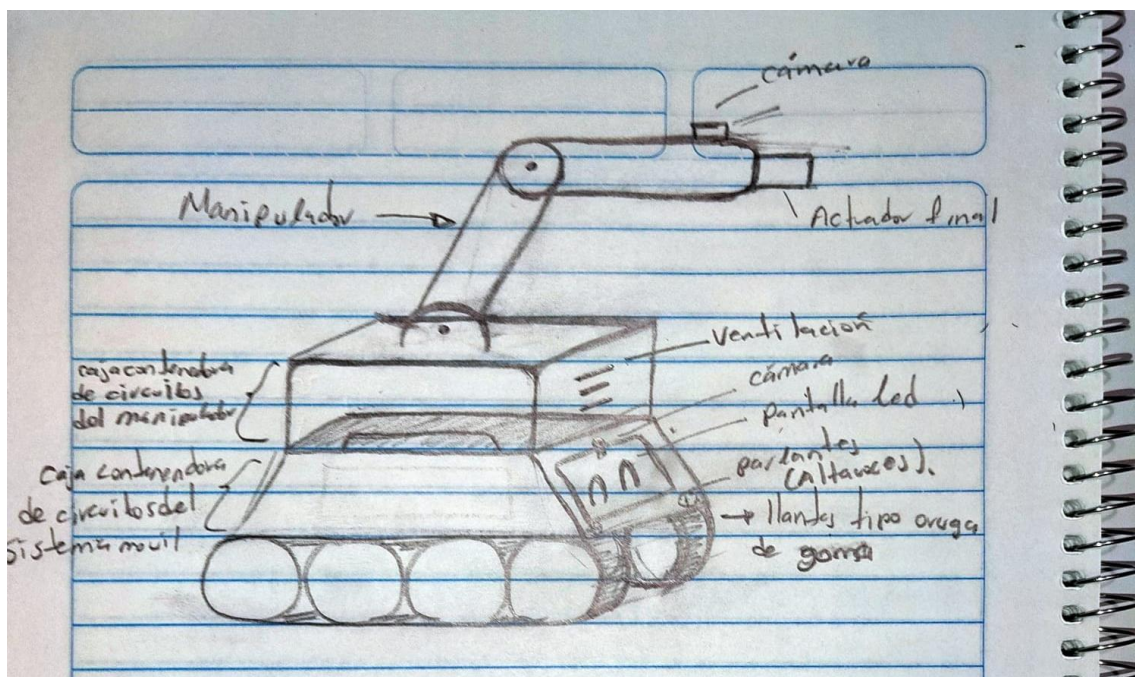
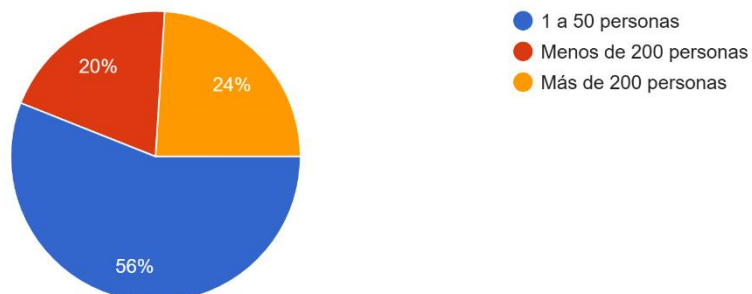


Figura 2. Boceto electo para diseño del robot.

Recolección de datos obtenidos mediante una encuesta online.

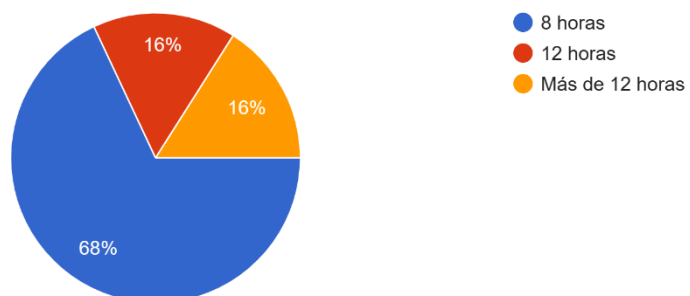
¿Cuántas personas trabajan en su almacén?

25 respuestas



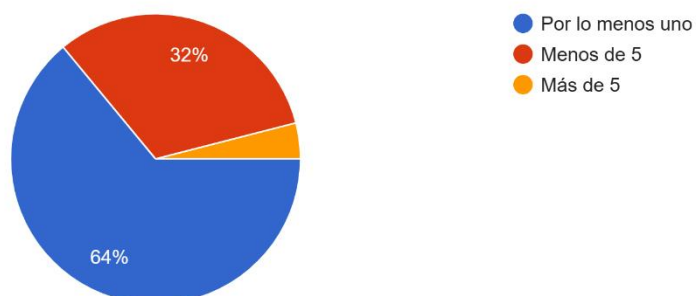
¿Cuántas horas labora su centro de distribución?

25 respuestas



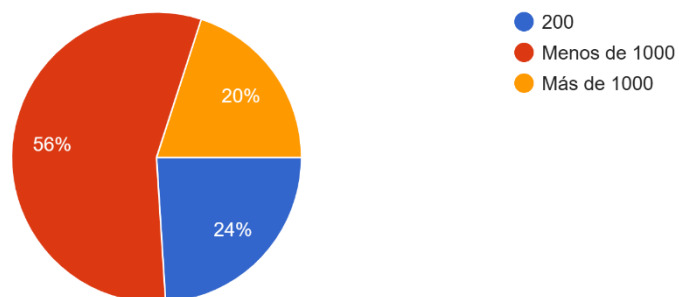
¿Cuántos incidentes ocurren en un bimestre?

25 respuestas



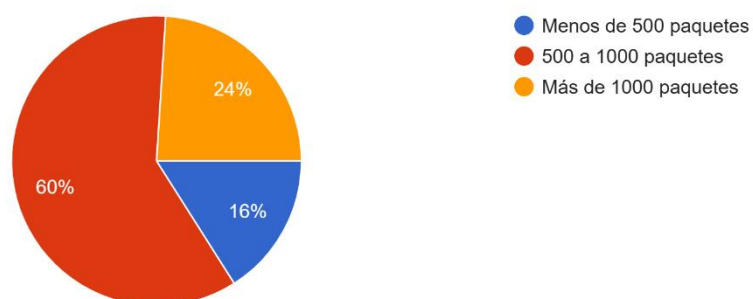
¿Cuántos paquetes se envían en un día?

25 respuestas



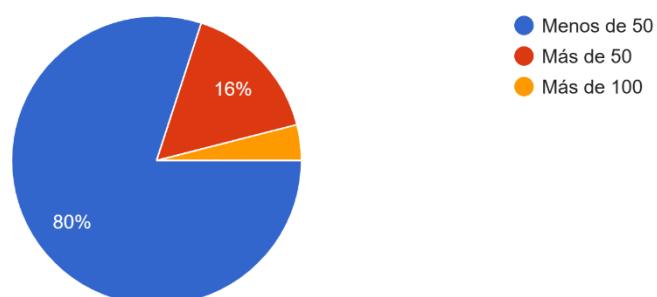
¿Cuántos paquetes llegan en promedio por día?

25 respuestas



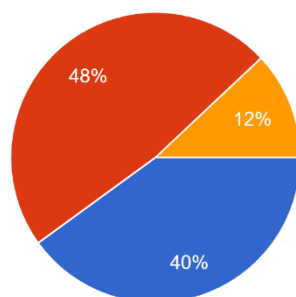
¿Cuál es el promedio de paquetes dañados, extraviados o retrasados en su almacén en un bimestre?

25 respuestas



¿Cuál es su peso y tamaño promedio de los paquetes?

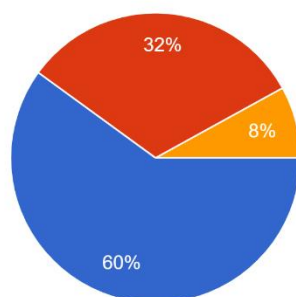
25 respuestas



- 1 a 10 Kg
- Menos de 20 kg
- Menos de 30 kg

¿Cuál es el tiempo de organización por línea?

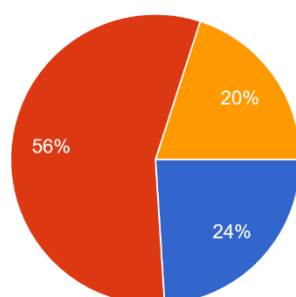
25 respuestas



- Al menos 1 hora
- Menos de 5 horas
- Más de 5 horas

¿Cuenta con robots autónomos para agilizar la logística?

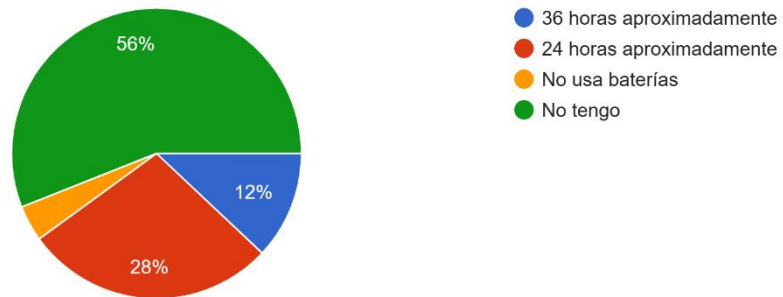
25 respuestas



- Si
- No
- No conocía su existencia

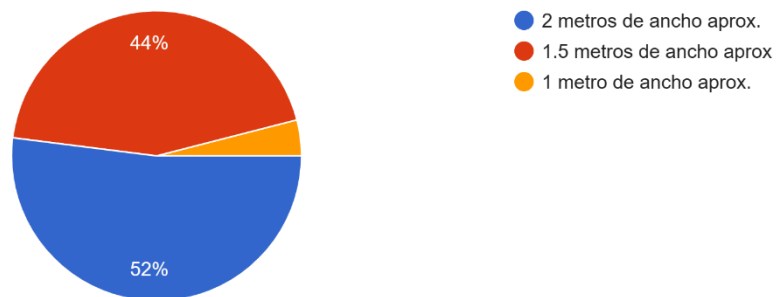
Aproximadamente, ¿cuánto dura la batería?

25 respuestas



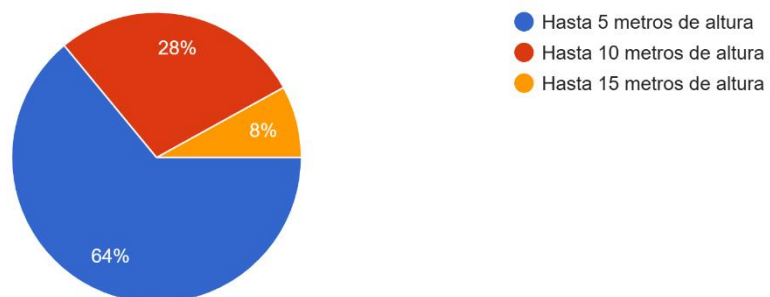
¿Qué tamaño tiene un pasillo promedio dentro del almacén?

25 respuestas



¿Qué dimensiones tienen los estantes?

25 respuestas



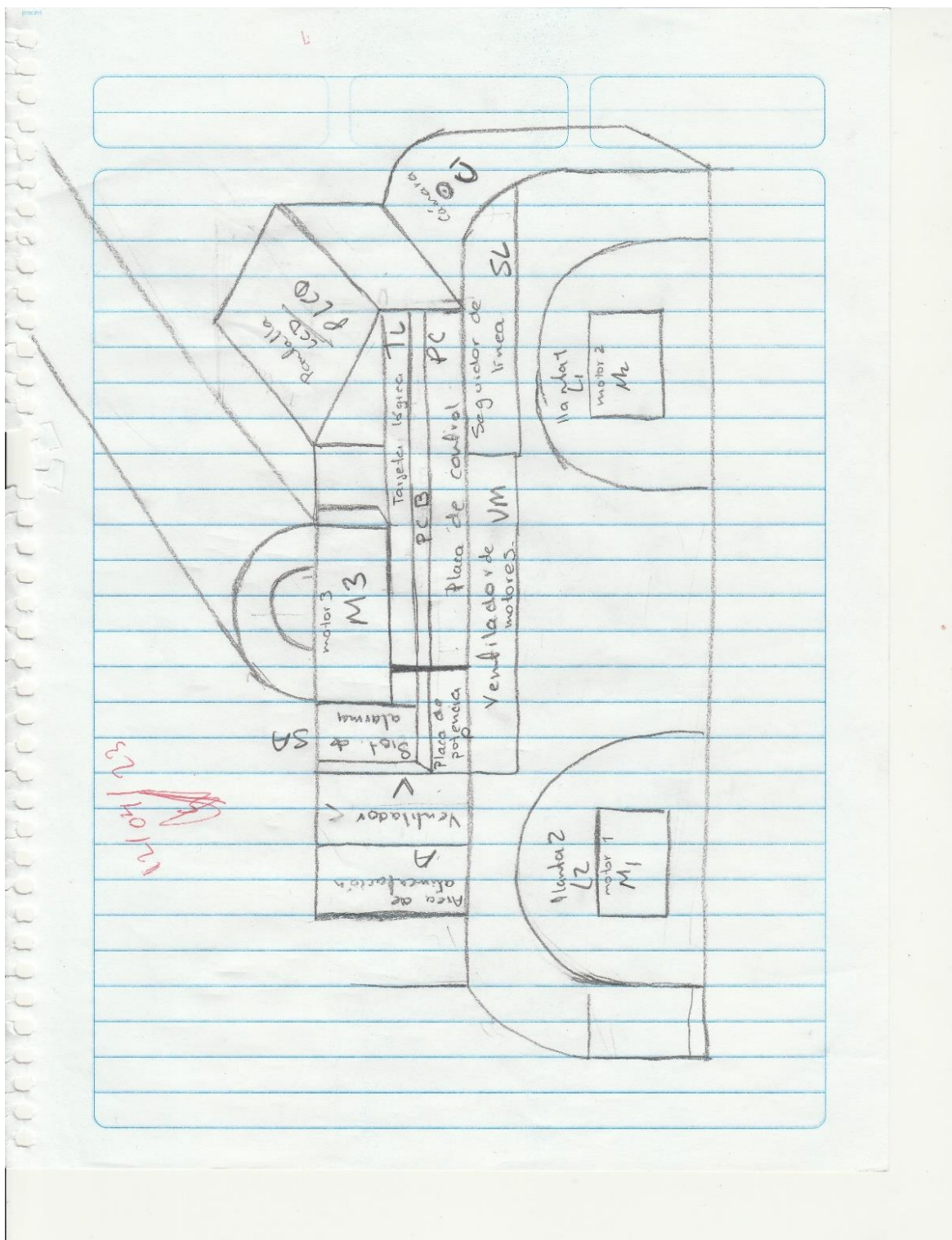


Figura 3. Disposición geométrica de los elementos.

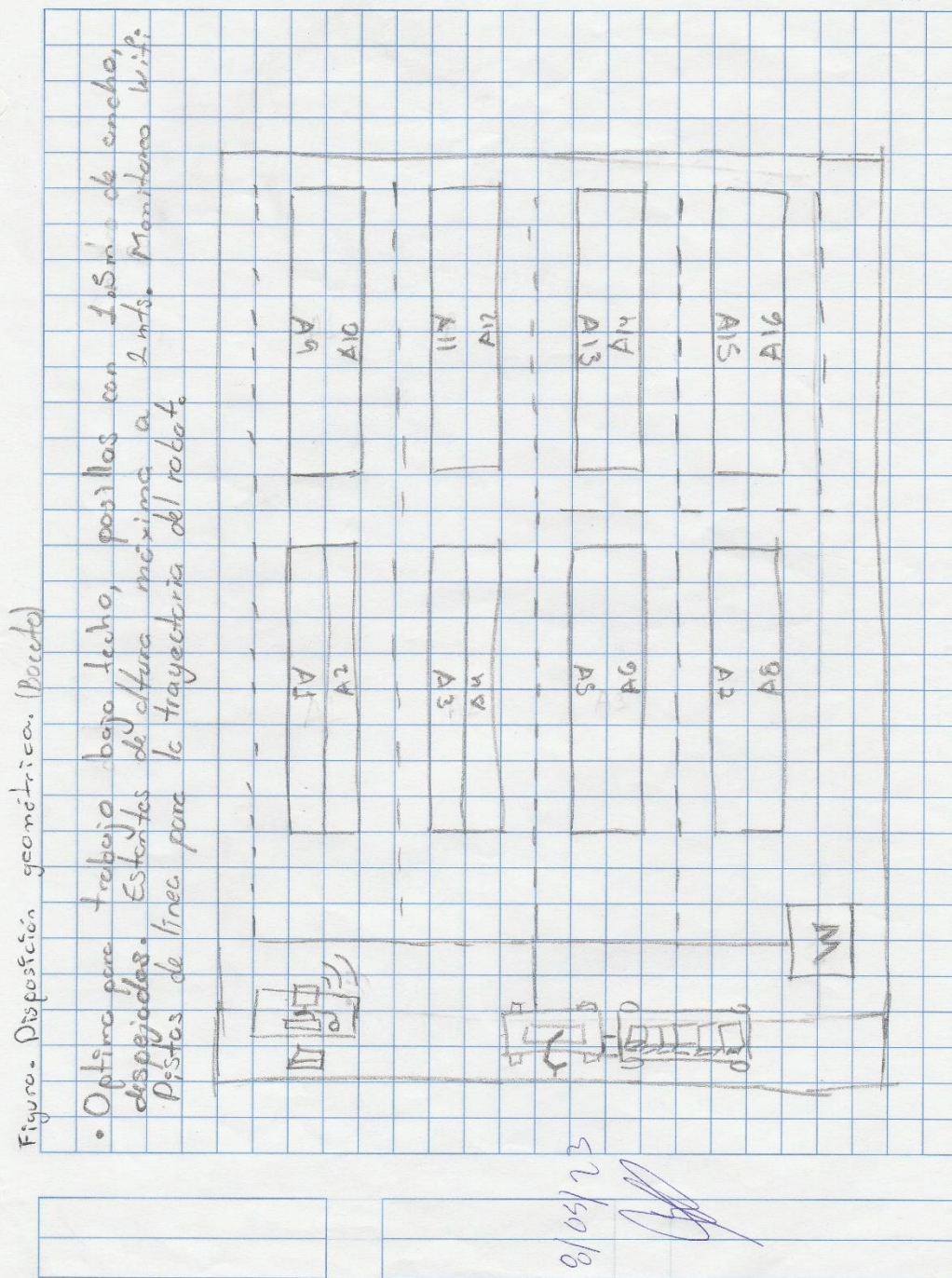


Figura 5 Boceto de la disposición geográfica local.

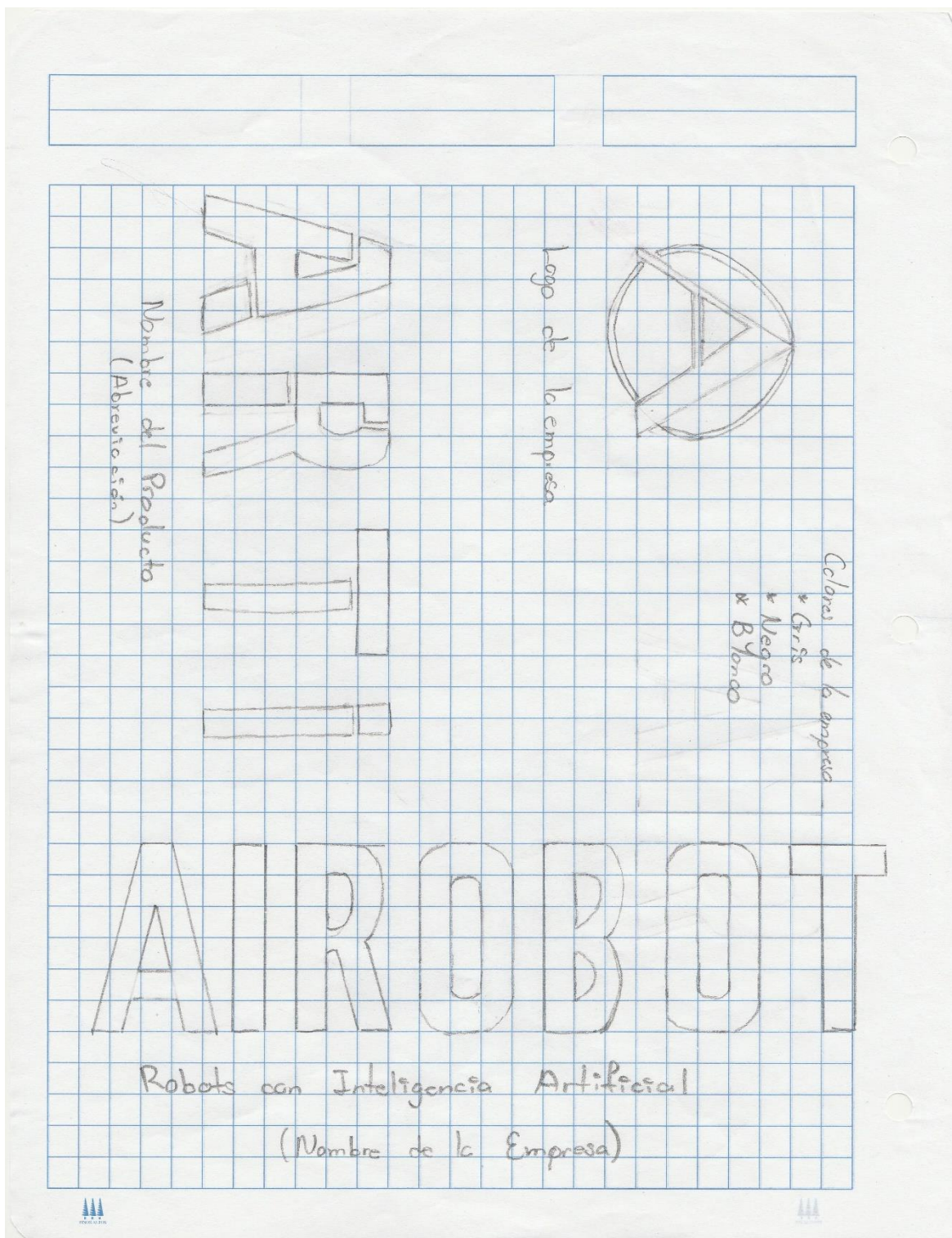


Figura 6 Marketing de la empresa (boceto).

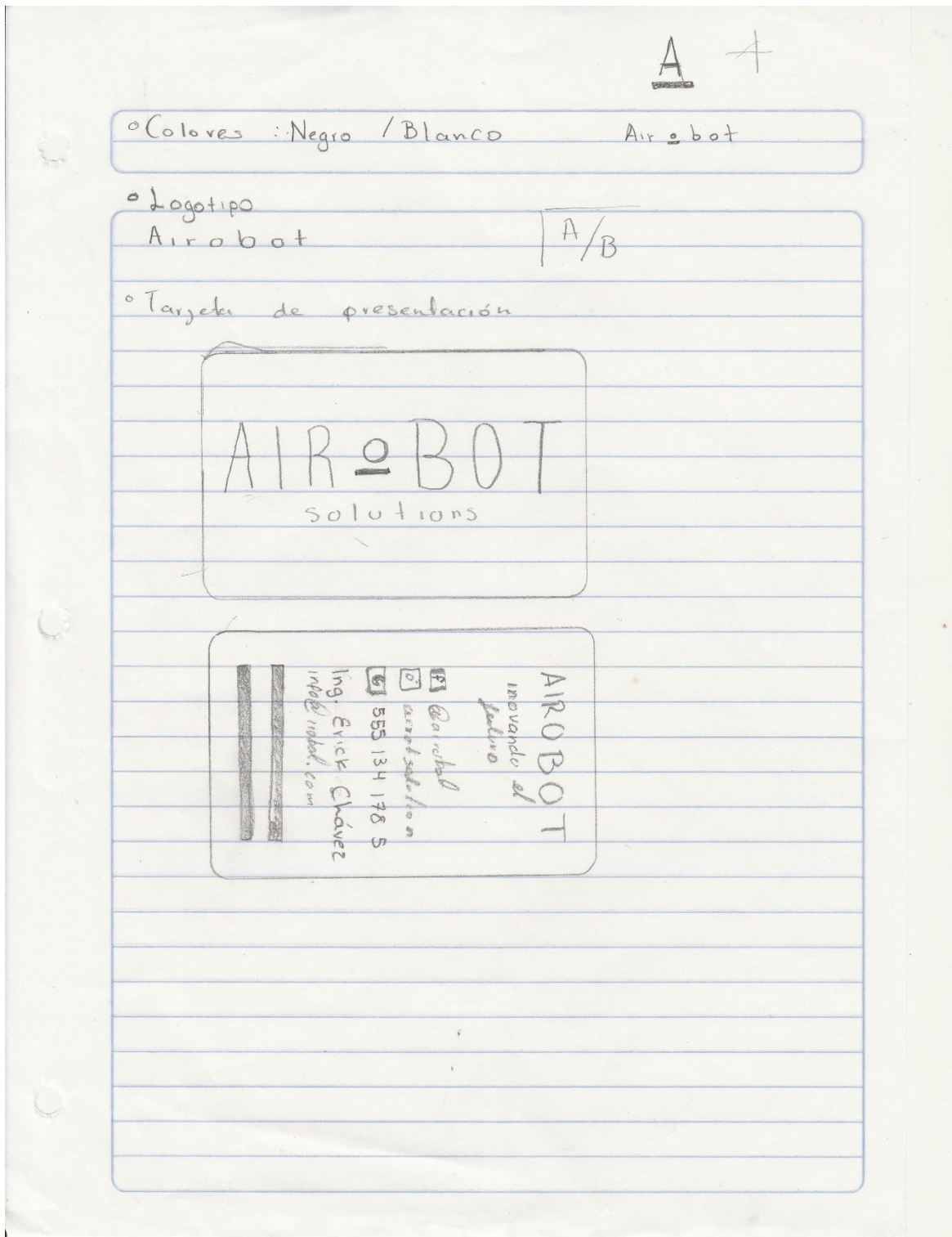
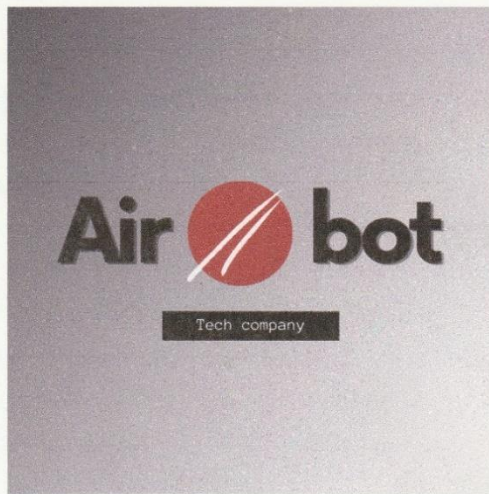
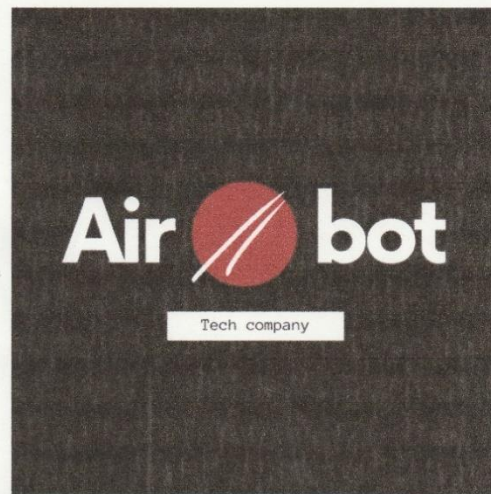


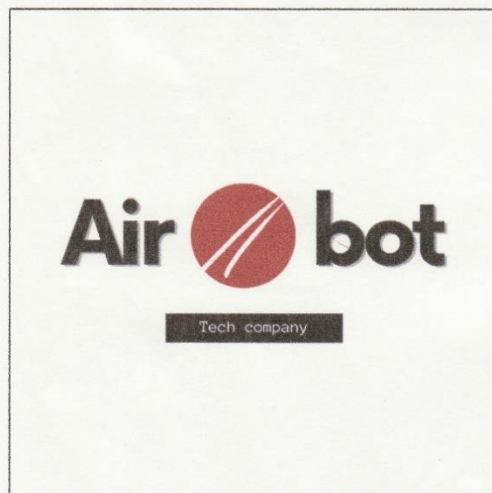
Figura 7 Marketing de la empresa (boceto).



Logo 1 Empresa



Logo 2 Empresa

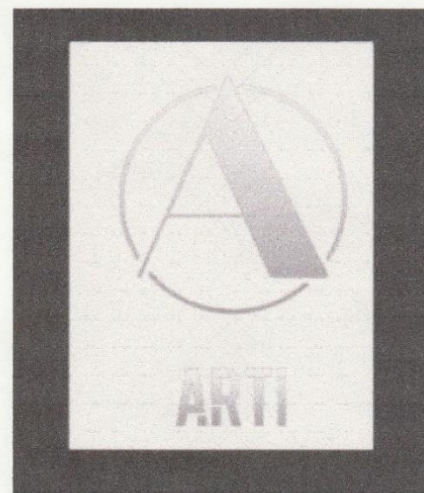


Logo 3. Empresa

Nombre de la
Empresa:

AIROBOT

Robots con Inteligencia
Artificial



Logo de Producto

ARTI

Autonomic
Robotic
Technology
Intelligence

24/05/23

Figura 8 Logo de la Empresa y Producto.

Entregables

A continuación, se presenta un esquema de actuadores y sensores electrónicos que en conjunto están formando varios circuitos, en los cuales se programará la manera de funcionalidades básicas para comprobar su correcto funcionamiento.

En este caso, tenemos 3 sistemas ensamblados en conjunto a una tarjeta de desarrollo Arduino Uno R3.

Los sistemas son:

- Sistema de Alarma.
- Sistema de Proximidad.
- Sistema de arranque y paro de motores.

El sistema de proximidad consta de un sensor de distancia ultrasónico que emitirá una señal y calculará la distancia que existente entre el robot y un obstáculo. Si existe un obstáculo cercano en el camino del robot, este envía los datos al Arduino y este a su vez activará el sistema de alarma.

El sistema de arma consta de un buzzer, un led y programación en Arduino. Este se encarga de avisar visualmente y auditivamente al usuario de algún defecto, seguridad o aproximación de algún obstáculo que no permita el avance del robot.

Los motores delanteros, se encargarán de dar dirección al robot, si se requiere algún giro solo un motor delantero dispondrá de accionarse y girará el robot. Si se requiere retroceder o avanzar se accionarán los 4 motores. Si se detecta un obstáculo los motores se desactivarán deteniendo la movilidad del robot.

Además, se cuenta con una pantalla LCD que nos mostrará una advertencia escrita “Paso Bloqueado”.

Name	Quantity	Component
U1	1	Arduino Uno R3
UPantalla	1	MCP23008-based, 32 LCD 16 x 2 (I2C)
DISTFrente	1	Ultrasonic Distance Sensor
D1	1	Red LED
R2	1	330 Ω Resistor
PIEZ01	1	Piezo
MIzq1 MDer1 MDer2 MIzq2	4	Hobby Gearmotor

Tabla 13. Lista de Componentes.

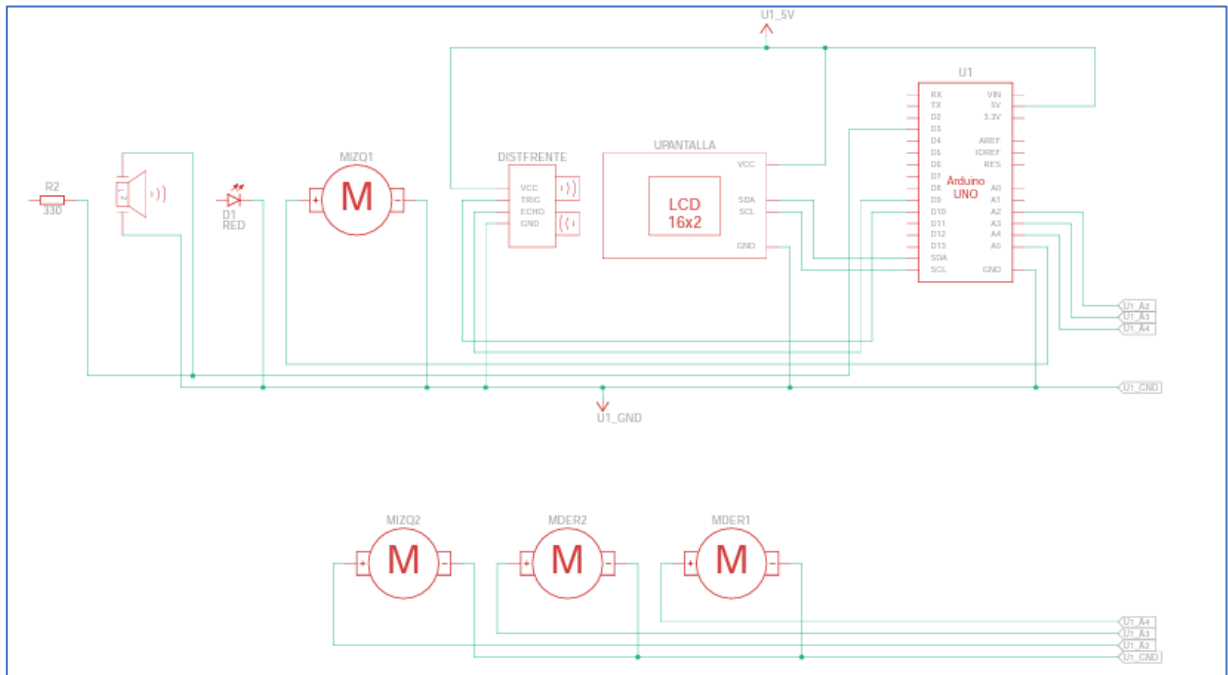


Diagrama 2. Vista Esquemática

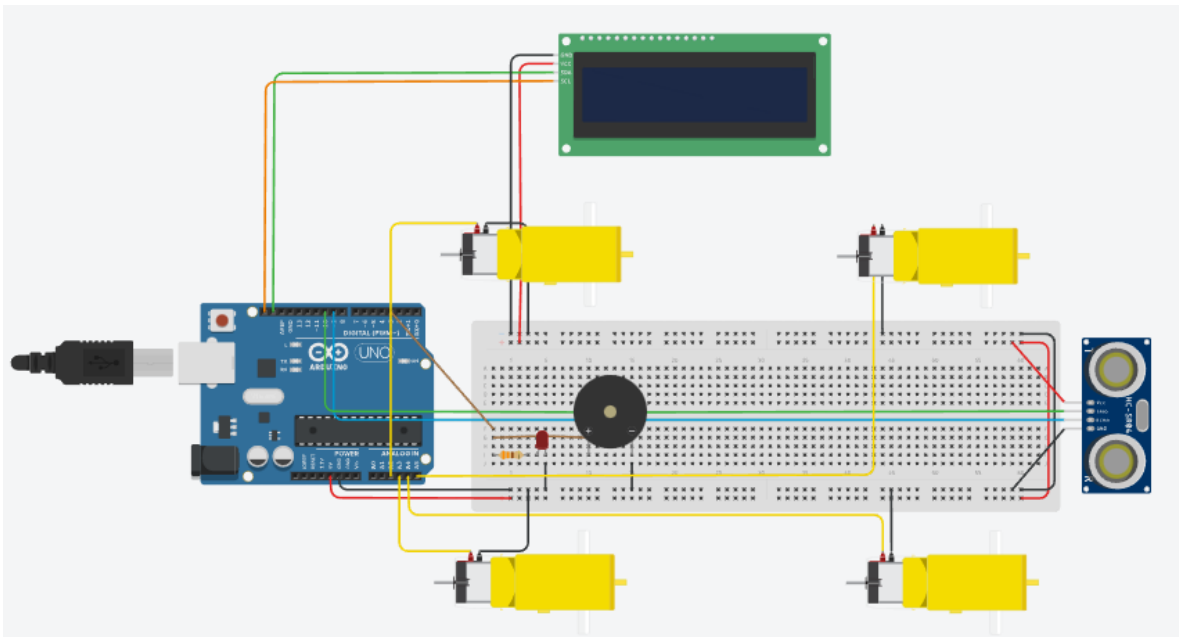


Diagrama 3. Vista Gráfica.

A continuación, se proponen diferentes programas en Arduino para realizar diferentes operaciones del robot manipulador móvil:

Código en Arduino para controlar el movimiento de un carrito con 4 motores de corriente continua (DC) utilizando un puente H (L298N) como controlador de motor:

```
// Definición de los pines del puente H para cada motor
```

```
const int motor1Pin1 = 2;  
const int motor1Pin2 = 3;  
const int motor2Pin1 = 4;  
const int motor2Pin2 = 5;  
const int motor3Pin1 = 6;  
const int motor3Pin2 = 7;  
const int motor4Pin1 = 8;  
const int motor4Pin2 = 9;
```

```
void setup() {
```

```
  // Configurar los pines de los motores como salida
```

```
  pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);  
  pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);  
  pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);  
  pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);  
  pinMode(motor3Pin1, OUTPUT);  
  pinMode(motor3Pin2, OUTPUT);  
  pinMode(motor4Pin1, OUTPUT);  
  pinMode(motor4Pin2, OUTPUT);  
}
```

```
void loop() {
```

```
  // Movimiento hacia adelante
```

```
  moveForward();  
  delay(2000); // Esperar 2 segundos
```

```
  // Movimiento hacia atrás
```

```
  moveBackward();  
  delay(2000); // Esperar 2 segundos
```

```
  // Girar a la derecha
```

```
  turnRight();  
  delay(2000); // Esperar 2 segundos
```

```
  // Girar a la izquierda
```

```
  turnLeft();  
  delay(2000); // Esperar 2 segundos
```

```

// Detener el movimiento
stopMotion();
delay(2000); // Esperar 2 segundos
}

void moveForward() {
  // Motor 1
  digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);
  digitalWrite(motor1Pin2, LOW);

  // Motor 2
  digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);
  digitalWrite(motor2Pin2, LOW);

  // Motor 3
  digitalWrite(motor3Pin1, HIGH);
  digitalWrite(motor3Pin2, LOW);

  // Motor 4
  digitalWrite(motor4Pin1, HIGH);
  digitalWrite(motor4Pin2, LOW);
}

void moveBackward() {
  // Motor 1
  digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
  digitalWrite(motor1Pin2, HIGH);

  // Motor 2
  digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
  digitalWrite(motor2Pin2, HIGH);

  // Motor 3
  digitalWrite(motor3Pin1, LOW);
  digitalWrite(motor3Pin2, HIGH);

  // Motor 4
  digitalWrite(motor4Pin1, LOW);
  digitalWrite(motor4Pin2, HIGH);
}

void turnRight() {
  // Girar a la derecha moviendo los motores del lado izquierdo hacia adelante y los motores
  del lado derecho hacia atrás

  // Motor 1
  digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);

```

```

digitalWrite(motor1Pin2, LOW);

// Motor 2
digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
digitalWrite(motor2Pin2, HIGH);

// Motor 3
digitalWrite(motor3Pin1, HIGH);
digitalWrite(motor3Pin2, LOW);

// Motor 4
digitalWrite(motor4Pin1, LOW);
digitalWrite(motor4Pin2, HIGH);
}

void turnLeft() {
  // Girar a la izquierda moviendo los motores del lado izquierdo

```

Código en Arduino para utilizar un sensor ultrasonico y un buzzer. El buzzer emitirá una alarma cuando se detecte un obstáculo a una distancia menor de 30 cm:

```

// Definición de pines
const int trigPin = 2; // Pin de disparo del sensor ultrasonico (TRIG)
const int echoPin = 3; // Pin de recepción del sensor ultrasonico (ECHO)
const int buzzerPin = 4; // Pin del buzzer

// Variables
long duration; // Duración del pulso del sonido de eco
int distance; // Distancia en centímetros

void setup() {
  // Configurar pines
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

  // Inicializar comunicación serial
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Generar un pulso de 10µs para disparar el sensor
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);

```

```

delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

// Medir la duración del pulso de eco
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

// Calcular la distancia en centímetros
distance = duration * 0.034 / 2;

// Imprimir la distancia en el Monitor Serie
Serial.print("Distancia: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" cm");

// Comprobar si la distancia es menor a 30 cm
if (distance < 30) {
    // Emitir alarma con el buzzer
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    delay(500);
}

// Esperar un momento antes de realizar la siguiente lectura
delay(200);
}

```

Código de Arduino para detectar la batería baja 15%

Para detectar cuando las baterías tienen un 15% de energía restante y emitir una alerta mediante un buzzer, necesitarás utilizar un sensor de voltaje para medir el nivel de carga de las baterías. A continuación te proporciono un ejemplo de código en Arduino que puedes utilizar como base para implementar esta funcionalidad:

```

// Definición de pines
const int sensorPin = A0;    // Pin del sensor de voltaje
const int buzzerPin = 2;     // Pin del buzzer

// Variables
float voltage;               // Valor de voltaje
float batteryLevel;         // Nivel de carga de las baterías (en porcentaje)

void setup() {
    // Configurar pin del buzzer como salida
    pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
}

```

```

// Inicializar comunicación serial
Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Leer el voltaje del sensor
  int sensorValue = analogRead(sensorPin);

  // Convertir el valor del sensor a voltaje
  voltage = (sensorValue * 5.0) / 1023.0;

  // Calcular el nivel de carga de las baterías en porcentaje
  batteryLevel = (voltage / 4.2) * 100.0;

  // Imprimir el nivel de carga en el Monitor Serie
  Serial.print("Nivel de carga: ");
  Serial.print(batteryLevel);
  Serial.println("%");

  // Comprobar si el nivel de carga es menor o igual al 15%
  if (batteryLevel <= 15) {
    // Reproducir la alerta 5 veces cada 2 minutos
    for (int i = 0; i < 5; i++) {
      playAlert();
      delay(1000); // Esperar 1 segundo entre cada tono de alerta
    }
    delay(120000); // Esperar 2 minutos antes de repetir la alerta
  }
}

void playAlert() {
  digitalWrite(buzzerPin, HIGH); // Encender el buzzer
  delay(500);                    // Tono de alerta durante 0.5 segundos
  digitalWrite(buzzerPin, LOW);  // Apagar el buzzer
  delay(500);                    // Pausa de 0.5 segundos entre tonos
}

```

Código en Arduino para detener 4 motores de un carrito cuando el sensor ultrasónico detecte un objeto a una distancia de 50 cm. El carrito continuará avanzando mientras no se detecte el objeto:

// Definición de pines del sensor ultrasonico


```
const int trigPin = 2; // Pin de disparo del sensor ultrasonico (TRIG)
const int echoPin = 3; // Pin de recepción del sensor ultrasonico (ECHO)
```

```
// Definición de pines del puente H para cada motor
```

```
const int motor1Pin1 = 4;
const int motor1Pin2 = 5;
const int motor2Pin1 = 6;
const int motor2Pin2 = 7;
const int motor3Pin1 = 8;
const int motor3Pin2 = 9;
const int motor4Pin1 = 10;
const int motor4Pin2 = 11;
```

```
// Variables
```

```
long duration; // Duración del pulso del sonido de eco
int distance; // Distancia en centímetros
```

```
void setup() {
```

```
    // Configurar los pines del sensor ultrasonico como entrada y salida
```

```
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
```

```
    // Configurar los pines de los motores como salida
```

```
    pinMode(motor1Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor1Pin2, OUTPUT);
    pinMode(motor2Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor2Pin2, OUTPUT);
    pinMode(motor3Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor3Pin2, OUTPUT);
    pinMode(motor4Pin1, OUTPUT);
    pinMode(motor4Pin2, OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    // Generar un pulso de 10µs para disparar el sensor
```

```
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```
    // Medir la duración del pulso de eco
```

```
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
```

```

// Calcular la distancia en centímetros
distance = duration * 0.034 / 2;

// Comprobar si se detectó un objeto a una distancia de 50 cm
if (distance < 50) {
    // Detener los motores
    stopMotors();
} else {
    // Avanzar el carrito
    moveForward();
}
}

void moveForward() {
    // Motor 1
    digitalWrite(motor1Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor1Pin2, LOW);

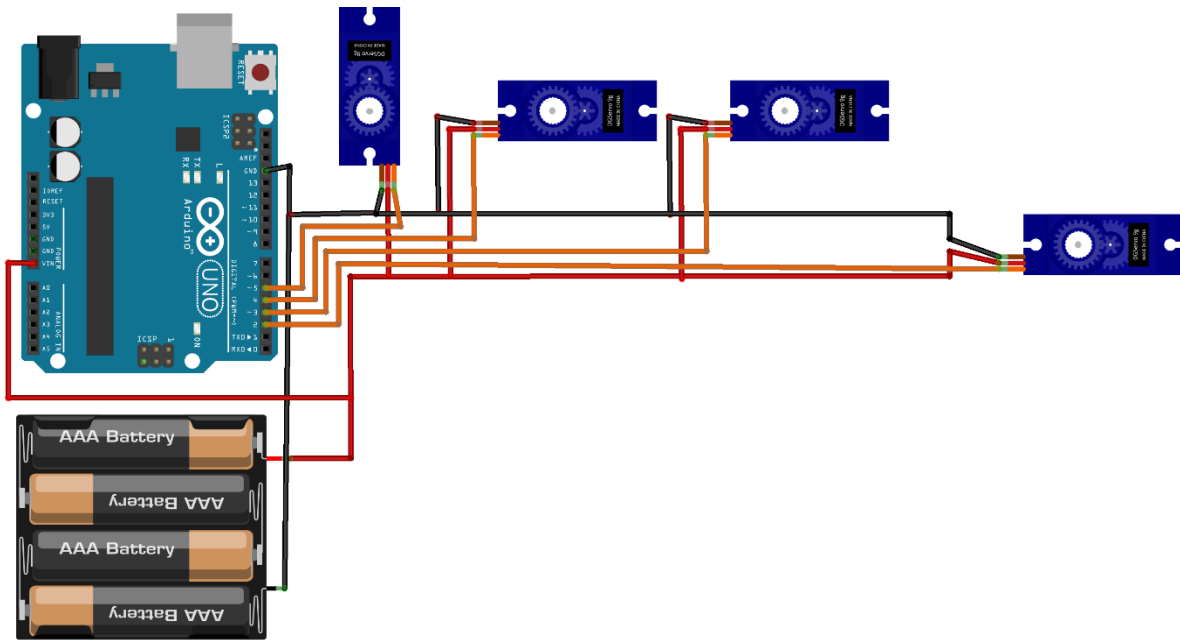
    // Motor 2
    digitalWrite(motor2Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);

    // Motor 3
    digitalWrite(motor3Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor3Pin2, LOW);

    // Motor 4
    digitalWrite(motor4Pin1, HIGH);
    digitalWrite(motor4Pin2, LOW);
}

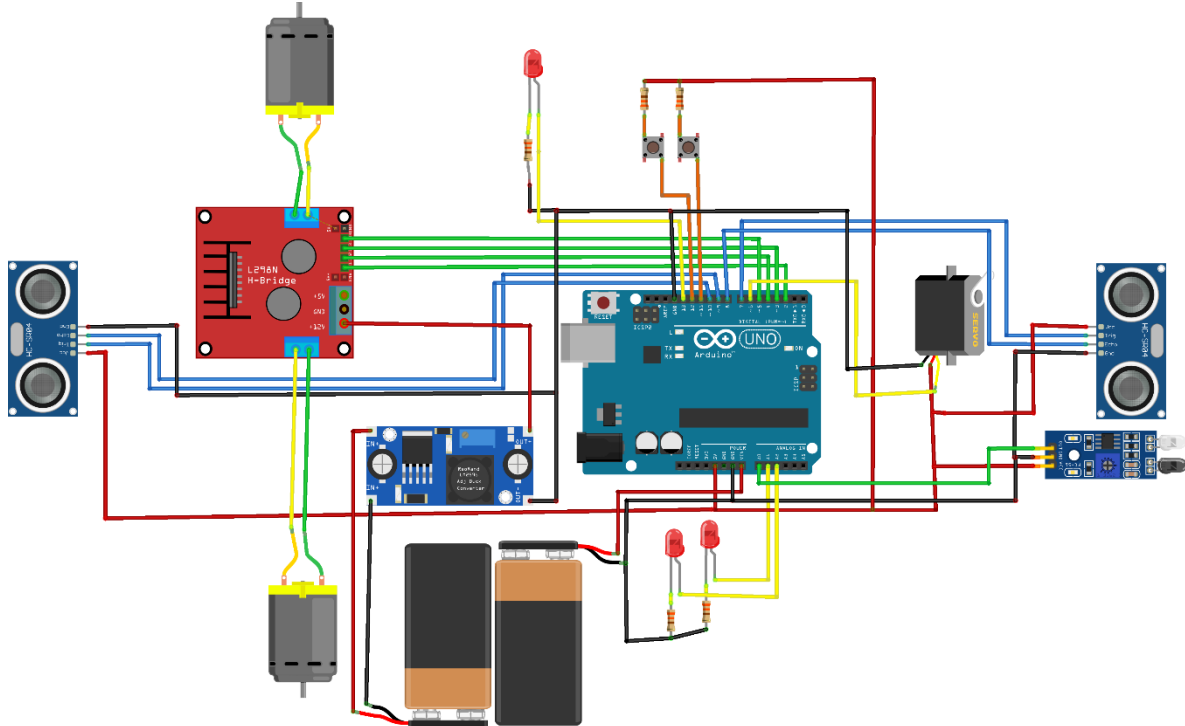
void stopMotors() {
    // Detener todos los motores
    digitalWrite(motor1Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor1Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor2Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor3Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor3Pin2, LOW);
    digitalWrite(motor4Pin1, LOW);
    digitalWrite(motor4Pin2, LOW);
}

```



fritzing

Diagrama 4. Esquema del manipulador



fritzing

Diagrama 5. Esquema de la parte móvil.