

IDEAS Y PERSPECTIVAS

RAMÓN “EL CAMARÓN”

TRANSFORMANDO LA AGRICULTURA EN MORELOS
A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA

ESTUDIOS Y ENSAYOS

REVISIÓN DE MÉTODOS DE RECONSTRUCCIÓN
3D DEL CUERPO HUMANO

DE LA DOCUMENTACIÓN OPERATIVA A LA
NORMA ISO 9001:2015 PARA UNA INDUSTRIA
METAL-MECÁNICA DEL ESTADO DE MORELOS

PROTOTIPO DE UN CARRO BOMBERO
AUTOMÁTICO PARA SISTEMA DE
SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS

CHARRO NEGRO PROTOTIPO DE ROBOT
LIMPIADOR DE PLAYAS CON VISIÓN DE
RASPBERRY

“HIDROBOT UNO”

MEDIDOR DE TEMPERATURA
FAST-TRACKING - SISTEMA DE
MONITOREO



CONVOCATORIA DE ADMISIÓN 2024

Venta de fichas
a partir de enero 2024
a través de www.utez.edu.mx

**Fichas sujetas a demanda por carrera.*



Publicación cuatrimestral de la
Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.

Comité Editorial de la UTEZ.

Número 5. Año 2

Enero - Mayo 2024

Índice

IDEAS Y PERSPECTIVAS

- Ramón "El Camarón" 6
- Transformando la agricultura en Morelos a través de la tecnología: Oportunidades y Desafíos 8

ESTUDIOS Y ENSAYOS

- Una revisión de métodos de reconstrucción 3D del cuerpo humano 10
- Importancia de la transición en la documentación operativa a la norma ISO 9001:2015 para una industria metal – mecánica del Estado de Morelos 17
- Prototipo de un carro bombero automático para sistema de seguridad y prevención de incendios en un lugar doméstico 23
- Charro Negro prototipo de robot limpiador de playas con visión de raspberry 32
- Hidrobot Uno 44
- Medidor de temperatura Fast - Tracking - Sistema de Monitoreo 54

ReDDI+TEZ. Revista de Difusión y Divulgación en Innovación Tecnológica Emiliano Zapata. Año 2. Número 5, enero-abril 2024, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos. Av. Universidad Tecnológica #1. Col. Palo Escrito. Emiliano Zapata, Mor. C.P. 62765. Tel. 7773681165 ext. 275. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-062914362800-102, ISSN 2992-8206, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Comité Editorial de la UTEZ, Ofelia Grajeda Santos, Av. Universidad Tecnológica #1, Col. Palo Escrito, Emiliano Zapata, Mor., C.P. 62765, fecha de última modificación, 30 de mayo de 2024.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA DEL ESTADO DE MORELOS

Consejo Editorial

M.D Sandra Lucero Robles Espinoza
Rectora de la UTEZ

M.A. Antonio Espín Arcos
Secretario Académico de la UTEZ

Lic. Fabiola Cruz Rojas
Abogada General UTEZ

M.A.O. Beatriz Adriana Sánchez Mallida
Directora de Administración y Finanzas

Mtro. Alberto Aranda Pastrana
Director de Planeación y
Servicios Escolares UTEZ

M.C.C.I. Jonathan Espinoza Mendoza
Director de la División Académica
Económica Administrativa

Dra. Martha Fabiola Wences Díaz
Directora de la División Académica de
Tecnologías de la Información y Diseño

M. en C. Jaime Vázquez Colín
Director de la División Académica
de Mecánica Industrial

**M.M.F. y R. Dennice Jaqueline García
Mendoza**
Directora de la División Académica de
Terapia Física

Comité Editorial

M.T.I. Martha Elena Luna Ortiz
Editora de Publicaciones periódicas

M.M.D. Ofelia Grajeda Santos
Profesora responsable de la Coordinación
del Comité Editorial y Comercialización

Mtra. Claudia Ornelas Salas
Mtro. Kevin Johan Villegas Ramirez
Corrección de Estilo

M.M.D. Rafael Alberto Zamudio Hernández
M.A. y E.V. Alejandro Mora Silva
Diseño Gráfico

I.T.I. Marco Antonio Segovia Arreguin
Soporte Técnico

Comité Científico

Mtro. Jorge Alemán Andrés
Dra. Manuela Calixto Rodríguez
Mtro. Miguel Rosenberg Del Pilar Degante
Med. Ped. Ma. Guadalupe Ortiz Martínez
Mtra. Jessica Puig Brito

Dr. Guillermo Ramírez Zúñiga
Dr. Oscar Hilario Salinas Avilés
Dra. Estela Sarmiento Bustos
Dr. Jorge Salvador Valdéz Martínez

EDITORIAL

Con mucho agrado, compartimos con nuestros lectores el quinto número de nuestra Revista ReDDI+TEZ, órgano de difusión y divulgación de las actividades científicas y tecnológicas que se enriquece y alimenta de grandes aportaciones de la comunidad académica y científica, no solo de nuestra Universidad, sino también de instituciones de gran prestigio en ámbitos de la innovación, el desarrollo tecnológico y el quehacer científico y de divulgación.

Como en cada número, contamos con nuestra sección de "Ideas y Perspectivas", una sección dirigida a la divulgación del conocimiento, la cual esperamos que se convierta en una referencia importante para nuestros lectores en general y que conozcan la importancia y relevancia que tienen ciertos temas en nuestro quehacer cotidiano. En este número presentamos dos artículos sumamente interesantes, el primero de ellos titulado "Ramón en Camarón", en donde de una manera muy singular, este personaje nos adentra en el mundo de un compuesto llamado Quitosano, que para quienes no lo conocíamos, podremos descubrir su importancia, pero sobre todo su presencia en tantos productos que consumimos hoy en día y sobre todo, conocer su origen orgánico, esta aportación tan valiosa es un colaboración entre la UTEZ y el Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM. El segundo artículo titulado "Transformando la Agricultura en Morelos a través de la Tecnología: Oportunidades y Desafíos" nos permite identificar y comprender el papel que tiene la agricultura en el Estado de Morelos y sus desafíos con la integración de la tecnología para un mejor aprovechamiento de los recursos.

Además de la divulgación del conocimiento, la difusión del mismo es sumamente importante, bajo esta modalidad de presentación de los artículos.

¿Se han imaginado cual es el proceso que deben realizar las computadoras para realizar una reconstrucción en tercera dimensión de un cuerpo humano? Existen diferentes modelos computacionales que permiten realizar esta actividad, sin embargo, cuál de ellos es el más adecuado para realizar un modelo, por ejemplo, para un caso médico. En el artículo titulado "Una revisión de métodos de reconstrucción 3D del Cuerpo Humano", los investigadores del CENIDET, nos presentan una síntesis de la búsqueda realizada en este tema, el cual permitirá identificar el modelo idóneo para una necesidad en particular.

En el mundo actual, el trabajo de las empresas e instituciones de diferente índole, buscan siempre ofrecer sus servicios con calidad para llamar la atención de su mercado, es por ello que muchas de ellas buscan acreditaciones o certificaciones internacionales que avalen la calidad en sus procesos o productos. Para darnos una idea de estos temas, el artículo titulado "Importancia de la transición en la documentación operativa a la Norma ISO 9001:2015 para una Industria Metal – Mecánica del Estado de Morelos" nos permite conocer los procesos que se deben llevar a cabo.

La innovación y el desarrollo tecnológico es sumamente importante para el desarrollo de las sociedades y las economías, no solo la de nuestro país sino la del mundo entero, es por ello que investigadores y estudiantes de la UTEZ, involucrados en atender necesidades puntuales mediante el uso de la nueva tecnología, proponen diversos prototipos y proyectos que nos comparten en la publicación de los artículos titulados: "Prototipo de un carro bombero automático para sistema de seguridad y prevención de incendios en un lugar doméstico", "Charro Negro prototipo de robot limpiador de playas con visión de Raspberry", "Hidrobot UNO", "Medidor de temperatura Fast -Tracking - Sistema De Monitoreo"

Agradecemos a nuestra comunidad lectora el que nos lean y esperamos que con cada número que compartimos con mucho agrado, los temas abordados no solo sean de interés, sino que además, promuevan la generación de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías a partir de las bases que aportan nuestros autores de manera tan entusiasta, al compartir con todos ustedes sus valiosas aportaciones.

Ideas y Perspectivas

RAMÓN "EL CAMARÓN"

Estela Sarmiento Bustos
estelasarmiento@utez.edu.mx

Jorge Salvador Valdez Martínez
jorgevaldez@utez.edu.mx

Josue Abraham Lara Zavala
lara@icf.unam.mx

Qué onda primos! ¿les muevo la panza o no? Yo soy Ramón, su camarada "El Camarón". ¡Hay! ya me ruboricé nomás de saludarlos, bueno, aunque hay camarones güeritos y otros que ya somos rosaditos de por sí.

Vengo a platicarles un poco sobre mí, para que me conozcan mejor. Resulta que apenas fui a revisarme con el doctor, porque ya engordé y ya no me queda el caparazón. Aunque él le dice "**exoesqueleto**" y pues me dijo que tenía que revisarlo primero. Y ya estando ahí aproveché para preguntarle **¿de que esta hecho o qué?** y pues me contó que está conformado por proteínas y minerales, como calcio y magnesio, que es lo que me mantiene bien protegido.



También le pregunté qué onda con mi color rosadito y me dijo que es por un pigmento que se llama astaxantina (**así que eso es lo que les da el color rojito, naranjita o rosita a algunos compas de mi especie**), pero lo que más me asombró fue un nombre chistoso que me dijo que tenía en mi caparazoncito, algo que le llama "**quitina**".

Resulta y resalta, que esa tal quitina, no solamente la tengo yo, sino también otros paisanos, como los cangrejos, los ciempiés, la jaiba, algunos escarabajos, arañas e incluso algunas variedades de hongos. No sé si sean de los que usan para sus alucines, pero hasta en esos la encuentras.

Te voy a contar otro dato, que me platicó el doctor y es que esta disque quitina (**y como a nosotros los costeños no nos gusta el chisme, pues**), dice que sirve para muchas cosas, jajaja y yo que cuando mudo mi caparazoncito lo dejo por ahí botado, la verdad es que ni entendía nadita, pero ya después me explicó y quedé con los ojos bien grandotes y abiertos de la sorpresa.

Pues resulta que la quitina prácticamente está hecha de azúcar y que disque por eso es tan resistente y parece de caramelo... **¡mi amigo el cangrejo no estaba tan equivocado cuando se sentía manzana dulce!** Jajaja que según sirve para la medicina, alimentos, la ropa y hasta para limpiar el agua y que según por eso la gente los anda juntando.

Digo, yo ya sabía que a la gente le gustamos bien hartos, pero que hasta la "**cascarita**" tenga tantos beneficios, pues no sabía. **¡Ahora les contaré a mis cuates lo importantes que son y que**

mejor si ya nos les queda pues no lo dejen por ahí tirado!

Pues bien, siguiendo con el relato de la quitina, resulta que de ella pueden obtener otro material que se llama quitosano (*me cae que esta rebueno el chisme*), el cual se puede obtener después de varios pasos, que según, después de lavar el caparazoncito, que disque hay que dejarlo bien blanquito (*porque como ya les había dicho, tiene colorcito*) y para ello usan un alcoholito que se llama etanol. Pero no piensen mal, yo sé que a los de la costa nos gusta hartito el chupe, los alcoholitos pues, pero esto es otra cosa eh, nada que ver.



Cuando el caparazón ya se encuentra blanquito, casi transparente, hay que ponerlo a secar y después a triturarlo, hasta dejarlo hecho polvo. Ya que llegó a este punto, ahora hay que filtrarlo y lavarlo, y quesque hay que ponerle algo que le llaman **"espíritu de sal"** que para eliminar cualquier mineral que se haya quedado en la mezcla, o sea, luego pensé, le van a quitar la salecita del mar que traemos, tan sabrosa, caray. Pero ya me estoy desviando, ya que le pusieron el espíritu ese, después, hay que lavar y filtrar para después pasarlo por una solución de lejía de soda bien calentita, para eliminar las proteínas, y otra vez, por lavado y filtrado. ¡Nombre!, puro lavar y secar ya ni para la ropa se hace tanto relajo. Y ya para finalizar y encontrar al quitosano, por fin, dicen que al polvo hay que darle otra pasada con la lejía esa, bien calentita, para un proceso al que llaman los doctores (**desacetilación parcial**) sepa Dios qué sea eso, pero se oye bien complicado.

Ya iba terminando el relato, cuando me dijo el doctor el último paso y no inventes primo, me solté una carcajada que hasta las lágrimas se me salieron, pues resulta que me dice: **"Así mero Ramón, cuando terminan todos estos pasos, la quitina se transforma en el dichoso quitosano"**, no inventes paísa, ¡pues que cambiazó!, y le dije, bueno a todo esto, **¿y cómo para qué tanto lavar y secar y planchar?** Pues ya ves, todo sea por el dichoso cambio. Y además, también me dijo el **"Doc"**, que el quitosano es el ingrediente estrella que puedes encontrar en un montón de productos como: cosméticos, fungicidas, para limpiar el agua, en suturas y bandas adhesivas que según hasta la piel regenera, así como también para conservar la comida, en la ropa, papel y hasta para hacer bolsitas amigables con el medio ambiente. **¡O sea, se pueden usar para muchas cosas!** Y yo que pensaba que mi **"exoesqueleto"** nomas servía como trajecito para protegerme.

No, pos sí, es muy importante este tal quitosano, y espero se hayan emocionado con este chisme como yo. Pero bueno mis paísa, hasta aquí dejo mi relato, y cuando puedan nos vemos para echarnos otra platicada y a ver que otro chismecillo les comparto.



Ideas y Perspectivas

TRANSFORMANDO LA AGRICULTURA EN MORELOS A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Por Vicente Borja Jaimes
vicentejaimes@utez.edu.mx

Introducción

El estado de Morelos, situado en el corazón de México, ha sido históricamente una región fértil y productiva en términos agrícolas. La agricultura es parte fundamental de su economía, generando empleo y sustento para muchas comunidades. Sin embargo, en la actualidad la agricultura en Morelos enfrenta desafíos significativos, como la variabilidad climática, la degradación de suelos y la necesidad de incrementar la productividad para satisfacer la demanda creciente de alimentos. En este contexto, la integración de la tecnología en la agricultura se presenta como una oportunidad crucial para transformar y revitalizar este sector.



Estado actual de la agricultura en Morelos

La agricultura en Morelos se caracteriza por la producción de una amplia variedad de cultivos, incluyendo hortalizas, frutas, maíz, caña de azúcar, tomate rojo, cebolla, aguacate, sorgo grano y nopalitas, etc. A pesar de su diversidad, la agricultura en la región enfrenta ciertos problemas:

- **Variabilidad climática:** Morelos experimenta cambios climáticos impredecibles que afectan la producción de cultivos.

Sequías,

inundaciones y heladas pueden devastar las cosechas.

- **Suelos degradados:** La agricultura intensiva y la erosión del suelo han llevado a la degradación de tierras agrícolas. La pérdida de fertilidad y la compactación del suelo son desafíos significativos.
- **Competencia global:** La globalización ha aumentado la competencia de productos agrícolas importados, lo que ha afectado la rentabilidad de los agricultores locales.
- **Educación y conocimiento limitados:** La falta de acceso a educación agrícola actualizada y la brecha digital en áreas rurales limitan la adopción de prácticas avanzadas.



Tecnología en la agricultura: Áreas de oportunidad en Morelos

La tecnología ofrece una serie de oportunidades para abordar los desafíos actuales de la agricultura en el estado de Morelos:

- **Sensores y monitorización:** La adopción de sensores y sistemas de monitorización puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. La monitorización de la humedad del suelo, la temperatura y otros factores climáticos puede ayudar a gestionar de mejor manera los cultivos.
- **Agricultura de precisión:** Mediante el uso de GPS y drones, los agricultores pueden optimizar la aplicación de insumos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. La agricultura de precisión también permite una gestión más eficiente de la maquinaria agrícola.
- **Riego inteligente:** La implementación de sistemas de riego inteligentes basados en sensores y automatización puede mejorar la eficiencia en el uso del agua, un recurso valioso que debemos cuidar.
- **Mejora genética:** La tecnología puede facilitar la investigación y el desarrollo de cultivos resistentes a enfermedades, adaptados a las condiciones locales y más productivos.
- **Conectividad y educación digital:** La conectividad a Internet en zonas rurales y la capacitación en línea pueden mejorar el acceso a información agrícola actualizada y a programas de formación para los agricultores.



Desafíos en la integración tecnológica

La adopción de la tecnología en la agricultura del estado de Morelos enfrenta desafíos importantes. Uno de los principales obstáculos es la inversión inicial requerida para adquirir tecnología y la capacitación. Además, la brecha digital puede limitar el acceso a la tecnología en áreas rurales. Es fundamental que el gobierno, las instituciones educativas y el sector privado colaboren para superar estos desafíos y fomentar la adopción tecnológica en la agricultura.

Conclusión

La agricultura en el estado de Morelos se encuentra en un punto de inflexión. La tecnología ofrece oportunidades significativas para abordar los desafíos existentes y mejorar la productividad agrícola. La integración de sensores, sistemas de monitorización, agricultura de precisión y otras soluciones tecnológicas puede ayudar a los agricultores a adaptarse a un entorno cambiante y obtener mejores resultados económicos. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos de inversión y capacitación para garantizar que la tecnología sea accesible y beneficiosa para todos los agricultores del estado. La modernización de la agricultura en Morelos a través de la tecnología no solo fortalecerá la seguridad alimentaria, sino que también impulsará el desarrollo sostenible de la región.

UNA REVISIÓN DE MÉTODOS DE RECONSTRUCCIÓN 3D DEL CUERPO HUMANO

AUTOR 1.

ALEXANDRA EHRLICH LÓPEZ

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

NO. ORCID: 0000-0001-6880-8426

AUTOR 2.

RAÚL PINTO ELÍAS

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

NO. ORCID: 0000-0001-9141-058X

AUTOR 3.

NIMROD GONZÁLEZ FRANCO

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

NO. ORCID: 0000-0002-1051-1379

AUTOR 4.

ANDREA MAGADAN

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

NO. ORCID: 0000-0001-5474-4150

KEYWORDS

Human body, 3D model, reconstruction

PALABRAS CLAVE

Cuerpo humano, modelo 3D, reconstrucción.

RESUMEN

Actualmente el cuerpo humano es ampliamente estudiado en diversas aplicaciones, normalmente dichas aplicaciones son realizadas por medio de información 2D obtenida de dispositivos comunes; gracias a los avances tecnológicos tanto en hardware como en software, es posible realizar

las tareas relacionadas al cuerpo humano en tres dimensiones, lo cual provee de información extra para la realización de tareas como clasificación y reconocimiento, por medio de la reconstrucción en modelo 3D del cuerpo humano. Esta área de investigación lleva ya varios años en desarrollo por lo que se pueden encontrar múltiples algoritmos para generación de los modelos 3D mencionados anteriormente, los cuales pueden o no utilizar sensores adicionales a una cámara y distintas técnicas para la reconstrucción. En este artículo se presenta una síntesis de diversos modelos computacionales para la tarea de reconstrucción del cuerpo humano.

ABSTRACT - Currently, the human body is widely studied in various applications, usually through 2D information obtained from common devices. Thanks to technological advances in both hardware and software, it is possible to perform related tasks to the human body in three dimensions, which provides extra information for tasks such as classification and recognition through the 3D reconstruction of the human body. This area of research has been in development for several years, so multiple algorithms can be found for generating the aforementioned 3D models, which may or may not use additional sensors to a camera and different techniques for reconstruction. This article presents a synthesis of various computational models for the task of reconstructing the human body.

INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano es objeto de extenso estudio en la actualidad y se han desarrollado diversos modelos de visión por computadora para llevar a cabo tareas variadas relacionadas con él. Estas tareas incluyen el reconocimiento

de la pose del cuerpo humano que se basa en la localización de sus partes y el reconocimiento de sus posiciones relativas, el rastreo y seguimiento de personas, la generación de entornos 3D virtuales o de realidad aumentada, el reconocimiento de personas, la identificación de patrones de interés en videovigilancia como comportamientos sospechosos o atípicos, su aplicación en medicina para diagnóstico y terapia y la localización automática de cuerpos mediante sistemas de visión en vehículos por medio de información comúnmente obtenida mediante dispositivos de uso común. La aplicación de avanzadas técnicas de inteligencia artificial, en particular del campo de la visión por computadora, como el procesamiento de imágenes y el modelado 3D, posibilitan la transformación de datos bidimensionales en representaciones tridimensionales detalladas, ofreciendo así una visión en 3D del cuerpo.

La reconstrucción del cuerpo humano implica el proceso de recuperación de la forma y apariencia tridimensional de los seres humanos a través de imágenes, video e incluso información especial, gracias a los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevos dispositivos. Este proceso tiene como objetivo la reconstrucción 3D mediante modelos computacionales a partir de varias imágenes. Realizar esta tarea ofrece varias ventajas y cubre diversas necesidades en diversos campos, ya que permite obtener representaciones visuales detalladas del cuerpo humano.

Es factible abordar diversos enfoques para describir la utilidad de las reconstrucciones tridimensionales del cuerpo humano. En el ámbito médico, desempeñan múltiples roles significativos. En la planificación de intervenciones quirúrgicas, estas reconstrucciones ofrecen una visión más precisa de la anatomía del paciente [1]. Además, se emplean en la educación médica, brindando una comprensión completa y visual de la estructura corporal para la enseñanza de asignaturas como anatomía. Asimismo, se aplican en la investigación médica, el diseño de prótesis y dispositivos médicos, el diagnóstico por imágenes, las simulaciones médicas, y como asistentes en la rehabilitación de pacientes [2].

En el área de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA), estas reconstrucciones

desempeñan un papel fundamental en la creación de entornos inmersivos [3] [4]. En el campo de la estimación de la pose humana, así como en el reconocimiento de actividades, la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano juega un papel crucial [5] [6]. Proporciona ventajas como la precisión espacial, la captura de movimientos complejos y la resistencia ante oclusiones, entre otras. Además, estas reconstrucciones contribuyen a mejorar la precisión en la interacción humano-robot [7].

Para obtener una comprensión integral de la investigación existente, llevar a cabo una síntesis de conocimientos permite identificar y evaluar de manera sistemática la información relevante sobre el tema. Esto proporciona una visión general de los trabajos realizados, resumiendo los hallazgos y resultados de estudios previos. Esta síntesis, a su vez, facilita la toma de decisiones informadas en el desarrollo de investigaciones que involucran al cuerpo humano.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO:

Se desarrolló una investigación y revisión de la literatura la cual permitió realizar una síntesis de la evidencia disponible a partir de una revisión cuantitativa, con el objetivo específico de resumir la información existente respecto a un tema en particular.

El objetivo principal de la investigación fue localizar los modelos computacionales desarrollados para la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano. A través de búsquedas y citas, se identificaron 29 registros, de los cuales, después de una revisión, se evaluaron 21 para esta investigación y 14 fueron seleccionados para su reporte en el presente artículo.

Para la identificación y recolección de los datos a utilizar, se siguieron dos estrategias de búsqueda. En primer lugar se realizó una identificación de registros mediante las siguientes cadenas de búsqueda: Human 3D reconstruction y Human body & 3D reconstruction. Se realizó también una recopilación de artículos por medio de la estrategia 'bola de nieve', este tipo de técnica de investigación se realiza comúnmente

para las investigaciones cualitativas, su uso radica en investigaciones que requieren recabar información de grupos de personas, de esta forma solo se requiere seleccionar un grupo pequeño de personas y estas serán las encargadas de reclutar a nuevos individuos para el estudio. En el ámbito de la investigación y la forma en la que fue realizada en este trabajo, como primer paso se realizó la búsqueda descrita anteriormente y a partir del artículo más reciente localizado se recurrió a la estrategia bola de nieve para la recopilación de los trabajos de mayor importancia para la investigación.

Metodología

Se consideraron trabajos a partir de tres categorías:

- **Métodos invasivos:** Como métodos invasivos se consideran aquellos que requieren de dispositivos directamente en contacto con el ser humano, los cuales afectan su marcha y actividad normal, en este contexto se seleccionaron los trabajos que incluyen los métodos menos invasivos para la obtención de datos.
- **Métodos con sensores:** A pesar de que los métodos invasivos requieren de sensores especializados para la detección de información, en esta categoría se refiere a sensores pertenecientes únicamente al dispositivo de captura de información (cámara), en esta categoría se pueden mencionar dispositivos como cámaras RGB-D las cuales además de recibir información RGB del espacio que está capturando obtienen información de profundidad. Otro tipo de sensores que se pueden mencionar en este contexto son los sensores LIDAR y los sensores Kinect.
- **Métodos no invasivos:** Para llamar a un método no invasivo, se requiere que no interfiera de manera directa con la actividad humana, en este sentido, las cámaras de captura RGB las cuales recolectan únicamente información de color del escenario sin interferir de manera directa con la actividad, son consideradas métodos no invasivos.

Para la selección de los modelos computacionales, se partió del método encontrado que es más reciente y se tomaron en consideración los artículos referenciados por el mismo.

MODELOS DE RECONSTRUCCIÓN:

Modelos con sensores:

Existen actualmente diversos modelos computacionales desarrollados para la reconstrucción 3D del cuerpo humano, por medio de diversas técnicas y dispositivos. Entre los métodos que utilizan dispositivos como sensores de diversos estilos para la reconstrucción, se pueden encontrar los siguientes algoritmos.

Anargyros Chatzitofis, et al., [8] generan un conjunto de datos 4D (datos múltiples RGB-D, volumen y audio) por medio de una serie de dispositivos que incluyen un traje MoCap (del inglés Motion Capture) con marcadores, 24 cámaras de captura de movimiento, 4 sensores de profundidad estéreo y micrófonos alineados en el espacio y el tiempo.

El uso de sensores blandos implementado por Shihui Guo, et al. [9] permite la reconstrucción de la parte superior del cuerpo por medio de una prenda desarrollada específicamente para la investigación que cuenta con sensores suaves, la cual les permite mapear señales a una circunferencia que define la forma corporal para la posterior reconstrucción de una malla.

Un método más reciente Yu H. et al. [10] propone un enfoque con sensores no invasivos, realizando la reconstrucción del cuerpo humano por medio de información RGB-D como entrada.

A pesar del uso de sensores para la reconstrucción del cuerpo humano, debido a las limitaciones de dichos métodos como la invasión de la actividad normal y su falta de adecuación a diversos entornos, su aplicación se ve limitada por lo que se han desarrollado modelos computacionales los cuales permiten realizar la misma tarea únicamente con el uso de imágenes o video RGB.

En la Tabla 1 se presenta la información más relevante de los modelos mencionados en esta sección.

Tabla 1. Modelos con sensores.

Referencia	Dataset	Técnicas	Arquitectura	Resultado
Sensores				
[8]	MHAD Human3.6M	MoCap basado en marcadores Captura volumétrica y de audio Alineación espacio-temporal	-	El conjunto se evalúa en estimación de la pose 3D alcanzando un 80.26% de exactitud.
[9]	Propio	Uso de sensores blandos	LSTM	Los autores mencionan rendimiento de reconstrucción de última generación
[10]	Indoor-Human	SMPL-X SMPLify-X	Red de aprendizaje ligera (Fast Body Net (FBN))	Se evalúa bajo la métrica MPJPE obteniendo un puntaje de 60.3

Modelos SMPL, variantes e implementación

El aprendizaje supervisado es uno de los métodos de computación mayormente utilizados para la reconstrucción del cuerpo humano, en este tipo de algoritmos se entrenan redes neuronales para inferir modelos humanos. Entre los métodos más importantes y el más antiguo que se plantea es SMPL (del inglés Simplified Human Body Model) (Matthew Loper, et al. 2015) [11] un modelo parametrizado ampliamente utilizado en la visión por computadora para representar la forma y pose del cuerpo humano. Tiene como base un modelo 3D del cuerpo humano promedio el cual es modificado por medio de parámetros obtenidos de la imagen 2D de entrada, los cuales se dividen en parámetros de forma para controlar aspectos como altura, peso y circunferencia del cuerpo y parámetros de pose que permiten representar distintas posturas del cuerpo humano.

Del modelo SMPL han surgido dos variantes, SMPLify Federica Bogo, et al. [12] que fue desarrollado como una simplificación y optimización de las estimaciones de pose y forma del cuerpo humano de SMPL. La otra variante, SMPL-X (Georgios Pavlako, et al. 2019) [13] utiliza una mayor cantidad de parámetros para mejorar la representación del cuerpo humano, enfocándose en mejoras en la cara y las manos.

Por otro lado PARE (del inglés Part Attention Regressor for 3D Human Body Estimation) desarrollado por Muhammed Kocaba [14], además de implementar en su arquitectura el modelo SMPL, utiliza técnicas de atención en partes específicas del cuerpo humano que son críticas para la estimación de la pose y la forma como son las manos y cabeza. El algoritmo

detecta puntos clave del cuerpo humano y por medio de la aplicación de técnicas de atención y el uso de regresores, realiza las estimaciones en tres dimensiones del cuerpo humano.

En la Tabla 2 se presenta la información más relevante de los modelos mencionados en esta sección.

Tabla 2. Modelo SMPL, modificaciones e implementación.

Referencia	Modelo	Dataset	Técnicas	Arquitectura	Resultado
SMPL (modificaciones e implementación)					
[11]	SMPL	Multi-pose Multi-shape (de CAESAR)	Mezcla de formas	Modelo basado en regresión	Reporte de resultados mediante la métrica v2v error obteniendo un valor de 57.2
[12]	SMPLify	Leeds Sports Human3.6M	DeepCut SMPL	Modelo basado en regresión	Los autores reportan resultados en la estimación con un 82.3% de exactitud
[13]	SMPL-X	EHF	SMPL SMPLify	Red neuronal de pose previa (VPoser)	Reporte de resultados mediante la métrica v2v error obteniendo un valor de 52.9
[14]	PARE	COCO MPII LSPET MPI-INF-3DHP Human3.6M 3DPW 3DOH 3DPW-OCC	Técnicas de atención en manos y pies SPIN (Simplify-X con PyTorch Inference)	CNN con módulo de atención	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: 3DPW MPJPE = 82.0 y PA-MPJPE = 50.9 Human3.6M MPJPE = 76.8 y PA-MPJPE = 50.6

Modelo HMR y variantes

A diferencia de los métodos mencionados anteriormente, el modelo HMR (del inglés Human Mesh Recovery) de Angjoo Kanazawa, et al. [15] utiliza un enfoque de regresión para hacer la predicción de la malla 3D del cuerpo humano por medio de imágenes o videos 2D. Su funcionamiento se basa en el uso de redes neuronales convolucionales y redes neuronales recurrentes, así como la detección de puntos clave en el cuerpo por medio de algoritmos desarrollados específicamente para esta tarea, para realizar la estimación de la malla 3D.

Tras la creación del modelo HMR, se desarrolló CLIFF (del inglés Carrying Location Information in Full Frames) de Zhihao Li, et al., [16] el cual incluye dos modificaciones al modelo HMR, la principal es que el algoritmo no utiliza como entrada la imagen recortada en la que se encuentra el sujeto de interés a reconstruir, sino que toma también la información exterior de donde obtiene información generalizada para el modelo, como segunda modificación, CLIFF calcula la pérdida por medio de proyecciones del modelo previsto sobre toda la imagen y no únicamente sobre la imagen recortada como lo hace HMR.

HMR2.0 presentado por Shubham Goel, et al. [17] fue presentada como la versión mejorada de HMR, el cual además de realizar la

reconstrucción del cuerpo humano se enfoca en el seguimiento de los seres humanos en 4D (es decir a lo largo del tiempo) a partir de una única imagen con un enfoque basado en transformadores, los autores modifican HMR con un transformador de visión para extraer imágenes y un decodificador estándar para la generación de la postura humana en 3D.

En la Tabla 3 se presenta la información más relevante de los modelos mencionados en esta sección.

Tabla 3. Modelo HMR y variantes.

Referencia	Modelo	Dataset	Técnicas	Arquitectura	Resultado
HMR (modificación y actualización)					
[15]	HMR	Leeds Sports LSP MPII Human3.6M MPI-INF-3DHP CMU PosePrior	Detección de puntos clave	CNN RNN	El modelo fue evaluado en un conjunto de datos bajo dos métricas: Human3.6M MPJPE = 87.97 y PA-MPJPE = 56.3
[16]	CLIFF	Human3.6M MPI-INF-3DHP COCO MPII 3DPW AGORA	HMR modificado Información adicional del recuadro delimitador Cálculo de pérdida sobre toda la imagen	CNN	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: 3DPW MPJPE = 69.0 y PA-MPJPE = 43.0 Human 3.6 M MPJPE = 81.2 y PA-MPJPE = 47.1
[17]	HMR2.0	Human3.6M COCO MPII MPI-INF-3DHP AVA	HMR modificado Combinación de pérdidas Factorización de parámetros (pose, forma y rotación)	Transformador (encoder-decoder)	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: 3DPW MPJPE = 70.0 y PA-MPJPE = 44.5 Human 3.6 M MPJPE = 40.8 y PA-MPJPE = 33.6

Otros Modelos:

Existen otros métodos utilizados para la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano que no se clasificaron con los mencionados anteriormente ya que su algoritmo de reconstrucción es distinto a estos, por lo que se exponen a continuación.

Otro modelo basado en regresión para la reconstrucción de mallas del cuerpo humano a partir de imágenes monoculares es PyMAF de Hongwen Zhan, et al., [18]. En este trabajo la aportación de los autores es un módulo llamado como se indica anteriormente el cual utiliza una pirámide de características para mejorar la alineación de la malla generada con la imagen del cuerpo humano de entrada. Un algoritmo que parte del anterior, es PyMAF-X por H. Zhan, et al [19], implementa PyMAF para la recuperación de la malla y agrega un módulo para la alineación del cuerpo, este modelo busca resolver los problemas de alineación que presentan otros modelos además de la producción de modelos más naturales del cuerpo humano.

Abarcando otro tipo de arquitectura, HuMoR (del inglés Human Motion Model for Robust

Pose Estimation) propuesto por Davis Rempe, et al., 2021 [20] es un modelo de visión por computadora que incorpora una arquitectura de autocodificador variacional condicional (CVAE) combinado con técnicas de detección de puntos clave del cuerpo humano para aprender relaciones entre los puntos clave detectados y la representación de la pose humana, así como un elemento extra que es fundamental, un modelo de movimiento humano el cual permite la comprensión de cómo se relacionan las articulaciones y las partes del cuerpo en diferentes posiciones para estimar la pose humana. Este modelo tiene como ventaja que acepta datos de entrada en distintos formatos como son RGB y RGB-D.

Otro modelo basado en transformadores, además de HMR2.0 es FastMetro desarrollado por Junhyung Cho, et al., [21] el cual permite la reconstrucción paramétricas de mallas del cuerpo humano en tres dimensiones, este algoritmo tiene como ventaja que la exigencia de parámetros es menor que la de otros modelos que realizan la misma tarea por lo que hace que la inferencia se realice en menor tiempo, sin embargo tiene la desventaja de sobrecarga de memoria por lo que en ciertas aplicaciones su implementación es difícil.

En la Tabla 4 se presenta la información más relevante de los modelos mencionados en esta sección.

Tabla 4. Otros Modelos.

Referencia	Modelo	Dataset	Técnicas	Arquitectura	Resultado
Otros Modelos					
[18]	PyMAF	Human3.6M MPI-INF-3DHP LSP LSP-Extended MPII COCO	Pirámide de características para refinar los parámetros Método basado en regresión Bucle de retroalimentación de alineación de malla piramidal (PyMAF) Supervisión auxiliar por píxeles Holo-Pose, SPIN, o EFT	CNN	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: 3DPW MPJPE = 92.8 y PA-MPJPE = 58.9 Human 3.6 M MPJPE = 57.7 y PA-MPJPE = 40.5
[19]	PyMAF-X	LSP-Extended MPII Human3.6M MPI-INF-3DHP COCO Fruithand InterHand2.6m COCO-Wholebody	Circuitos de retroalimentación de alineación de una malla piramidal Supervisión densa auxiliar para mejorar la alineación Uso de pirámide de características	Modelo basado en regresión	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: EHF PA-MPJPE = 52.8 AGORA MPJPE = 83.2
[20]	HuMoR	AMASS Transitions HumanEva 3DB PROX	Autoencoder Variacional Condicional (CVAE) SMPL Tratamiento de observaciones parciales y ruidosas	CVAE	Los autores reportan resultados en la estimación con un 89% de exactitud
[21]	FastMETRO	Human3.6M UP-3D MuCo-3DHP COCO MPII	CNN extractor de características Máscaras de atención	Transformador (encoder-decoder)	El modelo fue evaluado en dos conjuntos de datos bajo dos métricas: 3DPW MPJPE = 73.5 y PA-MPJPE = 44.6 Human 3.6 M MPJPE = 52.2 y PA-MPJPE = 33.7

RESULTADOS

La reconstrucción 3D del cuerpo humano es una tarea que lleva años de investigación y hasta hoy en día sigue siendo abordada por medio de distintos métodos.

Como se mencionó anteriormente existen diversos algoritmos para la reconstrucción humana en tres dimensiones los cuales han sido entrenados y evaluados bajo diversos conjuntos de datos tanto disponibles en la red como propios desarrollados por los autores. Los algoritmos mantienen diversas técnicas que implican desde el uso de dispositivos, hasta el uso únicamente de una imagen monocular de una vista del cuerpo humano a ser reconstruido.

Los modelos más actuales que son considerados como métodos de vanguardia para la reconstrucción 3D del cuerpo son evaluados principalmente bajo dos conjuntos de datos (3DPW y Human3.6M) y evaluados bajo las métricas: MPJPE (del inglés Mean Per Joint Position Error) que es comúnmente utilizada para la evaluación del rendimiento de los algoritmos de la pose humana la cual mide la distancia promedio entre las articulaciones estimadas por el algoritmo y las uniones reales, cuanto menor sea el valor de esta métrica mejor es el rendimiento del algoritmo; y PA-MPJPE una variante de la métrica MPJPE para evaluar el rendimiento de algoritmos de estimación de la pose humana en 3D, calculando la distancia euclidiana mediante las ubicaciones 3D.

Según los resultados presentados en los diversos textos revisados en cuanto al rendimiento de los modelos, el modelo computacional HMR2.0 super al resto de los enfoques reportados en la literatura. De forma adicional en [17] reportan pruebas de los mismos modelos computacionales para la estimación de poses humanas difíciles, en esta prueba el modelo HMR2.0 fue entrenado con más bases de datos durante más tiempo, lo que condujo a una mejor estimación de poses difíciles, dando como resultado que el modelo HMR2.0 es más robusto. Sin embargo es importante no dejar de lado la limitación aún presente en los modelos de sus dificultades frente a vestimentas holgadas de las personas en escenas para su reconstrucción, lo cual puede ser considerado como una oportunidad de innovación.

CONCLUSIONES

La investigación presente nos da como resultado un resumen de los modelos computacionales para la reconstrucción tridimensional del cuerpo humano, incluyendo 14 trabajos y una comparación cuantitativa de

los mismos. Dichos trabajos se analizaron y compararon permitiendo a los autores realizar una síntesis de los métodos de vanguardia para la reconstrucción del cuerpo humano. Se puede observar que los métodos con mejores resultados incluyen arquitecturas de tipo CNN, RNN y transformadores, lo cual sostiene que las arquitecturas más nuevas junto con bases de datos amplias permiten la obtención de mejores resultados.

Contar con la presente información permite la selección de modelos de construcción adecuados para trabajos relacionados al cuerpo humano de acuerdo a las necesidades de desarrollo.

REFERENCIAS

- [1] Shapoval, S., García Zapirain, B., Mendez Zorrilla, A., & Mugueta-Aguinaga, I. (2021). Biofeedback Applied to Interactive Serious Games to Monitor Frailty in an Elderly Population. *Applied Sciences*, 11(8), 3502. <https://doi.org/10.3390/app11083502>.
- [2] Ganesan, S., & Anthony, L. (2012). Using the Kinect to encourage older adults to exercise: A prototype. In *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '12)* (pp. 2297–2302). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2212776.2223792>.
- [3] Ro, H., Park, Y. J., Byun, J.-H., & Han, T.-D. (2019). Display methods of projection augmented reality based on deep learning pose estimation. In *ACM SIGGRAPH 2019 Posters (SIGGRAPH '19)* (Artículo 55, pp. 1–2). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3306214.3338608>.
- [4] Liu, X., Feng, X., Pan, S., Peng, J., & Zhao, X. (2018). Skeleton Tracking Based on Kinect Camera and the Application in Virtual Reality System. In *Proceedings of the 4th International Conference on Virtual Reality (ICVR 2018)* (pp. 21–25). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3198910.3198915>.
- [5] Muhammad, Z.-U.-D., Huang, Z., & Khan, R. (2022). A review of 3D human body pose estimation and mesh recovery. *Digital Signal Processing*, 128, 103628. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2022.103628>.

- org/10.1016/j.dsp.2022.103628.
- [6] Sun, Z., Liu, J., Ke, Q., Rahmani, H., Bennamoun, M., & Wang, G. (2020). Human action recognition from various data modalities: review. CoRR, abs/2012.11866. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2012.11866>.
- [7] Salti, S., Schreer, O., & Di Stefano, L. (2008). Real-time 3D arm pose estimation from monocular video for enhanced HCI. In Proceedings of the 1st ACM workshop on Vision networks for behavior analysis (VNBA '08) (pp. 1–8). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1461893.1461895>.
- [8] Chatzitofis, A., Saroglou, L., Boutis, P., Drakoulis, P., Zioulis, N., Subramanyam, S., ... Daras, P. (2020). Human4d: A human-centric multimodal dataset for motions and immersive media. IEEE Access, 8, 176241–176262. doi:10.1109/ACCESS.2020.3026276.
- [9] Guo, S., Liu, X., Fu, H., Jin, X., Liao, M., Chen, Z.-y., & Wu, R. (2021). 3D upper body reconstruction with sparse soft sensors. Soft Robotics, 8. doi: <http://doi.org/10.1089/soro.2019.0187>.
- [10] Ni, Y. H., Lu, W., et al. (2023). 3D real-time human reconstruction with a single RGBD camera. Applied Intelligence, 53, 8735–8745. doi: <https://doi.org/10.1007/s10489-022-03969-4>.
- [11] Loper, M., Mahmood, N., Romero, J., Pons-Moll, G., & Black, M. J. (2015). SMPL: A skinned multi-person linear model. ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH Asia), 34(6), 248:1–248:16.
- [12] Bogo, F., Kanazawa, A., Lassner, C., Gehler, P., Romero, J., & Black, M. J. (2016). Keep it SMPL: Automatic estimation of 3D human pose and shape from a single image. In Computer Vision – ECCV 2016, Lecture Notes in Computer Science. Springer International Publishing, October 2016.
- [13] Pavlakos, G., Choutas, V., Ghorbani, N., Bolkart, T., Osman, A. A. A., Tzionas, D., & Black, M. J. (2019). Expressive body capture: 3D hands, face, and body from a single image. In Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (pp. 10975–10985).
- [14] Kocabas, M., Huang, C.-H. P., Hilliges, O., & Black, M. J. (2021). Pare: Part attention regressor for 3D human body estimation. In 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV) (pp. 11107–11117). doi: 10.1109/ICCV48922.2021.01094.
- [15] Kanazawa, A., Black, M. J., Jacobs, D. W., & Malik, J. (2018). End-to-end recovery of human shape and pose.
- [16] Li, Z., Liu, J., Zhang, Z., Xu, S., & Yan, Y. (2022). Cliff: Carrying location information in full frames into human pose and shape estimation. In S. Avidan, G. Brostow, M. Cissé, G. M. Farinella, & T. Hassner (Eds.), Computer Vision – ECCV 2022 (pp. 590–606). Cham: Springer Nature Switzerland. ISBN 978-3-031-20065-6.
- [17] Goel, S., Pavlakos, G., Rajasegaran, J., Kanazawa, A., & Malik, J. (2023). Humans in 4D: Reconstructing and tracking humans with transformers.
- [18] Zhang, H., Tian, Y., Zhou, X., Ouyang, W., Liu, Y., Wang, L., & Sun, Z. (2021). Pymaf: 3D human pose and shape regression with pyramidal mesh alignment feedback loop. In 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV) (pp. 11426–11436). doi: 10.1109/ICCV48922.2021.01125.
- [19] Zhang, H., Tian, Y., Zhang, Y., Li, M., An, L., Sun, Z., & Liu, Y. (2023). Pymaf-x: Towards well-aligned full-body model regression from monocular images. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 45(10), 12287–12303. doi: 10.1109/TPAMI.2023.3271691.
- [20] Rempe, D., Birdal, T., Hertzmann, A., Yang, J., Sridhar, S., & Guibas, L. J. (2021). Humor: 3D human motion model for robust pose estimation. In 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV) (pp. 11468–11479). doi: 10.1109/ICCV48922.2021.01129.
- [21] Cho, J., Youwang, K., & Oh, T.-H. (2022). Cross-attention of disentangled modalities for 3D human mesh recovery with transformers. In S. Avidan, G. Brostow, M. Cissé, G. M. Farinella, & T. Hassner (Eds.), Computer Vision – ECCV 2022 (pp. 342–359). Cham: Springer Nature Switzerland. ISBN 978-3-031-19769-7.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN EN LA DOCUMENTACIÓN OPERATIVA A LA NORMA ISO 9001:2015 PARA UNA INDUSTRIA METAL – MECÁNICA DEL ESTADO DE MORELOS

AUTOR 1.

JOSÉ LUIS DÍAZ VELARDE

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA ECONOMICA -
ADMINISTRATIVA (DACEA)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 2.

DAVID OCAMPO OCAMPO

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA ECONOMICA -
ADMINISTRATIVA (DACEA)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 3.

MIGUEL ÁNGEL RAMÍREZ GUERRERO

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA ECONOMICA -
ADMINISTRATIVA (DACEA)

NO. ORCID: S/N

KEYWORDS

QMS, Quality Manual, Implementation of the quality management system, Organization, Stakeholder, Customer, Supplier, Continuous improvement, Process, Requirement, Non-conformity, Risk, Documented information, Audit.

PALABRAS CLAVE

SGC, Manual de la calidad, Realización del sistema de gestión de la calidad, Organización, Parte interesada, Cliente, Proveedor, Mejora continua, Proceso, Requisito, No conformidad, Riesgo, Información documentada, Auditoría.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, focaliza su atención en la importancia que tiene la transición de la documentación operativa a la norma ISO 9001: 2015, en este caso dentro de una empresa de la industria del ramo metal – mecánica.

La norma internacional anteriormente citada, promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, se implementa y conlleva a la mejora en la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, basado a su vez en el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

En el caso específico de la empresa metal – mecánica, se identificó documentación operativa obsoleta y faltante, para cumplir con la información documentada mínima necesaria que requiere la norma.

ABSTRACT- This research work focuses attention on the importance of the transition of documentation operation to the ISO 9001-2015 standard, in this case within a company in the Metal – Industrial Mechanics industry in the state of Morelos.

The aforementioned international standard promotes the adoption of a process-based approach when developing, implementing and leading to improved effectiveness of a quality management system, based in turn on the PDCA continuous improvement cycle (Plan, Do, Check and Actual).

In the specific case of the Metal – Mechanical company, obsolete and missing operational documentation was identified, to comply with the minimum necessary documented information.

INTRODUCCIÓN

En una organización morelense con más de 35 años en el mercado, la empresa metal – mecánica ha estado manteniéndose a la vanguardia del mismo; para cumplir con la mejora continua se necesitó actualizar su Sistema de Gestión de Calidad (SGC) ya que se encontraba operando bajo la norma ISO 9001:2008 y ésta requirió ser actualizada a la nueva versión ISO 9001:2015. Para ello se revisó y analizó el manual de la calidad de la empresa, aunque ya no lo solicita la nueva norma, se corrigió al implementar los nuevos puntos que la norma requiere incluyendo el mantener y conservar la información documentada que está en la versión ISO 9001:2015.

Con el análisis, a través de un check list ISO 9001:2015, con base en el diagnóstico, se encontró que se requerían varios procesos a documentar como lo fueron: mapa de procesos, la matriz de riesgos y oportunidades, el índice de los procesos, guía general, la identificación de las partes interesadas, FODA, roles y responsabilidades, descriptivos de puestos, actualización del organigrama, check list del personal y se aplicó una Detección de Necesidades de Capacitación (DNC).

La norma ISO 9001:2015 se fundamenta en la razón de la existencia de una organización, al enfocarse en la capacidad de satisfacer las necesidades y superar las expectativas de los clientes, aumentando su satisfacción y optimizando el desempeño general de la empresa. La nueva norma contribuye a mejorar el pilar económico de la sostenibilidad, lo que a su vez permite que la organización disponga de la capacidad y de los medios para invertir en otras iniciativas competitivas. Además adopta el enfoque por procesos, que incorpora el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) de mejora continua e integra el pensamiento basado en el riesgo. Aporta numerosas oportunidades para la organización, tales como mejorar sus procesos, productos y servicios en línea con la orientación estratégica, el alcance de sus objetivos y, sobre todo, el enfoque a los clientes. De este modo, se reconoce el esfuerzo de la organización en asegurar la conformidad de sus productos y/o servicios, así como la satisfacción total de las partes interesadas.

Como referencia a continuación se muestra la portada de la norma mexicana NMX-CC-9001-IMNC: 2015 equivalente a ISO 9001:2015.

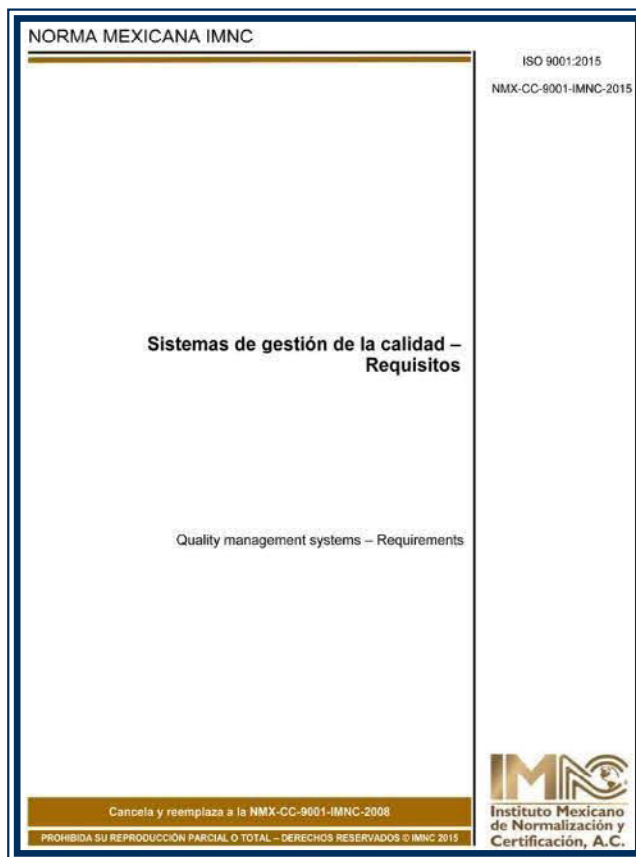


Fig. 1.1 Portada de la norma NMX-CC-9001-IMNC:2015 equivalente a ISO 9001:2015.

El objetivo principal de este trabajo fue revisar y analizar el manual de la calidad de la empresa (actualmente ya no requiere la norma), pero por decisión de la Alta Dirección se acordó continuar con dicho manual y; corregir e implementar los nuevos puntos que la norma requiere que estén en la versión ISO 9001:2015:

- Actualizando los documentos que se requerían para la transición de la norma.
- Realizando por medio de la matriz de riesgos el pensamiento basado en riesgos - oportunidades, que la norma requiere.
- Elaborando los procesos del Sistema de Gestión de Calidad con los que no contaba la organización.
- Incluyendo la información documentada que solicita la norma.

Algunos autores como:

Summers (2006) que:

Un proceso recibe entradas y realiza actividades de valor agregado sobre esas entradas para crear una salida (figura 1.2). Cualquier empresa, de las industrias de la manufactura o de servicios, tiene procesos clave que debe realizar perfectamente bien para atraer y retener a clientes a quienes pueda venderles sus productos o servicios (p.202).

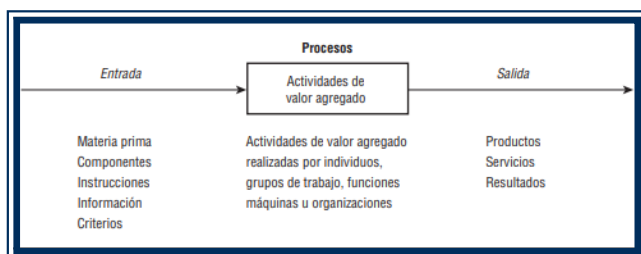


Fig. 1.2 Procesos.

Evans y Lindsay (2008) afirmaron que:

Durante algún tiempo han existido en la manufactura sistemas de aseguramiento de la calidad bien diseñados. La transición hacia una organización impulsada por los clientes ha causado cambios fundamentales en las prácticas de manufactura, cambios que son evidentes sobre todo en áreas como diseño de productos, administración de recursos humanos y relaciones con los proveedores. Por ejemplo, en las actividades de diseño de productos ahora se integran en forma estrecha operaciones de mercadotecnia, ingeniería y manufactura (p.52).

El sistema de gestión es "el conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos" (NMX-CC-IMNC-9000:2015, p. 18).

Cabe resaltar que cuando se habla de SGC hacemos referencia al Sistema de Gestión de Calidad.

El sistema de gestión de la calidad es "parte de un sistema de gestión relacionado con la calidad" (NMX-CC-IMNC-9000:2015, p. 19).

De acuerdo a isotools "..."un Sistema de Gestión de Calidad es, ante todo, el resultado de acciones conjuntas que una empresa u organización pone en marcha para la mejora de sus procesos. No es algo aislado o que se implemente desde el exterior; todo lo contrario, obedece a un modelo estratégico e integrado en todas sus etapas".

(En <https://www.isotools.org/2016/02/04/conceptos-basicos-para-entender-y-aplicar-sistemas-de-calidad/>).

Para aplicar un sistema de gestión de calidad se establecen principios, entre los cuales se encuentra el liderazgo, donde los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

Gutiérrez (2010) afirmó que:

Se entiende el liderazgo en una organización como la capacidad de conseguir resultados sostenibles a lo largo del tiempo, entonces los líderes deben definir la unidad de propósito y la orientación (rumbo) de la empresa de forma tal que posibilite su éxito, lo que cada día es más difícil en un entorno que cambia constantemente (p.63).

De acuerdo con la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (Delegación Victoria) "...la mejora continua es la parte de la gestión encargada de ajustar las actividades que desarrolla la organización para proporcionarles una mayor eficacia y/o una eficiencia" (www.cmicvictoria.org).

(En: <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/GU%C3%8DA-MEJORA-CONTINUA.pdf>).

Para la planificación del sistema de gestión de calidad es necesaria la consideración del enfoque basado en riesgos.

El riesgo es "efecto de la incertidumbre" (NMX-CC-IMNC-9000:2015, p. 24).

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Planteamiento del Problema

La empresa morelense registró el 29 de julio de 2015 la marca para sus productos fabricados ante el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial). Se encontraba operando con documentación obsoleta relacionada con la norma ISO 9001:2008, por lo que requería actualizarse, a través de una transición a la norma ISO 9001 versión 2015, para seguir con su mejora continua en sus procesos que se necesitaban en la etapa de documentación.

Para realizar la transición a la nueva norma ISO 9001:2015 que sustituyó al estándar de calidad por la versión 2008, se siguieron algunos pasos que permitieran dar cumplimiento a las nuevas cláusulas y requisitos que establece la norma.

Los principales pasos para realizar la transición a la norma ISO 9001:2015 fueron los siguientes:

Marco Referencial

Es un requisito nuevo contenido en la norma. Esta definición se constituye en la base del Sistema de Gestión de Calidad. La organización tuvo que evaluar todos los elementos que puedan tener alguna influencia en la eficacia del sistema. Se incorporan factores culturales, sociales, técnicos, tecnológicos, legales e incluso económicos, que impactan positiva o negativamente.

Identificar las partes interesadas

Como requisito previo a la implementación del Sistema. Se consideraron nuevas partes interesadas que antes no se determinaban como son: instituciones bancarias, socios, sindicatos, dependencias del gobierno municipales, estatales y federales, competidores, entre otros.

Alcance del Sistema

La eficiencia del sistema tiene una relación directa con la definición de los alcances del sistema. Por lo general, definir los alcances

internos resulta fácil e incluso hasta obvio. Los alcances de manera externa no son tan fáciles de definir, para ello, es preciso hacer seguimiento a la cadena de suministro, misma que puede llegar a ser extensa.

Liderazgo

Al realizar la transición a la norma ISO 9001:2015 se requirió un cambio en los requisitos de liderazgo, dependiendo del tipo de persona se aplicó el liderazgo autocrático o democrático. La versión de 2015, otorga mayores responsabilidades y un mayor protagonismo a los líderes del sistema responsables de los procesos.

El compromiso de la Alta Dirección de la empresa y de los líderes del sistema fue mayor, ya que se les asignaron labores de establecimiento de políticas, socialización del sistema y el diseño e implementación de programas de capacitación tendientes a inculcar el compromiso con la calidad y con el Sistema de Gestión.

Sincronizar los objetivos del Sistema con las estrategias de la organización

Se generó la compatibilidad entre los objetivos estratégicos y específicos de cada área para el Sistema de Gestión de la Calidad y las estrategias de la organización. La norma define la necesidad de crear planes que logren esta compatibilidad y la adecuada documentación de estos planes.

Incluyendo en la elaboración de los planes de negocios de la organización, la mención de los objetivos del Sistema de Gestión de la Calidad, sin perder de vista que, en el establecimiento de tales objetivos, se tenga en cuenta la estrategia comercial de la organización.

Evaluación de riesgos y oportunidades

Los riesgos y oportunidades se consideraron en todos los aspectos relativos al sistema, se documentaron y el registro generado formó parte del SGC.

Control de la información y la documentación

Los documentos y registros denominados como "*información documentada*" permitieron la adecuada y segura gestión de tales registros.

Como referencia, a continuación se muestra una tabla con toda la información documentada que exige la norma de manera obligatoria.

Información documentada	Capítulo de la norma
Documentos	
Alcance del Sistema de Gestión	4.3
Política de Calidad	5.2
Objetivos y planes de calidad	6.2
Registros	
Mantenimiento y Calibración	7.1.5.1
*Trazabilidad de las mediciones	7.1.5.2
Competencias	7.2
Revisión de requisitos del producto o servicio	8.2.3
Nuevos requisitos de productos o servicios	8.2.3
Datos de entrada del diseño y desarrollo	8.3.3
Controles en el diseño	8.3.4
Datos de salida del diseño y desarrollo	8.3.5
Cambios en el diseño y desarrollo	8.3.6
Evaluación de proveedores	8.4.1
Características del producto o servicio	8.5.1
Identificación y trazabilidad	8.5.2
Cambios en la propiedad del cliente	8.5.3
Cambios para la producción o la prestación del servicio	8.5.6
Liberación de productos o servicios	8.6
Control de salidas no conformes	8.7.2, 10.2.2
Seguimiento, medición, análisis y evaluación	9.1.1
Auditorías internas	9.2.2
Salidas de la revisión por la dirección	9.3
No conformidades y acciones correctivas	10.2.2

Tabla 1. Información documentada que requiere ISO 9001:2015.

*Trazabilidad de las mediciones.- Cuando no existan patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales, debe conservarse como información documentada la base utilizada para la calibración o la verificación.

Metodología (Control Operacional)

Para la consecución de la transición de una norma a otra se utilizaron, como metodología, el enfoque basado en procesos de ISO 9001 y el control operacional. En el caso del primero, de acuerdo con la versión ISO 9001:2015, pretende dejar de lado la gestión vertical e introducir

la gestión de carácter horizontal, con lo cual se consigue cruzar barreras entre distintas unidades funcionales y unificar sus enfoques hacia las principales metas de la organización.

Para el caso del control operacional, este requisito de mejorar los controles operacionales es un nuevo requerimiento de la norma ISO 9001. Se definieron mecanismos y criterios que garantizaran la eficacia de los procesos operativos necesarios para la producción de bienes y servicios, los registros, documentos y los recursos necesarios para lograr tal fin es un objetivo claro de la nueva norma.

Revisar el diseño y desarrollo

El control de cambios, las autorizaciones, las responsabilidades y las entradas y salidas del diseño y desarrollo, son requisitos que se consideran de manera específica.

Se realizaron cambios de especificaciones técnicas, en los que se precisó documentar ¿quién propuso el cambio?, ¿quiénes lo evaluaron?, ¿quiénes aprobaron tales cambios? y ¿quiénes fueron los encargados de implementarlos?

Proveedores externos

Esta nueva cláusula se centró en el "*control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente*". Se realizaron los requisitos que deben cumplir todos los productos y servicios que son suministrados por terceros (ajenos a la empresa) y, por supuesto, a los controles necesarios para la recepción de tales productos y/o servicios.

RESULTADOS

El resultado final al implementar un sistema de gestión de la calidad con la nueva norma ISO 9001:2015 en la empresa, fue favorable, obteniendo varios beneficios como lo son:

Un mejor control en los procesos internos y externos, en los expedientes del personal, en los proveedores, mayor participación de los colaboradores, cumplimiento en identificar y

cubrir los requisitos del cliente. Buscando la satisfacción a través de la mejora continua, todas las áreas de la organización funcionan de forma más eficiente.

Se ha mantenido el sistema de gestión de la calidad cumpliendo con los requisitos legales, reglamentarios, de la organización y del cliente.

CONCLUSIONES

En este proceso de transición de la norma se utilizó la referencia matriz de correlación de ISO 9001:2008 a ISO 9001:2015, llegando a la etapa de documentación durante un tiempo de 4 meses, considerando posteriormente las etapas de implantación y evaluación.

Como parte del mismo proceso, se continúa evaluando el desempeño y rendimiento del sistema. Como resultado de tales auditorías, depende la calificación de la eficiencia de los cambios y la seguridad de que los mismos se han llevado a cabo y, por ende se ha realizado con éxito la transición a la norma ISO 9001:2015.

Se cumplió con el objetivo principal, el cual estuvo enfocado en revisar y analizar el manual de la calidad de la empresa y corregir e implementar los nuevos puntos que la norma requiere que estén en la versión ISO 9001:2015.

- Actualizar los documentos que se requiera para la transición de la norma.
- Revisar por medio de la matriz de riesgos el pensamiento basado en riesgos que la norma requiere.
- Elaborar los procesos del Sistema de Gestión de Calidad con los que no contaba la organización, incluyendo la información documentada que solicita la norma.
- Se decidió continuar con el manual de calidad.

RECOMENDACIONES

Un sistema de gestión de calidad es una parte fundamental para toda empresa, ya que consiste en llevar a cabo actividades cíclicas que den como resultado la mejora continua de

una organización, lo que servirá para brindar servicios y productos de calidad a los clientes; también otorga confianza y satisfacción en las entregas. Como se mencionó, el sistema de gestión de calidad comprende todos los aspectos indispensables para el desarrollo oportuno de los procesos en una organización. Se recomienda que se fomente la mejora continua en todos los niveles de la organización.

REFERENCIAS

Evans, James R., y Lindsay William M. (2008). Administración y control de la calidad, México: Editorial Cengage Learning.

Gutiérrez, H. (2010). Calidad total y productividad. Álvaro Obregón, México: Editorial Mc Graw Hill.

Lima, A. (2016) ISO Tools. Obtenido de: <https://www.isotools.org/2016/02/04/conceptos-basicos-para-entender-y-aplicar-sistemas-de-calidad/>

NMX-CC-9001-IMNC-2015 (ISO 9001:2015) Requisitos. Sistemas de Gestión de la Calidad.

NMX-CC-9000-IMNC-2015 (ISO 9000:2015) Fundamentos y Vocabulario. Sistemas de Gestión de la Calidad.

Summers, Donna C. S. (2006). Administración de la calidad. México: Editorial Pearson Educación.

ICIC, Ciudad Victoria, Tamaulipas. Mejora Continua

Recuperado en noviembre 2014, de: <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/GU%C3%8DA-MEJORA-CONTINUA.pdf>

PROTOTIPO DE UN CARRO BOMBERO AUTOMÁTICO PARA SISTEMA DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN UN LUGAR DOMÉSTICO

AUTOR 1.

KENYA YUNUEN MORALES MORENO

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 2.

DIEGO ANTONIO NOPALTITLA VERDUZCO

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 3.

MAURICIO ARATH OLIVA DÍAZ

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 4.

GAEL PADILLA SALGADO

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 5.

SEBASTIÁN DE JESÚS PÉREZ VELÁZQUEZ

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 6.

JORGE SALVADOR VALDEZ MARTÍNEZ

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

KEYWORDS

Security, car, fire, automation

PALABRAS CLAVE

Seguridad, carro, incendio, automatización

RESUMEN

Este artículo aborda temas importantes sobre la seguridad doméstica y la prevención de incendios. Se busca brindar seguridad y tranquilidad al usuario para facilitar y hacer más seguras las tareas del hogar; se ha pensado en la implementación de este prototipo doméstico con el fin de apoyar en la prevención de accidentes, para ser exactos la detección de incendios. Sin embargo, debido a que un sistema de alarmas es costoso, muchas personas no tienen la oportunidad de acceder a uno de estos. Por esta situación, en este escrito se propone, tener una alternativa más con un enfoque innovador para un sistema de seguridad económico y accesible para el público en general.

El método de desarrollo incluyó la revisión de trabajos previos relacionados con dispositivos de seguridad contra incendios, así como la realización de bosquejos, diseño en software de dibujo asistido por computadora (SolidWorks), construcción de la estructura principal del prototipo con impresión 3D, programación de microcontroladores (Arduino) para controlar sensores y actuadores, y desarrollo de una aplicación móvil para el control remoto del prototipo.

Los resultados obtenidos mostraron la viabilidad y funcionalidad del prototipo, demostrando su capacidad para detectar incendios, alertar a los usuarios y actuar para contener el fuego de manera automatizada. Se destacó la importancia de utilizar materiales accesibles y económicos para hacer el producto más viable comercialmente. En conclusión, el trabajo logró desarrollar un prototipo efectivo para la prevención de incendios en el hogar, integrando tecnologías como

sensores, microcontroladores y una interfaz móvil para su control. Se recomienda seguir investigando y mejorando el prototipo para su eventual comercialización.

ABSTRACT- This article addresses important topics regarding home security and fire prevention. The aim is to provide security and peace of mind to the user, making household tasks easier and safer. The implementation of this domestic prototype is intended to support accident prevention, specifically fire detection. However, due to the costliness of alarm systems, many people do not have the opportunity to access one. Therefore, this article proposes an alternative with an innovative approach for an economical and accessible security system for the general public.

The development method included reviewing previous work related to fire safety devices, creating sketches, computer-aided design using SolidWorks software, constructing the prototype's main structure with 3D printing, programming microcontrollers (Arduino) to control sensors and actuators, and developing a mobile application for remote control of the prototype.

The results demonstrated the viability and functionality of the prototype, showing its ability to detect fires, alert users, and automatically contain the fire. The importance of using accessible and cost-effective materials to make the product commercially viable was emphasized. In conclusion, the work successfully developed an effective prototype for home fire prevention, integrating technologies such as sensors, microcontrollers, and a mobile interface for control. Further research and improvement of the prototype for eventual commercialization are recommended.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad y con la expansión de las industrias y las centrales energéticas, los riesgos generados en un incendio han crecido exponencialmente esto debido a que tanto el tamaño de las estructuras como la forma en la que se debe hacer frente a estos fenómenos

han cambiado con el tiempo. Cada vez es más evidente que los humanos han causado la mayor parte del calentamiento global, mediante la emisión de gases que retienen el calor para potenciar la vida moderna, lo que ha ocasionado en los últimos años unas altas temperaturas en el país; siendo este uno de los mayores detonantes en los incendios. Esto se ha convertido en problemas constantes tanto para los afectados como para el cuerpo de bomberos que son los involucrados directos para la extinción o mitigación del fuego (*Lilian & Santos, 2023*). Es importante dirigirnos al caso del Área Metropolitana donde el crecimiento de la población, del parque automotor, del sector industrial y el aumento en la demanda de servicios de socorro, todo esto ha concurrido para que cuerpos de bomberos no solo se limiten a realizar sus funciones si no que sirvan de soporte atendiendo víctimas en accidentes de tránsito y ambientales; peligros como la radiación generada por centrales nucleares, el transporte de combustibles, incendios en áreas forestales ubicadas en terreno inestable o inaccesible, trae como consecuencia que los bomberos deban estar expuestos con frecuencia a dichos fenómenos y en la mayoría de situaciones está latente el riesgo de perder la vida (*Martínez, 2022*). Según un informe de la NFPA destaca que los datos se agregan a partir de un promedio de 346 800 incendios en estructuras residenciales informados cada año. Durante ese tiempo, los incendios domésticos representaron el 26% de todos los incendios informados, lo que significa que más de 1 de cada 4 incendios ocurren en el hogar de alguien. Considerando que representan una cuarta parte de todos los incendios informados, también representan el 75 % de las muertes de civiles y el 72 % de las lesiones civiles relacionadas con incendios, lo que ilustra cuán crítico es estar al tanto de los riesgos de incendio en su hogar y tomar medidas para mitigarlos. Cualquier peligro de incendio son riesgos potenciales (*Horn y Karter, 1980*).

En este contexto, se propone el desarrollo de un prototipo innovador que permita el monitoreo de una casa con el fin de prevenir incendios, brindando a sus usuarios mayor seguridad y comodidad. La idea surgió tras una investigación en la web y encontrar que no había nada con exactitud, además de atender las necesidades de la comunidad.

La justificación de este prototipo reside en el impacto que tendrá en diversas áreas, como el aspecto económico, está pensado para ser económico y al mismo tiempo accesible. En el campo tecnológico aporta una nueva estrategia para evitar accidentes domésticos siendo práctico y efectivo. Por otro lado, será de mucha utilidad para toda la población que tenga familia o incluso que viva solo, ya que no tendrán que estar de forma presencial todo el tiempo en su casa por cualquier incentivo de incendio, ya que el prototipo se encarga de eso, haciendo que el usuario sea más productivo en sus acciones fuera de casa y esté tranquilo al contar con un monitoreo confiable.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Una vez analizados los datos estadísticos que se presentaron en la introducción, es posible realizar un proyecto específicamente en esta área y así atender a las necesidades de la comunidad, que sería de gran relevancia para las personas que pudieran contar con un sistema de seguridad, que tengan la confianza y seguridad de salir tranquilos de casa, para que puedan realizar sus actividades cotidianas con normalidad.

El primer trabajo consultado fue el de (Plaza, 2022) con título **"Dispositivo móvil para el traslado de mangueras"**, cuya finalidad es, establecer el desarrollo del dispositivo móvil para el traslado de mangueras, cómo mejorar la eficiencia y facilidad de uso en la lucha contra incendios. Utilizar herramientas de diseño, como prototipos en 3D o dibujos esquemáticos, para visualizar las propuestas y evaluar su viabilidad. Realizar pruebas exhaustivas para verificar su funcionamiento, resistencia y adaptabilidad a diferentes entornos y situaciones. Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo para recopilar información sobre el rendimiento y la satisfacción de los usuarios con el dispositivo móvil. Utilizar la retroalimentación recibida para realizar mejoras continuas en el diseño y funcionalidad del dispositivo móvil.

Se realizaron pruebas, y se observó que el dispositivo trabaja como se planeaba haciendo que la tarea a realizar sea práctica para la persona. Los resultados permitieron concluir

que el dispositivo está materializado mediante la unión de una estructura a modo de carro diseñada para transportar al menos una devanadera porta-mangueras de incendio que permita su recogida y despliegue de manera ágil y sencilla, aun cuando éstas tengan distinto diámetro (Plaza, 2022). En la figura 1, se observa la patente desarrollada.

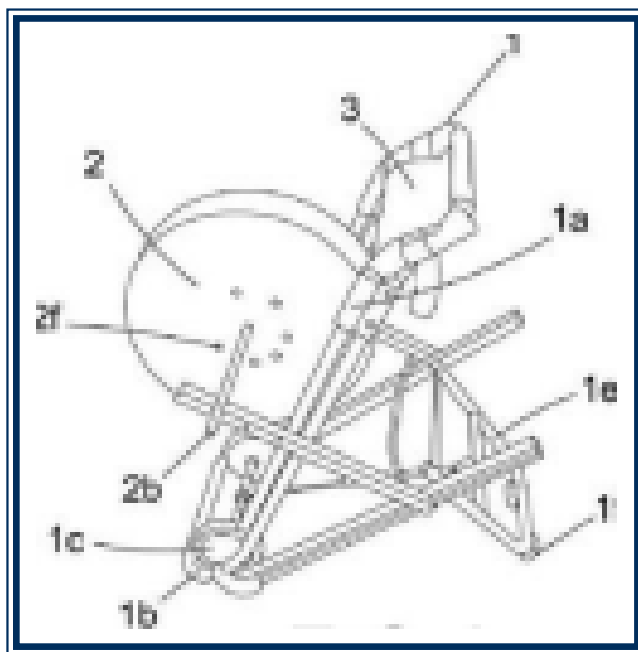


Figura 1. Dispositivo desarrollado de (PLAZA, 2022).

El segundo trabajo consultado fue el de (González, 2020) con título **"Carro transportador de extintores y equipo para extinguir incendios en minas"**, cuyo objetivo fue crear un aparato cuya transportación sea fácil y práctico, donde estará equipado con herramientas y con botiquín de primeros auxilios entre otros. Este trabajo utilizó como metodología establecer claramente los objetivos, como el aparato del modelo que servirá para poder extinguir incendios y transportar elementos de rescate y primeros auxilios y hacerlos llegar dentro de los túneles de las minas, con el objeto de llegar directamente al lugar de los incidentes y atacar de raíz el problema presentado auxiliando con ello al personal minero. A grandes rasgos el presente modelo de utilidad consiste en un carro transportador que en su capacidad soporta todo lo necesario para extinguir incendios de gran magnitud y equipo de rescate de primeros auxilios. El carro transportador permite tener acceso inmediato a los exteriores y equipos de extinción de incendios, lo que agiliza la respuesta ante la emergencia.

Los resultados permitieron concluir que un carro transportador de extintores y equipo para extinguir incendios en minas, es de vital importancia para garantizar la seguridad de las operaciones mineras y la protección de las vidas de los trabajadores. En la figura 2, se observa la patente desarrollada.

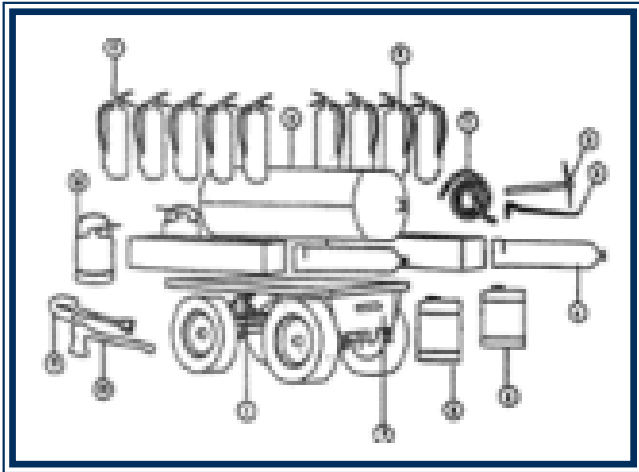


Figura 2. Diseño de (GONZÁLEZ, 2020).

Otro trabajo relevante es el de (Palma, 2011), el cual se trata de un carro antifuego, cuyo objetivo fue apagar fuegos en zonas de extremo peligro para los bomberos. Es un carro plegable, que lleva un paragolpes, el cual es importante para que el carro no quede atrapado y pueda desplazarse sin problema hasta el fuego. Considera elementos como el tamaño, la capacidad de carga, la movilidad, los sistemas de detección de incendios, los sistemas de supresión automática y los sistemas de navegación y control. Integrar sistemas de detección de incendios, como detectores de humo, calor o llamas, al carro anti-fuego automatizado. Incorpora sistemas de navegación y control para permitir que el carro automatizado se desplace de manera autónoma y segura hacia el lugar del incendio. Utiliza tecnologías como sensores, algoritmos de navegación y sistemas de comunicación para asegurar la efectividad del carro en su desplazamiento.

Los resultados permitieron concluir que un carro anti-fuego brinda la capacidad de combatir incendios de manera rápida y efectiva, lo que ayuda a proteger tanto a las personas presentes en el lugar como a las propiedades circundantes. Se reduce el riesgo de que un incendio se salga de control y cause pérdidas significativas. En la figura 3 se observa el prototipo desarrollado por (Palma, 2011).

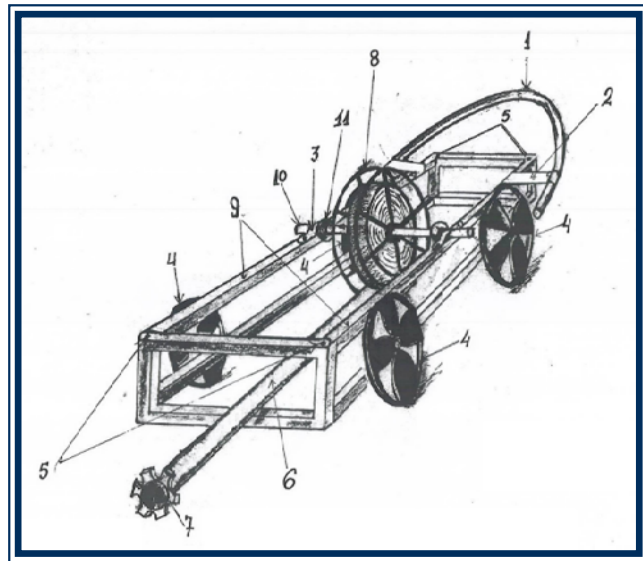


Figura 3. Diseño de (PALMA, 2011).

La revisión del estado de arte muestra que existen desarrollos tecnológicos relacionados con el desarrollo de carros bomberos para la prevención de incendios. En (Plaza, 2022) no se mencionan evaluaciones específicas de la resistencia y adaptabilidad del dispositivo a diferentes entornos y situaciones, lo que podría afectar su funcionalidad en escenarios reales. En (González, 2020) no se proporcionan detalles sobre pruebas específicas realizadas para verificar la efectividad del carro en situaciones de emergencia en minas. Mientras que en (Palma, 2011), aunque se menciona la integración de sistemas de detección de incendios y navegación, no se proporciona información detallada sobre cómo estos sistemas funcionan en conjunto para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante incendios.

Estas limitaciones y deficiencias sugieren la necesidad de abordar aspectos específicos, como pruebas exhaustivas en diferentes condiciones, implementación de retroalimentación estructurada para mejoras continuas, evaluación detallada de la efectividad en situaciones reales y consideración de medidas adicionales de seguridad en el diseño y funcionamiento de estos dispositivos. Sin embargo, la información obtenida de estos productos comparables ha sido de gran utilidad para diseñar el prototipo. Al estudiar sus características, funcionalidades y enfoques tecnológicos, se han identificado los elementos más relevantes para lograr un producto funcional.

DESARROLLO

Tomando en cuenta que ninguna casa está exenta de que ocurra un incendio, es imprescindible contar con un producto o sistema de seguridad. De esta manera, los daños causados a la propiedad pueden ser menores o incluso prevenir desastres que pueden causar la muerte de alguien. Es por ello que surge este proyecto con el propósito de diseñar un producto que pueda contrarrestar estos eventos, para dar seguridad a los miembros de la familia. Con el objetivo principal de detectar incendios, capaz de identificar y avisar a tiempo en caso de algún desperfecto o accidente en el área, que actúe mediante sus sensores y al mismo tiempo pueda contener el incendio.

Para el desarrollo de este prototipo, se realizó una serie de bosquejos por cada integrante del equipo, donde se presentó la iniciativa de crear un prototipo como un vehículo, "Carro bombero" a escala, esto quiere decir, que las dimensiones son menores, bajo la premisa que se busca la practicidad en un lugar doméstico.

De lo cual, se derivó al diseño que se realizó mediante el software de dibujo asistido por computadora SolidWorks (SolidWorks, 2023). En la figura 4, se puede observar el diseño realizado para la parte estructural.

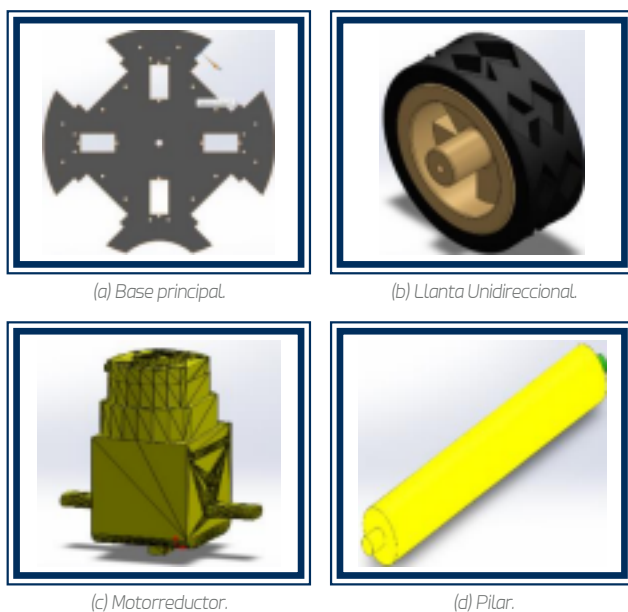


Figura 4. Piezas realizadas en SolidWoks para el prototipo "Carro bombero".

En la figura 5, se observa el diseño realizado para los sensores utilizados, módulos de comunicación y potencia.

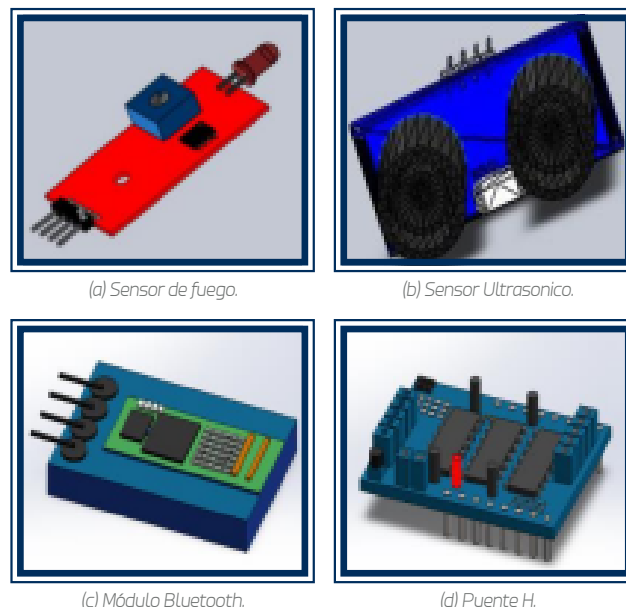


Figura 5. Piezas realizadas en SolidWoks para el prototipo "Carro bombero".

En tanto que en la figura 6, se observa a los elementos adicionales empleados para la construcción de este prototipo

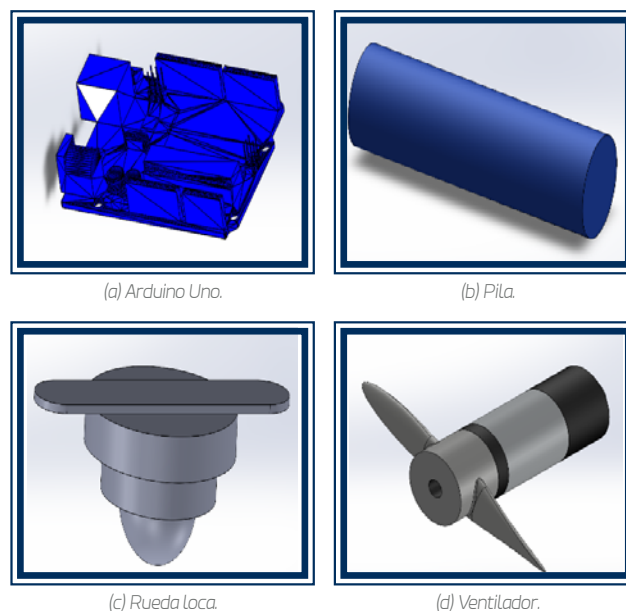


Figura 6. Piezas adicionales diseñadas para el prototipo "Carro Bombero Automático".

Una vez diseñadas las piezas, se procedió a construir la estructura principal del prototipo; el material principal de este artefacto fue el "PLA", pues con él se creó la "base principal" del carro bombero, que fue creada en una impresora 3D y mandado a imprimir 3 veces. (Ver figura 8). El

diseño fue hecho así para una buena distribución de los componentes de cada uno que solo se consiguió una sola vez, ya que lo demás, eran componentes que se podían adquirir de manera física en tiendas de electrónica, Arduino Uno, baterías, Puente H, etc.

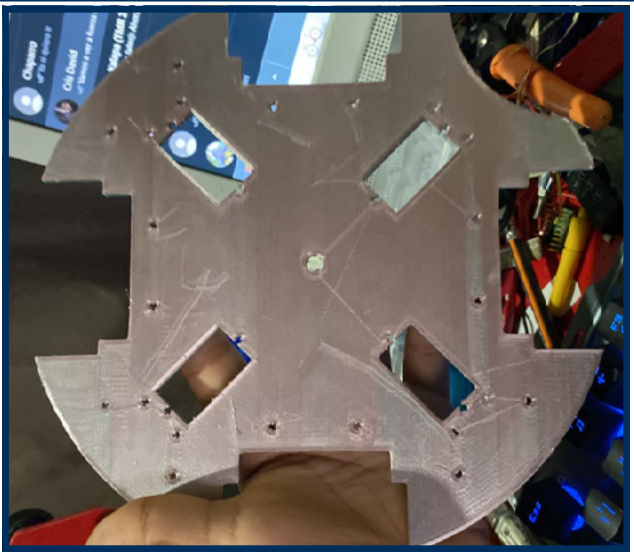


Figura 7. Impresión de base principal

Para lograr la automatización del prototipo, se utilizó un micro controlador (Arduino, 2023), el cual a través de su programación permite el control de los relevadores, que permiten accionar a las bombas para activarlas cada vez que se requiera dispensar una bebida. A su vez, el dispositivo digital, realiza el control del servomotor que se encarga del giro de las bebidas. El diagrama de flujo del programa desarrollado para controlar los actuadores, se muestra en la figura 8.

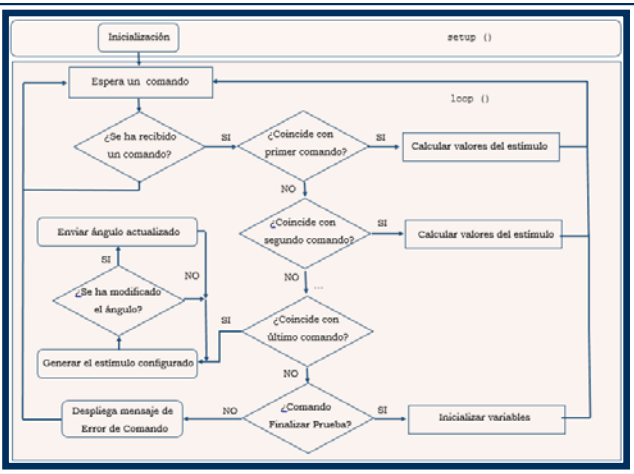


Figura 8. Diagrama de flujo de programación desarrollada.

Se realiza la declaración de variables, así como la configuración de la comunicación hacia el módulo de Bluetooth, que se encargará de recibir la información proveniente de la aplicación desarrollada para el teléfono inteligente. La cual, hace que se activen los actuadores (las bombas), que tienen la finalidad de encenderse de acuerdo al caso de bebida que corresponda o lo que indica la información recibida. También tiene la opción para detener totalmente al dispositivo y operar de forma manual como también el giro de los vasos. De igual forma tiene una sección de programación para la preparación de las bebidas, la cual se repite dependiendo de la cantidad de bebidas que se piensa dispensar.

Al mismo tiempo de desarrollar la programación, se procedió a crear el circuito electrónico que permite la manipulación de los actuadores. Para ello inicialmente se hizo en un software de simulación circuito base, que se muestra en la figura 9. En ella se observa el micro controlador que fue utilizado, así como algunos elementos adicionales (como botones), esto fue para corroborar el funcionamiento del programa.

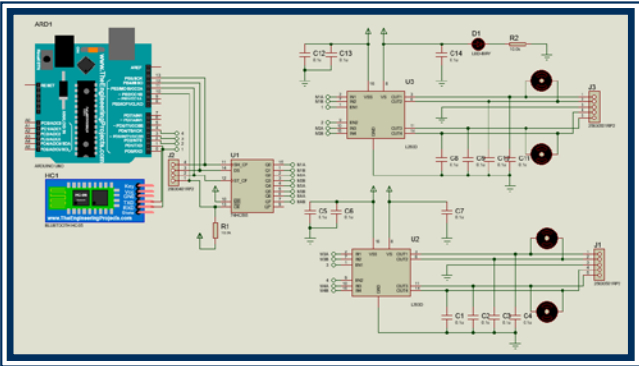
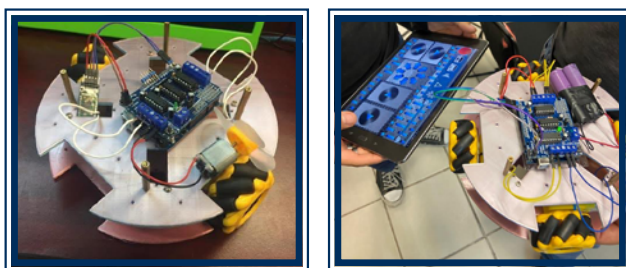


Figura 9. Simulación del circuito eléctrico.

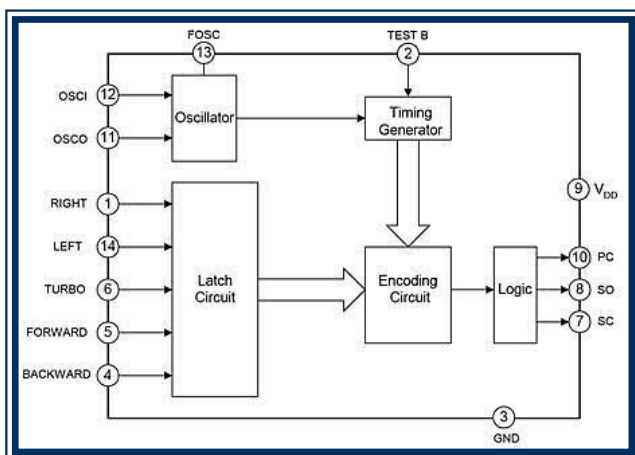
Una vez verificada la programación, se empezó a implementar el circuito electrónico en forma física. Este circuito consta de 2 secciones. La sección 1 es en donde se encuentra el micro controlador, el cual envía las señales de encendido de las bombas de agua a través de la activación de los relevadores. En la sección 2 se encuentra la alimentación y el módulo de Bluetooth. Una vez corroborado el funcionamiento parcial de cada parte realizada, se procedió a armar el prototipo (Ver figura 10).



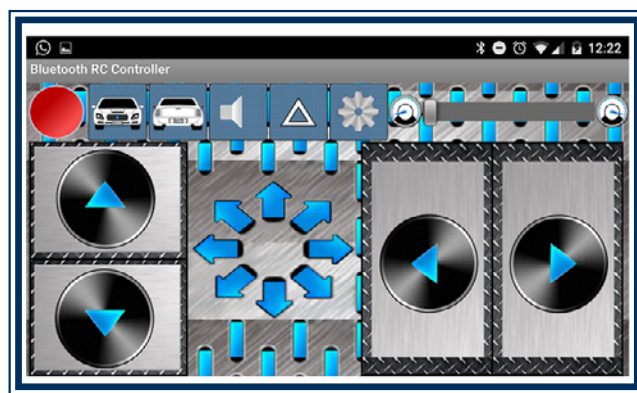
(a) Sección 1.
(b) Sección 2.
Figura 10. Circuito eléctrico implementado.

Para la operación remota, se necesita enlazar el teléfono por medio del Bluetooth entre el sistema electrónico y el teléfono inteligente, para poder enviar las señales hacia el micro controlador y así establecer las conexiones. De tal manera, se elaboró un programa en App Inventor (MIT App Inventor, 2022), en la cual, su función es hacer que el dispositivo envíe una serie de comandos, con la finalidad, de que las señales recibidas, sean realizadas por el micro controlador.

En la figura 11 se puede observar, el diagrama de flujo de la programación desarrollada y la pantalla principal de la aplicación. La pantalla principal cuenta con 12 botones que se dividen en 3 secciones; en la primera sección se encuentran los botones que se encargan de conectar o desconectar el módulo de comunicación; en la segunda sección se encarga de mostrar las opciones del control de dirección de movimiento de los motores con las que cuenta el prototipo; en la tercera sección es para acciones extras que tiene de un rc convencional; y en la cuarta sección, se observará la velocidad variable que tendrá.



(a) Diagrama de flujo de la aplicación.



(b) Pantalla principal de la aplicación.
Figura 11. Programación desarrollada.

RESULTADOS

Al término de la realización de este prototipo, se logró recrear una herramienta automatizada que se utiliza para apagar velas. Estas máquinas utilizan tecnología avanzada para detectar obstáculos y esquivarlos según las preferencias de los usuarios.

La problemática de partida, fueron los costos demasiado elevados de los componentes, así como la complejidad en su uso y mantenimiento. Pese a lo anterior se logró el objetivo, a través del diseño de una máquina que permita aportar al campo de la comercialización un artefacto con el cual se puedan apagar el fuego; puesto que se emplearon materiales de fácil acceso para las personas, como lo son: sensores ultrasónicos, microcontroladores de bajo costo, moto reductores, entre otros.

Todos los anteriores, al ser materiales de uso académico, pueden conseguirse fácilmente. Sin embargo, es importante mencionar que, si se quisiera fabricar el producto para ser comercializado, se tendrían que sustituir algunos productos por otros de mayor calidad y durabilidad, situación que incrementaría el costo, pero que, aun así, permitiría seguir contando con un producto accesible. En la figura 12 se puede observar el prototipo completamente armado.

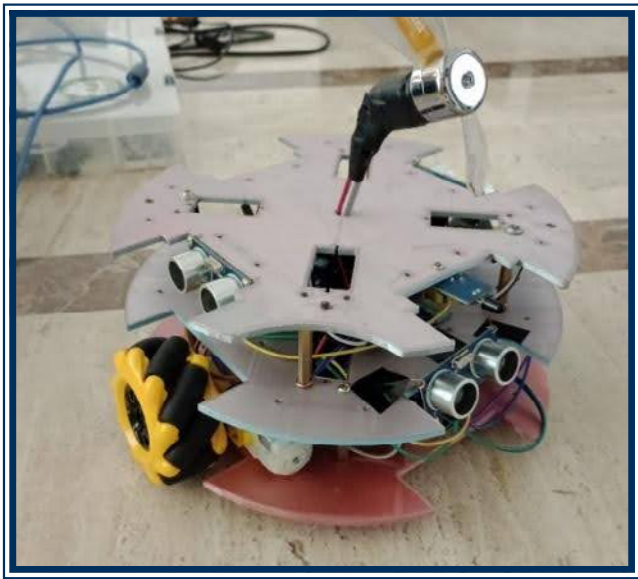
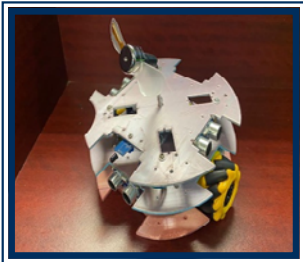
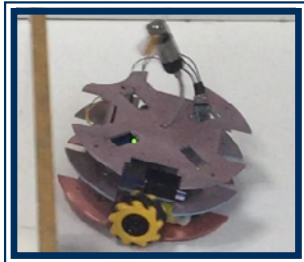


Figura 13. Prototipo armado.

Resulta importante hacer notar que, además de haberse cumplido con las funciones planteadas desde el inicio: producto automatizado en su totalidad, movilidad del mismo, diseño atractivo y amigable, así como una interfaz funcional y simple que hiciera juego con la carcasa del prototipo; también se completó la visión que el equipo de trabajo tenía sobre el producto; por lo tanto, el resultado final es completamente satisfactorio.



(a) Presentación final.



(b) Demostración realizada.



(c) Desarrolladores de prototipo.

Figura 13. Presentación y demostración de funcionamiento del prototipo.

En la figura 13 se muestra la presentación final del prototipo, así como una foto de demostración realizada.

CONCLUSIONES

De la información proporcionada, se pueden extraer varias conclusiones sobre el desarrollo del prototipo para diseñar un producto que contrarreste los incendios domésticos. Aquí están algunas de las conclusiones que se pueden obtener:

1. Se realizó una investigación exhaustiva sobre la problemática de los incendios domésticos, identificando las causas más comunes y la necesidad de contar con sistemas de seguridad eficientes para prevenir daños y salvar vidas.
2. Se planteó la idea de desarrollar un prototipo de carro bombero a escala para uso doméstico, con el objetivo de detectar incendios, alertar a los usuarios y contener el fuego mientras se notifica a las autoridades correspondientes.
3. Se detalló el proceso de desarrollo del prototipo, incluyendo el diseño de las piezas en CAD, la simulación del ensamblaje, la construcción de la estructura principal y la programación tanto manual como autónoma para el control del vehículo.
4. Se realizó una simulación del circuito electrónico base utilizando el software ISIS de Proteus, lo que indica un enfoque en la verificación y validación del diseño antes de la implementación física.
5. Se describió la implementación de la programación tanto para el control manual a través de una aplicación móvil como para el control autónomo basado en sensores ultrasónicos y de fuego.
6. Se mostraron imágenes del armado final del prototipo y se mencionan las pruebas realizadas para verificar el funcionamiento de los componentes, destacando la importancia de las pruebas iniciales y finales para garantizar la eficacia del diseño.

Se hace la sugerencia de continuar con el desarrollo del prototipo para mejorar la eficiencia y funcionalidad, por ejemplo, la implementación de una IA, integración de otros sensores, o el cambio de motores para mayor velocidad. Se recomienda continuar con pruebas más complejas, como el cambio de superficie o a la adaptación de distintos lugares para poder evaluar el rendimiento y la resistencia del prototipo. También llevarlo al siguiente nivel, poder patentarlo, comercializar y distribuir para que logre el objetivo principal, estar al alcance de todos de una manera fácil y económica. Finalmente; se sugiere dar campañas de divulgación para dar a conocer la existencia de este tipo de tecnología y promover su uso en la sociedad.

RECOMENDACIONES

Se sugiere continuar con el desarrollo del prototipo, para mejorar la eficiencia y funcionalidad, por ejemplo: la implementación de una IA, integración de otros sensores, o el cambio de motores para mayor velocidad. Se recomienda continuar con pruebas más complejas, como el cambio de superficie o a la adaptación de distintos lugares para poder evaluar el rendimiento y la resistencia del prototipo. También llevarlo al siguiente nivel, poder patentarlo, comercializar y distribuir para que logre el objetivo principal, estar al alcance de todos de una manera fácil y económica. Finalmente; se podrían llevar a cabo campañas de divulgación, para dar a conocer la existencia del trabajo realizado con el tipo de tecnología que cuenta para promover su uso en la actualidad.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, así como al cuerpo académico de "Mantenimiento y Mecatronica" con clave UTEZEM-CA-8, y a sus integrantes Iván Alcalá Barojas y Alberto Miguel Beltrán Escobar, por su valioso apoyo y guía para la conclusión de este grandioso proyecto.

REFERENCIAS

- Lilian, I., & Santos, C. Seguridad ciudadana un derecho humano. Corteidh.or.cr. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r26029.pdf>
- Martinez, C. (2022, septiembre 15). ¿Qué causa los incendios domésticos? - Linea de fuego. Mantenimiento de extintores. <https://mantenimientodeextintores.mx/tips/que-causa-los-incendios-domesticos-linea-de-fuego/>
- Horn S. & Karter M. Víctimas de incendio. Repositorio de la Unidad Nacional para la gestión del Riesgo de Desastres. Colombia, 1980. Obtenido de <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19055/2463.pdf?sequence=1&isAllowed=y>:
- Plaza, F. Dispositivo móvil para el traslado de mangueras. Patente España ES1295650U. Oficina Española de Patentes y Marcas. Fecha de publicación de la solicitud: 24.11.2022
- González, G. Carro transportador de extintores y equipo para extinguir incendios en minas. Patente WIPO WO2020197374. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). Fecha de publicación de la solicitud: 01.10.2020
- Palma, F. Carro antifuego. Patente España ES1078154U. Oficina Española de Patentes y Marcas. Fecha de publicación de la solicitud: 13.06.2011
- SolidWorks. Software de diseño Asistido por Computadora. Obtenido de la página de internet de SolidWorks. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.solidworks.com/>
- Arduino. Información de la placa de desarrollo de código abierto Arduino. Obtenido de la página de internet de Arduino. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.arduino.cc/en/software>
- MIT App Inventor. (2022). MIT App Inventor. Recuperado el Junio de 2023, de Página de internet de MIT App Inventor: <https://appinventor.mit.edu>

CHARRO NEGRO PROTOTIPO DE ROBOT LIMPIADOR DE PLAYAS CON VISIÓN DE RASPBERRY

AUTOR 1.

CARLOS EMMANUEL CUENCA ARAUJO
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 2.

MOISES DAVID AYALA ARANDA
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 3.

FERNANDO MIGUEL LEANA LUCIANO
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 4.

SILVESTRE ARTURO COUTIÑO RUIZ
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 5.

JOSÉ ÁNGEL OCAMPO GALVÁN
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 6.

JORGE SALVADOR VALDEZ MARTÍNEZ
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

KEYWORDS

Robotics, environment, artificial intelligence, vision.

PALABRAS CLAVE

Robótica, medio ambiente, inteligencia artificial, visión.

RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo de robot automático limpiador de latas en playas utilizando tecnología de visión basada en Raspberry Pi. El objetivo principal es abordar la contaminación costera al recolectar eficientemente latas de aluminio y otros desechos en áreas de playa. El robot estará equipado con una cámara de alta resolución y software de procesamiento de imágenes para detectar latas en el entorno.

Utilizando algoritmos de visión por computadora, el robot identificará y rastreará las latas, permitiendo un movimiento autónomo y una recogida precisa. Un mecanismo de recolección especializado será capaz de recoger y almacenar las latas de manera efectiva. El robot incorporará sensores de proximidad infrarrojos para la detección de obstáculos y evitará terrenos accidentados. A través de una interfaz de usuario intuitiva, los operadores podrán monitorear y controlar las operaciones del robot. El proyecto busca no solo contribuir a la limpieza de playas, sino también promover la concienciación ambiental y la adopción de prácticas sostenibles.

El resultado es un prototipo funcional que demuestra la viabilidad de un robot automático limpiador de latas en playas, utilizando la tecnología de visión del Raspberry Pi. Este prototipo se enfoca en localizar y encontrar latas de aluminio, ya que la misma tecnología y enfoque podrían aplicarse para abordar otros tipos de desechos en diferentes entornos. La combinación de este robot autónomo y visión asistida promete contribuir significativamente a la conservación del medio ambiente y la limpieza de playas en áreas costeras.

ABSTRACT- The project involves developing a prototype of an automatic can cleaning robot on beaches using Raspberry Pi-based vision technology. The main objective is to address coastal pollution by efficiently collecting aluminum cans and other waste in beach areas. The robot will be equipped with a high-resolution camera and image processing software to detect cans in the environment.

Using computer vision algorithms, the robot will identify and track the cans, allowing for autonomous movement and precise collection. A specialized collection mechanism will be able to effectively pick up and store the cans. The robot will incorporate infrared proximity sensors for obstacle detection and will avoid rough terrain. Through an intuitive user interface, operators will be able to monitor and control the robot's operations. The project aims not only to contribute to beach cleaning but also to promote environmental awareness and the adoption of sustainable practices.

The result is a functional prototype demonstrating the feasibility of an automatic can cleaning robot on beaches using Raspberry Pi vision technology. This prototype focuses on locating and finding aluminum cans, as the same technology and approach could be applied to address other types of waste in different environments. The combination of this autonomous robot and vision assistance promises to significantly contribute to environmental conservation and beach cleaning in coastal areas.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los espacios costeros y playas debido a la acumulación de desechos, especialmente latas de aluminio y otros residuos, representa un problema ambiental creciente en todo el mundo. La presencia de estos desechos no solo afecta negativamente la belleza natural de las áreas costeras, sino que también resulta ser una amenaza para la vida marina y la biodiversidad. En respuesta a esta problemática, la tecnología robótica y la visión actual, emergen como herramientas prometedoras para abordar este desafío (Soto, 2020).

El objetivo general presentado en este manuscrito, es la de mostrar el diseño y desarrollo de un prototipo de robot automático limpiador de latas en playas, en donde se usó el sistema de cómputo embebido Raspberry con bibliotecas de visión. Esta implementación es capaz de detectar, recolectar y retirar eficazmente latas de aluminio y otros desechos en áreas costeras mediante la identificación de las latas realizada por el sistema de computo. El propósito central es contribuir a la conservación del medio ambiente marino y promover la limpieza de playas, reduciendo la contaminación y sensibilizando a la sociedad sobre la importancia de mantener nuestros ecosistemas costeros saludables y libres de residuos.

A medida que la gravedad de la contaminación en las playas vaya creciendo, la conciencia de actuar a favor, será más grande por parte de la ciudadanía y los turistas, sobre la importancia de la conservación del medio ambiente y la preservación de los ecosistemas marinos siga creciendo. La tecnología de la robótica y visión actual se presentan como un enfoque prometedor para combatir la contaminación en las playas. Este proyecto busca demostrar que la combinación de estas tecnologías puede no solo mejorar la limpieza de las áreas costeras, sino también sentar las bases para futuras soluciones ecológicas en la gestión de residuos y la protección de los ecosistemas marinos. En este escrito, se presentará el diseño, desarrollo y funcionamiento del prototipo de robot limpiador de latas, así como los resultados obtenidos y las posibles aplicaciones y extensiones de este enfoque tecnológico (Greenpeace, 2005).

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Las playas y áreas costeras son ecosistemas valiosos que brindan recreación a los hábitats naturales que contribuyen a la salud ambiental global. Sin embargo, en muchas partes del mundo, estos espacios enfrentan una creciente amenaza por la contaminación de desechos, especialmente por latas de aluminio y otros materiales. La acumulación de estos aluminios no solo da un aspecto repugnante a la vista de los paisajes naturales, sino que también tiene un impacto negativo en la vida marina, la

biodiversidad y la calidad del agua. A medida que la industria del consumo siga creciendo y no exista una cultura de conciencia ambiental, el problema de la contaminación por latas en playas se agrava, por lo tanto, requerimos una solución efectiva y sostenible (Greenpeace, 2005).

Actualmente, la limpieza de las playas es costosa, porque lleva tiempo y se necesitan recursos económicos, además de la mano de obra. Sin embargo, las playas son extensas y de difícil acceso a algunos lugares, tomando en cuenta que, la recolección manual sea aún más desafiante. Por lo tanto, existe una necesidad apremiante para desarrollar métodos innovadores y automatizados para abordar este problema (Puntual, 2021).

La contaminación de los ecosistemas costeros y marinos por desechos plásticos y metálicos, como las latas de aluminio, son un problema global ampliamente reconocido. La presencia de estos desechos no solo afecta negativamente la estética de las playas y áreas costeras, sino que también tiene un impacto devastador en la vida marina, la cadena alimentaria y la salud de los ecosistemas. En respuesta a esta problemática, la tecnología de robótica y visión computacional han sido consideradas como una solución innovadora para la limpieza y preservación de las playas. Además, la Raspberry Pi, una plataforma de computación a bajo costo y ampliamente accesible, ha demostrado su potencial en aplicaciones de visión y automatización (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Los avances en robótica y visión han llevado al desarrollo de sistemas autónomos capaces de detectar, identificar y recoger objetos específicos en entornos diversos. Proyectos similares han abordado la limpieza de playas y áreas costeras mediante robots automatizados que utilizan sensores y sistemas de visión para identificar y recoger desechos. Estos enfoques han demostrado la viabilidad de la tecnología en la detección y manipulación de objetos en ambientes desafiantes. La tecnología Raspberry Pi ha sido ampliamente utilizada en aplicaciones de visión computacional debido a su bajo costo y flexibilidad. Los proyectos que involucran la detección y clasificación de objetos, como latas de aluminio, han utilizado la Raspberry Pi para

procesar imágenes y aplicar algoritmos de reconocimiento de patrones (Bradski & Kaehler, 2008).

En el contexto de la robótica y la automatización, la navegación autónoma es un aspecto crítico. Los sistemas de navegación basados en sensores como cámaras, sensores ultrasónicos y láser, entre otros, han sido utilizados para permitir que los robots eviten obstáculos y se muevan de manera segura en entornos no estructurados. Sin embargo, a pesar de estos avances, aún existen desafíos técnicos y operativos en la creación de un prototipo de robot automático limpiador de latas en playas. Estos desafíos incluyen la precisión de detección en entornos cambiantes, la eficiencia en la recolección de objetos y la navegación efectiva en terrenos irregulares y a menudo desafiantes (Thrun, Nüchter, Surmann, & Hertzberg, 2003).

Para el trabajo que se va a desarrollar, se consultaron desarrollos tecnológicos afines al trabajo que se va a desarrollar en este reporte.

El primer trabajo consultado fue el mostrado en (Cros Digital, 2013) cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento de un robot recogedor de basura en la limpieza pública de parques utilizando diferentes tipos de sensores y algoritmos de navegación. Para ello se llevó a cabo una prueba de campo en un parque público donde se midió el rendimiento del robot recogedor de basura utilizando diferentes tipos de sensores y algoritmos de navegación. Se evaluó la capacidad del robot para recoger basura, reconocer obstáculos y navegar por terrenos irregulares. Los resultados mostraron que el robot recogedor de basura puede recoger una gran cantidad de basura y navegar por terrenos irregulares con éxito, pero los sensores utilizados pueden no ser lo suficientemente precisos en ciertas situaciones, especialmente en entornos con iluminación cambiante. Con esto se concluye que el uso de robots recogedores de basura en la limpieza pública de parques puede ser un enfoque prometedor para mejorar la eficiencia y la calidad de la limpieza pública. Sin embargo, se necesitan mejoras en los sensores y los algoritmos de navegación para mejorar el rendimiento del robot recogedor de basura. En la figura 1 se observa este

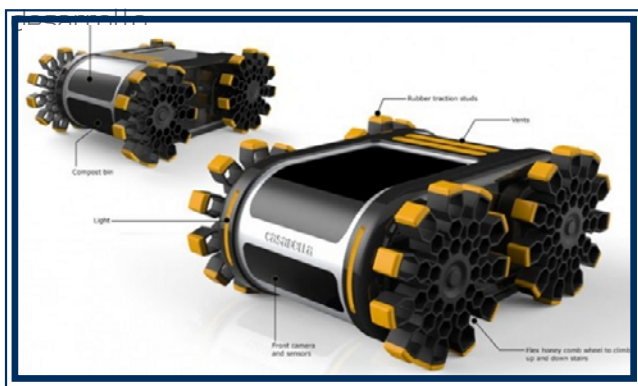


Figura 1 Desarrollo mostrado en (CROS DIGITAL, 2013).

El segundo trabajo consultado fue el mostrado en (Goncalves, 2024). El objetivo de este trabajo es desarrollar un robot recogedor de basura para la limpieza de calles utilizando una combinación de tecnologías robóticas y de inteligencia artificial. Para lograr este objetivo, se desarrolló un prototipo de robot recogedor de basura utilizando tecnologías robóticas y de inteligencia artificial. El robot está equipado con cámaras, sensores y algoritmos de aprendizaje automático para reconocer y recoger basura en las calles. Los resultados mostraron que el robot recogedor de basura puede recoger una gran cantidad de basura de manera eficiente y precisa utilizando la tecnología robótica y de inteligencia artificial. Con esto se concluye que el uso de robots recogedores de basura en la limpieza de calles puede ser una solución efectiva y eficiente para el problema de la basura en las calles. Sin embargo, se necesitan más investigaciones y desarrollos para mejorar el rendimiento del robot en situaciones de tráfico intenso y otras condiciones variables. En la figura 2, se muestra el desarrollo mencionado.

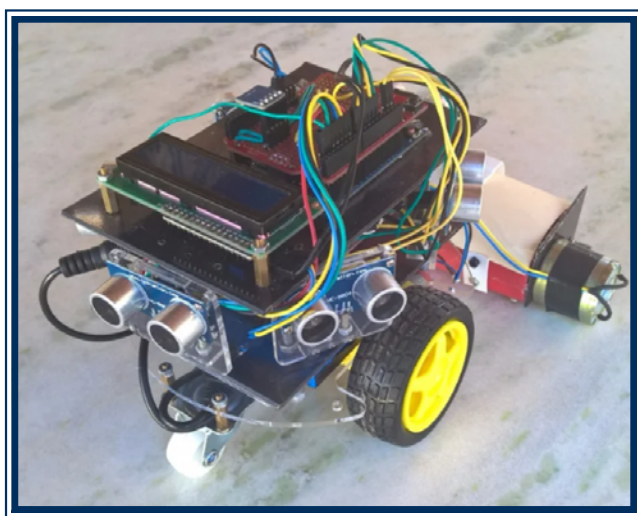


Figura 2 Desarrollo de (GONCALVES, 2024).

El tercer trabajo consultado fue el de (Pineda, 2022), cuyo objetivo principal fue de mostrar el diseño y construcción de un robot autónomo capaz de recoger basura en las playas, como botellas, latas y algunos otros desechos urbanos sólidos, para evitar que lleguen a los mares y océanos y eventualmente al vertedero Flora y Fauna. De esta manera, se contribuye significativamente a mantener las playas libres de residuos sólidos urbanos. El desarrollo realizado se puede observar en la figura 3.



Figura 3 Desarrollo de (PINEDA, 2022).

Este marco referencial demuestra la relevancia y el contexto en el que se sitúa el proyecto de desarrollo del prototipo de robot automático limpiador de latas en playas utilizando tecnología de visión basada en Raspberry Pi. A través de la integración de la robótica, la visión computacional y la Raspberry Pi, se busca abordar los desafíos asociados con la contaminación por latas en playas, ofreciendo una solución automatizada y efectiva para conservar y proteger estos valiosos ecosistemas costeros.

DESARROLLO

Los robots recogedores de basura pueden ser una solución efectiva y respetuosa con el medio ambiente para la limpieza de playas. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para evaluar su impacto a largo plazo en los ecosistemas costeros y su viabilidad económica en comparación con la limpieza manual de basura. El desarrollo de un prototipo de robot automático limpiador de latas en playas por medio de visión Raspberry implica varias etapas clave que abarcan desde el diseño y la implementación hasta las pruebas y la optimización del sistema.

Para el desarrollo de este prototipo, se realizó una serie de bosquejos por cada integrante del equipo, donde se presentó la iniciativa de crear un prototipo de robot limpiador de playas. Los cuales se muestran a continuación.

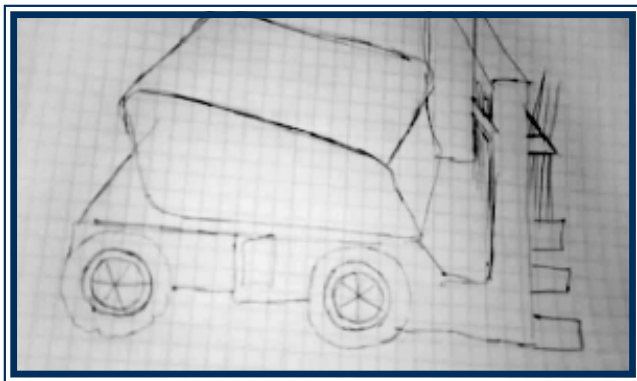
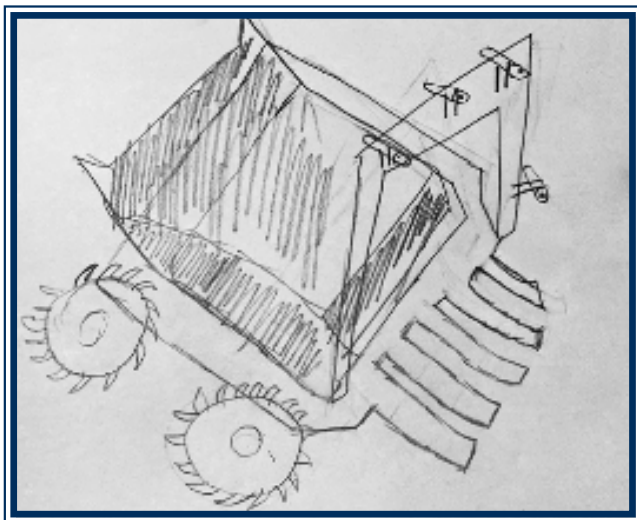
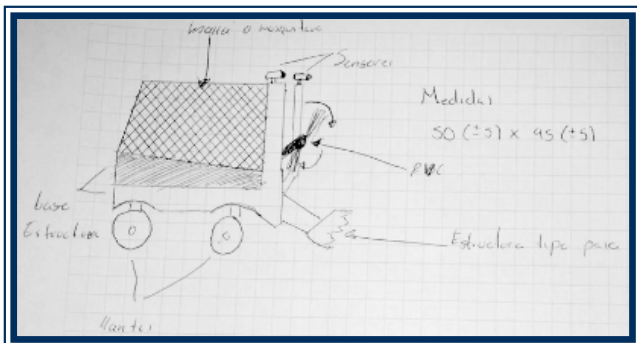


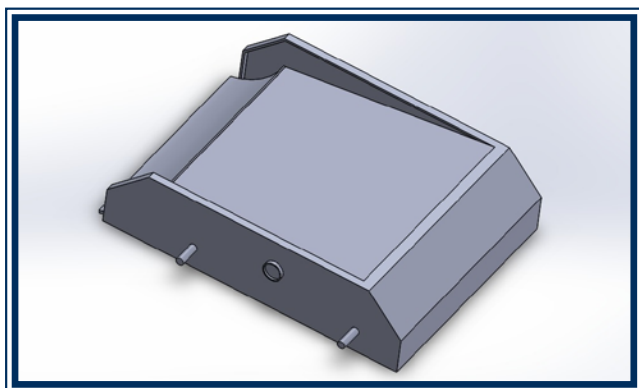
Figura 4. Bosquejos realizados para el prototipo carro bombero automático.

El chasis y la plataforma del robot son elementos fundamentales para su funcionamiento y movilidad en el entorno de la playa. El chasis, diseñado con materiales resistentes como aluminio o plástico reforzado, se optimizó para distribuir los componentes de manera óptima y facilitar el montaje. Esto

garantiza su durabilidad y capacidad para soportar las condiciones variables del terreno y el peso de los componentes. La plataforma móvil, equipada con ruedas seleccionadas según las condiciones del terreno, permitirá al robot desplazarse eficientemente. Además, contará con un sistema de propulsión que incluirá motores a pasos para un control preciso de los movimientos, lo que facilitará la navegación suave y precisa. La dirección se logrará mediante la variación de la velocidad de los motores, lo que mejorará la maniobrabilidad y la capacidad del robot para sortear obstáculos de manera efectiva. Asimismo, se incorporará una barredora automática controlada por un servo-motor para recolectar las latas de la playa de manera eficiente, asegurando su almacenamiento en un compartimento diseñado para facilitar su posterior eliminación y reciclaje, mientras se mantiene un centro de gravedad bajo para mejorar la estabilidad del robot.

El diseño del circuito mecánico del robot implica la disposición física y la interconexión de sus componentes mecánicos y electrónicos dentro del chasis. En cuanto al chasis y la plataforma, se diseñó específicamente para albergar todos los elementos necesarios, como los motores a pasos, las ruedas, la Raspberry Pi, la cámara y otros componentes, con puntos de montaje estratégicamente ubicados. Los sistemas de propulsión se implementaron colocando los motores a pasos en ambos lados del robot y conectándolos a las ruedas mediante ejes y acoplamientos adecuados. El sistema de barredora automática se diseñó para ser flexible en su ubicación, ya sea en la parte frontal o lateral del robot, integrando un servo-motor para su funcionamiento y asegurando su estabilidad. En cuanto al montaje de componentes electrónicos, se priorizó la accesibilidad y protección, colocando la Raspberry Pi en un lugar seguro pero accesible, montando la cámara en una posición elevada y ajustable, y ubicando el Arduino cerca de los motores y sensores para minimizar la longitud de los cables. Las conexiones y el cableado se realizaron de forma ordenada y eficiente, conectando los motores a pasos a sus

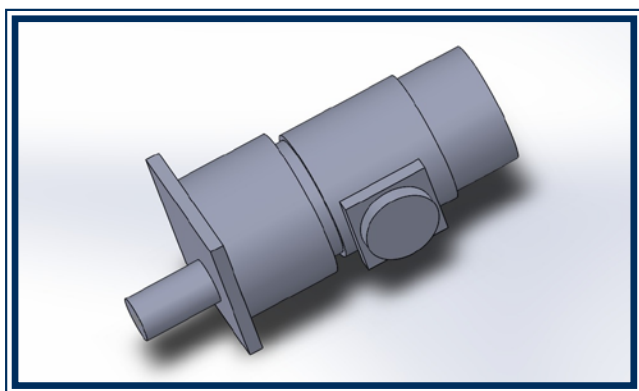
respectivos drivers en el Arduino y consolidando los cables de alimentación y señal en un punto central. Además, se diseñaron compartimentos específicos para la batería, las latas recolectadas y otros componentes electrónicos, agregando protecciones como cubiertas y carcasas para evitar daños por impactos o exposición al ambiente. A continuación, en la figura 5 se muestran las piezas realizadas en SolidWorks®.



(a) Chasis del robot.



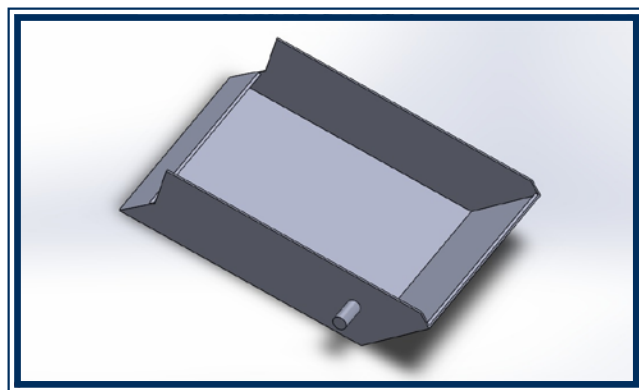
(b) Lanta Unidireccional.



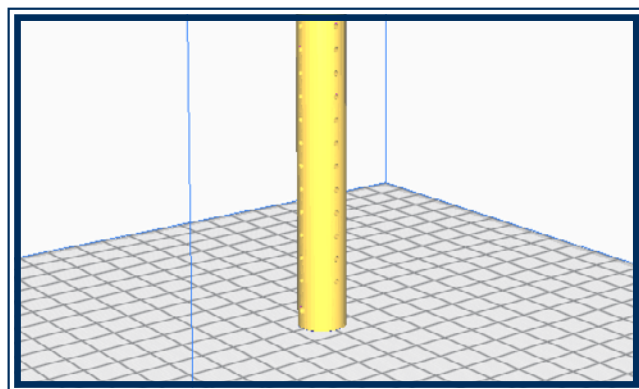
(c) Motor.

Figura 5. Piezas realizadas en SolidWoks® para el prototipo.

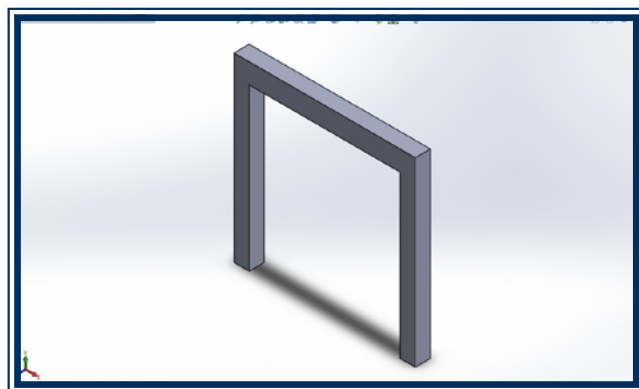
En la figura 6, se observa el diseño realizado para el contenedor y la barredora del robot playero.



(a) Contenedor.



(b) Barredora.



(c) Marco del robot.

Figura 6. Piezas diseñadas para el prototipo y el ensamble final.

Una vez diseñadas las piezas, se procedió a construir la estructura del prototipo; el material principal de este artefacto fue aluminio principalmente. En la figura 7 se puede observar el ensamble realizado en SolidWorks®. El diseño se estructuró de esta manera para lograr una distribución efectiva de los componentes únicos, ya que los demás elementos como Arduino Uno, baterías, Puente H, entre otros, podían adquirirse fácilmente en tiendas de electrónica.

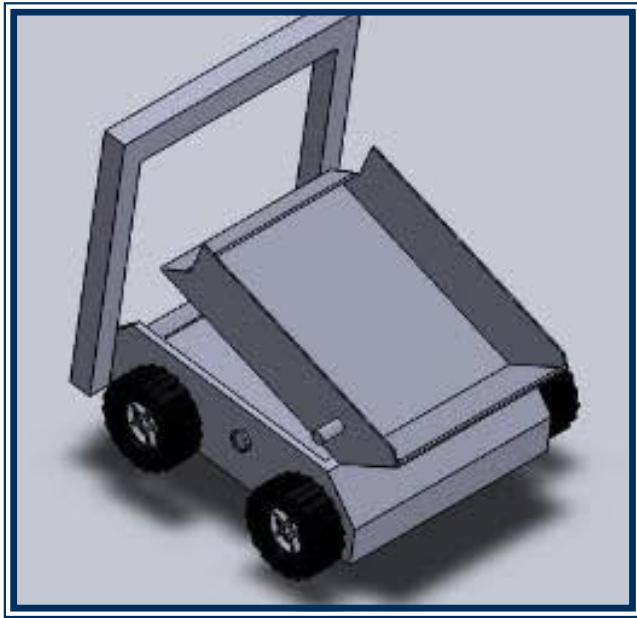


Figura 7. Diseño y ensamblado del prototipo.

El diagrama de flujo del programa desarrollado para controlar la dinámica del robot, se muestra en la figura 8. El diagrama de bloques presenta la estructura esencial de nuestro prototipo de robot automático limpiador de latas en playas, utilizando la tecnología de visión Raspberry Pi. En la interfaz de usuario y control, los usuarios pueden interactuar con el robot, iniciar o detener su funcionamiento, visualizar el estado y las latas recolectadas, así como ajustar parámetros operativos. El sistema de navegación y evitación de obstáculos permite al robot desplazarse de manera autónoma, evitando colisiones mediante sensores de proximidad. La visión se realiza a través de una cámara conectada a la Raspberry Pi, donde se procesan las imágenes para detectar latas de aluminio. Una vez detectadas, el sistema de recogida, impulsado por un motor en la barredora, se activa para depositar las latas en un compartimento de almacenamiento. Para la movilidad autónoma en la playa, el mecanismo de movimiento y navegación controla las ruedas o sistemas de tracción, junto con algoritmos de navegación autónoma que ajustan la trayectoria para evitar obstáculos. Estos componentes colaboran para crear un prototipo funcional que aprovecha la tecnología de visión Raspberry Pi para una limpieza eficiente de las playas, identificando latas y gestionando su recogida de manera autónoma.

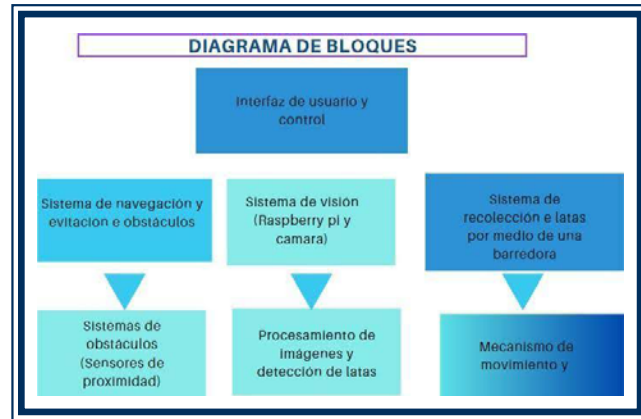


Figura 8. Diagrama de flujo de programación desarrollada.

Al desarrollar la programación, se procedió a crear el circuito electrónico que permite la manipulación de los actuadores. El sistema eléctrico de un prototipo de robot automático limpiador de latas en playas mediante visión Raspberry requiere una estructura sólida de alimentación y conexión entre sus componentes eléctricos. Para ello se hizo en un software de simulación el circuito base (Ver figura 9). En ella se observa el diagrama de conexión de los drivers BTS7960.

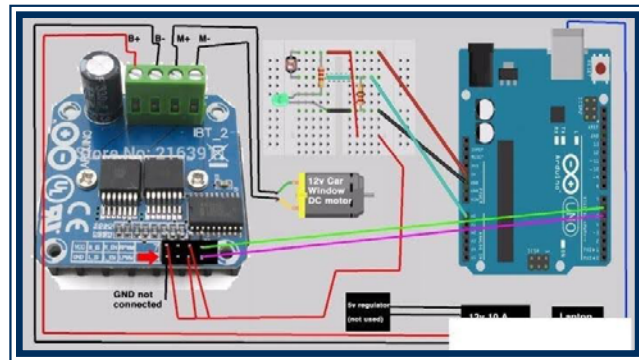


Figura 9. Simulación del circuito eléctrico.

En primer lugar, la batería o fuente de alimentación, como una batería recargable de alta capacidad, es esencial para suministrar energía a los motores, sensores, la Raspberry Pi y otros dispositivos del robot, dimensionada para garantizar un tiempo de funcionamiento adecuado. Desde esta fuente de energía, se establece un sistema de distribución eléctrica utilizando cables y conectores apropiados para asegurar una conexión segura y confiable entre

todos los componentes eléctricos, como se muestra en las imágenes de alimentación y la placa de control. La Raspberry Pi se conecta a la fuente de alimentación a través de un cable USB y la cámara se enlaza a uno de sus puertos disponibles, mientras que los sensores de obstáculos y los motores para la movilidad se conectan a la Raspberry Pi y a controladores específicos respectivamente, como se muestra en los diagramas de conexión de la cámara, sensores, y motores a pasos. En la figura 10 se observa la conexión de cámara.

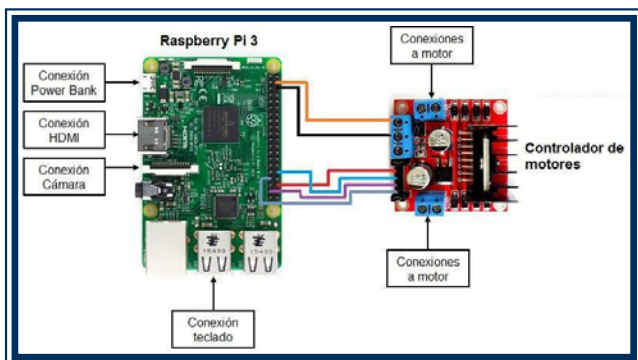


Figura 10. Conexión de cámara con Raspberry Pi.

En tanto que en la figura 11, se observa el diagrama de conexión de los sensores, los cuales pueden requerir resistencias y capacitores adicionales para su funcionamiento adecuado.

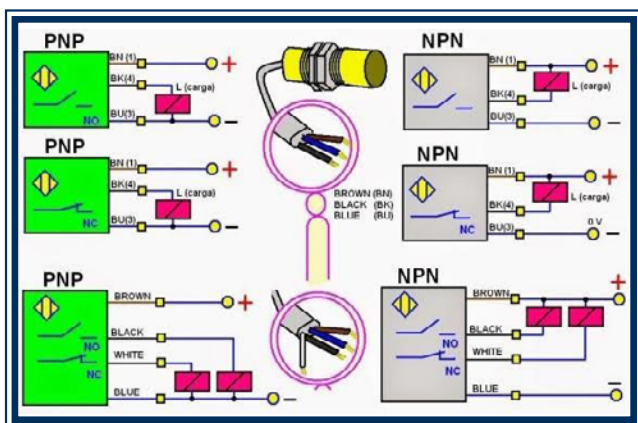


Figura 11. Diagrama de conexión de sensores.

En la figura 12 se muestran los controladores de motor que se conectan a la fuente de alimentación y a la Raspberry Pi para recibir señales de control.

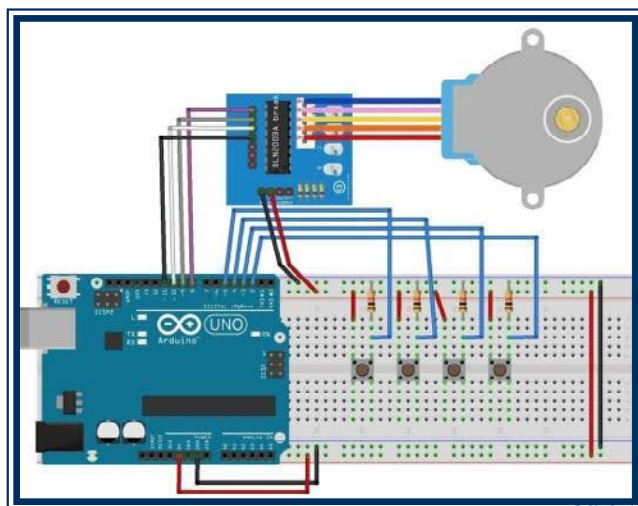


Figura 12. Diagrama de conexión de motor a pasos.

Para el sistema de recogida, como un mecanismo con barredora, se emplean motores y controladores adicionales conectados de manera similar a los del sistema de movimiento, pero con ajustes para garantizar la precisión y el control del mecanismo de recogida, como se ilustra en el diseño de la barredora. Este sistema eléctrico bien estructurado es fundamental para el funcionamiento eficiente y coordinado del robot limpiador de latas en playas, asegurando su capacidad de detección, movilidad y recogida de desechos de manera autónoma.

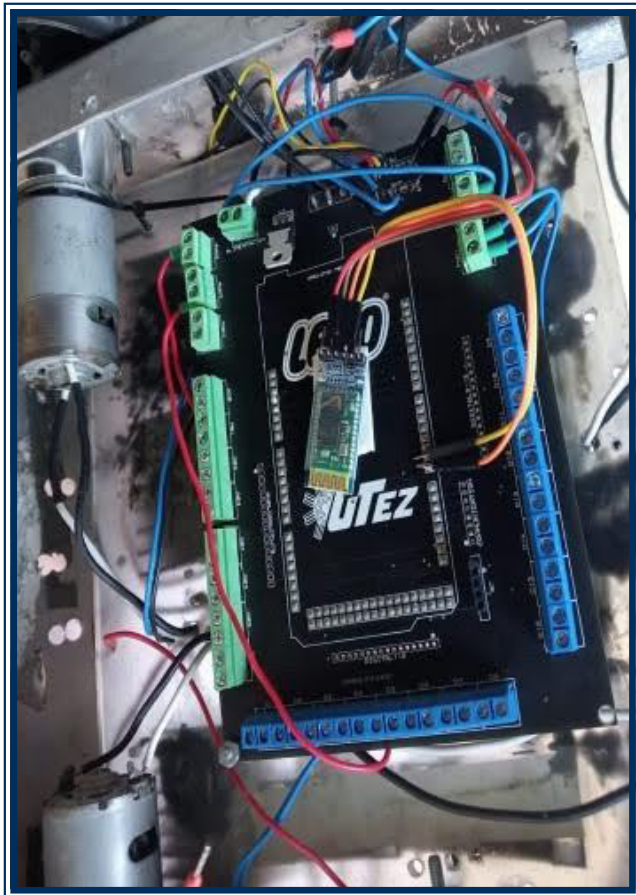
Una vez verificada la programación, el circuito electrónico así como el diseño de la estructura principal del robot se procedió a realizar el armado del robot. (Ver figura 13(a)). el armado del circuito electrónico (Ver figura 13(b)) y el armado de la sección de potencia (Ver figura 13(c))



(a) Armado del robot.



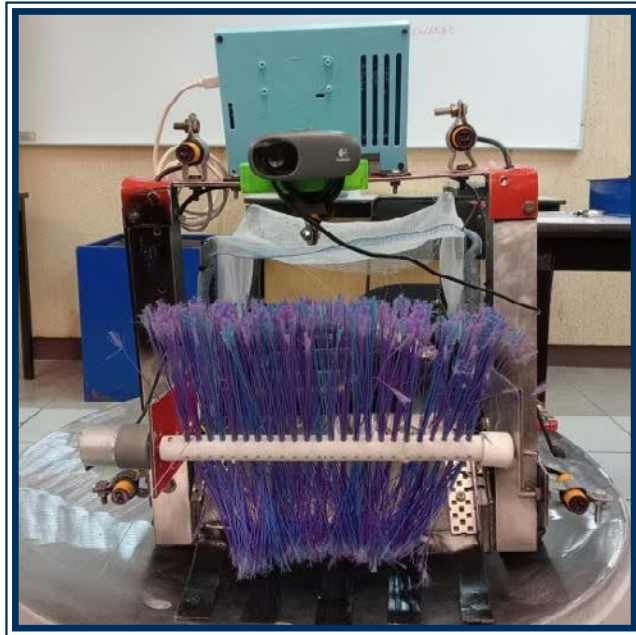
(b) Circuito electrónico.



(c) Circuito de potencia.

Figura 13 Implementación física parcial del prototipo.

Una vez corroborado el funcionamiento parcial de cada parte realizada, se procedió a armar el prototipo quedando tal cual se observa en la figura 14.



(a) Vista frontal.



(b) Vista lateral.

Figura 14. Armado del prototipo de robot recogedor de basura.

RESULTADOS

Las primeras pruebas del prototipo son esenciales para evaluar su desempeño y detectar posibles problemas o áreas de mejora. En esta etapa, se verifica la configuración y preparación del robot, asegurando que todos

los componentes estén correctamente conectados y funcionando, incluyendo los sensores de proximidad y la cámara, así como la carga adecuada del software en la Raspberry Pi y el Arduino. Luego, se lleva a cabo la prueba de detección de latas, donde se coloca una lata en el área designada y se observa cómo el robot la detecta, evaluando su movimiento hacia la lata y la precisión de la detección. Si el prototipo incluye una función de recolección de latas, se verifica su efectividad al recoger y almacenar la lata en su contenedor designado. Durante estas pruebas, se identifican ajustes y mejoras necesarias al notar cualquier comportamiento inesperado o problemas de funcionamiento, buscando soluciones para corregirlos y optimizar el rendimiento del robot. Estas pruebas representan una oportunidad crucial para resolver desafíos iniciales en el desarrollo del prototipo, acercándose así a la creación de un robot funcional y efectivo para la limpieza de playas (Ver figura 15).



Figura 15. Detección de latas por medio de la programación.

Las pruebas finales del prototipo son esenciales para validar su funcionamiento completo en un entorno real. Durante estas pruebas, nos aseguramos de que todos los

componentes del robot funcionen según lo previsto, incluyendo la detección y recolección de latas, la evitación de obstáculos, y la comunicación entre Raspberry Pi y el Arduino. Se colocan varias latas en diferentes ubicaciones para observar cómo el robot las detecta y recoge. Además, se evalúa la durabilidad y estabilidad del robot para garantizar su funcionamiento seguro y sin daños. Se analiza la eficiencia en la detección y recolección de latas, determinando la cantidad recolectada en un período de tiempo específico. Los resultados de estas pruebas se documentan detalladamente, incluyendo cualquier problema identificado y las soluciones implementadas. Si es necesario, se realiza una demostración final del robot y se presentan los resultados y mejoras desde las primeras pruebas. Con base en los resultados de las pruebas finales, se realizan las últimas mejoras y ajustes necesarios para lograr un funcionamiento óptimo del robot. Estas pruebas son la culminación del proceso de desarrollo, preparándose para presentar y demostrar tu prototipo funcional de robot limpiador de latas en playas con tecnología de visión Raspberry Pi.



Figura 16. Presentación y demostración de funcionamiento del prototipo

CONCLUSIONES

El desarrollo de un robot automático limpiador de latas en playas mediante el uso de tecnología de visión basada en Raspberry Pi representa un avance significativo en la lucha contra la contaminación costera y la preservación de nuestros valiosos ecosistemas marinos. A lo largo de este proyecto, se ha demostrado que la combinación de robótica autónoma y procesamiento de imágenes puede generar soluciones innovadoras y efectivas para abordar los desafíos ambientales que enfrentan nuestras playas.

La implementación de este prototipo ha revelado la versatilidad y el potencial de la tecnología de visión Raspberry Pi para detectar y clasificar objetos específicos en entornos cambiantes. La detección precisa de latas de aluminio, incluso en condiciones de iluminación variables y fondos complejos, resalta la capacidad de la visión computacional para brindar soluciones con un alto grado de precisión y confiabilidad.

La navegación autónoma del robot, habilitada por sensores de proximidad y sistemas de evitación de obstáculos, ha demostrado ser esencial para un funcionamiento seguro y eficiente en entornos desafiantes como las playas. Esta característica garantiza la efectividad de la recogida de latas sin dañar el entorno natural ni poner en riesgo a otros usuarios de la playa.

La capacidad del robot para contribuir a la conservación de playas y áreas costeras es innegable. Al automatizar la tarea de recolectar latas de aluminio, el prototipo reduce el impacto visual y ambiental de la contaminación, al tiempo que promueve la educación sobre prácticas sostenibles y la importancia de mantener nuestros ecosistemas marinos saludables.

Apesar de los logros obtenidos, es importante mencionar que este prototipo es solo un punto de partida. La optimización continua, la adaptación a diversos entornos costeros y la escalabilidad para abordar otros tipos de desechos, son áreas en las que se podría trabajar en el futuro. La colaboración entre la industria, la academia y las organizaciones medioambientales es fundamental para llevar esta tecnología a un nivel en el que tenga un impacto más amplio y duradero.

En última instancia, el robot automático limpiador de latas en playas por medio de visión Raspberry es más que un dispositivo tecnológico; es un testimonio de cómo la innovación puede desempeñar un papel vital en la protección y conservación de nuestros recursos naturales.

En conclusión, el desarrollo del prototipo de este robot automático representó un desafío enriquecedor que condujo a avances

significativos en la integración de diversas tecnologías. La capacidad demostrada para detectar, recolectar y evitar obstáculos de manera efectiva respalda la viabilidad y el potencial de este enfoque en la limpieza de playas.

RECOMENDACIONES

A pesar de los avances logrados, siempre hay margen para mejorar. Se recomienda seguir refinando el algoritmo de detección de latas y la precisión del movimiento para optimizar la eficiencia del robot. Ampliar las pruebas en entornos con distintas condiciones de iluminación y terreno puede revelar áreas de mejora para garantizar su funcionamiento óptimo en cualquier situación.

Es crucial considerar la recopilación de datos a largo plazo para evaluar el rendimiento y la durabilidad del robot en condiciones reales de uso. Esto permitirá realizar ajustes y mejoras basados en resultados concretos a lo largo del tiempo. Además, colaborar con expertos en robótica e ingeniería brinda valiosos conocimientos y perspectivas para perfeccionar el diseño y el rendimiento del prototipo.

Mantener una documentación detallada de todo el proceso de desarrollo, desde el diseño inicial hasta la implementación final, facilitará futuras iteraciones y proyectos similares. En resumen, el prototipo de un robot automático limpiador de latas en playas, mediante tecnología de visión Raspberry Pi, ha demostrado la viabilidad de la solución propuesta. Superando desafíos técnicos y aplicando soluciones innovadoras, este proyecto establece las bases para un enfoque más efectivo y sostenible en la limpieza de playas.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, así como al cuerpo académico de "Mantenimiento y Mecatronica" con clave UTEZEM-CA-8, y a sus integrantes Enrique Contreras Calderón y Guillermo Ramírez Zúñiga, por su valioso apoyo y guía para la conclusión de este grandioso proyecto.

REFERENCIAS

- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. EUA: O'Reilly Media.
- Cros Digital. (2013). Página de internet de la página de divulgación Cros Digital. Recuperado el 04 de Abril de 2024, de Un robot limpiador que consigue su energía de la basura que recoge: <https://ecologismos.com/un-robot-limpiador-que-consigue-su-energia-de-la-basura-que-recoge/>
- Dassault Systemes. (2015). Introducción a SolidWorks. EUA: DS SolidWorks.
- Goncalves, B. (2024). Página de internet de Instructables. Recuperado el 04 de Abril de 2024, de Homemade Cleanning Robot With Bluetooth: <https://www.instructables.com/SweeperBot-Roomba-like-Robot-With-Bluetooth-Window/>
- Greenpeace. (agosto de 2005). Basura en el mar. Recuperado el 24 de enero de 2021, de [archivo-es.greenpeace.org: http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/basuras-en-el-mar.pdf](http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/basuras-en-el-mar.pdf)
- MIT App Inventor. (2022). MIT App Inventor. Recuperado el Junio de 2023, de Página de internet de MIT App Inventor: <https://appinventor.mit.edu>
- Pineda, L. e. (2022). Autonomous robot for garbage collection on beaches. 2022 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering (ICMEAE) (págs. 164-169). Cuernavaca, Mexico: IEEE.
- Puntual. (10 de enero de 2021). Desarrollan robot que recoge basura en el mar. Recuperado el 10 de enero de 2021, de [diariopuntual.com/ciencia-y-tecnología: https://diariopuntual.com/ciencia-y-tecnología/g%C3%ADa/2021/01/10/49697/desarrollan-robot-que-recoge-basura-en-el-mar](https://diariopuntual.com/ciencia-y-tecnología/g%C3%ADa/2021/01/10/49697/desarrollan-robot-que-recoge-basura-en-el-mar)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (12 de Junio de 2018). Día Mundial de la Descontaminación Acústica 2018. Obtenido de Página de internet Gobierno de México: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-de-la-descontaminacion-acustica-2018>
- Soto, J. (1 de octubre de 2020). La basura plástica de 12 países llega a playas mexicanas. Recuperado el 24 de enero de 2021, de [Greenpeace.org: https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9039/la-basura-plastica-de-12-paises-llega-a-playas-mexicanas/](https://www.greenpeace.org/mexico/blog/9039/la-basura-plastica-de-12-paises-llega-a-playas-mexicanas/)
- Thrun, S., Nüchter, A., Surmann, H., & Hertzberg, J. (2003). 6D SLAM with an Application in Autonomous Mine Mapping. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (págs. 1-6). EUA: IEEE.

HIDROBOT UNO

AUTOR 1.

SERGIO EMILIANO BUCIO HERNÁNDEZ

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 2.

SANTIAGO LOPEZ ZENIL

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 3.

SAÚL FELICIANO NAVA

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 4.

FERNANDO MARTINEZ AGUILAR

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 5.

PAOLA SUZZET PARRAL ZARAGOZA

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 6.

JORGE SALVADOR VALDEZ MARTÍNEZ

UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

KEYWORDS

Hydroponic system, automation, sustainable.

PALABRAS CLAVE

Sistema hidropónico, automatización, sustentable.

RESUMEN

En un mundo donde la agricultura enfrenta desafíos en cuanto al uso eficiente de recursos y la producción de alimentos en entornos urbanos, se propone una solución innovadora mediante la implementación de un sistema hidropónico vertical automatizado. El objetivo principal de este proyecto es diseñar, construir y programar un sistema que permita el cultivo eficiente y sostenible de vegetales y hierbas en espacios reducidos. A través de un enfoque interdisciplinario, se abordaron aspectos mecánicos, electrónicos y de programación para lograr la automatización del sistema. El proyecto se desarrolló, comenzando con su descripción, el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación y los alcances del mismo. Además, se incluyeron datos generales de la Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata (UTEZ) como contexto institucional.

Para su implementación física, se describen las etapas de diseño mecánico y estructural, diseño electrónico, programación de microcontroladores y las pruebas realizadas. Al final, se presentan los logros obtenidos a lo largo del proyecto, incluyendo la funcionalidad del sistema, datos de producción y eficiencia. Con esto se concluye que el sistema hidropónico vertical automatizado es una solución prometedora para abordar los desafíos en la producción de alimentos en espacios urbanos, y se ofrecen recomendaciones para futuras mejoras y desarrollos.

ABSTRACT- In a world where agriculture faces challenges regarding the efficient use of resources and food production in urban environments, an innovative solution is proposed through the implementation of an automated vertical hydroponic system. The

primary objective of this project is to design, build, and program a system that allows for the efficient and sustainable cultivation of vegetables and herbs in limited spaces. Through an interdisciplinary approach, mechanical, electronic, and programming aspects were addressed to achieve system automation. The project was developed, starting with its description, problem statement, general and specific objectives, justification, and scope. Additionally, general information about Emiliano Zapata Technological University (UTEZ) was included as institutional context.

For its physical implementation, stages of mechanical and structural design, electronic design, microcontroller programming, and conducted tests are described. In conclusion, the achievements throughout the project, including system functionality, production data, and efficiency, are presented. It is concluded that the automated vertical hydroponic system is a promising solution to address challenges in food production in urban spaces, and recommendations for future improvements and developments are provided.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la agricultura urbana y la sostenibilidad alimentaria, el presente proyecto se centra en la necesidad de explorar alternativas eficientes y sostenibles para cultivar alimentos frescos en entornos urbanos reducidos, maximizando el uso de recursos limitados como el espacio y el agua (Baras, 2016). Con ello se aborda con los desafíos significativos relacionados con el crecimiento poblacional global y la expansión de áreas urbanas.

Este problema es recurrente en diversas zonas urbanas alrededor del mundo, donde la falta de terreno disponible y los desafíos ambientales dificultan el acceso a alimentos saludables y locales. Afecta tanto a las comunidades urbanas como a los productores agrícolas, creando una disrupción en el sistema tradicional de distribución de alimentos y aumentando la dependencia de fuentes externas (Stevens, 2020). La literatura académica ha definido y debatido este problema en términos

de seguridad alimentaria, sostenibilidad, eficiencia en el uso de recursos y la necesidad de desarrollar métodos innovadores de cultivo que puedan adaptarse a las limitaciones de los entornos urbanos (Resh, 2013).

La no resolución de este problema podría resultar en una mayor dependencia de la producción agrícola convencional, lo que a su vez podría llevar a la escasez de alimentos frescos y saludables en las ciudades. La resolución de este problema sería beneficiosa para aquellos que sufren las consecuencias directas, ya que permitiría el acceso constante a alimentos frescos y locales, mejorando la nutrición y la salud de la población urbana. Además, esta solución tiene una relevancia más amplia en el contexto global, ya que enfrentar problemas similares de seguridad alimentaria es una preocupación compartida por muchas regiones urbanas alrededor del mundo (Baras, 2016).

El presente proyecto se enfoca en la automatización de una vivienda utilizando el Internet de las Cosas aplicado a un sistema hidropónico para optimizar el cultivo de vegetales y hierbas en entornos urbanos. Estos objetivos específicos se desglosan en una serie de actividades y pruebas exhaustivas para garantizar la funcionalidad, eficiencia y seguridad de los sistemas propuestos. La finalidad de este proyecto es contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras que aborden los desafíos alimentarios y promuevan prácticas agrícolas más sostenibles en contextos urbanos. Ya que el sistema hidropónico puede ser ocupado tanto en exteriores como en interiores, diferencia del método de cultivo convencional que requiere de mucho más tiempo, mucho más trabajo y más dinero para poder realizar la producción de alimentos.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

En los últimos años, los avances tecnológicos han impactado significativamente en diversas áreas, y entre ellas, la hidroponía ha experimentado notables transformaciones. La combinación de técnicas de cultivo sin suelo con la aplicación de sistemas de automatización y control, como el Internet de las Cosas, ha

revolucionado la forma en que se aborda el cultivo de plantas en entornos controlados (Intagri, 2021).

El IoT se ha convertido en un pilar fundamental en la agricultura moderna, permitiendo la conexión y comunicación entre dispositivos y sistemas en tiempo real. Esto ha llevado al desarrollo de sistemas hidropónicos automatizados capaces de ajustar automáticamente variables como la irrigación y la nutrición, de acuerdo con las necesidades específicas de las plantas. Esta interconexión y control preciso contribuyen a la optimización de los recursos, la reducción de desperdicios y la mejora de la eficiencia en el cultivo (Resh, 2013). Estos sistemas han demostrado su capacidad para cultivar una amplia variedad de vegetales y hierbas en espacios limitados, lo que se traduce en una solución viable para la producción local de alimentos frescos y saludables en zonas urbanas densamente pobladas.

Entre las investigaciones consultadas, se destaca a (Redondo, 2023) cuyo objetivo fue diseñar, desarrollar e implementar un sistema hidropónico vertical automatizado que permita el cultivo eficiente de vegetales y hierbas en entornos urbanos. Este trabajo utilizó como metodología una combinación de investigación bibliográfica, diseño conceptual y pruebas prácticas en un entorno controlado de laboratorio. La fundamentación teórica se basó en el análisis de sistemas hidropónicos previos y modelos de cultivo verticales exitosos. El diseño del sistema se realizó siguiendo las mejores prácticas y consideraciones específicas para optimizar el crecimiento de las plantas en un entorno vertical. En cuanto al desarrollo de software, se elaboró una aplicación personalizada que permitió el monitoreo y control remoto del sistema hidropónico. La integración del sistema automático involucró la selección y configuración de sensores para medir la humedad del sustrato, la temperatura y otros parámetros clave. Se realizaron investigaciones exhaustivas en el área de la electrónica computacional y el desarrollo de software para garantizar la operación fluida del sistema.

Se llevaron a cabo pruebas en condiciones de laboratorio y campo, obteniendo los siguientes resultados significativos: un aumento del 30% en la producción de vegetales en comparación con sistemas no automatizados, un control preciso de la nutrición y riego de las plantas, y una adaptación exitosa a variaciones en las condiciones ambientales. Los resultados permitieron concluir que la automatización y control de sistemas hidropónicos verticales son fundamentales para lograr una agricultura urbana sostenible y eficiente. La implementación exitosa de este sistema puede contribuir significativamente a la seguridad alimentaria en áreas urbanas densamente pobladas y fomentar prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente. En la figura 1 se muestra el desarrollo del sistema hidropónico vertical automatizado implementado en el trabajo de (Redondo, 2023), destacando los componentes clave y las etapas del proceso.



Figura 1. Dispositivo desarrollado de (REDONDO, 2023).

El segundo trabajo consultado fue el de (Portilla, 2022) cuyo objetivo fue diseñar y optimizar un sistema hidropónico vertical automatizado con enfoque en el control inteligente de los parámetros de cultivo. Este trabajo utilizó como metodología una combinación de simulación por computadora y experimentos prácticos en un entorno de laboratorio controlado. La fundamentación teórica se basó en el estudio detallado de sistemas hidropónicos y en la investigación de algoritmos de control avanzados. El diseño del sistema se realizó tomando en cuenta las características específicas de los cultivos verticales y se implementaron mejoras para maximizar la eficiencia del proceso de crecimiento. En el aspecto del desarrollo de software, se creó una plataforma de control basada en algoritmos de control predictivo y ajuste adaptativo. La integración del sistema automático involucró la selección de sensores de alta precisión para medir parámetros como humedad, pH, temperatura y luminosidad. Se realizaron investigaciones minuciosas en el área de la electrónica y la programación para desarrollar un sistema de control robusto y eficiente.

Se llevaron a cabo una serie de pruebas experimentales en diferentes condiciones de cultivo, obteniendo los siguientes resultados notables: una mejora del 25% en la productividad en comparación con sistemas no automatizados, una capacidad de respuesta rápida a cambios ambientales y una adaptación efectiva a diferentes tipos de plantas cultivadas. Los resultados permitieron concluir que la optimización de sistemas hidropónicos verticales mediante control inteligente puede aumentar significativamente la producción de alimentos en entornos urbanos. La implementación de algoritmos de control avanzados y la integración de sensores precisos son fundamentales para lograr un crecimiento óptimo de las plantas y minimizar el consumo de recursos. En la figura 2 se presenta una representación visual del diseño y los componentes clave del sistema hidropónico vertical automatizado implementado en el trabajo de (Portilla, 2022), resaltando las etapas esenciales del proceso y la interacción entre los elementos del sistema.

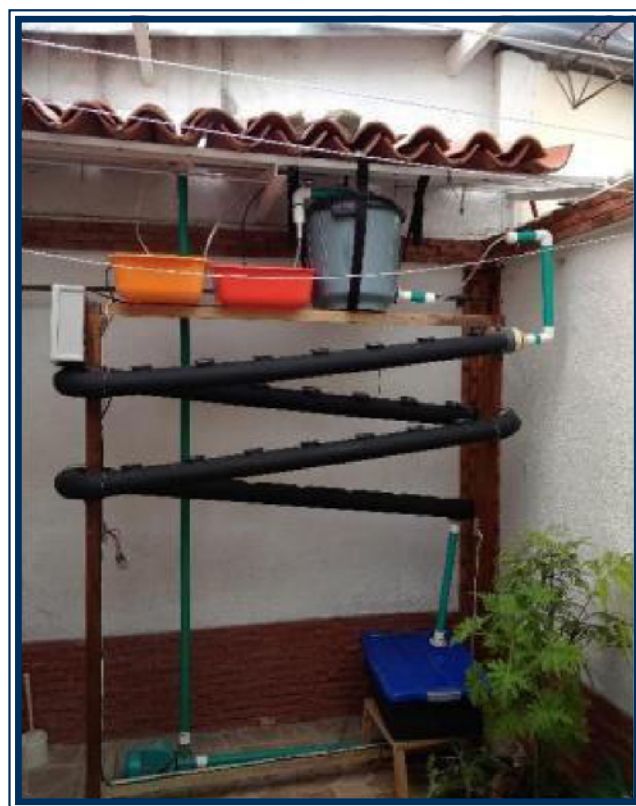


Figura 2. Dispositivo desarrollado de (PORTILLA, 2022).

El tercer trabajo consultado fue el de (Franco et al., 2022), cuyo objetivo fue desarrollar un sistema hidropónico vertical automatizado con capacidades de monitoreo remoto para optimizar el cultivo en entornos urbanos. Este trabajo utilizó como metodología una combinación de diseño conceptual y pruebas en un entorno de laboratorio controlado. La fundamentación teórica se basó en la revisión detallada de sistemas hidropónicos existentes y en la exploración de tecnologías de comunicación inalámbrica para el monitoreo remoto. El diseño del sistema se adaptó a las necesidades de la agricultura urbana y se enfocó en la eficiencia del espacio y los recursos.

En términos de desarrollo de software, se creó una plataforma de control centralizada que permite a los usuarios monitorear y ajustar parámetros clave de cultivo a distancia. La integración del sistema automático se basó en la selección de sensores de alta precisión para medir variables como humedad, pH y temperatura. La investigación en el área de la electrónica y la programación fue esencial para establecer una comunicación fluida entre los componentes y la plataforma de control.

Mediante pruebas exhaustivas en diferentes configuraciones de cultivo, se obtuvieron resultados notables: una mejora del 20% en la eficiencia del uso del agua, una reducción del 15% en el tiempo de cultivo y una mayor adaptabilidad a condiciones climáticas cambiantes. Los resultados permitieron concluir que la automatización y el monitoreo remoto en sistemas hidropónicos verticales son esenciales para lograr una agricultura urbana eficiente y sostenible. La posibilidad de ajustar parámetros de cultivo de forma remota permite una gestión más precisa y una respuesta rápida a cambios en el entorno. La Figura 3 ilustra el diseño y la interconexión de los componentes en el sistema hidropónico vertical automatizado implementado en el trabajo de (Franco et al., 2022).



Figura 3. Dispositivo desarrollado de (FRANCO ET AL., 2022).

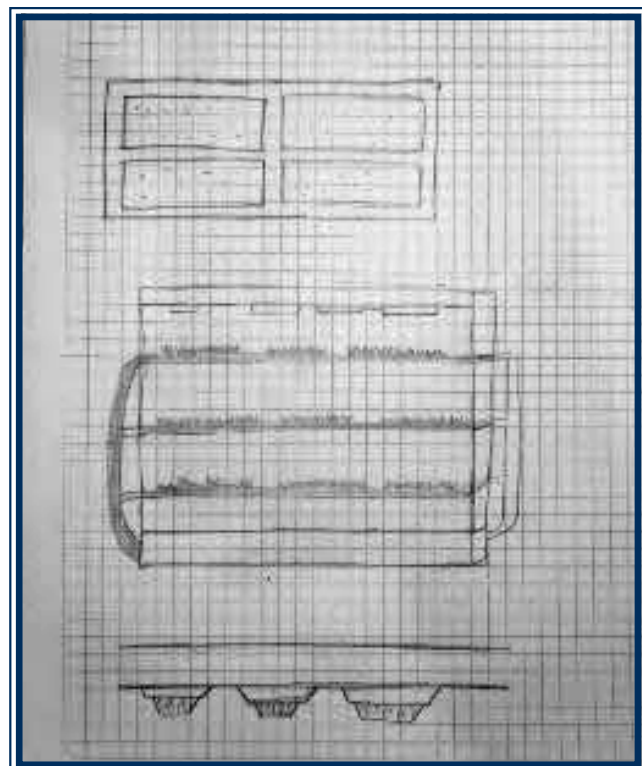
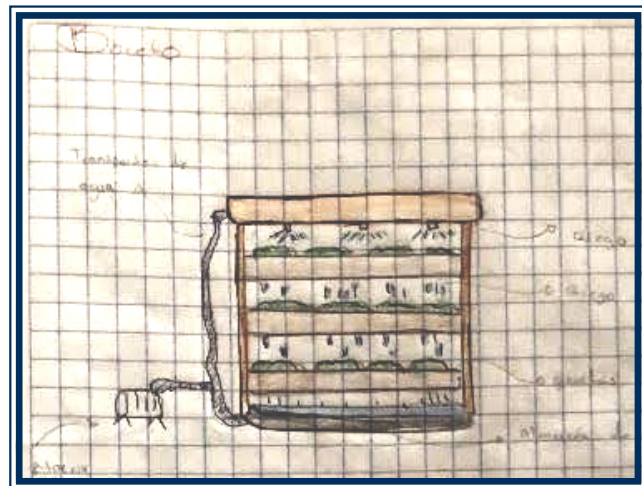
La revisión bibliográfica también revela la importancia de la integración de sensores y sistemas de control en estos sistemas hidropónicos automatizados. Los sensores de humedad del sustrato, pH, temperatura y otros parámetros juegan un papel crucial en la monitorización y ajuste en tiempo real de las condiciones de cultivo. Esta retroalimentación constante permite un crecimiento óptimo de las plantas y minimiza los riesgos de enfermedades y deficiencias nutricionales.

DESARROLLO

Hay dos tipos de sistemas que destacan mucho cuando de hidroponía se habla, Ya que existe los sistemas hidropónicos verticales y los sistemas hidropónicos en cascadas. Los sistemas hidropónicos verticales se caracterizan por ser una estructura completamente vertical en la cual se encuentran todas las plantas a lo largo de la tubería No obstante se busca otro

tipo de sistema en el cual facilitaría muchísimo más el cuidado y riego de las plantas.

Del objetivo de crear un diseño conceptual del sistema hidropónico automatizado, teniendo en cuenta los componentes seleccionados, así como determinar la ubicación y disposición de los sensores y actuadores en función de las necesidades del cultivo y el diseño del entorno, se buscó conceptualizar los diseños del sistema hidropónico basándose en ideas de otros proyectos. Sin embargo también se realizaron diferentes bosquejos (ver figura 4) de cómo sería la realización del sistema posterior a eso se diseñaron las piezas como lo son: Tubos, codos, conexiones, tanques, bombas y sensores).



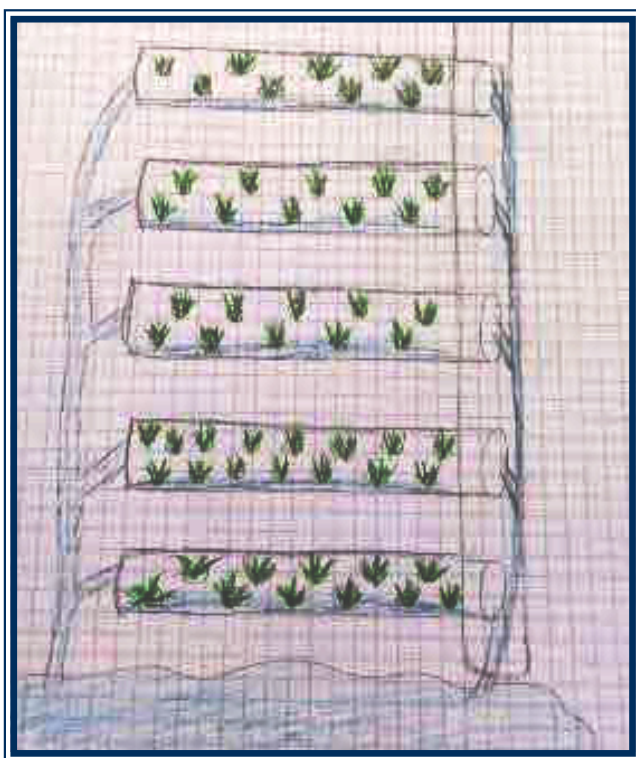
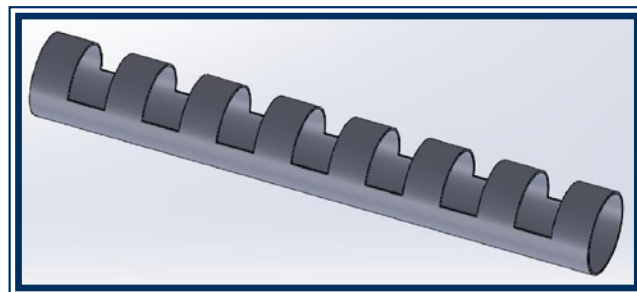


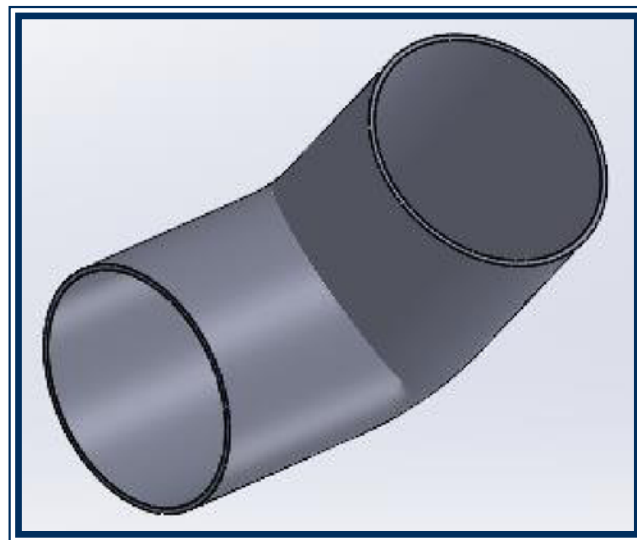
Figura 4. Bosquejos realizados para el prototipo carro bombero automático.

Para la estructura se utilizaron tubos de PVC, siendo este un material resistente tanto al agua como a condiciones climáticas y terceros. Se apoyó en otros diseños para la creación del nuestro, donde cabe mencionar, el diseño fue pensado para el ahorro de recursos, tanto monetarios como de electricidad. Este sistema tiene un bombeo bastante discreto y ahorrador, ya que se apoyó en el diseño para el correcto retorno del agua, siendo llevado por la misma gravedad gracias a la inclinación de los tubos. Los tubos fueron colocados con un pequeño ángulo de inclinación para el flujo de agua por gravedad. Se pensó en un diseño compacto para el uso doméstico, ya sea en alguna zona reservada o espacios como la cocina, sala, comedor o alguna otra habitación, siendo preferible mantenerse dentro del hogar. Se pensó para el cultivo de varias plantas, no solo de un tipo, ya que se contaba con un tubo el cual tiene más orificios para plantas más pequeñas, dando una posibilidad de plantar 21 diferentes especies.

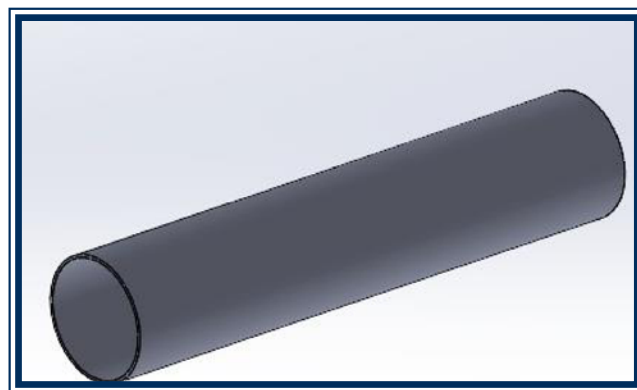
De lo cual, se derivó al diseño que se realizó mediante el software de dibujo asistido por computadora SolidWorks (SolidWorks,2023). En la figura 5, se puede observar el diseño realizado para la parte estructural.



(a) Tubo de plantación.



(b) Codo.



(c) Tubo de soporte.

Figura 5. Piezas realizadas en SolidWoks para el prototipo de sistema hidropónico vertical.

Una vez diseñadas las piezas, se procedió a construir la estructura principal del prototipo; la estructura final fue realizada con material de PVC, pues con él se creó la base principal del prototipo. En la figura 6 se puede observar el prototipo armado, el cual fue construida con tubos de 1 ½ "para menos peso y espacio



Figura 6. Estructura final

Para automatizar el prototipo, se empleó un microcontrolador (Arduino, 2023) al que se le asignaron actividades para realizar basadas en el diagrama de flujo de la figura 7. La primera tarea consistió en realizar el monitoreo del agua en el tanque base posterior a ello se realizaría su respectivos análisis Los cuales indicarían si el agua es muy ácida o muy alcalina, Por consiguiente activaría a una de las dos bombas las cuales tendrían sustancia de PH para volver el agua más ácida o alcalina buscando su punto medio en el cual se basó para poder indicar de que el PH es óptimo para las plantas, Posterior a ello cuando el PH en la sustancia es el indicado. Se activaría 1/3 bomba la cual tendría los nutrientes de la planta y estos serían depositados en el tanque base posterior a ello empezaría a mezclarse toda la sustancia.

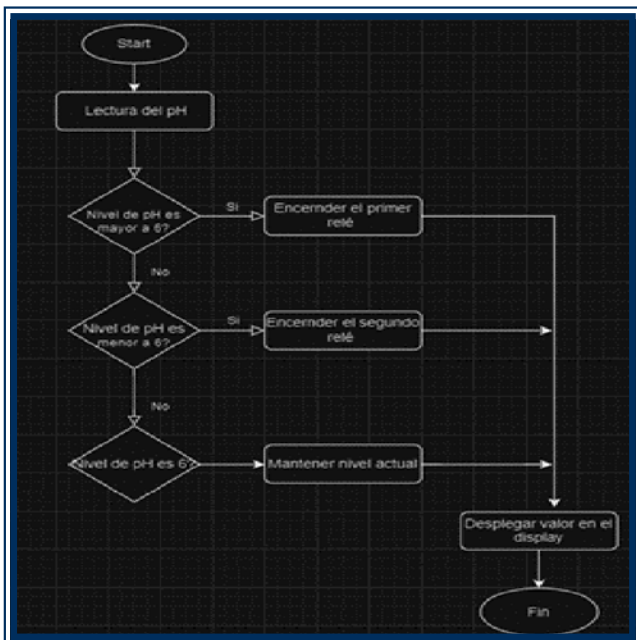


Figura 6. Estructura final

Al mismo tiempo de desarrollar la programación, se procedió a crear el circuito electrónico que permite la manipulación de los actuadores. Para ello inicialmente se hizo en un software de simulación circuito base, que se muestra en la figura 8. En ella se observa el micro controlador que fue utilizado, así como algunos elementos adicionales, esto fue para corroborar el funcionamiento del programa.

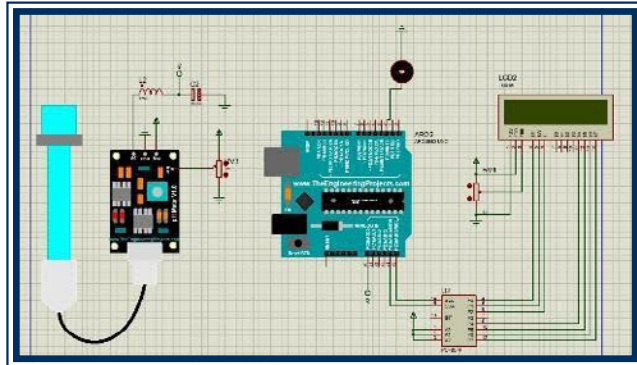
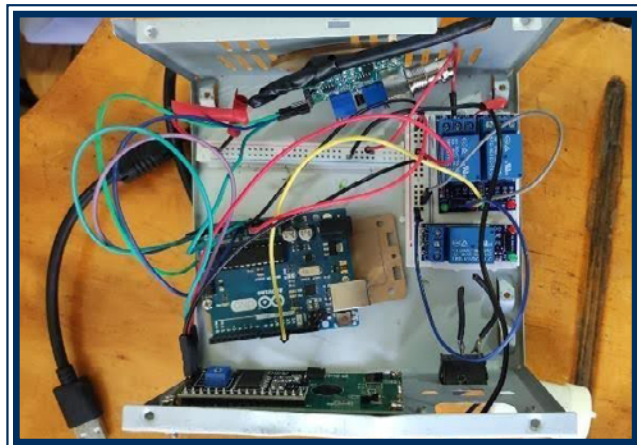


Figura 8. Simulación del circuito eléctrico.

Ya por último se realizaron pruebas para corroborar de que la programación funcionará, así como también de que el sistema fuera hermético y así evitar fugas dentro de la estructura del sistema. Se verificó que el monitoreo del PH fuera el correcto y que la bomba funcionara de la manera indicada. Se hicieron varias pruebas para verificar que la respuesta de la programación sea la adecuada y después de varias pruebas y detectar pequeños fallos se pudo lograr el objetivo deseado automatizar el monitoreo del ph y en la sustancia nutritiva para las plantas. La figura 9(a) muestra el funcionamiento parcial de la sección de medición del pH, mientras que la figura 9(b) muestra el funcionamiento parcial de la sección de visualización de información del pH.



(a) Sensor de Ph.



(b) Display desplegando el valor del pH.
Figura 9. Circuitos eléctricos implementados.

RESULTADOS

Al término de la realización de este prototipo, se logró crear un prototipo automatizada que se utiliza para realizar cultivos hidropónicos verticales. Se realizaron pruebas finales las cuales son cruciales para garantizar el correcto funcionamiento del sistema hidropónico. La Prueba de Flujo y Distribución del Nutriente evalúa la uniformidad del flujo de nutrientes a lo largo de la película hidropónica, utilizando un tinte soluble en agua para observar su distribución. Este proceso asegura un suministro constante y equitativo de nutrientes a todas las plantas.

En cuanto a la Prueba de pH y EC del Agua Nutriente, se verifica el nivel de pH en el agua del depósito de nutrientes, asegurando que esté dentro de los rangos recomendados para las especies cultivadas. Esto garantiza la entrega óptima de nutrientes en las cantidades adecuadas para el crecimiento saludable de las plantas.

Por último, la Prueba de Drenaje y Recirculación verifica si hay un drenaje adecuado del exceso de nutrientes de la película hacia el depósito, evitando acumulaciones perjudiciales para las raíces. Además, se comprueba el correcto funcionamiento del sistema de recirculación y la estabilidad del nivel del agua en el depósito para mantener un entorno óptimo para el cultivo.

La distribución uniforme de nutrientes a lo largo del proyecto ha sido exitosa, garantizando un suministro equitativo a todas las plantas y

fomentando un crecimiento uniforme. El mantenimiento del pH dentro de los rangos óptimos ha sido esencial para una absorción adecuada de nutrientes por parte de las plantas, lo que ha contribuido al crecimiento saludable observado. La eficiente eliminación del exceso de nutrientes de la película hacia el depósito ha evitado problemas de acumulación y ha promovido un entorno favorable para el desarrollo de las raíces. El crecimiento vigoroso de las plantas de hierba buena y la cosecha exitosa indican que el sistema hidropónico NFT es capaz de producir cultivos de alta calidad en un período de tiempo relativamente corto. En la figura 10 se observa el prototipo de sistema hidropónico vertical totalmente armado.



Figura 10. Prototipo armado.

Uno de los resultados más notables del prototipo es el incremento en la eficiencia de la producción. Al eliminar la dependencia del suelo, las plantas pueden recibir los nutrientes directamente en sus raíces, lo que optimiza su crecimiento y reduce el tiempo necesario para alcanzar la madurez. Además de eso se reduce el porcentaje de la aparición de plagas y plantas no deseadas como es el zacate y diferentes tipos de insectos que muy frecuentemente suelen comerse los cultivos.

La automatización permite un control preciso de las condiciones de crecimiento. Mediante sensores y sistemas de control, se monitorean y ajustan en este caso como lo es el pH. Esto

garantiza que las plantas reciban las condiciones óptimas para su desarrollo, lo que se traduce en cosechas más consistentes y de alta calidad. Así también se reduce la dependencia de la mano de obra y así mismo también se reduce el porcentaje de error al hacer la medición del pH y la sustancia necesaria de nutriente para las plantas.

El sistema hidropónico automatizado requiere menos agua en comparación con los métodos de cultivo tradicionales, ya que el agua se recircula y se suministra directamente a las raíces de las plantas. Además, al cultivar en interiores, se optimiza el uso del espacio.

En resumen, los resultados de la realización del sistema hidropónico automatizado abarcan aspectos que van desde la eficiencia y la sostenibilidad hasta la innovación y la educación. Estos sistemas están cambiando la forma en que se ve la agricultura y ofrecen una visión esperanzadora de cómo se puede cultivar alimentos de manera más inteligente y responsable en el futuro.

CONCLUSIONES

De la información proporcionada, se pueden extraer varias conclusiones sobre el desarrollo del prototipo. Aquí están algunas de las conclusiones que se pueden obtener:

El prototipo de sistema hidropónico vertical demostró su capacidad para realizar mediciones de pH, suministrar nutrientes necesarios para un crecimiento óptimo de las plantas y bombear agua a lo largo del sistema según lo programado. Además, logró mostrar continuamente los valores de pH en el display y monitorear todos los aspectos del sistema, incluido el manejo exitoso de las bombas para suministrar sustancias de pH y nutrientes a las plantas, basándose en mediciones previas.

En relación con los objetivos establecidos, el primero buscaba optimizar el tiempo y cuidado de las plantas mediante el uso del prototipo de sistema hidropónico vertical, con la meta de reducir riesgos y pérdidas en el cultivo. También se esperaba sustituir la tierra por agua para mantener un contacto constante

entre las plantas y los nutrientes, facilitando su alimentación y observación de crecimiento hasta la madurez.

El prototipo de sistema hidropónico vertical cumplió con éxito el objetivo de cuidar el crecimiento de las plantas en sus recipientes designados, asegurando un monitoreo constante para mantener su desarrollo saludable.

RECOMENDACIONES

A pesar de que el sistema hidropónico vertical y otros sistemas hidropónicos son soluciones viables para áreas con recursos naturales limitados o para maximizar la eficiencia espacial en la producción de alimentos, pueden presentar cierta complejidad al implementarlos. Esto se debe a la necesidad previa de realizar una investigación exhaustiva y un análisis detallado de los nutrientes requeridos por las plantas, ya que su carencia o exceso puede resultar en la muerte de las plantas. Aunque inicialmente pueda parecer costoso, este tipo de sistema puede ser altamente rentable a largo plazo debido al ahorro significativo de agua, tierra, cuidados y tiempo, factores cruciales en la producción de alimentos que el sistema hidropónico vertical optimiza eficientemente.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, así como al cuerpo académico de "*Mantenimiento y Mecatronica*" con clave UTEZEM-CA-8, y a sus integrantes Abraham Leyva Mancilla y Luis Jaime López Vega, por su valioso apoyo y guía para la conclusión de este grandioso proyecto.

REFERENCIAS

- Arduino. Información de la placa de desarrollo de código abierto Arduino. Obtenido de la página de internet de Arduino. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.arduino.cc/en/software>
- Baras, T. (2016). Cultivo Hidropónico: Una Guía Práctica para el Cultivo de Plantas Sin Suelo.

Editorial Océano Ambar.

Franco, B.; Avellaneda, Y.; Gómez, B. (2022) Diseño, monitoreo y automatización de cultivos verticales aplicando IoT. Tesis de Ingeniería, Universidad El Bosque, España.

Intagri (2021). La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Obtenido de la página de internet de la empresa Intagri. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>

Margolis, M., & Jansen, W. (2012). Arduino: Una Guía Técnica. Pearson Educación.

Monk, S., & Scherz, P. (2016). Electrónica Práctica para Inventores. McGraw-Hill Interamericana.

Portilla, M. (2022) Sistema hidropónico automatizado para el control de parámetros de solución nutritiva en huertos urbanos. Tesis de Ingeniería, Universidad César Vallejo, Perú.

Redondo, D. (2023) Desarrollo de un sistema de cultivo hidropónico vertical automatizado y remoto. Tesis de Ingeniería, Universidad de Valladolid, España.

Resh, H. M. (2013). Producción de Alimentos Hidropónicos: Un Manual Definitivo para el Horticultor Doméstico Avanzado y el Cultivador Hidropónico Comercial. Editorial Trillas.

SolidWorks. Software de diseño Asistido por Computadora. Obtenido de la página de internet de SolidWorks. Recuperado el 20 de agosto de 2023, de <https://www.solidworks.com/>

Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M. (2005). Modelado y Control de Robots. Pearson Educación.

Stevens, M. (2020). Hidroponía: Guía Explicativa de la Jardinería Sin Suelo. Editorial Gustavo Gili.

Thrun, S., Burgard, W., & Fox, D. (2005). Robótica Probabilística. Marcombo.

MEDIDOR DE TEMPERATURA FAST-TRACKING - SISTEMA DE MONITOREO

AUTOR 1.

ALITZEL CAROLINA NAVARRETE TENORIO
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 2.

ANTONIO EMAD SAMIR NAVA
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 3.

CHRISTIAN ALEXANDER CUEVAS MERCADO
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 4.

JUAN CARLOS ORTEGA COELLO
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 5.

KIMBERLY DIAZ
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

AUTOR 6.

JORGE SALVADOR VALDEZ MARTÍNEZ
UTEZ

DIVISIÓN ACADÉMICA DE MECÁNICA
INDUSTRIAL (DAMI)

NO. ORCID: S/N

KEYWORDS

Instrumentation, Temperature meter, Mobile application, Monitoring.

PALABRAS CLAVE

Instrumentación, Medidor de temperatura, Aplicación móvil, monitoreo

RESUMEN

En este manuscrito se muestra un prototipo el cual se enfoca en la instrumentación, que abarca recursos, técnicas y métodos que mejoran la eficacia de las técnicas de percepción y su comunicación con los humanos. En demostraciones anteriores, se ha destacado el tratamiento de señales caloríficas y de humedad, centrándose especialmente en los sensores de calor y humedad como receptores clave. Estos dispositivos captan las señales y emiten respuestas que son interpretadas mediante una comunicación establecida por una tarjeta que conecta los sensores con un dispositivo móvil. Este sistema es esencial en la producción de huevos de gallinas, una actividad crucial en la industria avícola que enfrenta desafíos en el control de la temperatura para una incubación exitosa. La temperatura adecuada es vital para el desarrollo embrionario y la eclosión de los polluelos. A lo largo de la historia, la medición del calor ha sido un desafío, con métodos indirectos predominantes hasta el desarrollo del termómetro moderno en el siglo XVII. En este desarrollo, se utiliza un medidor de temperatura conectado a una aplicación móvil para monitorear y mantener registros precisos de la temperatura y humedad ambiental, lo que es fundamental para garantizar condiciones óptimas en la incubadora.

ABSTRACT- In this manuscript, a prototype is presented that focuses on instrumentation, encompassing resources, techniques, and methods that enhance the effectiveness of perception techniques and their communication with humans. In

previous demonstrations, the treatment of heat and humidity signals has been highlighted, with a particular focus on heat and humidity sensors as key receptors. These devices capture signals and emit responses that are interpreted through communication established by a card connecting the sensors with a mobile device. This system is essential in the production of chicken eggs, a crucial activity in the poultry industry facing challenges in temperature control for successful incubation. The correct temperature is vital for embryonic development and chick hatching. Throughout history, heat measurement has been a challenge, with predominant indirect methods until the development of the modern thermometer in the 17th century. In this development, a temperature meter connected to a mobile application is used to monitor and keep accurate records of temperature and ambient humidity, which is crucial to ensure optimal conditions in the incubator.

INTRODUCCIÓN

Se considera que la instrumentación son un conjunto de recursos, técnicas y métodos que se relacionan para aumentar la eficacia de las técnicas de percepción y su comunicación con el ser humano el sistema presentado en anteriores demostraciones se centran en el tratamiento de señales caloríficas y de humedad, en este caso se toma el interés en los receptores que son los sensores de calor y de humedad. En varios sistemas coexisten los dispositivos tanto de captación de señales y el emisor de respuesta de dichas señales que las respectivas señales son interpretada gracias a la comunicación que se establece por un canal que se establece por medio de una tarjeta que comunica las señales de respuesta de los sensores que son reveladas en el aparato móvil que se encuentra en sincronía o vinculado con el circuito en los que se ubican los dichos sensores de humedad y calor.

Una incubadora con un sistema de medición temperatura es un entorno especialmente diseñado para mantener un monitoreo de temperatura y humedad, con el objetivo de incubar y desarrollar muestras biológicas, como células, tejidos, bacterias o embriones, entre otros. El monitoreo de temperatura es esencial

en una incubadora, ya que permiten conocer de manera precisa la temperatura dentro de la incubadora. La incubadora es un dispositivo diseñado para crear un entorno controlado y óptimo para incubar y cultivar muestras biológicas. Por ello este dispositivo es ideal para proporcionar el monitoreo como temperatura, humedad para permitir un correcto registro y control y para promover el crecimiento y desarrollo adecuados de las muestras o crías de animales como pollos (Roma, 2020).

Las funciones avanzadas incluyen registro del cambio de temperatura y humedad, mediante una aplicación móvil y notificaciones realizadas mediante la comunicación Bluetooth del teléfono móvil y el dispositivo. El uso cuidadoso de este medidor le proveerá muchos años de servicio confiable. El uso de este producto está dirigido a la industria ganadera, ya que es útil para la medición de espacios cerrados como incubadoras, jaulas y otro hábitat cerrado y diminuto, por lo que puede haber un margen de error al usarlo en otro campo. La producción de huevos de gallinas es una actividad fundamental en la industria avícola, siendo vital para satisfacer la demanda alimentaria y generar beneficios económicos significativos. Sin embargo, este proceso enfrenta desafíos y problemas que requieren soluciones efectivas para garantizar una incubación exitosa de los huevos y el desarrollo saludable de los polluelos (Unión Nacional de Avicultores, 2022).

En este contexto, el uso de incubadoras juega un papel crucial, permitiendo controlar el ambiente de incubación para optimizar el desarrollo embrionario y la eclosión de los huevos. El control preciso de la temperatura dentro de estas incubadoras es esencial, ya que influye directamente en el éxito del proceso de incubación y en la calidad de los polluelos que se obtienen.

Este proyecto se enfoca en desarrollar un sistema de medición de temperatura para incubadoras, acompañado de una aplicación móvil que facilite el monitoreo y control de las condiciones de incubación. El objetivo es mejorar la eficiencia, rentabilidad y seguridad en la producción de huevos mediante un enfoque tecnológico innovador y adaptable a las necesidades de los ganaderos y criadores de aves.

Además de abordar los aspectos técnicos y tecnológicos, este proyecto también considera la importancia de la educación y la conciencia sobre el cuidado adecuado de los huevos en incubadoras, promoviendo buenas prácticas y responsabilidad en el manejo de este proceso fundamental para la industria avícola.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Para el trabajo que se va a desarrollar, se consultaron desarrollos tecnológicos afines al trabajo que se va a desarrollar en este prototipo.

Inicialmente se revisó el trabajo de (Aguinaco, 2006), quien se enfocó en desarrollar un medidor de temperatura para cables de alta tensión, utilizando un recubrimiento térmico para resistir el calor. La metodología incluyó dividir las funciones en pequeñas características, aislando térmicamente diferentes partes del medidor. Se utilizó una estructura desmontable en forma de bucle, con una fuente de alimentación, una sonda de temperatura, un circuito de adaptación de señales y un módulo de comunicación. Las pruebas mostraron que el calor de los cables de alta tensión podría dañar el dispositivo.

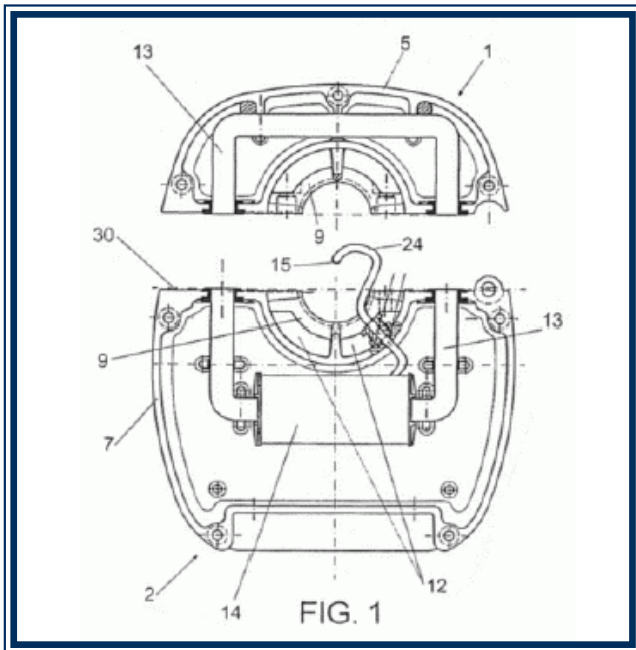


Figura 1. Desarrollo de (AGUINACO, 2006).

En tanto que (Aliaga, 2023), se centró en un sistema que realiza tres funciones: control de aforo, medición de temperatura y dispensación de alcohol en centros públicos. Utilizó un sistema

contabilizador de aforo con un zumbador y una pantalla para mostrar el número de personas, un módulo medidor de temperatura con luces LED para indicar la temperatura y un dispensador de alcohol. Las pruebas demostraron que el sistema emite sonidos y cambia luces según el conteo y la temperatura.



Figura 2. Prototipo de (ALIAGA, 2023).

En el prototipo de (De Araujo, 2020), se desarrolló un medidor de temperatura digital interactivo que puede medir en ambientes húmedos, mojados y secos, con un rango de -55°C a 155°C . Utilizó un sensor, un microcontrolador y una pantalla táctil para mostrar la temperatura en diferentes escalas termométricas. Las pruebas mostraron que el dispositivo puede medir simultáneamente y en tiempo real en varias escalas termométricas.

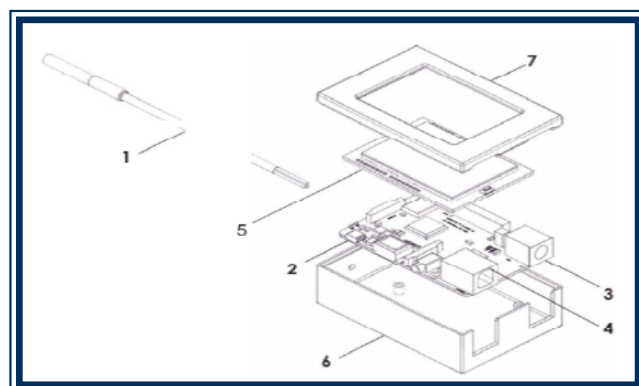


Figura 3. Diseño de (DE ARAUJO, 2020).

La revisión del estado de arte muestra que existen desarrollos tecnológicos relacionados con el desarrollo de sistemas de monitoreo para la supervisión remota de ciertos parámetros de interés. Pero se observó que no se compara en términos de precisión, rango de temperatura medible, resistencia a condiciones ambientales adversas, costo de producción y mantenimiento, entre otros aspectos relevantes. Se observó que en el medidor de temperatura de cables eléctricos de alta tensión mejora la seguridad en infraestructuras eléctricas, cómo el sistema de control de aforo y medidor de temperatura podría contribuir a la prevención de contagios en espacios públicos, y cómo el medidor de temperatura interactivo digital microcontrolado facilita la medición precisa en diversos entornos. Pero ninguno de ellos se aplica al monitoreo de temperatura en una incubadora

La producción de huevos de gallinas es una actividad crucial en la industria avícola que satisface la demanda de alimentos y proporciona importantes beneficios económicos. Sin embargo, esta actividad también enfrenta desafíos y problemáticas que requieren atención y soluciones efectivas. Controlar la temperatura en una incubadora es esencial para lograr una incubación exitosa de los huevos. La temperatura adecuada es fundamental para el desarrollo embrionario y la eclosión de los polluelos. Por lo tanto, esta propuesta de dispositivo, ofrece un servicio de monitoreo constante que puede hacer que se pueda mantener un registro constante de la temperatura y saber si la temperatura es inadecuada para la crianza o incubación.

DESARROLLO

El proyecto se inició con bocetos sobre su realización, la búsqueda de componentes accesibles, y su diseño base. Las etapas de este proyecto son las siguientes:

El proyecto del medidor de temperatura avanzó a través de varias etapas clave. En la fase de programación, se desarrolló un código en lenguaje C++ que enlazaba eficientemente componentes críticos como el display, los sensores DHT22 de temperatura y humedad, y la tarjeta de Bluetooth HC-05. Este código se

integró en el PIC18F4550, el microcontrolador central que controlaría y gestionaría todo el sistema en funcionamiento.

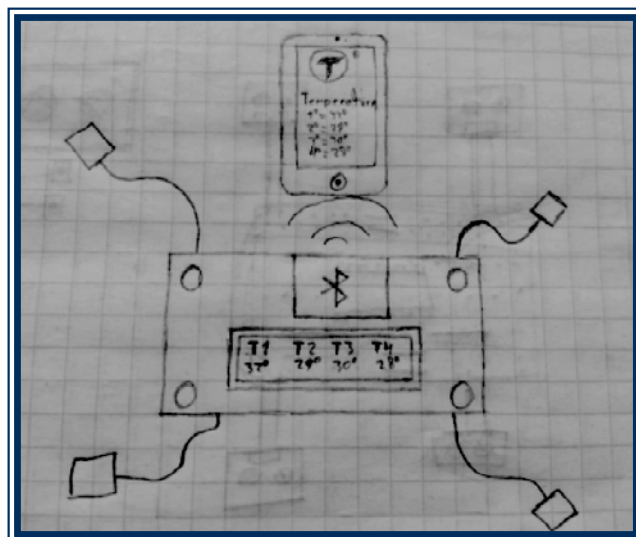
Luego, en la etapa de ensamblaje, se unieron físicamente todos los elementos, desde el display hasta la tarjeta de Bluetooth, utilizando una protoboard para montar el circuito del medidor de manera organizada y funcional. La integración de componentes fue crucial para garantizar un sistema coherente y efectivo.

En cuanto al aspecto estético y funcional, se diseñó y modeló la carcasa protectora del circuito mediante Tinkercad, generando dos versiones que incluyeron cambios en el logotipo y nombre de la empresa, notables en la versión 2 de la carcasa.

La fase de ejecución marcó el inicio de las pruebas exhaustivas del sistema, buscando cualquier error potencial en el código, la aplicación móvil asociada o en los componentes físicos. Esta etapa crítica permitió identificar y solucionar cualquier problema antes de la entrega final del prototipo.

Finalmente, el proceso de pulido se enfocó en perfeccionar el funcionamiento del sistema al corregir cualquier error detectado en las etapas anteriores. Esto aseguró que la versión final del medidor de temperatura fuera la mejor posible, lista para su implementación y uso efectivo.

Para el desarrollo de este proyecto se realizaron una serie de bosquejos que se muestran en la figura 4.



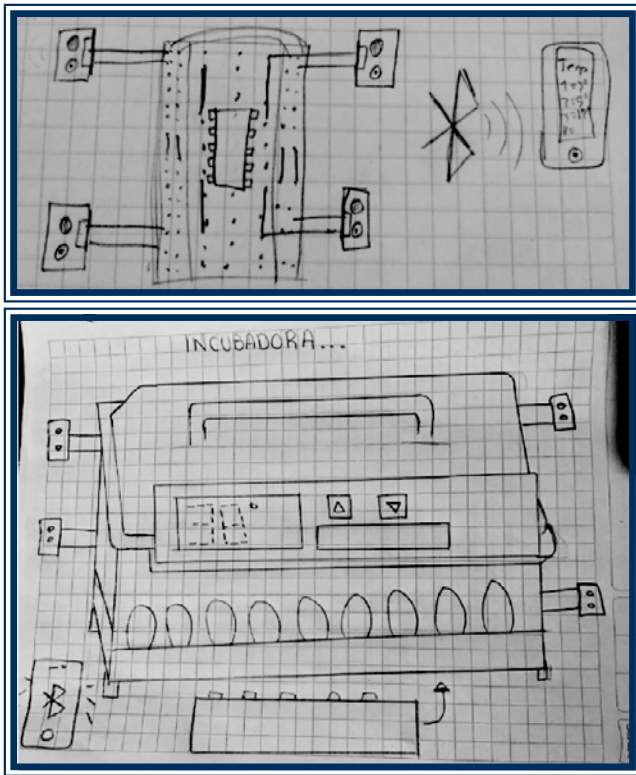


Figura 4. Bosquejos realizados para el prototipo de sistema de medición de temperatura para incubadoras.

De lo cual, se derivó al diseño que se realizó mediante el software de dibujo asistido por computadora SolidWorks (*SolidWorks, 2016*). En la figura 5, se puede observar el diseño realizado para la carcasa.

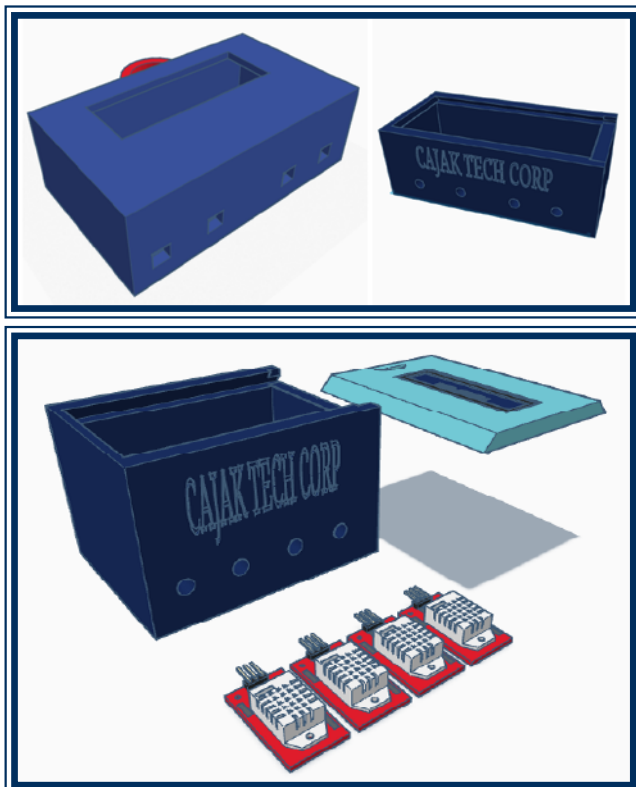
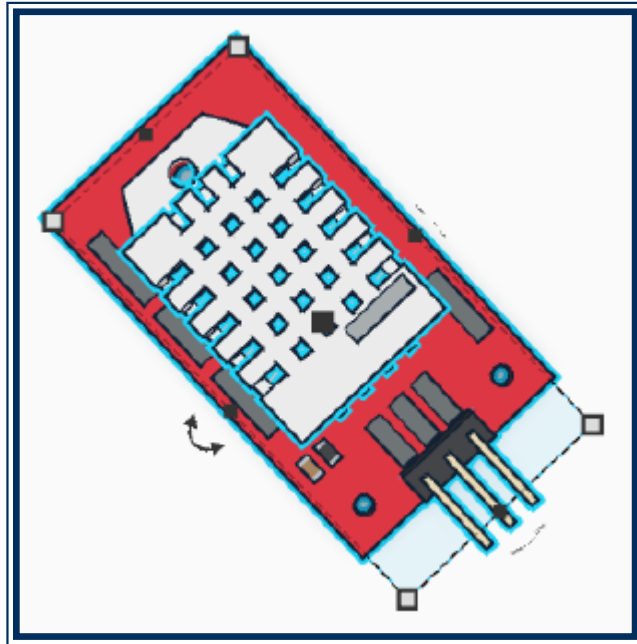
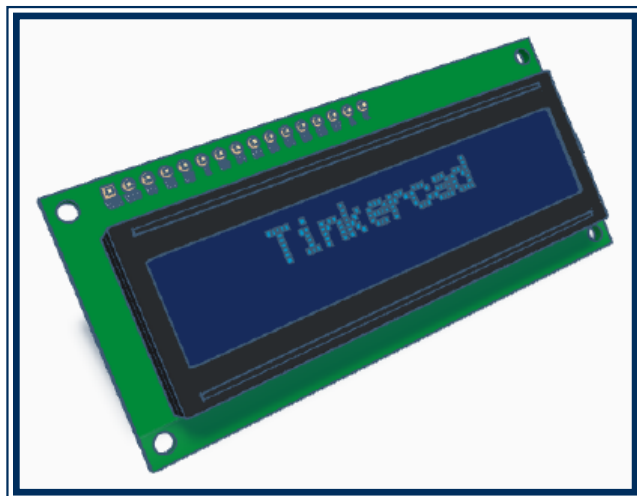


Figura 5. Piezas realizadas en SolidWoks para el prototipo de sistema de medición de temperatura para incubadoras.

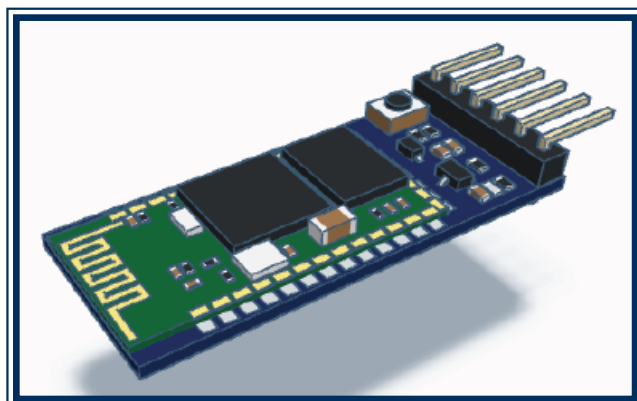
En la figura 6, se observa el diseño realizado para los sensores utilizados, módulos de comunicación y microcontrolador.



(a) Sensor DHT22.



(b) Pantalla LCD.



(c) Modulo Bluetooth HC-05.



(d) PIC 18F4550.

Figura 6. Piezas realizadas en SolidWoks para el prototipo de sistema de medición de temperatura para incubadoras.

Una vez diseñadas las piezas, se procedió a construir la estructura principal del prototipo; el material principal de este artefacto fue el "PLA", pues con él se creó la estructura principal del prototipo de sistema de medición de temperatura para incubadoras, que fue creada en una impresora 3D (Ver figura 7). El diseño fue hecho así para una buena distribución de los prototipos.

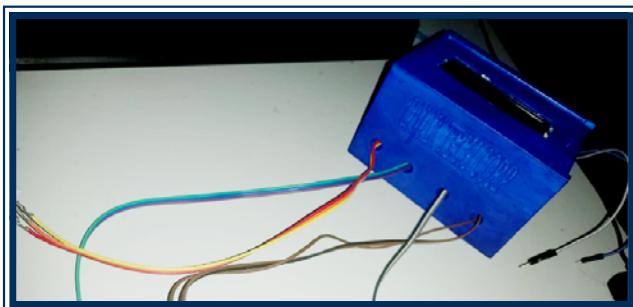
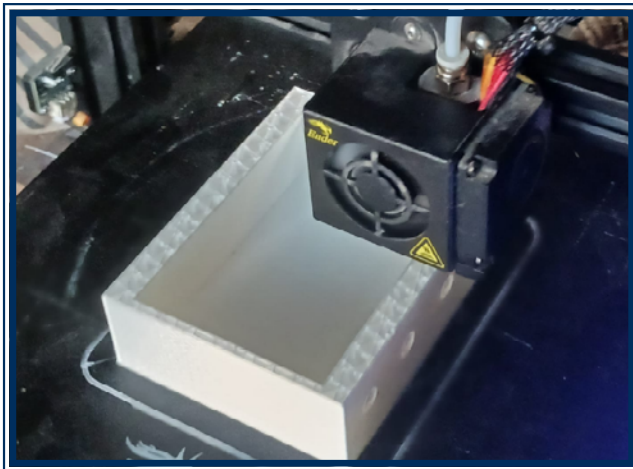


Figura 4. Bosquejos realizados para el prototipo de sistema de medición de temperatura para incubadoras.

Para lograr la automatización del prototipo, se utilizó un micro controlador (MICROCHIP, 2009),

el cual a través de su programación permite la lectura de los sensores empleados. A su vez, el dispositivo digital, despliega la información en una pantalla LCD. El diagrama de flujo del programa desarrollado para controlar los actuadores, se muestra en la figura 8.

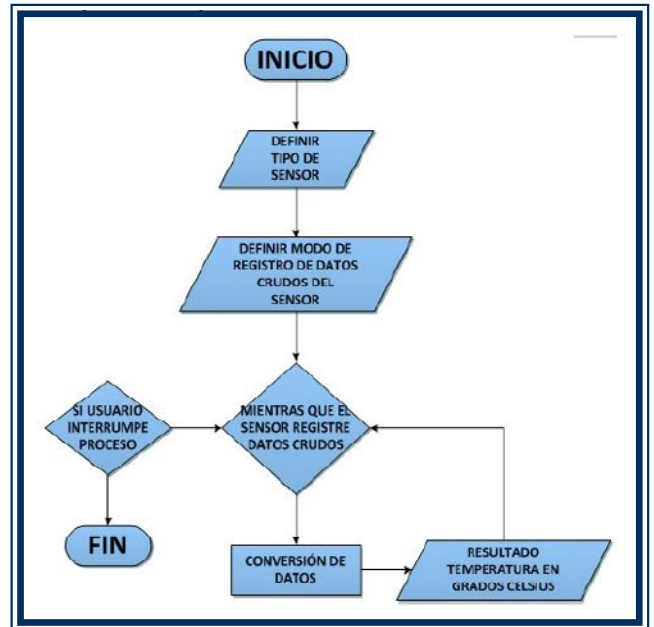


Figura 8. Diagrama de flujo de programación desarrollada.

Los sensores de humedad y de calor están conectados a un pin del microcontrolador PIC18F4550 así como el módulo de bluetooth el cual se encarga de conectarse al dispositivo móvil para poder enviar la magnitud del parámetro y llevar un registro de adecuado de la temperatura del área de trabajo.

Al mismo tiempo de desarrollar la programación, se procedió a crear el circuito electrónico que permite el monitoreo de los sensores. Para ello inicialmente se realizó la simulación del circuito electrónico en el software de simulación ISIS de Proteus (LabcenterElectronics, 2023), que se muestra en la figura 9. En ella se observa el micro controlador que fue utilizado, así como algunos elementos adicionales.

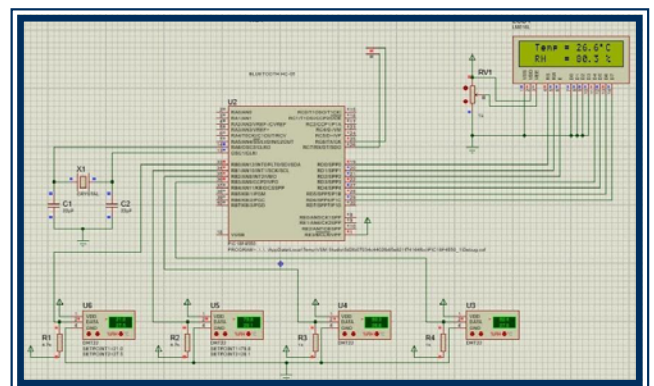
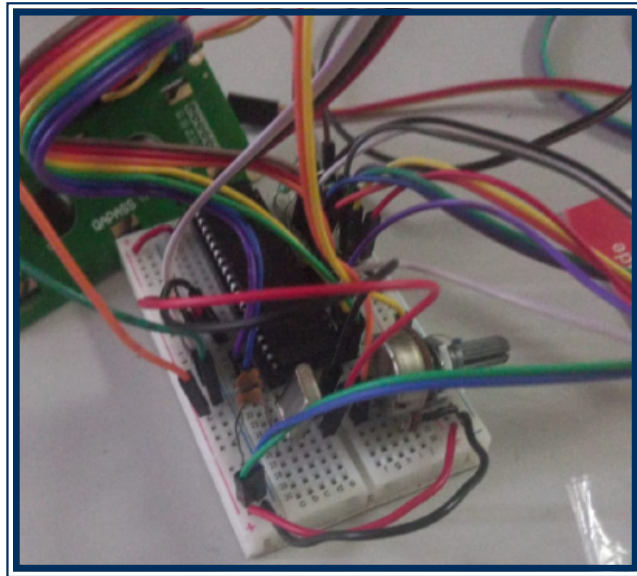


Figura 9. Simulación del circuito eléctrico.

Se realizó un exhaustivo proceso de simulación y construcción del circuito eléctrico y electrónico para el proyecto. La simulación del circuito evidenció que se obtienen los valores requeridos para su correcto funcionamiento. Posteriormente, se procedió a la construcción del circuito usando una protoboard para verificar su funcionamiento inicial. Durante este proceso de construcción, se emplearon jumpers más largos para conectar componentes como la pantalla LCD, asegurando así una conexión estable. Luego, se avanzó a la sección de programación en el sistema embebido, focalizada en el microcontrolador PIC18F4550, encargado del funcionamiento preciso del circuito. Se elaboró un diagrama de flujo detallado, que guía la programación del microcontrolador. Además, se desarrolló la programación específica para los sensores DHT22, destinados a recopilar datos de temperatura y humedad.

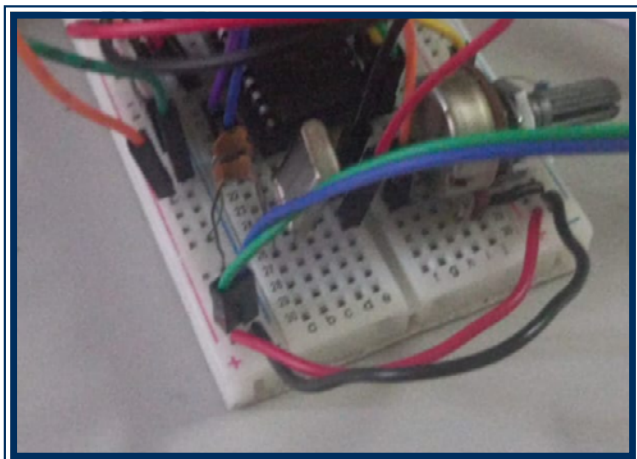
Asimismo, se implementó la programación para la comunicación vía Bluetooth utilizando el módulo HC-05, junto con la aplicación **"Serial Bluetooth Terminal"**, permitiendo la conexión y visualización de datos en un teléfono móvil. Esta programación fue crucial para lograr la comunicación eficiente entre el circuito y el dispositivo móvil. La implementación de la programación se complementó con la construcción física del circuito, como se observa en la Figura 10, donde cada sección, desde el control de la pantalla hasta la conexión de sensores y módulo Bluetooth, se integró meticulosamente. Tras verificar su funcionamiento, se realizó una prueba general del sistema para garantizar su operatividad completa.



(b) Implementación final.
Figura 10. Circuito eléctrico implementado.

RESULTADOS

Se logró un funcionamiento óptimo del dispositivo mediante la conexión a la fuente de energía para mantenerlo activo. Al acceder a la aplicación vinculada a través de la tarjeta de Bluetooth HC-05, se reciben y muestran los parámetros de temperatura y humedad del entorno en tiempo real. Los datos son transmitidos de manera efectiva a través de la aplicación, generando un retraso para enviarlos en intervalos regulares, lo que permite un monitoreo continuo y preciso de las condiciones ambientales. La pantalla LCD del dispositivo exhibe correctamente los datos recopilados de los sensores, mostrando un mensaje de "INICIO OK" al encenderse, indicando el funcionamiento adecuado del dispositivo. Esto permite una visualización constante de la temperatura y humedad en un ciclo continuo, como se muestra en la Figura 11.



(a) Detalle de la conexión de los sensores

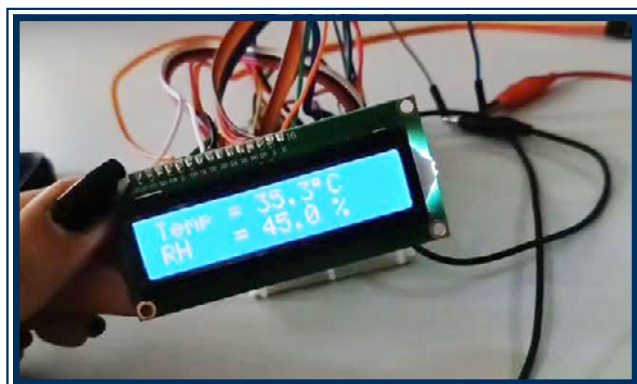


Figura 9. Simulación del circuito eléctrico.

Además, la implementación de la comunicación vía Bluetooth se evidencia en la Figura 12, donde se muestra el funcionamiento del programa que facilita la transmisión de datos al teléfono móvil de manera eficiente.

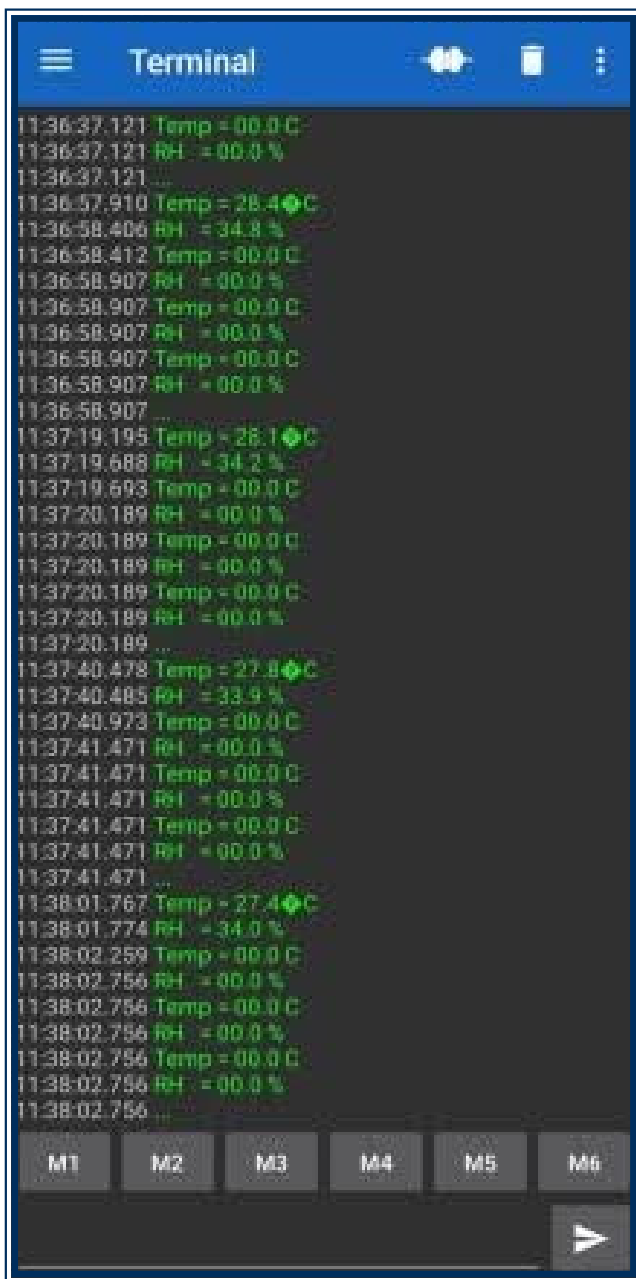


Figura 12. Muestra del funcionamiento del programa vía Bluetooth.

Este prototipo representa una solución automatizada para el monitoreo constante de temperatura y humedad. A través de tecnologías avanzadas como Bluetooth y el uso de sensores y microcontroladores, se logró superar la problemática inicial de costos elevados y complejidad en el uso y mantenimiento. La carcasa diseñada de manera compacta y el

empleo de materiales accesibles contribuyeron a reducir tiempos y costos en su elaboración, haciendo de este dispositivo una herramienta efectiva y transportable para su aplicación en diversas situaciones.

Se llevaron a cabo pruebas finales para evaluar el desempeño del proyecto de monitoreo utilizando el Medidor de Temperatura en diferentes escenarios. En la primera prueba, se colocó el dispositivo en una jaula de Hámster, donde se registraron temperaturas entre los 26 °C y los 28 °C, con una humedad de 47 % a 55 %. La Figura 13 muestra esta prueba en detalle.



Figura 13. Prueba en Jaula de Hámster.

En la segunda prueba, el dispositivo se ubicó en una mochila hermética previamente enfriada, donde se registraron temperaturas entre los 8 °C y los 16 °C, con una humedad de 37 % a 51 %. Esto se ilustra en la Figura 14.



Figura 14. Prueba en Mochila Hermética Fría.

Por último, se realizó una prueba en una incubadora casera, utilizando una pecera con una lámpara calefactora. En este caso, se obtuvieron temperaturas entre los 28 °C y los 33 °C, con una humedad de 49 % a 62 %. Se consideró que estas condiciones podrían variar en ambientes más fríos alrededor, como se detalla en la Figura 15.



Figura 15. Prueba en Incubadora Casera.

CONCLUSIONES

El monitoreo de temperatura en una incubadora ha sido exitoso gracias al dispositivo desarrollado. Este dispositivo, conectado a una fuente para mantenerse activo, transmite los datos de temperatura y humedad a través de la tarjeta Bluetooth HC-05 a una aplicación móvil.

El dispositivo medidor de temperatura es capaz de medir un área según el alcance de sus sensores DHT22 y retornar los datos de su temperatura y humedad.

La pantalla LCD muestra estos datos de manera precisa, asegurando un control óptimo del entorno de incubación. Además, se logró implementar un retraso para el envío periódico de datos, optimizando así el monitoreo continuo.

Esta solución tecnológica, basada en una integración Bluetooth y el uso de sensores y microcontroladores, ha superado la problemática inicial de costos y complejidad, al diseñar una carcasa compacta y funcional con materiales accesibles. Se considera ideal para hábitats de animales pequeños y el correcto monitoreo de su temperatura y humedad. El medidor de temperatura y humedad DHT22 de 4 pines tiene los pines muy delgados por lo que se requirió de soldar estos al dispositivo para

evitar caídas y daños hacía el sensor.

En conclusión, el dispositivo se presenta como una herramienta eficaz para el monitoreo constante de temperatura y humedad en entornos específicos, ofreciendo recomendaciones para un uso seguro y efectivo, desde la inspección de la carcasa hasta el manejo adecuado de los sensores.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata, así como al cuerpo académico de "Mantenimiento y Mecatronica" con clave UTEZEM-CA-8, y a sus integrantes Iván Alcalá Barojas y Enrique Contreras Calderón, por su valioso apoyo y guía para la conclusión de este grandioso proyecto.

REFERENCIAS

Aguinaco, S. (2006). Patente nº ES1063031 - MEDIDOR DE TEMPERATURA DE CABLES ELECTRICOS DE ALTA TENSION. España.

Aliaga, M. (2023). Patente nº PE2023-0216 - SISTEMA DE CONTROL DE AFORO, MEDIDOR DE TEMPERATURA Y DISPENSADOR DE ALCOHOL PARA CENTROS PUBLICOS. Perú.

De Araujo, A. (2020). Patente nº BR102018077437 - MEDIDOR DE TEMPERATURA INTERATIVO DIGITAL MICROCONTROLADO. Brasil.

LabcenterElectronics. (2023). Schematic Capture Features. Recuperado el Junio de 2023, de Página de internet de Labcenter Electronics: <https://www.labcenter.com/schematic/>

MICROCHIP. (8 de Abril de 2009). Página de internet de la empresa Microchip. Recuperado el 5 de Abril de 2024, de Hoja de datos del microcontrolador PIC18F4550: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632e.pdf>

Romo, V. (2020). SISTEMA INTELIGENTE DE MONITOREO DE TEMPERATURA, TERMOSIM 2020. Aguascalientes, México: Tesis de Maestría, INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.

SolidWorks. (2016). Introducción a SolidWorks. Massachusetts: Dassault Systemes .

Unión Nacional de Avicultores. (2022). Situación de la Avicultura Mexicana. México: Unión Nacional de Avicultores.



MURAL "MESTIZAJE DE CULTURAS"

ELABORADO POR EL ARTISTA PLÁSTICO DE ORIGEN OAXAQUEÑO, IRVING CANO, EGRESADO DE LA UTEZ.
INAUGURADO EN EL AÑO 2016

Publicación cuatrimestral de la
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMILIANO ZAPATA
DEL ESTADO DE MORELOS

comiteeditorial@utez.edu.mx
777 368 1165 ext. 275

Territorio de Calidad®

