

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA LA MOVILIZACIÓN
DE UN ROBOT TERRESTRE CON UNA ESTRUCTURA BASADA EN PLA**

PRESENTADO POR

SUNTAXI SUNTAXI MICHAEL JAVIER

CHICAIZA GUANOPATIN LUIS MATEO

TUTOR

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA

MARZO 2024

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y Construcción de un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA”, presentado por los ciudadanos Suntaxi Suntaxi Michael Javier y Chicaiza Guanopatin Luis Mateo , para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

Tutor: Mg. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo

C.I.: 0604030635

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y Construcción de un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA”, presentado por los ciudadanos Sntaxi Sntaxi Michael Javier y Chicaiza Guanopatin Luis Mateo, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.
C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Suntaxi Suntaxi Michael Javier portador de la cédula de ciudadanía 1726700139 y Chicaiza Guanopatin Luis Mateo portador de la cédula de ciudadanía 2350859506, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica autor de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y Construcción de un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-Sin Derivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de marzo de 2024.

Suntaxi Suntaxi Michael Javier

C.I.: 1726700139

Chicaiza Guanopatin Luis Mateo

C.I.: 2350859506

Dedicatoria

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por concederme la vida, la salud, la sabiduría y la fortaleza necesaria para alcanzar con éxito este importante hito en mi formación académica. Este trabajo de Integración Curricular, realizado en la fase final de mi carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, está dedicado de todo corazón a mis padres, cuyo apoyo y orientación fueron fundamentales para mi desarrollo. También dedico este trabajo a mi Abuelita Trinidad Quisphe, cuyo sabio consejo y amor perdurarán en mi memoria, aunque ya no esté físicamente con nosotros. Reconozco especialmente a mis padres por su inquebrantable respaldo, tanto moral como económico, durante mi trayecto hacia la profesionalidad en el campo de la Electromecánica. Mi gratitud hacia ellos es infinita. Asimismo, quiero dedicar este trabajo a mis compañeros y amigos, quienes generosamente compartieron sus conocimientos y brindaron su apoyo en los momentos más difíciles de esta travesía académica. Su contribución fue invaluable.

Suntaxi Suntaxi Michael Javier

Dedico primeramente este trabajo a Dios por permitirme tener vida, salud, sabiduría y fortaleza para culminar con éxito tan ansiada carrera Además este trabajo realizado para la obtención del título de tercer nivel de Tecnología Superior en Electromecánica, Agradezco con todo mi corazón a mis padres que sin ellos no habría logrado, por haber brindado su apoyo y su amor para hacer de mí una mejor persona, a mis abuelos por cumplir un rol muy grande en mi vida con sus sabios consejos.

Chicaiza Guanopatin Luis Mateo

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud hacia Dios por otorgarme la vida y por ser mi guía en este camino, por brindarme la sabiduría y la fortaleza necesarias para alcanzar mis metas académicas. Agradezco de corazón a mis padres por ser una fuente constante de inspiración, motivación y confianza, por su apoyo incondicional y su paciencia, que han sido pilares fundamentales en mi desarrollo profesional. Reconozco y agradezco al Ingeniero Carlos Ruiz MG y a los profesores del Instituto Tecnológico Universitario Vida Nueva por impartirme los conocimientos necesarios y por guiarme no solo en el ámbito académico, sino también en mi crecimiento personal y profesional. Asimismo, quiero expresar mi gratitud hacia mis amigos y compañeros por los momentos gratos compartidos, y un agradecimiento especial a aquellos que me han brindado su apoyo, ánimo y consejos a lo largo de mis años de estudio. Su contribución ha sido invaluable.

Suntaxi Suntaxi Michael Javier

Doy gracias a Dios por ser mi guía y dándome la sabiduría la fuerza necesaria para alcanzar mis metas académicas. Quiero expresar mi profunda gratitud a mi familia, quienes han sido una constante fuente de inspiración, motivación, confianza, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional. Reconozco y agradezco especialmente al Ingeniero Carlos Ruiz Mg, al Ingeniero Edwin Machay Mg, al Ingeniero Byron Machay Mg y a los profesores del Instituto Técnico Universitario Vida Nueva por su dedicación en enseñarme todo lo necesario para mi desarrollo como profesional, tanto a nivel académico como personal. También quiero extender mi agradecimiento a mis amigos y compañeros por los momentos agradables compartidos y a todas las personas que me han brindado su apoyo.

Chicaiza Guanopatin Luis Mateo

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Planteamiento del Problema	11
Descripción de la Situación Problemática	11
Formulación del Problema	13
Introducción	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Justificación	17
Antecedentes	18
Marco Teórico	21
Electrónica	21
Mecánica	23
Robótica	24
PLA	26
Robot	28
Impresora 3D	30
Metodología y Desarrollo del Proyecto	32
Diseño de Piezas	32
Impresión de Estructura y Armado	39
Funcionamiento	42

	8
Propuesta	43
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias	48
Anexos	54

Resumen

La situación problemática actual radica en la carencia de una solución eficiente que integre la tecnología de impresión 3D con PLA en la estructura del robot terrestre, la investigación se centró en la concepción y elaboración de un sistema mecánico destinado a facilitar el desplazamiento de un robot sobre superficies terrestres, adoptando una estructura fundamentada en PLA, para el diseño se hicieron uso de distintos softwares de diseño en 3D, como blender y 3D builder, se usó de referencia una imagen de un robot virtual, lo que permitió un diseño amigable y minimalista. Tras culminar la fase de diseño se procedió a la impresión de la estructura y ensamblaje de la estructura, se llevaron a cabo pruebas rigurosas que permitieron identificar la necesidad de reforzar zonas de la impresión que, debido a su ángulo, no contaba con el material suficiente lo que reducía su rigidez. El uso del PLA en estructuras es muy versátil debido que es un material de bajo costo, no es tóxico, además de ser un material biodegradable, en el diseño de la estructura es necesario tomar en cuenta aspectos importantes como el tamaño de la cama de la impresión, ya que de ser necesario se deberá recortar el modelo para unirlo después sin afectar su funcionamiento, se puede mejorar y optimizar aspectos como tiempos de impresión, ya se haciendo uso de más impresoras, aumentando la velocidad o usando boquillas de diámetros superiores.

Palabras Clave: DISEÑO 3D, ESTRUCTURA 3D, PLA, BLENDER

Abstract

The current problematic situation lies in the lack of an efficient solution that integrates 3D printing technology with PLA in the structure of the terrestrial robot, the research focused on the design and development of a mechanical system to facilitate the movement of a robot on land surfaces, adopting a structure based on PLA, for the design different 3D design software were used, such as blender and 3D builder, an image of a virtual robot was used as a reference, which allowed a friendly and minimalist design. After completing the design phase, the structure was printed and assembled. Rigorous tests to identify the need to reinforce areas of the print that, due to their angle, did not have enough material, which reduced their rigidity were carried out. The use of PLA in structures is very versatile because it is a low-cost material, that is not toxic, besides being a biodegradable material, in the design of the structure it is necessary to take into account important aspects such as the size of the printing bed because if necessary the model must be cut to join it later without affecting its operation, it can be improved and optimize aspects such as printing times, either by using more printers, increasing the speed or using nozzles of larger diameters.

Keywords: 3D DESIGN, 3D STRUCTURE, PLA FILAMENT, BLENDER.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Situación Problemática

La situación problemática en la actualidad, se plantea la necesidad de diseñar y construir un sistema mecánico innovador que mejore la movilización de un robot terrestre. Los robots terrestres son esenciales para realizar tareas además esta automatizado en entornos diversos. Sin embargo, la eficiencia y versatilidad de estos robots se ven obstaculizadas por desafíos específicos en su sistema mecánico actual, donde Méndez (2023), explica:

A pesar de las ventajas que ofrece el PLA en términos de sostenibilidad y facilidad de fabricación, su implementación en la construcción de robots terrestres plantea desafíos específicos en cuanto a la movilización además la mecánica del sistema de locomoción se convierte en un elemento crítico que afecta directamente el rendimiento y la eficiencia del robot además la resistencia y durabilidad de las piezas mecánicas en un entorno real deben ser cuidadosamente evaluadas. la robótica se encuentra en constante evolución, con aplicaciones cada vez más diversas y desafiantes. La adopción de materiales sostenibles, como (PLA), en la construcción de estructuras de robots terrestres ha captado la atención debido a su naturaleza biodegradable y su versatilidad. (p. 1)

La situación problemática radica en la carencia de una solución eficiente que integre la tecnología de impresión 3D con PLA en la estructura del robot terrestre, esta problemática se intensifica al buscar un balance de diseño entre la resistencia y la ligereza de los componentes impresos en 3D, considerando la complejidad de los movimientos y las cargas durante el desplazamiento del robot, abordar estos conflictos es esencial para lograr una implementación exitosa de sistemas mecánicos basados en PLA y aprovechar plenamente su potencial innovador en la robótica.

Adicionalmente, se plantea el reto de diseñar un sistema mecánico que garantice la precisión y estabilidad en la movilización del robot terrestre, optimizando su rendimiento en diversos entornos, la selección de materiales óptimos y la configuración de los componentes mecánicos se presentan como aspectos cruciales para evitar problemas como la deformación de piezas impresas en 3D o la falta de robustez en la estructura del robo, es de esta forma que, la exploración de tecnologías emergentes y materiales avanzados se perfila como una vía para proporcionar soluciones adicionales que superen los obstáculos identificados.

La falta de una solución integral para esta situación problemática podría conducir a un sistema mecánico ineficiente, con limitaciones en términos de durabilidad, capacidad de carga y adaptabilidad a diversas superficie, de esta forma se busca desarrollar una propuesta innovadora que supere estos desafíos, optimizando la movilidad del robot terrestre y maximizando su rendimiento en distintos escenarios de aplicación, sin embargo, se reconoce que la colaboración interdisciplinaria y la retroalimentación continua son fundamentales para abordar los retos planteados y lograr avances significativos en el campo de la robótica basada en PLA.

En conclusión, la situación problemática presenta desafíos cruciales en la integración eficiente de la tecnología de impresión 3D con PLA en la estructura de un robot terrestre, la búsqueda del equilibrio entre resistencia y ligereza así como la precisión en el diseño mecánico son elementos fundamentales para el éxito de esta implementación, la exploración de tecnologías emergentes y materiales avanzados se vislumbra como una estrategia valiosa para superar los obstáculos identificados y optimizar el rendimiento del robot en los entornos que se desenvolverá.

Formulación del Problema

¿Cómo un sistema mecánico de movimiento de un robot basado en PLA permite desarrollar movimientos en diferentes entornos?

Introducción

El diseño y la construcción de sistemas mecánicos para la movilización de robots terrestres con estructuras basadas en PLA representan un campo de investigación fascinante y prometedor en el ámbito de la robótica y la fabricación aditiva. La adopción de materiales sostenibles, como el ácido poliláctico (PLA), en la construcción de robots terrestres ha captado la atención debido a su naturaleza biodegradable y su versatilidad. Sin embargo, este enfoque también plantea desafíos específicos en cuanto a la resistencia, durabilidad y comportamiento mecánico de las piezas impresas en 3D.

Una investigación publicada en el *Journal of Engineering and Technology Management* (Rosen & Schmitt, 2015), ofrece una perspectiva valiosa sobre la adopción de tecnologías de fabricación aditiva, como la impresión 3D, y cómo estas están siendo utilizadas en el diseño y construcción de robots terrestres. El artículo destaca la importancia de abordar cuidadosamente los desafíos asociados con el uso de materiales biodegradables en la construcción de robots, incluyendo la optimización del diseño mecánico, la evaluación de la resistencia y durabilidad de las piezas impresas en 3D, y la identificación de soluciones innovadoras para garantizar un rendimiento confiable y eficiente en entornos reales. La tecnología de impresión 3D ha surgido como una innovación revolucionaria en el ámbito de la manufactura, posibilitando la producción ágil y eficaz de componentes complejos. El ácido poliláctico (PLA) se ha destacado como un material popular en la impresión 3D debido a su bajo costo, biodegradabilidad y facilidad de manipulación (Campos et al., 2021). Sin embargo, la aplicación de PLA en la construcción de sistemas mecánicos para robots terrestres plantea desafíos específicos, especialmente en términos de resistencia y durabilidad en entornos adversos.

La situación problemática se plantea la necesidad de diseñar y construir un sistema mecánico innovador que mejore la movilización de un robot terrestre. Los robots terrestres son esenciales para realizar tareas además esta automatizado en entornos diversos.

La situación problemática radica en la carencia de una solución eficiente que integre la tecnología de impresión 3D con PLA en la estructura del robot terrestre, esta problemática se intensifica al buscar un balance de diseño entre la resistencia y la ligereza de los componentes impresos en 3D, considerando la complejidad de los movimientos y las cargas durante el desplazamiento del robot, abordar estos conflictos es esencial para lograr una implementación exitosa de sistemas mecánicos basados en PLA y aprovechar plenamente su potencial innovador en la robótica.

Objetivos

Objetivo General

Construir un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA.

Objetivos Específicos

- Investigar un programa para el sistema estructural que permita la selección de los accesorios y materiales adecuados en la aprobación del diseño.
- Desarrollar los elementos diseñados para la estructura y el montaje del sistema el cual garantice exactitud en el desarrollo de actividades.
- Comprobar el comportamiento y la interacción de un robot en un entorno controlado, con énfasis en su movilidad, mediante la realización de pruebas experimentales en un espacio cerrado determinado.

Justificación

El objetivo de este proyecto es emplear una estructura fabricada con PLA, un material avanzado utilizado en impresión 3D, con el fin de explorar nuevas oportunidades en el ámbito de la ingeniería robótica. Desde una perspectiva social, se busca mejorar la accesibilidad y la versatilidad de los robots terrestres. Asimismo, desde una perspectiva de conocimiento, se pretende ampliar la comprensión sobre las aplicaciones y limitaciones de materiales como el PLA en entornos robóticos. Este proyecto no solo presenta desafíos técnicos, sino que también representa un paso hacia la integración efectiva de la robótica en diversos aspectos de la vida diaria.

La construcción de un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA tiene relevancia social al contribuir al avance de la robótica aplicada, la implementación de este sistema permitirá desarrollar robots terrestres más accesibles y versátiles, con aplicaciones potenciales en áreas como asistencia, exploración de entornos desconocidos y ayuda en tareas cotidianas, la accesibilidad y versatilidad de estos robots podrían impactar positivamente en la sociedad al mejorar la eficiencia en diversas tareas y facilitar la integración de la tecnología robótica en la vida diaria.

El diseño y construcción de un sistema mecánico con estructura basada en PLA implica la aplicación y expansión de conocimientos en ingeniería mecánica, materiales avanzados y diseño robótico, este proyecto proporcionará una oportunidad para investigar y comprender a fondo las propiedades y capacidades del PLA como material estructural en aplicaciones robóticas, además, el desarrollo del sistema mecánico requerirá la integración de principios de diseño ergonómico, resistencia de materiales y tecnologías de fabricación avanzada.

Antecedentes

Según Armada (2020) En las últimas décadas, la robótica ha experimentado un crecimiento exponencial gracias a avances significativos en campos como la inteligencia artificial, la percepción sensorial y la fabricación de materiales. Los robots terrestres, en particular, han generado interés debido a su diversidad de aplicaciones, que van desde la exploración de entornos desafiantes hasta la ayuda en tareas domésticas (López y Cárdenas, 2019). En este contexto, el diseño y la construcción de sistemas mecánicos para la movilización de robots terrestres se ha convertido en un área de investigación crucial, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la resistencia y la adaptabilidad de estos sistemas.

Los primeros robots móviles se basaban en sistemas mecánicos simples, como ruedas y orugas, y estaban diseñados principalmente para aplicaciones militares y de exploración espacial. Con el tiempo, los avances en tecnología de sensores y sistemas de control permitieron la creación de robots terrestres más sofisticados, capaces de navegar en entornos desconocidos y adaptarse a condiciones variables (Rodríguez, 2022, p. 1).

Uno de los hitos más importantes en la evolución de la robótica móvil fue el desarrollo del robot móvil autónomo, capaz de tomar decisiones y realizar tareas sin intervención humana. Este avance abrió nuevas posibilidades en aplicaciones como la exploración planetaria, la inspección de infraestructuras y la asistencia en operaciones de rescate. Sin embargo, la efectividad de estos robots autónomos sigue estando limitada por la calidad y robustez de su sistema mecánico de movilización (Alonso, 2022).

En paralelo al desarrollo de robots móviles autónomos, la impresión 3D ha emergido como una tecnología transformadora en el campo de la fabricación. La capacidad de crear componentes complejos con una precisión y rapidez sin precedentes ha abierto nuevas

oportunidades en el diseño de robots y otros dispositivos mecánicos. El PLA, en particular, se ha convertido en un material popular en la impresión 3D debido a su bajo costo, su biodegradabilidad y su facilidad de manipulación (García, 2023).

Sin embargo, la aplicación de PLA en la construcción de sistemas mecánicos para robots terrestres plantea desafíos específicos en términos de resistencia, durabilidad y compatibilidad con otros componentes. Aunque el PLA es adecuado para la fabricación de componentes estructurales livianos, su resistencia a la tracción y a la fatiga es inferior a la de otros materiales más tradicionales, como el aluminio o el acero. Además, el PLA tiende a degradarse con el tiempo cuando se expone a condiciones ambientales adversas, lo que puede afectar negativamente la vida útil y el rendimiento del robot (Amaya et al., 2021).

En este contexto, el presente trabajo de titulación surge como un intento de abordar estos desafíos mediante el diseño y la construcción de un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre, utilizando una estructura basada en PLA como punto de partida. Este enfoque busca aprovechar las ventajas de la impresión 3D, como la rapidez y la flexibilidad de diseño, mientras se superan las limitaciones del PLA mediante técnicas de optimización estructural y selección de materiales.

El trabajo previo en este campo se ha centrado principalmente en el diseño y la construcción de robots móviles utilizando materiales convencionales, como el aluminio y el acero. Si bien estos materiales ofrecen una excelente resistencia y durabilidad, también presentan desafíos en términos de peso y complejidad de fabricación. La aplicación de PLA en la fabricación de robots terrestres ofrece una alternativa prometedora que podría reducir los costos de producción y mejorar la eficiencia en la fabricación.

Sin embargo, hasta la fecha, hay una falta de investigación sistemática sobre el uso de PLA en sistemas mecánicos para robots terrestres. La mayoría de los estudios existentes se han centrado en la fabricación de componentes individuales, como carcasa de robots o partes de ensamblaje. Esta tesis se propone llenar este vacío al desarrollar un enfoque integral para el diseño y la construcción de un sistema mecánico completo utilizando PLA como material principal.

Marco Teórico

Electrónica

La electrónica transforma nuestro entorno desde dispositivos cotidianos hasta tecnologías avanzadas, impulsando la innovación, adentrarse en este campo es explorar un universo de circuitos y componentes que potencian la era digital, para ello se tiene la descripción de Alonso (2022), que brinda la siguiente definición:

La electrónica es una rama de la física y la ingeniería que se ocupa del estudio y aplicación de dispositivos, circuitos y sistemas que utilizan corrientes eléctricas para el control y procesamiento de información. Esta disciplina abarca una amplia gama de áreas, desde la electrónica de potencia hasta la microelectrónica y la robótica, y desempeña un papel fundamental en casi todos los aspectos de la vida moderna. (p. 1)

La electrónica es una rama clave de la física e ingeniería, se dedica al estudio y aplicación de dispositivos, circuitos y sistemas que emplean corrientes eléctricas para el control y procesamiento de información, su alcance incluye desde la electrónica de potencia hasta la microelectrónica y la robótica, desempeñando un papel esencial en diversos aspectos de la vida moderna.

Uno de los aspectos más fascinantes de la electrónica es su capacidad para manipular la corriente eléctrica y el flujo de electrones para realizar tareas específicas. Esto se logra a través de la utilización de componentes electrónicos, como circuitos integrados, servomotores, inductores, transistores, que pueden controlarse y combinar de diversas formas para crear sistemas más complejos (Armadas, 2020).

Uno de los aspectos más intrigantes de la electrónica reside en su capacidad para manipular la corriente eléctrica y la dirección de los electrones con el propósito de llevar a cabo

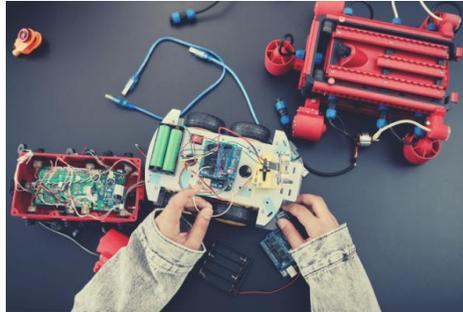
funciones específicas. Este procedimiento se efectúa a través de componentes electrónicos tales como resistencias, condensadores, inductores, transistores y circuitos integrados. Estos elementos se pueden administrar y ensamblar de varias formas para crear sistemas electrónicos más complejos y funcionales, de esta forma se añade que:

En el corazón de la electrónica se encuentra el concepto de circuito eléctrico, que consiste en un camino cerrado a través del cual pueden fluir los electrones. Los circuitos eléctricos pueden ser de dos tipos principales: circuitos de corriente continua (CC), donde la corriente fluye en una dirección constante, y circuitos de corriente alterna (CA), donde la dirección de la corriente se invierte periódicamente. (González et al., 2020, p. 5)

La electrónica tiene una amplia variedad de aplicaciones en campos tan diversos como las comunicaciones, la medicina, la energía, la automatización industrial, la informática y la electrónica de consumo. Por ejemplo, en el campo de las comunicaciones, la electrónica se utiliza en la transmisión y recepción de señales de radio, televisión, telefonía móvil e Internet. En medicina, la electrónica se emplea en dispositivos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento, como electrocardiógrafos, resonancias magnéticas y marcapasos. La electrónica de potencia es fundamental en el ámbito energético para la producción, manejo y regulación de la electricidad. En el sector industrial, la implementación de sistemas electrónicos para automatizar procedimientos mejora tanto la eficacia como la exactitud en la fabricación, en informática la electrónica forma la base de los dispositivos digitales, como computadoras, tablets y smartphones, que son parte integral de la vida cotidiana.

Figura 1

Partes de la electrónica



Nota. Electrónica y sus gigantes avances. Reproducido de Computer por C, Silvia, 2024, (<https://computerhoy.com/ciencia/gran-avance-tecnologico-cientificos-chinos-desarrollan-transistor-redefine-limites-electronica-1400708>).

Mecánica

La mecánica se refiere al campo de la física y la ingeniería dedicado al análisis y uso de sistemas, circuitos y aparatos que operan con electricidad para gestionar y procesar datos. Esta área incluye un espectro extenso de especialidades, que van desde la electrónica de potencia hasta la microelectrónica y la robótica, siendo esencial en prácticamente todas las facetas de la sociedad contemporánea (Rodríguez, 2022).

Uno de los aspectos más fascinantes de la electrónica es su capacidad para manipular la corriente eléctrica y el flujo de electrones para realizar tareas específicas. Esto se logra a través de la utilización de componentes electrónicos, como resistencias, condensadores, inductores, transistores y circuitos integrados, que pueden controlarse y combinar de diversas formas para crear sistemas más complejos, para López (2013) “los circuitos eléctricos pueden ser de dos tipos principales: circuitos de corriente continua (CC), donde la corriente fluye en una dirección constante, y circuitos de corriente alterna (CA), donde la dirección de la corriente se invierte periódicamente” (p. 3), esta distinción fundamental proporciona la base para entender y diseñar

sistemas eléctricos que se adaptan a las necesidades específicas de diversas aplicaciones, desempeñando un papel crucial en la funcionalidad de dispositivos y sistemas eléctricos en la vida cotidiana.

La electrónica tiene una amplia variedad de aplicaciones en campos tan diversos como las comunicaciones, la medicina, la energía, la automatización industrial, la informática y la electrónica de consumo. Por ejemplo, en el campo de las comunicaciones, la electrónica se utiliza en la transmisión y recepción de señales de radio, televisión, telefonía móvil e Internet. En medicina, la electrónica se emplea en dispositivos de diagnóstico, monitoreo y tratamiento, como electrocardiógrafos, resonancias magnéticas y marcapasos (Jimenez, 2020).

En el sector energético, la electrónica de potencia desempeña un papel crucial en la generación, distribución y control de la energía eléctrica. En la industria, la automatización de procesos mediante sistemas electrónicos aumenta la eficiencia y la precisión de la producción. En informática, la electrónica forma la base de los dispositivos digitales, como computadoras, tablets y smartphones, que son parte integral de la vida cotidiana.

Figura 2

Brazos mecánicos



Nota. Brazos mecánicos en la industria, Reproducido por The Logistic Worlds por Redacción TLW, 2024, (<https://thelogisticworld.com/tecnologia/brazos-roboticos-en-la-industria-automotriz-la-tecnologia-del-futuro-al-servicio-de-la-produccion/>).

Robótica

La robótica es un campo interdisciplinario que combina aspectos de la ingeniería mecánica, electrónica, informática y otros campos relacionados para diseñar, construir y operar sistemas automáticos o autónomos, conocidos como robots. Estos robots son dispositivos programables capaces de realizar tareas de manera autónoma o semiautónoma, con la capacidad de interactuar con el entorno físico y realizar operaciones específicas de manera precisa y eficiente.

El objetivo principal de la robótica es crear máquinas que puedan llevar a cabo tareas que serían difíciles, peligrosas o tediosas para los seres humanos. Desde aplicaciones industriales hasta misiones espaciales, los robots se utilizan en una amplia variedad de campos y entornos, proporcionando soluciones innovadoras y eficientes para una variedad de desafíos.

Uno de los aspectos más fascinantes de la robótica es su capacidad para simular e imitar el comportamiento humano y animal. Los robots humanoides, por ejemplo, están diseñados para parecer y comportarse de manera similar a los humanos, con el objetivo de realizar tareas que requieren destrezas motoras finas y reconocimiento de patrones. Por otro lado, los robots móviles están diseñados para moverse y operar en entornos variados, desde fábricas hasta almacenes, hospitales, espacios exteriores e incluso bajo el agua.

La robótica se extiende por un vasto espectro de campos de aplicación, incluyendo la manufactura, logística, medicina, exploración del espacio, agricultura, seguridad y ocio. Por ejemplo, en el sector manufacturero, los robots son empleados en actividades como el ensamblaje, soldadura, pintura y manejo de materiales, lo que incrementa la eficiencia y exactitud en las operaciones de producción. En el ámbito médico, los robots quirúrgicos facilitan la ejecución de intervenciones complejas con gran exactitud y de forma mínimamente invasiva,

lo que disminuye tanto la duración de la convalecencia como la probabilidad de complicaciones en los pacientes.

Además de su importancia práctica, la robótica también despierta un gran interés en el ámbito académico y científico, ya que plantea una serie de desafíos técnicos y teóricos que requieren soluciones innovadoras. La investigación en robótica abarca una amplia variedad de áreas, que van desde la inteligencia artificial y el aprendizaje automático hasta la percepción sensorial, la planificación de movimiento y la interacción humano-robot.

PLA

El ácido poliláctico, conocido como PLA, es un polímero que se descompone de manera biológica y proviene de fuentes naturales renovables tales como el maíz, la caña de azúcar y la remolacha. Este material termoplástico es empleado en una diversidad de usos, que incluyen desde empaques y cubiertos de un solo uso, hasta equipos médicos y filamentos para impresoras 3D. Su creciente popularidad se debe a sus características distintivas y a su contribución positiva al medio ambiente.

Una de las características más destacadas del PLA es su capacidad de biodegradarse. En contraste con los plásticos tradicionales, que requieren siglos para degradarse, el PLA puede convertirse en sustancias orgánicas como agua, dióxido de carbono y biomasa bajo condiciones apropiadas de humedad y calor. Esto lo hace una opción atractiva para aplicaciones que requieren una reducción en el uso de plásticos no biodegradables, como envases de alimentos y productos de un solo uso.

Además de su biodegradabilidad, el PLA es un material versátil y fácil de trabajar. Se puede procesar utilizando técnicas de fabricación convencionales, como moldeo por inyección,

extrusión y termoformado. Esto lo convierte en una opción viable para una amplia gama de aplicaciones, desde envases y envoltorios hasta juguetes y utensilios de cocina.

Otra ventaja del PLA es su baja toxicidad y su perfil de seguridad. A diferencia de algunos plásticos que pueden liberar productos químicos nocivos durante su producción o descomposición, el PLA es generalmente seguro para su uso en contacto con alimentos y en aplicaciones médicas. Esto lo convierte en una opción preferida para envases de alimentos y dispositivos médicos, donde la seguridad del consumidor es una prioridad.

El PLA también ha encontrado aplicaciones en el campo de la fabricación aditiva, o impresión 3D. Los filamentos de PLA son ampliamente utilizados en impresoras 3D de escritorio debido a su facilidad de impresión, su amplia disponibilidad de colores y su capacidad para producir piezas de alta calidad con detalles finos y acabados suaves. Además, el PLA es compatible con una variedad de impresoras 3D y es menos propenso a la deformación que otros materiales, lo que lo hace ideal para imprimir piezas con geometrías complejas.

A pesar de sus numerosas ventajas, el PLA también presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, es menos resistente al calor y a la abrasión que otros plásticos, lo que puede limitar su uso en aplicaciones de alta temperatura o alta fricción. Además, el PLA tiende a degradarse más rápidamente en condiciones de humedad y luz ultravioleta, lo que puede afectar su durabilidad a largo plazo en ciertos entornos.

Figura 3

Rollos de PLA



Nota. Rollos de PLA de distintos colores. Reproducido de Airwolf 3d por Airwolf, 2018, (<https://www.suministro.cl/products/filamento-pla-medida-de-1-75mm-rollo-de-1-kilo-para-impresoras-3d-p556412503>).

Robot

Un robot es una máquina programable capaz de realizar tareas de manera automática o autónoma. Estas máquinas pueden variar en tamaño, forma y funcionalidad, desde simples brazos robóticos industriales hasta complejos robots humanoides con capacidades de aprendizaje y percepción avanzadas. La robótica, el campo de estudio y desarrollo de los robots, abarca una amplia gama de disciplinas, incluyendo la ingeniería mecánica, la electrónica, la informática, la inteligencia artificial y la ingeniería de control.

El concepto de robot ha evolucionado con el tiempo, desde los primeros autómatas mecánicos de la antigüedad hasta los robots modernos que vemos en la actualidad.

Históricamente, los robots se han utilizado principalmente en entornos industriales para tareas repetitivas y peligrosas, como la soldadura, el ensamblaje y el manejo de materiales. Sin embargo, con los avances en tecnología y la miniaturización de componentes, los robots ahora se

utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la medicina, la exploración espacial, la agricultura, la logística, la seguridad y el entretenimiento.

Los robots pueden ser controlados de diversas maneras, dependiendo de la aplicación y el nivel de autonomía requerido. Algunos robots son controlados por humanos a través de interfaces de usuario, como joysticks o paneles de control, mientras que otros son programados para seguir instrucciones predefinidas o realizar tareas específicas en función de las entradas del sensor. Los robots autónomos, por otro lado, son capaces de tomar decisiones y adaptarse a su entorno sin intervención humana, utilizando sistemas de inteligencia artificial y sensores para percibir y responder al mundo que los rodea.

En términos de diseño, los robots pueden variar desde simples manipuladores robóticos con un solo brazo hasta sistemas complejos con múltiples articulaciones y sensores. Algunos robots están diseñados para imitar el comportamiento humano, con formas antropomórficas y capacidades de locomoción similares a las de los humanos, mientras que otros están diseñados para tareas específicas y tienen formas más especializadas y eficientes.

El futuro de la robótica resulta emocionante y lleno de posibilidades. Con los avances en inteligencia artificial, sensores, actuadores y materiales, es probable que se observe una mayor integración de robots en la vida cotidiana. Desde asistentes domésticos hasta sistemas de entrega, dispositivos médicos, exploradores espaciales y más. No obstante, este avance tecnológico también plantea importantes desafíos éticos y sociales. Entre ellos se encuentran preocupaciones sobre el desempleo, la privacidad, la seguridad y el uso ético de la inteligencia artificial.

El robot de dos ruedas, también conocido como robot diferencial o robot balancín, es un tipo de vehículo robótico que emplea dos ruedas motorizadas independientes para desplazarse. Cada rueda está vinculada a su propio motor, lo que permite al robot realizar movimientos

rectilíneos, giros y maniobras alrededor de su eje. Por lo general, estos robots necesitan al menos una rueda adicional para mantener el equilibrio y la estabilidad.

Figura 4

Robot de dos ruedas



Nota. Robot terrestre sobre dos ruedas. Reproducido de Daily Mail por Daily Mail, 2015, (<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/robots/index.html>).

Impresora 3D

Las impresoras 3D han revolucionado la manera en que concebimos la fabricación y creación de objetos. Estas máquinas innovadoras utilizan un proceso de fabricación aditiva para construir capa por capa, permitiendo la materialización de diseños tridimensionales, las impresoras 3D han dejado de ser simplemente herramientas de prototipado para convertirse en herramientas versátiles y accesibles, abriendo un mundo de posibilidades creativas en diversas industrias, de esta manera, Hiemenz y Stratasy (2011) explican que:

Una impresora 3D es una máquina que utiliza un proceso de fabricación de aditivos para crear objetos a partir de plástico u otros materiales. En este método, los objetos se construyen capa por capa de abajo hacia arriba, en contraste con los procesos sustractivos tradicionales que cortan material de un bloque para formar la figura deseada. El término

"impresora 3D" originalmente era una marca comercial de Stratasys Inc., pero en 1999 la compañía lo liberó al dominio público, convirtiéndose así en un término genérico de la industria. (p. 1)

La comparación con métodos tradicionales sustractivos destaca la innovación de la fabricación aditiva, evidenciando que la impresión 3D representa un cambio de paradigma en la creación de objetos al construir capa por capa, en contraste con los enfoques convencionales de cortar material.

Además, Hiemenz y Stratasys (2011), añaden que “una impresora 3D simplifica y acelera el proceso de elaboración de prototipos y productos terminados” (p. 1). La impresora 3D simplifica y agiliza el proceso de creación de prototipos y productos finales, ofreciendo una herramienta innovadora que permite materializar diseños tridimensionales de manera eficiente y rápida. Este avance tecnológico ha revolucionado la fabricación al proporcionar una solución accesible y versátil para convertir ideas en objetos tangibles con mayor facilidad y rapidez.

Figura 5

Impresora 3D



Nota. Impresora 3D de FMD. Reproducido de Robotics 2022 por Robotics Mind, (<https://roboticminds.com.ec/index.php/vex-robotics/desafio-vex-iq-2022>).

Metodología y Desarrollo del Proyecto

El presente proyecto tiene la finalidad de diseñar y construir un sistema mecánico para la movilización de un robot terrestre con una estructura basada en PLA, centrándose especialmente en la facilidad de ensamblaje.

Diseño de Piezas

El diseño del sistema robótico, será llevado a cabo mediante el programa Blender, conocido por su versatilidad y potencia en la creación de modelos tridimensionales, proporcionó la plataforma ideal para la creación de la estructura del robot, para ello se inició creando una nueva plantilla en blanco, en la cual se agregó la imagen de referencia que se utilizaría para la creación del diseño, en este caso se usó de referencia un modelo de un robot sobre tres ruedas, la referencia se colocó en el eje de las x, también se habilitó el modo ortogonal el cual es una vista de cámara donde los objetos se ven sin perspectiva, lo que significa que las líneas paralelas permanecen paralelas en la vista, sin importar su distancia relativa al espectador.

Figura 6

Imagen de referencia en blender



Nota. Las imágenes de referencia en blender permiten trabajar directamente sobre la imagen lo que se transforma en una gran ventaja, elaboración propia.

Luego se centró la imagen en el eje de las “y”, de modo que la imagen del robot se mantenga centrada, también hay que modificar la imagen para reducir su opacidad, para ello se requiere dirigirse a la sección de Datos, en la que se activa la casilla de opacidad y se reduce su valor de 1 a 0,33, esto permite que la imagen se vuelva translúcida, lo que es beneficioso cuando se trabaje con el modelado sobre la imagen.

Figura 7

Imagen de referencia con la opacidad habilitada



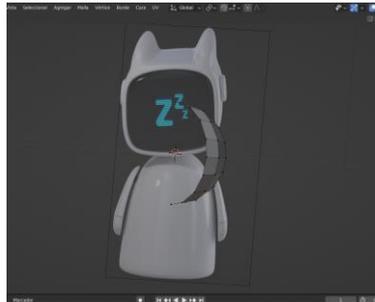
Nota. Las imágenes con opacidad reducida facilitan el modelado sobre la imagen, elaboración propia.

Cuando se tenga la imagen con la opacidad deseada, y se encuentre correctamente centrada, es momento de empezar con el modelado en 3D, para ello se presionan las teclas Shift + A, esto desplegará un menú en el cual se puede agregar una malla con la cual se podrá trabajar, la malla seleccionada será “roundcube”, esto agregará un cubo con los bordes biselados, seleccionamos el menú que despliega el objeto, y modificamos su radio, el radio será modificado de 0.2, a 1, de esta manera se obtiene un objeto parecido a una esfera, después verificamos que se encuentren centrados tanto el objeto creado como la imagen de referencia, cuando se verifique esto, se procede a realizar modificaciones al objeto creado, debido a que al objeto está

conformado por caras cuadradas demasiado visibles, por lo que se procede a cambiar de modo objeto a modo edición, en este modo se eliminan los vértices de la mitad de la figura, dejando una cuarta parte del objeto inicial.

Figura 8

Eliminación de los vértices del objeto



Nota. Un vértice es un punto en el espacio tridimensional que define la esquina de un objeto 3D, elaboración propia.

Una vez se tenga el objeto sin la mitad de sus vértices, se procede a dirigirse a la opción de “modificadores”, se selecciona la opción “agregar modificadores”, esto despliega una lista, en la cual se selecciona la opción “simetrizar”, se activa la casilla de las “X” y las “Y”, esto generará que el objeto cree un “espejo de si mismo, es decir que solo se trabajará con un lado.

Figura 9

Eliminación de los vértices del objeto



Nota. El modificador "Simetría" refleja una parte del objeto a lo largo de un eje específico, elaboración propia.

Luego de obtener el objeto con su simetría, se agrega un nuevo modificador, este modificador será “subdividir superficies”, al agregar se puede observar como el objeto obtiene mayor definición, eliminando los vértices demasiado pronunciados, para este diseño se usará un nivel de divisiones número dos, ya que es suficiente para la calidad que se desea obtener.

Figura 10

Modificador para subdividir superficies

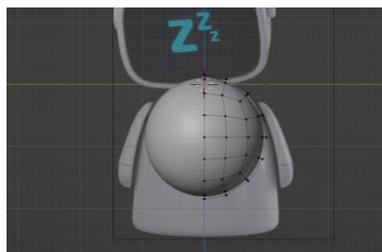


Nota. El modificador "Subdividir Superficies" aumenta la densidad de la malla de un objeto, elaboración propia.

Este nuevo objeto debe ser colocado en el inicio del cuerpo del robot, para ello se desliza el objeto en el eje “Z”, esto permitirá que se trabaje en relación a la imagen cargada y se pueda generar un objeto independiente el que será perteneciente al cuerpo del robot, lo que garantiza una mayor libertad para generar el diseño l tener varias piezas independientes.

Figura 11

Colocación del objeto en el inicio del cuerpo

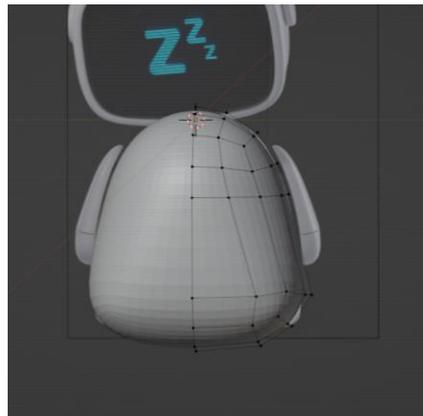


Nota. El colocar los objetos en su punto inicial facilita el diseño en 3D, elaboración propia.

Cundo el objeto ya se encuentra en su punto de inicio de referencia, es momento de modificar el objeto de modo que se adapte a la imagen de referencia, es por ello que se modifica la mitad del objeto para que este baje hasta el inicio del cuerpo del robot, y gracias a los modificadores previamente agregados, se obtiene un objeto idéntico en ambos lados. Luego de modificar la mitad del objeto en el eje de las “Z”, es momento de modificar el objeto en el eje de las “Y”, para ello se seleccionan los vértices que se desean modificar, luego se presiona la tecla G, y se presiona la coordenada en la que se pretende modificar los vértices, en este caso el eje pertenece a las “y”, luego se mueve el puntero hasta obtener la forma deseada, esto permite modificar un objeto de manera más precisa, y respetando los ejes específicos en el que se requiere la modificación, lo que agiliza el modelado de las piezas en 3D

Figura 11

Modificación del objeto en distintos ejes



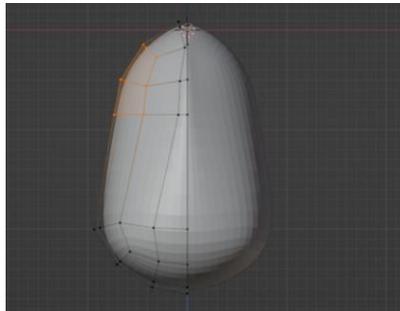
Nota. El modificar objetos por ejes permite una facilidad en la creación de objetos en 3D, elaboración propia.

Con el cuerpo generado en la vista frontal del eje “x” es momento de modificar el cuerpo en l vista del eje de las “y” ya que el modelo se observa de manera correcta en la vista frontal

actual, pero es necesario reducir su grosor en el eje de las “x” y para ello es necesario visualizar el objeto en el eje de las “Y”.

Figura 12

Modificación del objeto en distintos ejes

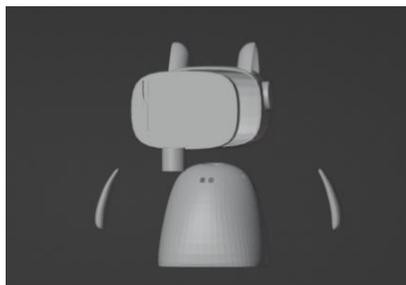


Nota. Es necesario visualizar el objeto desde todas las vistas para garantizar el resultado requerido, elaboración propia.

En la creación de este diseño no se usó otro tipo de modificadores, por lo que para generar todas las partes del robot, se repitió el proceso para cada una de las partes de la estructura requerida, así se creó sus brazos, cabeza, y demás accesorios que serían necesarios para el ensamblaje de la estructura.

Figura 13

Todas las partes de la estructura generada

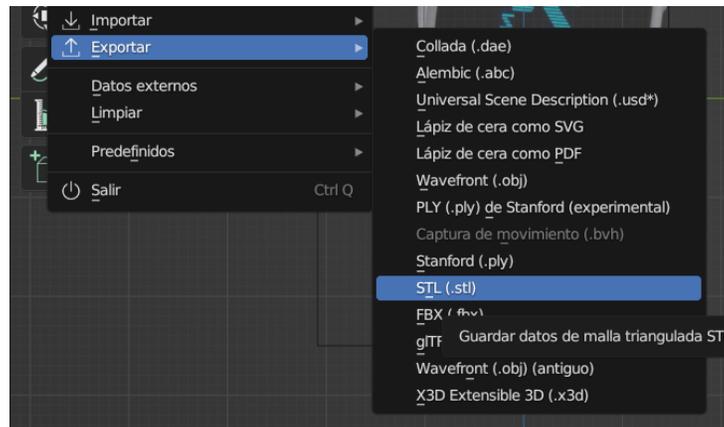


Nota. Es necesario generar piezas individuales para lograr imprimir las piezas una a una, elaboración propia.

Una vez se hayan generado cada una de las piezas requeridas, es momento de exportar las piezas en un formato compatible con impresión 3D, para ello es necesario dirigirse a la opción de “archivo” se selecciona la opción “exportar” y luego se selecciona el formato “STL”, se selecciona la carpeta de destino y el archivo compatible con impresión 3D estará listo.

Figura 14

Exportación del modelo generado

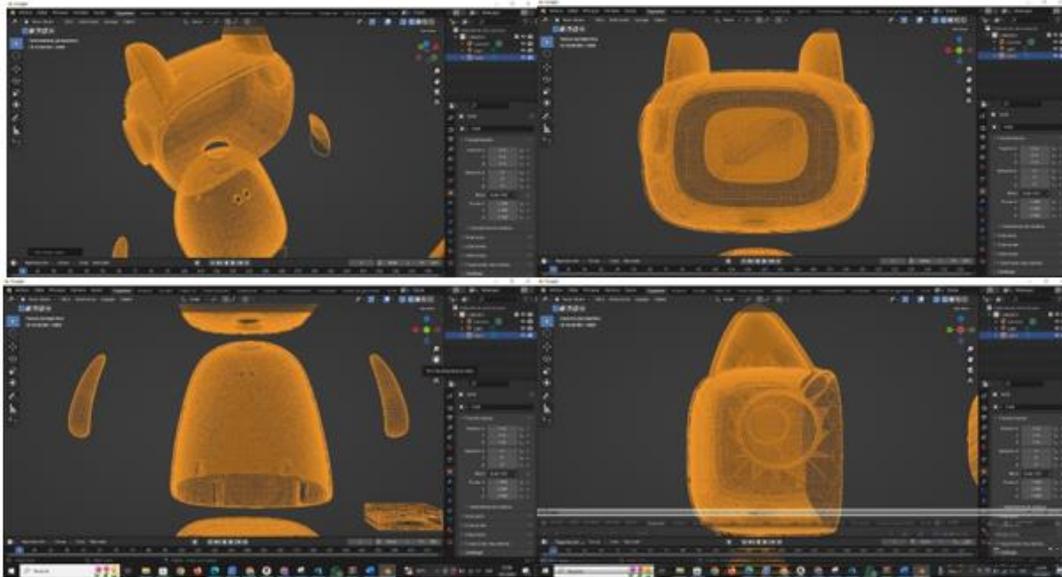


Nota. El formato STL es un tipo de archivo utilizado principalmente en impresión 3D, elaboración propia.

Por último, se pueden observar las vistas del plano estructural del robot ya diseñado, presentando un enfoque claro y estructurado del procedimiento utilizado para visualizar todo el interior del objeto personalizado, utilizando el programa Blender permitiendo identificar posibles áreas de mejoramiento y facilitando el desarrollo de las soluciones efectivas.

Figura 15

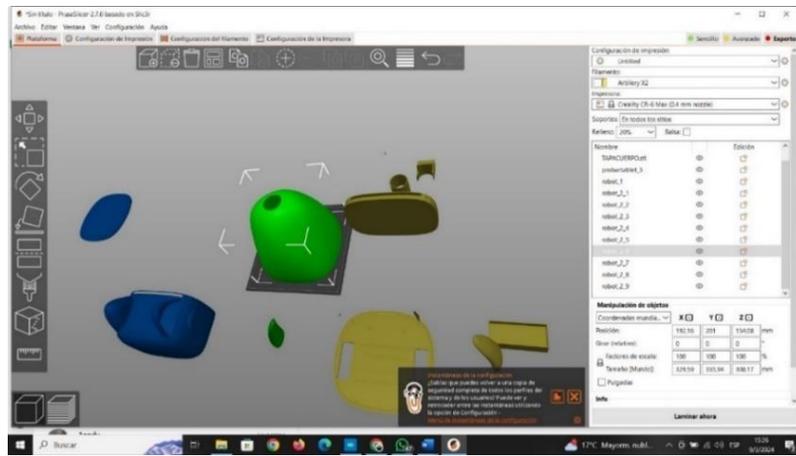
Vista estructural del robot



Nota. Se pueden ver en diferentes posiciones X, Y, Z y en diferentes ángulos, elaboración propia.

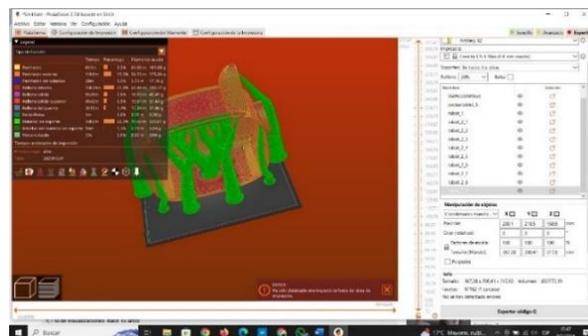
Impresión de Estructura y Armado

Una vez diseñada la estructura del robot y seleccionados los materiales adecuados, se procedió a la fase de impresión y armado. Para la impresión de la estructura, se utilizó el método de fabricación aditiva mediante impresión 3D, aprovechando las capacidades del programa Blender para generar los modelos tridimensionales de cada componente. Se optó por utilizar PLA como material de impresión debido a su versatilidad, facilidad de uso y biodegradabilidad. El proceso de impresión se llevó a cabo utilizando una impresora 3D Creality CR6, y una impresora Anycubic Kobra Max, lo que permitió crear cada pieza con un nivel de detalle y calidad óptimos, para ello se hizo uso de un laminador, este laminador tiene de nombre PrusaSlicer, en el laminador se agrega el STL, previamente generado y en el se separan las piezas que se necesitan imprimir.

Figura 16*Colocación de piezas en el laminador*

Nota. Se pueden abrir varias piezas de manera simultanea en el laminador sin problemas, elaboración propia.

Con el objeto colocado en el laminador se procedió a modificar parámetros como la velocidad de impresión, el ángulo de los soportes, y el diámetro de la boquilla que sería utilizado en esta impresión, de este modo se determino que la velocidad de impresión sería de 70 mm/s, debido a que no son piezas que requieran un nivel de detalle pequeño.

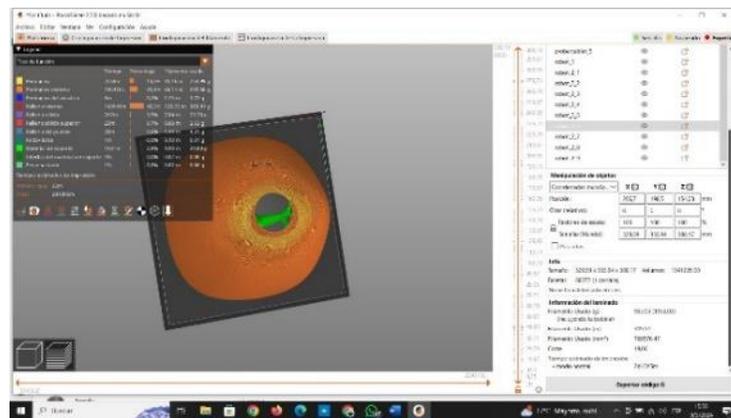
Figura 17*Laminado de objetos*

Nota. El laminado se refiere al proceso de generar capas del modelo 3D que se imprimirá en una impresora 3D, elaboración propia.

Continuando con el laminado, y debido a que se contó con dos impresoras del tamaño necesario, de forma simultánea se procedió a laminar el cuerpo del robot, para ello se aplicaron porcentajes de relleno y velocidades similares al de la cabeza, y luego de obtener el siguiente código G, se procedió a empezar la segunda impresión, de esta forma se reducían los tiempos totales de impresión de todas las piezas.

Figura 18

Impresión 3D



Nota. Laminado del cuerpo del robot en PrusaSlicer, elaboración propia.

Con todas las piezas laminadas, se procedió a realizar la impresión de las piezas de manera simultánea en ambas impresoras para agilizar los tiempos de impresión para ello se copian los códigos “G” en tarjetas de memoria y se los coloca en la impresora correspondiente asegurándose que el laminado corresponda al modelo adecuado de impresora.

Figura 19*Impresión 3D*

Nota. El código “G” son las instrucciones de impresión que se deben seguir en la impresora, elaboración propia.

Funcionamiento

Para verificar el movimiento del robot, se acopló un sistema electrónico externo, para el cual se diseñó la estructura del robot, una vez colocados los componentes dentro de la estructura se procedió a verificar el comportamiento de la estructura durante los movimientos que se realizan con los actuadores electrónicos, de esta manera se aseguró que la estructura no sufra deformaciones y sea lo suficientemente resistente para las piezas acopladas dentro del robot.

Figura 20*Funcionamiento del robot culminado*

Nota. El diseño del robot es muy importante para que pueda cumplir sus funciones, elaboración propia.

Propuesta

Una vez finalizada la impresión de la estructura y completado el armado del robot, se procedió a realizar el ensamblaje de cada una de las piezas, realizando pruebas de movimiento para verificar que no existan movimientos indeseados en la estructura. Durante estas pruebas, se observó que, si bien la estructura cumplía satisfactoriamente con las tareas asignadas, existían zonas que debido a su ángulo de impresión no contaban con el material suficiente de soporte para mantener las paredes impresas, por lo que fue necesario colocar masilla elastomérica con el fin de rellenar las zonas con paredes débiles.

Figura 21

Colocación de masilla en las piezas impresas



Nota. La masilla elastomérica se endurece al estar expuesta al ambiente, elaboración propia.

Después de reforzar cada una de las piezas que presentaron debilidad en sus paredes, se visualizó que las piezas no tenían una superficie uniforme, por lo que se procedió a realizar un lijado, para ello se hizo uso de una lija de madera #100, el lijado se realizó con movimientos perpendiculares a las líneas de impresión, de este modo la superficie obtenida tiene una textura lisa, lo que facilitará los próximos procedimientos.

Figura 22

Lijado de las piezas



Nota. El uso de la lija sobre superficies impresas permite obtener superficies uniformes, elaboración propia.

La estructura reforzada fue armada nuevamente, esta vez verificando que no se generen hendiduras en ninguna de las partes que se aplicó la masilla elastomérica, así se comprobó que la estructura será capaz de mantenerse con la forma que se pretendía desde un inicio, una forma rígida y lisa.

Figura 23

Armado de la estructura



Nota. Las piezas impresas deben encajar perfectamente, elaboración propia.

Para finalizar con el acabado estético de la estructura, se procedió a aplicar una capa de pintura en aerosol, pero debido al tamaño de la estructura, y al no contar con una capa uniforme de pintura, el acabado no fue el esperado, por ello se volvió a pintar nuevamente la estructura, esta vez aplicando pintura para metal, con una pistola para pintar, de esta forma se consiguió una capa uniforme de pintura junto con una buena adherencia en las piezas.

Figura 24

Estructura pintada



Nota. La pintura para metal es una mezcla especializada de pigmentos y resinas, elaboración propia.

Conclusiones

Es importante, durante la fase de diseño de la estructura en blender, tener en consideración el tamaño de la impresión en 3D, debido a que, en caso de que la cama de la impresora sea de tamaño inferior de cualquiera de las piezas, provocará que los modelos deban ser cortados de manera que se adecuen al tamaño de la cama, lo que adicionará más tiempo de postprocesado, en este caso la estructura fue diseñada tomando en cuenta la cama de impresión y las piezas se imprimieron sin necesidad de generar cortes.

El tiempo de duración de las impresiones 3D, suele ser extenso, principalmente cuando no se ajustan los parámetros que se tienen por defecto, como es la altura de capa y el relleno de las figuras, para este proyecto se usó el límite máximo de la altura de capa, permitida por la boquilla, con un relleno del 5%, de esta manera los tiempos de impresión, se redujeron de 3 a dos días.

Cuando se desee laminar un modelo para la impresión 3D, una de los parámetros a considerar es la velocidad de impresión, y el ángulo que generan los soportes, ya que una velocidad alta, y un ángulo muy bajo de los soportes, generan estructuras muy débiles, en este caso se aumentó el ángulo de soporte a 20 grados, y se redujo la velocidad a 40 mm/s en los soportes, generando de esta forma soportes más robustos y se evitó roturas en los mismos.

Cuando la impresión está completada, puede suceder que la pieza se quede demasiado pegada a la cama de la impresora, lo que dificulta su extracción, cuando se requirió extraer las piezas impresas, se esperó hasta que la cama descendiera su temperatura y después se colocó agua templada alrededor de la pieza, esto genera que la pieza, se ablande en los bordes inferiores, permitiendo una extracción más sencilla.

Recomendaciones

El material empleado para la impresión de la estructura puede ser reemplazado por un material más resistente, como puede ser el ABS, este material es mucho más resistente que el PLA, y es una excelente opción cuando se requiera una estructura en ambientes calurosos, o en ambientes que sean húmedos.

Para disminuir el tiempo de la impresión se puede optar cambiar la boquilla del extrusor de la impresora por una boquilla de mayor diámetro, esto permite reducir el tiempo de impresión a un 50%, debido a que una boquilla de mayor diámetro requiere menos pasadas que una boquilla de menor diámetro y eso se reflejara en tiempo de impresión.

Se puede optar por generar un diseño que sea conformado por varias piezas de tamaño diferentes y que todas las piezas tengan un sistema de encastre, de esta manera se puede imprimir múltiples piezas a la vez en distintas impresoras, lo que genera una reducción sustancial en el tiempo de impresión comparado a imprimir a una sola pieza en una sola impresora.

Si se requiere obtener una estructura lista para usarse sin necesidad de realizar ningún post procesado se puede optar por realizar impresiones con una altura de capa inferior a 0.16mm, de esta manera se obtiene una estructura sin grandes líneas visibles que no necesiten de un proceso de lijado para emparejar las paredes.

Referencias

- Acosta, K. (2022). La domótica: una oportunidad de ayuda al medio ambiente. Bogotá.
- Alonso, C. (2022). Instalación domótica en vivienda unifamiliar mediante protocolo KNX.
- Amaya, L., Tumbaco, A., Roca, E., Villón, T., Mendoza, B., & Reyes, Á. (2021). El IoT aplicado a la Domótica.
- Armadas, E. S. (2020). Diseño e implementación de sistemas de entrenamiento para el laboratorio de domótica del Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de las Fuerzas.
- Astochado, W. (2023). Plan de mejora utilizando la filosofía lean manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Ersá transportes y servicios SRL.
- AV SMART ELECTRONICS. (agosto de 2023). CATÁLOGO PRODUCTOS. AV SMART ELECTRONICS: <https://avsmart.ec/>
- Barriga, L., & Quishpe, L. (2022). La utilización de robótica en la inspección de espacios confinados. E-IDEA Journal of Engineering Science, 4(10), 1-14.
- Campos, S., Castillo, W. M., & Rivera, E. (2021). Módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales. Santa Tecla, La Libertad.
- Castillo, C., & Honores, K. (2021). Desarrollo de un manual de guías de prácticas orientado al aprendizaje de la domótica.
- Castillo, C., & Honores, K. (2021). Desarrollo de un manual de guías de prácticas orientado al aprendizaje de la domótica.

- Deng, C., Fang, X., Han, X., Wang, X., Yan, L., He, R., & Guo, Y. (2020). IEEE 802.11 be Wi-Fi 7: New challenges and opportunities. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2136-2166.
- Espinosa, A., Ponte, D., Gibeaux, S., & González, C. (2020). Estudio de Sistemas IoT Aplicados a la Agricultura Inteligente.
- García, M. (2023). Diseño y desarrollo de un concentrador de información utilizando el protocolo Zigbee.
- Girón, N., & López, M. (2020). Selección de tecnologías LPWAN para la implementación de un sistema IoT aplicado a la lombricultura. . *Memorias*.
- Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B & Khorasani, M(2021). *Additive manufacturing technologies* (Vol. 17, pp. 160-186). Cham, Switzerland: Springer.
- Gonzales, A. (2023). Aplicación de la Filosofía Lean Construction para Mejorar la Productividad en Obra del Proyecto Sol de Pimentel, Chiclayo, 2020.
- González, L., Sofia, A., Laguía, D., Gesto, E., & Hallar, K. (2020). Internet del Futuro—Estudio de tecnologías IoT. *Informe Científico Técnico UNPA*, , 12(3), 105-137.
- Izquierdo, L., Romero, M., & Penalva, A. (2022). Tecnologías disruptivas y sostenibilidad turística. *Economía industrial*, (426), 117-122.
- Jimenez, V. (2020). Evaluación y diseño de una Plataforma IoT con soporte de protocolo MQTT para un entorno de red empresarial.
- LAARCOM. (2023). LAARCOM Digital Home. LAARCOM:
<https://www.laarcom.com/digital/home>

- Landazábal, M., Ruiz, C., Álvarez, Y., & Padilla, H. (2019). Lean manufacturing: 5 sy TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *Signos: Investigación en sistemas de gestión*, 11(1).
- López Garzón, W., & Cárdenas López, J. (11 de septiembre de 2019). *Tecnología IoT (Internet of Things) y El Big. Mare Ingenii*. Ingenierías:
<https://cipres.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/mi/article/view/183/162>
- López, F. E. (2023). Análisis de soluciones debido a la generación de información por dispositivos inteligentes de domótica en el internet de las cosas.
- Moreno, D. (2023). *Estudio y diseño de la instalación domótica y de autoconsumo de una vivienda unifamiliar*.
- Orts, B. (2020). Modelo de Negocio y Análisis Financiero de la Start-up E-Plug. *Tecnología IoT*.
- Paz, M. (2020). *Analizar el uso de la domótica y su influencia en la comodidad de los hogares arequipeños*.
- Pinedo, D., & Elespuru, V. (2019). *Aplicación de la filosofía lean construction a obras de edificaciones en la ciudad de Tarapoto, provincia de san martín, departamento de san martín–2019*.
- PIZARRO P., J. E. (2019). *Internet de las cosas (IoT) con Arduino. Manual práctico*. . Ediciones Paraninfo, SA.
- Schmitt, R. H. (2015). Additive manufacturing technology adoption: A comparative analysis. *Journal of Engineering and Technology Management*, 38, 65-85.
<https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.10.002>

- Quenehen, A., Pocachard, J., Klement, N., Roucoules, L., & Gibaru, O. (2021). Lean techniques application towards efficient collaborative robot integration: an experimental study. . *Production*, 31.
- Quintana, H. (2021). *.Planificación y Diseño de una Instalación Domótica Real mediante el uso del Protocolo KNX.*
- Quintanilla, R., & Cartagena, C. (2019). Plataforma IoT para el control y monitoreo de variables físicas con tecnología Open Hardware: aplicación Área Académica.
- Rodriguez, J. (2022). *ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS IOT Y CLOUD COMPUTING PARA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA INDUSTRIA.*
- Rosen (2021). Additive manufacturing technologies (Vol. 17, pp. 160-186). Cham, Switzerland: Springer.
- Salgado, F. (2023). Dispositivo inteligente de comunicación remota para lectura de datos en un apiario con tecnología IoT. *Revista Tecnología Digital* , 13(1), 11-21.
- Santiago, F. (2021). *Domótica e inmótica para el ahorro de energía.*
- Serrano, C., Mata, J., & Sánchez, V. (2021). Diseño y desarrollo de un laboratorio de pruebas basados en Smart Home aplicando protocolo de comunicación Z-Wave y estándar 802.11. *Ecuadorian Science Journal* , 5(4), 74-88.
- Silva, L. M. (2022). *Controle Industrial com Modbus/TCP e Microcontrolador ESP8266.*
- Singh, H., & Williams, P. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK (®) Guide. In Project Management Institute.*
- Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. Paso a paso. . *Marge books.*
- Sorin, J. M. (2021). *Sistema De Control Difuso Para La Monitorización Y Control Automático De Confort Dentro De Edificios Inteligentes Desarrollado Con Openhab.*

- Soto, J., Suárez, J. D., Rodríguez, A., & Cainaba, G. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos (revista descontinuada)*, 86-105.
- Stadnicka, D., & Antonelli, D. (2019). Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(6), 580-595.
- Stadnicka, D., & Antonelli, D. (2019). Human-robot collaborative work cell implementation through lean thinking. . *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 32(6), 580-595.
- Toaza, A., & González, R. (2021). *Implementación de una red CAN con conectividad a dispositivos IoT como solución de interconexión desde una plataforma abierta.*
- Torres, J., Dávila, M., de la Torre, J., Salas, I., & Gutiérrez, M. (2022). *Implementación de infraestructura de conectividad como soporte para la integración de Sistemas IoT en el Instituto Tecnológico El Llano (ITEL).*
- Valderrama, J., & Brea, E. (2020). *ESP8266: Un microcontrolador para el Internet de las Cosas.* . Universidad Central de Venezuela, Tech. Rep. Accessed: May, 8.
- Vargas, E., Camero, & J. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249-271.
- Villamar, J. P., Del Rosario, L. A., Martínez, M. Q., & Landivar, G. V. (2020). Detección de personal no autorizado en el departamento de ti utilizando redes neuronales convolucionales en tiempo real con raspberry pi 3 b+. *Journal of Science and Research:*.
- Viteri, B. (2022). *Modelo de referencia de IoT para el diseño de casas inteligentes.*

- Zermeño, F., & Franco, E. (2021). .Aplicaciones, enfoques y tendencias del Internet de las Cosas (IoT): revisión sistemática de la literatura. *In Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo 2021 (Hidalgo, México, 20 al 22 de octubre.*
- Hiemenz, J., & Stratasys, I. (2011). La impresión 3D con FDM:¿ Cómo funciona?. *Pixel Sistemas.*

Anexos

Anexo 1

Instalación del PLA



Nota. Se realiza la instalación del PLA en la impresora 3D, elaboración propia.

Anexo 2

Verificación de calidad



Nota. Se verifica la calidad adecuada de la impresión en curso, elaboración propia.

Anexo 3

Lijado y resanado



Nota. Se realiza un proceso de lija y resanado para corregir pequeños fallos de impresión, elaboración propia.

Anexo 4*Pintado*

Nota. Se realiza el proceso de pintura en un lugar soleado para facilitar su secado, elaboración propia.

Anexo 5

Proceso de extracción de la pieza



Nota. Se realiza el proceso de extracción, disminuyendo la temperatura y agregando un poco de agua templada en los bordes, elaboración propia.

Anexo 6

Finalizado el robot



Nota. Se realizo el pintado y la colocación de la Tablet, elaboración propia.