

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL CON MOTORES PASO A PASO PARA LA TOMA DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE DOCUMENTOS

IMPRESOS

PRESENTADO POR

TIMBIANO MONCERRATE OMAR SAID

GARCIA CAIZA FAUSTO RONALDO

TUTOR

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA

MARZO 2024

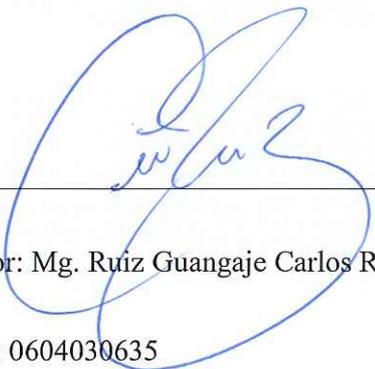
QUITO – ECUADOR

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 de control con motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos”, presentado por los ciudadanos Timbiano Moncerrate Omar Said y García Caiza Fausto Ronaldo, 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

TUVN

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 de control con motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos”, presentado por los ciudadanos Timbiano Moncerrate Omar Said y García Caiza Fausto Ronaldo, 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, Timbiano Moncerrate Omar Said portador de la cédula de ciudadanía 1752711521 y García Caiza Fausto Ronaldo portador de la cédula de ciudadanía 1727643049 facultados en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica autores 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 de control con motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro 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.

Timbiano Moncerrate Omar Said

C.I.: 1752711521



García Caiza Fausto Ronaldo

C.I.: 1727643039

Dedicatoria

En el cierre de esta etapa académica, quiero dedicar este logro principalmente a Dios quien ha sido el motor principal que haya alcanzado mi objetivo principal el cual es graduarme como tecnólogo electromecánico de la república del Ecuador. Dedico este logro a mi familia, cuyo amor incondicional y comprensión han sido la fuerza impulsora detrás de mis ambiciones académicas, su apoyo constante ha sido un faro que iluminó mi camino, incluso en los momentos de mayor oscuridad y por último quiero dedicar este logro a mi amada novia. Tu amor y aliento han sido mi motor en este arduo viaje académico. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y por ser mi compañera en las buenas y en las malas. Este logro también es tuyo.

Timbiano Moncerrate Omar Said

En el cierre de mi etapa académica quiero dar primero las gracias a Dios por brindarme sabiduría e inteligencia y también la salud, con la cual yo he podido lograr una meta más en mi vida que es poderme graduarme como tecnólogo electromecánico de la república del Ecuador. Agradezco a mis padres y familiares que me apoyaron durante esta gran travesía en mi vida estudiantil brindándome sus consejos y el apoyo económico este logro es dedicado para ustedes que siempre me impulsaron a cumplir esta meta y sé que sin su apoyo no lo hubiera logrado. Gracias por estar conmigo en todos los momentos buenos y malos y por brindarme la oportunidad lograra esta meta. Este logro también es de ustedes.

García Caiza Fausto Ronaldo

Agradecimiento

Doy gracias infinitamente a Dios, fuente infinita de sabiduría y guía divina, a quien elevo mi más profundo agradecimiento por iluminar mi camino y ser la fuerza que me impulsa a alcanzar mis sueños. A mis padres y hermanos, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el cimiento sólido sobre el cual construyo mis logros. Su sacrificio y dedicación son la inspiración que me impulsó a superarme cada día. Agradezco también al Ing. Carlos Ruiz Mg quien me apoyó y me guio durante todo el trayecto de mi vida estudiantil desde el principio hasta el final y a cada uno de los docentes de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, y a todos aquellos que confiaron en mis capacidades y creyeron en el potencial que llevo dentro. Cada palabra de aliento, gesto de apoyo y voto de confianza me ha motivado a alcanzar esta meta académica.

Timbiano Moncerrate Omar Said

Doy las gracias a mi Dios por estar conmigo, así como estuvo con su siervo Josué 1:9 (Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente, No temas ni desmayes porque Señor tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas). Agradezco a mis padres hermanas y también a mi cuñado los cuales con su esfuerzo constante han sido mi motor para seguir luchando por este sueño. Su dedicación y sacrificio que se ha realizado son la inspiración que me impulso a este logro. Agradezco también al Ing. Carlos Ruiz MG quien me brindo el conocimiento durante mi trayectoria estudiantil y a cada uno de los docentes de la carrera de Tecnologías Superior en Electromecánica, y a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mi durante todo este procedimiento estudiantil, me ha motivado a alcanzar esta meta académica.

García Caiza Fusto Ronaldo

Tabla de Contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Planteamiento del Problema	15
Descripción de la Situación Problemática	15
Formulación del Problema	16
Antecedentes	17
Justificación	19
Objetivos	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
Marco Teórico	22
Automatización	22
Inicios de la Automatización	22
Mecánica	24
Inicios de la Mecánica	24
Concepto de Mecánica	25
Electrónica	26
Inicios de la Electrónica	26
Concepto de Electrónica	27
Programación	28
Perfiles de Aluminio	29

	8
Circuitos y Sistemas Eléctricos	29
Programación de Placa Electrónica	31
Arduino Uno	31
Origen Arduino Uno	31
Joystick	32
Interfaz de Usuario (UI)	33
Historia (UI)	34
Corriente Continua	35
Fuentes de Alimentación	36
Microcontroladores	37
Impresión 3D	38
Soporte de Esquina	39
Poleas GT2	40
Correa Dentada GT2	41
Placa de Unión a 90 Grados	42
Carritos para Perfil de Aluminio	43
Switch Interruptor con Fusible	44
Driver para Motor Paso a Paso DRV8825	45
Shield CNC V3	46
Metodología y Desarrollo del Proyecto	48
Diseño de la Estructura	48
Obtención de los Perfiles de Aluminio	48
Corte de los Perfiles	49

	9
Adquisición de los Soportes de Esquina	49
Armado de la Base Inferior y Superior	50
Colocación de Soportes para las Bases	51
Armado y Ensamblado de la Estructura	52
Adquisición de Carritos para Perfil de Aluminio	52
Colocación de Carritos	53
Colocación de Poleas y Bandas	54
Adquisición y Colocación de los Motores	54
Creación de Soporte para Smartphone	55
Colocación del Soporte	56
Base del libro	56
Maquina Terminada	57
Parte Electrónica	58
Adquisición de los Elementos Electrónicos	58
Montaje de la Parte Electrónica	59
Conexión de Elementos y Fuente de Alimentación	60
Creación de Carcasa para la Parte Electrónica	61
Programación	62
Descarga de librería Asycstepper	62
Definición de Pines para el Control de Motores	63
Crear Instancias de AsyncStepper para cada Motor	64
Programación del Void Setup	65
Programación de Void Loop	66

	10
Programación en el Pin 13	67
Propuesta	69
Conclusiones	72
Recomendaciones	73
Referencias	74
Anexos	78

Resumen

En un mundo donde la dificultad para tomar fotografías se ha convertido en un problema que requiere atención inmediata, aspectos como la velocidad de captura, la precisión en los movimientos y la sincronización son de vital importancia a nivel mundial para diversas aplicaciones. En Ecuador, específicamente, la demanda de fotografías se vuelve cada vez más complicada y plantea desafíos adicionales para la captura de imágenes. Los métodos convencionales de captura fotográfica pueden no ser suficientes para mantener la consistencia necesaria en situaciones donde el movimiento es constante o impredecible.

El propósito principal de este proyecto es el desarrollo de una maquinaria altamente eficiente, diseñada específicamente para facilitar la captura de fotografías en documentos con un nivel de precisión y exactitud notablemente mejorado. Para lograr este objetivo, se empleará una sofisticada estructura conocida como Core XY, reconocida por su capacidad para garantizar movimientos suaves y precisos en múltiples direcciones. Esta tecnología se ha seleccionado cuidadosamente debido a sus características avanzadas, que incluyen una alta velocidad de operación y una notable estabilidad durante el proceso de captura de imágenes. Además, se implementarán diversos sistemas y componentes complementarios para optimizar aún más el rendimiento de la máquina, asegurando así resultados consistentes y confiables en todo momento. Mediante la integración de esta maquinaria innovadora, se espera mejorar significativamente la eficiencia y la calidad en la captura de fotografías en documentos, lo que beneficiará a una amplia gama de aplicaciones en sectores como la digitalización de archivos, la investigación académica, la administración de documentos legales, entre otros.

Palabras Clave: PRECISIÓN, MAQUINARIA, TECNOLOGÍA, EFICIENCIA, CORE XY, DIGITALIZACIÓN DE ARCHIVOS.

Abstract

In a world where the difficulty of taking photographs has become a problem that requires immediate attention, aspects such as speed of capture, precision in movements and synchronization are of vital importance worldwide for various applications. In Ecuador, specifically, the demand for photographs is becoming increasingly complicated and poses additional challenges for image capture. Conventional methods of photographic capture may not be sufficient to maintain the necessary consistency in situations where motion is constant or unpredictable.

The main purpose of this project is the development of highly efficient machinery, specifically designed to facilitate the capture of photographs in documents with a greatly improved level of precision and accuracy. To achieve this goal, a sophisticated structure known as Core XY, recognized for its ability to ensure smooth and precise movements in multiple directions, will be employed. This technology has been carefully selected for its advanced features, which include high speed of operation and remarkable stability during the image capture process. In addition, various complementary systems and components will be implemented to further optimize the machine's performance, ensuring consistent and reliable results at all times. By integrating this innovative machinery, it is expected to significantly improve the efficiency and quality of document photo capture, which will benefit a wide range of applications in sectors such as archival digitization, academic research, legal document management, among others.

Keywords: PRECISION, MACHINERY, TECHNOLOGY, EFFICIENCY, CORE XY, FILE DIGITIZING.

Introducción

En un mundo donde los desafíos para capturar fotografías, se ha presentado como un problema urgente de resolver. A nivel global, la velocidad de captura, la precisión en los movimientos y la sincronización adecuada son aspectos cruciales para diversas aplicaciones. En el caso específico de Ecuador, la demanda fotográfica es cada vez más compleja, plantean obstáculos adicionales para la captura de imágenes. Los métodos tradicionales de captura fotográfica pueden ser insuficientes para lograr la consistencia necesaria en escenarios donde el movimiento es constante o impredecible.

En el Tecnológico Universitario Vida Nueva, se ha identificado una situación problemática relacionada con la toma de registros fotográficos de documentos impresos. La institución ha experimentado dificultades para capturar de manera eficiente y precisa la información contenida en documentos físicos, lo que ha generado retrasos en los procesos administrativos y académicos.

Esta institución de educación superior se destaca por su enfoque en la innovación tecnológica y la mejora continua de sus procesos. Se ha representado un obstáculo en la eficiencia operativa de la institución. Actualmente, el personal encargado debe realizar esta tarea de forma manual, lo que conlleva a errores humanos, tiempos prolongados y una menor productividad en general.

La integración de sistemas automatizados con motores paso a paso se ve una respuesta prometedora para superar las barreras actuales y satisfacer las demandas de captura de imágenes en un país que se encuentra en constante desarrollo. Para este caso se implementará un sistema de control de motores paso a paso que se presenta como una solución viable y efectiva para abordar esta problemática. Este sistema estaría compuesto por un Smartphone que tomara las

fotografías con ayuda de los motores paso a paso, los cuales estarán controlados por una tarjeta electrónica que permitirá el posicionamiento preciso y automatizado de la cámara sobre el documento previo ser fotografiado.

La implementación de este sistema requerirá una fase de diseño y desarrollo, así como pruebas piloto para asegurar su funcionamiento óptimo y su integración adecuada con los sistemas existentes. Además, será necesario proporcionar capacitación al personal involucrado para garantizar su correcta utilización y maximizar los beneficios obtenidos.

La adopción de un sistema de control de motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos representa una oportunidad para mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos administrativos y académicos del Tecnológico Universitario Vida Nueva, alineándose con su visión de excelencia y vanguardia tecnológica.

Planteamiento del Problema

Descripción de la Situación Problemática

En el Tecnológico Universitario Vida Nueva, se ha identificado una situación problemática relacionada con la toma de registros fotográficos de documentos impresos. La institución ha experimentado dificultades para capturar de manera eficiente y precisa la información contenida en documentos físicos, lo que ha generado retrasos en los procesos administrativos y académicos. Ante esta problemática, se ha propuesto implementar un sistema de control de motores paso a paso para mejorar la calidad y la velocidad de la captura de imágenes. El Tecnológico Universitario Vida Nueva destaca por su enfoque en la innovación tecnológica y la mejora continua de sus procesos. Sin embargo, la falta de un sistema automatizado para la captura de registros fotográficos ha representado un obstáculo en la eficiencia operativa de la institución. Actualmente, el personal encargado debe realizar esta tarea de forma manual, lo que conlleva a errores humanos, tiempos prolongados y una menor productividad en general.

La implementación de un sistema de control de motores paso a paso se presenta como una solución viable y efectiva para abordar esta problemática. Este sistema estaría compuesto por un Smartphone que tomara las fotografías con ayuda de los motores paso a paso, los cuales permitirían el posicionamiento preciso y automatizado de las cámaras sobre los documentos a fotografiar. Además, se integraría un software especializado que facilite la captura, procesamiento y almacenamiento de las imágenes de manera organizada y accesible.

Entre las desventajas de este sistema se encuentra la falta de calidad de las imágenes capturadas, que no garantiza una reproducción fiel de los documentos impresos, por otro lado, los tiempos de captura son largos, los procesos administrativos y académicos que requieren el

registro de documentos, incremento en la improductividad y eficiencia operativa de la institución, lo que contribuirá a su competitividad y posicionamiento en el ámbito educativo y tecnológico.

La implementación de este sistema requerirá una fase de diseño y desarrollo, así como pruebas piloto para asegurar su funcionamiento óptimo y su integración adecuada con los sistemas existentes en el Tecnológico Universitario Vida Nueva. Además, será necesario proporcionar capacitación al personal involucrado para garantizar su correcta utilización y maximizar los beneficios obtenidos.

La adopción de un sistema de control de motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos representa una oportunidad para mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos administrativos y académicos del Tecnológico Universitario Vida Nueva, alineándose con su visión de excelencia y vanguardia tecnológica.

Formulación del Problema

¿Cómo un sistema a base de motores paso a paso permitirá la toma de fotografías más nítidas y de buena calidad en documentos impresos?

Antecedentes

Se desconoce hasta la actualidad quién inventó el motor, porque en versiones originales de este dispositivo no se conocía como actualmente se los llama, pero para la mayoría de los Ingenieros se le confiere gran parte a Frank W. Woods, quien patentó un motor que constaba de 5 bobinas en el estator que podían ser cargadas en varias combinaciones para brindar un movimiento paso a paso. En el año 1930 se emplearon este tipo de motores para manejar las torretas y cañones de enormes barcos de guerra, que hasta la actualidad aún se siguen usando. En 1960, este motor básico comenzó a ser sustituido por motores paso a paso que poseían imanes permanentes de grandes ángulos, pero con el pasar del tiempo estos presentaron un sin número de problemas como la precisión posicional la cual se limitaba debido a la ausencia de controladores y otro problema también fue la resonancia al interior de las carcasas del motor esto hacía que el motor tuviera que parar o hasta incluso reiniciarse.

En la década de los 90, se efectuaron importantes progresos en el desarrollo de controladores que podrían asumir muchos de los problemas de resonancia presentes en los motores paso a paso, también se disminuyeron los costos de elaboración de dichos motores. En el año 2000, estos avances fueron tan importantes que el costo tanto de los motores paso a paso como de los controladores comenzó a ir de bajada, lo que permitió ser usados en una amplia variedad de aplicaciones donde antes resultaban ser muy costosos.

El uso de Arduino con motores paso a paso abre infinitas posibilidades para crear robots, automatización y otros proyectos que requieren un control de movimiento preciso, ya que el motor paso a paso está controlado por el microcontrolador Arduino, que proporciona un posicionamiento muy preciso y/o control de velocidad del motor paso a paso. Como

resultado, los motores paso a paso se han convertido en el motor elegido para muchas aplicaciones de control de movimiento de precisión.

La combinación de motores paso a paso con Arduino para la creación de una máquina capaz de realizar registros fotográficos es fascinante ya que une la electrónica y la mecánica. Al emplear motores paso a paso, se logra un control preciso de los movimientos, permitiendo la captura de imágenes con una exactitud milimétrica. Arduino actúa como el cerebro de la operación, coordinando los movimientos de los motores y sincronizando el proceso de captura de fotografías. Esta integración ofrece la posibilidad de desarrollar una máquina versátil y eficiente para diversas aplicaciones. La unión de estas tecnologías abre nuevas posibilidades creativas y funcionales en el ámbito de la fotografía automatizada.

Justificación

El diseño y construcción de un sistema de control de motores paso a paso para la toma de registros fotográficos de documentos impresos se justifica por su relevancia en diversas áreas como la digitalización de archivos, la automatización de procesos industriales y la preservación de información física.

Los motores paso a paso ofrecen un alto grado de precisión en el posicionamiento, lo que garantiza que las imágenes capturadas sean nítidas y legibles. Esto es fundamental en aplicaciones donde la calidad de la imagen es crucial, como en la digitalización de documentos históricos o legales. El sistema de control de motores paso a paso puede ser diseñado para adaptarse a diferentes tamaños y tipos de documentos impresos, así como para realizar ajustes automáticos en función de las necesidades específicas de cada escaneo. Esto lo hace versátil y adecuado para una amplia gama de aplicaciones.

Al automatizar el proceso de captura de imágenes, se minimiza la posibilidad de errores humanos, como movimientos inconsistentes o mal posicionamiento de los documentos. Esto aumenta la fiabilidad de los registros fotográficos obtenidos. La digitalización de documentos impresos es fundamental para preservar el patrimonio histórico y cultural. Un sistema de control de motores paso a paso garantiza que este proceso se realice de manera cuidadosa y respetuosa con los documentos originales, minimizando el riesgo de daños durante la captura de imágenes.

Este proyecto de aplicación práctica beneficiará a una amplia gama de usuarios como: archiveros y bibliotecarios, investigadores académicos, docentes y estudiantes. Ya que, al mejorar la accesibilidad, precisión y eficiencia en la digitalización de documentos impresos, lo que contribuirá a la preservación del conocimiento y la información histórica y cultural.

Entre los beneficios de este sistema se encuentra la mejora en la precisión y calidad de las imágenes capturadas, garantizando una reproducción fiel de los documentos impresos, por otro lado, la reducción significativa en los tiempos de captura, agilizando los procesos administrativos y académicos que requieren el registro de documentos y finalmente la optimización de recursos humanos, al liberar al personal de tareas repetitivas y propensas a errores. Además, se prevé tener un incremento en la productividad y eficiencia operativa de la institución, lo que contribuirá a su competitividad y posicionamiento en el ámbito educativo y tecnológico.

Objetivos

Objetivo General

Realizar el diseño y construcción de un sistema electromecánico operado por motores paso a paso para el registro fotográfico de documentos impresos.

Objetivos Específicos

- Investigar los tipos de control en los que intervienen las tarjetas electrónicas que se usarán para el adecuado movimiento de motores paso a paso.
- Desarrollar un sistema control de motores paso a paso de manera que sea capaz de adaptarse eficientemente a la toma de documentos impresos de diferentes dimensiones.
- Realizar pruebas exhaustivas de funcionamiento para obtener un rendimiento óptimo del sistema durante la ejecución de las funcionalidades requeridas por el usuario.

Marco Teórico

Automatización

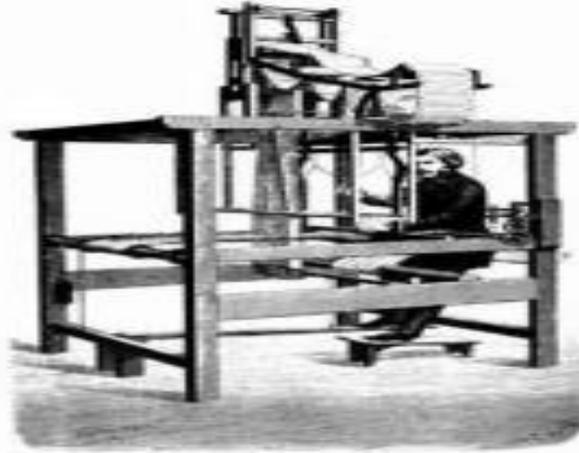
Inicios de la Automatización

El origen de la automatización se da muchos hace millones de años atrás en la prehistoria, con la creación de pequeñas máquinas que minimizaban el esfuerzo humano, la ayuda animal comenzó a ser reemplazada por energías renovables como la energía eólica y la energía hidráulica. A través de la historia el hombre ha acudido a distintas técnicas con las cuales ha reducido los tiempos y ha mejorado la calidad de distintos procesos llevados en esa época, pero a comienzos del siglo XX en donde ya se comienza a aplicar la automatización para procesos complejos usando elementos electromecánicos y mecánicos.

Por otro lado, tomando en cuenta lo dicho por Agudelo (2021) menciona que:

“A través de los siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses. Estos brazos fueron operados por sacerdotes, quienes clamaban que el movimiento de estos era inspiración de sus dioses. Los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos.

En Europa en los siglos XVII y XVIII se construyeron muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Se conoce como automatización al hecho de querer que las cosas que desea se realicen de manera independiente, este término puede emplearse en lugares como la industria aplicándolo en maquinarias que realicen actividades que no tengan que ver con la participación del ser humano, la automatización permitirá preservar el tiempo y en muchos casos el dinero”. (p. 1)

Figura 1*Telar de Jacquard*

Nota. Se muestra una de las primeras máquinas creadas en el siglo XX a base de control numérico. Reproducido de Historia de la automatización, por N. Agudelo, 2021 (<https://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>).

Concepto de Automatización

Se conoce como automatización al hecho de querer que las cosas que desea se realicen de manera independiente, este término puede emplearse en lugares como la industria aplicándolo en maquinarias que realicen actividades que no tengan que ver con la participación del ser humano, la automatización permitirá preservar el tiempo y en muchos casos el dinero.

De acuerdo con Pérez y Merino (2022) argumentan que “En la actualidad, la robótica y la informática han permitido incrementar el alcance de la automatización. En innumerables sectores industriales se utilizan máquinas que permiten la automatización de procesos” (p. 8).

La automatización es un proceso continuo que impulsa la innovación y la transformación en la sociedad, con implicaciones profundas en cómo se desarrolla con la tecnología.

Mecánica

Inicios de la Mecánica

Los antiguos filósofos griegos, principalmente Aristóteles fue uno de los primeros en proponer los principios abstractos gobiernan la naturaleza, el filósofo Aristóteles dijo que los cuerpos terrestres suben o bajan “Lugar Natural” y creo como una ley la aproximación correcta de que la velocidad de caída en objetos es proporcional a su peso e inversamente proporcional a la densidad del fluido en el que se encuentra, habrían pasado más de ocho mil años antes de que Francis Bacon creara por primera vez el método de experimentación, el cual bautizo como una vejación de la naturaleza (Academia Lab, 2024).

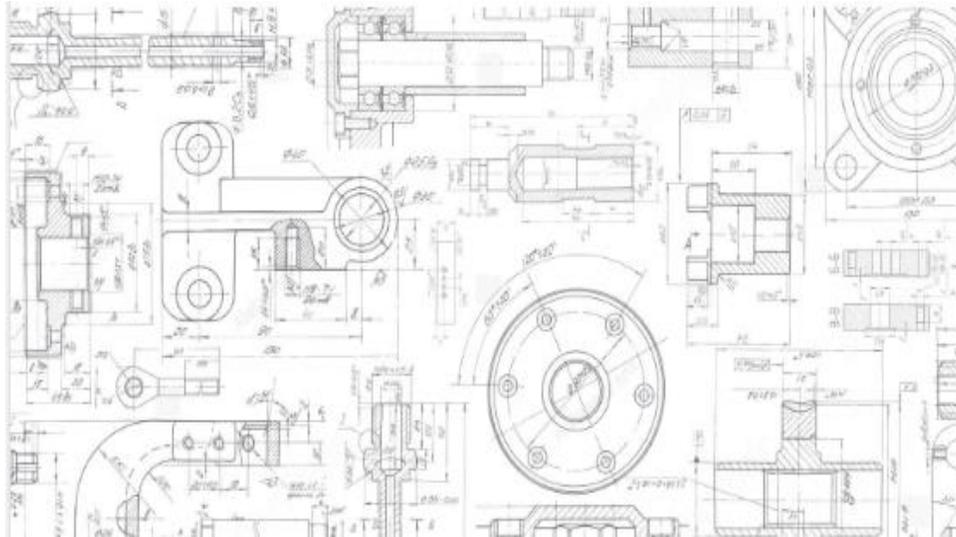
Otros autores afirman lo siguiente:

“Las primeras ideas claras sobre el universo mecánico en que vive fueron dadas por los filósofos griegos. Uno de los más brillantes fue Pitágoras de Samos, quien vivió en Crotona en el sur de Italia y fundó la Escuela Pitagórica. El más brillante representante de esta escuela fue Filolao de Crotona quien nació en 480 a.C. un siglo después de su maestro. Para Filolao y Pitágoras la Tierra era esférica, no constituía el centro del Universo, y observaron que el Sol, la Luna y los planetas no comparten el movimiento uniforme de las estrellas, sino que cada uno tenía su camino propio.

Otro gran filósofo fue Demócrito, nacido en 470 a.C., que desarrolló la teoría atómica de la materia. Para él toda la materia consistía de pequeñas partículas a las que llamó “átomos” que quiere decir “indivisible”. Los átomos eran eternos e indestructibles y existían diversos tipos de átomos que explicaban las diferencias existentes entre diversas sustancias. Además de los átomos sólo existía el vacío”. (Webescolar, 2022)

Figura 2

Planos Mecánicos



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar planos antiguos de máquinas en las cuales se aplicaba la mecánica. Reproducido de vectores de planos mecánicos, por shutterstock, 2024 (https://shutterstock.com/es/search/planos-mecanicos?image_type=vector).

Concepto de Mecánica

De acuerdo con la Universidad de Murcia (2021) la mecánica es:

“La rama de la física que estudia los fenómenos relacionados con el equilibrio y movimiento de los cuerpos. La mecánica comienza su desarrollo en la Grecia antigua, ya entonces las experiencias y trabajos se agrupaban según se refirieran al comportamiento de sólidos, de líquidos o del aire. Se trataba, sobre todo, de trabajos experimentales encaminados en muchas ocasiones al conocimiento en aspectos relacionados con sus aplicaciones prácticas. Se construyen “ingenios” con los que conseguir determinados efectos de interés o con los que poder comprobar hipótesis planteadas”.

Electrónica

Inicios de la Electrónica

La electrónica tuvo sus inicios llamándose “Efecto Edison” en honor a Thomas Alva Edison quien en 1883 vio por primera vez la emisión termoiónica, es decir, la probabilidad de liberar electrones de un elemento a partir de la integración de energía calórica al mismo. Esto fue clave en la creación del diodo por John Ambrose y posteriormente el tríodo por Lee De Forest en el año de 1906 (Coluccio, 2021).

Lee De Forest fue considerado como el padre de la electrónica, ya que gracias a sus aportaciones se pudo superar la etapa en la que solo se creaban fuentes de alimentación y así comenzar a amplificar señales de todo tipo, dando paso a la creación de la radio, televisión y otros artefactos que en la actualidad existen (Coluccio, 2021). Por otro lado:

“Con el tiempo se llegó a la miniaturización y, por ende, a la construcción de artefactos más prácticos con la invención de los transistores a mediados del siglo XX, con los cuales se reemplazaron las válvulas de vacío, ahorrando energía y dinero. Ya en 1958 se desarrolló el primer circuito integrado en planchas de silicio, alojando seis transistores en un mismo chip.

De allí a la creación del primer microprocesador en 1970 hubo un recorrido directo. Gracias a la electrónica se revolucionó el campo de la industria y de la vida misma del ser humano a todo nivel: teléfonos celulares, controles remotos, circuitos autónomos, etc”.

La electrónica sirve para muchísimas aplicaciones en todos los lugares del mundo actual, es decir en todos los aparatos que las personas usan a diario. Gracias a esta rama de la ingeniería la se ha revolucionado la capacidad tecnología.

Concepto de Electrónica

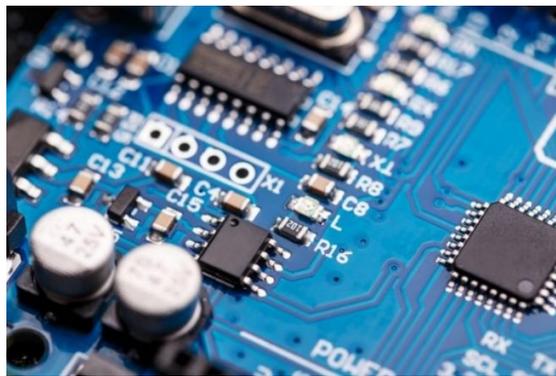
Se la denomina electrónica a la disciplina tecnológica que se considera una de las muchas ramas de la física y como una especialización de la ingeniería, que se encarga de estudiar la creación de sistemas basándose en la transmisión del flujo de electrones que se encuentran cargadas eléctricamente. Como lo afirma Coluccio (2021):

“La electrónica es fundamental en la capacidad del ser humano de construir implementos complejos y herramientas autónomas que le permiten comunicarse a lo largo de enormes distancias, automatizar diversas tareas de su cotidianidad o hacérselas en todo caso más fáciles.

La capacidad de construir mecanismos lógicos que funcionen a partir de circuitos cerrados de electricidad ha sido fundamental para engendrar una nueva generación de artefactos más potentes e inteligentes y, sin duda, ofrecerá mayores ventajas a futuro en el campo de la robótica y de la automatización”.

Figura 3

Electrónica



Nota. La imagen muestra los elementos electrónicos colocados en una placa. Reproducido de Electrónica de potencia, por electrónica edimar, 2020 (<https://edimar.com/electronica-de-potencia-que-es-aplicaciones-y-componentes/>).

Programación

Desde el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles hasta la creación de sitios web dinámicos y la ingeniería de sofisticados sistemas operativos, el ámbito de la programación es fundamental. Incluye también el desarrollo de avanzados software de análisis de datos que transforman grandes volúmenes de información en información accionables. La programación no solo impulsa la innovación en estas áreas, sino que es la piedra angular en la evolución de la tecnología moderna.

“La programación es el proceso de escribir y desarrollar un conjunto de instrucciones o código que permite a una computadora realizar una tarea específica, pue es la habilidad de crear software y aplicaciones mediante la escritura de algoritmos y lógica de programación. La programación se basa en lenguajes de programación, que son conjuntos de reglas y sintaxis utilizados para comunicarse con la computadora. Estos lenguajes pueden ser de alto nivel, como Python, Java o C#, o de bajo nivel, como C o ensamblador”. (Perry, 2023)

Figura 4

Programación



```
function updatePhotoDescription() {
  if (descriptions.length > (page * 9) + (currentImage.substring(0, 10))) {
    document.getElementById('bigImageDesc').innerHTML += "  

}

function updateAllImages() {
  var i = 1;
  while (i < 10) {
    var elementId = 'foto' + i;
    var elementIdBig = 'bigImage' + i;
    if (page * 9 + i - 1 < photos.length) {
      document.getElementById( elementId ).src = 'images/' + photo
      document.getElementById( elementIdBig ).src = 'images/
    } else {
      document.getElementById( elementId ).src = ''
    }
  }
}
```

Nota. El siguiente gráfico muestra como está estructurado un lenguaje de programación. Reproducido de Qué es programación, por Netec, 2021 (<https://www.netec.com/que-es-programacion>).

Perfiles de Aluminio

Los perfiles de aluminio son componentes esenciales en la ingeniería estructural, y su popularidad sigue creciendo en diversas industrias gracias a su versatilidad y eficiencia en el montaje, estos elementos se destacan por su ligereza, resistencia a la corrosión y otras cualidades. Además, ofrecen una gran flexibilidad en términos de aplicaciones y diseños, lo que los convierte en una opción preferida para una amplia gama de proyectos.

“Son piezas con una forma determinada que se utilizan para construir estructuras y elementos diversos. Estos perfiles se fabrican a través de un proceso de extrusión en el que se toma un bloque de aluminio y se empuja dentro de una matriz para obtener la forma deseada”. (Pérez, 2023)

Figura 5

Perfiles de aluminio



Nota. Perfiles de aluminio que se utilizarán para la construcción de la máquina.

Circuitos y Sistemas Eléctricos

Los circuitos y sistemas eléctricos son los que tiene diferentes elementos electrónicos que están conectados entre sí para generar diferentes funciones según como lo desean controlar el

programador estos sistemas se encuentran presentes en una amplia área como resistencias, condensadores, inductores, transistores y circuitos integrados, conectados de manera que permiten el flujo de corriente eléctrica (GeekElectronica, 2020).

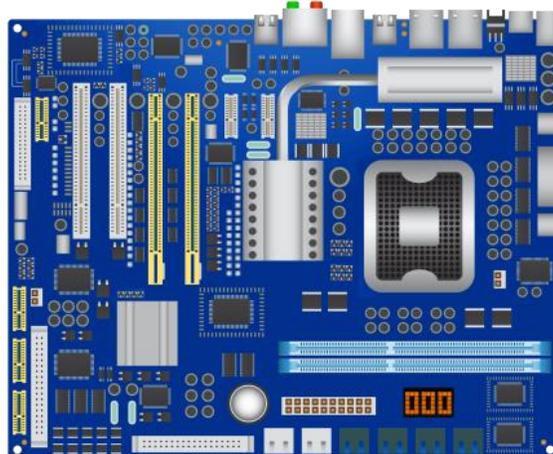
“Es el resultado de la combinación de componentes, permiten el flujo de corriente y, dependiendo de su disposición, desempeñan diversas funciones esenciales para la creación de dispositivos electrónicos. En el ámbito de la electrónica, los circuitos son el foco principal de estudio, diseño e implementación, ya que constituyen la base de los sistemas electrónicos.

A medida que se incrementa la complejidad de estos sistemas, con múltiples componentes y circuitos interconectados, se observa su aplicación en una variedad de dispositivos cotidianos como equipos de audio, instrumentos de medición, sistemas de alarma y sistemas embebidos, entre otros”. (Jiménez, 2020)

Los sistemas electrónicos son conjuntos de circuitos que trabajan juntos para realizar tareas más complejas o funciones específicas, como sistemas de comunicación, de control, de procesamiento de señales, entre otros (GeekElectronica, 2020).

Figura 6

Circuitos y sistemas electrónicos



Nota. Componentes que conforman un circuito y sistema electrónico. Reproducido de Que son los circuitos y sistemas electrónicos, por A. Jiménez, 2020 (https://geekelectronica.com/que-son-los-circuitos-y-sistemas-electronicos/#google_vignette).

Programación de Placa Electrónica

La programación para la placa electrónica debe entender de diferentes maneras para su correcta interfaz con las diferentes variables que hay para su programación y también de sus diferentes salidas y entradas como son analógicas y digitales que cuenta este elemento al momento de programar (Aquaefundacion, 2022).

Arduino Uno

Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto que se basa en la utilización de software y hardware sencillos. Esta herramienta principalmente permite la creación de una variedad de tipos de microcomputadoras de una sola placa, que luego pueden usarse para una variedad de propósitos según la necesidad del creador. En otras palabras, una técnica simple para crear proyectos que sean interactivos para cualquier persona (Aquaefundacion, 2022).

Origen Arduino Uno

Esta plataforma comenzó como un proyecto de estudiantes en el Instituto IVREA de Ivrea (Italia) en 2005. Los estudiantes usaban el microcontrolador BASIC Stamp, cuyo costo era de 100 dólares, lo que se consideraba demasiado caro para ellos en ese momento. En ese momento, Massimo Banzi, uno de los creadores de Arduino, impartía clases en Ivrea (Aquaefundacion, 2022).

Arduino se puede emplear para desarrollar circuitos electrónicos mediante lenguajes de programación que contiene esta placa electrónica, puede interactuar con otros dispositivos como son hardware y software Aquaefundacion (2021) propone:

“Sirve tanto para controlar un elemento, por ejemplo, un motor que suba o baje una persiana basada en la luz que haya gracias a un sensor conectado al Arduino, o bien para transformar la información de una fuente, como puede ser un teclado, y convertir la información a algo que entienda, por ejemplo, un ordenador”.

Figura 7

Arduino Uno



Nota. El gráfico muestra la placa electrónica Arduino Uno. Adaptado de Arduino Uno, por electrostore, 2023 (<https://grupoelectrostore.com/shop/placas-para-programacion/arduino/arduino-uno-r3-con-atmega328p-dip-cable-usb/>).

Joystick

Los joysticks son elementos electrónicos que sirven de mando para diversos sistemas electrónicos, ya sea para comandar como el eje X y le eje Y permitiendo al usuario un fácil control del circuito o movimiento que desea realizar se utiliza comúnmente en aplicaciones que requieren control direccional (Tarela, 2022).

“Joystick es un dispositivo analógico, eléctrico o digital que funciona como control de palanca y permite desplazar manualmente el cursor o reemplazar el teclado en una pantalla de computadora. Es utilizado en softwares informáticos para moverse en el

espacio y el tiempo, e indican en qué dirección o combinación de direcciones es posible pulsar.

El primer joystick eléctrico de dos ejes fue probablemente inventado en 1944 en Alemania, durante la Segunda Guerra Mundial. Se desarrolló para controlar la bomba guiada Herschel Hs 293, lanzada desde un avión bombardero. El joystick era utilizado por el operador del arma, sentado en el avión bombardero para dirigir el misil hacia su blanco por control de radio”. (Tarela, 2022)

Figura 8

Joystick



Nota. El gráfico se muestra un joystick, el cual hará los movimientos en los ejes X e Y dentro del sistema. Reproducido de Joystick, por Steren, 2022 (<https://www.steren.com.ec/joystick.html>).

Interfaz de Usuario (UI)

La interfaz de usuario es la forma que se interactúa con un sistema informático, dispositivo o aplicación. Esta se centra en el diseño visual y la disposición de elementos las cuales los usuarios puedan realizar acciones y recibir respuestas de forma intuitiva y eficiente, para esto es necesario un diseño cuidadoso son clave para el éxito de cualquier interfaz de usuario (Churchville, 2020).

Historia (UI)

La interfaz de usuario de las primeras computadoras era limitada a pocos botones en la consola del operador. Muchas de estas primeras computadoras usaban tarjetas perforadas, fabricadas con máquinas perforadoras, como el método principal de entrada de datos y programas de computadora. Algunas máquinas de votación todavía usan un sistema de tarjetas perforadas, a pesar de que las tarjetas perforadas han sido esencialmente obsoletas en informática desde 2012 (Churchville, 2020).

Ha evolucionado con la introducción de la interfaz de línea de comandos, que surgió por primera vez como una pantalla visual en blanco con una línea de entrada para el usuario Churchville (2020) plantea que “los usuarios confiaban en un teclado y un conjunto de comandos para navegar los intercambios de información con la computadora. Esta interfaz de línea de comandos condujo a una en la que predominaban los menús” (p. 1).

Figura 9

Interfaz de usuario



Nota. La imagen muestra cómo funciona una interfaz de usuario. Reproducido Interfaz de usuario: Qué es y cómo diseñar una UI, por Ovacen, 2024 (https://ovacen.com/disenio-interfaz-usuario-ui/#google_vignette).

Corriente Continua

Cociente continua o conocida también como corriente CC estas son empleadas más en tarjetas electrónicas, su flujo es constante y unidireccional que facilita para el correcto funcionamiento de los dispositivos que alimenta, también se debe tener en cuenta que los electrones se mueven siempre en la misma dirección a lo largo de un conductor (Electricity, 2024).

En la actualidad la corriente continua se emplea en circuitos electrónicos de pequeña escala para su funcionamiento adecuado:

“La corriente continua (CC) o direct current (DC) es un tipo de flujo eléctrico que se caracteriza por su dirección constante y unidireccional a través de un material conductor. En los circuitos de CC, la carga eléctrica fluye de manera continua desde el terminal positivo al negativo de la fuente de energía, como una batería o una fuente de alimentación de CC.

Para medir la corriente de CC, se utilizan instrumentos como el amperímetro de CC o el medidor de pinza de CC. Los amperímetros de CC se conectan en serie con el circuito, mientras que los medidores de pinza pueden medir la corriente sin necesidad de desconectar el cable, rodeándolo con una bobina magnética”. (Electricity, 2024)

Figura 10

Corriente continua



Nota. La imagen refleja el sentido que tiene la corriente continua. Reproducido de Corriente continua, por ventiladores.com, 2021 (<https://ventiladores.com/>).

Fuentes de Alimentación

Las fuentes de alimentación son muy variadas por su voltaje que alimentan puede haber de 9v hasta 24V dependiendo que sistema se va alimentar o utilizar, otras de sus funciones es que estas fuentes convierten la energía eléctrica de una forma a otra para satisfacer los requisitos de voltaje y corriente de los dispositivos que alimentan (López, 2020).

Una fuente de alimentación es un componente esencial de cualquier dispositivo electrónico ya que es ella quien se encarga de darle vida López (2020) describe lo siguiente:

“Una fuente de alimentación se ocupa en smartphones, hasta televisores y ordenadores, todos tienen un componente que se encarga de hacer lo que una fuente de alimentación hace, que es gestionar la entrada de energía desde la red y adaptarla para darle energía al equipo. Las fuentes de alimentación proporcionan energía a los SSD y HDD mediante conectores SATA de energía, y a los ventiladores mediante conectores molex de 3 o 4

pinos o bien mediante la propia placa base (que es alimentada con el conector de 24 pines ATX)”. (López, 2020)

Figura 11

Fuentes de alimentación



Nota. Una fuente de voltaje es un dispositivo que suministra voltaje, extraído de fuentes de voltaje y corriente DC, a partir de fuente AC. Reproducido de fuente de alimentación, por Megatrónica, 2024 (<https://megatronica.cc/producto/fuente-de-alimentacion-5v-5a-25w/>).

Microcontroladores

Los microcontroladores son dispositivos electrónicos integrados entre si estos incluyen un procesador, memoria, periféricos de entrada/salida entre otros componentes necesarios para realizar funciones específicas de una programación. Estos componentes están encapsulados en un solo chip o están conectados en una placa electrónica que los hace ideales para aplicaciones que requieren un control preciso y eficiente (SIISA GLOBAL,2021).

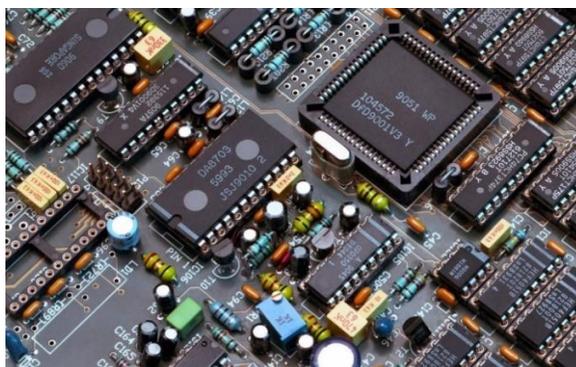
“Un microcontrolador es un dispositivo más pequeño que tiene las mismas funciones que una computadora. Contiene una CPU (Unidad de Procesamiento Central) o CPU, así como una memoria RAM y una memoria ROM. La CPU es el cerebro de un sistema informático y la memoria ROM es el motor que activa el funcionamiento de un equipo.

Como complemento a la automatización de diversas operaciones, sus ventajas y utilidad están presentes en muchas áreas de la vida cotidiana, en la industria donde cumple una tarea fundamental”. (SIISA GLOBAL,2021)

Se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones para controlar dispositivos electrónicos, como electrodomésticos, sistemas de automatización, juguetes, dispositivos médicos, entre otros.

Figura 12

Microcontrolador



Nota. En la siguiente imagen se muestra un microcontrolador acompañado de varios elementos electrónicos. Reproducido de Microcontroladores. ¿Qué son? y su importancia en la industria, por sisa global, 2021 (<https://es.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-importancia-en-la-industria->).

Impresión 3D

La impresión 3D es un proceso de creación de objetos o componentes mediante un dispositivo que da capas de material plástico para su formación y estructura.

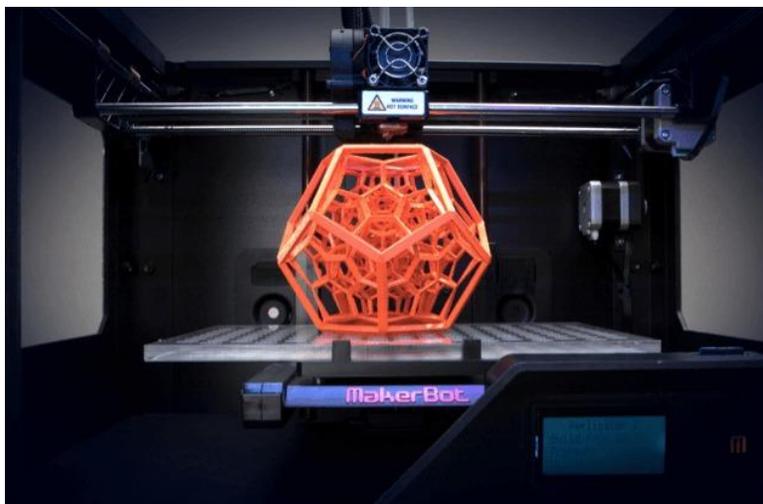
Según Autodesk (2024) da una breve reseña explicando algunas especificaciones de lo que es una impresión 3D donde dice lo siguiente:

La impresión 3D, también llamada manufactura por adición (inglés), es un conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas que

corresponden a las sucesivas secciones transversales de un modelo 3D. Los plásticos y las aleaciones de metal son los materiales más usados para impresión 3D, pero se puede utilizar casi cualquier cosa, desde hormigón hasta tejido vivo. (p .1)

Figura 13

Impresión 3D



Nota. Se muestra a continuación la fabricación de una pieza a partir de una impresión 3D.

Reproducido de impresión 3D, por Autodesk, 2024

(<https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>).

Soporte de Esquina

Los soportes de esquina para perfiles de aluminio son accesorios utilizados para construcciones de perfiles de aluminio, como marcos de ventanas, marcos de puertas, construcción de paneles solares, etc. Para construcción o montaje. Estos soportes están diseñados para conectar de forma segura dos perfiles de aluminio en un ángulo de 90 grados, creando una esquina fuerte y estable.

Los soportes de esquina pueden tener diferentes formas y diseños según la aplicación específica y el tipo de perfil de aluminio utilizado. Algunos pueden ser conectores simples en

forma de L, mientras que otros pueden ser más complejos con características adicionales como refuerzo interno o ajuste de ángulo.

Figura 14

Soportes de esquina



Nota. Se muestra a continuación cuál es la forma de un soporte de esquina y cuál es su función en este tipo de trabajos.

Poleas GT2

Las poleas GT2 son componentes utilizados en sistemas de transmisión por correa, especialmente en aplicaciones de movimiento lineal o giratorio. Estas poleas están especialmente diseñadas para su uso con correas tipo GT2 (correas de distribución de alta precisión).

Según TekMicro (2024) describe lo siguiente acerca de las poleas GT2:

“Esta pieza es un complemento excelente para el trabajo con motores paso a paso PAP Nema 17; está conformado por 1 polea GT2 (para correa de 6mm), con orificio para el eje de 5mm (que es la medida estándar del eje de los motores Nema 17) y separación estandarizada entre los dientes”.

Figura 15*Polea GT2*

Nota. Polea GT2 de 20 dientes con diámetro de 5 mm ideal para el trabajo con motores paso a paso Nema 17. Reproducido de polea GT2, por Tekmicro, 2024

(<https://tecmikro.com/motores/500-correa-gt2-banda-dentada-impresora-3d.html>).

Correa Dentada GT2

Las correas dentadas GT2 son un componente importante de los sistemas de transmisión por correa que utilizan poleas GT2 y proporcionan un movimiento suave y preciso en una variedad de aplicaciones industriales y comerciales. (TeknoMicro, 2024)

Por otro lado:

“La correa dentada GT2 de 6mm (banda dentada GT2) es un complemento excelente para el trabajo con impresoras 3D y motores paso a paso PAP Nema 17 y Nema 23; está conformado por 1 metro de correa dentada GT2 de 6mm de alta resistencia mecánica, y separación estandarizada entre los dientes.

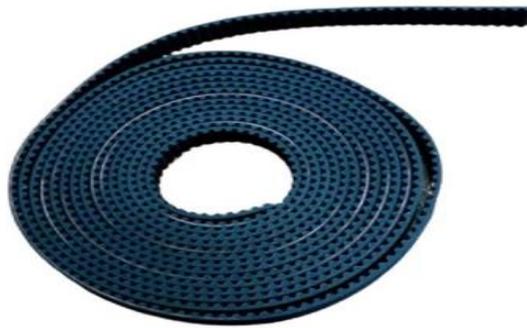
La correa es abierta, por lo que el usuario puede cortar la longitud necesaria y unirlos con mucha facilidad para formar una banda de transmisión (para unir los extremos de la correa se puede usar un pequeño trozo de la misma y cemento de contacto)”.

(TeknoMicro, 2024)

Estas correas están fabricadas con materiales de alta calidad y tienen un perfil de dientes específico que coincide con el diseño de las poleas GT2.

Figura 16

Correa dentada GT2



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar una correa GT2 ideal para el trabajo con poleas GT2 y motores. Nema 17 posee un ancho de 6 mm. Reproducido de Correa GT2 Banda dentada, por Tekmicro, 2024 (<https://tecmikro.com/motores/500-correa-gt2-banda-dentada-impresora-3d.html>).

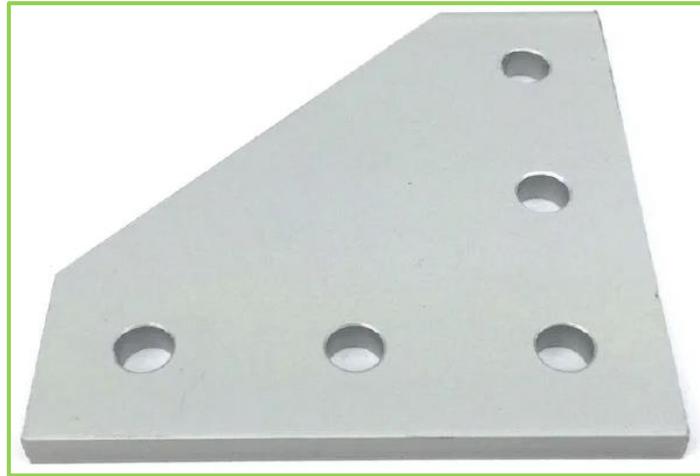
Placa de Unión a 90 Grados

Es un elemento de fijación externa que no necesita de mecanizado. Esta placa genera un ángulo de 90 grados entre los perfiles que se vayan a unir y su forma permite reforzar la resistencia de la unión. Es una opción que dura y que también es fácil de manipular y montar ya que permite reutilizarse una y otra vez (Amazon, 2024).

Las placas de unión a 90 grados son componentes esenciales en la construcción y montaje de estructuras que requieren ensamblajes en ángulos rectos, proporcionando una forma eficiente y confiable de unir piezas o perfiles en un ángulo de 90 grados.

Figura 17

Placa de unión a 90°



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar cómo es la forma de una unión a 90° con sus respectivos orificios. Reproducido de Placa de unión a 90°, por Robotics, 2023 (<https://roboticsec.com/producto/placa-de-union-90-grados/>).

Carritos para Perfil de Aluminio

Los carritos para perfiles de aluminio son componentes utilizados en sistemas de movimiento lineal, especialmente en aplicaciones industriales y comerciales donde las cargas deben moverse a lo largo de perfiles de aluminio. Estos carros están diseñados para deslizarse suavemente a lo largo de los contornos, proporcionando un movimiento lineal preciso y confiable.

Figura 18*Carrito para perfil de aluminio*

Nota. Carrito para perfil de aluminio previo a ser armado y colocado en el sistema.

Switch Interruptor con Fusible

Son dispositivos eléctricos que unen un interruptor y un fusible en un solo componente, es decir, estos dispositivos proporcionan protecciones cuando se generan sobrecargas o cortocircuitos debido al aumento de la corriente eléctrica (Platt, 2022).

De forma general constan de dos partes principales el interruptor y el fusible. Desde el punto de vista de Platt (2022) afirma lo siguiente:

“Los interruptores con fusible son dispositivos que constan de dos partes principales: el interruptor, encargado de abrir y cerrar el circuito eléctrico, y el fusible, que protege el circuito al fundirse cuando la corriente supera un límite establecido.

Estos interruptores se utilizan ampliamente en aplicaciones que requieren protección contra sobrecargas y cortocircuitos, como en sistemas eléctricos de automóviles, UPS, sistemas de control industrial, así como en entornos residenciales y comerciales donde se necesita una protección adicional”.

Figura 19

Switch interruptor con fusible



Nota. En la siguiente imagen se puede apreciar de que partes está compuesto un switch interruptor con fusible.

Driver para Motor Paso a Paso DRV8825

Un driver para motor paso a paso DRV8825 posee una interfaz simple de paso y dirección, el control de su corriente es ajustable lo que permite que las salidas de corriente puedan ser ajustadas con un potenciómetro, y esto le permite usar tensiones por encima del voltaje nominal del motor para así lograr mayores velocidades en los pasos que dará. Posee una tensión de alimentación máxima de 45V y puede conectarse directamente con sistemas de 3,3 hasta 5 voltios.

Por otra parte:

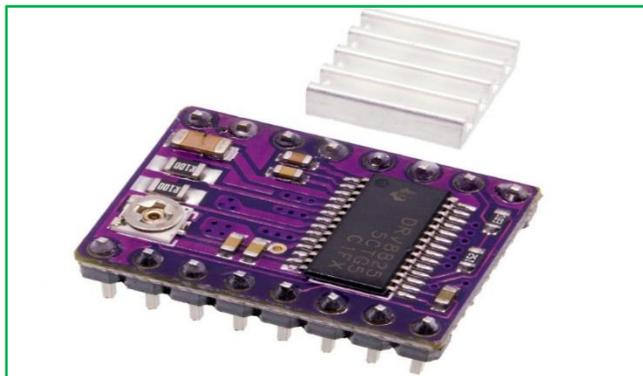
“Los motores paso a paso normalmente tienen una especificación de tamaño de paso (por ejemplo, 1, 8° o 200 pasos por revolución). Un controlador de microstepping tal como el DRV8825 permite resoluciones más altas, permitiendo ubicaciones en paso intermedio, que se consiguen por la activación de las bobinas con los niveles de corriente intermedios.

Por ejemplo, controlando un motor paso a paso de 200 pasos por revolución en el modo de paso por cuartos (quarter-step) dará 800 micro pasos por revolución mediante el uso de cuatro niveles de corriente diferentes”. (Novatronic, 2020)

La resolución (tamaño de paso) puede ser seleccionada mediante los pines MODO0, MODO1 y MODO2 que permiten cinco resoluciones diferentes de paso de acuerdo con la tabla de abajo. Las tres entradas de selector tienen resistencias internas de 100k Ω pull-down, así que dejar estos tres pines al aire resultará en el modo de paso completo (full-step mode) (Novatronic, 2020, p. 1).

Figura 20

Driver DRV8825



Nota. Driver DRV8825, ideal para trabajos con motores paso a paso Nema 17, usado en uno sin número de aplicaciones como máquinas 3D. Reproducido Driver DRV8825 para motor paso a paso, por Novatronic, 2020 (<https://novatronicec.com/index.php/product/driver-drv8825-para-motor-paso-a-paso/>).

Shield CNC V3

El shield CNC V3 permite construir maquinas CNC de una manera sencilla y eficiente, empleando solo un Arduino Uno y la cantidad de drivers necesarios dependiendo de la función deseada y no olvidarse de una buena fuente de alimentación. “Posee un diseño modular y Open

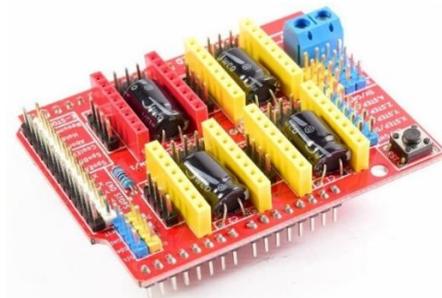
Source. Compatible con GRBL que es un firmware OpenSource para Arduino que convierte código-G en comandos para motores Paso a Paso” (Naylamp Mechatronics, 2023).

“El Shield CNC permite controlar hasta 3 motores paso a paso (X, Y, Z) de manera independiente, además de un motor adicional (A) que puede duplicar alguna de las funciones anteriores. Es compatible con los drivers Pololu A4988 (Allegro) y DRV8825 (Texas Inst.), ofreciendo diferentes capacidades de corriente y microstepping.

Se recomienda una fuente de alimentación DC de 12 a 36 voltios con capacidad de aproximadamente 2 amperios por motor, por lo que para 4 motores se necesita una fuente de 8 amperios”. (Naylamp Mechatronics, 2023, p. 3)

Figura 21

Shield CNC V3



Nota. En la siguiente imagen se visualiza la placa electrónica Shield V3, la cual permite crear máquinas CNC de una manera rápida y sencilla. Reproducido de SHIELD CNC V3.0, por Naylamp Electronics, 2023 (<https://naylampmechatronics.com/ardusystem-shields/68-shield-cnc-v3-grbl.html>).

Metodología y Desarrollo del Proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo crear una maquina eficiente que permita la toma de fotografías en documentos con una mayor precisión y exactitud usando una estructura Core XY.

Diseño de la Estructura

Se diseñó la estructura del sistema a partir del software SolidWorks, donde se determinó el tamaño, las dimensiones de la máquina y el lugar donde se colocará tanto los motores para su funcionamiento como el Smartphone que se ocupará para la toma de las fotografías. La estructura fue armada con perfiles de aluminio ya que es un material ligero y por su fuerte resistente a la corrosión.

Obtención de los Perfiles de Aluminio

Primeramente, se adquirió los perfiles de aluminio V slot de 20x20 en color negro.

Figura 22

Perfiles de aluminio



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar los perfiles de aluminio V slot de medida 20x20.

Corte de los Perfiles

Para el armado de la estructura de la maquina se cortarán los perfiles con una dimensión de 75cmx55cmx45cm tomando como referencias las medidas tomadas de un libro físico de la biblioteca del Tecnológico Universitario Vida Nueva, con estas medidas se dio creación de la maquina en el software.

Figura 23

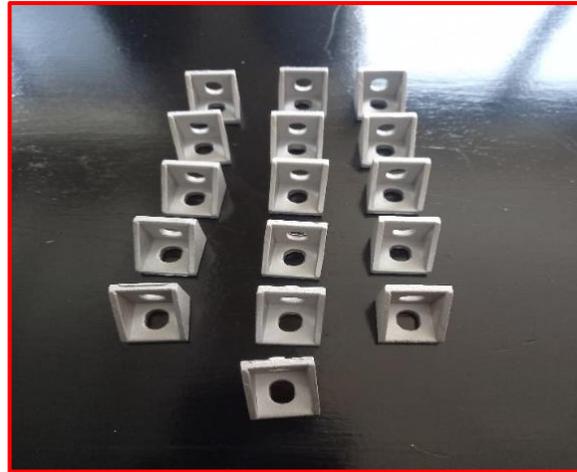
Cortes para el armado de la estructura



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar como se llevaron a cabo el corte de los perfiles de aluminio para el ensamble de la estructura.

Adquisición de los Soportes de Esquina

Una vez habiendo realizado los cortes exactos para el ensamble de la maquina se adquirirá los soportes de esquina los cuales se colocarán, para unir y reforzar los perfiles de aluminio creando la forma de un cubo, y así llamando así a esta estructura como Core XY por sus movimientos en los ejes XY.

Figura 24*Soportes de esquina*

Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar los soportes de esquina que se usaran para la unión de los perfiles de aluminio.

Armado de la Base Inferior y Superior

En el proceso de ensamblaje, se optó por utilizar dos perfiles de aluminio en forma de V, específicamente del tipo V slot, cada uno con dimensiones de 20x20 mm. Estos perfiles se dividieron en cuatro segmentos de 75 cm y otros cuatro de 55 cm, proporcionando la estructura básica para la base inferior. Para garantizar una unión sólida entre los segmentos, se seleccionaron cuatro soportes de esquina diseñados para este propósito, los cuales se fijaron con tuercas y tornillos M5 de ocho milímetros. Estos elementos de fijación fueron elegidos por su compatibilidad y resistencia con los perfiles de aluminio utilizados.

Además, con el fin de reforzar la estabilidad y rigidez de la estructura, se incorporaron uniones adicionales en ángulo recto. Estas uniones en 90 grados se colocaron estratégicamente para proporcionar un soporte adicional y evitar posibles deformaciones o movimientos no deseados.

Figura 25

Ensamble de la base superior e inferior



Nota. La construcción de las bases se muestra a continuación con cada elemento que se utilizó para el ensamble.

Colocación de Soportes para las Bases

Una vez habiendo construido las bases lo que se realizó a continuación fue la colocación de 4 perfiles de aluminio V slot de 45cm, que servirán para sostener la base superior de la máquina en donde se colocara el Smartphone para esto se utilizaron soportes de esquina en cada una de las uniones con tuercas y tornillos M5 de ocho milímetros.

Figura 26

Colocación de soportes



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar como se colocaron los soportes para la base superior.

Armado y Ensamblado de la Estructura

Una vez habiendo unido los soportes de 45cm se procedió a colocar las dos bases tanto superior e inferior con los cuatros soportes, para esto se utilizó 8 soportes de esquina con tuercas y tornillos M5 de ocho milímetros y también se reforzó cada esquina con uniones en 90 grados para una óptima sujeción de las bases con los soportes.

Figura 27

Colocación de soportes



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar el ensamble total de la estructura.

Adquisición de Carritos para Perfil de Aluminio

Teniendo ya armado el cubo se realizó la compra de dos carritos para perfiles de aluminio 20x20 que son exclusivos para este tipo trabajo, el carrito está compuesto por su plataforma, de ruedas POM y de tuercas y tornillos excéntricas para su correcta sujeción de todos estos elementos mencionados a continuación se componen estos carritos.

Figura 28*Carritos para perfil de aluminio*

Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar el carrito y sus componentes.

Colocación de Carritos

Para ejecutar cada uno de los movimientos deseados se instaló 3 carritos, uno para el eje Y y dos más que se usaran para el movimiento del eje X, utilizando cada componente que tienen para su ensamble, una vez colocados se verifico su correcto movimiento que realizara a través de los perfiles de aluminio.

Figura 29*Colocación de los carritos*

Nota. En la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación de cada carrito.

Colocación de Poleas y Bandas

Para pasar las bandas se utilizó dos tipos de poleas, se empleó dos poleas modelo GT2 de 20 dientes y 4 poleas modelo GT2 sin dientes con un diámetro interno de 5mm porque los motores tienen un eje de 5mm y están son las apropiadas, para su movimiento se usaron bandas con dientes modelo GT2 de 6mm de ancho y bandas sin dientes.

Figura 30

Colocación de poleas y bandas



Nota. Colocación de poleas y bandas sobre los carritos.

Adquisición y Colocación de los Motores

Se adquirió dos motores NEMA 17 de 0.4 N/m que consumen 1.2 Amperios para poder dar los movimientos a los ejes XY, ya que por su presión y facilidad de control que permite dar un adecuado movimiento a la máquina garantizando su funcionalidad al momento de su trabajo, se aplican generalmente en proyectos de robótica.

Estos motores son ampliamente utilizados en impresoras 3D, máquinas CNC, cámaras de seguridad PTZ, sistemas de automatización y muchos otros dispositivos que requieren un control

preciso del movimiento. Es importante seleccionar el motor paso a paso adecuado para cada aplicación en función de los requisitos de carga, velocidad y precisión necesarios.

Figura 31

Motor paso a paso NEMA 17



Nota. Visualización del motor NEMA 17 de 1.2 amperios.

Creación de Soporte para Smartphone

Para la construcción de este soporte se utilizó impresión 3D considerando que su carcasa y algunos de sus componentes no son existentes en el mercado. Se empleó un tornillo sin fin de acero inoxidable de 4 entradas, para el agarre se colocó dos chumaceras una de pared y una chumacera de piso para la parte superior. Para generar el movimiento en Z en el tornillo se instaló 1 tuerca de 8mm con cuatro entradas.

Figura 32

Piezas del soporte



Nota. Las Partes que forman al soporte donde se ubicarán los dispositivos móviles.

Colocación del Soporte

Habiendo armado el soporte donde se colocará el Smartphone para la toma de las fotografías, lo que se hizo a continuación fue colocarlo en el carrito el cual generara el movimiento sobre sobre el eje Y, habiendo hecho todo este procedimiento se ajustó bien para que cuando el carrito se mueva el soporte no se caiga y afecte al Smartphone que estará puesto en el.

Figura 33

Piezas del soporte



Nota. Como se muestra a continuación, el soporte se colocó sobre el eje Y de manera segura y efectiva.

Base del libro

Teniendo toda la estructura de la maquina ya ensamblada, lo último que se hizo fue colocar una base donde se asentará el libro que será fotografiado, esta base se la elaboro en MDF debido a que su precio no es tan elevado y estéticamente se ve bastante bien, para finalizar se grabó mediante impresión láser el sello de la institución con su respectiva carrera.

Figura 34

Grabado de la base



Nota. Grabado de la institución y en la parte inferior la carrera con ayuda de impresión por láser.

Maquina Terminada

Habiendo Una vez completado el ensamblaje de la estructura en forma cúbica, se ha alcanzado un hito importante en la construcción de la máquina. El siguiente paso consistirá en la integración de los componentes electrónicos, los cuales permitirán que la máquina funcione de manera autónoma mediante la programación en Arduino, generando así los movimientos necesarios para su operación. Esta fase de instalación electrónica marca el inicio de la transición de la estructura física hacia un dispositivo totalmente funcional.

Posteriormente, se llevó a cabo una exhaustiva revisión para verificar que cada elemento mecánico esté correctamente posicionado y asegurado, garantizando así su correcto funcionamiento y cumplimiento de las funciones previstas. Este proceso de revisión y ajuste es crucial para asegurar la eficiencia y precisión de la máquina en su conjunto. Con estas etapas cumplidas, la máquina está lista para avanzar hacia la fase de pruebas y ajustes finales antes de su puesta en funcionamiento completa.

Figura 35

Piezas del soporte



Nota. Impresión por láser.

Parte Electrónica

Para la parte electrónica se definirá que elementos se va emplear para que la maquina cumpla con las funciones que se le destinara como son los movimientos tanto en el eje X como en el eje Y, así también movimientos diagonales que pueden ser opcionales si es que así lo desea el usuario o la persona que lleve a cabo el control de este sistema.

Adquisición de los Elementos Electrónicos

Para comenzar con la parte electrónica de la maquina lo primero que se tomó en cuenta fue que elementos se utilizara para una mejor optimización de este sistema Core YX , es por esto que el elemento principal que se ocuparan en este apartado será una placa electrónica (Arduino Uno R3 con chip original), un CNC shield V3, dos drivers DRD 8825 para el funcionamiento de los motores, un mando joystick el cual controlara los movimientos de los ejes y para finalizar una fuente de alimentación de 3 amperios a 12 voltios para abastezca tanto a los motores como a la electrónica cada uno de estos elementos cumplirán un rol muy importante en este sistema.

Figura 36

Elementos electrónicos



Nota. En la siguiente imagen se visualiza los elementos electrónicos que se emplearan para el correcto funcionamiento de la máquina.

Montaje de la Parte Electrónica

Una vez sabiendo que elementos se ocupara como son los mencionados anteriormente, primeramente, se ocupara el Arduino el cual se encontrara montado sobre la fuente de alimentación de 12 Voltios a 3 Amperios, encima de este se colocara el Shield donde se encontraran conectados dos drivers que permitirán controlar cada motor de manera independiente el Arduino actúa como el controlador principal, la fuente de alimentación proporciona energía, el Shield simplifica las conexiones y los drivers permiten controlar los motores de manera independiente.

Figura 37*Montaje de elementos*

Nota. La Parte electrónica colocada en el lado derecho de la máquina.

Conexión de Elementos y Fuente de Alimentación

Habiendo conectada la fuente de poder para la alimentación de cada uno de los elementos como son el Arduino el Shield y los drivers para que todos los elementos se enciendan y se apaguen lo que se hizo fue colocar un switch con fusible que permitirá el paso de la corriente hacia la fuente de alimentación, así mismo el fusible ayudara a que cuando haya elevaciones de amperaje el fusible se dañe, pero no permita que esto afecte a la parte electrónica y por ende se dañen los elementos. El fusible que se colocará será de 3 amperios el switch con fusible y la porta fusibles junto con el fusible de 3 amperios forman un sistema de protección eléctrica que ayuda a prevenir daños en los componentes electrónicos al limitar la corriente eléctrica en caso de una situación de sobrecarga.

Figura 38

Conexión de elementos



Nota. Se muestra la conexión electrónica de la máquina.

Creación de Carcasa para la Parte Electrónica

Teniendo armada la parte electrónica lo que se hará a continuación será crear una caja de MDF hecha a partir de impresión con láser, donde se colocaran los elementos para que no se encuentren a la intemperie y por ende no tengan daños futuros, se hará un orificio donde sobresaldrá el joystick que será el encargado de ejecutar los movimientos deseados por el usuario, así también, se hará un grabado con láser donde estará colocada la información de los autores como el nombre del tutor del proyecto de aplicación práctica. Al diseñar y construir esta caja de MDF con impresión y grabado láser, estás no solo protegiendo tus componentes electrónicos de los elementos externos, sino también agregando un toque personalizado y profesional al proyecto.

Figura 39

Sistema de mando

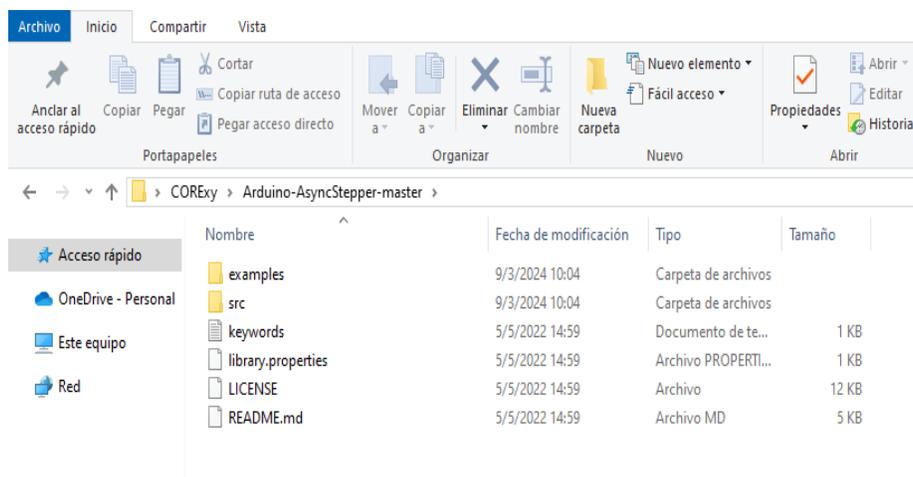


Nota. En la imagen se muestra la caja que guarda la parte electrónica que controlará los movimientos de la máquina.

Programación

Descarga de librería Asyncstepper

Se llevó a cabo un estudio sobre la programación de un motor NEMA 17 de 1.2A utilizando una placa electrónica Arduino Uno. Durante la investigación, se identificó la librería AsyncStepper como una herramienta fundamental para este propósito. Esta librería fue descargada y empleada para facilitar la programación del movimiento de los ejes del motor. El proceso implicó la integración de la librería en el entorno de desarrollo de Arduino, lo que permitió controlar con precisión los movimientos del motor mediante el código generado. el estudio implicó la utilización de la librería AsyncStepper para facilitar la programación del motor NEMA 17 con la placa Arduino Uno, lo que permitió un control preciso y eficiente de los movimientos del motor en el proyecto.

Figura 40*Descarga de librería Asynctepper*

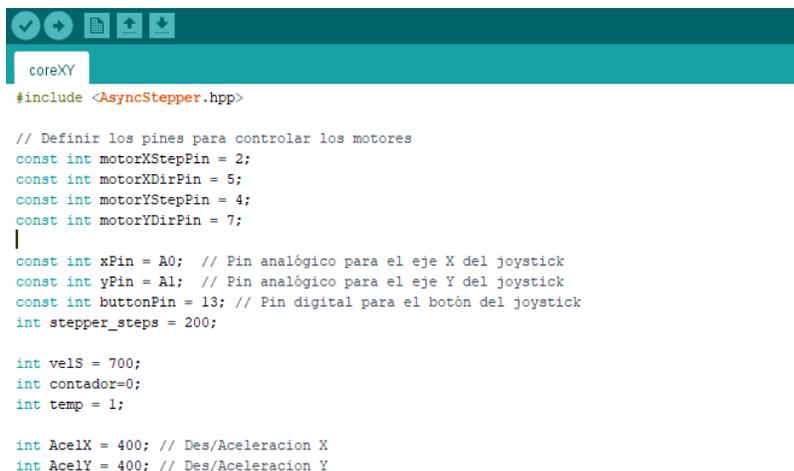
Nota. Se puede observar la instalación de la librería Asynctepper.

Definición de Pines para el Control de Motores

Para llevar a cabo la configuración necesaria, se empleó la declaración "const int" con el objetivo específico de detallar y definir meticulosamente qué pines de la placa electrónica Arduino Uno serían empleados para controlar los motores NEMA 17. En este proceso, se asignaron con precisión las salidas 2, 5, 4 y 7 de la placa, seleccionándolas estratégicamente para su tarea respectiva, que incluía dirigir el movimiento tanto en el eje X como en el eje Y de manera autónoma y precisa. Asimismo, para recibir y procesar señales relacionadas con la posición y la modulación de la velocidad, se optó por emplear específicamente las entradas A1 y A0 de la placa Arduino. Estos elementos se integraron meticulosamente en el sistema para garantizar un control óptimo y eficiente del movimiento de los ejes. Además, se estableció una velocidad de aceleración predefinida de 400 unidades para ambos ejes, asegurando así un rendimiento consistente y confiable en las operaciones del motor.

Figura 41

Lenguaje de programación



```

coreXY
#include <AsyncStepper.hpp>

// Definir los pines para controlar los motores
const int motorXStepPin = 2;
const int motorXDirPin = 5;
const int motorYStepPin = 4;
const int motorYDirPin = 7;
|
const int xPin = A0; // Pin analógico para el eje X del joystick
const int yPin = A1; // Pin analógico para el eje Y del joystick
const int buttonPin = 13; // Pin digital para el botón del joystick
int stepper_steps = 200;

int velS = 700;
int contador=0;
int temp = 1;

int AcelX = 400; // Des/Aceleracion X
int AcelY = 400; // Des/Aceleracion Y

```

Nota. Se puede observar el lenguaje de programación en Arduino Uno.

Crear Instancias de AsyncStepper para cada Motor

Durante el proceso, se llevó a cabo la programación de las instancias con el propósito explícito de instruir al motor sobre la dirección en la que debe girar su eje. Esta orientación puede ser en sentido horario, identificado por las siglas "CW" (Clockwise), o en sentido antihorario, representado por las siglas "CCW" (Counterclockwise). Para lograr este control preciso, se utilizó el comando "void", una función esencial que permite dirigir la acción del motor en función del eje al que se envía la señal correspondiente. Este enfoque garantizó la adecuada rotación del motor, asegurando así el movimiento efectivo en los ejes X y de manera individualizada y coordinada.

Figura 42

Programación de cada motor



```

coreXY

// Funciones para controlar el movimiento en las diferentes direcciones
void adelante() {

  //Serial.println("adelante");
  if(isMoving==0 || dir!=1){
    motorX.RotateContinuous (AsyncStepper::CW);
    motorY.RotateContinuous (AsyncStepper::CCW);
  }
  isMoving = 1;
  dir=1;
}

void atras() {
  //Serial.println("atras");
  if(isMoving==0 || dir!=2){
    motorX.RotateContinuous (AsyncStepper::CCW);
    motorY.RotateContinuous (AsyncStepper::CW);
  }
  isMoving = 1;
  dir=2;
}

void izquierda() {
  //Serial.println("izquierda");
  if(isMoving==0 || dir!=3){

```

Nota. Se presta un fragmento de la programación del movimiento de motores en sentido horario y antihorario.

Programación del Void Setup

En esta etapa específica del proceso de programación, se focaliza en el control meticuloso de las conexiones entre la tarjeta electrónica y los motores, así como en la regulación precisa de las velocidades con las que se ejecutan los movimientos en los ejes X y Y. Para abordar esta tarea con eficacia, se implementó una estrategia integral que involucra la configuración de todas las salidas de la tarjeta electrónica como "OUTPUT", asegurando así que estén preparadas para transmitir las señales necesarias con precisión y fiabilidad hacia los motores correspondientes. Este enfoque estratégico no solo garantiza un encendido adecuado de las señales desde la tarjeta electrónica hacia los motores, sino que también sienta las bases para un control óptimo y una ejecución fluida de los movimientos en los ejes designados. Mediante esta meticulosa configuración, se establece una plataforma y confiable para la interacción efectiva entre la

electrónica y los motores, permitiendo así una ejecución fluida y precisa de las tareas encomendadas.

Figura 43

Void setup

```

coreXY
void setup() {
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); // Configura el pin del botón como entrada con resistencia pull-up

  // Configurar la velocidad de los motores (pasos por segundo)
  motorX.SetSpeed(velS);
  motorY.SetSpeed(velS);

  motorX.SetAcceleration(AcelX, AcelX);
  motorY.SetAcceleration(AcelY, AcelY);

  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(8, OUTPUT);
  digitalWrite(8, LOW);

  Serial.begin(9600); // Inicializa la comunicación serial para la depuración
}

void loop() {

  motorX.Update();
  motorY.Update();
  // Los dos motores del eje X
}

```

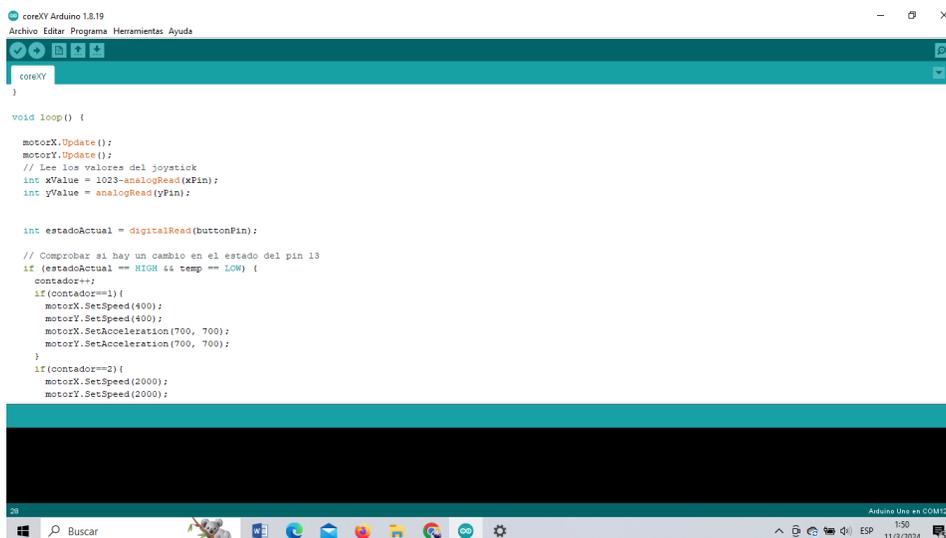
Nota. Programación de las entradas de la tarjeta electrónica.

Programación de Void Loop

La programación detallada se enfoca en establecer el momento preciso en el que los ejes de los motores deben activarse y el sentido en el que deben girar, ya sea en sentido horario o anti horario, con el objetivo de realizar los movimientos requeridos de manera eficiente y controlada. Para lograr este nivel de precisión, se implementó una estructura de programación basada en condicionales "IF", que permite tomar decisiones específicas en función de diversas condiciones predefinidas. Este enfoque permite una gestión minuciosa de los movimientos de los motores, asegurando que se activen en el momento adecuado y en la dirección correcta para cumplir con los requisitos del proceso en cuestión. La utilización de esta metodología proporciona un nivel de control y adaptabilidad que resulta fundamental para garantizar un funcionamiento fluido y preciso de los motores en cualquier contexto de aplicación.

Figura 44

Void loop



```

coreXY Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

coreXY
}

void loop() {
  motorX.Update();
  motorY.Update();
  // Lee los valores del joystick
  int xValue = 1023-analogRead(xPin);
  int yValue = analogRead(yPin);

  int estadoActual = digitalRead(buttonPin);
  // Comprobar si hay un cambio en el estado del pin 13
  if (estadoActual == HIGH && temp == LOW) {
    contador++;
    if (contador==1){
      motorX.SetSpeed(400);
      motorY.SetSpeed(400);
      motorX.SetAcceleration(700, 700);
      motorY.SetAcceleration(700, 700);
    }
    if (contador==2){
      motorX.SetSpeed(2000);
      motorY.SetSpeed(2000);
    }
  }
}

```

Nota. Se visualizan las conexiones del movimiento de los motores.

Programación en el Pin 13

Para garantizar un control preciso y sensible durante la ejecución de los movimientos mediante el joystick, el proceso se estructuró con condiciones específicas. Se consideró cuidadosamente la sensibilidad del joystick, establecida en 1200, como parámetro fundamental. Utilizando el comando "IF", se programó una lógica que asegura que cualquier movimiento de los ejes deseados se ajuste dentro de un rango predefinido, en este caso, entre 400 y 750. Este enfoque no solo permite una ejecución fluida y precisa de los movimientos, sino que también garantiza que la programación pueda repetirse sin inconvenientes, sin necesidad de volver a cargarla. De esta manera, se establece un sistema robusto y adaptable que optimiza el control y la repetitividad de las acciones realizadas a través del joystick.

Figura 45*Programación de movimiento de Joystick*The image shows a code editor window with a teal header bar containing icons for save, undo, redo, and search. The code is written in C++ and is titled 'coreXY'. It defines a function that checks the joystick's x and y values to determine movement directions: diagonal down-left, diagonal down-right, back, right, forward, and left. If none of these conditions are met, it calls 'detenerMotores()' to stop the motors.

```
coreXY
}
if (yValue > 750 && xValue < 400) {
    diagonal_abajo_izquierda();
    return;
}
if (yValue > 700 && xValue > 700) {
    diagonal_abajo_derecha();
    return;
}
if (yValue > 700) {
    atras();
    return;
}
if (xValue > 700) {
    derecha();
    return;
}
if (yValue < 350) {
    adelante();
    return;
}
if (xValue < 350) {
    izquierda();
    return;
}
detenerMotores();
}
```

Nota. Se puede ver la programación del movimiento del joystick.

Propuesta

Ya finalizado la construcción del sistema se comenzó con la etapa de prueba para saber si el sistema está trabajando de manera efectiva, se comprobará el funcionamiento correcto de los motores y cada uno de los elementos que se usaron tanto en la parte mecánica, parte electrónica y programación. Las pruebas previas desempeñaran un papel crucial en el desarrollo de este sistema, ya que permiten identificar posibles fallos, optimizar el rendimiento y garantizar una experiencia de usuario fluida. Como primera observación se notó que en el panel de control donde está situado el joystick no había un indicador que muestre que la máquina se encuentra encendida o apagada, por lo cual se abrió la caja de donde se encuentra situada la parte electrónica y se colocó un led verde, para saber el estado de la máquina solventando así este problema.

Figura 46

Colocación de led



Nota. Se puede visualizar la colocación de un led verde para indicar el estado de la máquina antes de ser utilizada.

Siguiendo con la fase de pruebas la siguiente observación que se tomó en cuenta fue que los cables que iban conectados desde los drivers hacia los motores se encontraban suspendidos en el aire lo que provocaría daños a la máquina, porque si la persona que está manipulando el aparato no se fija podría engancharse y arrancar el cable haciendo así que las señales de los drivers no lleguen a los motores. Debido a que se encontró este detalle lo que se hizo fue extender más los cables que salen de los drivers con cable de timbre y mandarlo por medio de los perfiles de aluminio sujetándolos con amarraderas plásticas color negro para que no se distingan de los perfiles y quede así de manera estética y se vea mejor.

Figura 47

Extensión y Arreglo de cables

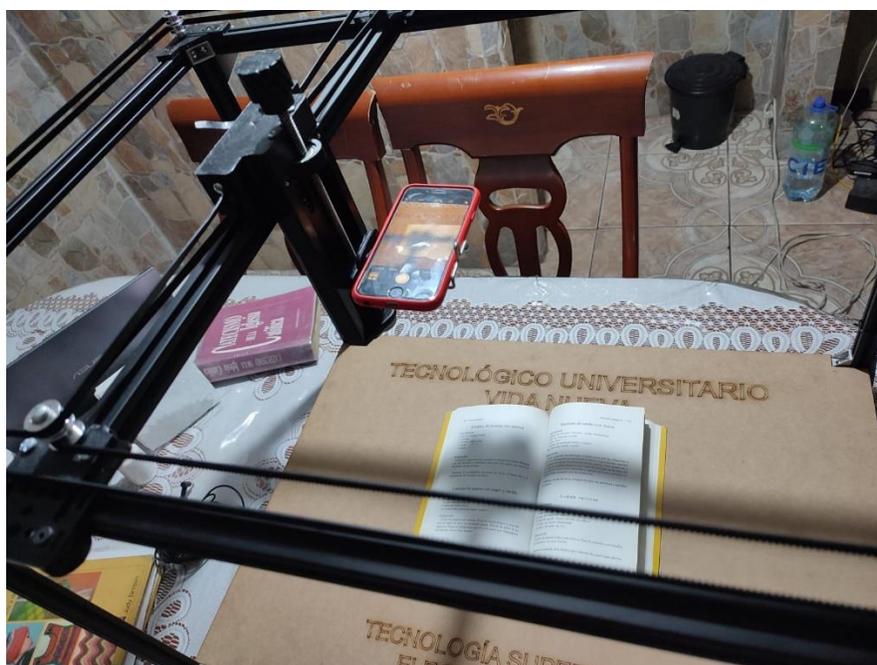


Nota. Se puede visualizar la colocación de los cables por dentro de los perfiles, permitiendo así que no se generen daños al momento de colocar libros o manipular la máquina.

Por último, se llegó a la fase de pruebas en las que se utilizaron los movimientos de los ejes con la ayuda del joystick para situar el Smartphone en lugar deseado para la toma de fotografías utilizando libros de diferentes tamaños, la observación que se tuvo al momento de poner en funcionamiento la máquina fue que el sistema está completamente comprobado y listo para realizar las funciones que se le encomendaron.

Figura 48

Pruebas de funcionamiento



Nota. Se visualiza la colocación de un libro sobre la base para ser fotografiado realizando movimientos en el eje X e Y, situar de manera correcta el dispositivo móvil.

Conclusiones

La investigación detallada sobre los tipos de control en las tarjetas electrónicas destinadas al movimiento de motores paso a paso es esencial para comprender las especificaciones técnicas y las capacidades de estos componentes. Esto permitirá seleccionar la tarjeta más adecuada para el proyecto, asegurando una integración eficiente y un rendimiento óptimo del sistema.

El desarrollo de un sistema de control de motores paso a paso capaz de adaptarse eficientemente a documentos impresos de diferentes dimensiones donde se combine conocimientos en electricidad, mecánica y electrónica. Esta adaptabilidad es crucial para garantizar que el sistema pueda manipular con precisión y fiabilidad una amplia gama de tamaños de documentos.

La ejecución de pruebas de funcionamiento es una fase crítica en el proceso de desarrollo del sistema. Estas pruebas no solo permiten detectar y corregir posibles fallos o deficiencias en el diseño y la implementación del sistema, sino que también validan su capacidad para cumplir con las funciones requeridas por el usuario final.

El éxito del proyecto depende en gran medida de la eficacia del sistema de control de motores paso a paso en la captura de imágenes de documentos impresos. Por lo tanto, es fundamental que las pruebas de funcionamiento se realicen en situaciones que simulen fielmente el entorno y las condiciones de operación previstas para el sistema.

La evaluación de la experiencia del usuario durante las pruebas puede revelar áreas de mejora en la interfaz de usuario, la usabilidad y la eficiencia del sistema, lo que permite realizar ajustes y optimizaciones antes de la implementación final.

Recomendaciones

Se sugiere analizar detenidamente las especificaciones técnicas y capacidades de cada tarjeta para tener una comprensión clara de cómo se alinean con los requisitos específicos del proyecto. Esto incluye considerar factores como la compatibilidad con el software de programación, la capacidad de control de múltiples ejes, y las interfaces de comunicación disponibles.

Es fundamental que el diseño del sistema tenga en cuenta la diversidad de tamaños de documentos con los que podría interactuar, ya que esta adaptabilidad asegurará su capacidad para manipular con precisión y fiabilidad una amplia variedad de documentos, ya que debe tomar en cuenta cualquier aspecto necesario para lograr una funcionalidad óptima en todas las situaciones.

Incorporar un plan de pruebas de funcionamiento como parte integral del proceso de desarrollo del sistema. Estas pruebas tienen el propósito de identificar y corregir cualquier fallo o deficiencia del sistema. Se recomienda diseñar escenarios de prueba que abarquen una amplia variedad de situaciones y condiciones de funcionamiento.

Se sugiere realizar una evaluación detallada de la experiencia del usuario durante todas las etapas de las pruebas del sistema. Esto implica recopilar y analizar los comentarios y observaciones de los usuarios mientras interactúan con el sistema. Al hacerlo, se pueden identificar áreas específicas de mejora en la interfaz de usuario, la usabilidad y la eficiencia del sistema.

Referencias

- AcademiaLab (S/F). *Historia de la mecánica*. <https://academia-lab.com/enciclopedia/historia-de-la-mecanica/>
- Aguayo, P. (2020). *Introducción al microcontrolador*.
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39407044/micro>
- Agudelo et al. (2021). *Historia de la automatización*. Universidad ECCI.
<https://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- Autodesk (2024). Impresión 3D. <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/3d-printing>
- Aquae (2023). *Qué es un Arduino y para qué sirve*. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sabes-arduino-sirve/>
- Bellas, F. G., Unanue, R. M., & Fernández, V. D. F. (2021). *Lenguajes de programación y procesadores*. Editorial Centro de Estudios Ramon Areces SA.
- Castaño, S. (2021). *Motor paso a paso con Arduino*
<https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/motor-paso-a-paso-arduino/>.
- Coluccio, E. (2021). "Electrónica". <https://concepto.de/electronica/>.
- CLR (2024). *Motor paso a paso: cuándo y por qué utilizarlo*. <https://clr.es/blog/es/motor-paso-a-paso-cuando-utilizarlo/>
- Churchville, F. (2020). *Interfaz de usuario*. ComputerWeekly.es.
<https://www.computerweekly.com/es/definicion/Interfaz-de-usuario-UI>
- Electronic Board (2021). *¿Qué es un servomotor? ¿Cómo funciona?*
<https://www.electronicboard.es/que-es-un-servomotor-como-funciona/>

Electrostore (2023). *Tarjeta uno r3 con atmega328 dip compatible con Arduino.*

<https://grupoelectrostore.com/shop/placas-para-programacion/arduino/arduino-uno-r3-con-atmega328p-dip-cable-usb/>

Electrónica Edimar (2020). *Electrónica de potencia: qué es, aplicaciones y componentes.*

<https://edimar.com/electronica-de-potencia-que-es-aplicaciones-y-componentes/>

Electricity (2024). *Corriente continua | Definición, propiedades y medida.*

<https://www.electricity-magnetism.org/es/corriente-continua-definicion-propiedades-y-medida/>

Gal electric (2021). *Todo sobre a regulación de voltaje.*

<https://www.galelectric.com.co/blog/regulacion-de-voltaje/>

García, E. (2021). *Automatización de procesos industriales.* Universidad Politécnica de

Valencia. https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8e93e52-34be-44c8-a377-364b03b76cfd/TOC_6607_01_01.pdf?guest=true

Huerta, G. (2020). *Microcontroladores.*

https://siticed.com.mx/2020/02/12/microcontroladores/#google_vignette

Jiménez, A. (2020). *¿Qué son los circuitos y sistemas electrónicos?*

<https://geekelectronica.com/que-son-los-circuitos-y-sistemas-electronicos/>

Leskow, E. (2022). *Corriente continua - Concepto y diferencia con la alterna.*

<https://concepto.de/corriente-continua/>Ramos, J. Vargas, J. y Gorostieta, H. (2018).

Mecatrónica y robótica. Asociación Mexicana.

<https://drive.google.com/file/d/13kl9gFXFrS4d62EKclJTqLYcVo24hOR-/view>

Lopez, P. (2020). *Que es una fuente de alimentación y para qué sirve.*

<https://www.geeknetic.es/Fuente-De-Alimentacion/que-es-y-para-que-sirve>

Lozada, J. (2022). *Investigación aplicada: propiedad intelectual e industrial*.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Martínez, L. (2020). *Regulación de tensión* <https://core.ac.uk/download/pdf/84108455.pdf>

Mecatrónica LATAM (2021). *Motor paso a paso*.

<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/motor/motores-electricos/motor-de-corriente-continua/motor-paso-a-paso/>

Megatronica (2024). *Fuente de alimentación*. <https://megatronica.cc/producto/fuente-de-alimentacion-5v-5a-25w/>

Navas, M. (2023). *Qué es una fuente de alimentación*. *Profesional Review*.

<https://www.profesionalreview.com/2017/11/19/una-fuente-alimentacion-funciona/>

Naylamp Electronics (2023). *SHIELD CNC V3.0*. <https://naylampmechatronics.com/ardusystem-shields/68-shield-cnc-v3-grbl.html>

Novatronic (2020). *Driver DRV8825 para motor paso a paso*.

<https://novatronicec.com/index.php/product/driver-drv8825-para-motor-paso-a-paso/>

Ovacen (2024). *Interfaz de usuario: Qué es y cómo diseñar una UI*. https://ovacen.com/diseño-interfaz-usuario-ui/#google_vignette

Pérez, F. (2023). *¿Qué son los perfiles de aluminio? Descubre cómo se colocan y qué tipos hay*.

<https://inoxidablesvictoria.com/blog/perfiles-de-aluminio/#:~:text=Los%20perfiles%20de%20aluminio%20son,para%20obtener%20la%20forma%20deseada>

Pérez y Merino (2022). *Automatización - Qué es, definición, surgimiento y ventajas*.

<https://definicion.de/automatizacion/>

Robotics (2023). *Placa de unión a 90°*. <https://roboticsec.com/producto/placa-de-union-90-grados/>

Robotics (2023). *Carro para perfil de aluminio 2020 2040 4080*.

<https://roboticsec.com/producto/carro-para-perfil-de-aluminio-2020-2040-4080/>

Rodríguez, E. (2022). *Electrónica básica*. <https://elemensoft.com/blog/wp-content/uploads/2023/09/electronica-basica.pdf>

Sisa Global (2021). *Microcontroladores. ¿Qué son? y su importancia en la industria*.

<https://es.linkedin.com/pulse/microcontroladores-qu%C3%A9-son-y-su-importancia-en-la-industria->

Steren (2022). *Joystick*. <https://www.steren.com.ec/joystick.html>

TekMicro (2024). *Correa GT2 Banda dentada*. <https://tecmikro.com/motores/500-correa-gt2-banda-dentada-impresora-3d.html>

Universidad de Murcia (2021). *Instrumentos relacionados con la Mecánica*.

<https://www.um.es/muvhe/itinerario/instrumentos-relacionados-con-la-mecanica>

Web Escolar (2022). *Historia de la mecánica y sus leyes*. <https://www.webscolar.com/historia-de-la-mecanica-y-sus-leyes>.

Xukyo (2024). *Controla un motor paso a paso con Arduino*.

<https://www.aranacorp.com/es/controla-un-motor-paso-a-paso-con-arduino/>

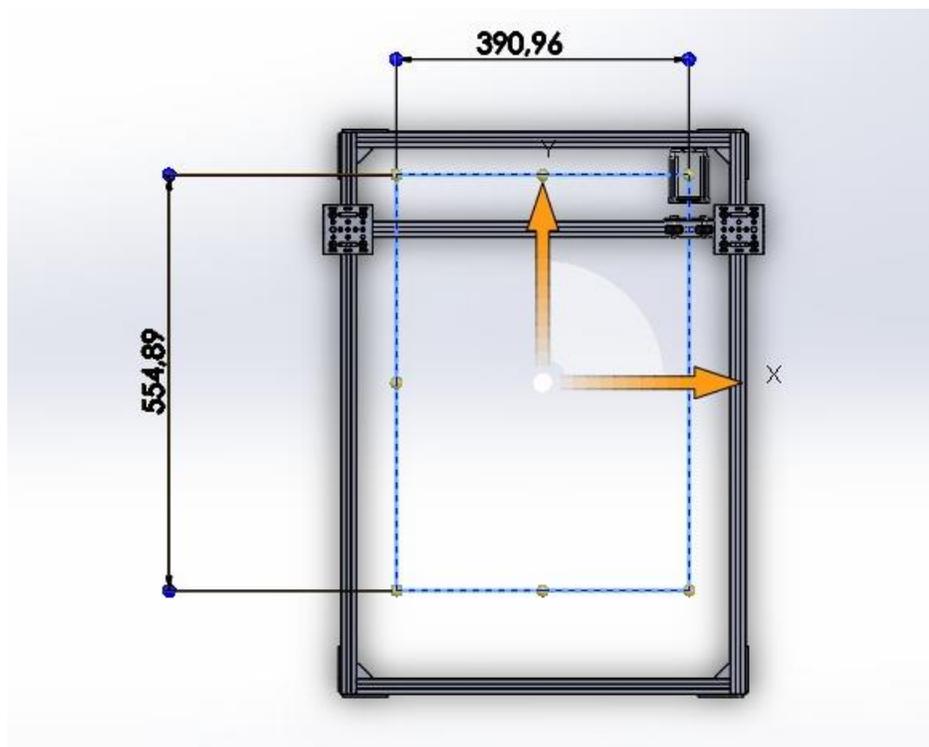
Zikodrive (2018). *Teoría del motor de pasos: ¿Cómo funcionan los motores de pasos y cómo afectan las diferentes especificaciones y factores a su rendimiento?*

<https://zikodrive.com/es/apoyo/zikouniversity-motor-control-teoria-aplicacion/stepper-motores-historia-teoria-principios-operacion/>

Anexos

Anexo 1

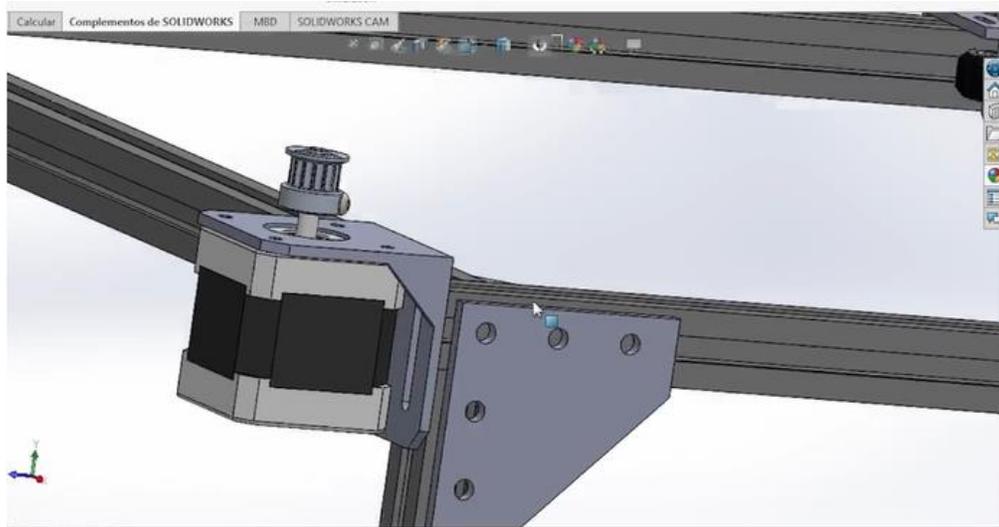
Plano área de trabajo



Nota. Se puede visualizar las medidas exactas que tendrá el área de trabajo, la cual será 55 cm de longitud por 90 cm de anchura.

Anexo2

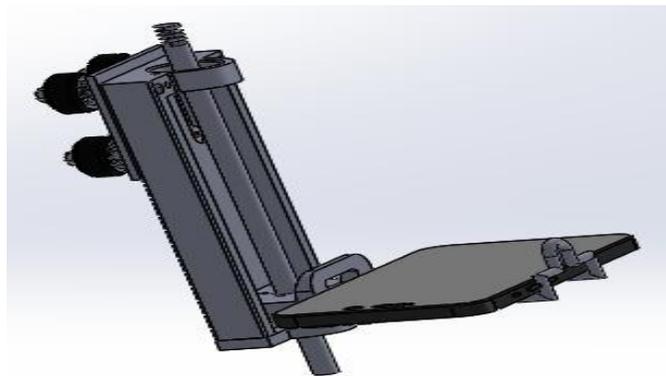
Ubicación de los motores



Nota. En la siguiente imagen se muestra la ubicación donde se colocarán los motores Nema 17 con ayuda de soportes en L.

Anexo 3

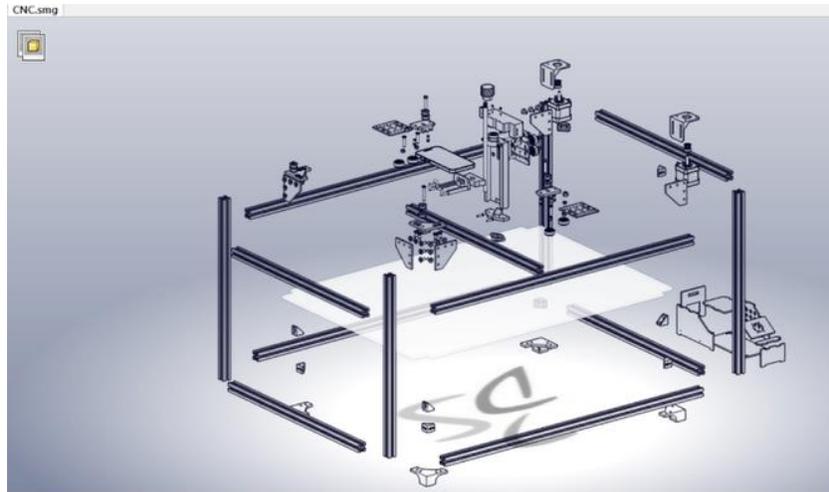
Plano del soporte del celular



Nota. En la siguiente imagen se muestra la creación del soporte donde se colocará el dispositivo móvil.

Anexo 4

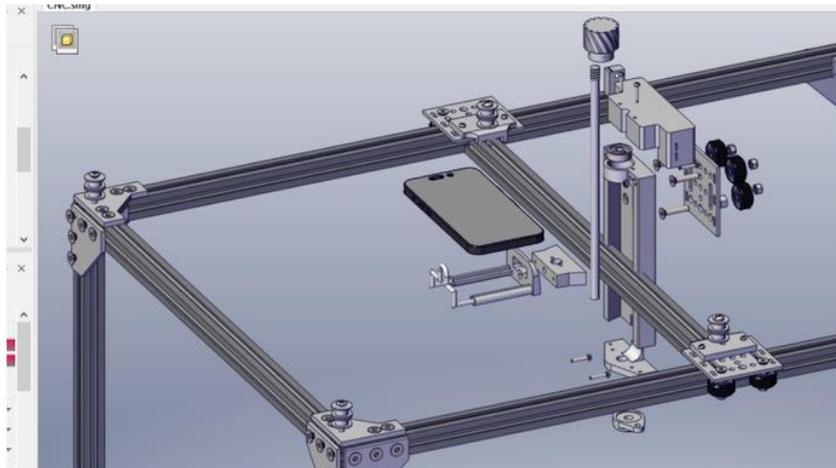
Explosión de la estructura



Nota. Se puede apreciar en esta imagen la explosión de la máquina, donde se observa cada una de las piezas que componen el sistema.

Anexo 5

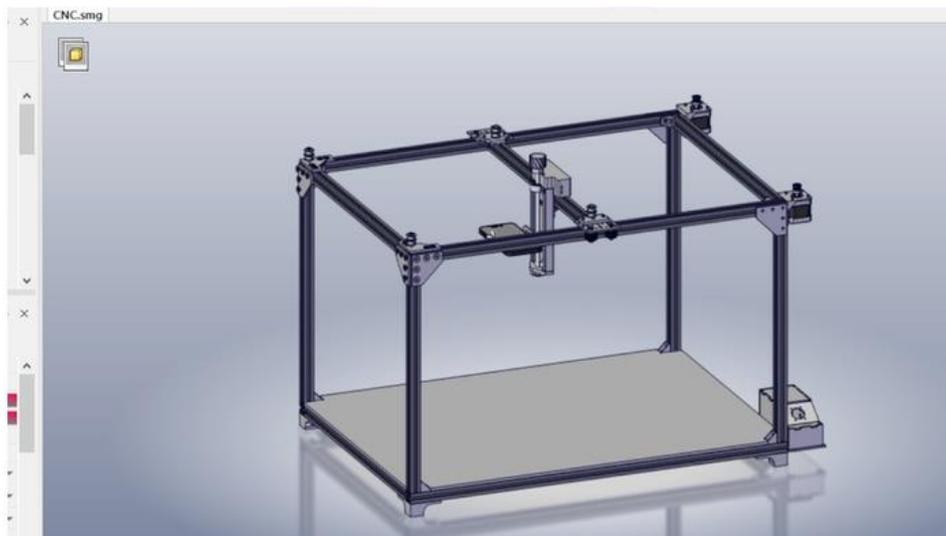
Explosión del soporte



Nota. Se puede apreciar en esta imagen la explosión del soporte donde será colocado el dispositivo móvil.

Anexo 6

Plano de la estructura final



Nota. En la imagen se puede visualizar el plano final de la estructura colocado, el soporte del dispositivo móvil y la caja donde estará la parte electrónica.

Anexo 7

Plano de la base



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar el plano de la base donde irá impresa en láser el nombre de la institución junto con el sello y la carrera, hecho en AutoCAD.