



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"

MAESTRÍA EN
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGISTER

Título del proyecto:
Diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la U.E. Marcelino Maridueña.
Línea de Investigación:
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
Campo amplio de conocimiento:
Ingeniería, industria y construcción
Autor/a:
López Guayta Edwin Marcelo
Tutor/a:
PhD. Urdaneta Herrera Maryory Mg. Albarracín Guarochico Wilmer Fabián

Quito – Ecuador

2024

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, **Maryory Urdaneta Herrera** con C.I: **1759316126** en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.**

Elaborado por: **López Guayta Edwin Marcelo**, de C.I: **0924884778**, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 11 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
**MARYORY URDANETA
HERRERA**

Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, **López Guayta Edwin Marcelo** con C.I: **0924884778**, autor/a del proyecto de titulación denominado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA**. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 11 de marzo de 2024



firmado electrónicamente por:
**EDWIN MARCELO LOPEZ
GUAYTA**

Firma

Tabla de contenidos

INFORMACIÓN GENERAL.....	1
Contextualización del tema	1
Problema de investigación.....	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos.....	3
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:	3
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.1 Contextualización general del estado del arte.....	5
1.2 Proceso investigativo metodológico	7
CAPÍTULO II: PROPUESTA	9
2.1 Fundamentos teóricos aplicados	9
2.1.1 Introducción	10
2.1.2 Descripción del diseño y construcción del prototipo para automatizar procesos de soldado lineal.....	11
2.1.3 Elementos de control para la automatización del prototipo	11
2.1.4 PLC MicroLogix 1200.	11
2.1.5 Motor paso a paso nema 17	13
2.1.6 Drive A4988.....	15
2.1.7 Circuito integrado LM 555 en configuración astable para pulso.	17
2.2 Descripción de la propuesta	18
a. Estructura general	19
b. Explicación del aporte.....	21
c. Estrategias y/o técnicas.....	22
2.3 Validación de la propuesta.....	25
2.4 Matriz de articulación de la propuesta	29
2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.	30
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	40

Índice de tablas

Tabla 1 Características de Tensión, Corriente y Color de Placa del Drive A4988	16
Tabla 2 Descripción del Perfil de los Validadores	25
Tabla 3 Descripción del Perfil del Validador 1	26
Tabla 4 Escala de Evaluación por Ing. Christian Sánchez	26
Tabla 5 Descripción del Perfil del Validador 2	26
Tabla 6 Escala de Evaluación por MSc. Jenny Correa	26
Tabla 7 Descripción del Perfil del Validador 3	27
Tabla 8 Escala de Evaluación por PhD. Maryory Urdaneta	27
Tabla 9 Descripción del Perfil del Validador 4	27
Tabla 10 Escala de Evaluación por MSc. Walter Romero	27
Tabla 11 Matriz de Articulación	29
Tabla 12 Análisis de Inversión Inicial de una Soldadura Manual vs Soldadura Automatizada Lineal	30
Tabla 13 Análisis de Costo de Mano de Obra Mensual de una Soldadura Manual vs Soldadura Automatizada Lineal.....	30
Tabla 14 Análisis Comparativo ente la Soldadura Manual y la Soldadura Automatizada Lineal	31

Índice de figuras

Figura 1 Módulo de E/S 1762 Conectado al Controlador MicroLogix 1200	12
Figura 2 Motor Paso a Paso NEMA 17	13
Figura 3 Esquema de Montaje del Drive A4988.....	15
Figura 4 Vista Frontal y Posterior del Controlador de Motor Paso a Paso A4988	15
Figura 5 Configuración Astable del LM555.....	18
Figura 6 Diagrama de Flujo del Proceso de Soldado Automatizado Lineal.....	20
Figura 7 Diagrama en Bloques del Sistema de Control de la Soldadora Automatizada	21
Figura 8 Esquema de Conexión del LM555, PLC, Drive A4988 y Motor Pasos a Paso	22
Figura 9 Diseño Mecánico del Prototipo para Automatizar Procesos de Soldadura Lineal	24
Figura 10 Mecanismo de Control de Antorcha	32
Figura 11 Pruebas de Funcionamiento de los Motores para Sincronizar el Movimiento Cartesiano	32
Figura 12 PLC MicroLogix 1200.....	33
Figura 13 Sistema de Movimiento para los Ejes Cartesianos	33
Figura 14 Diseño Mecánico y del Sistema de Movimiento del Prototipo	34
Figura 15 Programación del Sistema de Control Cartesiano	34

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

La soldadura es un proceso esencial en la fabricación de estructuras metálicas y componentes industriales, utilizado en innumerables industrias como la automotriz, la aeroespacial, la construcción y la manufactura en general (Groover, 2007). La soldadura manual tradicional ha sido el método predominante durante décadas, pero presenta limitaciones en términos de eficiencia, calidad y seguridad (Hicks, 2009). Los cuales son aspectos críticos que han impulsado la evolución de técnicas y tecnologías en este campo. En cuanto a la eficiencia, la soldadura manual a menudo es un proceso lento y laborioso, lo que limita la velocidad de producción. Además, la calidad de las soldaduras manuales puede variar considerablemente según la habilidad del operador, lo que puede resultar en uniones deficientes o con defectos. En términos de seguridad, la soldadura manual expone a los operadores a varios riesgos, como quemaduras, inhalación de humos tóxicos y lesiones por objetos proyectados; estos riesgos pueden reducirse significativamente con la automatización, que puede realizar las tareas de soldadura en entornos controlados y sin la presencia directa de operadores; considerando estas limitaciones se han buscado soluciones automatizadas para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en la soldadura (Cary y Helzer, 2005).

La automatización de soldadoras ha surgido como una alternativa prometedora para mejorar el proceso de soldadura, especialmente en aplicaciones de soldadura lineal (González, 2018). La automatización puede ofrecer beneficios significativos, como una mayor velocidad de producción, Los sistemas automatizados pueden realizar las tareas de soldadura de forma continua y sin interrupciones, lo que aumenta la velocidad de producción en comparación con la soldadura manual. La automatización puede llevar a una mayor eficiencia en la gestión de los tiempos de ciclo, permitiendo una producción más rápida de las piezas soldadas, una calidad de soldadura más consistente, la automatización garantiza que los parámetros de soldadura se mantengan constantes en cada soldadura, lo que permite tener una calidad más consistente y menos variabilidad en comparación con la soldadura manual. Esto reduce la posibilidad de defectos en las soldaduras y mejora la calidad general del producto final y una reducción en los costos laborales, aunque la inversión inicial en equipos automatizados puede ser alta, a largo plazo, la automatización puede reducir los costos laborales al requerir menos operadores para realizar tareas de soldadura. Además, al minimizar los errores humanos, se reducen los costos asociados con el retrabajo y la reparación de soldaduras defectuosas (Kou, 2003).

La soldadura automatizada puede lograrse mediante el uso de robots soldadores, sistemas de visión artificial, control automático de parámetros de soldadura y otros dispositivos avanzados. Estos sistemas pueden realizar tareas repetitivas con alta precisión y consistencia, lo que resulta en una mejora significativa en la eficiencia y calidad de las soldaduras (Brown, 2008).

La Unidad Educativa Marcelino Maridueña cuenta con una unidad educativa de producción (UEP) en la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas, la cual se encarga de la fabricación de kits de pupitres unipersonales según el modelo del Mineduc, pupitres unipersonales tipo universitario, puertas y la fabricación y mantenimiento de los pupitres de la institución educativa, todos los procesos de soldadura son realizados de forma manual.

Problema de investigación

La unidad educativa de producción (UEP) del área de Mecanizado y Construcciones Metálicas de la U. E. Marcelino Maridueña, presenta problemas en cuanto a los procesos de soldadura debido a que todos estos procesos los realizan de manera manual, lo que reduce la velocidad de producción debido a las paradas continuas del soldador; lo que disminuye la eficiencia en la gestión de los tiempos de ciclo y la cantidad de piezas soldadas. En cuanto a la calidad, es menos uniforme y más variable debido a los defectos en la soldadura causados por errores del soldador, lo que resulta en una disminución de la calidad general del producto final y un aumento de los costos de producción. Además, esta práctica expone al soldador a riesgos de seguridad, como quemaduras, inhalación de humos tóxicos y lesiones causadas por objetos proyectados.

De mantenerse esta situación, si la unidad educativa de producción (UEP) de la Unidad Educativa Marcelino Maridueña no implementa la automatización en sus procesos de soldadura, va a perder competitividad en la industria metal-mecánica, ocasionando ineficiencia, deficiencia e inseguridad laboral, que a su vez conlleva a pérdidas económicas y de potenciales clientes.

Para superar estas limitaciones, se propone el diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldadura lineal, con el propósito alcanzar mejoras en eficiencia, calidad y seguridad laboral.

Formulación del Problema

¿Cómo incide el diseño y la construcción de un prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en los procesos de soldadura lineal de la U. E. Marcelino Maridueña?

Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en los procesos de soldadura lineal de la U. E. Marcelino Maridueña.

Objetivos específicos

Contextualizar los fundamentos teóricos sobre sistemas mecánicos para el prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal.

Diseñar el sistema mecánico del prototipo, incluyendo la estructura y el sistema de movimiento.

Desarrollar el sistema de control del prototipo, que permita la programación y supervisión de las operaciones de soldadura.

Realizar pruebas y ajustes en el prototipo para optimizar su desempeño en términos de velocidad, precisión y calidad de las soldaduras.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

La presente propuesta de investigación se vincula con la sociedad beneficiando a diferentes grupos directamente involucrados entre los cuales tenemos:

Las compañías que empleen técnicas de soldadura lineal experimentarán ventajas significativas al automatizar sus operaciones, lo que les permitirá optimizar la eficiencia, calidad y seguridad en la producción. Este enfoque se reflejará en una mayor productividad, reducción de gastos y un aumento en su competitividad en el mercado.

Los empleados que operan equipos de soldadura automatizados experimentarán mejoras en su entorno laboral, ya que estarán menos expuestos a peligros como temperaturas elevadas, radiación y emisiones nocivas. Asimismo, la automatización puede ayudar a mejorar las condiciones de trabajo al disminuir la carga física y repetitiva asociada con las labores de soldadura.

El campo educativo y de capacitación la Unidad Educativa Marcelino Maridueña puede aprovechar el prototipo como un recurso pedagógico, facilitando a los estudiantes la comprensión de tecnologías avanzadas de automatización y soldadura; lo que va a contribuir en su formación profesional haciéndoles más competentes y proactivos a las necesidades de la industria.

El ámbito de investigación y desarrollo se beneficia con la creación y diseño del prototipo, ya que se generan nuevos conocimientos y experiencias en el desarrollo de tecnologías para la soldadura automatizada. Esto puede estimular la investigación en áreas como la fabricación avanzada y la aplicación de la robótica en procesos de soldadura.

La automatización de los procesos de soldadura lineal puede beneficiar a la comunidad en general al contribuir a la sostenibilidad ambiental. Esto se logra a través de la disminución del consumo de energía y la reducción de los residuos generados por procesos de fabricación menos eficientes.

Por lo que podemos afirmar que, el desarrollo y el diseño de un prototipo que permita automatizar la soldadura lineal impacta positivamente en la sociedad al beneficiar a la industria, a los trabajadores, al ámbito educativo, a la investigación y desarrollo, así como a la comunidad en su conjunto. Esto conlleva a un avance tanto económico como tecnológico en la sociedad.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 Contextualización general del estado del arte

El presente proyecto de investigación está enfocado en el diseño y construcción de un prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal que permita mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad en los procesos de soldadura lineal de la U. E. Marcelino Maridueña, lo que va a permitir ganar competitividad en la industria metal-mecánica.

Para aquello definiremos que la soldadura automatizada es un proceso industrial en el cual se utiliza maquinaria especializada, como robots, o con estructuras mecanizadas con movimientos en 3D, para llevar a cabo la unión de materiales mediante soldadura de manera autónoma o semiautónoma. Este proceso utiliza tecnología avanzada para programar y controlar la maquinaria, lo que permite realizar soldaduras de alta calidad de manera eficiente y precisa. La soldadura automatizada se utiliza en un sin número de aplicaciones industriales, empezando por la fabricación de automóviles y equipos electrónicos hasta la construcción de estructuras metálicas y la fabricación de maquinaria pesada.

VLD Engineering (2020): Define la soldadura automatizada como “la automatización del proceso de soldadura a través de robots”. Esta definición destaca la parte central de la automatización y el uso de robots para realizar la soldadura, lo que sugiere un enfoque más técnico y específico en el proceso.

Metal Mecánica (2022): Menciona que la soldadura automatizada permite “mejorar la eficiencia y la precisión en la soldadura, así como optimizar la planificación de la producción y minimizar errores”. Esta descripción enfatiza los beneficios de la soldadura automatizada, como la mejora en la eficiencia y la calidad, así como la reducción de errores, lo que sugiere un enfoque más práctico y orientado a resultados.

Lincoln Electric (2024): Describe la soldadura automatizada como “la tecnología digital que une equipos de soldadura y robótica para crear celdas fácilmente programables”. Esta definición resalta la integración de tecnologías digitales y la capacidad de programación, lo que sugiere una visión más amplia de la automatización que incluye aspectos de control y programación.

Con relación a otros trabajos de investigación sobre automatización de soldadura se ha encontrado el proyecto realizado por Mera y Obando (2019) con el tema “Diseño y construcción de un mecanismo para automatizar el proceso de soldadura Gas Metal Arc Welding (GMAW)” que plantea como objetivo “Diseñar y construir un mecanismo para automatizar el proceso de soldadura Gas Metal Arc Welding (GMAW)” para lo cual usaron un carro que se desplaza a través

de dos cremayeras que lleve la antorcha de soldado, el desplazamiento del carro lo realizaron a través de un servomotor controlado por programación usando un Arduino Nano. Los autores concluyen que se mejoró notablemente el acabo de la soldadura siendo esta más uniforme y estéticamente presentable.

La investigación realizada por, Bonifaz y Veintimilla (2019) con el tema “Integración y automatización de soldadura por fusión a una impresora 3D”, la cual tiene como objetivo “implementar y automatizar el proceso de soldadura por fusión en una impresora 3D en la Universidad San Francisco de Quito”, este proyecto hace uso de una impresora 3D específicamente el modelo Tronxy P802M para realizar cordones de soldadura.

Montenegro y Yaguachi (2020) desarrollaron un trabajo de investigación con el tema “Diseño, construcción y control de un prototipo de brazo robótico antropomórfico para la soldadura por punto de diferentes figuras, mediante el uso de cinemática inversa y visión artificial” que tuvo como objetivo “diseñar, construir y controlar un prototipo de brazo robótico antropomórfico para la soldadura de punto de diferentes figuras, mediante el uso de cinemática inversa y visión artificial”, en donde los principales componentes del proyecto son, diseño y construcción, cinemática inversa, y visión artificial, el proyecto se centra en el desarrollo de un brazo robótico con tres grados de libertad específicamente diseñado para realizar soldadura por puntos en piezas metálicas.

Sigüenza y César (2022) realizaron su proyecto de investigación con el tema “Diseño de un sistema automático para soldadura orbital para tuberías de diámetros de 360 a 920 mm” que tiene como objetivo “diseñar un sistema automatizado de soldadura orbital para tuberías de diámetros desde 360 mm hasta 920 mm”, donde utilizaron metodología VDI 2221, que incluye las etapas de Idealización, Desarrollo Conceptual y Desarrollo Avanzado. Esta metodología guía el proceso de diseño mecánico, electrónico y de control del sistema.

Dentro del repositorio de la Universidad Tecnológica Israel se encuentran la investigación realizada por Cortijo y Mañay (2019) con el tema “Automatización del sistema electro neumático del proceso de soldadura del molde principal de la línea de ensamblaje de automóviles”, que tiene como objetivo “desarrollar el sistema de automatización electro neumático del proceso de soldadura del molde de la línea de ensamblaje de automóviles”, con lo cual se busca reemplazar el accionamiento manual de las pistolas fijas de electro punto por un sistema automatizado, lo que conlleva a mejorar la eficiencia y la seguridad en el proceso de ensamblaje de carrocerías de automóviles.

El presente proyecto de investigación toma como antecedente de estudio los cambios generados en la matriz productiva del País, que exige el mejoramiento de modelos de fabricación y de servicios, los cuales van acompañados de procesos de actualización y de formación continua de los sujetos implicados en este desarrollo de generación tecnológica, en la cual debe participar activamente la educación técnica.

Los cambios que se pretenden dar en el direccionamiento y mejora a la matriz productiva no debe estar desvinculada con la educación y de manera especial con la formación técnica, y a sabiendas que principalmente se manejan procesos de desarrollo tecnológico de especialización, por lo que el personal administrador de esa tecnología debe tener un alto grado de conocimientos.

La educación técnica es donde se asienta el modelo de innovación para la matriz productiva por lo que debe considerarse como uno de los pilares fundamentales, por lo que se debe fusionar la educación con la tecnología y bajo estos aspectos es que realizaremos el estudio para diseñar y construir de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la U. E. Marcelino Maridueña.

1.2 Proceso investigativo metodológico

Con el propósito de determinar los elementos que propicien el diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal, en la presente investigación utilizaremos los siguientes tipos de investigación:

Según el contexto gnoseológico, la presente investigación es descriptiva debido a que el problema en estudio es tratado de manera minuciosa con el propósito de establecer los elementos que propicien el diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal.

De acuerdo a la comprobación de variables es cuasi-experimental porque utilizaremos un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal, con el propósito de valorar los resultados se produzcan en relación con la soldadura manual.

La investigación será longitudinal de acuerdo a la orientación temporal por realizarse en el periodo lectivo 2023-2024.

Será de tipo bibliográfica por la consulta realizada en textos, revistas, libros, internet, artículos científicos, con el propósito que sirvan de sustento científico para las variables planteadas en el presente proyecto.

Según donde se desarrolla es de campo ya que se la realiza en el mismo lugar donde se presenta el problema: Unidad Educativa Marcelino Maridueña en la Unidad Educativa de Producción de la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

El presente proyecto de investigación se basa en varios fundamentos teóricos aplicados entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

Automatización: La automatización es el proceso de controlar y operar maquinaria y procesos industriales sin intervención humana directa. Se basa en la aplicación de sistemas automáticos, como robots y sistemas de control numérico, para realizar tareas de forma autónoma o semiautónoma (Bhuiyan et al., 2021).

Automatización Industrial: La automatización industrial se refiere a la aplicación de sistemas automáticos para controlar procesos industriales. En el caso del prototipo, se utilizará sistemas automáticos, como plataformas que generen movimientos lineales en tres dimensiones (X, Y, Z), para realizar el proceso de soldado de manera autónoma o semiautónoma (Groover M. P., 2014).

Soldadura automatizada: La soldadura automatizada es un proceso en el cual se utilizan robots y maquinaria especializada para realizar uniones soldadas de manera autónoma o semiautónoma, garantizando alta precisión y repetibilidad en las soldaduras (Wu et al., 2020).

Procesos de soldado lineal: Los procesos de soldado lineal se refieren a técnicas de soldadura en las cuales la unión se realiza a lo largo de una línea recta, como en el caso de soldadura por arco sumergido y soldadura por haz de electrones. Estos procesos se caracterizan por su alta velocidad y precisión (Oliveira et al., 2019).

Eficiencia en la producción: La eficiencia en la producción se refiere a la capacidad de un sistema para producir bienes o servicios utilizando la menor cantidad de recursos posible. En el contexto de la soldadura automatizada, la eficiencia se relaciona con la capacidad de producir soldaduras de alta calidad de forma rápida y con costos reducidos (Gupta et al., 2018).

Calidad en la soldadura: La calidad en la soldadura se refiere a la capacidad de una unión soldada para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad y apariencia estética. En la soldadura automatizada, la calidad se logra mediante la precisión en la aplicación del calor y la presión, así como el control de los parámetros de soldadura (Wang et al., 2017).

Seguridad laboral: La seguridad laboral se refiere a las medidas y prácticas que se implementan para proteger la salud y la integridad física de los trabajadores. En el contexto de

la soldadura automatizada, la seguridad laboral se relaciona con la reducción de la exposición a riesgos como el calor, la radiación y los humos tóxicos (Yang et al., 2021).

Estos son algunos conceptos y bases teóricas que fundamentan el diseño y construcción del prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la U. E. Marcelino Maridueña, con el objetivo de mejorar la eficiencia, calidad y seguridad laboral en los procesos de soldadura de la institución.

2.1.1 Introducción

El presente proyecto de investigación tiene como propuesta el "Diseño y Construcción de un Prototipo para Automatizar Procesos de Soldado Lineal en la U. E. Marcelino Maridueña" se enmarca en la implementación de conocimientos científicos y tecnológicos para innovar en los procesos de soldadura en la unidad de producción de la institución educativa. Esta iniciativa busca integrar la automatización industrial, específicamente en el ámbito de la soldadura automatizada, utilizando tecnologías como plataformas que generen movimientos lineales en tres dimensiones (X, Y, Z), para control automático de parámetros de soldadura.

La soldadura automatizada se plantea como una opción para mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en los procesos de soldadura. Al utilizar maquinaria especializada, como plataformas que generen movimientos lineales en tres dimensiones (X, Y, Z), se puede realizar la unión de materiales de forma autónoma o semiautónoma, garantizando una alta precisión y repetibilidad en las soldaduras. Esto se traduce en una producción más eficiente y consistente, reduciendo los tiempos de ciclo y minimizando los errores humanos.

El principal propósito del presente proyecto de investigación es diseñar y construir un prototipo que posibilite realizar las tareas de soldadura de manera automatizada, mejorando de este modo la calidad de las soldaduras y reduciendo los costos asociados a la mano de obra. Además, la implementación de esta tecnología en la U. E. Marcelino Maridueña no solo mejorará los procesos productivos de la institución, sino que también contribuirá a la formación de los estudiantes en tecnologías avanzadas de fabricación, preparándolos mejor para afrontar los desafíos del mercado laboral actual y futuro.

La propuesta de automatización de procesos de soldadura en la U. E. Marcelino Maridueña representa un paso importante hacia la modernización y mejora de los procesos de fabricación, con impactos positivos tanto en la eficiencia y calidad de los productos como en la formación de los estudiantes en tecnologías de vanguardia.

2.1.2 Descripción del diseño y construcción del prototipo para automatizar procesos de soldado lineal.

La plataforma diseñada para generar movimientos lineales en tres dimensiones (X, Y, Z) consta de una estructura de aluminio que soporta los componentes móviles. Para el movimiento en el eje X, se utilizan guías lineales horizontales por medio de rodamientos montados en la estructura base, con un carro que se desplaza a lo largo de ellas. Este carro es trasladado a través de un motor paso a paso, que impulsa el movimiento.

Para el movimiento en el eje Y, se emplea un sistema similar al del eje X, pero montado perpendicularmente sobre el carro del eje X, lo que permite el desplazamiento lateral. Este sistema también cuenta con un sistema de accionamiento controlado por motor paso a paso.

El movimiento en el eje Z se logra mediante un sistema de guías lineales verticales con rodamientos montados sobre el carro del eje Y. Este sistema permite el movimiento vertical del porta-electrodo o antorcha de soldar. Un motor paso a paso controla este movimiento, proporcionando precisión y estabilidad en las operaciones.

En conjunto, estos sistemas de guías lineales a través de rodamientos y motores paso a paso permiten que la plataforma se mueva de manera precisa y controlada en tres dimensiones, lo que la hace ideal para automatizar el proceso de soldadura lineal.

2.1.3 Elementos de control para la automatización del prototipo

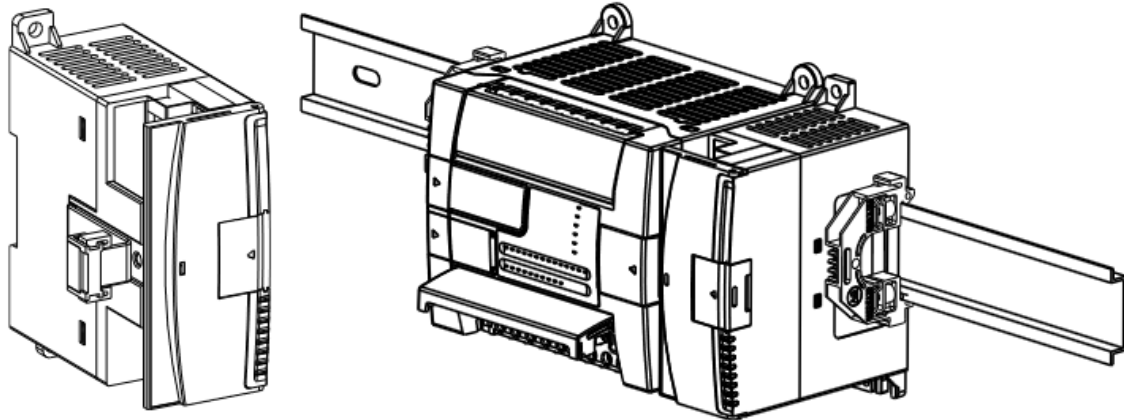
A continuación, detallaremos cada uno de los elementos utilizados para realizar la automatización del prototipo en estudio.

2.1.4 PLC MicroLogix 1200.

Según el manual de usuario del PLC MicroLogix 1200 1762-L24BWA tiene 14 entradas de 24 voltios, de las cuales 4 son rápidas que nos va a permitir manejar señales de alta velocidad y 10 salidas a relé que nos permiten controlar dispositivos como motores, luces o electroválvulas, para el desarrollo del proyecto las vamos a utilizar para el sentido de giro y para la habilitación en las entradas del Drive A4988, también consta de un puerto para expandir sus E/S, se pueden conectar máximo 6 módulos expansores al controlador, de la serie 1762; a continuación en la figura 1 se puede observar el módulo de entrada y salida y el controlado MicroLogix 1200.

Figura 1

Módulo de E/S 1762 Conectado al Controlador MicroLogix 1200



Nota. Adaptado de 1762-UM001H-EN-P MicroLogix 1200 Programmable Controllers User Manual (p.13), por Rockwell Automation, 2015

(https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1762-um001_-en-p.pdf)

Las ventajas que ofrece el PLC MicroLogix 1200 modelo 1762-L24BWA son las siguientes:

Compacto y versátil: El tamaño compacto del MicroLogix 1200 lo hace ideal para aplicaciones donde el espacio es limitado, permitiendo su instalación en lugares con restricciones de tamaño.

Facilidad de programación: Utiliza el software de programación RSLogix 500, que es ampliamente utilizado y ofrece una interfaz intuitiva para la programación de la lógica de control.

Amplias capacidades de E/S: A pesar de su tamaño compacto, el MicroLogix 1200 ofrece un número considerable de entradas y salidas digitales y analógicas, lo que lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones.

Conectividad: El MicroLogix 1200 es compatible con una variedad de opciones de comunicación, incluidas las interfaces serie RS-232 y RS-485, lo que facilita la integración con otros dispositivos y sistemas.

Durabilidad y fiabilidad: Fabricado por Rockwell Automación, el MicroLogix 1200 es conocido por su calidad de construcción y fiabilidad, lo que garantiza un funcionamiento estable en entornos industriales exigentes.

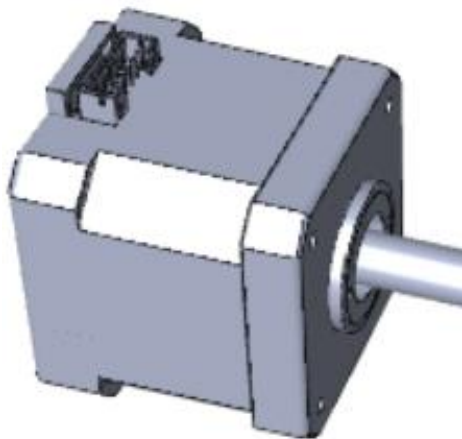
Costo-efectividad: A pesar de sus capacidades avanzadas, el MicroLogix 1200 es relativamente económico en comparación con otros PLC de características similares, lo que lo hace atractivo para aplicaciones donde se requiere un controlador confiable y rentable.

Soporte y servicio: Al ser un producto de Rockwell Automación, el MicroLogix 1200 cuenta con un sólido respaldo de soporte técnico y servicio postventa, lo que garantiza una asistencia adecuada durante toda su vida útil.

2.1.5 Motor paso a paso nema 17

Figura 2

Motor Paso a Paso NEMA 17



Nota. Adaptado de STP-LE17-2D09ANN, por automationdirect, 2024

https://www.automationdirect.com/adc/shopping/catalog/motion_control/stepper_motor_linear_actuators/stepper_motor_linear_actuators/stp-le17-2d09ann

El Motor Paso a Paso Nema 17 es un motor de corriente continua que convierte los pulsos eléctricos en movimientos mecánicos incrementales, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren un control preciso del posicionamiento. Funciona mediante la activación secuencial de sus bobinas internas, lo que provoca que el rotor se mueva en pasos discretos. Este movimiento se logra gracias a la interacción entre los imanes del rotor y los campos magnéticos generados por las bobinas del estator (Llamas, 2016).

Este tipo de motor se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones que requieren precisión y control de posicionamiento, como impresoras 3D, máquinas CNC (Control Numérico Computarizado), sistemas de automatización industrial, cámaras de seguridad PTZ (Pan-Tilt-Zoom), sistemas de enfoque automático en cámaras fotográficas, entre otros. Su capacidad para realizar microstepping, que divide cada paso en pasos más pequeños, permite un control más fino del movimiento y una mayor precisión en la posición final (TME, 2020).

El Motor Paso a Paso Nema 17 también se utiliza en aplicaciones de robótica, donde se requiere un control preciso de los movimientos de los brazos o las piernas de un robot. Su diseño compacto y su capacidad para generar un alto torque en relación con su tamaño lo hacen adecuado para aplicaciones donde el espacio es limitado, pero se necesita una fuerza de salida significativa.

El Motor Paso a Paso Nema 17 lo usaremos para la automatización del prototipo de la soldadora lineal debido a sus características y capacidades, ya que el motor nos ofrece un control preciso del movimiento, permitiéndonos soldar de manera consistente y uniforme a lo largo de una línea. El diseño bipolar y su capacidad para microstepping permite un control fino del posicionamiento, lo que resulta en soldaduras precisas y de alta calidad.

Por otro lado, la alta resolución de movimiento del Nema 17 es útil ya que se requiere una precisión milimétrica en el posicionamiento del electrodo o antorcha de soldadura, para garantizar que la soldadura se realice exactamente donde se necesita, evitando desalineaciones o defectos en las soldaduras. Además, su torque adecuado permitirá manejar el movimiento lineal de manera efectiva, incluso en aplicaciones que requieren soldaduras en materiales más gruesos o difíciles.

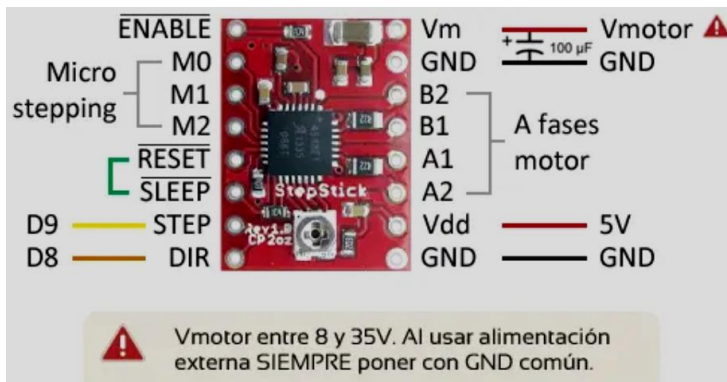
La integración del Motor Paso a Paso Nema 17 en la soldadora lineal se realizará de manera relativamente sencilla gracias a su diseño compacto y ligero. Lo que facilitará su montaje en la estructura de la soldadora y su conexión con el sistema de control.

2.1.6 Drive A4988

De acuerdo al Datasheet el drive A4988 posee 16 pines para conexión por el usuario los cuales se detallan a continuación:

Figura 3

Esquema de Montaje del Drive A4988

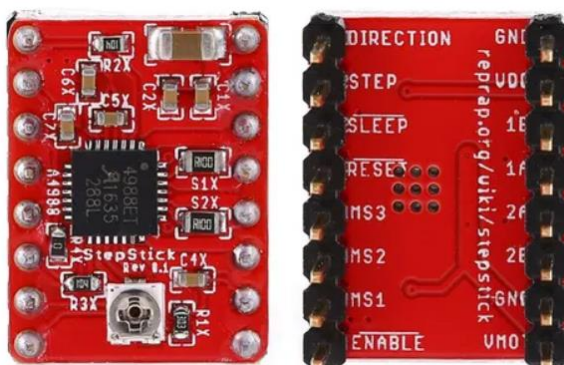


Nota. Reproducida de Motores paso a paso con Arduino y driver A4988 o DRV8825, por Luis Llamas, 2016 (<https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>)

Según el esquema de conexión de los pines del A4988 para el control de los motores se utilizará los pines 1 y 8 ENABLE y DIR respectivamente, que irán conectadas a nuestro PLC Micrologix 1200, con el propósito de habilitar e inhabilitar el funcionamiento del motor, así como el sentido de giro del NEMA 17.

Figura 4

Vista Frontal y Posterior del Drive de Motor Paso a Paso A4988



Nota. Reproducida de racbots.com, por racbots, 2024 (<https://racbots.com/producto/controlador-de-motor-paso-a-paso-a4988/>)

El Driver A4988 es un controlador de motor a pasos ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones, desde impresoras 3D hasta máquinas CNC. Con una capacidad de hasta 2.0 amperios de corriente, es adecuado para motores de tamaño Nema 17 (Bigtronica, 2015). Lo que lo convierte en la mejor opción para nuestro proyecto que requiere un control preciso del motor.

Tabla 1

Características de Tensión, Corriente y Color de Placa del Drive A4988

Modelo	A4988
Color	Verde o Rojo
Intensidad máxima	2A
Tensión máxima	35V
Microsteps	16
Rs típico	0.05, 0.1 o 0.2
Fórmulas	$I_{max} = V_{ref} / (8 * R_s)$ $V_{ref} = I_{max} * 8 * R_s$

Nota. Fuente: allegromicrosystems, características del Drive A4988 de Motores paso a paso, allegromicro.com, 2024 (<https://www.allegromicro.com/en/products/motor-drivers/brush-dc-motor-drivers/a4988>)

Una de las características más destacadas del A4988 es su capacidad de microstepping, que permite dividir cada paso completo del motor en pasos más pequeños. Esto proporciona un control más preciso del posicionamiento y reduce la vibración y el ruido del motor, lo que es especialmente útil en aplicaciones donde se requiere un movimiento suave y silencioso.

Además, el A4988 cuenta con protección contra sobrecorriente y protección térmica, lo que garantiza un funcionamiento seguro y confiable del motor y del controlador. Estas características de seguridad son fundamentales, especialmente en aplicaciones donde se requiere un funcionamiento continuo y seguro (Naylamp, 2023).

En términos de compatibilidad, el A4988 es compatible con una variedad de placas de control, como Arduino, lo que lo hace fácil de integrar en proyectos. Su facilidad de uso y su capacidad para proporcionar un control preciso del motor lo convierten en una opción popular entre los diseñadores y fabricantes de proyectos de automatización y robótica.

Por lo que podríamos concluir que, el Driver A4988 es un controlador de motor a pasos versátil, seguro y fácil de usar, que ofrece un control preciso y confiable del motor en una variedad de aplicaciones industriales y de bricolaje (Llamas, 2016). Por estas razones es que lo usamos como módulo de control para el motor NEMA 17 en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

2.1.7 Circuito integrado LM 555 en configuración astable para pulso.

El circuito integrado LM555 es ampliamente utilizado en configuración astable para generar señales de temporización y oscilación en una variedad de aplicaciones electrónicas. En esta configuración, el LM555 funciona como un multivibrador astable, lo que significa que produce una forma de onda cuadrada continua sin una señal de entrada externa.

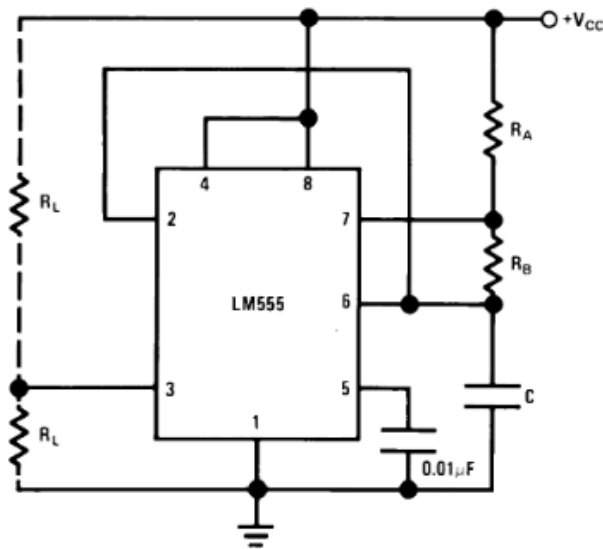
En el circuito astable, el LM555 utiliza dos resistencias y un condensador para controlar la frecuencia y el ciclo de trabajo de la señal de salida. Cuando se aplica una tensión de alimentación al circuito, el condensador se carga y se descarga a través de las resistencias internas del LM555, creando así un ciclo de trabajo y una frecuencia determinados por los valores de las resistencias y el condensador.

Una de las principales ventajas de utilizar el LM555 en configuración astable es su simplicidad y versatilidad. Con componentes externos simples, se puede ajustar fácilmente la frecuencia y el ciclo de trabajo de la señal de salida para adaptarse a diversas aplicaciones, como generadores de pulsos, temporizadores, alarmas y osciladores.

El LM555 es conocido por su precisión y estabilidad en la generación de señales, lo que lo hace ideal para aplicaciones donde se requiere una temporización precisa. Su amplio rango de voltaje de alimentación y su capacidad para manejar corrientes de salida moderadas también lo hacen adecuado para una variedad de aplicaciones en electrónica.

Figura 5

Configuración Astable del LM555



Nota. Adaptada de LM555 Timer (p. 10), por Texas Instruments, 2007

(<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm555.pdf>)

2.2 Descripción de la propuesta

El propósito de realizar el diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la Unidad Educativa Marcelino Maridueña es multi-técnico y abarca diversos objetivos clave. Algunos de los principales propósitos de este proyecto son:

- ✓ **Mejora de la eficiencia y productividad:** Automatizar los procesos de soldado lineal permite aumentar la velocidad y precisión de las operaciones, reduciendo los tiempos de producción y mejorando la eficiencia general de la línea de fabricación.
- ✓ **Optimización de recursos:** Al automatizar los procesos de soldado, se pueden utilizar de manera más eficiente los recursos disponibles, como el material de soldadura y la energía utilizada en el proceso.
- ✓ **Reducción de costos:** La automatización puede ayudar a reducir los costos de mano de obra y mejorar la utilización de los recursos, lo que puede traducirse en un ahorro significativo para la institución educativa.
- ✓ **Mejora de la calidad:** La automatización puede mejorar la calidad de las soldaduras al eliminar errores humanos y garantizar una mayor uniformidad en el proceso, lo que resulta en productos finales de mayor calidad y durabilidad.

- ✓ **Seguridad laboral:** Al automatizar los procesos peligrosos o repetitivos, se reducen los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, mejorando las condiciones laborales en general.
- ✓ **Incorporación de tecnología avanzada:** El proyecto permite incorporar tecnología moderna y avanzada en los procesos de fabricación, lo que no solo mejora la eficiencia, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos del futuro.
- ✓ **Educación y formación:** El proyecto ofrece una oportunidad única para que los estudiantes de la unidad educativa aprendan sobre automatización y control de procesos en un entorno práctico y realista, lo que les proporciona habilidades y conocimientos valiosos para su futuro profesional.
- ✓ **Investigación y desarrollo:** El diseño y construcción del prototipo pueden servir como base para futuras investigaciones en el campo de la automatización y la ingeniería de control, contribuyendo al avance de la ciencia y la tecnología en el país.

a. Estructura general

En el diagrama de la figura a continuación se describe el funcionamiento secuencias del proceso automatizado de la soldadora lineal, en la cual se carga el material (las piezas a soldar), se alinean las piezas de forma correcta, se activa la soldadora y se ubica en el primer punto programado para después irse moviendo por los puntos trazados para soldar, se realiza una inspección de calidad, en caso de ser necesario se realiza la reparación automática de soldadura, se descargan las piezas soldadas y finaliza el proceso.

Figura 6

Diagrama de Flujo del Proceso de Soldado Automatizado Lineal

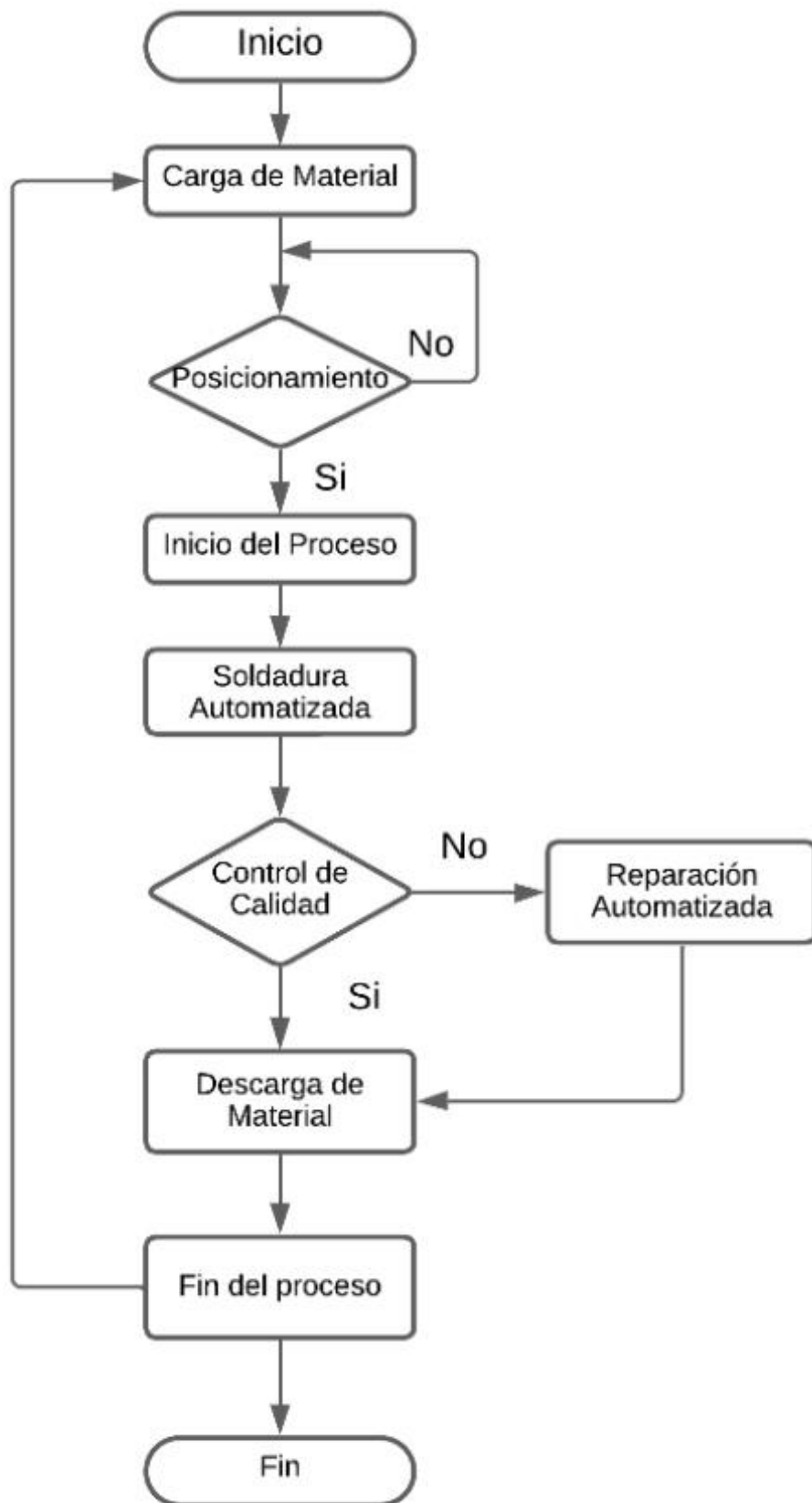
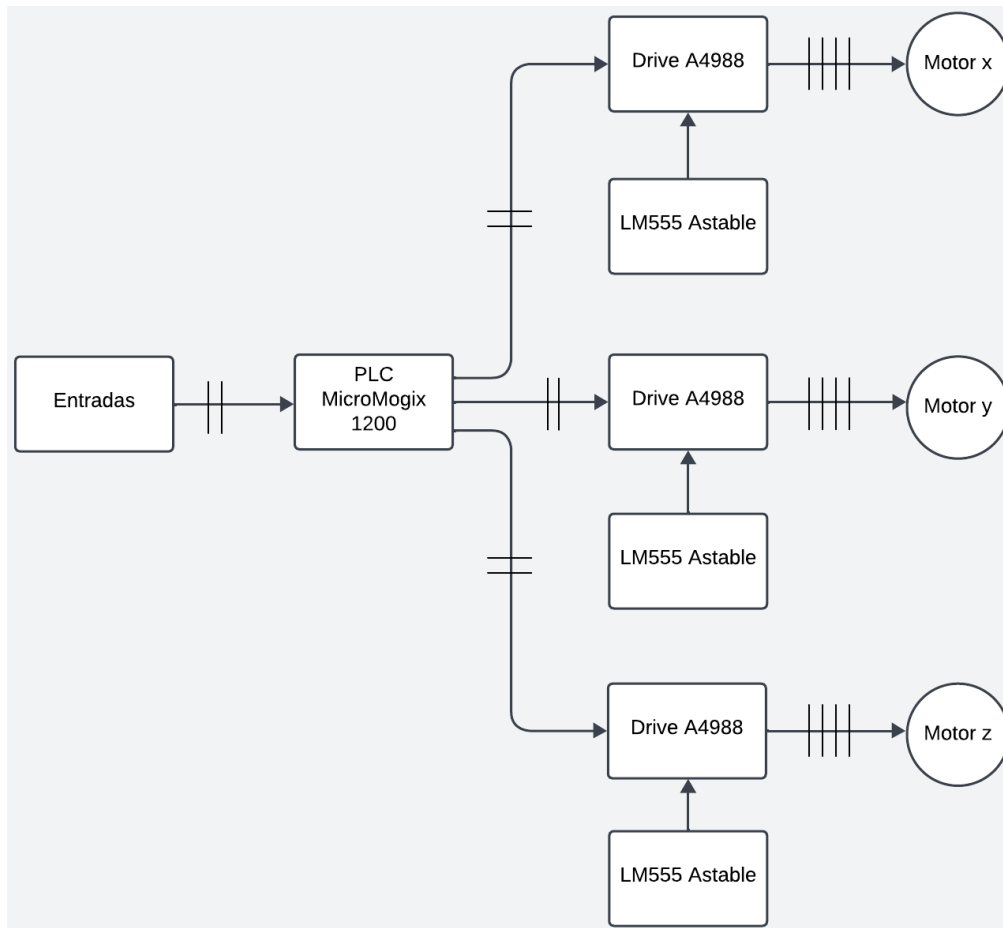


Figura 7

Diagrama en Bloques del Sistema de Control de la Soldadora Automatizada



b. Explicación del aporte

El diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la Unidad Educativa Marcelino Maridueña representa un importante aporte tanto a nivel educativo como tecnológico. Este proyecto involucra la implementación de tecnología avanzada, como el PLC MicroLogix 1200, que permite controlar y monitorear de forma precisa y eficiente el proceso de soldado.

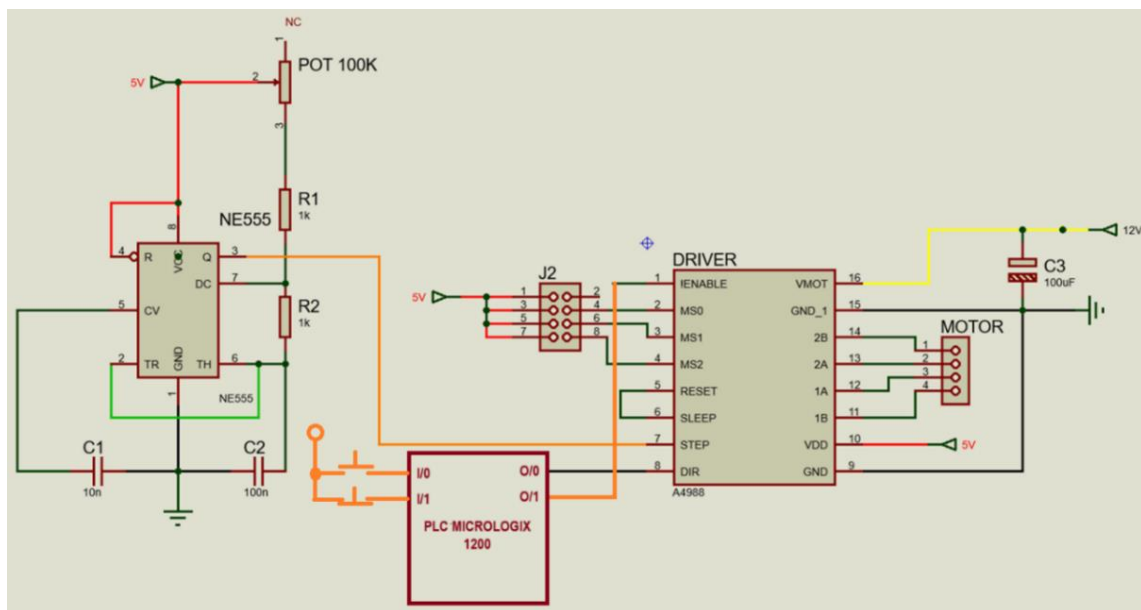
Por otra parte, la utilización de tres motores paso a paso Nema 17 en el prototipo proporciona un control cartesiano del movimiento en el proceso de soldado, lo que garantiza una mayor precisión y repetibilidad en la producción. Estos motores son ideales para aplicaciones que requieren posicionamiento preciso y control de velocidad, como en el caso del proceso de soldado lineal.

La incorporación de tres circuitos integrados LM555 en configuración astable en el diseño del prototipo contribuye significativamente a la generación de señales de pulsos necesarios para el control la velocidad de los motores paso a paso. Estos circuitos garantizan una sincronización adecuada de los movimientos, lo que mejora la calidad y la eficiencia del proceso de soldado.

Por otro lado, la inclusión de tres drivers A4988 en el prototipo facilita el control de corriente y la dirección de los motores paso a paso. Esto permite ajustar los parámetros de operación de los motores según las necesidades específicas del proceso de soldado, lo que resulta en una mayor flexibilidad y adaptabilidad del sistema.

Figura 8

Esquema de Conexión del LM555, PLC, Drive A4988 y Motor Pasos a Paso



Por consiguiente, el diseño y construcción de este prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la Unidad Educativa Marcelino Maridueña representa un avance significativo en la integración de tecnologías avanzadas en el ámbito educativo, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de aprender y aplicar conceptos de automatización y control en un contexto real y relevante.

c. Estrategias y/o técnicas

Para contextualizar los fundamentos teóricos sobre sistemas mecánicos para el prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal, se emplean diversas estrategias y técnicas. En primer lugar, hemos realizado una revisión exhaustiva de la literatura especializada en soldadura

automatizada y sistemas mecánicos. La cual incluyó la consulta de libros, artículos científicos y documentos técnicos relevantes en el campo de la ingeniería mecánica y la soldadura.

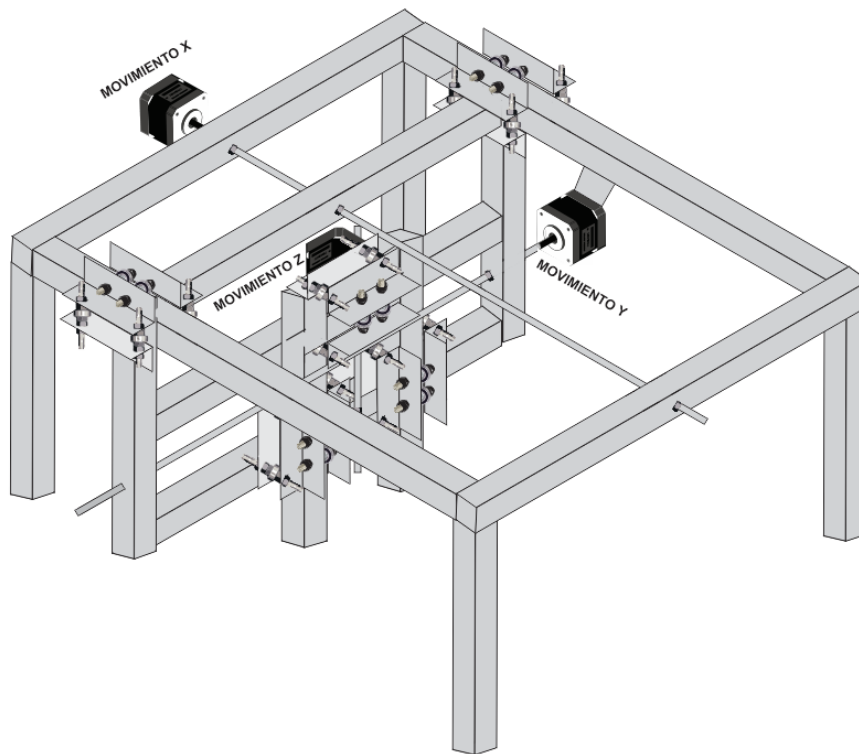
También, se buscó la orientación y asesoramiento de expertos en el área para obtener información detallada y actualizada sobre los avances tecnológicos y las mejores prácticas en el diseño de sistemas mecánicos para soldadura automatizada.

Por consiguiente, la contextualización de los fundamentos teóricos sobre sistemas mecánicos para el prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal se logra gracias a la combinación de investigación bibliográfica y consulta a expertos. Estas estrategias y técnicas nos han permitido obtener una comprensión profunda y actualizada de los principios y prácticas en el diseño de sistemas mecánicos para soldadura automatizada.

Para diseñar el sistema mecánico del prototipo automatizado en procesos de soldadura lineal, se emplean diversas estrategias y técnicas. En primer lugar, se realiza un análisis detallado de los requisitos del sistema, como el conjunto de desplazamiento de trayectoria requeridos para el proceso de soldadura. Esto ayuda a establecer los objetivos de diseño y los parámetros clave que deben cumplirse.

Figura 9

Diseño Mecánico del Prototipo para Automatizar Procesos de Soldadura Lineal



Para el control de procesos en el prototipo de automatización de soldado lineal en la Unidad Educativa Marcelino Maridueña, se emplearon varios componentes clave.

En primer lugar, se utilizó un PLC MicroLogix 1200 como el cerebro del sistema de control. Este PLC es conocido por su confiabilidad y capacidad de programación, lo que lo hace ideal para controlar y supervisar las operaciones de soldadura de manera precisa y eficiente; la programación de dicho dispositivo lo realizaremos a través del software RSLogix 500 el cual nos ofrece un entorno de desarrollo integrado que nos permite crear, editar, cargar y depurar programas de control para aplicaciones industriales. Además, RSLogix 500 nos brinda herramientas avanzadas de simulación y diagnóstico que nos permiten probar y verificar el funcionamiento del programa antes de implementarlo en el PLC. Esto nos ayuda a reducir el tiempo de inactividad y los errores durante la puesta en marcha del sistema.

Para controlar la velocidad del motor, se implementó un circuito con el LM555 en configuración astable. Esta configuración permitió generar señales de pulso para controlar la velocidad del motor de forma precisa, asegurando un movimiento suave y consistente durante las operaciones de soldadura.

También, se utilizó el driver A4988 para controlar los motores paso a paso. Este driver proporcionó la corriente necesaria para los motores, permitiendo un control preciso de su posición y velocidad durante el proceso de soldadura.

En conjunto, estos componentes permitieron desarrollar un sistema de control efectivo para automatizar los procesos de soldadura lineal en la Unidad Educativa Marcelino Maridueña. El uso del PLC MicroLogix 1200, el circuito LM555 y el driver A4988 garantizó un control preciso y confiable de las operaciones de soldadura, mejorando la eficiencia y la calidad del proceso.

2.3 Validación de la propuesta

Para la selección de los especialistas que validarán la propuesta de investigación, se ha considerado su perfil profesional, el cual debe cumplir con requisitos como formación académica pertinente al tema de investigación, así como experiencia laboral y/o académica. Asimismo, se ha considerado el cargo que tienen dentro de la U.E Marcelino Maridueña y cómo los resultados del proyecto impactarán en la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas. También nos hemos permitido extender la participación de validadores externos a la institución educativa

En la tabla a continuación se presenta la información de cada uno de los evaluadores seleccionados.

Tabla 2

Descripción del Perfil de los Validadores

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Sánchez Cuenca Christian Moisés	8	Ingeniero Industrial	Vicerrector de la U.E Marcelino Maridueña.
Correa Chávez Jenny Lisseth	8	Ingeniero Civil	Directora de Área de la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas de la U.E Marcelino Maridueña.
Maryory Urdaneta Herrera	20	PhD en Ingeniería Eléctrica	Docente titular UISRAEL
Romero Serrano Walter Luis	24	Ingeniero Industrial	Consultor de proyectos

Tabla 3*Descripción del Perfil del Validador 1*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Sánchez Cuenca Christian Moisés	8	Ingeniero Industrial	Vicerrector de la U.E Marcelino Maridueña.

Tabla 4*Escala de Evaluación por Ing. Christian Sánchez*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Tabla 5*Descripción del Perfil del Validador 2*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Correa Chávez Jenny Lisseth	8	Ingeniero Civil	Directora de Área de la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas de la U.E Marcelino Maridueña.

Tabla 6*Escala de Evaluación por MSc. Jenny Correa*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Tabla 7*Descripción del Perfil del Validador 3*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Maryory Urdaneta Herrera	20	PhD en Ingeniería Eléctrica	Docente titular UISRAEL

Tabla 8*Escala de Evaluación por PhD. Maryory Urdaneta*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Tabla 9*Descripción del Perfil del Validador 4*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Romero Serrano Walter Luis	24	Ingeniero Industrial	Consultor de proyectos

Tabla 10*Escala de Evaluación por MSc. Walter Romero*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

El análisis de los resultados de la validación muestra que todos los validadores están completamente de acuerdo con el impacto, aplicabilidad, conceptualización, actualidad, calidad técnica, factibilidad y pertinencia del diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldado lineal en la U. E. Marcelino Maridueña. Este alto nivel de consenso refleja una sólida aceptación y respaldo hacia la propuesta de investigación, indicando que el proyecto aborda de manera efectiva las necesidades y requisitos identificados. La unanimidad en la evaluación también sugiere que el diseño y la construcción del prototipo se alinean adecuadamente con las expectativas y estándares profesionales dentro del ámbito de Mecanizado y Construcciones Metálicas en la Institución Educativa.

La completa conformidad de los validadores con el impacto del proyecto indica que reconocen su importancia y beneficios potenciales tanto para la unidad educativa como para el desarrollo de habilidades en el campo de la soldadura lineal. Además, el acuerdo generalizado sobre la aplicabilidad y factibilidad del prototipo sugiere que se considera viable y práctico en el contexto de la institución, lo que respalda su potencial implementación y utilidad en la enseñanza y aprendizaje de procesos de soldadura.

La evaluación positiva de la conceptualización y actualidad del proyecto indica que los validadores consideran que aborda de manera efectiva las tendencias y desafíos actuales en la industria de la soldadura, así como las necesidades específicas de la U.E Marcelino Maridueña. Además, la reconocida calidad técnica del diseño y la construcción del prototipo respalda su capacidad para cumplir con los estándares y requisitos técnicos necesarios para su correcto funcionamiento y eficacia en el proceso de soldadura lineal.

El análisis de los resultados de la validación revela un fuerte respaldo y confianza en el DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADURA LINEAL EN LA U.E MARCELINO MARIDUEÑA por parte de los validadores, lo que proporciona una base sólida para su implementación.

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la presente matriz sintetiza la articulación del DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADURA LINEAL EN LA U.E MARCELINO MARIDUEÑA con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 11

Matriz de Articulación

Ejes o partes principales del proyecto		Breve descripción de los resultados de cada parte	Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto	Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon
1	Diseño mecánico del prototipo.	Se diseñó una estructura con tubo cuadrado de aluminio de 1 _{1/4} ” robusta y precisa para soportar el sistema de soldadura lineal automatizado	Se aplicaron principios de resistencia de materiales y diseño estructural para garantizar la estabilidad y durabilidad del prototipo	Se utilizaron software de diseño asistido por computadora (CAD) para modelar y simular la estructura antes de la construcción
2	Sistema de control y programación.	Se desarrolló un sistema de control basado en un PLC MicroLogix 1200 para supervisar y controlar las operaciones de soldadura	Se fundamentó en teorías de control automático y programación de PLC para garantizar un funcionamiento preciso y seguro.	Se emplearon herramientas de programación específicas para PLC, como RSLogix 500, para programar el controlador.
3	Sistema de movimiento y posicionamiento.	Se implementó un sistema de movimiento basado en motores paso a paso Nema 17 para controlar la posición y velocidad de desplazamiento del cabezal de soldadura	Se basó en la teoría de control de motores paso a paso y cinemática para lograr un movimiento preciso y coordinado.	Se utilizaron drivers A4988 para controlar los motores paso a paso y garantizar un desplazamiento suave y preciso.

2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

El diseño y construcción de un prototipo para automatizar procesos de soldadura lineal en la U.E. Marcelino Maridueña tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia, la precisión y la calidad de los procesos de soldadura en la institución. Al automatizar estos procesos, se busca reducir los tiempos de producción, minimizar los errores del soldador y optimizar el uso de recursos, como materiales y energía. Además, el prototipo busca ser una herramienta didáctica para los estudiantes, permitiéndoles aprender sobre automatización industrial y soldadura de una manera práctica y aplicada. El proyecto también tiene como objetivo modernizar los procesos de soldadura de la institución, incorporando tecnología avanzada y sostenible que contribuya al desarrollo y crecimiento de la U.E. Marcelino Maridueña en el ámbito de la soldadura y la fabricación metalúrgica.

En términos de procesos, productividad, calidad, seguridad, costos mantenimiento calibración y flexibilidad, hemos realizado una tabla comparativa entre la soldadura manual y la soldadura automatizada lineal la cual se detalla a continuación.

Tabla 12

Análisis de Inversión Inicial de una Soldadura Manual vs Soldadura Automatizada Lineal

Soldadura Manual		Soldadura Automatizada Lineal (prototipo)	
Inversión inicial		Inversión inicial	
Máquina de soldar	300,00	Máquina de soldar	300,00
		Sistema mecánico	250,00
		Sistema automatizado	950,00
Total	300,00	Total	1500,00
Inversión inicial soldadura manual < inversión inicial soldadura automatizada lineal			

Tabla 13

Análisis de Costo de Mano de Obra Mensual de una Soldadura Manual vs Soldadura Automatizada Lineal

Soldadura Manual		Soldadura Automatizada Lineal (prototipo)	
Costo de mano de obra (1 meses)		Costo de mano de obra (1 meses)	
Inversión mano de obra 6 meses	2200,00	Inversión mano de obra	600,00
Total	2200,00	Total	600,00
Costo de mano de obra soldadura manual > Costo de mano de obra soldadura automatizada lineal			

Tabla 14*Análisis Comparativo ente la Soldadura Manual y la Soldadura Automatizada Lineal*

Aspecto	Soldadura Manual	Soldadura Automatizada Lineal
Proceso de Soldadura	Operador guía manualmente el electrodo o antorcha de soldadura.	Sistema automatizado controla la antorcha a lo largo de una línea recta. (ver figura 10)
Productividad	Menos productiva debido a la velocidad y habilidad del operador.	Más productiva debido a la continuidad y velocidad del proceso.
Calidad de la Soldadura	Variaciones en calidad debido a habilidad del operador.	Mayor uniformidad y precisión debido al control automatizado.
Seguridad	Mayor riesgo de exposición al calor y humos de soldadura.	Menor riesgo de exposición al operador debido a la automatización.
Costos	Menor inversión inicial, pero costos de mano de obra pueden ser altos. (ver Tabla 12-13)	Mayor inversión inicial en equipos y tecnología, pero menores costos de mano de obra. (ver Tabla 12-13)
Flexibilidad	Mayor flexibilidad en el proceso de soldadura.	Menos flexibilidad, más adecuada para aplicaciones repetitivas.

Figura 10

Mecanismo de Control de Antorcha

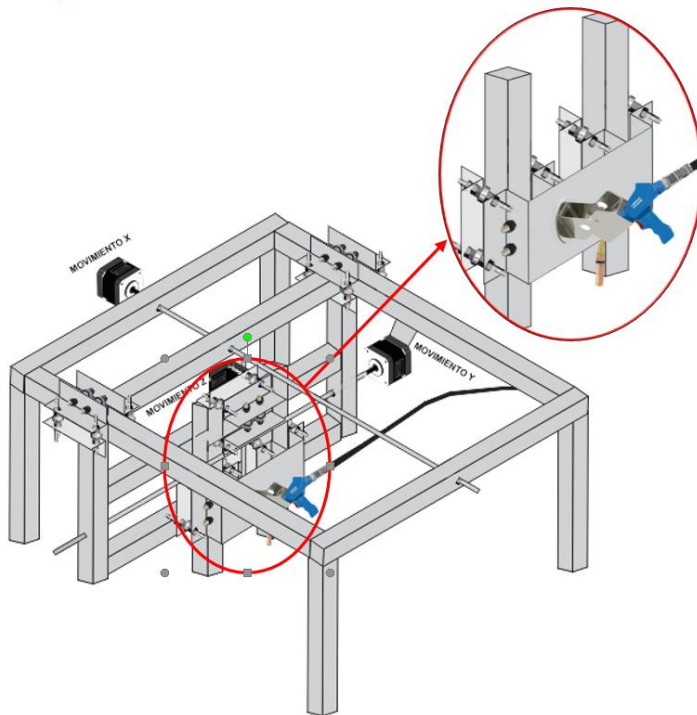


Figura 11

Pruebas de Funcionamiento de los Motores para Sincronizar el Movimiento Cartesiano



Figura 12

PLC MicroLogix 1200

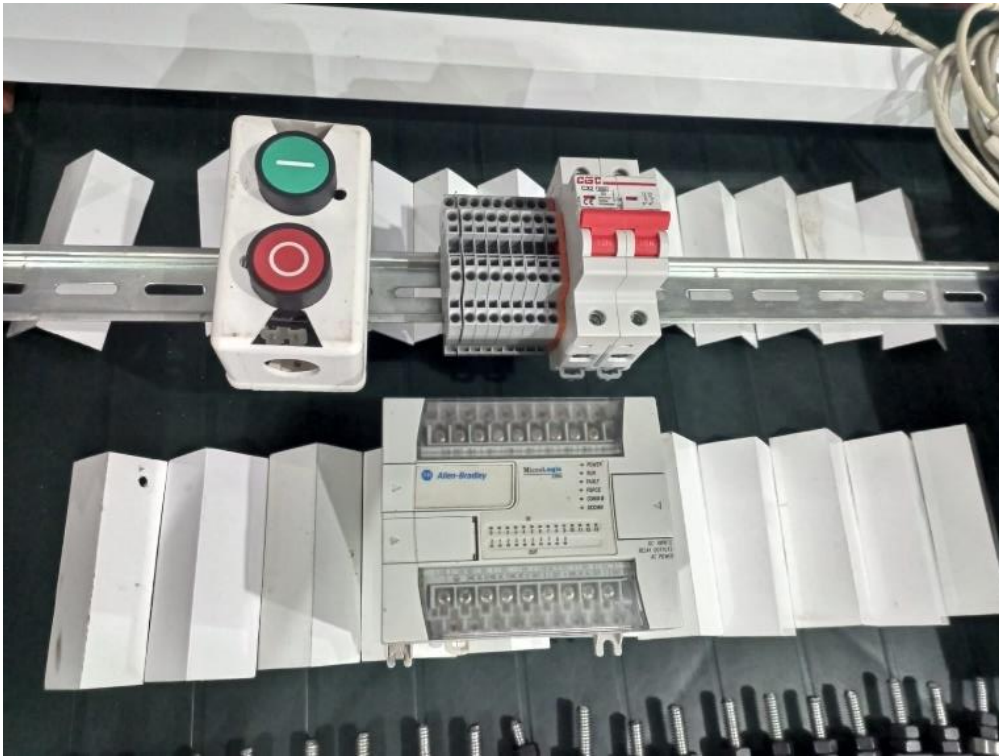


Figura 13

Sistema de Movimiento para los Ejes Cartesianos

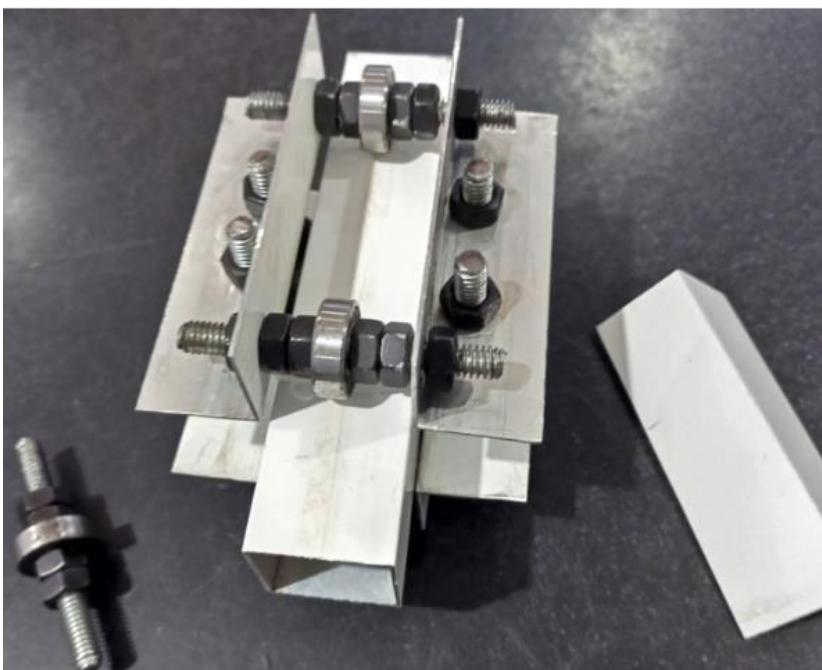


Figura 14

Diseño Mecánico y del Sistema de Movimiento del Prototipo

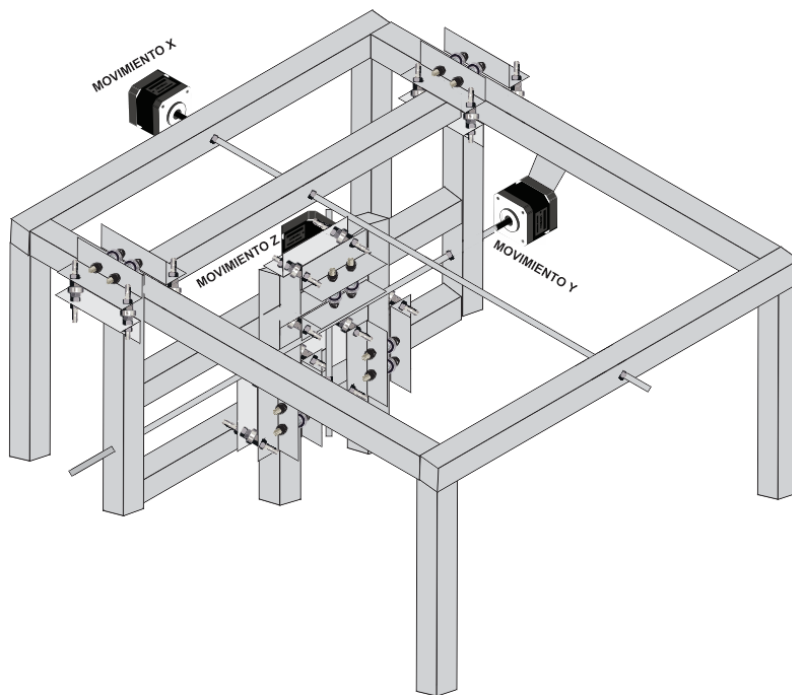
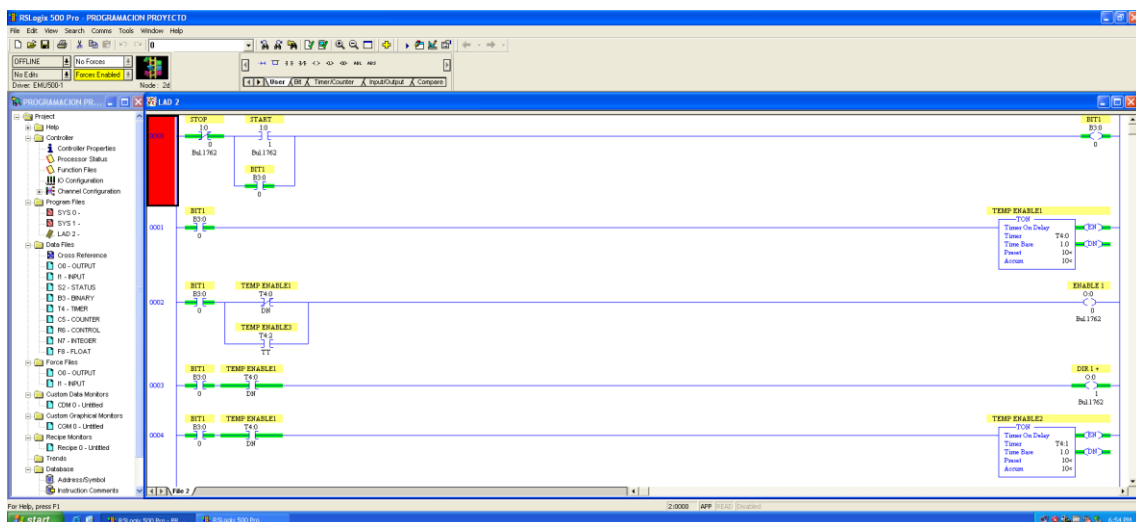


Figura 15

Programación del Sistema de Control Cartesiano



CONCLUSIONES

El diseño y construcción del prototipo automatizado para procesos de soldadura lineal representa un avance significativo en la mejora de la eficiencia, calidad y seguridad de los procesos de soldadura en la U.E. Marcelino Maridueña. Este prototipo ofrece la posibilidad de realizar soldaduras de manera más precisa y controlada, lo que se traduce en un beneficio tanto en términos de productividad como de seguridad laboral.

La contextualización de los fundamentos teóricos sobre sistemas mecánicos ha sido fundamental para el desarrollo del prototipo. Esta etapa permitió comprender en profundidad los principios de funcionamiento de los sistemas mecánicos involucrados en la soldadura automatizada, lo que facilitó la selección y diseño adecuado de los componentes del prototipo.

El diseño del sistema mecánico del prototipo, que incluye la estructura y el sistema de movimiento, ha sido un proceso crucial. Se logró diseñar una estructura robusta y funcional, así como un sistema de movimiento preciso y eficiente, lo que garantiza un rendimiento óptimo del prototipo en los procesos de soldadura.

El desarrollo del sistema de control del prototipo ha sido otro aspecto fundamental del proyecto. Gracias a este sistema, se logró programar y supervisar de manera efectiva las operaciones de soldadura, lo que permite un control preciso y seguro de todo el proceso.

En conclusión, el diseño y construcción de este prototipo automatizado representa un paso importante hacia la modernización y optimización de los procesos de soldadura en la U.E. Marcelino Maridueña. Los resultados obtenidos demuestran que este prototipo tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia, calidad y seguridad en los procesos de soldadura lineal.

RECOMENDACIONES

Para el proyecto de automatización de procesos de soldadura lineal en la U. E. Marcelino Maridueña, se pueden sugerir las siguientes recomendaciones:

- ✓ **Mantenimiento Regular:** Implementar un plan de mantenimiento preventivo para el prototipo y sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos, con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil.
- ✓ **Capacitación Continua:** Brindar capacitación constante al personal involucrado en el uso y mantenimiento del prototipo, para asegurar un manejo adecuado y eficiente de la tecnología.
- ✓ **Actualización Tecnológica:** Estar al tanto de las nuevas tecnologías y avances en el campo de la automatización de procesos de soldadura, para poder incorporar mejoras y actualizaciones al prototipo en el futuro.
- ✓ **Evaluación de Resultados:** Realizar evaluaciones periódicas de los resultados obtenidos con el prototipo, con el objetivo de identificar áreas de mejora y optimizar su desempeño.
- ✓ **Seguridad:** Garantizar que se cumplan todas las normas de seguridad establecidas para el uso de equipos automatizados en procesos de soldadura, con el fin de prevenir accidentes laborales y proteger la integridad física de los operarios.
- ✓ **Optimización de Recursos:** Buscar formas de optimizar el uso de recursos como energía, materiales y tiempo, para lograr una mayor eficiencia en los procesos de soldadura.
- ✓ **Monitoreo y Control:** Implementar sistemas de monitoreo y control remoto del prototipo, para poder supervisar su funcionamiento desde cualquier ubicación y realizar ajustes según sea necesario.

BIBLIOGRAFÍA

- allegromicro. (2024). *A4988 DMOS Microstepping Driver with Translator*. allegromicrosystems:
<https://www.allegromicro.com/en/products/motor-drivers/brush-dc-motor-drivers/a4988>
- AUTOMATIONDIRECT.com. (2024). *STP-LE17-2D09ANN*.
https://www.automationdirect.com/adc/shopping/catalog/motion_control/stepper_motor_linear_actuators/stepper_motor_linear_actuators/stp-le17-2d09ann
- Bhuiyan, M. A., Islam, M. M., & Sarker, M. N. (2021). *Industrial Automation: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global.
- Bigtronica. (2015). *Driver Motor Nema DRV8825*.
<https://www.bigtronica.com/motores/drivers/56-driver-motor-nema-a4988-5053212000561.html>
- Bonifaz, E., & Veintimilla, R. (2019). *Integración y automatización de soldadura por fusión a una impresora 3D*. Universidad San Francisco de Quito:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8541>
- Brown, A. (2008). *Welding Techniques for Modern Manufacturing*. McGraw Hill.
- Cary, H. B., & Helzer, S. C. (2005). *Modern Welding Technology*. Pearson Education.
- Cortijo, R., & Mañay, W. (2019). *AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA ELECTRO NEUMÁTICO DEL PROCESO DE SOLDADURA DEL MOLDE PRINCIPAL DE LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE AUTOMÓVILES*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL:
<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2116>
- González, L. (2018). *Seguridad en Soldadura Manual*. Editorial Prensa Técnica.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Wiley & Sons.
- Groover, M. P. (2014). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Pearson Education.
- Gupta, R., Singh, H., & Kumar, A. (2018). Automation of welding process: A review. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7025-7030.
- Hicks, T. (2009). *Welding and Metal Fabrication*. Cengage Learning.
- Instruments-Texas. (2007). *LM555 Timer*. <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm555.pdf>
- Jones, R. (2015). *Manual de Soldadura: Procesos y Aplicaciones*. Pearson.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2013). *Manufacturing Engineering and Technology*. Pearson Education.
- Khan, A. S., & Huang, S. (2006). *Physical Metallurgy: Principles and Practice*. CRC Press.
- Kou, S. (2003). *Welding Metallurgy*. John Wiley & Sons.

- Lincoln-Electric. (2024). *Soldadura automatizada*. No solo para trabajos grandes: <https://www.lincolnelectric.com/es-mx/welding-and-cutting-resource-center/process-and-theory/automated-welding---not-just-for-big-jobs>
- Llamas, L. (2016, Agosto 24). *Motores paso a paso con Arduino y driver A4988 o DRV8825*. <https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>
- Mera González, L. X., & Obando Freire, C. I. (2019). *Diseño y construcción de un mecanismo para automatizar el proceso de soldadura Gas Metal Arc Welding (GMAW)*. EPN: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20217>
- Metal-Mecanica. (2022). *Soldadura automatizada*. Un gran paso para los fabricantes: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/soldadura-automatizada-un-gran-paso-para-los-fabricantes-latinoamericanos>
- Montenegro, G., & Yaguachi, M. (2020). *Diseño, construcción y control de un prototipo de brazo robótico antropomórfico para la soldadura por punto de diferentes figuras, mediante el uso de cinemática inversa y visión artificial*. UPS: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18460>
- Naylamp, M. (2023). *Driver PAP Stepper DRV8825*. <https://naylampmechatronics.com/driver-pap-stepper/63-driver-pap-pololu-a4988.html>
- Oliveira, F., Ferreira, J., & Nóbrega, P. (2019). Automation in Linear Welding Processes: A Review. *Procedia Manufacturing*, 35, 952-957.
- Pérez, J. (2019). *Automatización Industrial: Fundamentos, Técnicas y Aplicaciones*. Alfaomega.
- racbots.com. (2024). *Controlador de motor paso a paso A4988*. <https://racbots.com/producto/controlador-de-motor-paso-a-paso-a4988/>
- Roberts, M. (2012). *Automated Welding: A Guide to Precision and Productivity*. Woodhead Publishing.
- Rockwell-Automation. (2015, Junio). *MicroLogix 1200 Programmable Logic Controller Systems*. https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1762-um001_-en-p.pdf
- Sigüenza, M., & César, D. (2022). *Diseño de un sistema automático para soldadura orbital para tuberías de diámetros de 360 a 920 mm*. PUCP: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/23354>
- Smith, J. (2010). *Welding Technology Fundamentals*. Goodheart-Willcox Co.
- TME. (2020, Septiembre 8). *Motor paso a paso - tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso*. <https://www.tme.com/co/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>
- VLD-Engineering. (2021). *Automatización proceso de soldadura*. Elementos y robots: <https://www.vld-eng.com/blog/en-que-consiste-la-automatizacion-de-los-procesos-de-soldadura-elementos-y-tipos-de-soldadura-robotizada/>
- Wang, H., Dong, Y., & Liu, Z. (2017). WaApplication of robot welding technology in automobile manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 268 (1), 012012.

- Wu, Y., Li, J., & Chen, Y. (2020). Research on the Application of Automated Welding Technology in Vehicle Manufacturing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 840(1), 012004.
- Yang, Y., Zhang, J., & Wang, D. (2021). Research on the Application of Automated Welding Technology in Industrial Production. *Journal of Physics: Conference Series*. 1991(1), 012027.

ANEXOS

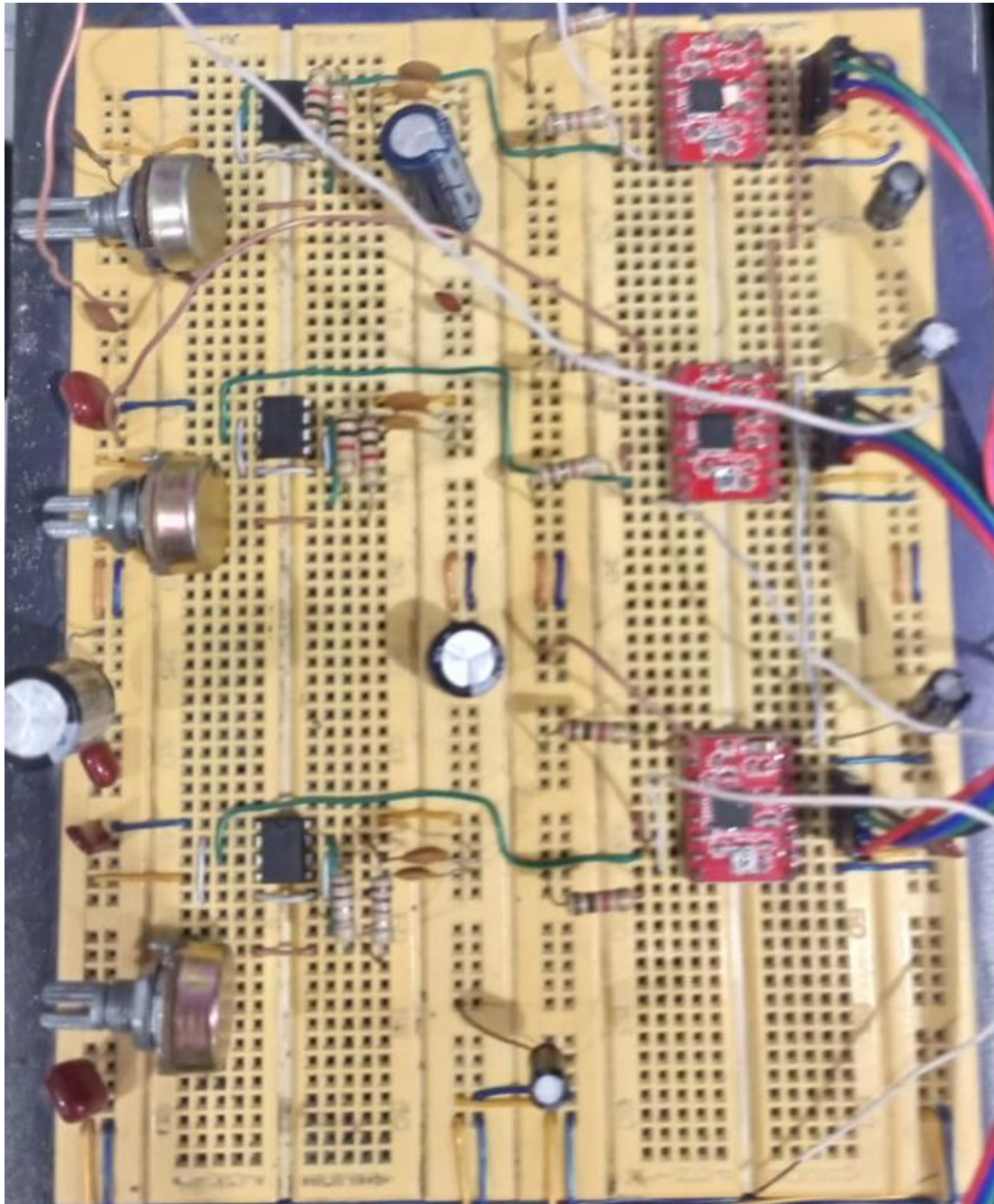
ANEXO 1.

Corte de materia para la construcción de prototipo.



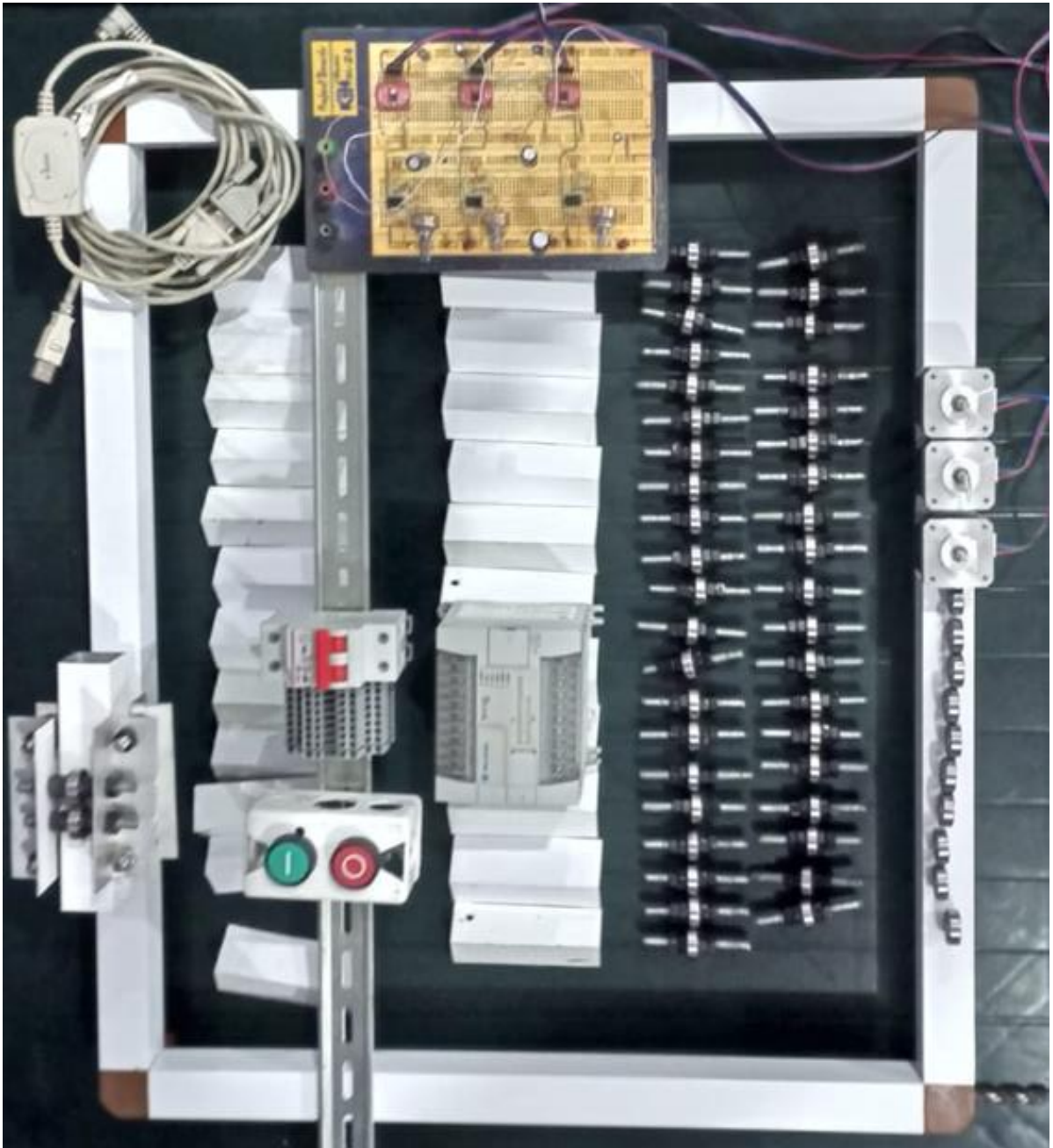
ANEXO 2

Conexión del LM55 como astable con el Drive A4988



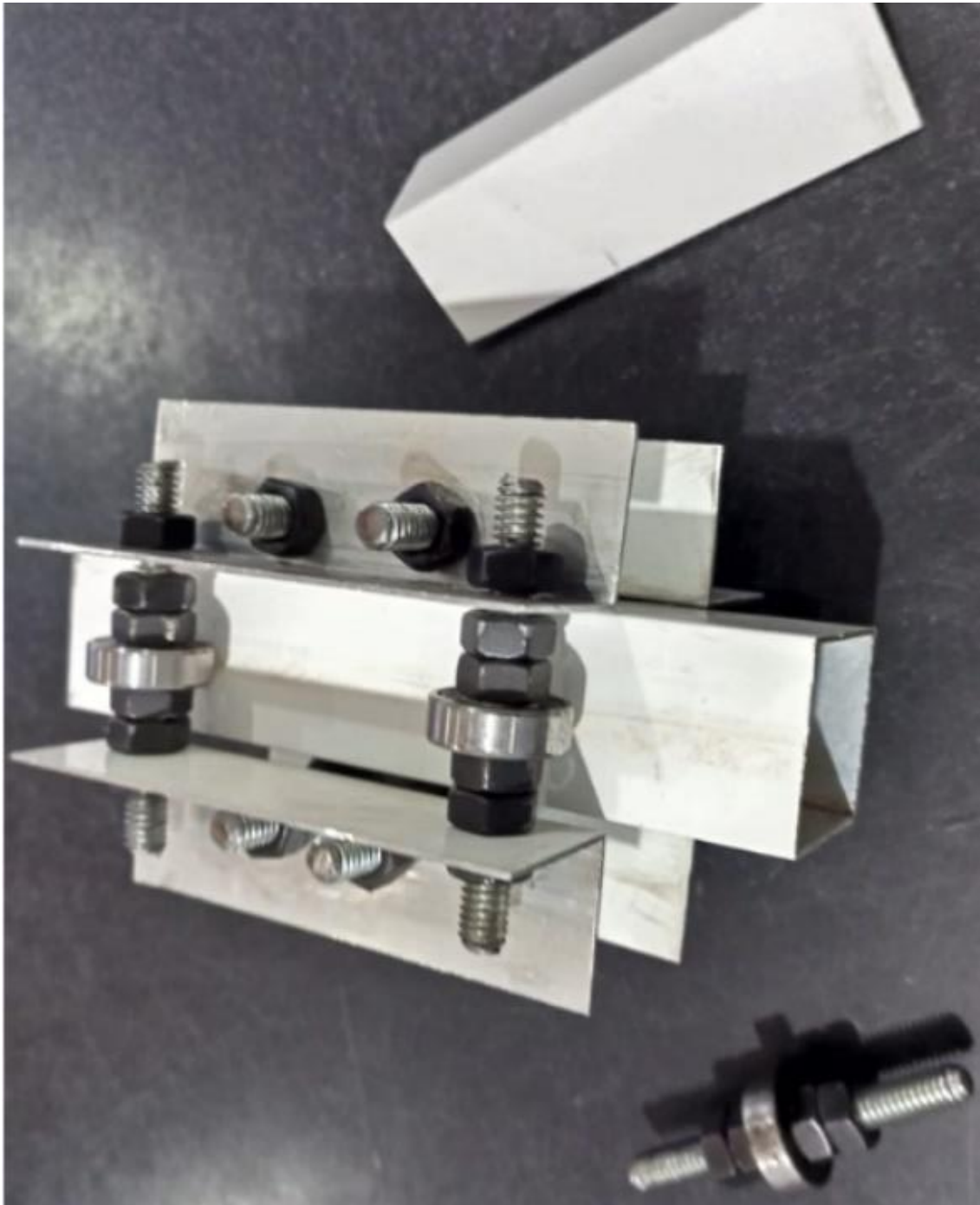
ANEXO 3

Material usado para el desarrollo del proyecto



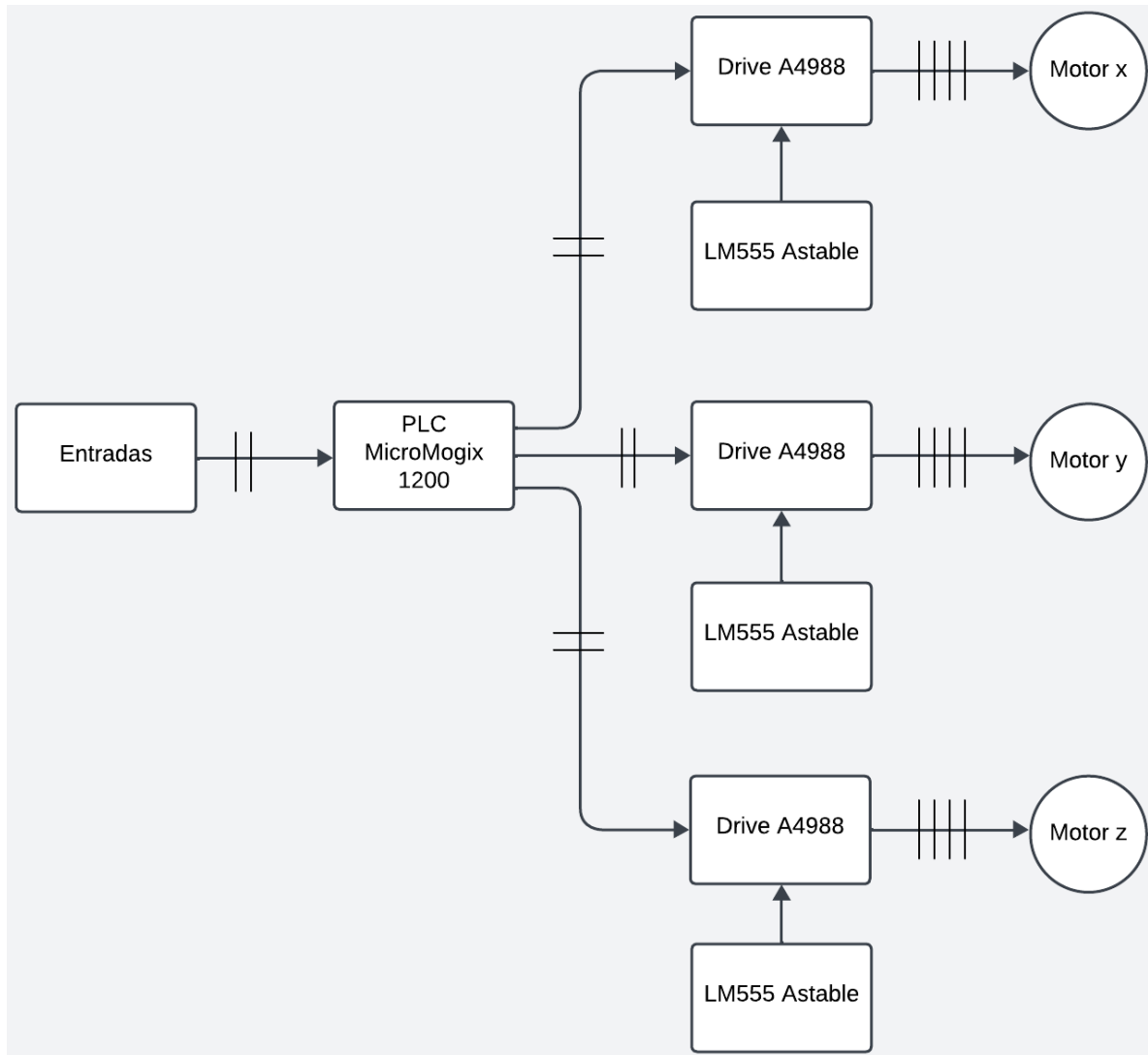
ANEXO 4

Sistema de rodamientos



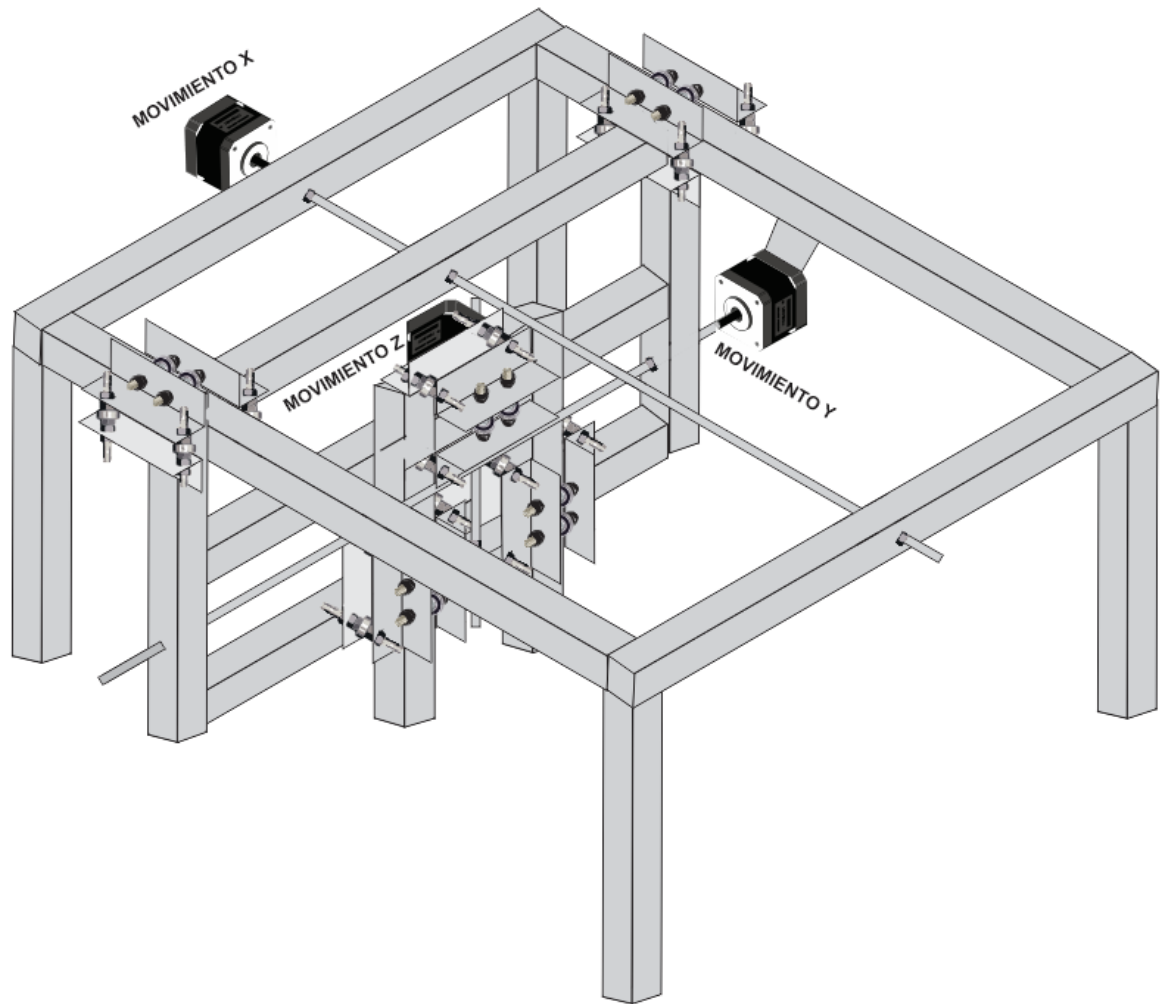
ANEXO 5

Diagrama en bloques del sistema de control electrónico



ANEXO 6

Diseño mecánico



ANEXO 7

ACTAS DE VALIDACION.



INSTRUMENTO DE VALIDACION.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.

Datos del Validador:

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Sánchez Cuenca Christian Moisés	8	Ingeniero Industrial	Vicerrector de la U.E Marcelino Maridueña.

Criterios de Evaluación

Cráterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Elaborado por: UISRAEL.

Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Sánchez Cuenca Christian Moisés** con C.I: **0604807149** en mi calidad de Validador del proyecto de investigación titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.**

Elaborado por el **Lcdo. López Guayta Edwin Marcelo**, con C.I: **0924884778**, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Cnel. Marcelino Maridueña, 08 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
CHRISTIAN MOISES
SANCHEZ CUENCA

Firma

C.I: 0604807149

Registro SENESCYT: 1024-2016-1773097



INSTRUMENTO DE VALIDACION.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.

Datos del Validador:

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Correa Chávez Jenny Lisseth	8	Ingeniero Civil	Directora de Área de la figura profesional de Mecanizado y Construcciones Metálicas de la U.E Marcelino Maridueña.

Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Elaborado por: UISRAEL.

Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Correa Chávez Jenny Liseth** con C.I: **0706583390** en mi calidad de Validador del proyecto de investigación titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.**

Elaborado por el **Lcdo. López Guayta Edwin Marcelo**, con C.I: **0924884778**, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Cnel. Marcelino Maridueña, 08 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
JENNY LISSETH
CORREA CHAVEZ

Firma

C.I: 0706583390

Registro SENESCYT: 1011-2016-1782117



INSTRUMENTO DE VALIDACION.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.

Datos del Validador:

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Maryory Urdaneta Herrera	20	PhD en Ingeniería Eléctrica	Docente titular UISRAEL

Criterios de Evaluación

Cráterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Elaborado por: UISRAEL.

Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Maryory Urdaneta Herrera** con C.I: **1759316126** en mi calidad de Validador del proyecto de investigación titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.**

Elaborado por el **Lcdo. López Guayta Edwin Marcelo**, con C.I: **0924884778**, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Quito D.M., 10 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
**MARYORY URDANETA
HERRERA**

Firma

C.I: 1759316126

Registro SENESCYT: 8622137786



INSTRUMENTO DE VALIDACION.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.

Datos del Validador:

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Romero Serrano Walter	24	Ingeniero Industrial	CONSULTOR DE PROYECTOS

Criterios de Evaluación

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

Elaborado por: UISRAEL.

Escala de evaluación de criterios

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Yo, **Walter Luis Romero Serrano** con C.I: **0914538301** en mi calidad de Validador del proyecto de investigación titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA AUTOMATIZAR PROCESOS DE SOLDADO LINEAL EN LA U. E. MARCELINO MARIDUEÑA.**

Elaborado por el **Lcdo. López Guayta Edwin Marcelo**, con C.I: **0924884778**, estudiante de la Maestría en Electrónica y Automatización, de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL), como parte de los requisitos para obtener el Título de Magister, me permito declarar haber revisado el proyecto y realizado la evaluación de criterios.

Milagro, 08 de marzo de 2024



Firmado electrónicamente por:
**WALTER LUIS ROMERO
SERRANO**

Firma

C.I: 0914538301

Registros SENESCYT:

1006-02-109915

7241197148

1006-15-86058814

MDT-320-CCL-247188