

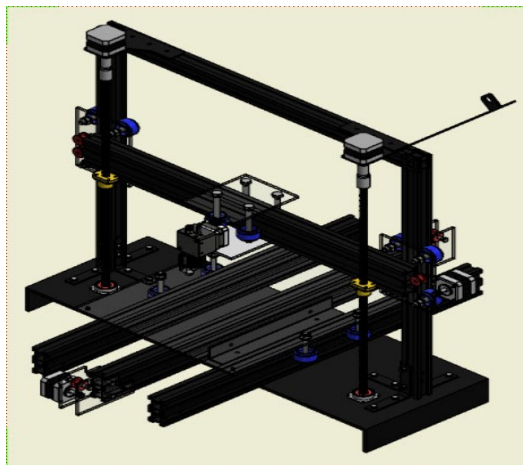
INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO

“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”

“Ser Excelentes”



PROYECTO DE INNOVACIÓN



Tema:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT CARTESIANO DE TRES EJES
MULTIFUNCIONAL PROGRAMABLE DIDACTICO EN EL PROGRAMA DE
ESTUDIOS DE MECANICA DE PRODUCCION INDUSTRIAL DEL IESTP SAM
CON EL USO DE ECONOMIA CIRCULAR -2024.**

**Presentado por:
Ing. Enrique Ronald Mucha Meza
Palián - 2024**

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a la familia

Antunecina que nos apoya constantemente en cada uno

de los pasos.

Agradecimiento

Agradezco el apoyo brindado por el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Santiago Antúnez de Mayolo, así como a la directora general, la Mg. Renee Villavicencio. Así mismo, agradezco a la empresa Makromf Industries por el apoyo brindado en la fabricación y evolución de la innovación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.1. Identificación del problema
- 1.2. Identificación del ODS al que se relaciona el problema
- 1.3. Descripción del perfil del cliente
- 1.4. Formulación del Mapa de Empatía
- 1.5. Formulación del Mapa de trayectoria del cliente

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

- 2.1. Visión y misión del proyecto
- 2.2. Objetivos
- 2.3. Justificación
- 2.4. Marco teórico
- 2.5. Análisis de la Competencia
- 2.6. Análisis FODA
- 2.7. Formulación del modelo de negocio

3. DESARROLLO DEL PRODUCTO MÍNIMO VIABLE

- 3.1. Prototipo de la solución
- 3.2. Planificación de entrevistas cualitativas

4. VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

- 4.1. Informe de entrevistas cualitativas
- 4.2. Formulación de la Malla receptora de información
- 4.3. Formulación del modelo de negocio actualizado post entrevista

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

- 5.1. Alcance esperado del proyecto
- 5.2. Gantt proyectado de ejecución
- 5.3. Determinación del costo del producto/servicio
- 5.4. Presupuesto y financiamiento

6. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

- 6.1. Aspecto Social
- 6.2. Aspecto Ambiental
- 6.3. Aspecto Económico

6.4. Aspecto Tecnológico (opcional)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Códigos G</i>	<i>Pag 22</i>
<i>Tabla 2:Matriz</i>	<i>Pag 37</i>
<i>Tabla 3:Cuadro de empresas</i>	<i>Pag 38</i>
<i>Tabla 4: Diagrama de Gantt</i>	<i>Pag 41</i>
<i>Tabla 5: Requisitos y funciones de cada área</i>	<i>Pag 42</i>
<i>Tabla 6: Lista de materiales</i>	<i>Pag 43</i>
<i>Tabla 7: Lista de equipos</i>	<i>Pag 43</i>
<i>Tabla 8: Costo de materiales</i>	<i>Pag 44</i>
<i>Tabla 9: Costo de construcción y pruebas</i>	<i>Pag 45</i>
<i>Tabla 10: Costo de uso de equipos</i>	<i>Pag 45</i>
<i>Tabla 11: Precio de venta final</i>	<i>Pag 45</i>
<i>Tabla 12: Costo de horas de ingeniería</i>	<i>Pag 46</i>
<i>Tabla 13: Costo de materiales en innovación</i>	<i>Pag 46</i>
<i>Tabla14: Costo de equipos en innovación</i>	<i>Pag 47</i>
<i>Tabla 15: Presupuesto de innovación</i>	<i>Pag 47</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Movimiento espacial CNC.	<i>Pag 20</i>
<i>Figura 2:</i> Lazo de Control	<i>Pag 21</i>
<i>Figura 3:</i> Plano cartesiano 2D y 3D.	<i>Pag 23</i>
<i>Figura 4:</i> La ruta seguida por el posicionamiento punto a punto	<i>Pag 23</i>
<i>Figura 5:</i> Tipos de mecanizado de contornos (A) Contorno simple; (B) contorno complejo	<i>Pag 24</i>
<i>Figura 6:</i> Posicionamiento del sistema de coordenadas	<i>Pag 25</i>
<i>Figura 7</i> Modelo 3D de la CNC	<i>Pag 32</i>
<i>Figura 8</i> Motor paso a paso	<i>Pag 32</i>
<i>Figura 9:</i> Circuito eléctrico físico	<i>Pag 33</i>
<i>Figura 10:</i> Pantalla e inicio del Universal Gcode Platform	<i>Pag 34</i>
<i>Figura 11:</i> máquina CNC finalizada	<i>Pag 35</i>
<i>Figura 12:</i> CNC acabada	<i>Pag 35</i>
<i>Figura 13:</i> Encuestas	<i>Pag 36</i>
<i>Figura 14:</i> Resultados de encuestas	<i>Pag 36</i>
<i>Figura 15:</i> Mapa geográfico de Huancayo – distritos	<i>Pag 40</i>
<i>Figura 16:</i> Estructura de organización	<i>Pag 42</i>

Resumen

El proyecto de innovación consiste en el diseño y fabricación de un robot cartesiano de tres ejes para simulación con fines educativos para las clases y capacitaciones dentro de la carrera de mecánica de producción o afines. La innovación permite reducir costos de adquisición de máquinas con fines educativos y permite reducir riesgos de accidentes durante el proceso de aprendizaje, la usar herramientas simples de trazos y así como también de corte o gravado. Así mismo el proyecto evidencia que la innovación tiene un potencial comercial significativo y puede ser aplicado en colegios e institutos de educación superior como equipo fab lab.

Introducción

El equipo de un robot cartesiano de control numérico computarizado (CNC) son utilizada en múltiples ramas de la manufactura para mecanizar piezas de acrílico, madera, aluminio, acero, entre otros. Esta máquina ejecuta varias operaciones de mecanizado como contorneados, fresado y taladros. En la actualidad este tipo de maquinaria resulta costosa, pero al implementar una que sea accesible utilizando la complejidad y exactitud de un sistema CNC industrial, resulta beneficioso para la enseñanza en la educación técnica, esto se consigue ya que los materiales utilizados son fáciles de mecanizar en máquinas herramientas convencionales con accesorios de fácil acceso en el mercado local. Por lo que se puede reducir los costos de fabricación y ser utilizados correctamente para una enseñanza técnica adecuada que beneficie a los estudiantes,

CAPÍTULO 1:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el sector de la mecánica de producción industrial recibió una larga serie de actualizaciones e innovaciones tecnológicas para sus respectivos procesos manufactureros. Entre ellas tenemos los robots cartesianos o máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC). Las CNC permiten una mayor precisión de manufactura, tiempos menores de entrega, aumento de velocidad de producción y reducción de errores; así mismo permiten que el operador pueda tener tiempos disponibles para actividades fuera del proceso de cortes o manufactura de la pieza; todo esto gracias a la automatización de máquinas herramientas previamente existentes (Solís et al., 2023). Por lo que podemos afirmar que el manejo de esta tecnología se ha vuelto vital para los técnicos e ingenieros que realicen procesos de manufactura y producción.

Sin embargo, la formación práctica sobre el uso de esta tecnología no es muy habitual en el país, enseñando procesos en simuladores virtuales que no siempre igualan los patrones mecánicos de la realidad ni el uso de los softwares propios que se aplican en las máquinas industriales CNC. La ONU estableció en el 2018 una lista de objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) entre las que destaca para esta ocasión el objetivo 4: Educación de calidad, con su punto 4.3 indicando que: “De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (Naciones Unidas, 2018, p.28). Por lo que se tiene que optar por tener una máquina CNC física para la realización de las prácticas de uso y mantenimiento de estas máquinas.

Pese a lo antes mencionado, la adquisición de una máquina CNC es costosa; ya que suelen ser mayores a los 2 500 dólares y suelen estar enfocadas en un solo tipo de herramienta para la realización de sus procesos. Es decir que, si se quiere cambiar de herramienta de una CNC plasma a una laser, el proceso

puede demorar varias horas y la máquina no necesariamente puede estar adaptada para las cargas eléctricas de la nueva herramienta. La ONU menciona en su ODS 9 que se debe “Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados” (2018, p.43). Por lo que los altos costos de adquisición de la CNC junto a la escasa formación práctica real de los estudiantes con las máquinas CNC complican la realización este objetivo planteado por la ONU.

Es por ello que estos problemas llevan a plantar la búsqueda de una solución que pueda brindar a los estudiantes, institutos y universidades el poder adquirir un módulo CNC de educación que pueda permitir realizar las practica los procesos de manufactura de forma física y realista, que sea de bajo costo de adquisición.

1.1. Identificación del problema

Actualmente el sector de la mecánica de producción industrial recibió una larga serie de actualizaciones e innovaciones tecnológicas para sus respectivos procesos manufactureros. Entre ellas tenemos los robots cartesianos de tres ejes. Los equipos robot cartesianos permiten una mayor precisión de manufactura, tiempos menores de entrega, aumento de velocidad de producción y reducción de errores; así mismo permiten que el operador pueda tener tiempos disponibles para actividades fuera del proceso de cortes o manufactura de la pieza; todo esto gracias a la automatización de máquinas herramientas previamente existentes (Solís et al., 2023). Por lo que podemos afirmar que el manejo de esta tecnología se ha vuelto vital para los técnicos e ingenieros que realicen procesos de manufactura y producción.

1.2. Identificación del ODS al que se relaciona el problema

La ONU estableció en el 2018 una lista de objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) entre las que destaca para esta ocasión el objetivo 4: Educación de calidad, con su punto 4.3 indicando que: “De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (Naciones Unidas, 2018, p.28). Por lo que se tiene que optar por tener una máquina de un robot cartesiano físico para la realización de las prácticas de uso y mantenimiento de estas máquinas entre otros.

1.3. Descripción del perfil del cliente

Los principales beneficiados son los estudiantes y docentes del IESTP “SAM” ya que el proyecto se aplicará en sus instalaciones. Los estudiantes de mecánica de producción. recibirán una mejor educación desde el aspecto práctico y técnico, así mismo esta formación les permitirá ser más competitivos en el entorno laboral.

Por otro lado, los docentes podrán mejorar la calidad de sus clases, resultados en una mejora en la calidad de enseñanza que estos brindan, obteniendo una herramienta que facilite la realización de sus actividades docentes dentro del salón.

De forma indirecta se beneficia al IESTP “SAM” ya que mejora su calidad de enseñanza y prestigio, lo que puede derivar en un aumento de alumnos, convenios y demás beneficios relacionados. Así mismo las empresas de producción que aplican un robot cartesiano de tres ejes en sus procesos de producción se verán beneficiados ya que se les permitirá encontrar personal capacitado en el manejo y uso de las máquinas robotizadas, que no tendrá que pasar por una capacitación extensa para manejar las máquinas.

1.4. Formulación del Mapa de Empatía

El Mapa de Empatía del proyecto de desarrollar un robot cartesiano de tres ejes didáctico en el instituto en el programa de estudio de mecánica de producción puede incluir los siguientes elementos:

Persona:

Nombre: Estudiantes de mecánica de producción

Edad: 18-25 años

Nivel de estudios: Técnico superior

Intereses: Tecnología, robótica, mecánica, automatización

Metas: Aprender a programar y operar robots cartesianos, mejorar sus habilidades técnicas, aumentar sus oportunidades laborales

Pensamientos y sentimientos:

Excitación por aprender una nueva tecnología

Ansiedad por no tener suficiente conocimiento previo

Incertidumbre sobre cómo operar y programar el robot

Satisfacción al ver el robot funcionando correctamente

Comportamientos:

Asistir a las clases y sesiones de práctica

Leer y estudiar los materiales didácticos proporcionados

Preguntar dudas al instructor o a sus compañeros

Practicar el manejo y programación del robot en el taller

Retos y necesidades:

Necesitan una introducción teórica y práctica sobre robótica y automatización

Necesitan herramientas y materiales didácticos adecuados

Necesitan un instructor capacitado y experimentado

Necesitan tiempo suficiente para practicar y experimentar con el robot

Objetivos del proyecto:

Desarrollar un robot cartesiano de tres ejes didáctico para el programa de estudio de mecánica de producción

Proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica y teórica en el manejo y programación de robots cartesianos

Mejorar las habilidades técnicas y el desempeño académico de los estudiantes

Aumentar las oportunidades laborales de los estudiantes en el campo de la automatización y robótica industrial

Resultados esperados:

Un robot cartesiano de tres ejes didáctico funcional y seguro

Estudiantes capacitados en el manejo y programación del robot

Mejora en el desempeño académico y las habilidades técnicas de los estudiantes

Aumento en las oportunidades laborales de los estudiantes en el campo de la automatización y robótica industrial

Valores y creencias:

La importancia de la educación técnica y práctica en el campo de la mecánica de producción

La necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías y tendencias en el campo de la automatización y robótica industrial

El compromiso con la formación de profesionales capacitados y competentes en el campo de la mecánica de producción

1.5. Formulación del Mapa de trayectoria del cliente

El Mapa de Trayectoria del Cliente para el proyecto de desarrollar un robot cartesiano de tres ejes didáctico en el instituto en el programa de estudio de mecánica de producción puede seguir el siguiente esquema:

1. Conciencia:

Punto de Contacto: Anuncio en el instituto sobre el nuevo módulo de robot cartesiano.

Acción del Cliente: Estudiantes se informan sobre el nuevo módulo y sus beneficios en la formación.

Objetivo: Generar interés y conciencia sobre la oportunidad de aprender sobre robótica y automatización.

2. Interés:

Punto de Contacto: Sesión informativa sobre el módulo de robot cartesiano.

Acción del Cliente: Estudiantes expresan interés en participar en el programa.

Objetivo: Despertar el interés de los estudiantes en el programa y sus posibles beneficios.

3. Evaluación:

Punto de Contacto: Presentación detallada del contenido y objetivos del módulo.

Acción del Cliente: Estudiantes evalúan si el programa se alinea con sus metas educativas y profesionales.

Objetivo: Ayudar a los estudiantes a comprender la relevancia y el valor del programa en su formación.

4. Decisión:

Punto de Contacto: Inscripción en el programa de robot cartesiano.

Acción del Cliente: Estudiantes deciden participar en el programa y se inscriben.

Objetivo: Convertir el interés en una decisión de participar activamente en el programa.

5. Acción:

Punto de Contacto: Inicio del programa de estudio del robot cartesiano.

Acción del Cliente: Estudiantes participan en las clases, prácticas y proyectos del programa.

Objetivo: Lograr que los estudiantes se involucren activamente en el aprendizaje y la aplicación de los conocimientos adquiridos.

6. Retención:

Punto de Contacto: Evaluación continua del progreso y desempeño de los estudiantes.

Acción del Cliente: Estudiantes reciben retroalimentación y apoyo para mejorar su aprendizaje.

Objetivo: Mantener el compromiso y la motivación de los estudiantes a lo largo del programa.

7. Lealtad:

Punto de Contacto: Finalización del programa y certificación.

Acción del Cliente: Estudiantes completan el programa y reciben su certificación.

Objetivo: Fomentar la satisfacción y lealtad de los estudiantes, así como promover la recomendación del programa a otros.

Este mapa de trayectoria del cliente busca guiar el proceso de interacción y compromiso de los estudiantes a lo largo del programa de robot cartesiano, desde la conciencia inicial hasta la lealtad y satisfacción final con la experiencia educativa ofrecida.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

2.1. Visión y misión del proyecto

La visión del proyecto de desarrollar un robot cartesiano de tres ejes didáctico en el instituto en el programa de estudio de mecánica de producción podría ser la de ser un líder en la capacitación de estudiantes en robótica y automatización, proporcionando una experiencia práctica y aplicada en el uso de robots cartesianos en diferentes procesos de producción.

La misión del proyecto podría ser la de diseñar, construir y poner en marcha un robot cartesiano de tres ejes didáctico en el instituto, que permita a los estudiantes de mecánica de producción adquirir habilidades y conocimientos en el uso y programación de robots cartesianos, con el fin de mejorar su empleabilidad en el mercado laboral y contribuir al desarrollo de la industria local.

El robot cartesiano didáctico podría ser utilizado en diferentes módulos del programa de estudio de mecánica de producción, como en el módulo de automatización y control, donde los estudiantes podrían aprender a programar el robot para realizar diferentes tareas de producción, o en el módulo de diseño y fabricación, donde los estudiantes podrían utilizar el robot para realizar dibujos y ensayos de prototipos.

Además, el robot cartesiano didáctico podría ser utilizado en proyectos de investigación y desarrollo, donde los estudiantes y profesores puedan colaborar en el diseño y construcción de nuevas aplicaciones y soluciones tecnológicas en el campo de la robótica y automatización.

La implementación del robot cartesiano didáctico en el instituto también podría ser una oportunidad para establecer alianzas y colaboraciones con empresas e instituciones locales, que puedan apoyar el desarrollo del proyecto y ofrecer oportunidades de prácticas y empleo a los estudiantes capacitados en el uso de robots cartesianos.

2.2. Objetivos

Los objetivos del proyecto de desarrollar un robot cartesiano de tres ejes didáctico en el instituto en el programa de estudio de mecánica de producción pueden incluir:

Capacitación Avanzada: Proporcionar a los estudiantes una formación avanzada en el uso y programación de robots cartesianos, permitiéndoles adquirir habilidades técnicas relevantes para la industria de la mecánica de producción.

Experiencia Práctica: Ofrecer a los estudiantes la oportunidad de trabajar con tecnología robótica de vanguardia, brindándoles una experiencia práctica que complemente su aprendizaje teórico en el aula.

Innovación Educativa: Fomentar la innovación educativa al integrar un módulo didáctico de robot cartesiano en el programa de estudio, enriqueciendo la formación académica de los estudiantes y preparándolos para los desafíos tecnológicos actuales.

Mejora de la Empleabilidad: Mejorar la empleabilidad de los estudiantes al dotarlos de habilidades especializadas en robótica, lo que les permitirá destacarse en el mercado laboral y acceder a oportunidades laborales en el sector de la mecánica de producción.

Colaboración Interdisciplinaria: Fomentar la colaboración interdisciplinaria entre estudiantes y profesores de diferentes áreas, promoviendo un enfoque integral en la formación técnica y fomentando la creatividad y el trabajo en equipo.

Estos objetivos buscan no solo fortalecer la formación académica de los estudiantes, sino también prepararlos para enfrentar los retos tecnológicos y laborales del futuro en el campo de la mecánica de producción.

2.3. Justificación

El proyecto se realiza con el fin de poder brindar un prototipo de un robot cartesiano de tres ejes para estudios didácticos que se pueda adaptar a las necesidades del programa de estudios de mecánica de producción industrial la cual debe estar de acuerdo de la exigencia de las empresas aliadas mediante sus convenios como en su gran mayoría son de las MYPES las cuales también requieren capacitarse en el funcionamiento y operación de las nuevas tecnologías. De este modo se puede lograr una estructura electromecánica programable y se pueda entender el funcionamiento y así mejorar los conocimientos necesarios y se puedan entender las aplicaciones en los trabajos cotidianos de las empresas, brindándoles una oportunidad de entender los costos y beneficios que el uso de la tecnología puede hacer como aumentar sus ingresos y generar un crecimiento empresarial e industrial. Así mismo comprender que es usos de la aplicación de la tecnología podría reducir el costo de producción de los diversos productos con lo que se beneficiarían las empresas, así mismo los clientes de estas estaría favorecidos al poder tener un producto de calidad a menor costo.

2.4. Marco teórico

Fundamentos Teórico beneficios de la Tecnología CNC

A) Automatización

El primer beneficio que ofrecen todas las formas de máquinas herramienta CNC es la automatización mejorada. El nivel de habilidad del operador para producir el trabajo puede ser reducido o eliminado. Muchas máquinas CNC pueden funcionar sin supervisión durante todo su ciclo de mecanizado, lo que libera al operador para realizar otras tareas. Esto le brinda al usuario varios beneficios secundarios, entre los que se incluye una menor fatiga del

operador, menos errores causados por errores humanos y un tiempo de mecanizado constante y predecible para cada pieza de trabajo.

B) Precisión

El segundo gran beneficio de la tecnología CNC es el trabajo consistente y preciso. Las máquinas CNC de hoy cuentan con una tasa de precisión típica en el rango de 2 a 4 milésimas de pulgada o de 0.05 a 0.10 mm y una repetibilidad cercana o mejor a 8 diez milésimas de pulgada o 0.02 mm. Esto significa que una vez que se verifica un programa, se pueden producir fácilmente dos, diez o mil piezas de trabajo idénticas con la misma precisión y consistencia.

C) Flexibilidad

Beneficio ofrecido por la mayoría de las formas de máquinas herramienta CNC es la flexibilidad. Dado que estas máquinas se ejecutan desde programas de computadora, ejecutar una pieza de trabajo diferente es tan fácil como cargar un programa diferente. Esto lleva a otro beneficio y cambio rápido, dado que estas máquinas son muy fáciles de configurar y ejecutar, y la facilidad con la que se pueden cargar los programas, permiten un tiempo de configuración muy corto. Como resultado, los requisitos de maquinaria disminuyen, las cargas de trabajo de los empleados se simplifican y los desperdicios se minimizan mientras se maximiza la producción.

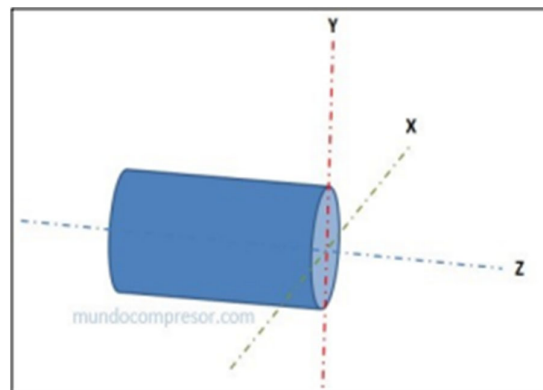
D) Limitaciones

Las máquinas están hechas para realizar de manera óptima un conjunto de funciones y no tienen inherentemente la misma movilidad y versatilidad que los humanos. Las máquinas más nuevas han evolucionado para convertirse en multitarea y más versátiles y, aunque todavía existen algunas limitaciones con la tecnología de software CNC, los fabricantes están mejorando constantemente sus máquinas y los usuarios creativos están encontrando nuevas formas de usarlas más allá de sus limitaciones

Control numérico computarizado

Una máquina de control numérico por computadora (CNC), es un equipo electromecánico que permite la automatización y fabricación de piezas en diversos materiales. El funcionamiento de este equipamiento se logra, mediante la programación en código G de las coordenadas de la pieza a fabricar, esto permite controlar la posición y velocidad de los motores encargados del movimiento de los ejes X, Y, y Z. (ver figura 3-1)

Figura -1 Movimiento espacial CNC.



Fuente: <https://bit.ly/39DojBs>

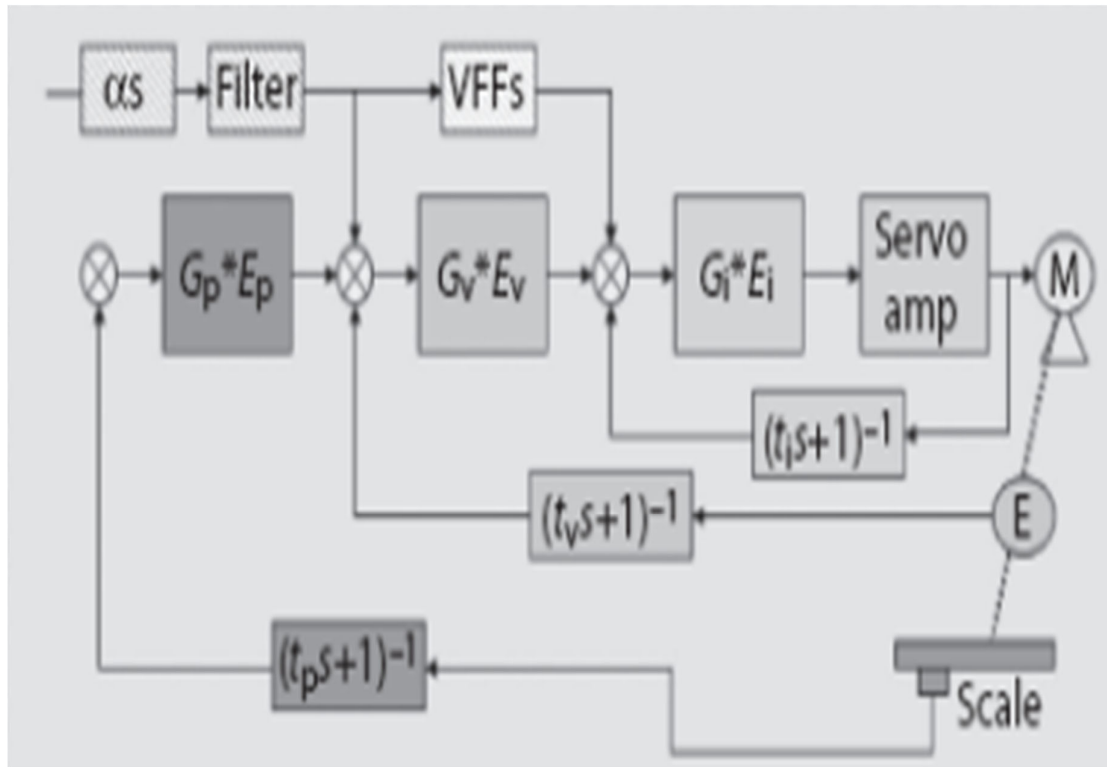
Esta tecnología tiene su origen en el año 1950, cuando se crearon las primeras máquinas de Control Numérico (NC) que funcionaban a partir de tarjetas perforadas que permitía el posterior control de los motores encargados del movimiento de los ejes. Con el pasar de los años y los crecientes avances informático de esa época, a finales de la década de 1960 se logró la implementación de una computadora a un equipo NC, de este modo, creando una CNC y consiguiendo un equipo más potente, robusto y flexible. (Geng, 2016)

Sistema de control

El sistema de control en este tipo de máquinas es de lazo cerrado, este compara la posición inicial respecto a la posición de desplazamiento para restar la diferencia entre estas dos y de ese modo realizar el movimiento de los ejes, ese valor es conocido como 'error'. Para medir

la posición se suele utilizar, un codificador rotativo, el cual proporciona la retroalimentación del sistema en lazo cerrado. (Geng, 2016)

Figura 2:Lazo de Control



Fuentes: Manufacturing Engineering Handbook, 2nd Edition.

Programación Código G

Para la fabricación de piezas en la CNC se utiliza el lenguaje de programación de alto nivel 'Código G', el cual fue un estandarizado en el año 1980 con la denominación RS-274D por la 'Electronic Industris Alliance (EIA)', esto debido a su fácil programación y estructura, existen dos formas de programación, absoluta e incremental las cuales se habilitan con los códigos G90 y G91, respectivamente. En la programación absoluta todas las coordenadas se dan a partir de un único punto de referencia, por otra parte, en la programación incremental, se obtienen las coordenadas a partir del punto anterior donde únicamente se escribe la letra G seguido de un número como se muestra en la tabla 3-1. (Geng, 2016)

Tabla -1: Códigos G

G00	01	Movimiento rápido	G69	16	Cancelar G68
G01	01	Movimiento de interpolación lineal	G70	00	Configuración circular para agujeros para tornillos
G02	01	Movimiento de interpolación Circular a mano derecha (CW)	G71	00	Arco modelo para agujeros para tornillos
G03	01	Movimiento de interpolación Circular a mano izquierda (CCW)	G72	00	Agujeros para tornillos a lo largo de un ángulo
G04	00	Pausa (Dwell)	G73	09	Ciclo preprogramado de taladro con avances cortos a alta velocidad
G09	00	Alto o paro total	G74	09	Ciclo preprogramado de roscado inverso
G10	00	Fijar desplazamientos	G76	09	Ciclo preprogramado de acabado fino cilíndrico
G12	00	Fresado de cavidad circular a mano derecha	G77	09	Ciclo preprogramado de perforado de la parte posterior cilíndrica
G13	00	Fresado de cavidad circular a mano izquierda	G80	09	Cancelar ciclo preprogramado
G17	02	Selección del plano XY	G81	09	Ciclo preprogramado de taladro
G18	02	Selección del plano ZX	G82	09	Ciclo preprogramado de taladrado de centros
G19	02	Selección del plano YZ	G83	09	Ciclo preprogramado de taladrado en avances cortos
G20	06	Seleccionar pulgadas	G84	09	Ciclo preprogramado de roscado o machuelado
G21	06	Seleccionar milímetros	G85	09	Ciclo preprogramado de perforado cilíndrico
G28	00	Retorno al cero de la máquina	G86	09	Ciclo preprogramado de alto / perforado cilíndrico
G29	00	Retorno al punto de referencia	G87	09	Ciclo preprogramado de retracción manual / perforado cilíndrico
G31	00	Saltar, omitir o pasar por alto la función	G88	09	Ciclo preprogramado de retracción manual/pausa/perforado cilíndrico
G35	00	Medición automática del diámetro de la herramienta	G89	09	Ciclo preprogramado de pausa y perforado cilíndrico
G36	00	Medición automática de los desplazamientos de trabajo	G90	03	Sistema absoluto
G37	00	Medición automática de los desplazamientos de la herramienta	G91	03	Sistema incremental
G40	07	Cancelar compensación del cortador	G92	00	Establecer coordenadas de trabajo
G41	07	Compensación del cortador a la izquierda	G93	05	Modalidad de avance de tiempo inverso
G42	07	Compensación del cortador a la derecha	G94	05	Modalidad de avance por minuto
G43	08	Compensación + de la longitud de la herramienta	G98	10	Retorno al punto inicial
G44	08	Compensación - de la longitud de la herramienta	G99	10	Retorno al plano R
G47	00	Grabado de texto	G100	00	Cancelar la imagen espejo
G49	08	Cancela G43/G44/G143	G101	00	Activar la imagen espejo
G50	11	Cancelar G51	G102	00	Salida programable al RS-232
G51	11	Escalado	G103	00	Límite del predictor de bloques
G52	00	Establecer el sistema de coordenadas	G107	00	Correlación o transformación cilíndrica
G53	00	Selección fuera de modalidad de las coordenadas de la máquina	G110-G129	12	Seleccionar del sistema de coordenadas de trabajo
G54-G59	12	Selección del sistema de coordenadas de trabajo	G136	00	Medición automática del centro del desplazamiento de trabajo
G60	00	Posicionamiento unidireccional	G143	08	Compensación de la longitud de herramienta en el 5 eje
G61	13	Alto total dentro de modalidad (Exact Stop modal)	G150	00	Propósito general de fresado de cavidad
G64	13	Cancelar G61	G174-G184	00	Roscado rígido con propósitos generales
G65	00	Llamada macro-subrutina	G187	00	Control de precisión para maquinado en alta velocidad
G68	16	Rotación			

Fuente: <https://bit.ly/3sLRwRj>

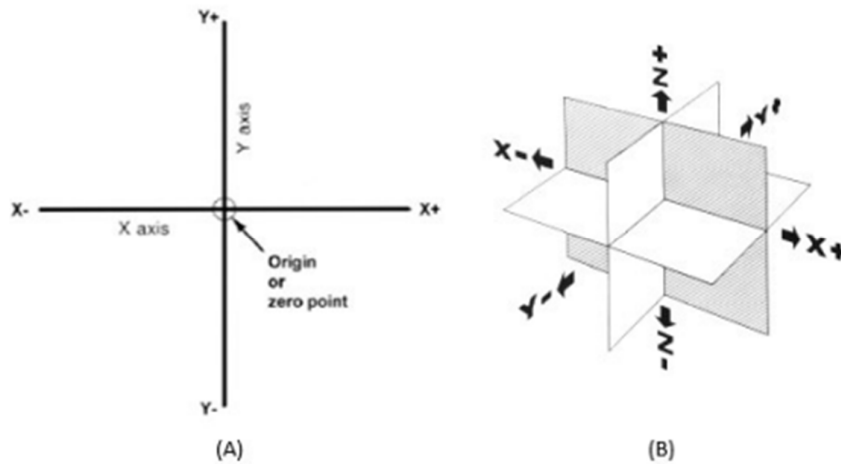
Sistemas de posicionamiento

La programación del CNC se divide en dos categorías distintas (Punto a punto u Orientado y Trayectoria continua o Contorno). La diferencia entre las dos categorías fue una vez muy distinta. Ahora, sin embargo, la mayoría de las unidades de control pueden manejar el mecanizado de punto a punto y continuo. Es necesario conocer ambos métodos de programación para comprender qué aplicaciones tiene cada uno en CNC. (Steve Krar y Arthur Gill 1999)

A) Sistema de punto a punto

El posicionamiento punto a punto se utiliza cuando es necesario ubicar con precisión el husillo o la pieza de trabajo montada en la mesa de la máquina, en una o más ubicaciones específicas para realizar operaciones tales como taladrar, escariar, perforar, golpear y perforar (Fig. 3-3).

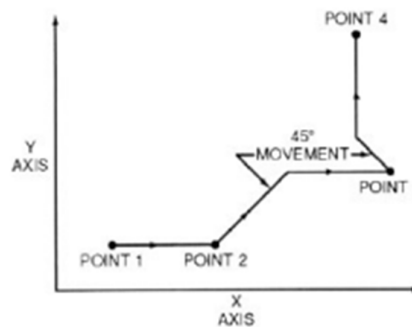
Figura 3: : Plano cartesiano 2D y 3D.



Fuente: (Steve Krar y Arthur Gill, 1999)

El posicionamiento punto a punto es el proceso de posicionamiento desde una posición o ubicación de coordenadas (XY) a otra, realizando la operación de mecanizado y continuando este patrón hasta que todas las operaciones se hayan completado en todas las ubicaciones programadas. (Steve Krar y Arthur Gill 1999)

Figura 4: La ruta seguida por el posicionamiento punto a punto



Fuente: (Steve Krar y Arthur Gill, 1999)

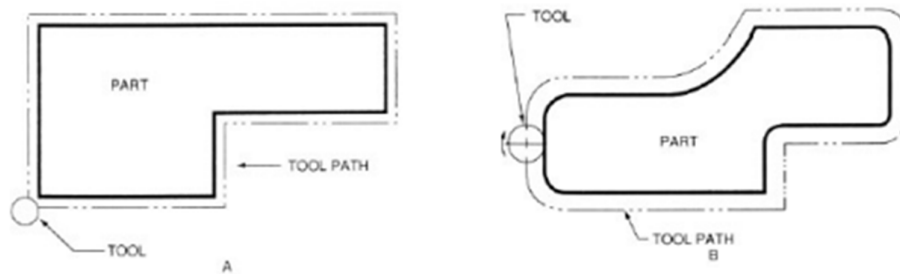
B) Sistema de trayectoria continua

El contorneado o mecanizado de trayectoria continua, implica un trabajo como el producido en un torno o una máquina de fresado, donde la herramienta de 44 corte está en contacto con la pieza de trabajo a medida que viaja de un punto programado al siguiente. El posicionamiento continuo de la trayectoria es la capacidad de controlar movimientos en dos

o más ejes de la máquina simultáneamente para mantener una relación constante entre la fresa y la pieza de trabajo. La información programada en el programa CNC debe posicionar con precisión la herramienta de corte de un punto al siguiente y seguir una ruta precisa predefinida a una velocidad de avance programada para producir la forma o el contorno requerido (Fig. 3-4). (Steve Krar y Arthur Gill 1999).

Proporciona un dominio continuo y simultaneo de más de un eje, por lo que controlan la trayectoria que sigue la herramienta en relación con la parte. Esto permite que la herramienta ejecute un proceso mientras se mueven los ejes y habilita al sistema para generar superficies angulares, curvas en dos dimensiones o contornos tridimensionales en la parte de trabajo. Este esquema de operación se requiere en máquinas de dibujo, operaciones de fresado, torneado y corte con flama. En el maquinado, el torneado de contornos también sigue un control continuo de trayectoria.

Figura 5: Tipos de mecanizado de contornos (A) Contorno simple; (B) contorno complejo



Fuente: (Steve Krar y Arthur Gill 1999)

Sistemas de programación

Se utilizan dos tipos de modos de programación, el sistema incremental y el sistema absoluto, para el CNC. Ambos sistemas tienen aplicaciones en programación CNC, y ningún sistema está bien o mal todo el tiempo. La mayoría de los controles en las máquinas herramientas

actuales son capaces de manejar programación incremental o absoluta. (Steve Krar y Arthur Gill 1999, 8)

A) Posicionamiento absoluto

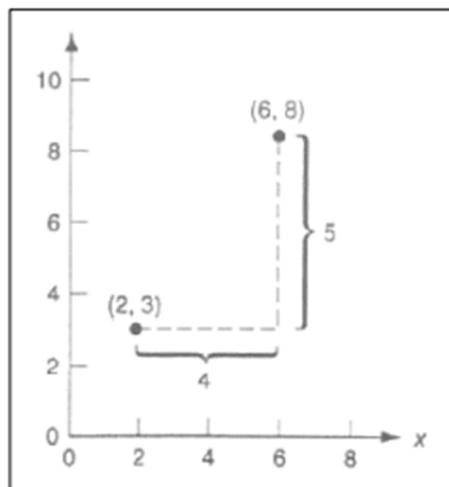
Las ubicaciones absolutas del programa siempre se proporcionan desde un único cero fijo o punto de origen. El punto cero o de origen puede ser una posición en la mesa de la máquina, como la esquina de la mesa de trabajo o en cualquier punto específico de la pieza de trabajo. En el dimensionamiento absoluto y la programación, cada punto o ubicación en la pieza de trabajo se proporciona como una cierta distancia desde el punto cero o de referencia. (Steve Krar y Arthur Gill 1999, 10)

Las posiciones del cabezal de sujeción de trabajo siempre se definen respecto al origen del sistema de coordenadas, ver figura 3-6.

B) Posicionamiento incremental

Las ubicaciones incrementales del programa siempre se dan como la distancia y la dirección desde el punto inmediatamente anterior. Los códigos de comando que le dicen a la máquina que mueva la mesa, el husillo. La siguiente disposición del cabezal de sujeción se define de acuerdo con la posición actual, ver figura 3-6.

Figura 6: Posicionamiento del sistema de coordenadas



El posicionamiento absoluto contra posicionamiento incremental. En este momento la cabeza de trabajo está en el punto (2,3) y se moverá al punto (6,8). En el posicionamiento absoluto, el movimiento se especificará mediante $x=6$, $y=8$; en el posicionamiento incremental, el movimiento se especificará mediante $x=4$, $y=5$.

TERMINOLOGÍA BÁSICA

Máquina CNC:

Una máquina CNC es “Son equipos de corte, grabado y/o marcado, que controla la posición y velocidad de los motores, a través de una computadora que acciona los ejes de la máquina mediante un Control Numérico Computarizado (CNC).” (SIDEKO,2022).

Control Numérico Computarizado (CNC):

Se puede definir como el control computarizado de procesos mecánicos principalmente de manufactura, que usa el código G como principal elemento de programación, permitiendo así la automatización de procesos de manufactura mecánica.

Diseño:

El diseño se puede definir como el “proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades.” (Wikipedia,2023)

Módulo educativo:

En este caso un módulo educativo lo podemos definir como un equipo que simula un proceso o máquina industrial, con fines de enseñanza y que tiene una cantidad menor de riesgos que sus versiones industriales

Software:

Programas y otras operaciones informáticas usadas por una computadora

2.5. Análisis de la Competencia

En el ámbito nacional, existen diversos trabajos y proyectos relacionados con el diseño y construcción de robots cartesianos, así como su aplicación en diferentes contextos educativos y productivos.

En el trabajo de Hernández Nuñez Mario

1, se presenta un diseño mecánico para la automatización en la carga de material de casting en una línea de maquinado de cabezas de cilindros, el cual se centra en los temas de diseño mecánico usando software, dinámica y cinemática directa para un robot cartesiano de tres grados de libertad.

Por otro lado, el trabajo de Narváez Herrera y Sánchez Bedón

2 realiza un análisis integral de la cinemática directa del robot cartesiano clasificador de objetos ferromagnéticos por peso, donde se presenta un modelo matemático validado y se discuten los errores cuadráticos medios obtenidos en la comparativa de las tres metodologías.

Además, en la Guía de Capacitación de COBATAB

3, se abordan los conceptos básicos de los robots cartesianos, su funcionamiento y aplicaciones en la industria, así como un crucigrama de conceptos relacionados con esta tecnología.

En la Tesis de Maestría en Automatización y Control de Mauricio E. Badillo Nájera

4, se presenta el diseño y construcción de un robot cartesiano experimental para la generación de trayectorias predefinidas, donde se abordan los sistemas de control automático, la cinemática del robot y el modelo matemático del sistema.

Finalmente, en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

5, se presentan ejemplos y figuras de diferentes tipos de robots, incluyendo un robot cartesiano y su volumen de trabajo o envolvente.

En cuanto a la competencia, es importante considerar que el desarrollo de un robot cartesiano de tres ejes como módulo didáctico en un instituto técnico en el área de mecánica de producción, requiere de una inversión inicial en equipos y software, así como de personal capacitado para su mantenimiento y actualización. Además, es necesario considerar la demanda y aceptación del mercado laboral hacia los

estudiantes capacitados en esta tecnología, así como la existencia de otros programas y módulos educativos similares en la región o en el país.

Por lo tanto, es recomendable realizar un análisis de mercado y una evaluación de la demanda y necesidades de la industria en la región, así como establecer alianzas y colaboraciones con empresas y centros de investigación especializados en robótica y automatización. Asimismo, es importante considerar la posibilidad de ofrecer cursos y capacitaciones adicionales en temas relacionados con la programación, mantenimiento y aplicación de robots cartesianos en diferentes contextos productivos.

2.6. Análisis FODA

Fortalezas:

Tecnología de vanguardia: La tecnología de los robots cartesianos de tres ejes es una herramienta moderna y eficiente que permite la automatización de procesos de mecanizado, lo que aumenta la precisión y productividad.

Aumento de competencias técnicas: Implementar un módulo robot cartesianos de tres ejes en un instituto técnico puede mejorar las habilidades y competencias técnicas de los estudiantes, lo que aumenta su empleabilidad en el mercado laboral.

Reducción de costos: La automatización de procesos de mecanizado puede reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia, lo que permite a las empresas ser más competitivas en el mercado.

Integración con otros módulos: El módulo robot cartesiano de tres ejes puede integrarse con otros módulos de mecánica de producción, lo que permite a los estudiantes tener una visión más completa del proceso de producción y aumentar su comprensión de los sistemas de producción.

Debilidades:

Inversión inicial: Implementar un módulo robot cartesiano de tres ejes puede requerir una inversión inicial significativa en equipos y software, lo que puede ser una barrera para algunos institutos técnicos.

Mantenimiento y actualización: Los equipos robot cartesiano de tres ejes requieren mantenimiento y actualización periódica para mantener su funcionamiento óptimo, lo que puede ser costoso y requerir personal capacitado.

Dificultad de aprendizaje: La tecnología de robot cartesiano de tres ejes puede ser difícil de aprender para algunos estudiantes, especialmente si no tienen experiencia previa en mecánica de producción.

Dependencia tecnológica: La dependencia de la tecnología de robot cartesiano de tres ejes puede hacer que los estudiantes sean menos capaces de realizar tareas manuales de mecanizado, lo que puede ser un desafío en situaciones en las que no se disponga de equipos de robot cartesiano de tres ejes.

Oportunidades:

Aumento de la demanda: La demanda de trabajadores capacitados en tecnología de robot cartesiano de tres ejes está aumentando en muchas industrias, lo que presenta una oportunidad para los institutos técnicos que ofrecen programas de formación en esta área.

Integración con otras tecnologías: La tecnología robótica puede integrarse con otras tecnologías emergentes, como la impresión 3D y la automatización industrial, lo que puede aumentar su atractivo y relevancia para los estudiantes.

Colaboración con empresas: Los institutos técnicos pueden colaborar con empresas locales para ofrecer programas de formación en tecnología robótica lo que puede ayudar a los estudiantes a obtener experiencia práctica y aumentar su empleabilidad.

Mejora de la calidad de la educación: La implementación de un módulo robot cartesiano de tres ejes puede mejorar la calidad de la educación en el área de mecánica de producción, lo que puede atraer a más estudiantes y aumentar la reputación del instituto técnico.

Amenazas:

Competencia: La creciente demanda de trabajadores capacitados en tecnología de robótica también está atrayendo a más institutos técnicos y proveedores de formación, lo que puede aumentar la competencia y reducir la cuota de mercado.

Cambios tecnológicos: La tecnología robot cartesiano de tres ejes está en constante evolución, lo que puede requerir una actualización constante de los equipos y software, lo que puede ser costoso y requerir personal capacitado.

Cambios en la demanda del mercado: Los cambios en la demanda del mercado pueden afectar la demanda de trabajadores capacitados en tecnología de robot cartesiano de tres ejes, lo que puede afectar la viabilidad de los programas de formación.

Costo de la formación: La formación en tecnología robótica puede ser costosa, lo que puede ser una barrera para algunos estudiantes y reducir la demanda de programas de formación en esta área.

2.7. Formulación del modelo de negocio

La formulación de negocio para el desarrollo de un robot cartesiano de tres ejes didáctico en un instituto en el programa de estudio de mecánica de producción implica la identificación de una oportunidad de mercado en la educación técnica y la creación de un producto que satisfaga esa necesidad.

La demanda de trabajadores capacitados en tecnología de robótica y automatización está aumentando en diversas industrias, y la formación en el uso y programación de robots cartesianos puede ser una habilidad valiosa para los estudiantes de mecánica de producción.

El desarrollo de un robot cartesiano didáctico en un instituto puede ofrecer una solución asequible y eficaz para la capacitación en robótica, ya que estos robots suelen ser más económicos y fáciles de programar que otros tipos de robots industriales. Además, el diseño modular y la fácil mantenibilidad de los robots cartesianos los hacen una opción popular para muchas empresas.

El robot cartesiano didáctico puede ser utilizado en diversas aplicaciones industriales, como el ensamblaje, la soldadura y la manipulación de materiales, lo que lo hace una herramienta versátil y valiosa para la formación en mecánica de producción.

La creación de un robot cartesiano didáctico en un instituto también puede ofrecer oportunidades de colaboración con empresas locales e industrias, lo que puede conducir a proyectos de investigación y desarrollo adicionales y a la creación de redes de contactos en la industria.

Sin embargo, el desarrollo de un robot cartesiano didáctico también implica algunos desafíos, como la necesidad de invertir en equipos y software especializados, la necesidad de personal capacitado para la instalación, el mantenimiento y la actualización del robot, y la necesidad de adaptar el programa de estudio de mecánica de producción para incluir la formación en robótica.

En resumen, la formulación de negocio para el desarrollo de un robot cartesiano de tres ejes didáctico en un instituto en el programa de estudio de mecánica de producción implica la identificación de una oportunidad de mercado en la educación técnica y la creación de un producto que satisfaga esa necesidad, ofreciendo una solución asequible y eficaz para la capacitación en robótica y la creación de oportunidades de colaboración con empresas locales e industrias.

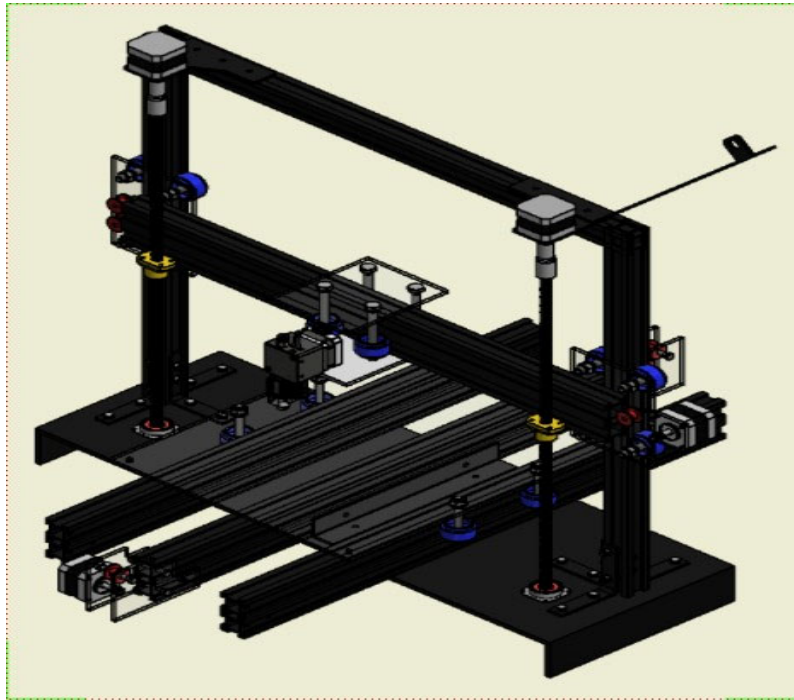
3. DESARROLLO DEL PRODUCTO MÍNIMO VIABLE

3.1. Prototipo de la solución

La máquina de robot cartesiano CNC tiene una estructura pensada para desplazarse dentro de los 3 ejes cartesianos, X, Y, Z, lo que permite el desarrollo de actividades en un espacio cartesiano.

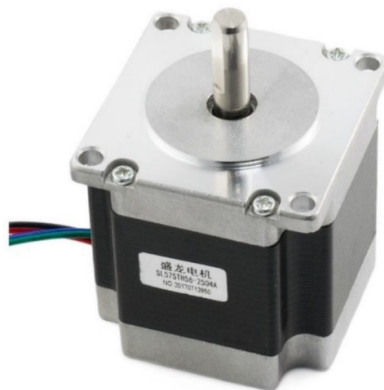
Si bien está pensado para moverse en un espacio tridimensional, la máquina de robot cartesiano CNC de 3 ejes está pensada para trabajar en un espacio bidimensional, dado por el área de la superficie del material que se coloque. Por lo que la funcionalidad del eje Z es el posicionamiento de la herramienta sobre la superficie de trabajo, mientras que de los ejes X, Y es la de poder realizar la trayectoria requerida en la superficie de trabajo.

Figura 7 Modelo 3D de la CNC



Como se puede ver en la figura 4-2, la CNC tiene una estructura basada en 3 ejes móviles, un par de trabajo que se encuentra encerrada por los perfiles usados para la construcción de los ejes. Estos ejes son accionados por un motor paso a paso colocado para el movimiento de cada eje, de este modo se puede tener una mayor precisión en el desplazamiento.

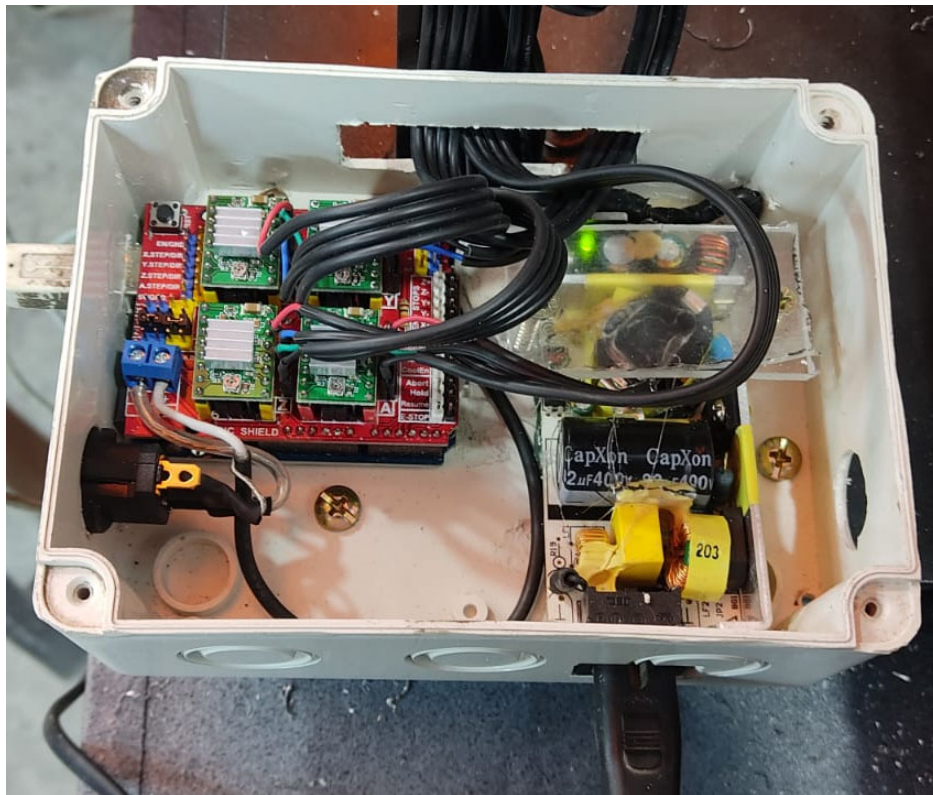
Figura 8 Motor paso a paso



El cabezal está pensado para poder llevar una herramienta de trazo como un plumón, esto con el fin de poder plasmar la trayectoria que se ejecuta de forma segura. De este modo los estudiantes podrán reconocer el resultado final, teniendo un menor riesgo de accidentes en caso de errores durante su proceso de aprendizaje.

En la parte eléctrica se tiene un circuito que puede manejar el movimiento de los 3 ejes, el que se ha utilizado una serie de drivers para los motores que se ubican montados sobre un Arduino, el cual es una placa de desarrollo, el cual enlaza el software utilizado con el sistema mecánico de la máquina CNC. Así mismo se tiene una fuente de alimentación que transforma el voltaje de 220 en corriente alterna a la necesitada por los motores paso a paso.

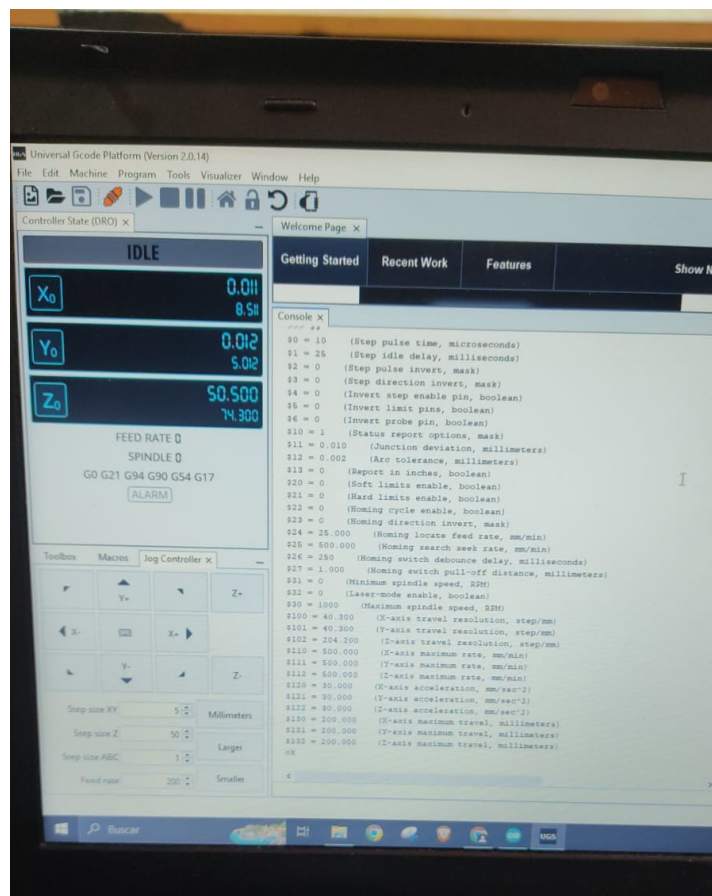
Figura 9: Circuito eléctrico físico



Cabe resaltar que la fuente de alimentación del Arduino es la misma computadora, esto mediante un cable USB que sirve para el intercambio de datos y como cable de alimentación de la placa.

La máquina CNC está asociada a un software llamado Universal Gcode Platform, el cual permite el uso de código G para la manipulación de las máquinas CNC. Esto mediante una interfaz amigable de fácil manipulación e intuitiva, que consta de botones de dirección, lectura de coordenadas, control del paso de avance entre otras funciones de fácil aprendizaje

Figura 10: Pantalla e inicio del Universal Gcode Plataform



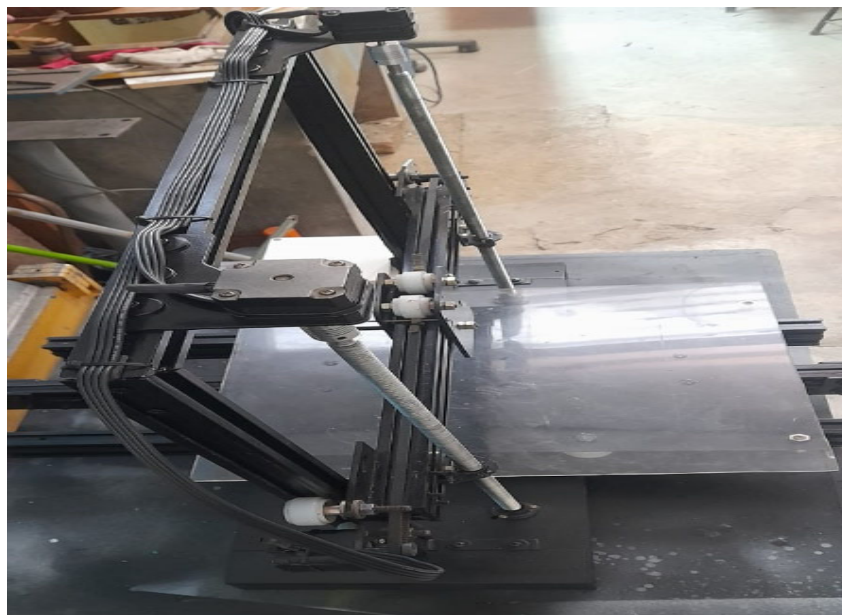
Con la interconexión de todos los elementos tanto las parte mecánica, eléctrica y de software se pudo tener una máquina CNC funcional como se puede ver en la figura 4-6

Figura 11: máquina CNC finalizada



Una vez comprobado su funcionamiento se pasó a dar los acabados estéticos correspondientes, como se evidencia en la imagen 12

Figura 12: CNC acabada



Esta máquina CNC tiene las mismas capacidades en cuanto a movimiento y precisión que las máquinas usadas dentro de un espacio industrial.

3.2. Planificación de entrevistas cualitativas

La planificación para la validación de la solución se ha realizado a través de un cuestionario de preguntas el cual se adjunta en el anexo

4. VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

4.1. Informe de entrevistas cualitativas

Para la validación del proyecto de innovación se realizó un informe de encuestas tanto cualitativas, así como cuantitativas el cual mostramos referencias de dichas entrevistas, así como análisis.

Figura 13: Encuestas

2. De acuerdo con el tamaño de la empresa. ¿Qué tipo de empresa es? *

Marca solo un óvalo.

☐ Microempresa

☐ Pequeña empresa

☐ Mediana empresa

☐ Grande empresa

3. ¿Qué labores metal-mecánicas realiza la empresa? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

☐ Corte de metales

☐ Fabricación de piezas

☐ Construcción de estructuras

☐ Fabricación y/o mantenimiento de máquinas

☐ Instalación de tuberías

☐ Fabricación de muebles

☐ Venta de tubos

☐ Otros: _____

4. ¿Realiza corte de tubos metálicos? *

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No *Ir a la pregunta 32*

☐ En un futuro *Ir a la pregunta 40*

METALICOS

5. ¿Cómo realiza los cortes en tubos? *

Marca solo un óvalo.

☐ Herramientas manuales (amoladoras, sierras, tijeras, sopletes, etc.) *Ir a la pregunta 26*

☐ Torno y/o Fresadora *Ir a la pregunta 26*

☐ Máquinas CNC para corte tubular *Ir a la pregunta 10*

6. ¿Qué tipo de cortes realiza? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

☐ Transversales

☐ De unión

☐ Figuras diversas

☐ Otros: _____

7. ¿Cuánto tiempo se tarda aproximadamente en realizar los cortes mencionados? *

Marca solo un óvalo.

☐ 0 - 10 min

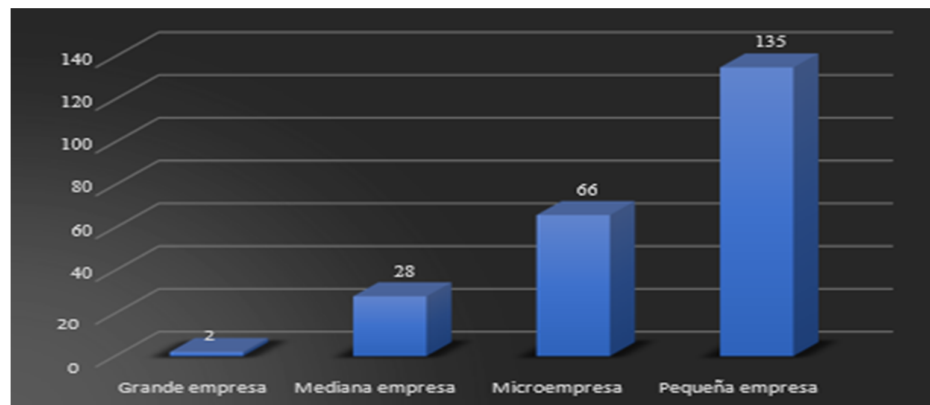
☐ 10 - 30 min

☐ 30 - 1 hr

☐ 1 - 4 hr

☐ Más de 4 hr

Figura 14: Resultados de encuestas



Como se puede ver la mayoría de las empresas que se dedican al corte de metales son pequeñas empresas, lo que representa el 58.44% de todos los encuestados que realiza el corte de metales.

4.2. Formulación de la Malla receptora de información

Matriz que identifica los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos del macro entorno de empresas asociadas al programa de estudio (Juan Martín, 15 de mayo de 2017).

Tabla 2:Matriz

A) POLÍTICOS ● Políticas de Impuestos (DS N° 29-94-EF) ● Regulaciones de Seguridad (DS N° 009-2005-TR) ● Protección al Público Consumidor (LEY N° 29571)	B) ECONÓMICOS ● Situación Económica Nacional ● Interés y tasas de cambio
C) SOCIO CULTURALES ● Demografía (personas 12-45) ● Opinión y Actitud del Consumidor ● Publicidad y relaciones públicas	D) TECNOLÓGICOS ● Desarrollos tecnológicos de los competidores ● Potencial de innovación, acceso a la nueva tecnología

4.3. Formulación del modelo de negocio actualizado post entrevista

Tabla 3: Cuadro de empresas

Empres a	Actividad económica	Tipo de compet idor	Alcance	Tipo de cliente	Factor de éxito
CNC.PE	Venta de máquinas y piezas de CNC router y láser	Directo	Nacional	Empresas Mypes	● Servicios de asesoría y soporte técnico ● Venta de máquinas y repuestos
Midsu Technolog y Group	Venta de accesorios y máquinas CNC de oxicorte, plasma, láser y router	Directo	Nacional	Empresas de mecánica de producción	● Servicio de capacitación y soporte ● Venta de accesorios ● Al comprar más de 3 productos se ofrece un descuento del 4 %.
Cortelaser peru - sl tecnologia peru s.a.c	Venta de máquinas CNC láser	Directo	Nacional	Empresas Mypes	● Especialización ● Precios accesibles ● Variedad de modelos
RAIMSA	Fabricación y venta de máquinas CNC Servicios de mecanizado	Directo	Nacional	Empresas de metalmecánica	● Fabricación de máquinas ● Servicios de consultoría y asesoramiento ● Servicio de capacitación y soporte. ● Se ofrece una garantía de un año.

5. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1. Alcance esperado del proyecto

Beneficiarios directos

Los principales beneficiados son los estudiantes y docentes del IESTP “SAM” ya que el proyecto se aplicará en sus instalaciones. Los estudiantes de mecánica de producción, recibirán una mejor educación desde el aspecto práctico y técnico, así mismo esta formación les permitirá ser más competitivos en el entorno laboral.

Por otro lado, los docentes podrán mejorar la calidad de sus clases, resultados en una mejora en la calidad de enseñanza que estos brindan, obteniendo una herramienta que facilite la realización de sus actividades docentes dentro del salón.

Beneficiarios indirectos

De forma indirecta se beneficia al IESTP “SAM” ya que mejora su calidad de enseñanza y prestigio, lo que puede derivar en un aumento de alumnos, convenios y demás beneficios relacionados. Así mismo las empresas de producción que aplican CNC en sus procesos de producción se verán beneficiados ya que se les permitirá encontrar personal capacitado en el manejo y uso de las máquinas CNC, que no tendrá que pasar por una capacitación extensa para manejar las máquinas.

Nivel de alcance: Local

El producto está pensado para ser distribuido dentro de la provincia de Huancayo. El producto cumple con las necesidades locales de enseñanza, práctica y capacitación necesaria dentro del entorno local para su correcta comercialización.

Se espera que el proyecto llegue a beneficiar a una gran cantidad de jóvenes estudiantes de institutos técnicos dentro de la provincia de Huancayo, con el fin de mejorar sus capacidades técnicas en el manejo y mantenimiento de máquinas CNC utilizadas en la industria de producción mecánica.

Figura 75: Mapa geográfico de Huancayo - distritos



Se espera que el proyecto llegue a beneficiar a una gran cantidad de jóvenes estudiantes de institutos técnicos dentro de la provincia de Huancayo, con el fin de mejorar sus capacidades técnicas en el manejo y mantenimiento de máquinas CNC utilizadas en la industria de producción mecánica.

SEGMENTOS DE CLIENTES

Nuestro público objetivo son las diversas instituciones de educación técnica, tanto colegios como institutos que tengan las carreras de mecánica de producción o afines relacionadas a esta. Aun así, nuestro producto puede expandirse para ser utilizada en universidades y centros laborales como una herramienta de capacitación.

En el diario El Peruano, en el mes de abril, se anunció por parte del Ministro de Educación que la formación técnica en colegios se ampliaría a más de 800 instituciones a nivel nacional,

así mismo dentro de espacio local ya se tiene a más de 50 instituciones técnicas entre colegios e institutos de educación técnica superior.

Dicho esto, podemos decir que nuestro segmento de clientes esta limitado por la provincia de Huancayo, tienen que se instituciones de educación técnica, ya sean colegios o institutos de educación superior, tiene que tener la carrera de mecánica de producción o afines a la misma y pueden públicos o privados.

1.1 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

El modelo de distribución será mediante una conexión directa entre el fabricante y el usuario final, esto como un punto de partida para la introducción del producto al mercado, posteriormente se realizará acuerdos para abrir puntos de ventas que pueden ser dentro del institutos “SAM” como en distribuidoras y el mismo centro de producción. Pudiendo ser vendido tanto de forma física como virtual.

5.2. Gantt proyectado de ejecución

Tabla 4: Diagrama de Gantt

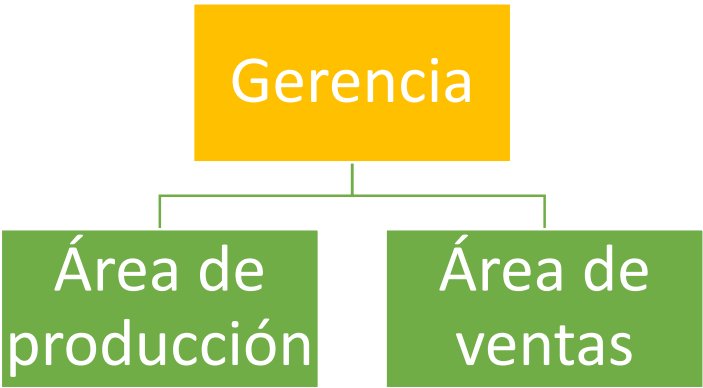
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MESES - 2024									
		M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Planificación del proyecto de innovación	x	x								
2	Elaboración del perfil de proyecto		x								
3	Presentación y aprobación con RD			x							
4	Desarrollo del proyecto de innovación			x	x	x	x	x	x	x	
5	Informe del proyecto de innovación			x	x	x	x	x	x	x	

5.3. Determinación del costo del producto/servicio

RECURSOS HUMANOS

Organización del recurso Humano

Figura 86: Estructura de organización



Organización de funciones

Tabla 5: Requisitos y funciones de cada área

Elemento	Requisito	Funciones
Gerencia	• Liderazgo • Experiencia laboral • Manejo de emociones	• Administración de recursos • Generación de motivación • Establecimiento de objetivos • Generación de estabilidad laboral
Producción	• Técnicos especializados en mecánica de producción • Técnicos especializados en eléctrica y electrónica • Capacidad innovadora • Conocimiento de buenas prácticas de manufactura • Autodidactas	• Fabricación de máquinas • Control de calidad • Diseño y simulación mecánica y eléctrica • Control de tiempos de producción

		• Ampliación de buenas prácticas de manufactura.
Ventas	• Conocimientos de marketing • Experiencia en ventas • Habilidad social • Habilidades comunicativas • Poder de convencimiento	• Captación de clientes • Venta y Distribución de productos • Elaboración de planes de marketing

RECURSOS MATERIALES

En esta sección se presentan la listas de materiales y equipos que se requieren para la realización del proyecto de innovación, considerando los materiales para la construcción, equipos para el diseño y equipos para el mecanizado

Tabla 6: Lista de materiales

Nombre	Cantidad
Arduino y kit de electrónica	1
Tubo cuadrado	1
Motores paso a paso	4
Accesorios y componentes electrónicos (resistencias, diodo, etc.)	1
Baquelita	1
Faja dentada	1
Cables	1
Aluminio compuesto	1
Rodajes	12
Barrillas	2
Plumón conductivo	1

Tabla 7: Lista de equipos

Nombre	DURACIÓN x hora
Laptop	2.0
Impresora 3D	1.0
Torno	1.0

Plegadora	0.5
Cortadora Laser	0.5
CNC Planchas	0.1

DETERMINACIÓN DEL COSTRO DEL PRODUCTO

Coste de material - cadena de venta

Es el costo de los procesos de ingeniería realizados, como la realización de diseños, ensamblajes, pruebas, documentación, procesos de en software entre toros.

Tabla 8: Costo de materiales

Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)
Arduino y kit de electrónica	1	S/ 350.00	S/ 350.00
Tubo cuadrado	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Motores paso a paso	4	S/ 50.00	S/ 200.00
Accesorios y componentes electrónicos (resistencias, diodo, etc.)	1	S/ 450.00	S/ 450.00
Baquelita	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Faja dentada	1	S/ 100.00	S/ 100.00
Cables	1	S/ 200.00	S/ 200.00
Aluminio compuesto	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Rodajes	12	S/ 20.00	S/ 240.00
Barrillas	2	S/ 90.00	S/ 180.00
Plumón conductivo	1	S/ 160.00	S/ 160.00
Total			S/ 2,230.00

Coste de construcción y pruebas - cadena de venta

Es el costo correspondiente a todas la actividades relacionadas a la construcción y pruebas de producto. Esto incluye la fabricación de la máquina y un control de calidad de su funcionamiento.

Tabla 9: Costo de construcción y pruebas

Tarea	N° de horas	Precio horario (S/)	Coste Total (S/)
Construcción del prototipo CNC	70	S/ 15.00	S/ 1,050.00
Realización de pruebas de funcionamiento	8	S/ 15.00	S/ 120.00
Calibraciones finales	4	S/ 15.00	S/ 60.00
Total			S/ 1,230.00

Coste de equipos - cadena de venta

Es el costo por los servicios y uso de equipos para la realización de cada actividad, durante la fabricación del producto.

Tabla 10: Costo de uso de equipos

Nombre	COSTO x minuto	DURACIÓN x hora	COSTO TOTAL
Laptop	S/ 6.00	2.0	S/ 12.00
Impresora 3D	S/ 18.00	1.0	S/ 18.00
Torno	S/ 36.00	1.0	S/ 36.00
Plegadora	S/ 30.00	0.5	S/ 15.00
Cortadora Laser	S/ 36.00	0.5	S/ 18.00
CNC Planchas	S/ 720.00	0.1	S/ 72.00
Total			S/ 171.00

Precio de venta - cadena de venta

Es el costo comercial de venta, es decir el costo de adquisición que se pagara por parte del comprador por unidad adquirida.

Tabla 11: Precio de venta final

Material	Construcción y pruebas	Servicio	Coste Unitario	Beneficio	Precio de venta
S/ 2,230.00	S/ 1,230.00	S/ 171.00	S/ 3,631.00	10%	S/ 3,994.10

5.4. Presupuesto y financiamiento

Horas de ingeniería

Son las horas de trabajo de ingeniería realizadas durante la creación de la innovación. Estas horas incluyen procesos en software como diseños y modelados 3D, así mismo implica la realización de pruebas, construcción, correcciones entre otros.

Tabla 12: Costo de horas de ingeniería

Tarea	N° de horas	Precio horario (S/)	Coste Total (S/)
Planificación del proyecto de investigación/ innovación	9	S/ 20.00	S/ 180.00
Elaboración del perfil de proyecto	12	S/ 20.00	S/ 240.00
Organización de desarrollo del proyecto	16	S/ 20.00	S/ 320.00
Diseño de la estructura mecánica	27	S/ 20.00	S/ 540.00
Elaboración de los planos eléctricos y electrónicos.	18	S/ 20.00	S/ 360.00
Construcción del prototipo CNC	210	S/ 20.00	S/ 4,200.00
Realización de pruebas de funcionamiento	24	S/ 20.00	S/ 480.00
Calibraciones finales	16	S/ 20.00	S/ 320.00
Realización de documentos finales y entrega de prototipo.	24	S/ 20.00	S/ 480.00
Total	356	S/ 20.00	S/ 7,120.00

Costo de materiales

Es el costo de los materiales usados en el proceso de la creación de la innovación.

Tabla 13: Costo de materiales en innovación

Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)
Arduino y kit de electrónica	1	S/ 350.00	S/ 350.00
Tubo cuadrado	1	S/ 250.00	S/ 250.00
Motores paso a paso	4	S/ 50.00	S/ 200.00
Accesorios y componentes electrónicos (resistencias, diodo, etc.)	1	S/ 450.00	S/ 450.00

Baquelita	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Faja dentada	1	S/ 100.00	S/ 100.00
Cables	1	S/ 200.00	S/ 200.00
Aluminio compuesto	1	S/ 50.00	S/ 50.00
Rodajes	12	S/ 20.00	S/ 240.00
Barrillas	2	S/ 90.00	S/ 180.00
Plumón conductivo	1	S/ 160.00	S/ 160.00
Total			S/ 2,230.00

Costo de servicios

Es el costo de los servicios y equipos usados por hora, durante la creación de la innovación.

Tabla14 : Costo de equipos en innovación

Nombre	COSTO x hora	DURACIÓN x hora	COSTO TOTAL
Laptop	S/ 6.00	12	S/ 72.00
Impresora 3D	S/ 18.00	5	S/ 90.00
Torno	S/ 36.00	6	S/ 216.00
Plegadora	S/ 30.00	2	S/ 60.00
Cortadora Laser	S/ 36.00	1	S/ 36.00
CNC Planchas	S/ 720.00	1	S/ 720.00
Total			S/ 1,194.00

Presupuesto final

Es el presupuesto final usado durante todo el proceso de creación de la innovación, lo que incluye prototipos, pruebas, servicios, materiales, correcciones y creación del producto final

Tabla 1 5 : Presupuesto de innovación

Nombre	COSTO TOTAL
Coste según horas de Ingeniería	S/ 7,080.00
Coste material	S/ 2,230.00
Coste de servicio	S/ 1,194.00
Total	S/ 10,504.00

Financiamiento

El financiamiento se cubrió en su totalidad por los integrantes encargados del proyecto, llegando al monto de S/. 10 504.00, lo que representa la totalidad del presupuesto planificado.

6. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

6.1. Aspecto Social

El diseño y construcción de un robot cartesiano de tres ejes multifuncional programable didáctico en el contexto del programa de estudio de mecánica de producción industrial del IESTP “SAM” implica varios aspectos sociales y educativos que se alinean con los principios de la economía circular.

Educación y Aprendizaje: La implementación de un robot didáctico en el currículo de mecánica de producción industrial fomenta el aprendizaje práctico y la comprensión de conceptos de ingeniería y programación. Esto no solo mejora las habilidades técnicas de los estudiantes, sino que también promueve el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Sostenibilidad: Integrar la economía circular en el diseño del robot significa que se prioriza el uso de materiales reciclados o reutilizables, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental. Esto educa a los estudiantes sobre la importancia de minimizar el desperdicio y maximizar la eficiencia de los recursos.

Innovación y Creatividad: El desarrollo de un robot multifuncional permite a los estudiantes experimentar con la innovación. Al diseñar y programar el robot, los alumnos pueden aplicar su creatividad para resolver problemas reales, lo que puede llevar a nuevas ideas y soluciones en el ámbito industrial.

Preparación para el Futuro Laboral: La formación en robótica y programación es altamente valorada en el mercado laboral actual. Al incluir estas habilidades en el programa educativo, se prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la industria moderna, donde la automatización y la tecnología son cada vez más prevalentes.

Colaboración con la Comunidad: Proyectos como este pueden involucrar a la comunidad local, fomentando la colaboración entre instituciones educativas y empresas. Esto puede resultar en oportunidades de pasantías y empleo para los estudiantes, así como en el desarrollo de proyectos que beneficien a la comunidad.

6.2. Aspecto Ambiental

El diseño y construcción de un robot cartesiano de tres ejes multifuncional programable didáctico en el programa de estudio de mecánica de producción industrial del IESTP “SAM” presenta varios aspectos ambientales relevantes, especialmente cuando se incorpora el concepto de economía circular.

Aspectos Ambientales

Uso de Materiales Sostenibles: La economía circular promueve el uso de materiales reciclados o de bajo impacto ambiental. En el diseño del robot, se puede optar por componentes que sean fácilmente reciclables o que provengan de fuentes sostenibles, reduciendo así la huella ecológica del proyecto.

Eficiencia Energética: La construcción de un robot que opere con motores y sistemas de control eficientes puede contribuir a la reducción del consumo energético. La implementación de tecnologías que optimicen el uso de energía no solo beneficia al medio ambiente, sino que también reduce costos operativos.

Minimización de Residuos: La economía circular se centra en la reducción de residuos. Al diseñar el robot, se pueden aplicar técnicas de fabricación que generen menos desechos, como la impresión 3D, que permite crear componentes con un uso más eficiente de los materiales.

Educación Ambiental: La inclusión de un robot didáctico en el currículo educativo no solo enseña sobre robótica, sino que también puede ser una plataforma para educar a los estudiantes sobre prácticas sostenibles y la importancia de la economía circular en la industria. Esto fomenta una conciencia ambiental en las futuras generaciones de ingenieros.

Impacto en la Comunidad: La creación de un robot que pueda ser utilizado en aplicaciones que beneficien a la comunidad, como la automatización de procesos en la agricultura o la recolección de

residuos, puede tener un impacto positivo en el medio ambiente local. Esto puede incluir la reducción de la contaminación y la mejora en la gestión de recursos.

6.3. Aspecto Económico

El diseño y construcción de un robot cartesiano de tres ejes multifuncional programable didáctico en el programa de estudio de mecánica de producción industrial del IESTP “SAM” presenta diversos aspectos económicos que son relevantes para su implementación, especialmente al integrar principios de economía circular.

Costos de Producción: La elección de materiales sostenibles y reciclables puede reducir significativamente los costos de producción. Utilizar componentes que se alineen con la economía circular no solo disminuye el gasto en materias primas, sino que también puede facilitar el acceso a subvenciones o financiamiento para proyectos sostenibles.

Ahorro en Recursos: La economía circular enfatiza la minimización del desperdicio. Al diseñar el robot de manera que utilice materiales de manera eficiente, se pueden reducir los costos asociados con la compra de nuevos materiales y la eliminación de desechos. Esto es especialmente relevante en el ámbito educativo, donde los presupuestos suelen ser limitados.

Eficiencia Energética: La implementación de tecnologías que optimicen el consumo energético del robot puede traducirse en ahorros a largo plazo. Un robot eficiente no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a una menor huella de carbono, alineándose con las tendencias actuales hacia la sostenibilidad.

Capacitación y Desarrollo de Habilidades: La inversión en la formación de estudiantes en robótica y programación puede generar un retorno económico significativo. Los egresados con habilidades en estas áreas son altamente demandados en el mercado laboral, lo que puede resultar en mejores oportunidades de empleo y, por ende, en un impacto económico positivo para la comunidad.

Colaboraciones y Alianzas: La construcción del robot puede abrir oportunidades para colaboraciones con empresas locales y otras instituciones educativas. Estas alianzas pueden resultar en financiamiento

adicional, recursos compartidos y oportunidades de desarrollo profesional, beneficiando tanto a los estudiantes como a la economía local.

Innovación y Competitividad: Al desarrollar un robot multifuncional, el IESTP “SAM” puede posicionarse como líder en la educación técnica, atrayendo más estudiantes y recursos. Esto no solo mejora la sostenibilidad económica de la institución, sino que también fomenta un entorno de innovación que puede beneficiar a la industria local.

6.4. Aspecto Tecnológico

El diseño y construcción de un robot cartesiano de tres ejes multifuncional programable didáctico en el programa de estudio de mecánica de producción industrial del IESTP “SAM” involucra varios aspectos tecnológicos relevantes, especialmente en el contexto de la economía circular.

Cinemática y Control: La cinemática del robot cartesiano es fundamental para su funcionamiento. Se requiere desarrollar tanto la cinemática directa como la inversa para determinar las posiciones y trayectorias que el robot puede seguir. Esto implica el uso de algoritmos que permiten al robot moverse de manera precisa en un espacio tridimensional.

Programación y Software: El robot puede ser programado utilizando lenguajes como Python o plataformas como Arduino. Esto permite la creación de interfaces de usuario que facilitan el control del robot y la implementación de algoritmos de control de movimiento. La elección de software de código abierto, como Python, proporciona flexibilidad y accesibilidad para los estudiantes.

Integración de Sensores y Actuadores: La incorporación de sensores (como encoders) y actuadores (motores paso a paso o servomotores) es crucial para el control preciso del robot. Estos componentes permiten la retroalimentación en tiempo real y la adaptación del movimiento a diferentes tareas, lo que aumenta la versatilidad del robot en aplicaciones didácticas.

Diseño Modular: Un enfoque modular en el diseño del robot facilita su construcción y mantenimiento. Esto significa que los estudiantes pueden aprender a ensamblar y desensamblar componentes, lo que les proporciona una comprensión práctica de la robótica y la ingeniería mecánica. Además, un diseño

modular permite realizar actualizaciones o modificaciones en el futuro sin necesidad de reconstruir el robot completamente.

Aplicaciones en Educación: El robot cartesiano se utiliza como herramienta didáctica para enseñar conceptos de mecatrónica, control numérico y automatización. Su construcción y programación permiten a los estudiantes aplicar teorías aprendidas en clase a situaciones prácticas, fomentando un aprendizaje activo y significativo.

Sostenibilidad y Economía Circular: Al diseñar el robot con un enfoque en la economía circular, se busca utilizar materiales reciclables y procesos de fabricación que minimicen el desperdicio. Esto no solo reduce el impacto ambiental, sino que también enseña a los estudiantes la importancia de la sostenibilidad en el desarrollo tecnológico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los resultados evidenciados durante la realización y evaluación del presente proyecto de innovación demuestran que la fabricación de un simulador CNC de 3 ejes con materiales reciclados con fines educativos dentro de la ciudad de Huancayo, es viable y comercializable.

La máquina de simulación CNC cuenta con una desviación de trayectoria menor a 1mm en cada uno de sus ejes, por lo que esta máquina realiza trazos similares a máquinas comerciales de calidad industrial, lo que permitirá al estudiante tener un conocimiento real de la manipulación de este tipo de máquinas.

La estructura del simulador CNC es una estructura común en las máquinas CNC industriales, con la única variación dispuesta en el tamaño de la máquina, esta similitud con las máquinas reales de la industria también permite al estudiante poder entender los límites del modelo industrial, su limpieza y mantenimiento.

También se puede adaptar ciertas herramientas reales de aplicación manufacturera a la máquina, por lo que se puede aplicar correctamente trabajos de básicos de manufactura al estudiante, facilitando así su formación técnica.

Finalmente, el producto tiene un alto nivel de comercialización y aplicación educativa de bajo riesgo y costo, lo que permite que este producto pueda ser insertado en el mercado forma eficiente y adecuada.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se tiene que el uso de esta máquina debe ser con fines educativos principalmente. Se recomienda iniciar con capacitaciones en el manejo del software y los límites estructurales de la CNC

También se recomienda mantener una supervisión en la calibración de la máquina, tanto en niveles de software como de la estructura mecánica, esto debido que al tener fines educativos se tiene el riesgo de cometer errores, por lo que se puede descalibrar algunos parámetros unciales

Bibliografía

El_Peruano. (2023, abril). Becerra: Educación técnica empezará en 846 colegios. Elperuano.pe.

<https://www.elperuano.pe/noticia/210198-becerra-educacion-tecnica-empezara-en-846-colegios>

Geng, H. (2016). *Manufacturing Engineering Handbook (2ª edición)*. McGraw Hill Higher Education.

SIDECO. (2022, diciembre 14). ¿Qué son las Máquinas CNC? ¡Conoce cada detalle! SIDECO | Máquinas CNC. <https://sideco.com.mx/que-son-las-maquinas-cnc/>

Solís Santamaría, S. I., Solís Santamaría, T. M., Lasluisa-Naranjo, H. G., & Albán-Andrade, E. D. (2023). Evolución y utilidad del mecanizado CNC en el diseño industrial. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11), 42–55. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11.0083>

Steve Krar, y Arthur Gill (1999). *COMPUTERNUMERICAL CONTROL PROGRAMMING BASICS*. New York: INDUSTRIAL PRESS, INC.

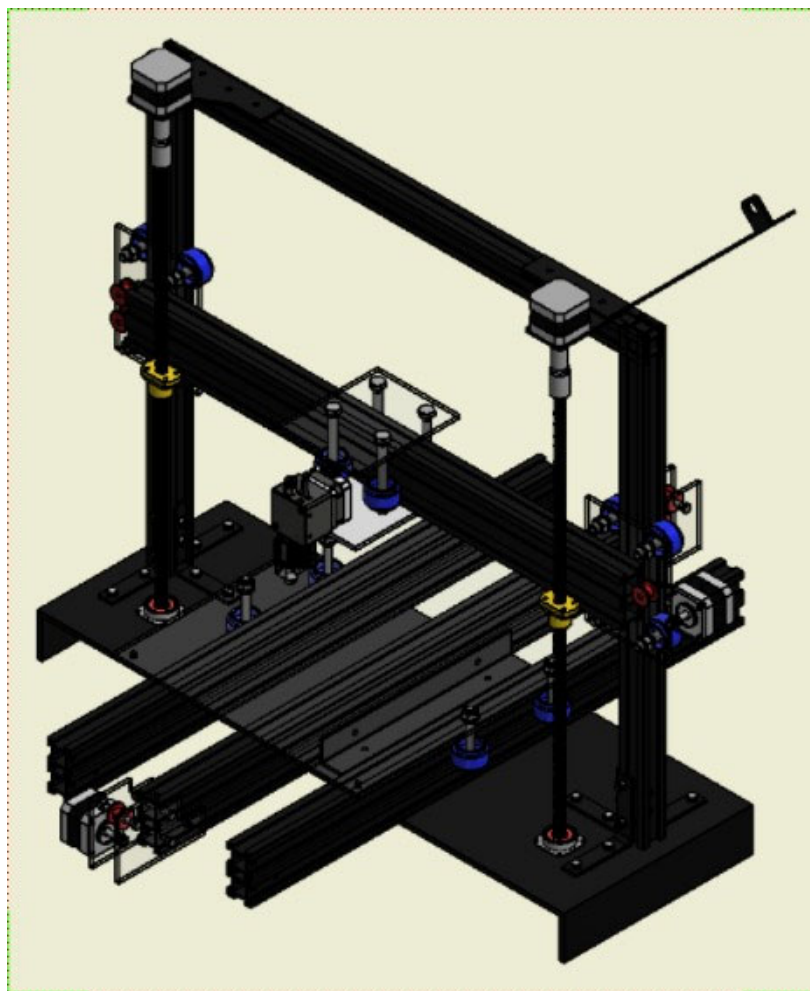
Unidas, N. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Cepal.org. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Wikipedia contributors. (2023). Diseño mecánico. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Dise%C3%B1o_mec%C3%A1nico&oldid=152278809

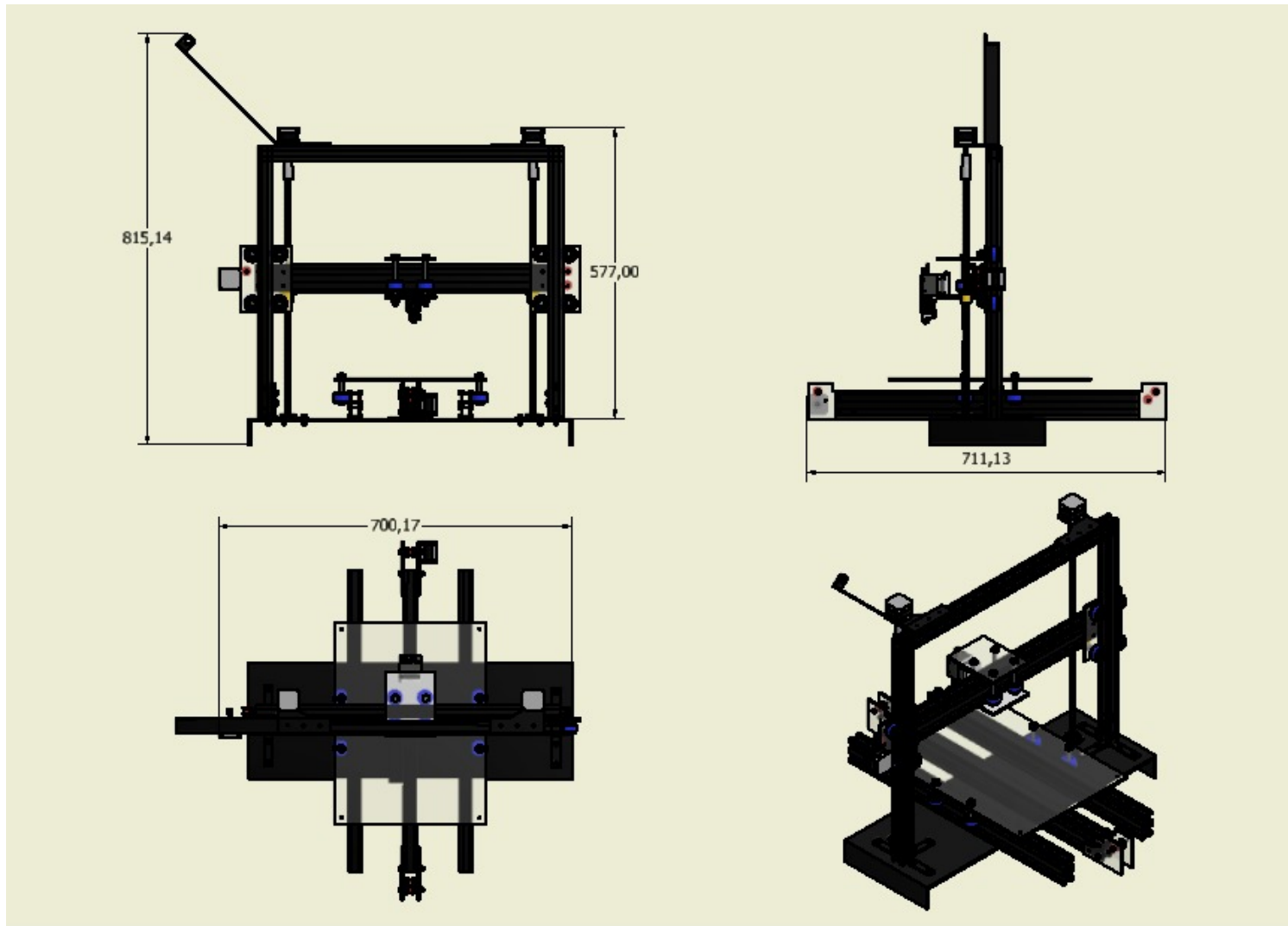
ANEXOS

ANEXOS

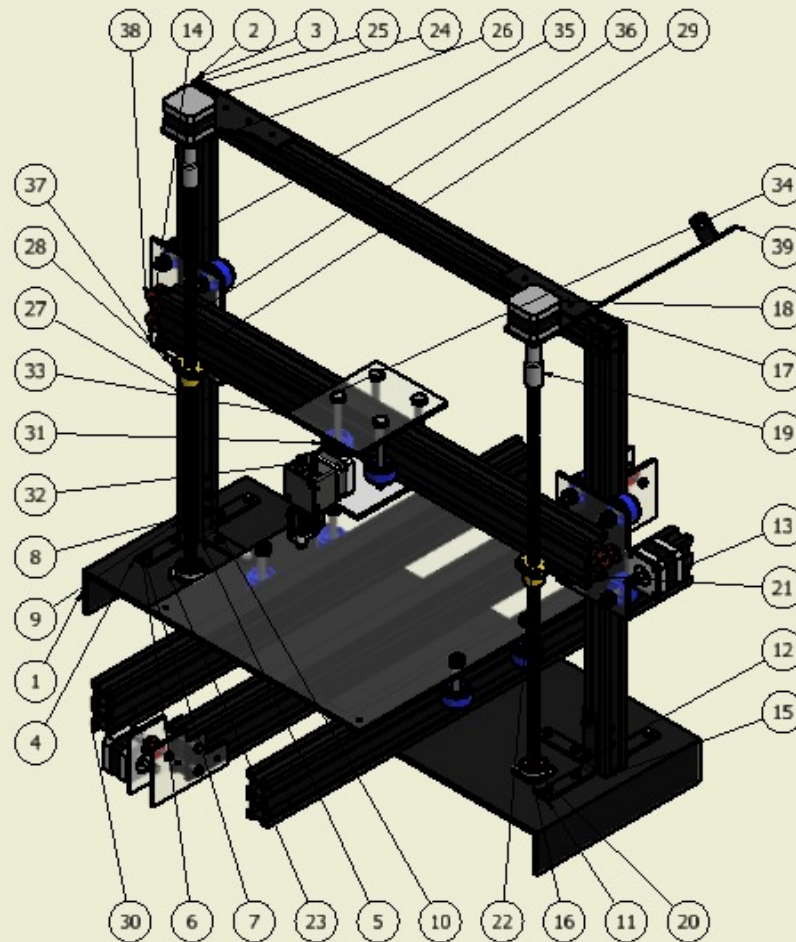
Modelo 3D



Plano general



Lista detallada de materiales

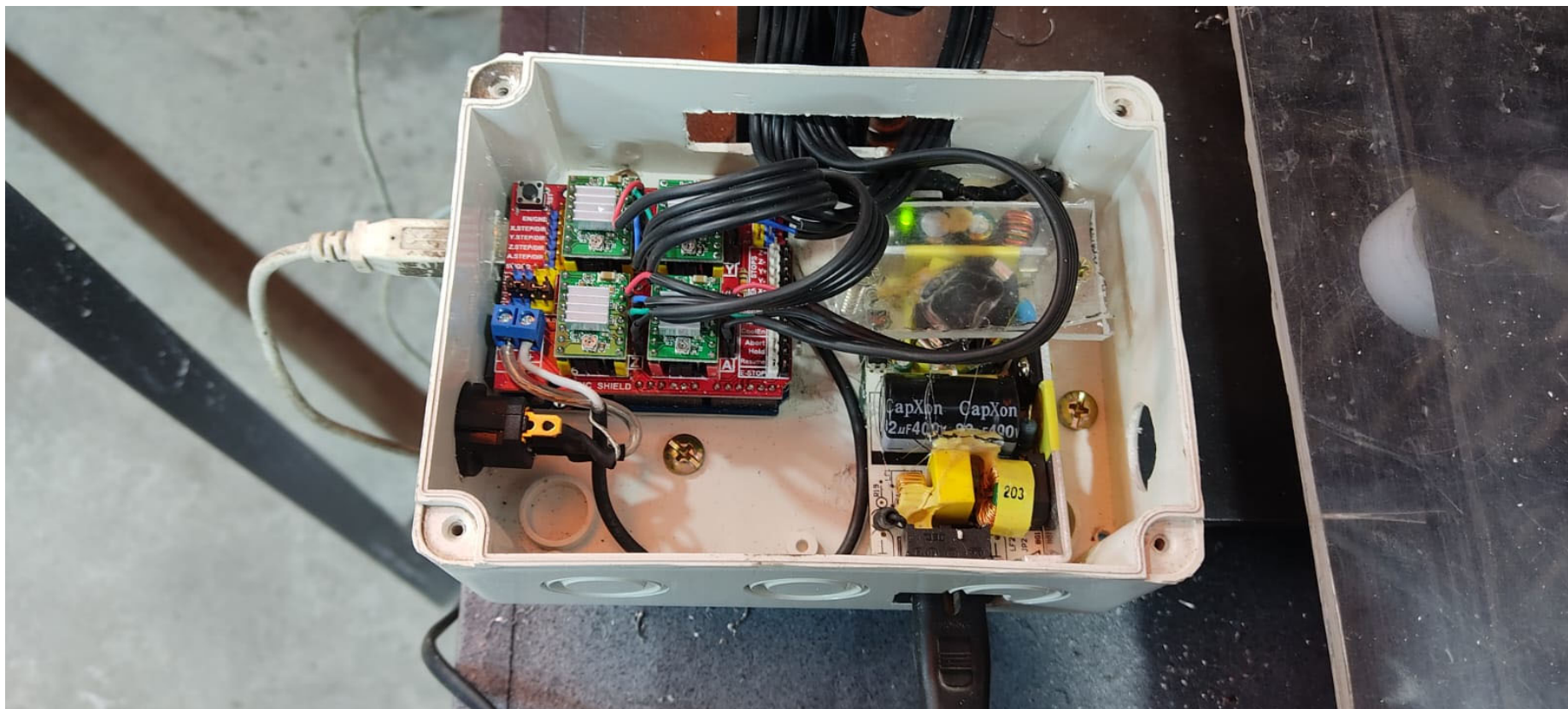


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	base
2	1	perfil_z
3	1	perfil_union_z
4	2	angulo_perfiles
5	1	angulo_perfiles_centro
6	40	ISO 7092 - ST 5 - 140 HV
7	12	ISO 4017 - M5 x 16
8	20	ISO 4032 - M5
9	4	ISO 4017 - M5 x 35
10	4	ISO 4017 - M5 x 30
11	2	angulo_perfiles_MIR
12	1	angulo_perfiles_centro_MIR
13	1	soporte9
14	1	soporte9.1
15	1	perfil_z_MIR
16	1	chumacera_z
17	1	soporte10
18	1	Motor_paso
19	1	union_z_y
20	1	Eixo Tr 10 - 240 mm
21	1	soporte11_1
22	1	Eixo Tr 10 - 240 mm_MIR1
23	1	chumacera_z_MIR
24	1	soporte10_MIR
25	1	Motor_paso_MIR
26	1	union_z_y_MIR
27	1	Eixo Tr 10 - 240 mm_MIR2
28	1	soporte11_1_MIR
29	1	Eixo Tr 10 - 240 mm_MIR1_MIR
30	1	Ensamblaje_y
31	1	porta_herramienta
32	1	hotend
33	1	herramienta_a
34	4	Perno M8x95-8.8-A PN-85/M-82105
35	12	ISO 7092 - ST 8 - 140 HV
36	12	ISO 4032 - M8
37	8	ISO 4017 - M8 x 40
38	3	tensor
39	1	filamento

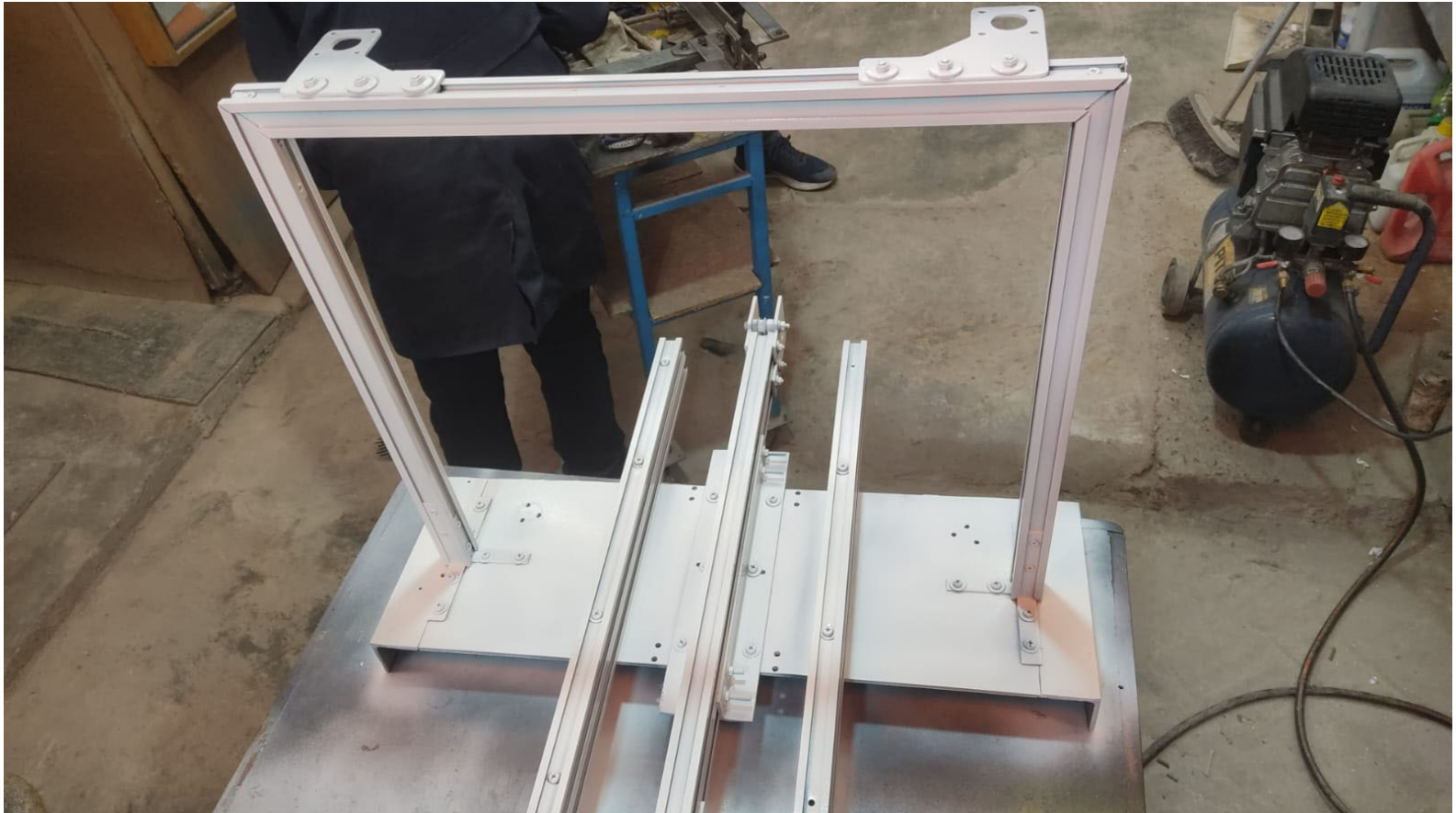
Limpieza de piezas recicladas



Caja eléctrica terminada



Limpieza y pintado de la estructura







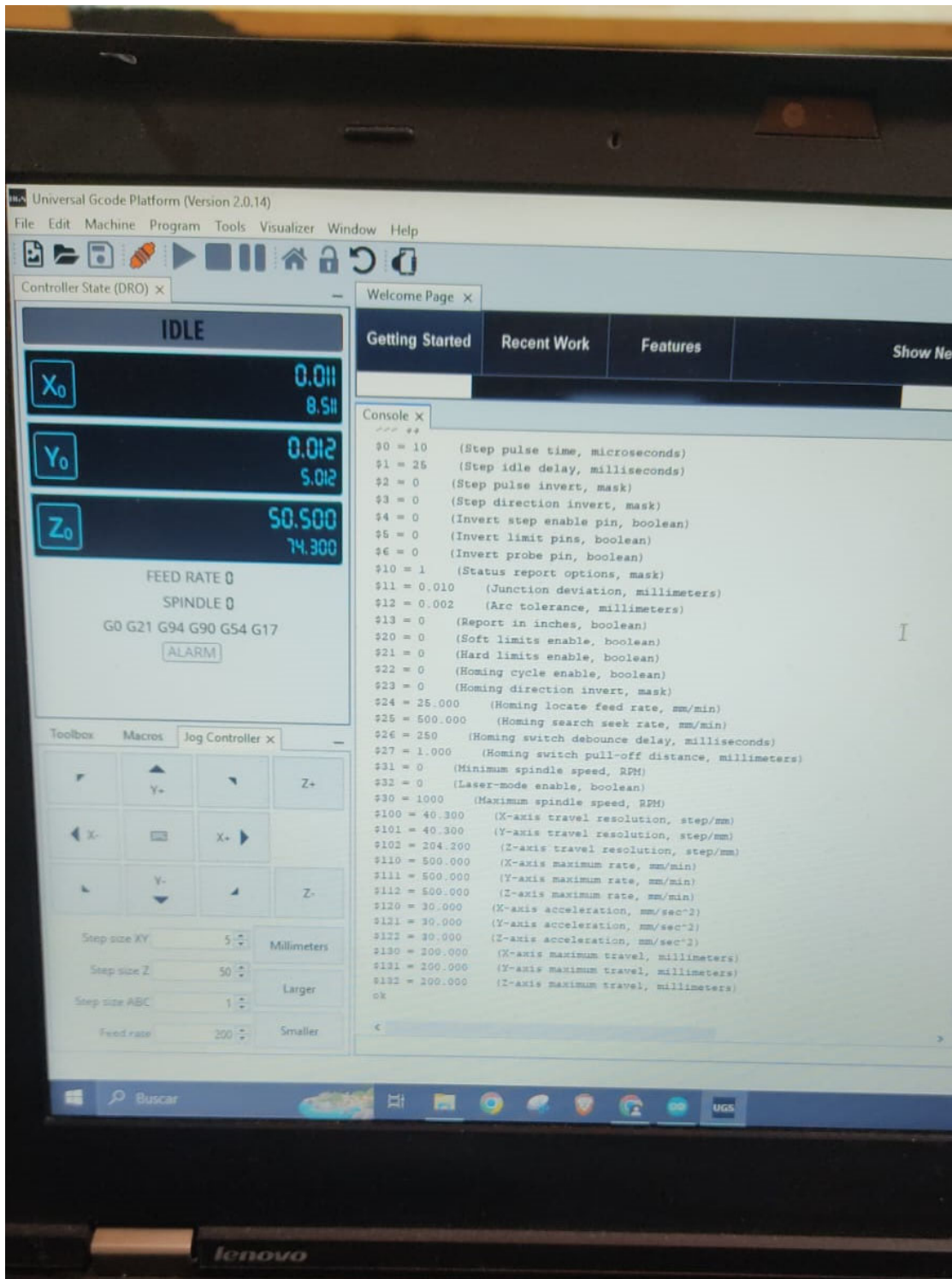




Ensamblaje de caja eléctrica en la estructura mecánica



Prueba de software

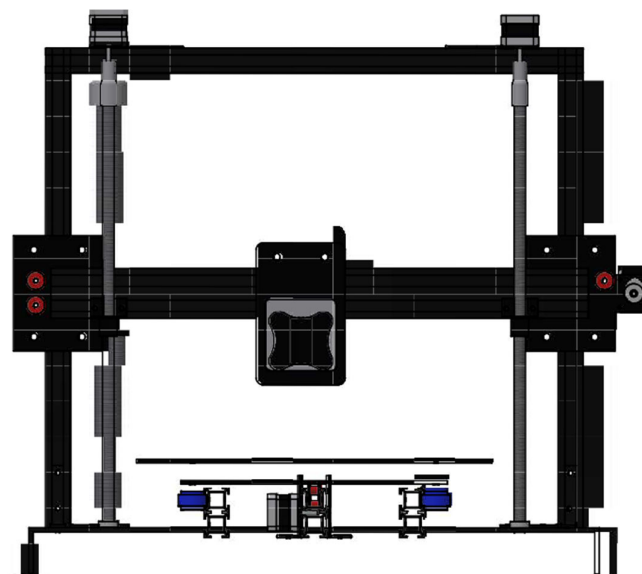
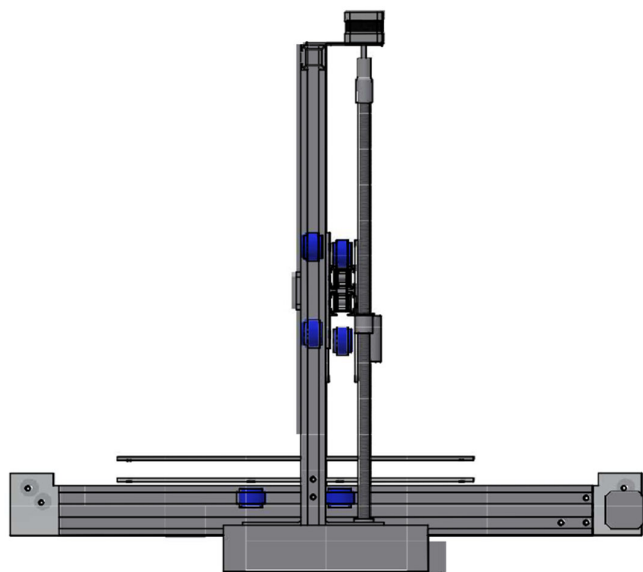
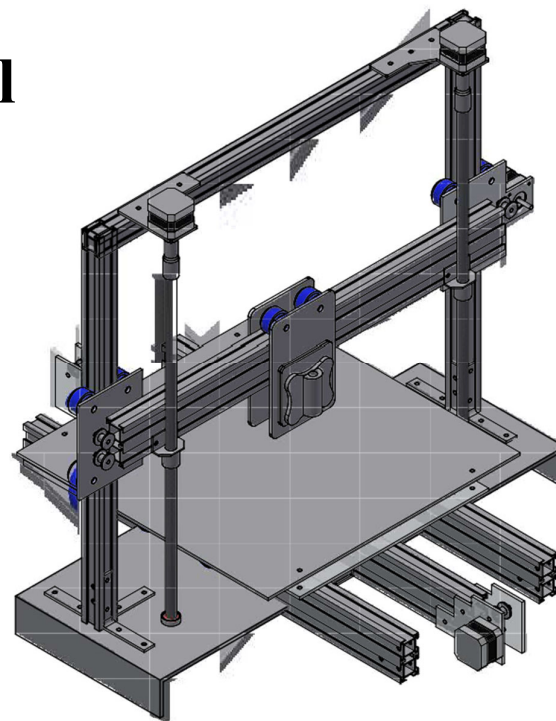
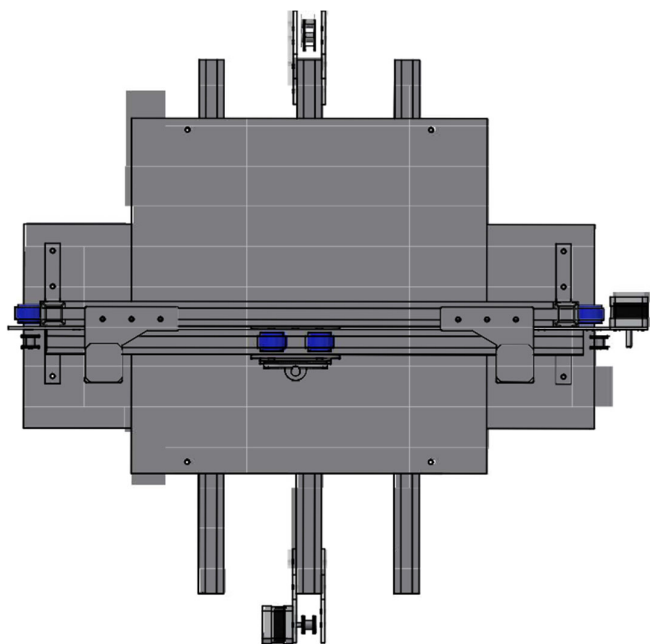




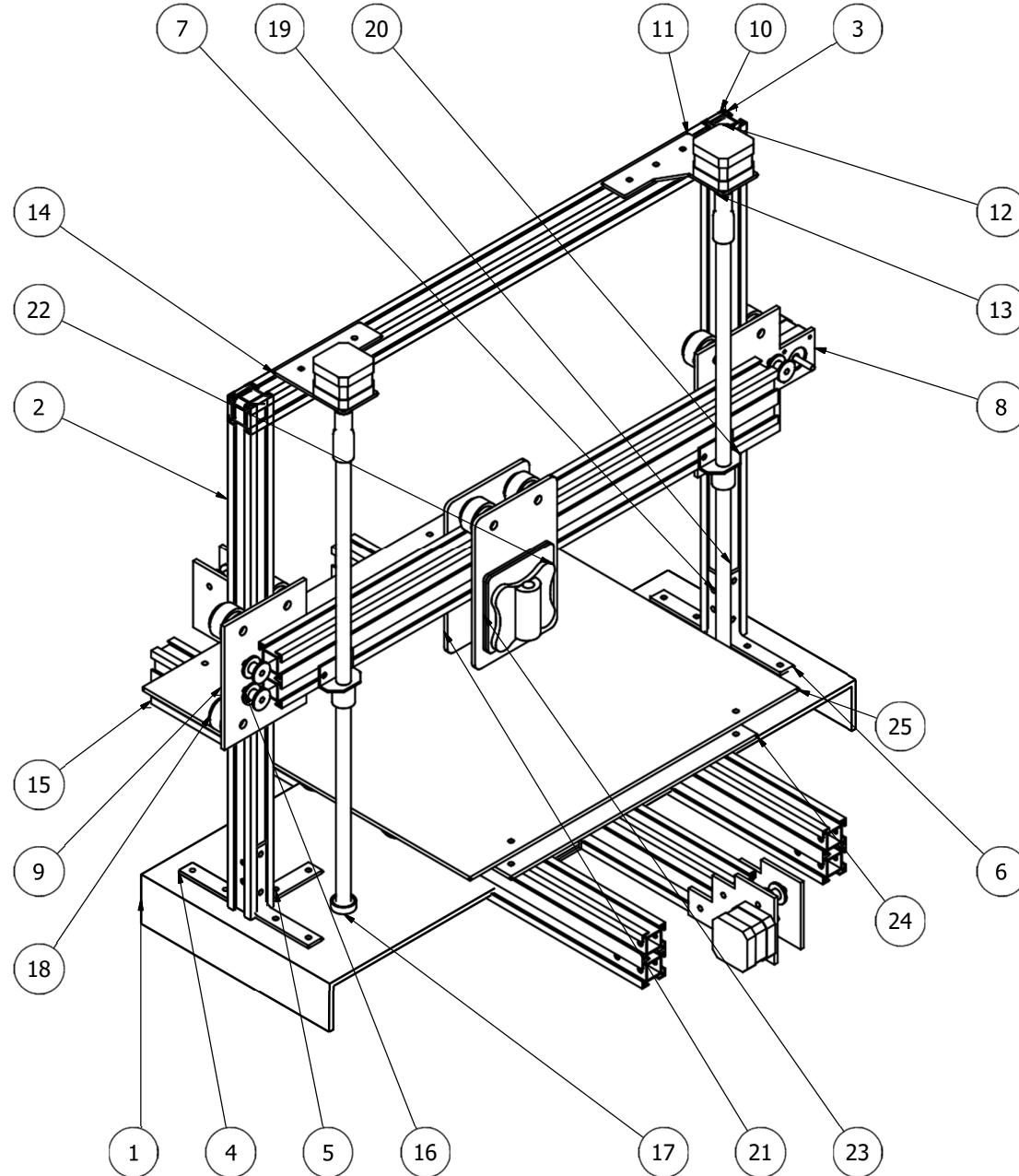


PLANOS

Vista General

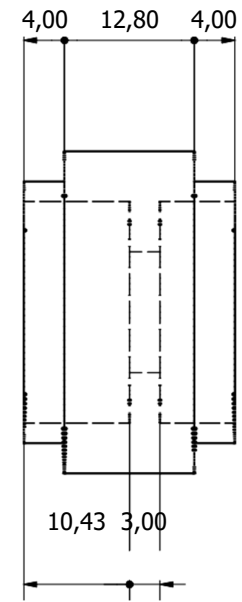
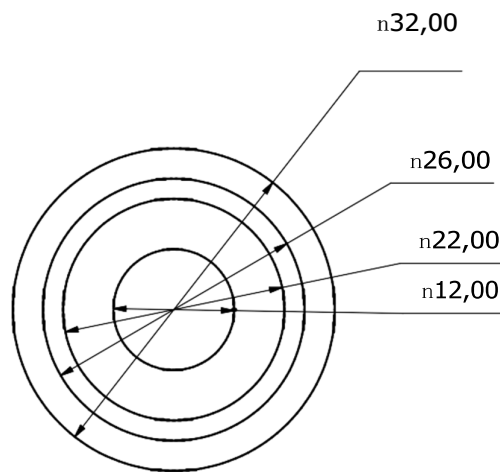


Lista de materiales

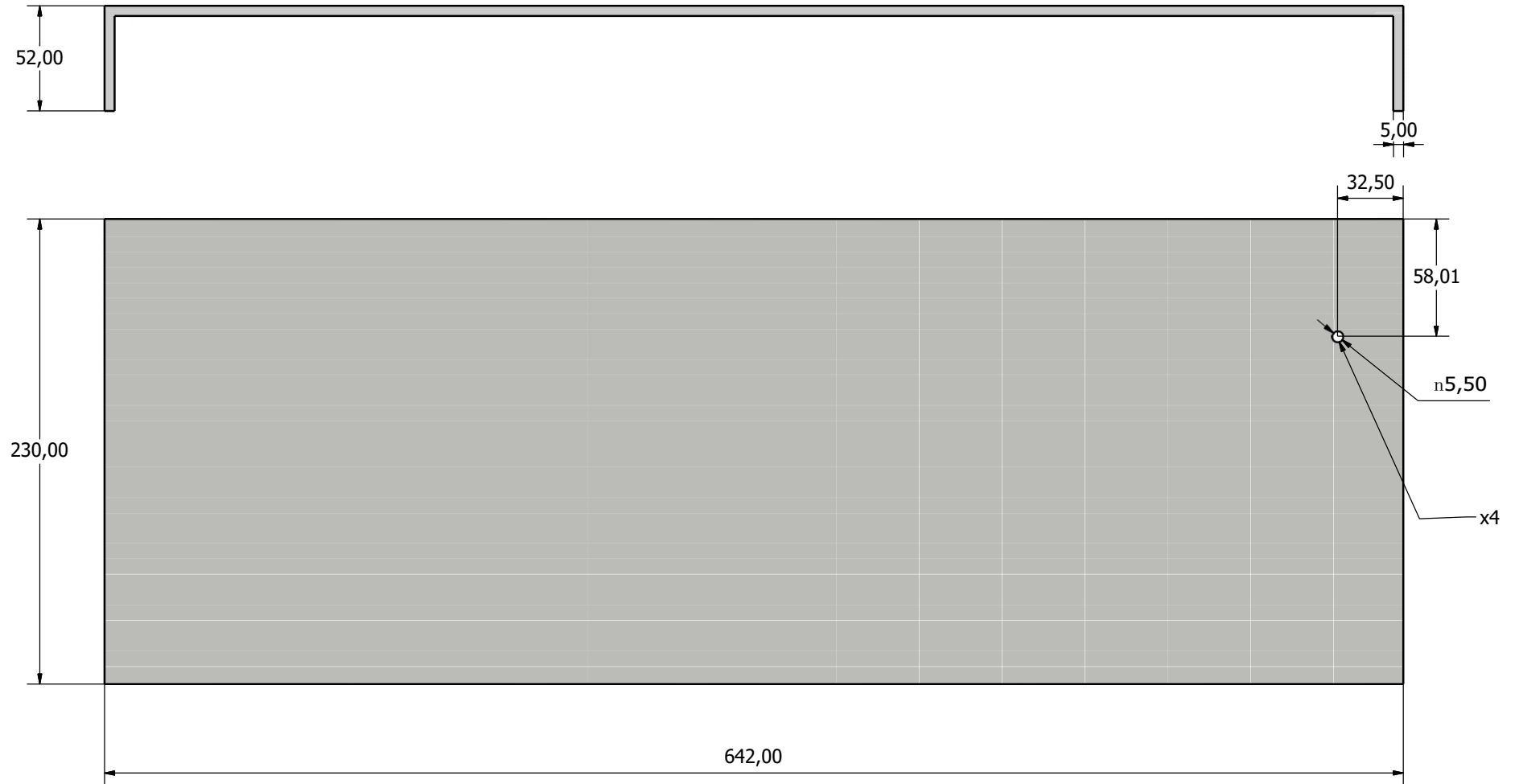


PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	base
2	1	perfil_z
3	1	perfil_union_z
4	2	angulo_perfiles
5	1	angulo_perfiles_centro
6	2	angulo_perfiles_MIR
7	1	angulo_perfiles_centro_MIR
8	1	soporte9
9	1	soporte9.1
10	1	perfil_z_MIR
11	1	gggggsoporte10
12	2	Motor_paso
13	2	union_z_y
14	1	soporte10_MIR
15	1	Ensamblaje_y
16	3	tensor
17	13	rodaje
18	11	garrucha
19	2	varilla_roscada
20	2	tuerca_varilla
21	2	x_herramienta
22	1	impresion
23	2	Part1
24	1	cama_1
25	1	sobre_cama

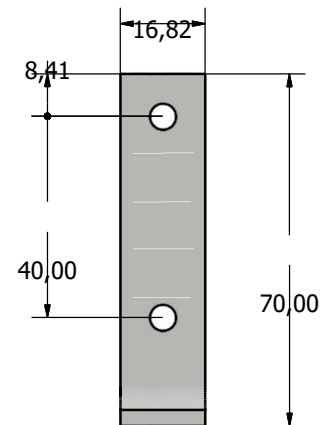
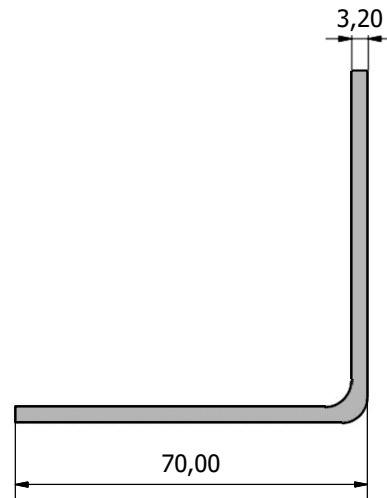
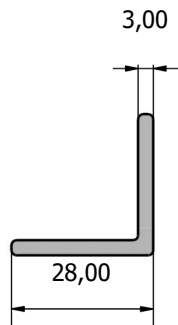
Garrucha



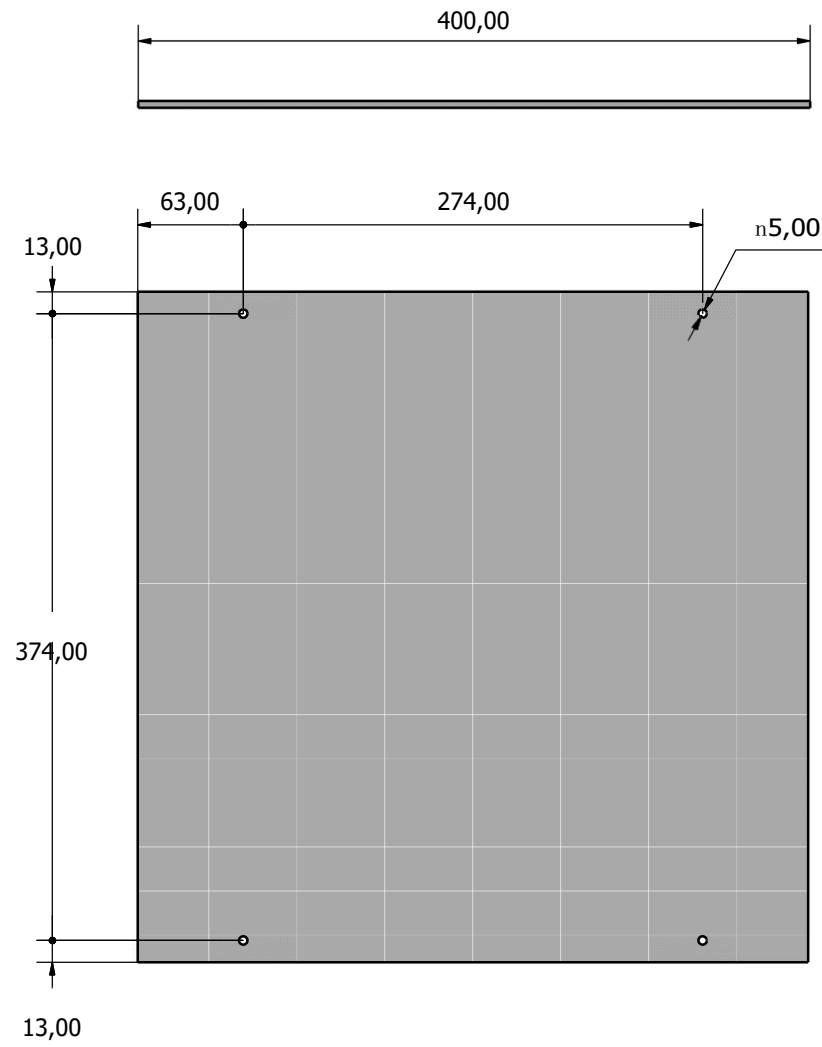
Base



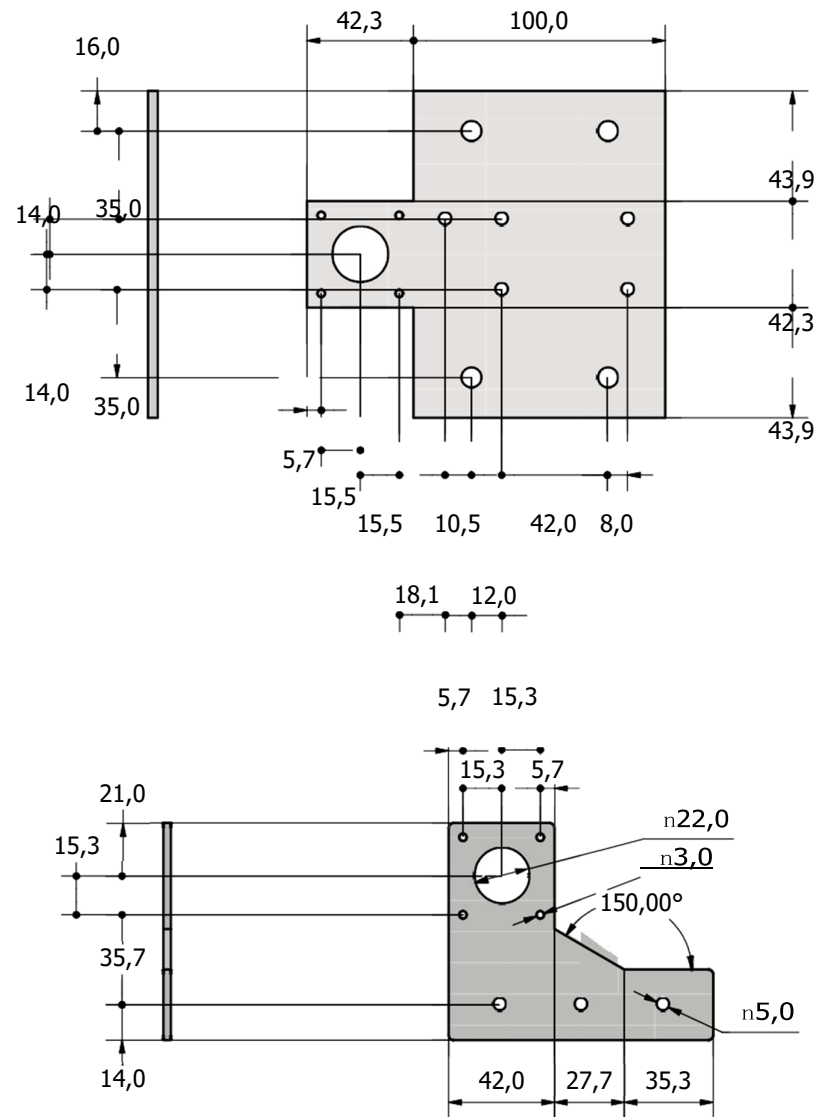
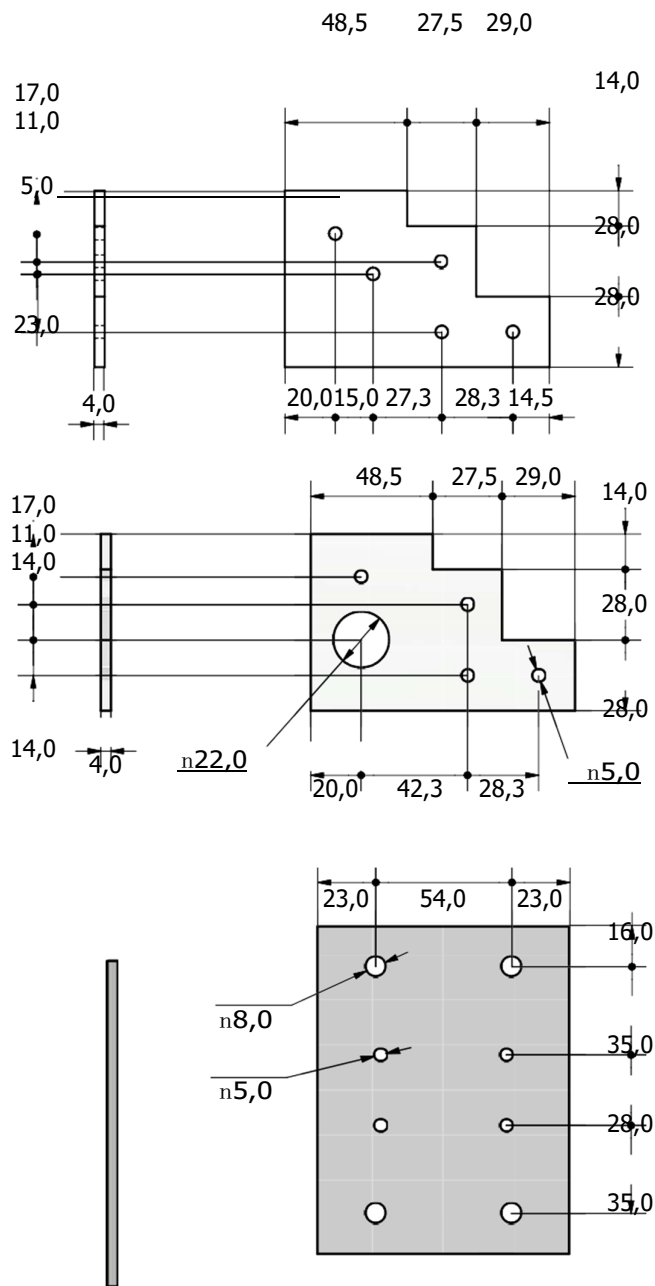
Ángulos



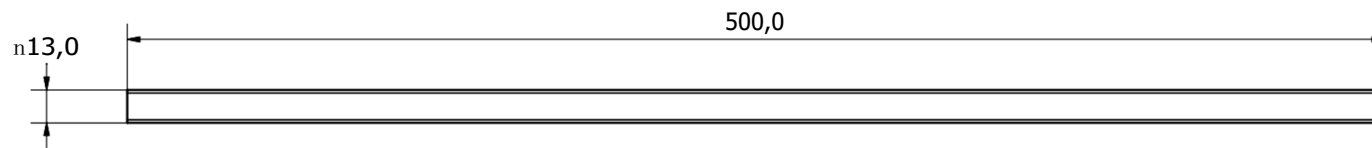
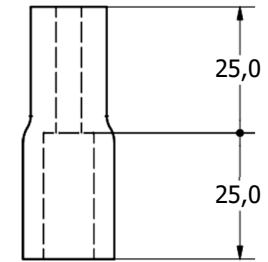
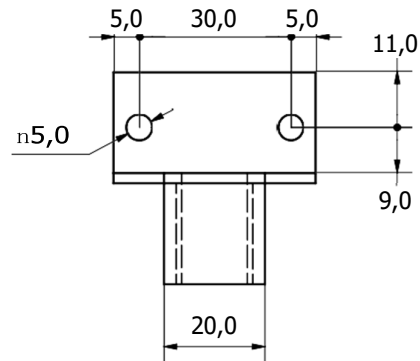
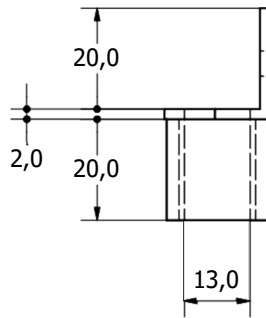
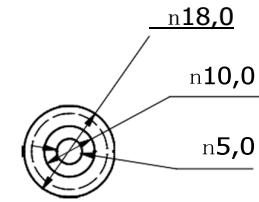
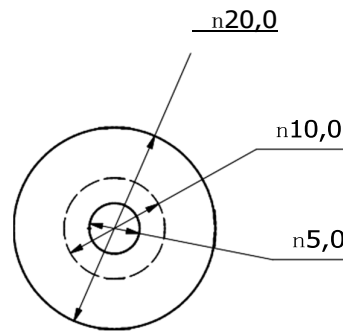
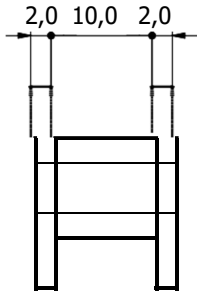
Cama



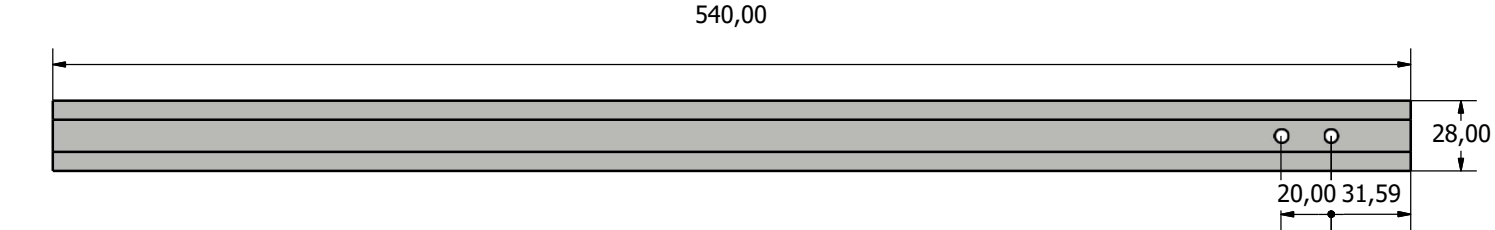
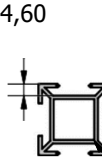
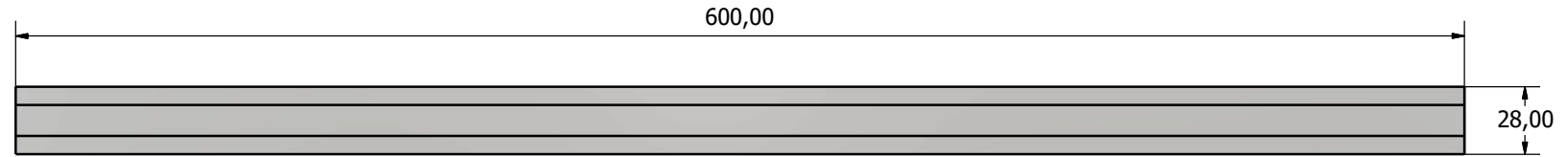
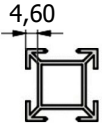
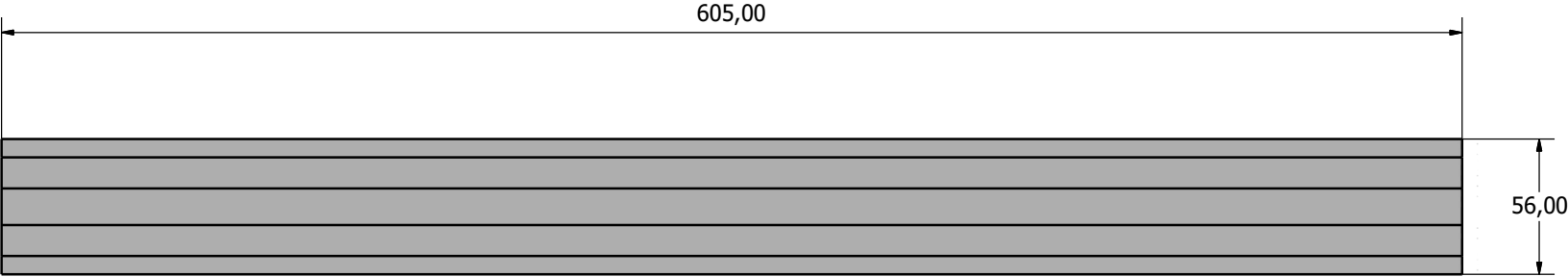
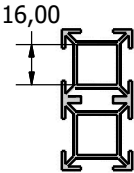
Soporte



Piezas menores



Perfiles



perfil Vslot

Motor paso a paso - Nema 17

