

MANUFACTURA DE UN CONVERTIDOR PARA MECANIZADO PLANO EN UN
TORNO PARALELO Y ELABORACIÓN DE UNA BASE UNIVERSAL COMO
ACCESORIO ADICIONAL

Bastidas Nonsoque Marco Alejandro

Rivera Gamboa Cristian Felipe



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

DIVISIÓN DE ARQUITECTURAS E INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2024

MANUFACTURA DE UN CONVERTIDOR PARA MECANIZADO PLANO EN UN
TORNO PARALELO Y ELABORACIÓN DE UNA BASE UNIVERSAL COMO
ACCESORIO ADICIONAL

Bastidas Nonsoque Marco Alejandro

Rivera Gamboa Cristian Felipe

Informe final de Trabajo de grado académico para optar al título de Ingeniero
Mecánico

Director

Ing. Luis Fernando Acosta Joya

Codirector

Ing. Fabian Leonardo Higuera



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

DIVISIÓN DE ARQUITECTURAS E INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

TUNJA

2024

Exoneración de Responsabilidades

Las ideas y afirmaciones presentes en este documento son responsabilidad del autor. La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las consecuencias que pueda generar este trabajo.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad y fecha, (Día, Mes y Año)

DEDICATORIA

Marco Alejandro Bastidas Nonsoque

Cristian Felipe Rivera Gamboa

AGRADECIMIENTOS

Marco Alejandro Bastidas Nonsoque

Cristian Felipe Rivera Gamboa

CONTENIDO

RESUMEN	16
1. INTRODUCCIÓN	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.1 Formulación de preguntas	19
2.2 Definición del problema	19
2.3 Delimitación del problema	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo general	22
4.2 Objetivos específicos	22
5. ALCANCE	23
6. MARCO REFERENCIAL	24
6.1 Antecedentes	24
6.2 Marco teórico	25
6.2.1 Definición de corte plasma	25
6.2.2 Mecanizado en fresadora	26
6.2.3 Herramientas para corte en fresadora	27
6.2.3.1 Fresas Cilíndricas	27
6.2.3.2 Fresas para Ranurar	27
6.2.3.3 Fresas en T	28
6.2.3.4 Fresas de Disco	29
6.2.3.5 Fresas Helicoidales	29
6.2.3.6 Fresas de Punta Esférica (Ball Nose)	30
6.2.4 Mecanizado en torno paralelo	30
6.2.4.1 Componentes del Torno Paralelo	30
6.2.4.2 Ventajas del Torno Paralelo Manual	31
6.2.5 Herramientas de corte en torno paralelo	31
6.2.5.1 Buril Rectangular	32
6.2.5.2 Buril de Rosca	32

6.2.5.3 Buril de Ranurado.....	33
6.2.5.4 Buril de Perfilado	33
6.2.5.5 Brocas (para Mecanizado por Taladrado).....	34
6.2.6 Convertidor para mecanizado plano	34
6.2.7 Piezas que se podrían fabricar.....	34
6.2.7.1 Engranajes rectos.....	34
6.2.7.2 Chaveteros.....	35
6.3 Marco legal	36
7. DISEÑO METODOLÓGICO	39
7.1 (FASE 1). Construir y validar un convertidor como accesorio adicional para torno paralelo.	40
7.1.1 Etapa 1.A (Construir el convertidor.).....	40
7.1.2 Etapa 1.B (Realizar pruebas de resistencia y funcionamiento.)	40
7.2 (FASE 2). Fabricar una base universal para el convertidor que ajuste en tornos paralelos.....	40
7.2.1 Etapa 2.C (Realizar bocetos, alternativas y matriz de decisión.).....	40
7.2.3 Etapa 2.D (Modelar componentes y elaborar planos.)	40
7.2.4 Etapa 2.E (Selección material, procesos de manufactura y elaborar la estructura.).....	41
7.2.5 Etapa 2.F (Realizar pruebas de resistencia.).....	41
7.3 (FASE 3). Realizar un análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor.....	41
7.3.1 Etapa 3.G (Adaptar del soporte en tornos.).....	41
7.3.2 Etapa 3.H (Realizar el análisis de viabilidad técnica.).....	41
8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	42
8.1 Desarrollo y verificación de un convertidor como accesorio complementario para tornos paralelos.	42
8.1.1 Modelamiento y fabricación del convertidor.....	42
8.1.1.1 Modelado de brida de cuello	42
8.1.1.2 Modelado del soporte del brazo	44
8.1.1.3 Modelado de la transmisión por cadena.....	45
8.1.1.4 Modelado de corredera	46

8.1.1.5 Modelado de soporte de corredera	47
8.1.1.6 Modelado del dado	48
8.1.1.7 Modelado de tuerca de fijación	49
8.1.1.8 Fabricación de eje para caja reductora.....	50
8.1.1.9 Fabricación de brida de cuello.....	52
8.1.1.10 Fabricación del brazo soporte	53
8.1.1.11 Fabricación de corredera.....	56
8.1.1.12 Fabricación bujes separadores y eje de Catarina	56
8.1.1.13 Fabricación de dado.....	58
8.1.2 Pruebas de resistencia y funcionamiento.	58
8.1.2.1 Montaje y verificación de ensamble.....	58
8.2 Diseño y fabricación de una base para el convertidor, logrando un ajuste universal para un rango de tornos.	61
8.2.1 Bocetos, alternativas y matriz de decisión.....	61
8.2.1.1 Planteamiento de bocetos y alternativas.....	61
8.2.1.2 Planteamiento de matriz DOFA.....	65
8.2.1.3 Matriz de decisión.....	68
8.2.1.4 Análisis de resultados de la matriz de decisión	69
8.2.2 Material de Fabricación.....	71
8.2.3 Modelado y Dimensionado de Componentes.	72
8.2.3.1 Modelado de la base del convertidor	72
8.2.3.2 Modelado de soporte para la base del convertidor (Prisma)	74
8.2.3.3 Modelado de soporte para la base del convertidor (Rectángulo)	75
8.2.4 Selección de materiales, procesos de manufactura y elaboración de estructura.....	75
8.2.4.1 Selección de materiales a través de una matriz de decisión	75
8.2.4.2 Fabricación de base universal	77
8.2.4.3 Fabricación de soporte de base (Prisma).....	83
8.2.4.4 Fabricación de soporte de base (Rectangular).....	84
8.2.5 Ensamble y Pruebas de funcionamiento del convertidor en conjunto.....	85
8.2.5.1 Selección de tornillería a través de una matriz de decisión.....	85

8.2.5.2	<i>Montaje de base y convertidor en distintas bancadas</i>	87
8.2.5.3	<i>Prueba de desplazamiento a través de la bancada</i>	90
8.2.5.4	<i>Pruebas de motricidad y corte.....</i>	91
8.2.5.5	<i>Ensamble de convertidor con acabados finales.....</i>	94
8.3	<i>Análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor aplicado en los diversos sectores industriales que emplean procesos basados en el uso de mecanizado con torno paralelo.....</i>	95
8.3.1	<i>Adaptabilidad del soporte en tornos</i>	95
8.3.1.1	<i>Base Universal para Tornos Paralelos</i>	95
8.3.1.2	<i>Implementación y Ventajas.....</i>	96
8.3.2	<i>Análisis de viabilidad técnica.....</i>	96
8.3.2.1	<i>Importancia del Mecanizado con Torno Paralelo.....</i>	97
8.3.2.2	<i>Sectores Industriales y Mecanizado con Torno Paralelo</i>	97
8.3.2.3	<i>Análisis de viabilidad técnica.....</i>	97
9.	COSTOS	99
10.	CONCLUSIONES	102
11.	ANEXOS	103
12.	REFERENCIAS	110
13.	BIBLIOGRAFIA	111

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 8.1 Matriz DOFA empleada para la toma de decisiones. Fuente: Autor.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 8.2 Tabla de calificaciones según su importancia. Fuente: Autor.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 8.3 Submatriz de Oportunidades y Amenazas. Fuente: Autor.</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 8.4 Submatriz de Fortalezas y Debilidades. Fuente: Autor.</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 8.5 Tabla de criterios de calificación. Fuente: Autor.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 8.6 Matriz de selección de alternativas. Fuente: Autor.</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 8.7 Criterios de calificación. Fuente: Autor.</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 8.8 Matriz de selección de material. Fuente: Autor.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 8.9 Criterios de calificación. Fuente: Autor.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 8.10 Matriz de selección de tornillería. Fuente: Autor.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 9.1 Costos de máquinas y herramientas empleadas para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 9.2 Costos de insumos para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 9.3 Costos de mano de obra para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.....</i>	<i>101</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 Ilustración de corte con plasma.Fuente: www.sumig.com	25
Figura 6.2 Herramientas de corte.Fuente: www.followmachines.com	27
Figura 6.3 Fresas para ranurar.Fuente: www.directindustry.es	28
Figura 6.4 Fresa en T.Fuente: https://esparta.com.ar	28
Figura 6.5 Fresas en disco.Fuente: www.interempresas.net	29
Figura 6.6 Fresas helicoidales.Fuente: www.interempresas.net	29
Figura 6.7 Fresas de punta esférica.Fuente: www.ezeta.com	30
Figura 6.8 Torno paralelo.Fuente: www.indumetan.com	31
Figura 6.9 Butil rectangular.Fuente: www.toolferreterias.com	32
Figura 6.10 Butil de rosca.Fuente: www.repuestoscortecaminos.co	32
Figura 6.11 Butil de ranurado.Fuente: www.directindustry.es	33
Figura 6.12 Butil de perfilado.Fuente: www.tysvirtual.com	33
Figura 6.13 Brocas.Fuente: www.disenoycorte.com.mx	34
Figura 6.14 Engranaje recto.Fuente: www.directindustry.es	35
Figura 6.15 Chaveteros.Fuente: www.keyway.es	35
Figura 7.1 Fases del diseño metodológico para el desarrollo del Proyecto.	39
Figura 8.1 Perforado y roscado para la sujeción del soporte.Fuente: Autor.....	43
Figura 8.2 Modelo de brida de cuello.Fuente: autor.....	43
Figura 8.3 Establecimiento de cotas para el modelado 3D.Fuente: Autor.....	44
Figura 8.4 Croquis y perforado de agujeros para la fijación de la corredera.Fuente: Autor.....	44
Figura 8.5 Modelado del soporte de transmisión y corredera.Fuente: Autor.....	45
Figura 8.6 Modelado de transmisión por cadena.Fuente: autor.....	45
Figura 8.7 Establecimiento de cotas para el modelado 3D.Fuente: Autor.....	46
Figura 8.8 Modelado de perfil angular.Fuente: Autor.....	46
Figura 8.9 Boceto de agujeros para la fijación de las correderas.Fuente: Autor.....	47
Figura 8.10 Establecimiento de cotas para agujeros de unión al brazo.Fuente: Autor.....	47
Figura 8.11 Modelado de soporte de corredera.Fuente: Autor.....	48
Figura 8.12 Modelado del dado.Fuente: Autor.....	48
Figura 8.13 Modelado de tuerca de fijación.Fuente: Autor.....	49
Figura 8.14 Ensamble del convertidor vista isométrica.Fuente: Autor.....	49
Figura 8.15 Fijación de la pieza e inicio de mecanizado.Fuente: Autor.....	50
Figura 8.16 Proceso de desbaste y cilindrado de la pieza.Fuente: Autor.....	51
Figura 8.17 Eje de reductor con chavetas y chaveteros.Fuente: Autor.....	51
Figura 8.18 proceso de fabricación de brida de cuello.Fuente: Autor.....	52
Figura 8.19 Montaje de brida de cuello a caja reductora.Fuente: Autor.....	53
Figura 8.20 Bailarinas para corte circular.Fuente: Autor.....	54
Figura 8.21 Empleo de bailarinas para corte de manera circular.Fuente: Autor.....	54
Figura 8.22 Inspección de ranuras y agujeros.Fuente: Autor.....	55
Figura 8.23 Brazo de soporte finalizado.Fuente: Autor.....	55
Figura 8.24 Ensamble de la corredera.Fuente: Autor.....	56
Figura 8.25 Bujes separadores.Fuente: Autor.....	57
Figura 8.26 Eje para Catarina conducida.Fuente: Autor.....	57
Figura 8.27 Dado central.Fuente: Autor.....	58

<i>Figura 8.28 Pruebas de medición y transmisión.Fuente: Autor.</i>	59
<i>Figura 8.29 Pruebas de ensamble entre el brazo y la corredera.Fuente: Autor.</i>	59
<i>Figura 8.30 Prueba de alineación y montaje.Fuente: Autor.</i>	60
<i>Figura 8.31 Vista posterior del convertidor con brazo a 45°.Fuente: Autor.</i>	60
<i>Figura 8.32 vista frontal del convertidor con brazo a 45°.Fuente: Autor.</i>	61
<i>Figura 8.33 Boceto a mano de la alternativa 1.Fuente: Autor.</i>	62
<i>Figura 8.34 Boceto a mano de la alternativa 2.Fuente: Autor.</i>	62
<i>Figura 8.35 Esbozo del sistema de fijación alternativa 1.Fuente: Autor.</i>	63
<i>Figura 8.36 Esbozo del sistema de fijación alternativa 2.Fuente: Autor.</i>	63
<i>Figura 8.37 Primer modelado 3D de los componentes en función del convertidor.Fuente: Autor.</i>	64
<i>Figura 8.38 Segundo modelado 3D de los componentes en función del convertidor.Fuente: Autor.</i>	64
<i>Figura 8.39 Alternativa seleccionada a partir de la matriz de decisión.Fuente: Autor.</i>	70
<i>Figura 8.40 Luneta de fijación.Fuente: Autor.</i>	70
<i>Figura 8.41 Dimensiones y ranuras de desplazamiento.Fuente: Autor.</i>	71
<i>Figura 8.42 Establecimiento de cotas para ranuras de desplazamiento.Fuente: Autor.</i>	72
<i>Figura 8.43 Ranura central para la luneta de fijación.Fuente: Autor.</i>	73
<i>Figura 8.44 Dimensionamiento de cotas generales.Fuente: Autor.</i>	73
<i>Figura 8.45 Modelado de base del convertidor.Fuente: Autor.</i>	73
<i>Figura 8.46 Establecimiento de cotas para el modelamiento 3D.Fuente: Autor.</i>	74
<i>Figura 8.47 Modelado del soporte prisma para la base del convertidor.Fuente: Autor.</i>	74
<i>Figura 8.48 Modelado del soporte rectangular para la base del convertidor.Fuente: Autor.</i>	75
<i>Figura 8.49 Trazado de líneas de corte.Fuente: Autor.</i>	77
<i>Figura 8.50 Mesa de corte.Fuente: Autor.</i>	78
<i>Figura 8.51 Empleo de cuñas para el desdoblamiento de la placa.Fuente: Autor.</i>	79
<i>Figura 8.52 Proceso de calentamiento para reducir el pandeo.Fuente: Autor.</i>	79
<i>Figura 8.53 Planeado en ranura central de la base.Fuente: Autor.</i>	80
<i>Figura 8.54 Broca escariadora de 1 pulgada y uso de refrigerante.Fuente: Autor.</i>	80
<i>Figura 8.55 Proceso de mecanizado con fresa rotativa.Fuente: Autor.</i>	81
<i>Figura 8.56 Inspección visual de la base completa.Fuente: Autor.</i>	81
<i>Figura 8.57 Revisión de planeado en ranura central de la base.Fuente: Autor.</i>	82
<i>Figura 8.58 Inspección y verificación de fresado rotativo realizado.Fuente: Autor.</i>	82
<i>Figura 8.59 Soporte para base con forma de prisma.Fuente: Autor.</i>	83
<i>Figura 8.60 Soporte para base con forma de prisma.Fuente: Autor.</i>	84
<i>Figura 8.61 Soporte para base con forma rectangular.Fuente: Autor.</i>	85
<i>Figura 8.62 Piezas del convertidor y base universal concluida.Fuente: Autor.</i>	87
<i>Figura 8.63 Piezas del convertidor y base universal concluida.Fuente: Autor.</i>	88
<i>Figura 8.64 Montaje de la base del convertidor en un torno paralelo.Fuente: Autor.</i>	88
<i>Figura 8.65 Montaje de la base del convertidor en un segundo torno paralelo.Fuente: Autor.</i>	89
<i>Figura 8.66 Montaje en un torno paralelo con variación en la bancada.Fuente: Autor.</i>	89
<i>Figura 8.67 Montaje en un segundo torno paralelo con variación en la bancada.Fuente: Autor.</i>	90
<i>Figura 8.68 Montaje de soportes y caja reductora.Fuente: Autor.</i>	90
<i>Figura 8.69 Pruebas de desplazamiento transversal y longitudinal de los soportes.Fuente: Autor.</i>	91
<i>Figura 8.70 Sistema motriz del convertidor.Fuente: Autor.</i>	91
<i>Figura 8.71 Prueba de desplazamiento del dado a 90°.Fuente: Autor.</i>	92
<i>Figura 8.72 Prueba de desplazamiento del dado a 45°.Fuente: Autor.</i>	92

<i>Figura 8.73 Prueba de desplazamiento del dado a 180°.Fuente: Autor.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 8.74 Montaje de convertidor y divisor universal.Fuente: Autor.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 8.75 Prueba de corte.Fuente: Autor.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 8.76 Ensamble de convertidor con acabados finales.Fuente: Autor.....</i>	<i>94</i>

GLOSARIO

B

- **Base Universal:** Es una plataforma o estructura que se adapta a diferentes modelos de tornos paralelos. La base universal proporciona un ajuste versátil para el convertidor, permitiendo su acoplamiento a diferentes máquinas y una mayor seguridad para el operario.

C

- **Convertidor:** En el contexto de esta tesis, se refiere a un dispositivo diseñado para agregar funcionalidades de mecanizado plano a un torno paralelo convencional. El convertidor permite realizar operaciones de mecanizado plano en una máquina que originalmente no estaba diseñada para ello.

I

- **Industria Metalmeccánica:** Se refiere al sector industrial relacionado con la fabricación y procesamiento de metales. Incluye actividades como la fundición, forja, mecanizado, soldadura y ensamblaje de componentes metálicos.

M

- **Mecanizado Plano:** Hace referencia al proceso de fabricación en el que se crea una superficie plana y precisa en una pieza de trabajo utilizando herramientas de corte, como fresas o cuchillas. El mecanizado plano es fundamental en la industria manufacturera para producir componentes con alta precisión.

T

- **Tornos Paralelos:** Son máquinas herramienta utilizadas para girar piezas de trabajo alrededor de un eje de rotación. Los tornos paralelos son ampliamente utilizados en la fabricación para dar forma a piezas cilíndricas mediante el corte de material con diferentes herramientas de corte.

RESUMEN

Este proyecto se enfoca principalmente en fabricar y adaptar el convertidor descrito en la patente NC2022/0003151 a las distintas bancadas y configuraciones de trabajo de los tornos paralelos en la industria de fabricación y mecanizado. El convertidor desempeña la tarea crucial de convertir el movimiento circular en movimiento lineal, permitiendo así la fabricación de piezas complejas directamente desde un torno con facilidad.

El diseño del convertidor se inspira en la mencionada patente, que propone un dispositivo para mecanizar chavetas y engranajes en tornos paralelos. Además, se reconfigura una base universal que puede adaptarse a la mayoría de los tornos, ofreciendo así una solución versátil y valiosa en diversas aplicaciones. Para el desarrollo de este se divide en 3 fases importantes, en primera estancia se encuentra el proceso de fabricación y puesta a prueba del convertidor descrito en la patente NC2022/0003151 dando así paso para una segunda fase en la que se lleva a cabo el proceso de rediseño, fabricación y puesta a prueba nuevamente del convertidor ahora con una base universal empleada en la adaptabilidad de este a los distintos tornos dentro de un rango establecido. Como fase final se realiza una breve investigación acerca de un mercado en la industria de la fabricación.

Finalmente, el proyecto no solo beneficiará a la industria al mejorar la eficiencia y productividad de los tornos paralelos, sino que también será una herramienta educativa importante para los estudiantes de ingeniería mecánica, introduciéndolos a nuevos conceptos sobre sistemas y mecanismos de mecanizado lineal. Además, se espera que el convertidor y su base universal puedan alcanzar un mercado más amplio proporcionando una solución rentable y eficiente para la industria de fabricación y mecanizado.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existen muchas formas de producir piezas utilizando máquinas herramienta; Dependiendo del tamaño o la aplicación de la pieza, se selecciona la tecnología de procesamiento más adecuada. También existen diferencias en los procesos de fabricación, una de las cuales es la eliminación de viruta mediante procesos de torneado y fresado; pero su desventaja es que ambos procesos no pueden ser realizados por una máquina ordinaria.

Las máquinas desarrolladas por Zambrino y Vicente brindaron una alternativa al mecanizado de engranajes en un torno paralelo, donde Zambrino (2010) mecanizó engranajes con machuelos roscados para un pequeño tractor de vapor. Como menciona Vicente (2013), una unidad hecha a mano se fija al torno mediante una serie de cojinetes y excéntricas para crear un sistema de acoplamiento que permite pasar los engranajes a través de placas espaciadoras (realizadas de la misma manera, mediante trabajo manual) Se encarga de girar el número de grados correspondiente al número de dientes deseado en la pieza de trabajo.

Walitos (2013) Utilizando un torno casero y una excéntrica, fue posible realizar grabados precisos, como los necesarios para diseñar llaves en casquillos de aluminio. El trazo de grabado se puede cambiar mediante una caja de cambios. Como puedes ver en los accesorios mencionados anteriormente, estos accesorios van acoplados al torno, sin embargo, solo realizan un tipo de movimiento de corte, ya sea horizontal o vertical, dependiendo del tipo de máquina.

A diferencia de estudios anteriores, la contribución de esta patente es desarrollar un dispositivo mecánico que convierte el movimiento giratorio de un torno en un movimiento lineal para operaciones de fresado. Finalmente, se espera que el dispositivo propuesto tenga un enorme impacto tecnológico con bajo costo y muchas ventajas teniendo en cuenta un rediseño en cuanto a la base implementada,

lo anterior basado en la gran variedad de bancadas que podemos encontrar comercialmente en diferentes marcas y referencias de tornos paralelos, pensar en un diseño universal se hace muy importante tanto para la viabilidad del desarrollo del proyecto como para ganancia comercial.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Formulación de preguntas

¿Será posible realizar el mecanizado de piezas de manera rectilínea dentro en un rango de trabajo de 0° a 180°?

¿Se logrará realizar e implementar una base universal que sea capaz de adaptarse a un rango de tornos paralelos?

2.2 Definición del problema

En la industria de la fabricación y el mecanizado, la versatilidad y la eficiencia en la producción son aspectos fundamentales para mantener la competitividad. Uno de los equipos esenciales en este contexto es el torno, una máquina herramienta ampliamente utilizada para dar forma y mecanizar piezas de trabajo en una gran variedad de aplicaciones. Sin embargo, un desafío común que enfrentan las empresas y talleres de mecanizado es la adaptación de los tornos a diferentes bancadas y configuraciones de trabajo, lo que puede requerir costosos equipos y modificaciones.

El presente proyecto tiene como objetivo abordar este problema mediante la validación del diseño planteado en la solicitud de patente NC2022/0003151 Convertidor para mecanizado de chavetas y engranajes rectos y cónicos en un torno paralelo del 18 de marzo de 2022; fabricación y posibles mejoras del convertidor para torno con base universal. Se pretende desarrollar un dispositivo versátil y adaptable que permita a los usuarios utilizar un solo convertidor en una amplia gama de tornos sin importar la diferencia en cuanto a la medida de su bancada, eliminando la necesidad de adquirir múltiples máquinas o llevar a cabo modificaciones costosas en la infraestructura existente.

2.3 Delimitación del problema

El proyecto se centra en la industria de la fabricación y el mecanizado, con un enfoque específico en la versatilidad y eficiencia de los procesos de producción, el principio de la investigación se focaliza en los tornos, que son máquinas herramienta esenciales para el mecanizado de piezas en diversas aplicaciones industriales.

La dificultad en la adaptación del convertidor a diferentes bancadas de tornos y configuraciones de trabajo es el problema principal. Esta adaptación actualmente requiere equipos costosos y modificaciones significativas, la solución propuesta eliminaría la necesidad de adquirir múltiples máquinas o realizar costosas modificaciones en la infraestructura existente, proporcionando así una opción más económica y eficiente para los talleres de mecanizado y empresas industriales.

3. JUSTIFICACIÓN

La mejora de un accesorio de corte con movimiento lineal se llevó a cabo mediante simulaciones computacionales en el software de diseño Autodesk Inventor. Este diseño está destinado a ser utilizado no solo en el torno paralelo del taller de ingeniería mecánica de la Universidad Santo Tomas, sino que también busca ser empleado en un ámbito empresarial llegando a tener la capacidad de adaptarse a un cierto rango de tornos paralelos.

Gracias a la simulación, se pueden realizar pruebas de ensayo que permitan verificar el correcto funcionamiento de las piezas, el rediseño de este convertidor puede ser de gran beneficio para los estudiantes de ingeniería mecánica, ya que será útil para proyectos que requieran mecanizado lineal. Además, de que el convertidor contribuirá al aprendizaje de los estudiantes introduciendo nuevos conocimientos sobre sistemas y mecanismos que facilitan el mecanizado lineal exterior e interior; también podrá ser empleado por un sin número de tornos en un rango de dimensiones establecidas llevando así esta patente a posicionarse en un mercado mucho más amplio del que estaba pensado en un inicio.

Este proyecto se fundamenta en la creciente necesidad de contar con un dispositivo que convierta el movimiento circular en movimiento rectilíneo para la fabricación de piezas complejas desde la facilidad de un torno, así mismo se desea obtener un soporte universal altamente adaptable que pueda desempeñar un papel crucial en el ajuste del convertidor a distintas bancadas de tornos paralelos empleados en la industria; buscando así la mejora de la eficiencia y productividad de un torno paralelo con un convertidor añadiendo un soporte universal que podrá adaptarse a la mayoría de los tornos para varias aplicaciones, lo que lo convierte en una solución valiosa y versátil.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Manufacturar y comprobar el diseño planteado en la solicitud de patente NC2022/0003151, a su vez fabricar una base universal adaptable a tornos paralelos.

4.2 Objetivos específicos

- Asociar y validar un convertidor como accesorio adicional para un torno paralelo, conforme a lo especificado en la patente NC2022/0003151 del 18 de marzo de 2022.
- Fabricar una base para el convertidor, dando un ajuste universal en un torno paralelo.
- Realizar un análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor aplicado en los diferentes sectores industriales donde se tengan procesos basados en el uso de mecanizado con torno paralelo.

5. ALCANCE

La relevancia de esta investigación radica en desarrollar un modelo de convertidor que permita el mecanizado rectilíneo en un torno paralelo. Además, busca implementar una base adaptable a diferentes medidas de amplitud, proporcionando así la capacidad de trabajar en bancadas de tornos de distintas dimensiones que se encuentren en la industria. El enfoque principal es optimizar el diseño de este convertidor, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos. El proyecto se restringe al diseño mecánico, la fabricación y la implementación del convertidor, con la intención de explorar un posible mercado.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 Antecedentes

La industria de la manufactura y el mecanizado ha experimentado un constante avance tecnológico a lo largo de los años, impulsado por la búsqueda de mayor versatilidad, eficiencia y competitividad. Una de las máquinas herramienta más esenciales en esta industria es el torno, utilizada para dar forma y mecanizar piezas en una amplia variedad de aplicaciones, desde la fabricación de componentes industriales hasta la producción de artículos de consumo.

Sin embargo, se ha identificado un desafío recurrente en la adaptación de los tornos a diferentes bancadas y configuraciones de trabajo. Cada torno está diseñado específicamente para una bancada particular, lo que puede resultar en limitaciones significativas en la versatilidad y la capacidad de producción de un taller. La necesidad de contar con Múltiples tornos especializados o realizar costosas modificaciones en las bancadas existentes ha sido un obstáculo para muchas empresas y talleres de mecanizado.

Esta limitación plantea un problema fundamental en la industria de la fabricación y el mecanizado, ya que se traduce en una inversión considerable de recursos y tiempo en la gestión y el mantenimiento de una variedad de tornos y bancadas. Además, estas limitaciones pueden afectar la capacidad de respuesta ante cambios en la demanda del mercado y la adaptación a nuevas tecnologías y procesos de fabricación.

En este contexto, se plantea la necesidad de desarrollar un convertidor para torno con base universal, una solución innovadora que permita a los operadores utilizar un solo torno en diversas bancadas y configuraciones de trabajo. Un convertidor de este tipo tendría el potencial de revolucionar la industria de la mecanización al mejorar la versatilidad de los equipos existentes, reducir los costos de inversión y agilizar los procesos de producción.

Los antecedentes revelan la importancia y la relevancia de abordar este problema y sientan las bases para la justificación de este anteproyecto. La siguiente sección se centrará en la justificación y los objetivos de esta iniciativa innovadora.

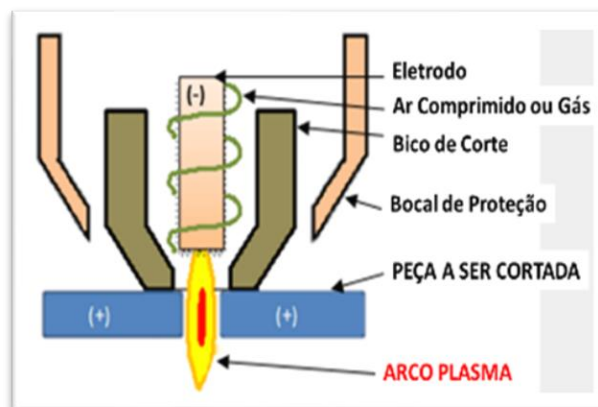
6.2 Marco teórico

6.2.1 Definición de corte plasma

El corte plasma es una técnica avanzada utilizada en la fabricación de metales que permite cortar materiales conductores de electricidad mediante un chorro de plasma a alta velocidad y temperatura. Este proceso se destaca por su precisión y capacidad para cortar metales de distintos espesores, lo que lo hace ideal para la creación de bases metálicas con especificaciones detalladas.

La tecnología de corte plasma se basa en el principio de ionización del gas, que, al ser expuesto a una corriente eléctrica, se convierte en plasma y produce un arco eléctrico capaz de fundir el metal. La eficiencia del corte plasma se debe a la concentración del calor en un área pequeña, lo que minimiza la zona afectada por el calor y permite cortes limpios y precisos. (ver figura 6.1).

Figura 6.1 Ilustración de corte con plasma.



Fuente: www.sumiq.com

La creación de una base metálica a partir de corte plasma implica una planificación cuidadosa del diseño y la selección del material adecuado. Los metales

comúnmente utilizados incluyen acero, acero inoxidable, aluminio, entre otros. La elección del material dependerá de las propiedades deseadas para la base metálica, como la resistencia al desgaste, la capacidad de carga y la resistencia a la corrosión.

El proceso de corte plasma también requiere considerar factores como la potencia del equipo de corte, el tipo de gas utilizado, la velocidad de corte y la distancia entre la tobera y el material. Estos parámetros deben ser optimizados para garantizar un corte efectivo y eficiente.

6.2.2 Mecanizado en fresadora

El mecanizado en fresa es un proceso de manufactura que se utiliza para crear una variedad de características en piezas metálicas, incluyendo ranuras, que son rebajes o canaladuras realizadas en la superficie de una pieza de trabajo. Las ranuras son fundamentales en muchos diseños de ingeniería, ya que pueden servir como guías, asientos para otras piezas o para facilitar ensamblajes.

La creación de ranuras mediante una fresa se lleva a cabo utilizando una máquina herramienta llamada fresadora, la cual cuenta con una serie de fresas rotativas de diferentes formas y tamaños que remueven material de la pieza de trabajo. La selección de la fresa adecuada es crucial y dependerá del tipo de ranura que se desee realizar, así como del material de la pieza.

Durante el mecanizado, la pieza de trabajo se sujeta firmemente a la mesa o al dispositivo de sujeción para evitar movimientos indeseados. La fresa se desplaza a lo largo del eje necesario para realizar el corte, removiendo el material y formando la ranura deseada.

Las ranuras pueden ser rectas, helicoidales o conformar perfiles complejos, y su precisión es fundamental para el correcto funcionamiento del ensamble o mecanismo donde serán utilizadas. El acabado superficial también es un aspecto importante para considerar, ya que puede afectar la fricción y el acoplamiento con otras piezas.

6.2.3 Herramientas para corte en fresadora

La creación de ranuras en piezas metálicas mediante el uso de una fresadora requiere el empleo de herramientas de corte especializadas. Estas herramientas deben ser seleccionadas cuidadosamente para coincidir con el tipo de material, la geometría de la ranura y los requerimientos del acabado superficial. A continuación, se presentan algunas de las herramientas de corte más comunes utilizadas para fresar ranuras:

6.2.3.1 Fresas Cilíndricas

Son herramientas con filos de corte dispuestos alrededor de la circunferencia del cilindro. Se utilizan para realizar ranuras rectas y pueden tener diferentes números de dientes o filos.

Figura 6.2 Herramientas de corte.

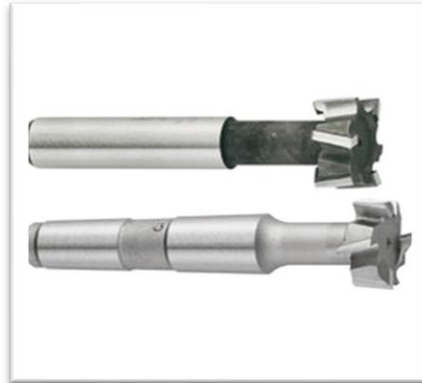


Fuente: www.followmachines.com

6.2.3.2 Fresas para Ranurar

También conocidas como fresas madre, están diseñadas específicamente para cortar ranuras y secciones estrechas. Pueden tener diferentes ajustes según el ancho deseado de la ranura.

Figura 6.3 Fresas para ranurar.

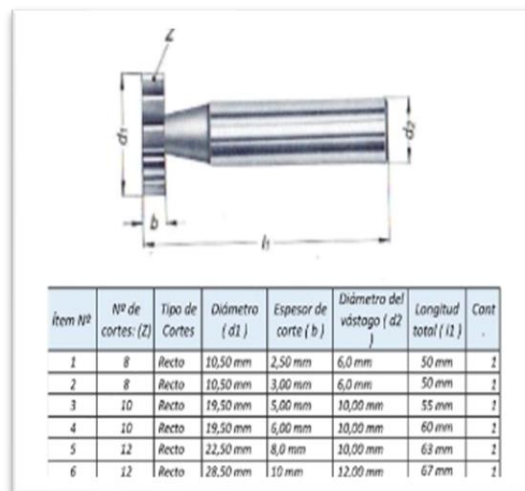


Fuente: www.directindustry.es

6.2.3.3 Fresas en T

Estas fresas se utilizan para crear ranuras en forma de T, que son esenciales para ciertos tipos de ensambles mecánicos. En la fabricación de la base para el convertidor se emplea en aquellos ranurados internos en donde reposaran tornillos de desplazamiento que no son perceptibles.

Figura 6.4 Fresa en T.



Fuente: <https://esparta.com.ar>

6.2.3.4 Fresas de Disco

Son similares a las fresas cilíndricas, pero con un perfil más delgado, lo que las hace adecuadas para realizar cortes profundos y estrechos.

Figura 6.5 Fresas en disco.



Fuente: www.interempresas.net

6.2.3.5 Fresas Helicoidales

Tienen una forma espiral que ayuda a evacuar las virutas fuera del área de corte, mejorando así la eficiencia del proceso y el acabado superficial.

Figura 6.6 Fresas helicoidales.



Fuente: www.interempresas.net

6.2.3.6 Fresas de Punta Esférica (Ball Nose)

Se utilizan para fresar ranuras con perfiles redondeados o contornos suaves.

Figura 6.7 Fresas de punta esférica.



Fuente: www.ezeta.com

La elección correcta de la herramienta no solo afecta la calidad del corte sino también la vida útil de la herramienta y la eficiencia del proceso de mecanizado. Además, es importante considerar el material del que está hecha la fresa, como carburo sólido, acero rápido (HSS), entre otros, ya que cada material ofrece diferentes ventajas en términos de resistencia al desgaste y capacidad de corte.

6.2.4 Mecanizado en torno paralelo

El torno paralelo manual es fundamental en el mecanizado de piezas, es una máquina herramienta utilizada en talleres mecánicos e industrias de fabricación, se caracteriza por tener guías paralelas que permiten un movimiento preciso del carro portaherramientas.

6.2.4.1 Componentes del Torno Paralelo

- Cabezal Fijo: Aloja el motor principal y controla la velocidad del husillo.
- Husillo Principal: Monta la pieza de trabajo y permite su rotación.
- Carro: Lleva la herramienta de corte y se desplaza a lo largo de las guías de la bancada.
- Contrapunto: Soporta el extremo opuesto de la pieza de trabajo.

- Bancada: permite el desplazamiento de todos los elementos de la máquina tales como: carro, lunetas y contrapunto.

Figura 6.8 Torno paralelo.



Fuente: www.indumetan.com

Según el Autor, “El torno paralelo manual combina habilidades artesanales con capacidades técnicas, facilitando la producción de piezas de alta calidad.” (Pereira.)

6.2.4.2 Ventajas del Torno Paralelo Manual

- Precisión y Versatilidad: Ideal para piezas pequeñas y grandes componentes.
- Flexibilidad en Materiales: Trabaja con diferentes materiales.
- Rentabilidad: “sigue siendo una solución económica para muchas operaciones.” (ICONTEC, “Torno Paralelo: Pieza Clave en Talleres y Fábricas.”, 2024)

6.2.5 Herramientas de corte en torno paralelo

En un torno paralelo manual, las principales herramientas de corte utilizadas son los buriles, también conocidos como herramientas de corte, son esenciales en el mecanizado con torno; “Están diseñados específicamente para cortar material

mientras la pieza de trabajo gira” (Herramientas de Corte para Torno., 2024), su selección depende de diferentes factores de trabajo.

6.2.5.1 Buril Rectangular

Ampliamente utilizado en tornos tradicionales, “Según el autor, ideal para fregar y torneear superficies planas.” (Herramientas de Corte para Torno., 2024) (1)

Figura 6.9 Buril rectangular.



Fuente: www.toolferreterias.com

6.2.5.2 Buril de Rosca

“Diseñado para cortar hilos o crear hilos en piezas de trabajo.” (Herramientas de Corte para Torno., 2024)

Figura 6.10 Buril de rosca.



Fuente: www.repuestoscortecaminos.co

6.2.5.3 Buril de Ranurado

“Ideal para crear ranuras o ranuras en superficies de piezas de trabajo.” (Herramientas de Corte para Torno., 2024)

Figura 6.11 Buril de ranurado.



Fuente: www.directindustry.es

6.2.5.4 Buril de Perfilado

“Diseñado para crear bordes o contornos definidos en piezas.” (Herramientas de Corte para Torno., 2024)

Figura 6.12 Buril de perfilado.



Fuente: www.tysvirtual.com

6.2.5.5 Brocas (para Mecanizado por Taladrado)

“La perforación con torno utiliza una broca para perforar la pieza de trabajo.”
(HELLER, 2024)

Figura 6.13 Brocas.



Fuente: www.disenoycorte.com.mx

6.2.6 Convertidor para mecanizado plano

Un convertidor de mecanizado plano es un mecanismo utilizado en el campo de la ingeniería mecánica para transformar las coordenadas de una pieza o componente desde un sistema de coordenadas tridimensional (3D) a un sistema de coordenadas bidimensional (2D). En otras palabras, simplifica la información de diseño y fabricación de una pieza para su producción en máquinas herramienta, como fresadoras o tornos.

6.2.7 Piezas que se podrían fabricar

6.2.7.1 Engranajes rectos

Los engranajes rectos son los más simples de los engranajes, estos se caracterizan por tener forma cilíndrica con dientes. Teniendo en cuenta que los dientes no son rectos, encontramos que el borde de cada diente si es recto y alinea paralelamente con el eje de rotación.

Figura 6.14 Engranaje recto.

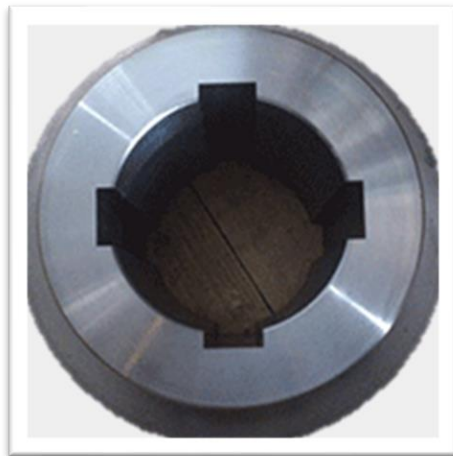


Fuente: www.directindustry.es

6.2.7.2 Chaveteros

El chavetero es el área en un eje cilíndrico o cuadrado diseñada para alojar una chaveta a presión. Su propósito es aumentar la adherencia para soportar cargas mayores o generar movimiento conjunto. Además, puede unir solidariamente el eje con el acople o la pieza correspondiente.

Figura 6.15 Chaveteros.



Fuente: www.keyway.es

6.3 Marco legal

La innovación y la protección de la propiedad intelectual son pilares fundamentales en el desarrollo y avance tecnológico. Dentro de este contexto, las patentes juegan un rol crucial al otorgar derechos exclusivos a los inventores o titulares sobre sus creaciones. Este estudio se enfoca en la continuidad de la patente Convertidor Para Mecanizado de Chavetas y Engranajes Rectos y Cónicos en un Torno Paralelo / Número NC2022/0003151, inicialmente planteada en marzo del 2022, y su relevancia en el campo de metalmecánica. A través de un análisis detallado, se explorará la evolución de la patente, su impacto en innovaciones subsiguientes y las implicaciones legales y comerciales de su extensión o renovación.

En primer lugar, se revisará la legislación pertinente que rige las patentes en Colombia, incluyendo los criterios para la continuidad y las condiciones bajo las cuales se pueden mantener o extender los derechos de la patente. Posteriormente, se examinará el historial de la patente, su aplicación práctica y las contribuciones significativas que ha aportado al progreso tecnológico. Finalmente, se discutirá cómo la continuidad de esta patente afecta tanto a los titulares como a los competidores y al mercado en general.

En este sentido, el mecanizado plano y el uso de tornos paralelos representan un ejemplo concreto de cómo la legislación patentaría puede influir en el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías. Así, la creación de un convertidor que mejore las capacidades de los tornos paralelos refleja la dinámica entre la protección de derechos de patente y el fomento del progreso técnico, evidenciando la relevancia de una legislación equilibrada que promueva tanto la innovación como una competencia justa en el mercado.

En la industria metalmecánica, la implementación de herramientas para la eliminación de viruta es fundamental al hablar de la creación de piezas mediante procesos como el torneado y el fresado. Estos procesos no pueden ser realizados por una máquina ordinaria sin considerar las herramientas adecuadas.

Una alternativa excelente es la creación de un convertidor para mecanizado plano. En muchas ocasiones, las empresas dedicadas al diseño y fabricación de piezas no cuentan con equipos altamente sofisticados para estos fines. Por esta razón, el ingeniero José Luis Acosta Vega propuso en su tesis de grado titulada “Optimización del Diseño de un Convertidor para Maquinado Rectilíneo Exterior e Interior en un Torno Paralelo” mejorar las características de dicho convertidor. De esta manera, se logrará una mayor versatilidad, precisión y mejores prestaciones.

Además, es crucial desarrollar una base universal para comercializar el mencionado convertidor. Para ello, se toma como referencia la base propuesta por el ingeniero José Luis Acosta Vega y se plantean mejoras específicas para garantizar su funcionalidad en tornos con bancadas de diferentes dimensiones.

Por otro lado, la industria metalmecánica desempeña un papel crucial en la economía regional y nacional. Al estar conectada hacia atrás con la siderurgia y hacia adelante en la producción de múltiples bienes y prestación de servicios, conforma la denominada cadena metalmecánica. Esta cadena presenta múltiples conexiones con otros sectores productivos, a los que provee bienes o demanda materias primas. Además, la industria metalmecánica es un fuerte generador de empleo y forma parte de las políticas productivas de la región. En particular, en la región de Boyacá, se le da un realce de importancia a este sector, considerándolo uno de los pilares económicos y de desarrollo del país debido a su capacidad para ofrecer bienes y servicios de alta calidad.

En el contexto de la ingeniería mecánica, los tornos paralelos son herramientas esenciales que permiten el mecanizado de piezas de forma precisa y eficiente. En este trabajo, se propone un modelo de un convertidor para mecanizado plano que puede ser utilizado como un accesorio adicional en un torno paralelo con base universal.

Es importante destacar que la base universal de este convertidor ha sido diseñada para ser compatible con tornos cuyo ancho de bancada no exceda los 52 cm. Esta

limitación en el tamaño se debe a las restricciones físicas del convertidor y a la necesidad de mantener la estabilidad y precisión durante el proceso de mecanizado.

El convertidor permite ampliar las capacidades del torno, permitiendo realizar operaciones de mecanizado plano que normalmente requerirían de maquinaria adicional. De esta manera, se busca optimizar el uso del espacio en el taller y reducir los costos asociados con la adquisición y mantenimiento de equipos adicionales.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

Para la elaboración del proyecto se realizó una clasificación de los objetivos hasta llegar a dividirlos por etapas, de esta manera garantizar una distribución ordenada y controlada de las actividades a realizar.

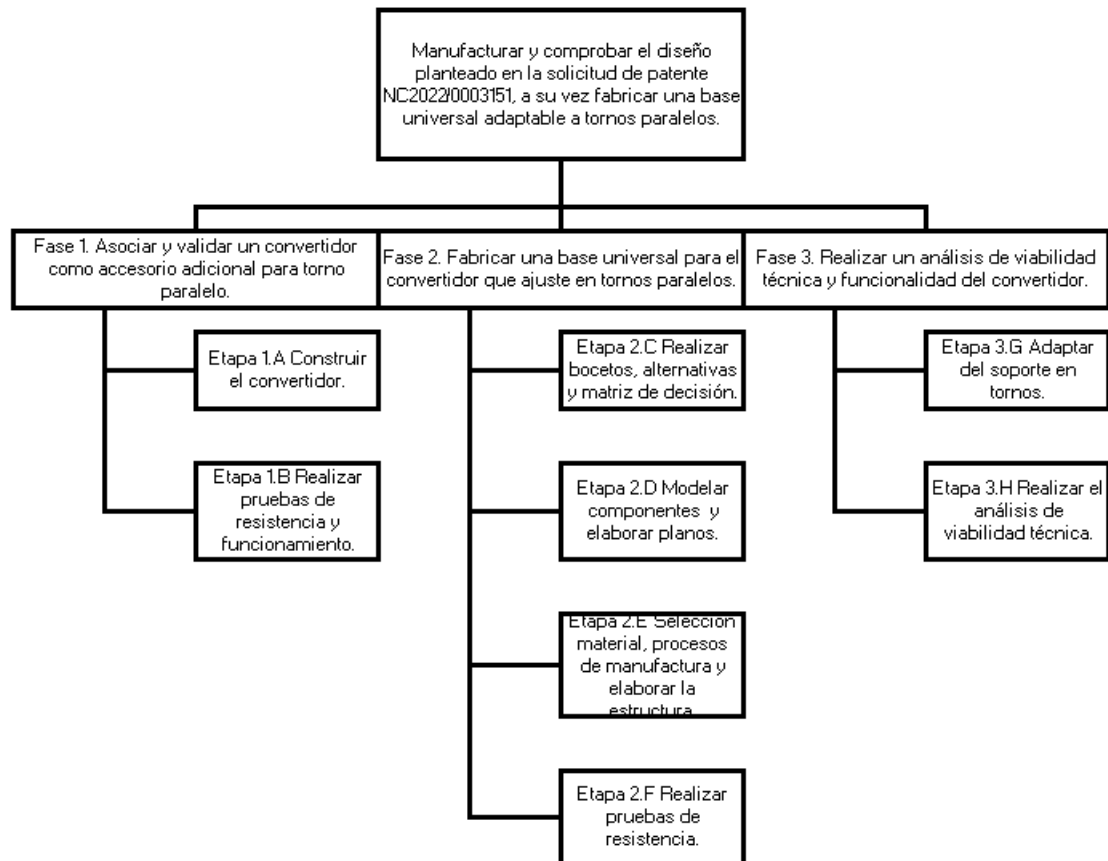


Figura 7.1 Fases del diseño metodológico para el desarrollo del Proyecto.

7.1 (FASE 1). Construir y validar un convertidor como accesorio adicional para torno paralelo.

7.1.1 Etapa 1.A (Construir el convertidor.)

La construcción del convertidor se ejecutará en varios pasos, ya sea en etapas de diseño, elaboración, montaje y no menos importante hacer énfasis en el material a emplear ya que este debe ser rígido y estable para soportar todos los componentes y sistemas, brindando seguridad tanto para la maquina como para el operario.

7.1.2 Etapa 1.B (Realizar pruebas de resistencia y funcionamiento.)

Finalizada la etapa de construcción, se continuará con la ejecución de pruebas relacionadas a la resistencia y la eficacia con la que cuenta para fabricar piezas complejas, este proceso debe ser preciso con la finalidad de que funcione perfectamente al momento de pasar a la siguiente etapa, de lo contrario se deberán llevar a cabo las correcciones necesarias.

7.2 (FASE 2). Fabricar una base universal para el convertidor que ajuste en tornos paralelos.

7.2.1 Etapa 2.C (Realizar bocetos, alternativas y matriz de decisión.)

Una vez realizada las diferentes investigaciones se procederá a realizar el diseño de bocetos para la base universal con sus posibles alternativas, de esta manera poder tomar la mejor decisión en cuanto a su costo, implementación, versatilidad y fabricación. Con ayuda de una matriz de decisión, se determinará la mejor alternativa partiendo desde la complejidad del diseño, maniobrabilidad, costos, riesgos, material de fabricación, impacto visual, cumplimiento de objetivos, impacto ambiental, infraestructura y servicios, políticas y normativa, etc.

7.2.3 Etapa 2.D (Modelar componentes y elaborar planos.)

En esta etapa se procede a desarrollar los componentes del soporte permitiendo su funcionamiento de una manera óptima y fiable. Así mismo se realizarán los planos de las piezas para determinar el ensamble que facilitará la fabricación de este.

7.2.4 Etapa 2.E (Selección material, procesos de manufactura y elaborar la estructura.)

Teniendo perfectamente diseñados los planos y bien desarrollados los cálculos, se procede a seleccionar los materiales con los que se construirá el soporte universal tratando los diferentes sistemas que lo componen. Para su construcción e instalación, se tienen en cuenta las etapas anteriores conservando las tolerancias dadas por los modelados y ensambles 3D.

7.2.5 Etapa 2.F (Realizar pruebas de resistencia.)

Finalizadas las etapas de instalación del convertidor junto con el soporte universal se lleva a cabo la ejecución de pruebas relacionadas a la resistencia y funcionamiento en conjunto del soporte y el convertidor, adicional a eso evidenciar la versatilidad que haya entre dichos componentes.

7.3 (FASE 3). Realizar un análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor.

7.3.1 Etapa 3.G (Adaptar del soporte en tornos.)

En esta fase, se lleva a cabo una investigación a nivel departamental para determinar el rango de adaptabilidad del soporte en tornos paralelos, ya que algunos tornos tienen dimensiones que el convertidor no podría abarcar así mismo el soporte o la base tampoco podrían cumplir con esa función.

7.3.2 Etapa 3.H (Realizar el análisis de viabilidad técnica.)

Con base a la etapa anterior, se hace un análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor por el cual se puede determinar para que tipos de tornos aplica el convertidor y el soporte dando así un análisis claro y poder satisfacer una posible demanda.

8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

8.1 Desarrollo y verificación de un convertidor como accesorio complementario para tornos paralelos.

Como se menciona en los objetivos este proyecto se enfoca en la producción y validación de un convertidor como accesorio adicional para torno paralelo de acuerdo con lo establecido en la patente NC2022/0003151 Convertidor para mecanizado de chavetas y engranajes rectos y cónicos en un torno paralelo del 18 de marzo de 2022. La iniciativa busca optimizar la funcionalidad del torno, permitiendo el mecanizado rectilíneo y mejorando la versatilidad del equipo sin necesidad de costosas modificaciones o la adquisición de múltiples máquinas. A través de simulaciones computacionales y pruebas de validación, se asegura que el convertidor cumpla con los estándares de precisión y eficiencia requeridos en diversas aplicaciones industriales.

Para el desarrollo de esto se ha establecido la manufactura del convertidor llevándonos así a realizar una recolecta de elementos fabricados y por fabricar, ya que como bien se sabe en la tesis “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN CONVERTIDOR PARA MAQUINADO RECTILÍNEO EXTERIOR E INTERIOR EN UN TORNO PARALELO” realizada por JOSÉ LUIS ACOSTA VEGA, su alcance se limitó al diseño mecánico y simulación computacional; por ende el proceso de modelamiento CAD y fabricación se ve concluido en este capítulo buscando dar cumplimiento a lo establecido en un primer objetivo.

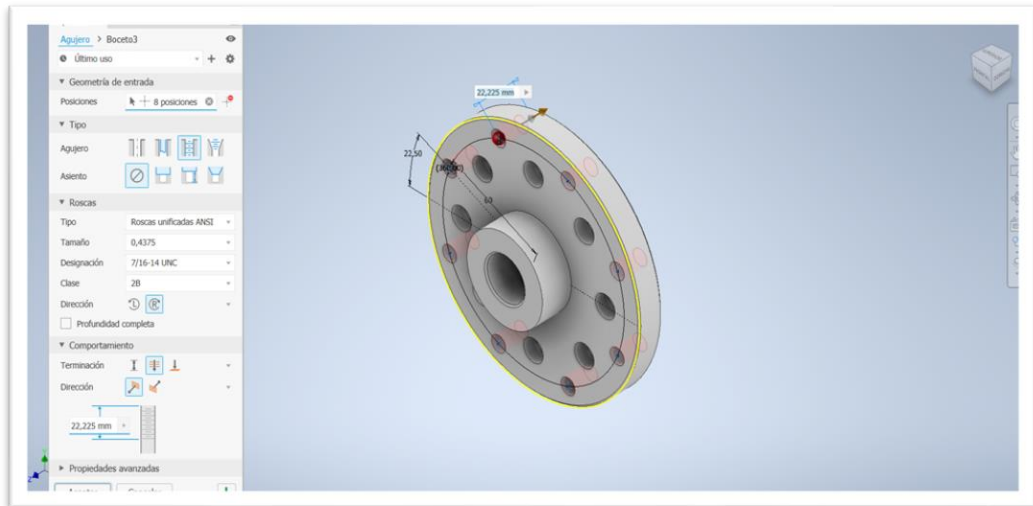
8.1.1 Modelamiento y fabricación del convertidor.

8.1.1.1 Modelado de brida de cuello

La conexión entre el reductor y el brazo articulado se logra mediante la brida de cuello, diseñada específicamente para esta función gracias a la geometría del reductor. Esta brida no solo une ambos componentes, sino que también actúa como un eje para soportar el brazo del convertidor, permitiendo así el movimiento de

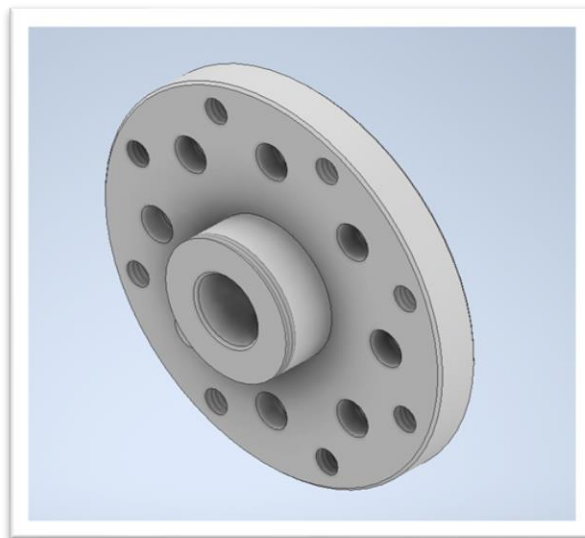
rotación. Además, cuenta con agujeros roscados que facilitan el ajuste del brazo articulado a distintos ángulos. (ver figura 8.1 y 8.2).

Figura 8.1 Perforado y roscado para la sujeción del soporte.



Fuente: Autor.

Figura 8.2 Modelo de brida de cuello.

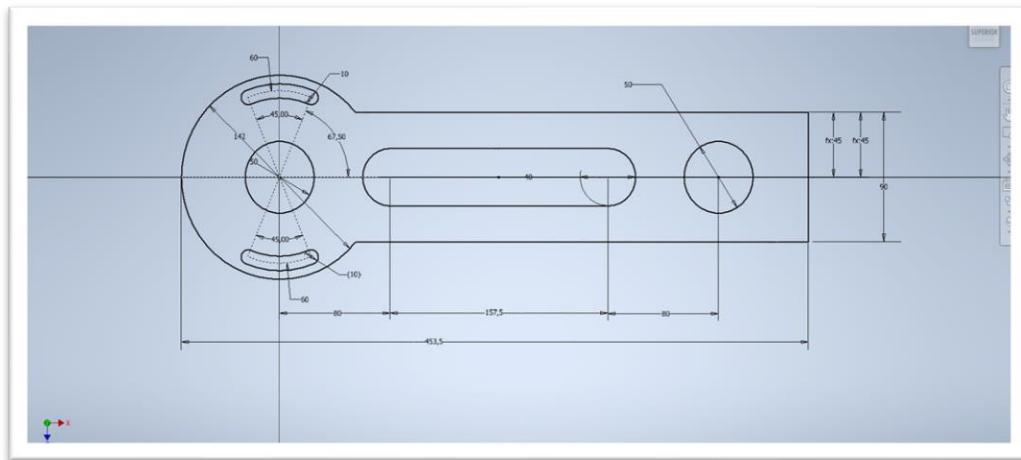


Fuente: Autor.

8.1.1.2 Modelado del soporte del brazo

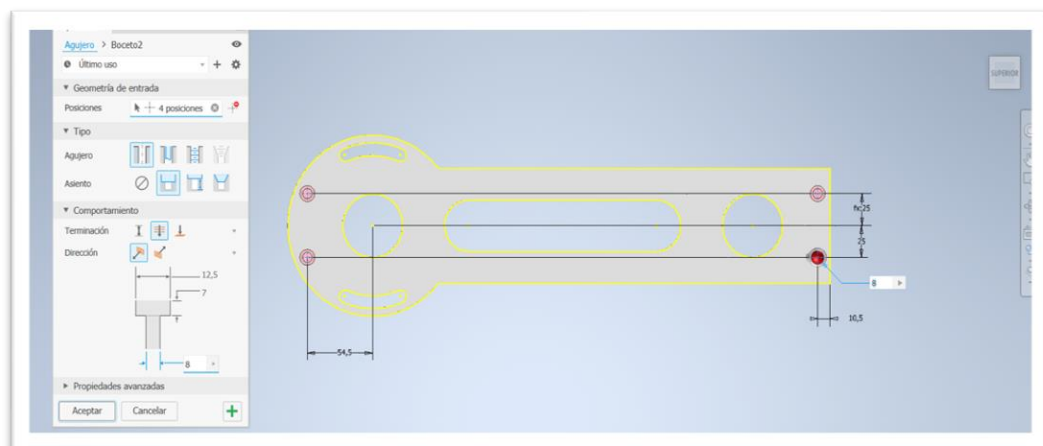
El propósito del soporte diseñado es albergar los elementos de la corredera y la transmisión, para esto se establecen sus dimensiones (figura 8.3) luego se tienen en cuenta aquellos perforados que serán cruciales en la sujeción de estas (ver figura 8.4). El soporte se conecta a la brida de cuello, que actúa como eje para permitir el movimiento de rotación necesario (ver figura 8.5).

Figura 8.3 Establecimiento de cotas para el modelado 3D.



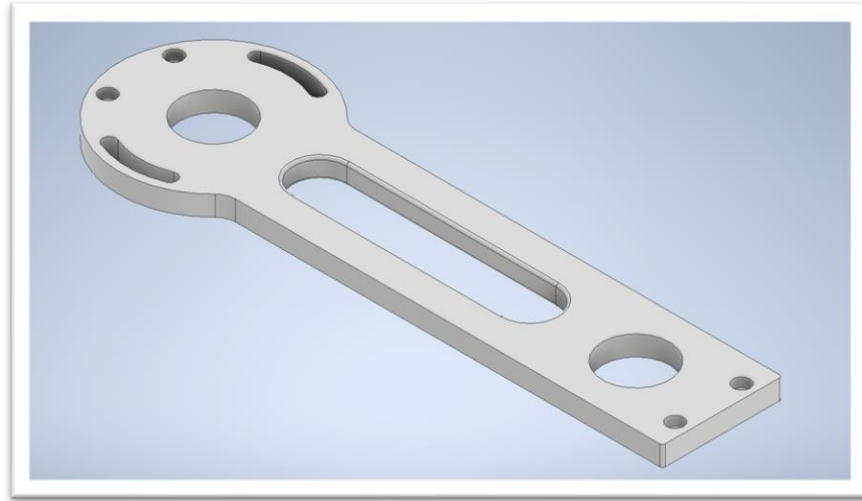
Fuente: Autor.

Figura 8.4 Croquis y perforado de agujeros para la fijación de la corredera.



Fuente: Autor.

Figura 8.5 Modelado del soporte de transmisión y corredera.

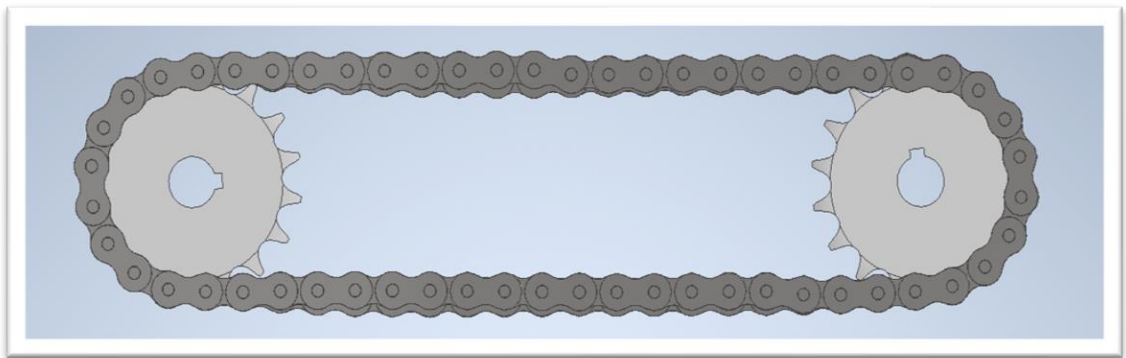


Fuente: Autor.

8.1.1.3 Modelado de la transmisión por cadena

La transmisión por cadena ilustrada en la figura 8.6 tiene la función de mover el dado dentro de la corredera. El dado está sujeto a la cadena mediante un ajuste a una biela, lo que permite obtener un movimiento lineal alternativo.

Figura 8.6 Modelado de transmisión por cadena.

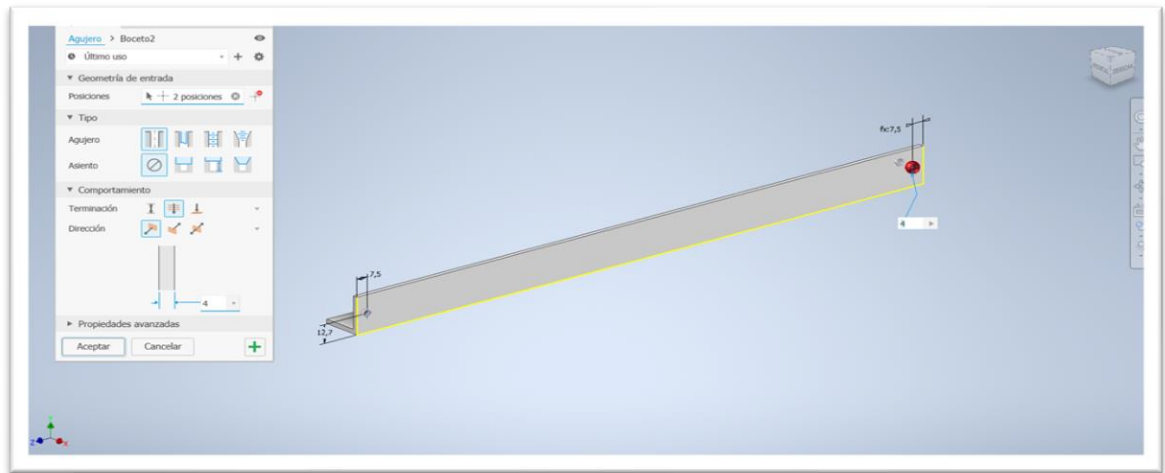


Fuente: autor.

8.1.1.4 Modelado de corredera

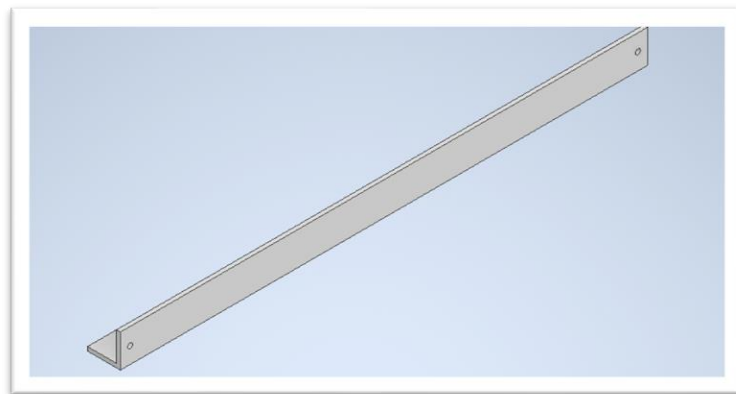
La corredera está formada por 4 perfiles angulares (ver figura 8.8), en el modelado de estos se define el perfil de los ángulos y la ubicación de agujeros como se muestra en la figura 8.7 siendo así empleados en la fijación a las dos tapas o soportes de corredera. Esta corredera albergará el dado, el cual se desplazará longitudinalmente.

Figura 8.7 Establecimiento de cotas para el modelado 3D.



Fuente: Autor.

Figura 8.8 Modelado de perfil angular.

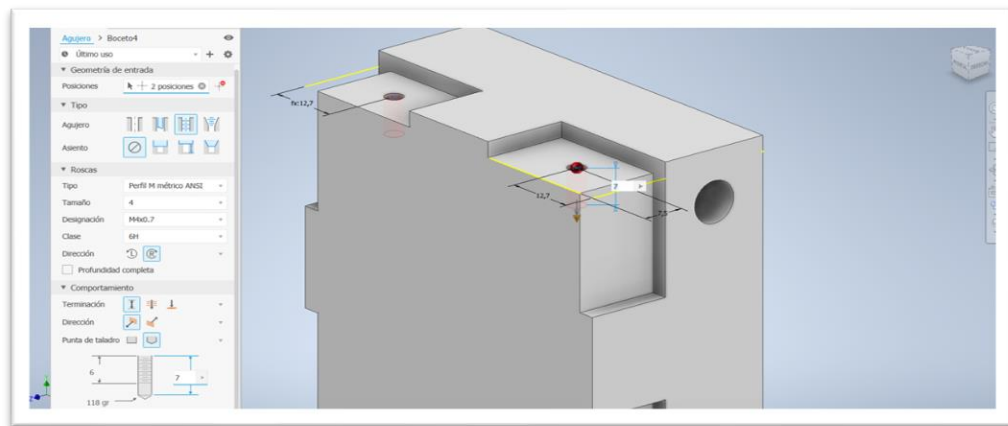


Fuente: Autor.

8.1.1.5 Modelado de soporte de corredera

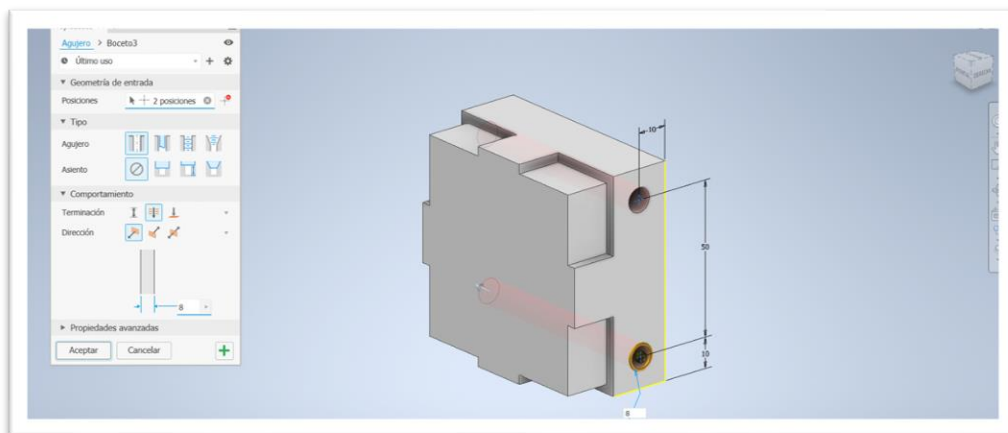
El soporte de la corredera cumplirá con la función de fijar los ángulos de corredera mediante tornillos (figura 8.9), así mismo cumple con la función de permitir la fijación al brazo soporte mediante agujeros para pernos siendo separados por bujes (figura 8.10). Este soporte fue modificado al dejar los agujeros de fijación pasantes, esto con el fin de mejorar la estabilidad de la corredera (figura 8.11).

Figura 8.9 Boceto de agujeros para la fijación de las correderas.



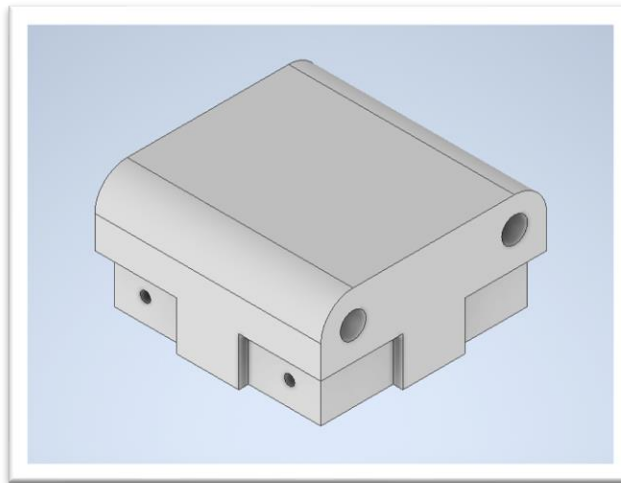
Fuente: Autor.

Figura 8.10 Establecimiento de cotas para agujeros de unión al brazo.



Fuente: Autor.

Figura 8.11 Modelado de soporte de corredera.

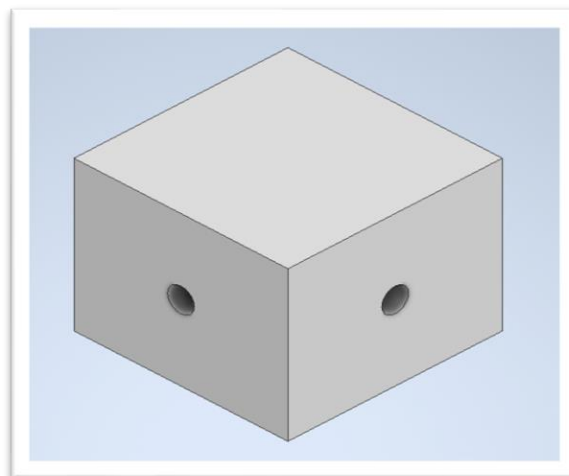


Fuente: Autor.

8.1.1.6 Modelado del dado

El dado estará ubicado dentro de la corredera y realizará un movimiento de vaivén, este posee agujeros para la instalación de las cuchillas o buriles (ver figura 8.12).

Figura 8.12 Modelado del dado.

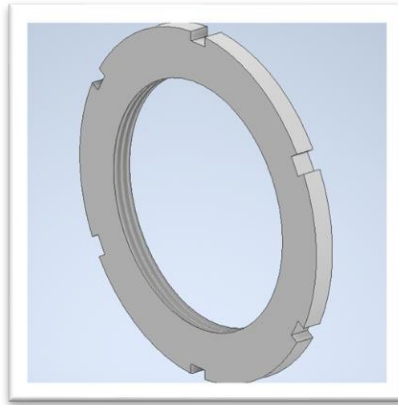


Fuente: Autor.

8.1.1.7 Modelado de tuerca de fijación

La tuerca de fijación se une al cuello de la brida para mantener fijo el soporte del brazo en el convertidor. (ver figura 8.13).

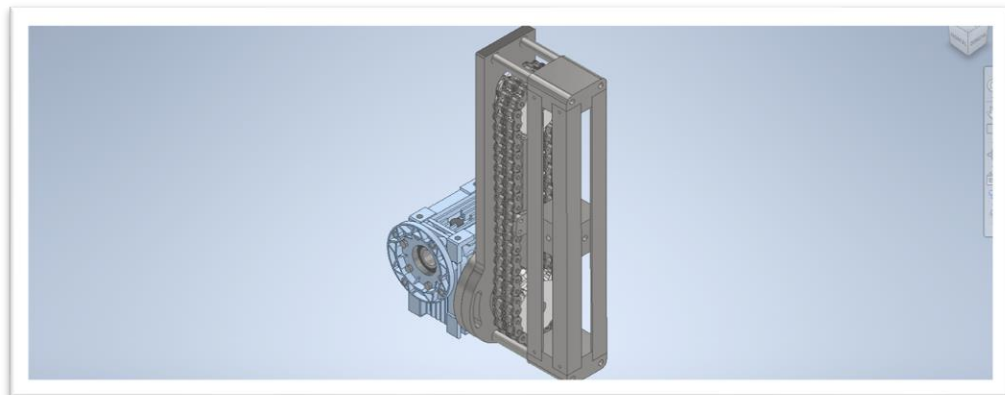
Figura 8.13 Modelado de tuerca de fijación.



Fuente: Autor.

Al concluir con el modelado de los componentes del convertidor se realiza un ensamble (ver figura 8.14) para verificar los ajustes y acotados de las piezas esto garantizando sus medidas y dimensiones antes de ser fabricado, así mismo de realizan los planos de taller pertinentes.

Figura 8.14 Ensamble del convertidor vista isometrica.



Fuente: Autor.

8.1.1.8 Fabricación de eje para caja reductora

El eje para la caja reductora es el encargado de transmitir el movimiento circular a las catarinas que hacen parte del sistema de transmisión del convertidor así mismo este debe contar con chavetas para su fijación en la corona dentro de la caja reductora.

El proceso de fabricación de este eje inicia con la preparación de la máquina y la pieza alineando la herramienta de corte en este caso un buril de tungsteno con el contrapunto ubicado en el cabezal móvil, a su vez también se centra el material con el cual se va a trabajar; en la figura 8.15 se muestra el torno paralelo en funcionamiento allí se puede ver como el mandril del torno sujeta la pieza cilíndrica de metal asegurando que la pieza esté centrada y bien sujeta para luego ser sometida a un proceso de mecanizado que involucra el desbaste y cilindrado del eje.

Figura 8.15 Fijación de la pieza e inicio de mecanizado.



Fuente: Autor.

En la figura 8.15 y 8.16 se puede ver un líquido blanco que se está aplicando en el área de corte; este es un refrigerante empleado para enfriar tanto la herramienta como la pieza para así disminuir la fricción y remover las virutas de metal producidas

durante el corte. Estas virutas indican que la herramienta está realizando cortes efectivos en la superficie de la pieza.

Figura 8.16 Proceso de desbaste y cilindrado de la pieza.



Fuente: Autor.

Por ultimo el eje se coloca y se asegura firmemente en la fresadora posterior a esto se marca la ubicación precisa de la ranura en el eje, utilizando herramientas de medición y marcado. Se usa una escariadora adecuada para el tamaño y forma de la ranura de chaveta que se va a mecanizar.

Figura 8.17 Eje de reductor con chavetas y chaveteros.

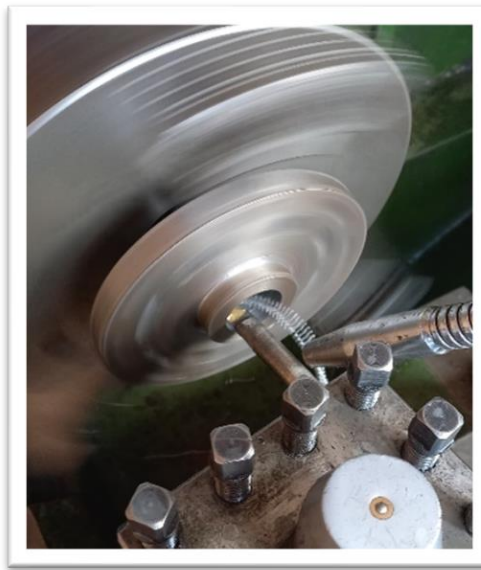


Fuente: Autor.

8.1.1.9 Fabricación de brida de cuello

La figura 8.18 se muestra el torno en donde se lleva a cabo el proceso de mecanizado de la brida. La pieza cilíndrica se asegura firmemente en el mandril del torno, que la mantiene en posición durante el mecanizado; esta brida de cuello se realiza con el desplazamiento a lo largo de la pieza mientras ésta gira, eliminando material de la superficie; se emplea un buril de tungsteno para interiores y para exteriores. Es importante resaltar el proceso de perforado y roscado de los agujeros de la brida de cuello, para esto se tienen en cuenta el diámetro y la cantidad de agujeros con los que cuenta la caja reductora para el acople entre estas dos. (ver figura 8.19).

Figura 8.18 proceso de fabricación de brida de cuello.



Fuente: Autor.

El agujero central se fabrica teniendo en cuenta las dimensiones del eje y con ello de las catarinas para un correcto funcionamiento de giro transmitido y no haya ningún tipo de fricción entre estas piezas. Así mismo es importante resaltar el uso de refrigerante en la zona de corte ya que este proceso es típico en la fabricación de componentes ya sean cilíndricos, como ejes, pasadores y otros elementos

similares, donde se requiere alta precisión y acabado superficial adecuado, también para conservar el estado de las herramientas usadas en la fabricación, disminuir las altas temperaturas producidas por el contacto entre estas y demás.

Figura 8.19 Montaje de brida de cuello a caja reductora.



Fuente: Autor.

8.1.1.10 Fabricación del brazo soporte

Para fabricar esta pieza, se sigue un proceso de mecanizado y corte. A continuación se describen los pasos típicos involucrados en su fabricación; en primer lugar se especifican las dimensiones exactas, la ubicación de los orificios y las ranuras, se utiliza una máquina de corte y una fresadora CNC para cortar la forma básica de la pieza de la placa de metal todo esto asegurando que la forma general y las dimensiones externas de la pieza sean precisas.

Para crear los agujeros del brazo se emplea la fresadora en conjunto con brocas que ascienden desde los 6 a 11 milímetros para crear las ranuras en la pieza

también los agujeros y en el caso de aquellos donde el agujero supera el tamaño de 1 pulgada, se hace uso de bailarinas (ver figura 8.20 y 8.21).

Figura 8.20 Bailarinas para corte circular.



Fuente: Autor.

Figura 8.21 Empleo de bailarinas para corte de manera circular.



Fuente: Autor.

Durante el proceso se garantiza que las ranuras tengan la longitud, anchura y posición exactas requeridas para de esta manera inspeccionar la pieza terminada y asegurarse de que cumple con las especificaciones del diseño. (ver figura 8.22).

Figura 8.22 Inspección de ranuras y agujeros.



Fuente: Autor.

Este proceso asegura que la pieza fabricada tenga las dimensiones y características exactas necesarias para su función en la maquinaria o estructura para la que fue diseñada. (ver figura 8.23).

Figura 8.23 Brazo de soporte finalizado.



Fuente: Autor.

8.1.1.11 Fabricación de corredera

La fabricación de esta pieza específica se divide en dos piezas diseñadas, con la elaboración de cuatro ángulos y dos soportes. Posteriormente, se unen los componentes para crear los agujeros de fijación entre ellos. El corte y la fijación de los ángulos a las bases de la corredera ya estaban completados. Durante el proceso, se garantiza que las correderas o ángulos tengan la longitud, anchura y posición exactas requeridas. Finalmente, se inspecciona la pieza terminada para asegurarse de que cumple con las especificaciones del diseño. (ver figura 8.24).

Figura 8.24 Ensamble de la corredera.



Fuente: Autor.

8.1.1.12 Fabricación bujes separadores y eje de Catarina

Los bujes separadores se fabrican utilizando un torno, donde se aseguran firmemente en el mandril. El proceso de fabricación es breve e implica el uso de un buril de tungsteno y una broca de 8 milímetros para realizar el perforado interno de

los bujes. Por otro lado, la fabricación del eje de Catarina consiste en cilindrarlo y luego perforarlo con una broca de 5 milímetros, según los parámetros de diseño. Es importante destacar el uso de refrigerantes durante el proceso de desbaste de la pieza para evitar las altas temperaturas provocadas por la fricción o el contacto entre los materiales. Finalmente, se inspeccionan los componentes para asegurarse de que cumplen con las especificaciones. (ver figura 8.25 y 8.26)

Figura 8.25 Bujes separadores.



Fuente: Autor.

Figura 8.26 Eje para Catarina conducida.

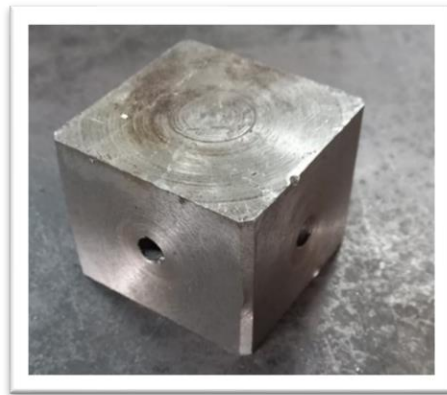


Fuente: Autor.

8.1.1.13 Fabricación de dado

El dado es un componente crucial dentro del convertidor, ya que tiene la capacidad de sostener la herramienta que se va a utilizar, como buriles o cuchillas. Su fabricación comienza con un elemento sólido que se mecaniza en un torno. En el torno, se refrentan todas sus caras para darle una forma cuadrada mediante la disposición del mandril. Luego, se realizan cuatro perforaciones laterales, permitiendo así que el dado albergue y soporte las herramientas. (ver figura 8.27)

Figura 8.27 Dado central.



Fuente: Autor.

8.1.2 Pruebas de resistencia y funcionamiento.

8.1.2.1 Montaje y verificación de ensamble

Las pruebas de funcionamiento se establecen desde el principio del proyecto, partiendo desde la inspección, medición y prueba de algunas de las partes existentes del convertidor como lo es el caso de la caja reductora, poniendo en marcha como va a ser su funcionamiento en conjunto con las demás piezas, el primer ejemplo se puede encontrar en la figura 8.28, allí se parte del principio de funcionamiento de este al convertir la velocidad de giro para posterior a eso convertirlo en lineal junto con los demás componentes.

Figura 8.28 Pruebas de medición y transmisión.



Fuente: Autor.

En el proceso de ensamble del convertidor se tienen en cuenta todo tipo de anomalía o defecto que se haya podido generar en la fabricación de las piezas, y no menos importante verificar su alineación; para de esta manera poder hacer las correcciones pertinentes y continuar con el proceso. (ver figura 8.29 y 8.30).

Figura 8.29 Pruebas de ensamble entre el brazo y la corredera.



Fuente: Autor.

Figura 8.30 Prueba de alineación y montaje.



Fuente: Autor.

En la figura 8.31 y 8.32 se observa el montaje completo del convertidor. En el ensamble se tienen presentes todos los parámetros establecidos en la tesis “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE UN CONVERTIDOR PARA MAQUINADO RECTILÍNEO EXTERIOR E INTERIOR EN UN TORNO PARALELO” realizada por JOSÉ LUIS ACOSTA VEGA, allí se establecen los parámetros para el uso de catarinas, cadenas, pernos, rodamientos y demás fijaciones.

Figura 8.31 Vista posterior del convertidor con brazo a 45°.



Fuente: Autor.

Figura 8.32 vista frontal del convertidor con brazo a 45°.



Fuente: Autor.

8.2 Diseño y fabricación de una base para el convertidor, logrando un ajuste universal para un rango de tornos.

En el desarrollo del convertidor se observó la carencia de adaptabilidad de la base ya que se realizó con un fin en particular el cual era funcionar únicamente para un torno en específico, esto llevado a la toma de decisiones llegando así a establecer la modificación de la base del convertidor volviéndola universal dentro de un rango establecido.

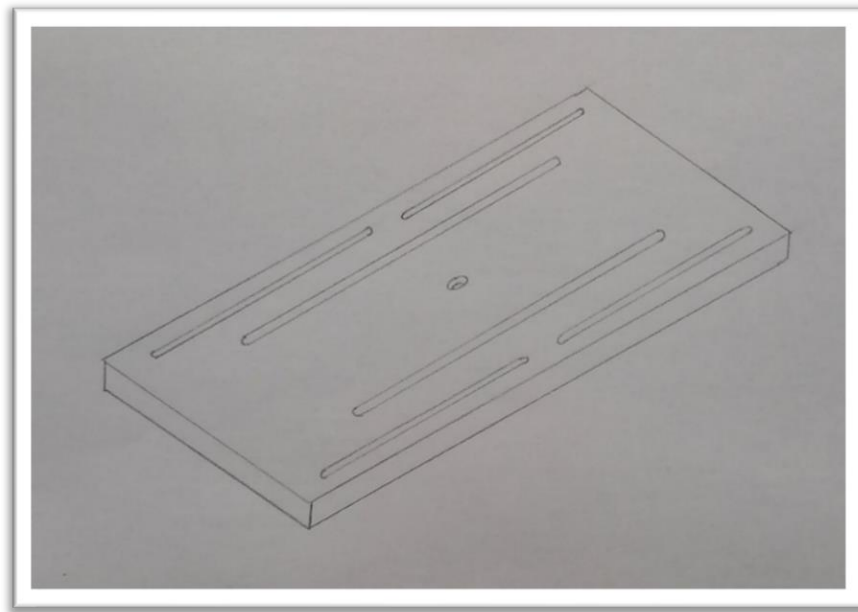
8.2.1 Bocetos, alternativas y matriz de decisión.

8.2.1.1 Planteamiento de bocetos y alternativas.

Se plantean 2 alternativas dejando de lado otras posibilidades, que por costos de fabricación y la complejidad de integración con las demás piezas no hubiesen sido factibles; por tal razón se ven descartadas automáticamente.

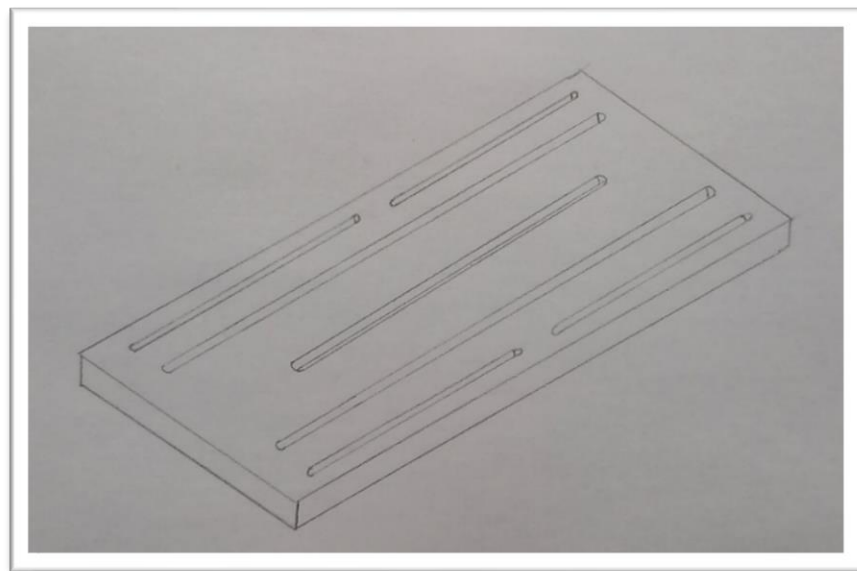
En la figura 8.33 y 8.34 se plantea el boceto a mano de las primeras alternativas del soporte así mismo se divide en dos grupos el desarrollo de alternativas, uno es la base o plancha y el otro es el sistema de fijación al torno.

Figura 8.33 Boceto a mano de la alternativa 1.



Fuente: Autor.

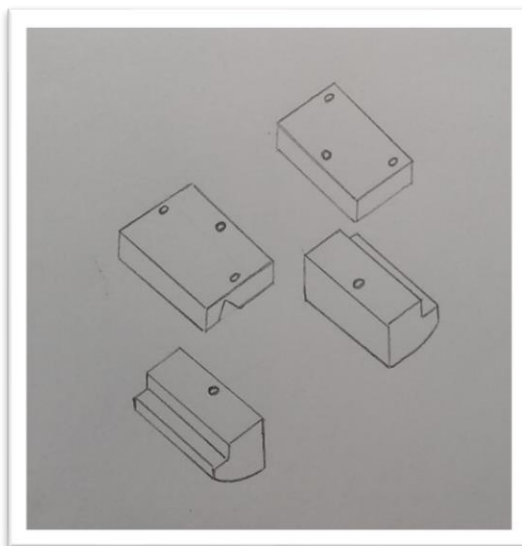
Figura 8.34 Boceto a mano de la alternativa 2.



Fuente: Autor.

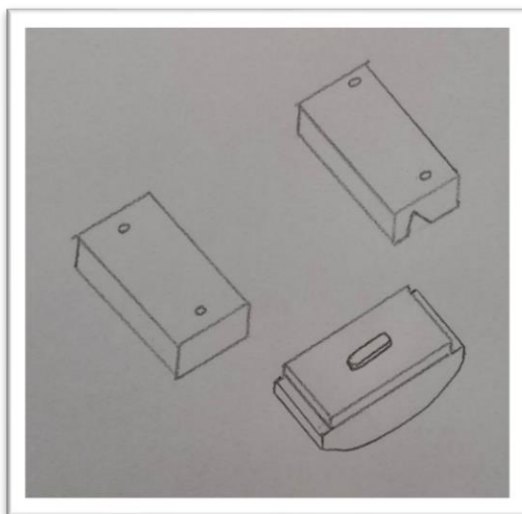
En cuanto al sistema de fijación de la base al torno se plantean las siguientes alternativas (ver figura 8.35 y 8.36) ya que por costos de manufactura son más accesibles y el proceso de modelado y fabricación se verá potenciado.

Figura 8.35 Esbozo del sistema de fijación alternativa 1.



Fuente: Autor.

Figura 8.36 Esbozo del sistema de fijación alternativa 2.

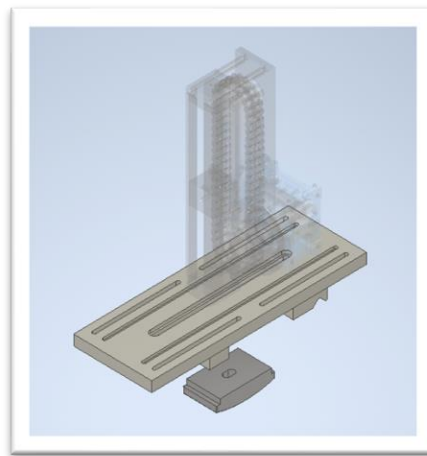


Fuente: Autor.

Al plantear las 2 alternativas de cada sistema o componentes es importante aclarar algunos de los puntos notables en los bocetos planteados para posterior a eso ser modelados en 3D.

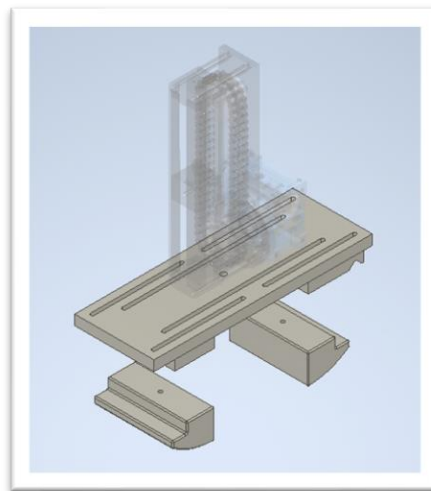
En las siguientes figuras se esclarecen los bocetos antes realizados; mediante el modelado 3D de estos (aún no se establecen dimensiones exactas):

Figura 8.37 Primer modelado 3D de los componentes en función del convertidor.



Fuente: Autor.

Figura 8.38 Segundo modelado 3D de los componentes en función del convertidor.



Fuente: Autor.

8.2.1.2 Planteamiento de matriz DOFA.

	Fortalezas (F)	Debilidades (D)
MATRIZ DOFA	1. Accesorio innovador 2. Aplicación en el mercado de la industria metalmecánica. 3. Accesible en el mercado 4. Adaptabilidad y versatilidad	1. Falta de mercado. 2. Un rango de tornos establecidos debido al tamaño del convertidor.
Oportunidades (O)	Estrategia para maximizar	Estrategia para minimizar
1. Aprovechamiento de los equipos disponibles en la universidad 2. Falta de adaptabilidad del convertidor a otras bancadas 3. Posibilidad de trabajo en múltiples tornos 4. No existe una base o soporte similar	A partir de los equipos con los que cuentan los laboratorios de ingeniería mecánica (Torno paralelo, CNC, fresadora entre otras), desarrollar un accesorio para el convertidor que permita adaptarse a cualquier bancada dentro de un rango establecido.	Crear un accesorio a la patente NC2022/0003151 Convertidor para mecanizado de chavetas y engranajes rectos y cónicos en un torno paralelo del 18 de marzo de 2022, haciendo que este pueda no solo emplearse en un torno específico si no que en múltiples tornos teniendo en cuenta los tamaños de las distintas bancadas.
Amenazas (A)	Estrategia para maximizar	Estrategia para minimizar
1. Presupuestos bajos. 2. Información para la fabricación.	Fabricar una base universal a partir de las medidas tomadas al torno wingston que se encuentra en los laboratorios de ingeniería mecánica.	Implementar una base capaz de adaptarse a otras bancadas dentro de un rango de medidas.

Tabla 8.1 Matriz DOFA empleada para la toma de decisiones. Fuente: Autor.

En primera instancia la matriz se dividió en dos submatrices: FD (Fortalezas y Debilidades) y OP (Oportunidades y Amenazas).

Como segunda se asignaron puntuaciones de 0 a 10, basadas en el éxito o contribución al proyecto, de manera que la suma de las puntuaciones en cada submatriz fuera igual a 10.

En la tercera estancia se otorgaron calificaciones de 1 a 4, donde:

1	Mayor debilidad
2	Menor debilidad
3	Menor fortaleza
4	Mayor fortaleza

Tabla 8.2 Tabla de calificaciones según su importancia. Fuente: Autor.

Por último, se multiplicó la calificación por la ponderación para obtener un peso ponderado.

Factores de análisis (Oportunidades-Amenazas)	Importancia	calificación	Importancia ponderada
Oportunidades			
1. Aprovechamiento de los equipos disponibles en la universidad	1	2	2
2. Falta de adaptabilidad del convertidor a otras bancadas	2	4	8
3. Posibilidad de trabajo en múltiples tornos	3	4	12
4. No existe una base o soporte similar	2	3	6
Amenazas			
1. Presupuestos bajos.	1	2	2
2. Información para la fabricación.	1	2	2
Total	10		32

Tabla 8.3 Submatriz de Oportunidades y Amenazas. Fuente: Autor.

De la información anterior, se pueden interpretar varios puntos clave sobre el proyecto y su contexto: Oportunidad 1. Aprovechamiento de los equipos disponibles en la universidad (Importancia ponderada: 2). Esta oportunidad tiene una baja importancia ponderada, indicando que, aunque es un factor positivo, no es determinante para el éxito del proyecto. Algunos de los factores a evaluar adquieren un nivel de importancia dado por las condiciones de trabajo y solución del problema.

Factores de análisis (Fortalezas y Debilidades)	Importancia	calificación	Importancia ponderada
Fortalezas			
1. Accesorio innovador	2	4	8
2. Aplicación en el mercado de la industria metalmecánica.	2	4	8
3. Accesible en el mercado	2	3	6
4. Adaptabilidad y versatilidad	2	4	8
Debilidades			
1. Falta de mercado.	1	2	2
2. Un rango de tornos establecidos debido al tamaño del convertidor.	1	2	2
Total	10		34

Tabla 8.4 Submatriz de Fortalezas y Debilidades. Fuente: Autor.

Para finalizar en las tablas 8.3 y 8.4 se observa que el resultado fue de 32 y 34 en ese orden correspondiente, lo cual indica que el proyecto se encuentra en el mayor intervalo de competitividad y atractividad. Esta base universal podrá ser implementada en la industria metalmecánica gracias a sus características específicas de innovación y bajo costo en el mercado. Así mismo, brindará una mejora al convertidor, permitiendo sacar el máximo provecho de sus ventajas.

8.2.1.3 Matriz de decisión

En los criterios de decisión es importante tener en cuenta factores como lo son las materias primas y el factor humano. Así mismo se tuvieron en cuenta el planteamiento de alternativas para el convertidor y con ello su solución e integración.

- Fiabilidad y seguridad.
- Costos de producción
- Materiales
- Ergonomía y comodidad
- Complejidad del diseño
- Eficiencia estructural
- Competencia

Teniendo en cuenta los criterios dados, se evalúan según su puntaje y su relación con el porcentaje que se le asigna a cada criterio, con una puntuación de 25 a 100, dando el 100 como máxima y el 25 como mínima puntuación. (ver tabla 8.5).

CRITERIOS DE CALIFICACION	
DEBILIDAD	25
DEBILIDAD MEDIA	50
FORTALEZA	75
FORTALEZA ALTA	100

Tabla 8.5 Tabla de criterios de calificación. Fuente: Autor.

A continuación, se muestran los valores adquiridos para la calificación de alternativas bajo los criterios establecidos, es de aclarar que cada alternativa comprende la división de sus sistemas propios.

Criterios de decisión	Ponderado	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje
Seguridad	15	100	15	100	15
Costos de producción	20	50	10	75	15
Materiales	15	50	7,5	100	15
Ergonomía y comodidad	15	75	11,25	100	15
Complejidad del diseño	15	50	7,5	75	11,25
Eficiencia estructural	10	50	5	100	10
Competencia	10	100	10	100	10
TOTAL	100	675	66,25	550	91,25

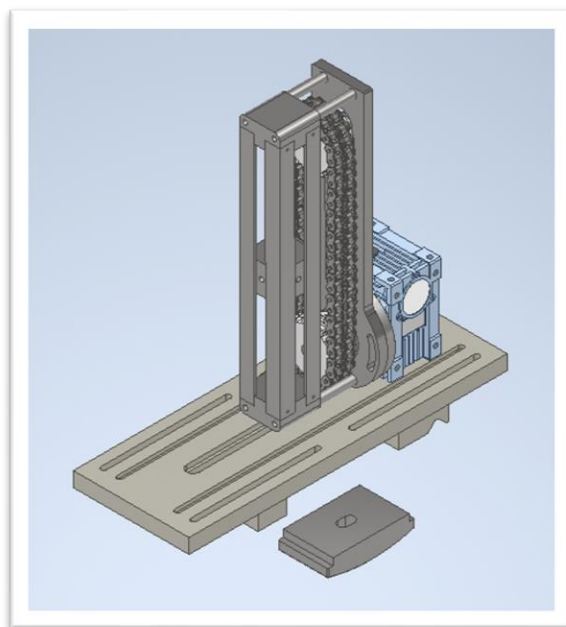
Tabla 8.6 Matriz de selección de alternativas. Fuente: Autor.

8.2.1.4 Análisis de resultados de la matriz de decisión

La alternativa con mayor puntuación es la segunda (Figura 8.39) esto debido a que su seguridad está por encima de la otra ya que el acceso se ve limitado por la disposición de las juntas de fijación al torno.

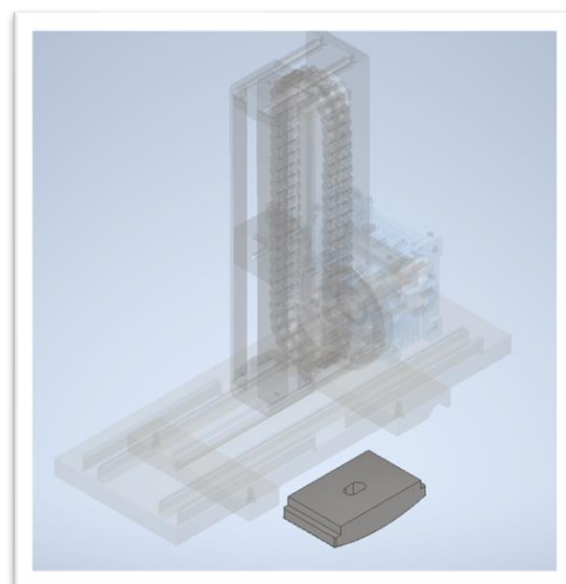
Los costos de producción son mínimos para la 2 alternativa debido a que se cuenta con una parte del material que será empleado como lo es la luneta de fijación (ver figura 8.40). La complejidad del diseño se tiene en cuenta ya que la otra alternativa empleara soportes más grandes y un uso indebido de pernos para las juntas llevando esto al siguiente punto que es la eficiencia estructural y es que para este criterio se tiene en cuenta como se reparten la cargas y fuerzas en la base del convertidor.

Figura 8.39 Alternativa seleccionada a partir de la matriz de decisión.



Fuente: Autor.

Figura 8.40 Luneta de fijación.



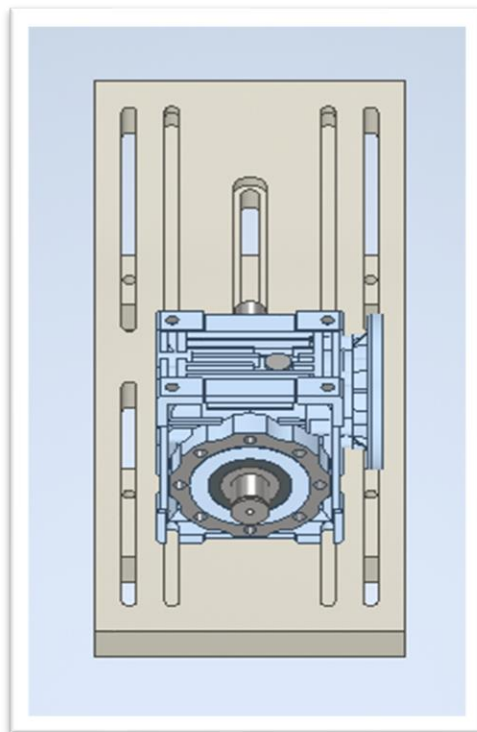
Fuente: Autor.

8.2.2 Material de Fabricación.

Para la fabricación de la base universal se usará Acero A36, lo anterior teniendo en cuenta que es un tipo de acero carbono estructural, ampliamente utilizado en la construcción de edificios, puentes y otros proyectos de infraestructura (INCOL, 2019). Las propiedades mecánicas del acero A36 incluyen una resistencia a la tracción de 58,000-80,000 psi (400-550 MPa) y una resistencia a la compresión de 36,000-50,000 psi (250-350 MPa) (ASTM, 2020).

Por lo cual, se tendrá como limitaciones en el diseño, el dimensionamiento de la base, para esto se establecen medidas de 200 milímetros en su ancho haciendo que la base no sea tan pesada y tenga la capacidad de brindar espacio de trabajo, alineamiento y desplazamiento del reductor, y de los soportes para la adaptación a tornos. (ver figura 8.41).

Figura 8.41 Dimensiones y ranuras de desplazamiento.



Fuente: Autor.

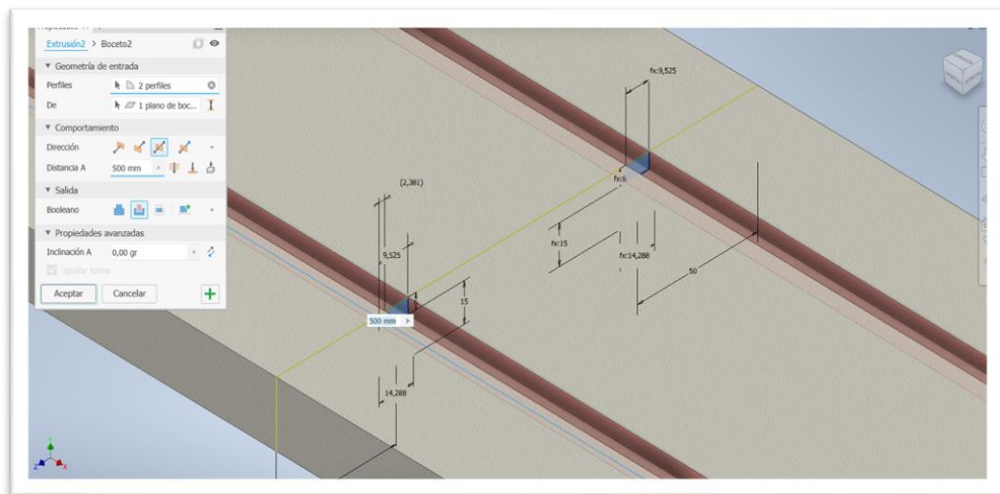
8.2.3 Modelado y Dimensionado de Componentes.

8.2.3.1 Modelado de la base del convertidor

Esta base permite un desplazamiento transversal del convertidor, posee unas ranuras para sujetar el reductor por medio de tuercas y tornillos, así mismo correderas diseñadas para el desplazamiento de apoyos en la adaptación a distintas bancadas de tornos (ver figura 8.43).

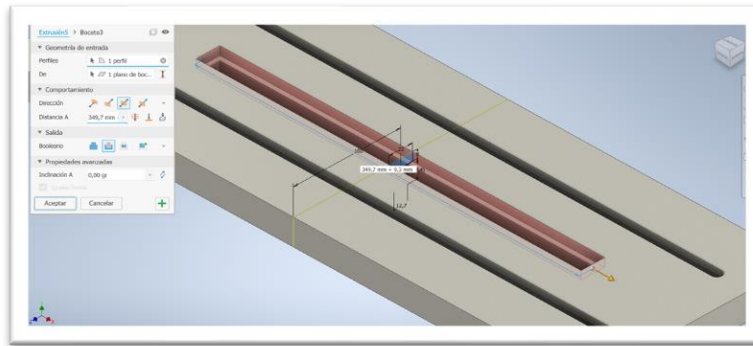
Como primer paso para la elaboración de la base, se establecen las dimensiones de 200 milímetros de ancho por 550 milímetros de largo, utilizando una lámina de 1 pulgada de grosor. Posteriormente, con la ayuda de un software de diseño 3D, se crearán las ranuras donde se desplazará la caja reductora del convertidor (ver figura 8.42). También se realiza la ranura para el perno de fijación de la luneta, permitiendo que se adapte a cualquier torno. (ver figura 8.43).

Figura 8.42 Establecimiento de cotas para ranuras de desplazamiento.



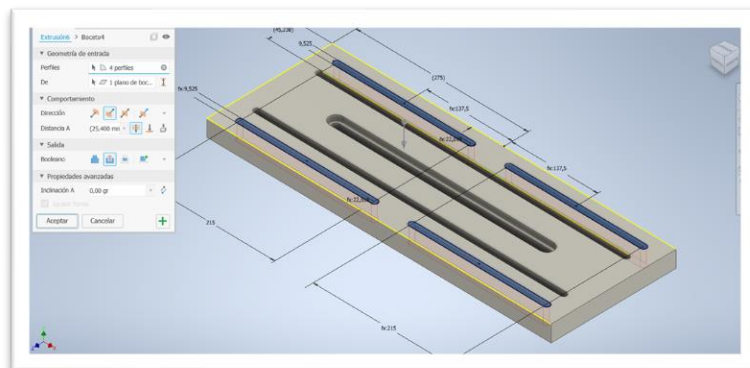
Fuente: Autor.

Figura 8.43 Ranura central para la luneta de fijación.



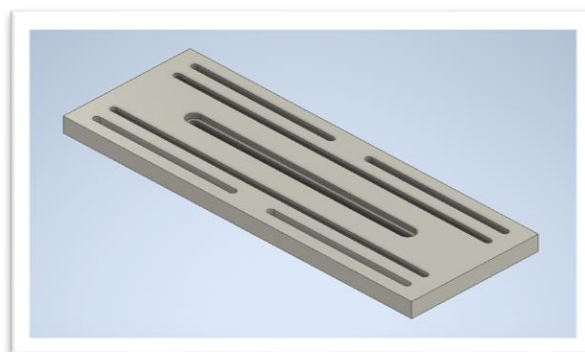
Fuente: Autor.

Figura 8.44 Dimensionamiento de cotas generales.



Fuente: Autor.

Figura 8.45 Modelado de base del convertidor.

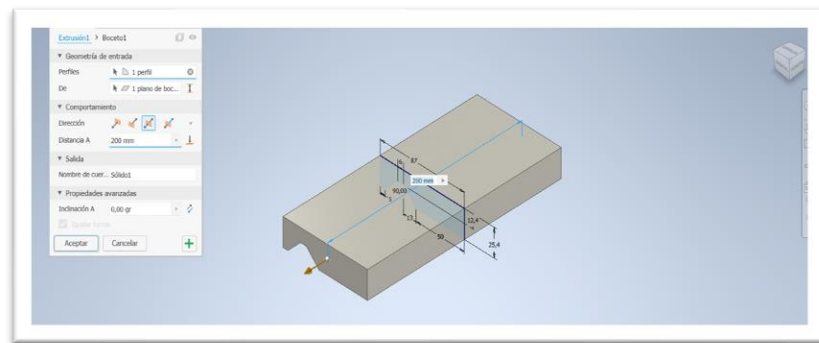


Fuente: Autor.

8.2.3.2 Modelado de soporte para la base del convertidor (Prisma)

Este soporte permite el apoyo de la base en conjunto con la caja reductora y los demás componentes del convertidor, su función se basa en el desplazamiento para la adaptación a distintas bancadas de tornos paralelos, en su diseño se proyecta de manera transversal la forma de un prisma esto con el fin de dar apoyo (ver figura 8.46).

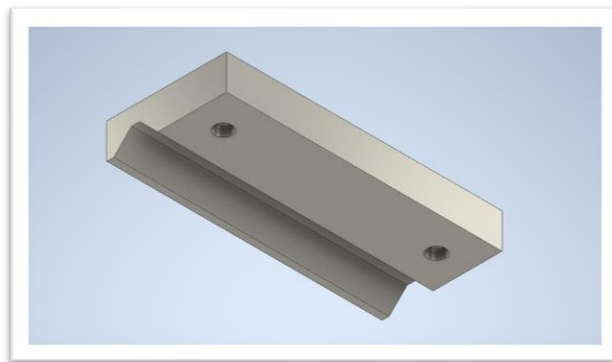
Figura 8.46 Establecimiento de cotas para el modelamiento 3D.



Fuente: Autor.

Por último, se encuentra el soporte de base culminado con los agujeros en donde irán los pernos con los que se fijara a la base para su desplazamiento. (ver figura 8.47).

Figura 8.47 Modelado del soporte prisma para la base del convertidor.

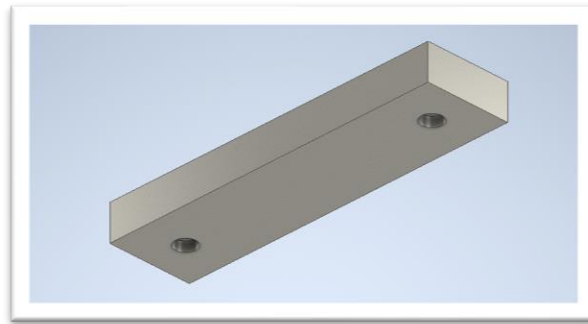


Fuente: Autor.

8.2.3.3 Modelado de soporte para la base del convertidor (Rectángulo)

Este soporte permite el apoyo de la base en conjunto con la caja reductora y los demás componentes del convertidor, su función se basa en el desplazamiento para la adaptación a distintas bancadas de tornos paralelos por lo que cuenta con agujeros para su fijación. (ver figura 8.48).

Figura 8.48 Modelado del soporte rectangular para la base del convertidor.



Fuente: Autor.

8.2.4 Selección de materiales, procesos de manufactura y elaboración de estructura.

8.2.4.1 Selección de materiales a través de una matriz de decisión

Para la toma de decisiones es importante tener en cuenta factores como lo son las materias primas. Así mismo se tuvo en cuenta el planteamiento de alternativas para el convertidor y con ello su solución e integración.

- Fiabilidad y seguridad
- Costos de producción
- Eficiencia estructural
- Competencia

Teniendo en cuenta los criterios dados, se evalúan según su puntaje y su relación con el porcentaje que se le asigna a cada criterio, con una puntuación de 25 a 100, dando el 100 como máxima y el 25 como mínima puntuación. (ver tabla 8.5).

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	
DEBILIDAD	25
DEBILIDAD MEDIA	50
FORTALEZA	75
FORTALEZA ALTA	100

Tabla 8.7 Criterios de calificación. Fuente: Autor.

A continuación, se muestran los valores adquiridos para la calificación de alternativas bajo los criterios establecidos, así mismo resaltando la importancia de los factores que componen cada material.

Criterios de decisión	Puntos	Material (Acero 1010)		Material (Acero 1020)		Material (Acero A36)		Material (Acero 1045)	
		Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje
Seguridad	20	100	20	100	20	100	20	100	20
Costo del material	30	50	15	50	15	100	30	75	22,5
Resistencia a la tracción	15	50	7,5	50	7,5	75	11,25	100	15
Resistencia a la compresión	15	75	11,25	75	11,25	100	15	100	15
Eficiencia estructural	20	100	20	100	20	100	20	100	20
TOTAL	100	675	73,75	675	73,75	675	96,25	675	92,5

Tabla 8.8 Matriz de selección de material. Fuente: Autor.

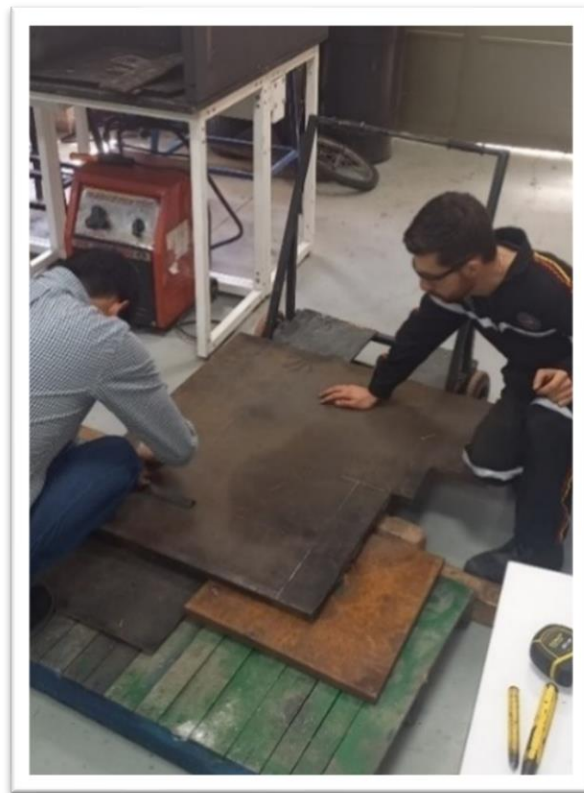
De lo anterior se concluye que, aunque la base sea un elemento que brinda soporte y no está expuesto a ningún tipo de sobre carga, desgaste por fricción u otra

alteración a su composición; es importante la relación de costo, lo cual en este caso es un punto a favor del Acero A36 ya que, por su uso en la construcción de edificios, puentes y otros proyectos de infraestructura se vuelve más común y económico.

8.2.4.2 Fabricación de base universal

Luego del proceso de selección del material y algunos de los procesos de manufactura, se procede con la fabricación de la base para el convertidor. Se parte de una lamina de acero A36 de 1 metro por 1 metro de tamaño y 1 pulgada de espesor, en la figura 8.51 se aprecia el proceso de esbozo lineal sobre la lamina para posterior a esto realizar un corte con oxígeno.

Figura 8.49 Trazado de líneas de corte.



Fuente: Autor.

Una anotación importante es que al realizar el proceso de corte con oxígeno, se observó que los tanques tanto de oxígeno como de gas (etanol) presentaban algún tipo de falla en los manómetros por tal razón se dificultó este procedimiento, se optó por realizar el corte en una mesa de corte (figura 8.50).

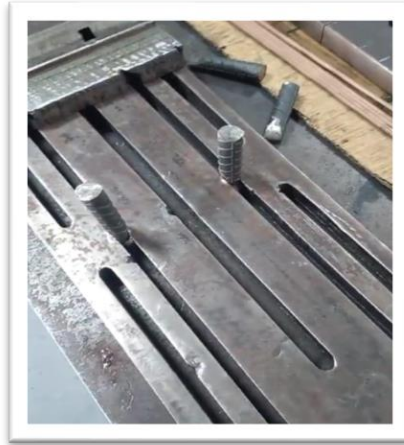
Figura 8.50 Mesa de corte.



Fuente: Autor.

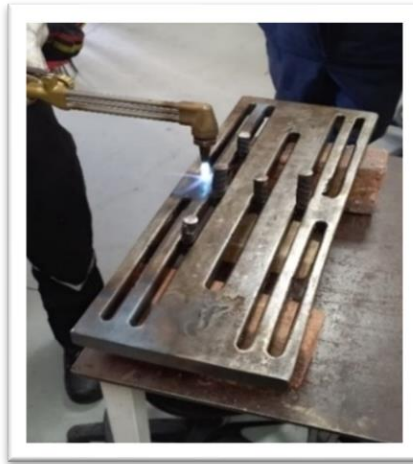
Posterior al proceso de corte se observó que la placa presentó un leve pandeo en sus laterales, se pueden tener algunas conclusiones acerca de por qué ocurrió esto con el material pero son simples deducciones así que como solución se propone fabricar cuñas que servirán para abrir la placa y reducir el pandeo en ella. (ver figura 8.51). A su vez se opta por calentar la placa en áreas específicas para hacer que el material se deforme y no se vean deformadas las ranuras que serán mecanizadas próximamente. (Ver figura 8.52).

Figura 8.51 Empleo de cuñas para el desdoblamiento de la placa.



Fuente: Autor.

Figura 8.52 Proceso de calentamiento para reducir el pandeo.



Fuente: Autor.

Una vez alineada y reducido el pandeo en la base, se realiza un proceso de planeado en una de las ranuras, en este caso la ranura central; encargada de permitir el desplazamiento de la luneta de fijación para su adaptación a distintas bancadas (ver figura 8.53). Este proceso es lineal plano, se realiza empleando una

fresadora y una broca escariadora de 1 pulgada de diámetro, es importante el uso de refrigerante para este proceso de planeado. (ver figura 8.54).

Figura 8.53 Planeado en ranura central de la base.



Fuente: Autor.

Figura 8.54 Broca escariadora de 1 pulgada y uso de refrigerante.



Fuente: Autor.

En la siguiente imagen (ver figura 8.55) se observa el proceso de ranurado con el cual se hacen aquellas incisiones en el material que brindaran soporte y fijación a los tornillos que unen la base con la caja reductora del convertidor asi mismo es un proceso de corte radial a la fresa rotativa por lo cual es importante el uso de refrigerante para reducir las altas temperaturas que allí se presenten.

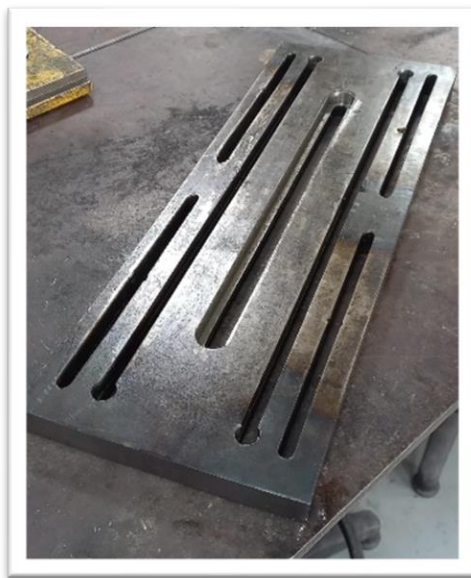
Figura 8.55 Proceso de mecanizado con fresa rotativa.



Fuente: Autor.

Concluidos los anteriores procesos de mecanizado, se realiza una inspección y medición de la base para determinar que su mecanizado haya sido el correcto y así garantizar un buen funcionamiento en el desplazamiento de convertidor sobre ella. (ver figura 8.56, 8.57 y 8.58).

Figura 8.56 Inspección visual de la base completa.



Fuente: Autor.

Figura 8.57 Revisión de planeado en ranura central de la base.



Fuente: Autor.

Figura 8.58 Inspección y verificación de fresado rotativo realizado.



Fuente: Autor.

8.2.4.3 Fabricación de soporte de base (Prisma)

El soporte de la base con forma de prisma es un componente importante, encargado de brindar soporte y desplazamiento de todo el montaje a través de la bancada del torno. Para su fabricación se parte de una lamina de acero de 1 pulgada de espesor que ya tenía hecha la forma de prisma así que se corta y se realiza un planeado. La herramienta de corte utilizada es una fresa de 1 pulgada de diámetro, que cuenta con varias ranuras helicoidales que permiten la eliminación del material.

El material es fijado en la mesa de trabajo, la fresadora corta la pieza de metal mediante el movimiento giratorio de la fresa (ver figura 8.59). El corte se realiza al mover la herramienta de fresado en un movimiento lineal mientras la pieza permanece fija, o viceversa. Se realizan perforados de 8 milímetros para allí ubicar los tornillos que luego fijaran el soporte a la base, a su vez se encuentran implícitos en el desplazamiento longitudinal a lo largo de la base (ver figura 8.60). Es importante un sistema de lubricación el cual aplique líquido directamente sobre la zona de corte para reducir el calor y prolongar la vida útil de la herramienta de corte.

Figura 8.59 Soporte para base con forma de prisma.



Fuente: Autor.

Figura 8.60 Soporte para base con forma de prisma.



Fuente: Autor.

8.2.4.4 Fabricación de soporte de base (Rectangular)

El desarrollo de esta pieza es similar al anterior: el material se fija en la mesa de trabajo y la fresadora corta la pieza de metal mediante el movimiento giratorio de la fresa. El corte se realiza moviendo la herramienta de fresado en un movimiento lineal mientras la pieza permanece fija, o viceversa. Se perforan orificios de 8 milímetros para colocar los tornillos que fijarán el soporte a la base, implicando un desplazamiento longitudinal a lo largo de la base (ver figura 8.61). Es crucial contar con un sistema de lubricación que aplique líquido directamente sobre la zona de corte para reducir el calor y prolongar la vida útil de la herramienta de corte.

Figura 8.61 Soporte para base con forma rectangular.



Fuente: Autor.

8.2.5 Ensamble y Pruebas de funcionamiento del convertidor en conjunto.

8.2.5.1 Selección de tornillería a través de una matriz de decisión

Para la toma de decisiones es importante tener en cuenta factores como lo son las materias primas. Así mismo se tuvieron en cuenta el planteamiento de alternativas para la fijación de partes o componentes del convertidor y con ello su solución e integración.

- Fiabilidad
- Seguridad
- Eficiencia estructural
- Costos

Teniendo en cuenta los criterios dados, se evalúan según su puntaje y su relación con el porcentaje que se le asigna a cada criterio, con una puntuación de 25 a 100, dando el 100 como máxima y el 25 como mínima puntuación. (ver tabla 8.5).

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	
DEBILIDAD	25
DEBILIDAD MEDIA	50
FORTALEZA	75
FORTALEZA ALTA	100

Tabla 8.9 Criterios de calificación. Fuente: Autor.

A continuación, se muestran los valores adquiridos para la calificación de alternativas bajo los criterios establecidos, así mismo resaltando la importancia de los factores que componen cada material.

Criterios de decisión	Puntos	Tornillería (Grado 2)		Tornillería (Grado 5)		Tornillería (Grado 8)	
		Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje	Calificación	Porcentaje
Seguridad	20	75	15	100	20	100	20
Costo del material	20	50	10	50	10	50	10
Resistencia de torsión	20	50	10	50	10	75	15
Resistencia de tensión	20	75	15	75	15	100	20
Dureza	20	75	15	75	15	100	20
TOTAL	100	675	65	675	70	675	85

Tabla 8.10 Matriz de selección de tornillería. Fuente: Autor.

De lo anterior se concluye que, la tornillería de grado 8 se caracteriza por su gran resistencia y se emplea en aplicaciones que requieren soportar cargas pesadas, esfuerzos mecánicos y tensiones elevadas. Su relevancia se basa en varios factores:

Resistencia a la tensión: Los tornillos de grado 8 son más capaces de soportar tensiones en comparación con otros grados, lo que los hace perfectos para situaciones de alta exigencia, como en maquinaria pesada, vehículos, puentes y estructuras industriales.

Durabilidad: Fabricados con acero de aleación, ofrecen una gran resistencia al desgaste, fatiga y corrosión, lo que los convierte en una opción confiable para entornos industriales y aplicaciones sometidas a cargas intensas o condiciones extremas.

Seguridad: En sectores donde la falla de un tornillo puede ser crítica, como en la industria automotriz o en construcciones de gran escala, el uso de tornillería grado 8 proporciona mayor seguridad al garantizar que soportarán presiones elevadas sin comprometer la estructura.

8.2.5.2 Montaje de base y convertidor en distintas bancadas

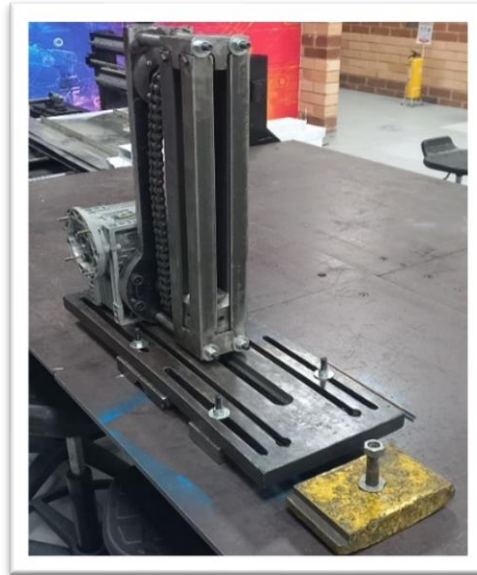
En esta etapa, se comienza con la inspección, medición y prueba del convertidor ya terminado. Se inicia el proceso de ensamblaje del convertidor, considerando cualquier anomalía o defecto que haya surgido durante la fabricación de las piezas, y verificando su alineación. De esta manera, se pueden realizar las correcciones necesarias y continuar con el proceso. (ver figura 8.62 y 8.63).

Figura 8.62 Piezas del convertidor y base universal concluida.



Fuente: Autor.

Figura 8.63 Piezas del convertidor y base universal concluida.



Fuente: Autor.

En la figura 8.64 y 8.65 se puede observar el montaje completo de la base del convertidor, allí podemos tomar nota del dimensionamiento de los componentes y como cada uno de ellos se adapta de manera correcta a la bancada del torno paralelo así mismo se verifica el correcto desplazamiento de los soportes a través de la base. (ver figura 8.66 y 8.67).

Figura 8.64 Montaje de la base del convertidor en un torno paralelo.



Fuente: Autor.

Figura 8.65 Montaje de la base del convertidor en un segundo torno paralelo.



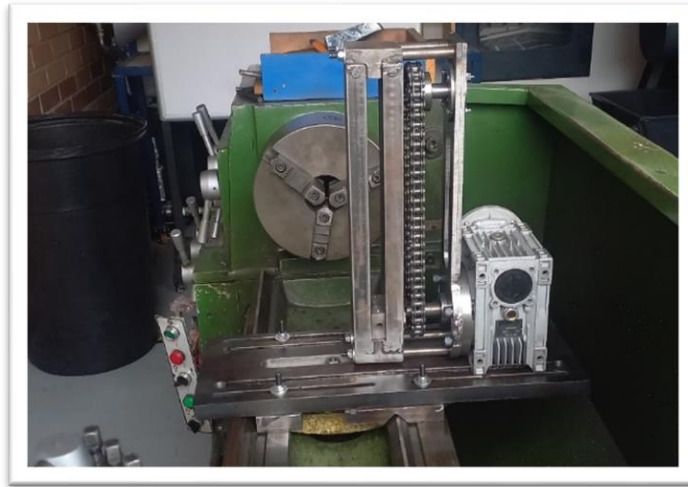
Fuente: Autor.

Figura 8.66 Montaje en un torno paralelo con variación en la bancada.



Fuente: Autor.

Figura 8.67 Montaje en un segundo torno paralelo con variación en la bancada.



Fuente: Autor.

8.2.5.3 Prueba de desplazamiento a través de la bancada

En esta parte se realizan pruebas de desplazamiento de la base a través de la bancada, así mismo se realizan pruebas de desplazamiento del convertidor sobre la base y su adaptabilidad a los distintos tamaños de bancadas.

En la figura 8.68 se puede observar el sistema de ajuste de los soportes y la caja reductora sobre la base, permitiendo el desplazamiento de estos elementos de manera longitudinal.

Figura 8.68 Montaje de soportes y caja reductora.



Fuente: Autor.

Para la siguiente prueba se fija la base a la bancada mediante la luneta de fijación y se realizan movimientos de desplazamiento tanto longitudinal como transversal de los soportes. (ver figura 8.69)

Figura 8.69 Pruebas de desplazamiento transversal y longitudinal de los soportes.



Fuente: Autor.

8.2.5.4 Pruebas de motricidad y corte.

Se realiza un montaje del convertidor concluido de manera que este pueda tener movimiento, para esto se hace la motricidad de la máquina que está compuesta por dos catarinas y dos ejes, el de entrada y el de salida dando como resultado la unión entre el torno y el convertidor. (ver figura 8.70)

Figura 8.70 Sistema motriz del convertidor.



Fuente: Autor.

Con el convertidor puesto en marcha se realizan pruebas de movimiento, esto ubicando el brazo del convertidor a 90, 45 y 180 grados para determinar el desplazamiento del dado y así observar el desplazamiento de las futuras herramientas de corte a emplear. (ver figuras 8.71, 8.72 y 8.73)

Figura 8.71 Prueba de desplazamiento del dado a 90°.



Fuente: Autor.

Figura 8.72 Prueba de desplazamiento del dado a 45°.



Fuente: Autor.

Figura 8.73 Prueba de desplazamiento del dado a 180°.



Fuente: Autor.

Para las pruebas de corte se hace el montaje del divisor universal sobre el torno y se dispone de un cilindro de plástico PVC completamente solido de manera horizontal a este (ver figura 8.74). En la figura 8.75 se observa el convertidor en una disposición perpendicular al material a trabajar, allí se dispone de un buril ubicado en el dado encargado de dar movimiento y corte de este.

Figura 8.74 Montaje de convertidor y divisor universal.



Fuente: Autor.

Figura 8.75 Prueba de corte.

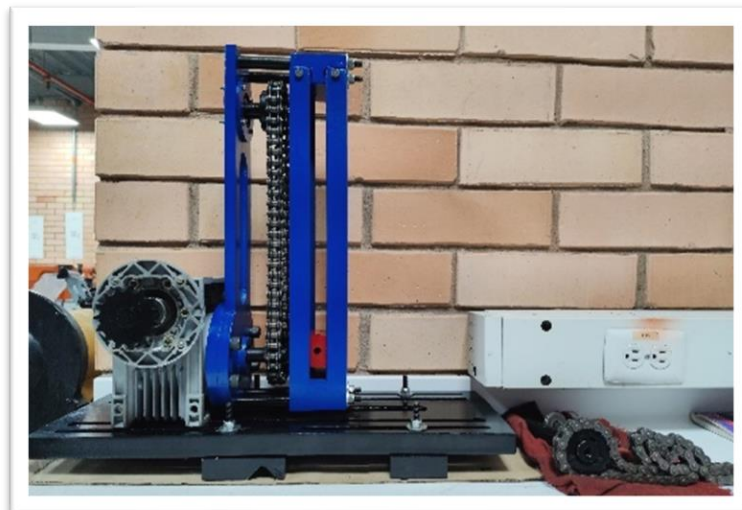


Fuente: Autor.

8.2.5.5 Ensamble de convertidor con acabados finales.

Se finaliza el ensamble del convertidor teniendo como resultado un acabado estetico en diferentes colores, el cual permite visualizar los diferentes componentes que lo constituyen. (ver figura 8.76)

Figura 8.76 Ensamble de convertidor con acabados finales.



Fuente: Autor.

8.3 Análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor aplicado en los diversos sectores industriales que emplean procesos basados en el uso de mecanizado con torno paralelo.

El mecanizado de metales es crucial en la industria manufacturera, especialmente en regiones como Boyacá, Colombia, donde los talleres metalmecánicos son una fuente importante de empleo. Aunque muchos talleres carecen de equipos para mecanizados planos eficientes, se están desarrollando soluciones versátiles y económicas para mejorar esta capacidad; en este apartado se realiza un breve análisis de viabilidad técnica y funcionalidad del convertidor en el cual podría llegar a desempeñar un papel importante.

8.3.1 Adaptabilidad del soporte en tornos

El convertidor debe permitir el movimiento lineal controlado en dos dimensiones (X e Y) para el mecanizado plano, de esta manera se amplía considerablemente la funcionalidad del torno paralelo y así mismo contar con la posibilidad de realizar nuevos mecanizados como lo son los engranajes y los chaveteros.

Debe incluir una herramienta de corte adecuada para el mecanizado plano, como una fresa o una cuchilla.

La velocidad de avance y la profundidad de corte deben ser ajustables, lo anterior aprovechando los diferentes modos de velocidad con los cuales generalmente cuenta un torno, los cuales pueden estar dadas desde velocidades bajas como lo son 20 rpm y velocidades elevadas como lo son los 2000 rpm.

8.3.1.1 Base Universal para Tornos Paralelos

La base universal desempeña un papel fundamental en el sistema, ya que permite la implementación del dispositivo en diversos tamaños y modelos de tornos. Además, si se busca comercializar este producto, se puede acceder a un mercado aún más amplio.

La base debe proporcionar una plataforma estable para el convertidor, garantizando la seguridad del operario y permitiendo su ajuste en diferentes posiciones. Es crucial que cumpla con los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento del convertidor.

8.3.1.2 Implementación y Ventajas

- **Adaptabilidad:** La base universal permite instalar diferentes herramientas o dispositivos según las necesidades específicas de la pieza a mecanizar.
- **Ahorro de Espacio:** Al utilizar una base universal, no es necesario tener múltiples tornos especializados para diferentes operaciones.
- **Versatilidad:** “Según el Autor, Facilita el uso de convertidores para mecanizado plano, permitiendo realizar operaciones como fresado, taladrado y rectificado en el mismo torno.” (ICONTEC, "Accesorios para tornos: Importancia de la base universal en el mecanizado.", 2024)

8.3.2 Análisis de viabilidad técnica

“El mecanizado de metales mediante la eliminación de viruta es un proceso arraigado en la industria manufacturera” (ICONTEC., 2024), desempeñando un papel crucial en la producción de componentes y piezas. En el contexto de diferentes regiones de Colombia, como el territorio Boyacense, los talleres metalmecánicos representan una importante fuente de empleo.

Estos talleres, dedicados a actividades como fabricación y rectificación, emplean maquinaria especializada, incluyendo tornos y fresadoras. Sin embargo, es común encontrar que muchas de estas empresas carecen de los equipos necesarios para llevar a cabo mecanizados planos de manera eficiente.

En respuesta a esta necesidad, se ha optado por desarrollar alternativas más versátiles y de bajo costo. Estas soluciones pueden generar un impacto positivo tanto en la economía local como en la capacidad de abordar desafíos comunes relacionados con el mecanizado de piezas.

8.3.2.1 Importancia del Mecanizado con Torno Paralelo

- El torno paralelo es una herramienta insustituible en talleres mecánicos e industrias de fabricación debido a su fácil operación y oportuna respuesta a las necesidades del cliente.
- Su versatilidad y precisión lo convierten en parte integral del mecanizado de piezas.

8.3.2.2 Sectores Industriales y Mecanizado con Torno Paralelo

- Automoción: Fabricación de ejes, cigüeñales, pistones y otros componentes.
- Aeroespacial: Turbinas, rotores y piezas de alta precisión.
- Electrónica y Construcción: Herramientas y maquinaria.
- Médica: Prótesis, implantes y dispositivos médicos.

8.3.2.3 Análisis de viabilidad técnica

- Evaluar la demanda actual y futura de piezas mecanizadas.
- Identificar tendencias tecnológicas y cambios en los procesos de fabricación.
- Analizar la competencia y las oportunidades de crecimiento.

A partir de lo anterior se puede determinar que el mecanizado de chavetas y engranajes es fundamental en la fabricación de componentes mecánicos. Los engranajes cónicos, en particular, se utilizan en aplicaciones donde se requiere transmitir movimiento entre ejes que se cruzan en un ángulo de 90 grados. El Convertidor para Mecanizado de Chavetas y Engranajes Rectos y Cónicos es una herramienta versátil que permite adaptar un torno paralelo para realizar estas operaciones.

Descripción del Convertidor

El Convertidor para Mecanizado de Chavetas y Engranajes Rectos y Cónicos es una invención que facilita el proceso de mecanizado en tornos paralelos. Algunas características clave incluyen:

Adaptabilidad: “Este dispositivo se puede ajustar para realizar diferentes operaciones, como torneado y rectificado. Esto lo hace ideal para la fabricación de componentes con chavetas y engranajes” (Quintero, 2022).

Engranajes Cónicos: Los engranajes cónicos son esenciales para transmitir movimiento entre ejes que se cruzan en un ángulo de 90 grados. El convertidor permite trabajar con precisión en estos componentes.

Materiales y Herramientas: El análisis de viabilidad técnica debe considerar los materiales utilizados en la fabricación del convertidor y las herramientas necesarias para su uso eficiente. Esto incluye herramientas de corte, materiales resistentes y sistemas de sujeción.

Análisis de viabilidad técnica en Colombia

Para generar una producción del Convertidor para Mecanizado de Chavetas y Engranajes Rectos y Cónicos en Colombia, es crucial considerar el contexto local:

Industria Metalmeccánica: Colombia tiene una industria metalmeccánica en crecimiento, con una demanda constante de componentes precisos. Los talleres de mecanizado y las empresas manufactureras son clientes potenciales.

Tornos Comerciales: Los tornos paralelos son ampliamente utilizados en talleres y fábricas. Identificar los fabricantes y distribuidores de tornos en Colombia es esencial para establecer alianzas comerciales.

9. COSTOS

Los precios indicados en las tablas se derivan de dos fuentes principales: el costo comercial de ciertos componentes en el mercado y el costo promedio de empresas externas que ofrecen servicios relacionados con la fabricación de piezas industriales. En otras palabras, estos valores reflejan tanto los precios estándar del mercado como los costos específicos de proveedores especializados.

Máquinas y Herramientas USTA					
N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EMPRESA	PRECIO U	TOTAL
1	16 horas	Torno Winston / Horas	U. Santo Tomás	\$ 40.000,00	\$ 640.000,00
2	28 horas	Fresadora de Torreta / Horas	U. Santo Tomás	\$ 40.000,00	\$ 1.120.000,00
3	1	Juego de Brocas 1/8"-1/2"	U. Santo Tomás	\$ 540.900,00	\$ 540.900,00
4	1	Juego de Machuelos	U. Santo Tomás	\$ 88.900,00	\$ 88.900,00
5	1	Segueta	U. Santo Tomás	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
6	5 horas	Pulidora de 4"	U. Santo Tomás	\$ 20.000,00	\$ 100.000,00
7	5 horas	Equipo de Soldadura MIC/SMAU	U. Santo Tomás	\$ 40.000,00	\$ 200.000,00
8	2	Prensas en C	U. Santo Tomás	\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
9	1	Prensa de Banco	U. Santo Tomás	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
10	1	Juego de Llaves Bristol 3/16"-1/2"	U. Santo Tomás	\$ 39.900,00	\$ 39.900,00
11	1	Juego de Llaves Mixtas	U. Santo Tomás	\$ 99.900,00	\$ 99.900,00
12	2	Lima Redonda	U. Santo Tomás	\$ 18.900,00	\$ 37.800,00
13	1	Lima Rectangular	U. Santo Tomás	\$ 54.900,00	\$ 54.900,00
14	1	Taladro	U. Santo Tomás	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
16	1	Pie de Rey	U. Santo Tomás	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
					\$ 3.074.300,00

Tabla 9.1 Costos de máquinas y herramientas empleadas para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.

INSUMOS					
N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EMPRESA	PRECIO U	TOTAL
1	4	Tornillos 7/16 rosca fina por 1" Bristol	HOME CENER	\$ 15.000,00	\$ 60.000,00
2	4	Varilla Roscada de Diámetro 5/16 rosca UNC/ 7" de largo	HOME CENER	\$ 10.000,00	\$ 40.000,00
3	1	Rodamiento de 50,10 mm de Diámetro	HOME CENER	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00
4	1	Rodamiento de 19,50 mm de Diámetro	HOME CENER	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
5	10	Discos de Corte	HOME CENER	\$ 7.000,00	\$ 70.000,00
6	1	Discos para Pulir	HOME CENER	\$ 10.900,00	\$ 10.900,00
7	10	Electrodos 3/16-6013	HOME CENER	\$ 23.400,00	\$ 234.000,00
8	4	Tubo cuadrado 3/4" x 0,8mm	HOME CENER	\$ 18.900,00	\$ 75.600,00
9	4	Tubo redondo de acero soldado	HOME CENER	\$ 189.900,00	\$ 759.600,00
10	4	Angulo 1"x 1/8"x6 m	HOME CENER	\$ 47.100,00	\$ 188.400,00
11	4	Tubo cuadrado 1"x 0.8 x 6 m	HOME CENER	\$ 34.250,00	\$ 137.000,00
12	3	Cadena eslabonada	HOME CENER	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
13	4	Piñón	HOME CENER	\$ 44.000,00	\$ 176.000,00
14	6	Eslabones	HOME CENER	\$ 15.000,00	\$ 90.000,00
15	5	Fresa Ranuradora	HOME CENER	\$ 37.200,00	\$ 186.000,00
16	1	Lamina de 1" de 100 x 100 cm	HOME CENER	\$ 730.000,00	\$ 730.000,00
17	4	Tornillos de 8 mm ø x 70 mm	HOME CENER	\$ 1.300,00	\$ 5.200,00
18	4	Tuercas de seguridad de 8 mm	HOME CENER	\$ 500,00	\$ 2.000,00
19	4	Arandelas de 8 mm	HOME CENER	\$ 350,00	\$ 1.400,00
20	4	Tornillos de 8 mm ø x 150 mm	HOME CENER	\$ 7.500,00	\$ 30.000,00
21	4	Tuercas de seguridad de 8 mm	HOME CENER	\$ 500,00	\$ 2.000,00
22	4	Arandelas de 8 mm	HOME CENER	\$ 350,00	\$ 1.400,00
					\$ 3.209.500,00

Tabla 9.2 Costos de insumos para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.

Mano de Obra					
N°	CANTIDAD/HORAS	DESCRIPCIÓN	EMPRESA	PRECIO/HORA	TOTAL
1	10	Diseño de piezas	Estudiantes	\$ 40.000,00	\$ 400.000,00
2	16	Operario Torno	Estudiantes	\$ 30.000,00	\$ 480.000,00
3	28	Operario Fresadora	Estudiantes	\$ 30.000,00	\$ 840.000,00
4	3	Operario Taladro	Estudiantes	\$ 10.000,00	\$ 30.000,00
5	4	Mesa de corte	Estructuras y montajes	\$ 50.000,00	\$ 200.000,00
6	5	Operario Equipo de Soldadura	Estudiantes	\$ 30.000,00	\$ 150.000,00
7	5	Operario Pulidora	Estudiantes	\$ 10.000,00	\$ 50.000,00
					\$ 2.150.000,00

Tabla 9.3 Costos de mano de obra para la fabricación del convertidor. Fuente: Autor.

10. CONCLUSIONES

- Es fundamental iniciar con una inspección detallada de las partes existentes del convertidor terminado, asegurando que no haya anomalías o defectos antes del ensamblaje.
- Durante el proceso de ensamblaje, es crucial identificar y corregir cualquier defecto o problema de alineación en las piezas fabricadas para garantizar un montaje correcto.
- La correcta adaptación de los componentes al torno paralelo y el adecuado desplazamiento de los soportes son esenciales para el funcionamiento eficiente del convertidor.
- La documentación visual es importante ya que proporciona una referencia visual del montaje completo, destacando la importancia de verificar el dimensionamiento y la correcta integración de los componentes en la base del torno.
- Es viable realizar el mecanizado de piezas de manera rectilínea dentro de un rango de trabajo de 0° a 180° . Esto sugiere que el equipo o convertidor diseñado puede manejar una amplia variedad de ángulos, lo que aumenta su versatilidad y utilidad en distintos procesos de mecanizado.
- Se puede lograr y adaptar una base universal que funcione con diversos tornos paralelos. Esto implica que el diseño de la base debe ser suficientemente flexible y ajustable para acoplarse a distintos modelos y marcas de tornos, facilitando su uso en diferentes talleres y entornos industriales.

11. ANEXOS

- **ANEXO 1:**

Participación en rueda de transferencia tecnológica más importante de Colombia; durante el evento realizado en la ciudad de Cartagena.

Figura 11.1 Certificado de participación de rueda de negocios.



- **ANEXO 2:**

Patentado de convertidor NC2022/0003151. Ver el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/10_b16T07lnCP1e6YjOylx56xzj6ulu-v?usp=sharing

Figura 11.2 Patentado del convertidor NC2022/0003151.



- **ANEXO 3:**

Cotización de lámina de 1 pulgada para el desarrollo y fabricación de la base.

Figura 11.3 Cotización de lámina.

ERRETERIA Y PERFILERIA HUNZA S.A.S.
Calle 20 No. 14 - 64 Tel.: 742 6262 Fax: 740 6266 Cel.: 316 717 7900
Carrera 16 No. 25-41 Tel.: 742 6802 Cel.: 316 870 1213

FECHA: 2.10.2017 COTIZACIÓN No. 207

VENUE: Universidad Santa (oma).

CANT.	DESCRIPCIÓN	M. UNITARIO	M. TOTAL
1	Lámina 1/4" 100x100 mb	\$ 730.000	730.000

NOTA: Pago Para Contado.

CLIENTE:

SUBTOTAL \$ 730.000
TOTAL \$ 730.000

Fuente: Autor.

- **ANEXO 4:**

Factura de proceso adicional de corte (mesa de corte).

Figura 11.4 Recibo de mesa de corte.

RECIBO DE CAJA MENOR

No. 71702124470464

CIUDAD Y FECHA: Tunja, 29 Diciembre 2023

PAGADO A: Estructuras y Montajes SAS \$ 200.000-

PER CONCEPTO DE: Diseño y corte de platina de 20x50x20mm

VALOR EN LETRAS: Dooientos mil pesos M.cte

CÓDIGO:

APROBADO: Manuel Bernal C.C. / NIT 7.177 425

FORMA Y SELLO DEL BENEFICIARIO

pacu@masa.com

Fuente: Autor.

- **ANEXO 5:**

Planos de fabricación. Ver el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1Qjh54Rf4PMdSO2ZAq7JTULnBK2k7MEVW?usp=sharing>

Figura 11.5 Planimetría.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 6:**

Modelos 3D de piezas. Ver el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1G1F-3VfWardR57s-15fQx7l8mD1jAtqw?usp=sharing>

Figura 11.6 Modelado 3D.

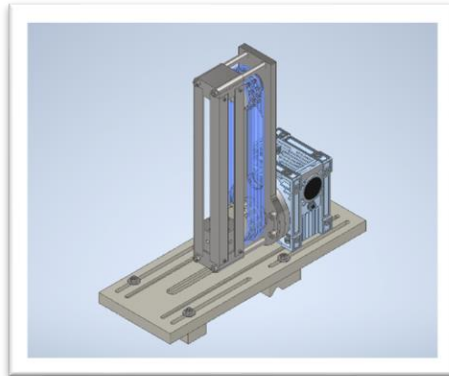


Fuente: Autor.

- **ANEXO 7:**

Ensamble del convertidor junto con la base y la luneta de fijación. Ver el siguiente enlace: <https://drive.google.com/drive/folders/1ZMrbH-qSGucW3l9Cag-yOfjBMTUGpAyb?usp=sharing>

Figura 11.7 Ensamble del convertidor.

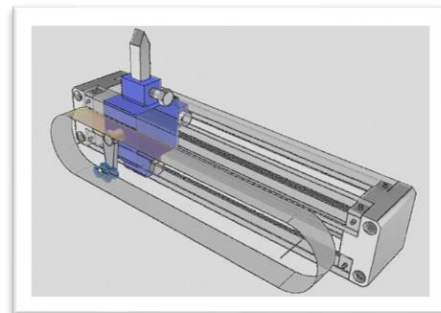


Fuente: Autor.

- **ANEXO 8:**

Simulación de desplazamiento. Ver el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1IDG6SE2gztQDTCILHvcNJkPi0BR_j0dQ?usp=sharing

Figura 11.8 Simulación 3D.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 9:**

Prueba de desplazamiento transversal de la base. Ver el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1HTuqUh2IIB4FqYluQbJ3s5SP5YVLmXFP?usp=sharing>

Figura 11.9 Prueba de desplazamiento.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 10:**

Prueba de giro del brazo. Ver el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1Xsvq3xBFnsK6kvePdJl1eeUrm8N_kvr?usp=sharing

Figura 11.10 Prueba de giro del brazo.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 11:**

Prueba de desplazamiento longitudinal del dado. Ver el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1VOrQwiJT0fgu8I_dPDKaSV9wj8pFDXv9?usp=sharing

Figura 11.11 Prueba de desplazamiento del dado.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 12:**

Pruebas de movimiento del convertidor en conjunto. Ver el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1SNeIVQA7B8n2YR-kUdsHI-_qoq8D_eLv?usp=sharing

Figura 11.12 Pruebas de movimiento.



Fuente: Autor.

- **ANEXO 13:**

En este anexo se determina mediante una tabla la relación de velocidades que se pueden emplear al momento de realizar algún tipo de corte, teniendo en cuenta la relación que maneja el reductor NMRV063 de $i=30$; así mismo se determina un rango de velocidades para el torno.

Figura 11.13 Tabla de conversión de reducción y velocidad de desplazamiento.

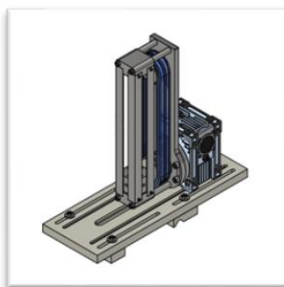
RPM INT	RELACIÓN	RPM OUT	TIEMPO DESPLAZAMIENTO (s)	DISTANCIA DE RECORRIDO (m)	VELOCIDAD DE AVANCE (m/s)
26	30	0,9	310	0,377	0,0012
36	30	1,2	225	0,377	0,0017
50	30	1,7	154	0,377	0,0024
70	30	2,3	111	0,377	0,0034
105	30	3,5	77	0,377	0,0049
125	30	4,2	54	0,377	0,0070
180	30	6,0	44	0,377	0,0086
210	30	7,0	38	0,377	0,0099
300	30	10,0	28	0,377	0,0134

Fuente: Autor.

- **ANEXO 14:**

Manual de mantenimiento del convertidor. Ver el siguiente enlace: <https://drive.google.com/drive/folders/1ipBUGVHrd8CKvlywflhKtXEQMYQq2GEG?usp=sharing>

Figura 11.14 Manual de mantenimiento.



Fuente: Autor.

12. REFERENCIAS

1. Carabobo, U. d. (s.f.). Manual para el manejo y uso de un torno paralelo.
2. HELLER. (2024). Torno paralelo: funcionamiento.
3. Herramientas de Corte para Torno. (2024). De Máquinas y Herramientas.
4. ICONTEC. (2024). "Accesorios para tornos: Importancia de la base universal en el mecanizado.". Norma Técnica Colombiana NTC 5678.
5. ICONTEC. (2024). "Torno Paralelo: Pieza Clave en Talleres y Fábricas.". Norma Técnica Colombiana NTC 1234.
6. ICONTEC. (2024). Análisis de mercado en sectores industriales con mecanizado con torno paralelo. Norma Técnica Colombiana NTC 7890.
7. Mecanizado, U. T. (2024). Guía práctica para el uso de bases universales en tornos. En Revista de Ingeniería Mecánica (págs. 12(2), 45-58).
8. Pereira., U. T. (s.f.). AUTOMATIZACION DE UN TORNO PARALELO CON CONTROL BASADO EN PC. Pereira.
9. Quintero, J. L. (2022). Convertidor para mecanizado de chavetas y engranajes rectos y cónicos en un torno paralelo. Tunja.

13. BIBLIOGRAFIA

- Sánchez Jiménez, M. (2011). Análisis de la carga crítica de vigas armadas sometida a interacción flexión-cargas concentradas. Fuente: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/16926>
- ASC (2020). Aceros estructurales. Asociación Colombiana de Soldadura.
- ASTM (2020). ASTM A36/A36M-20, Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling. ASTM International.
- INCOL (2019). Aceros estructurales. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Universidad de los Andes (2017). Propiedades de los aceros. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Universidad Nacional de Colombia (2019). Aceros y su aplicación en la construcción. Facultad de Ingeniería.