



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER  
PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA  
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA  
MANÁ”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Electromecánico.

#### **AUTORES:**

Ante Guanotuña Oscar Rodrigo

Cortez Plúas Paolo Paul

#### **TUTOR:**

M.sc Joao Lázaro Bárzaga Quesada

**LA MANÁ- ECUADOR  
MARZO- 2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Ante Guanotuña Oscar Rodrigo y Cortez Plúas Paolo Paul, declaramos ser los autores del proyecto de investigación: “REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, siendo el Ing. M.sc Joao Lázaro Bázaga Quesada Tutor del Trabajo de Investigación; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, declaramos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Ante Guanotuña Oscar Rodrigo  
C. I: 0504090952



Cortez Plúas Paolo Paulo  
C.I.120450377-3

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, de Ante Guanotuña Oscar Rodrigo y Cortez Plúas Paolo Paul, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación del Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná Febrero, 2021



**M.Sc. Joao Lázaro Bázaga Quesada**  
C.I: 1757025406  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Ante Guanotuña Oscar Rodrigo con cédula 0504090952 y Cortez Plúas Paolo Paulo con cédula 1204503773, con el título de Proyecto de Investigación: **“REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero 2021

Para constancia firman:



Ph.D. Marioxy Janeth Morales Torres

C.I: 1757728926

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



PhD. Yoandrys Morales Tamay

C.I: 1756958797

**LECTOR 2**



Firmado electrónicamente por:  
NELSON JHONATAN  
VILLARROEL  
HERRERA

M.Sc. Nelson Jhonatan Villarroel Herrera

C.I: 0502753254

**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco principalmente a Dios por cuidarme y darme la oportunidad de cumplir mi meta anhelada.*

*A las autoridades de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a todos mis maestros que con sus enseñanzas en el aula aportaron al desarrollo de este trabajo, en especial al Ing. Joao Lázaro Bázaga Quesada, tutor académico del presente proyecto, por su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo, a mis amigos y compañeros que de una u otra forma fueron participes de este triunfo.*

**Oscar, A.**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación lo dedico primero a Dios por ser el creador y sustentador de mi vida y de mis seres amados, a mi madre Sara Guanotuña por guiarme por el buen camino con sus consejos para seguir adelante con mis estudios.*

*A mi esposa Vanessa Santos que fue parte fundamental para cumplir mi meta de culminar con mi carrera universitaria y a mi fuente de inspiración y razón de vivir mi pequeña hija Aleshka.*

**Oscar, A**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios en primer lugar por brindarme la fuerza necesaria para culminar mi carrera y seguir adelante. También a la Universidad Técnica de Cotopaxi por sus enseñanzas y por la oportunidad de superarme tanto como profesional y académicamente al igual, a todos y cada uno de mis docentes que fueron de ayuda en cada paso de mis estudios, asimismo a la Ing. M.sc Marioxy Janeth Morales Torre, por su apoyo incondicional y al Ing. Joao Lázaro Bárzaga Quesada tutor académico del presente proyecto y sobre todo mil gracias a todas las personas que luchan día tras día para que sea posible contar una preparación profesional gratuita y de calidad agradezco a mi compañero, por ser un buen compañero de estudio por ser fiel acompañante en noches bajo la lluvia llena de trueno y de relámpago por ser un copiloto nocturno y contar siempre de su compañía de retorno a nuestros hogares.*

**Paolo, C**

### **DEDICATORIA**

*Este proyecto de investigación es dedicado a Dios por ser quien me ha concedido la vida, la salud y las fuerzas para cumplir con mi meta propuesta a mi madre Anabel Sayonara que a pesar de la distancia siempre está presente con su amor, oraciones y bendiciones. A mi esposa Maryuri Mendoza Yépez por ser fuente de inspiración y pilar fundamental a lo largo de nuestra carrera personal laboral y sentimental y universitaria a mi hijo Mathias Jared Cortéz por ser una de las personitas que me llena de confianza y fe en tiempos difícil y duros que no deja de creer en mí y que mucho lo amo*

**Paolo C.**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”

**Autores:**

Ante Guanotuña Oscar Rodrigo

Cortez Plúas Paolo Paul

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación se basa en “Reacondicionamiento del torno Helper perteneciente al Laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná” mediante la implementación de componentes electrónicos y digitales aumentando así su rendimiento y utilidad como herramienta de aprendizaje para los estudiantes de la carrera de ingeniería en electromecánica, de esta manera poder hacer frente a las nuevas tecnologías en el mercado industrial electromecánico y electrónico. La modernización se cumplirá mediante el conocimiento del sistema actual del torno para de esta manera poder clasificar los elementos que necesitan ser modificados o reemplazados para lograr obtener un mejor funcionamiento del torno Helper. También es necesario evaluar las propiedades de resistencia mecánica y electrónica de la máquina y conocer los límites de la misma. El proyecto logró un valioso aporte para la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, mediante la reparación del torno se ayuda a los estudiantes a la realización de sus prácticas, los docentes podrán realizar sus proyectos de fabricación de piezas y a generar conocimientos.

**Palabras claves:** Reacondicionamiento, torno, implementación, componentes electrónicos, resistencia mecánica y electrónica.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**Title:** "RECONDITIONING OF THE HELFER LATHE BELONGING TO ELECTROMECHANICS LABORATORY IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI - LA MANÁ"

**Authors:**

Ante Guanotuña Oscar Rodrigo

Cortez Plúas Paolo Paul

### ABSTRACT

This research project is based on "Reconditioning of the Helfer lathe belonging to the Laboratory of the Technical University of Cotopaxi La Maná Extension" through the implementation of electronic and digital components, thus increasing its performance and usefulness as a learning tool for students of the degree of electromechanical engineering, in this way to be able to face new technologies in the electromechanical and electronic industrial market. The modernization will be accomplished through the knowledge of the current lathe system in order to be able to classify the elements that need to be modified or replaced in order to obtain a better performance of the Helfer lathe. It is also necessary to evaluate the mechanical and electronic resistance properties of the machine and to know its limits. The project made a valuable contribution to the Technical University of Cotopaxi La Maná Extension, by repairing the lathe, students are helped to carry out their practices, teachers will be able to carry out their parts manufacturing projects and generate knowledge.

**Keywords:** Reconditioning, lathe, implementation, electronic components, mechanical strength and electronics

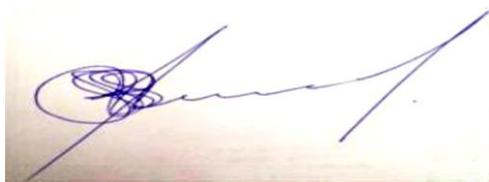
### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idiomas Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que, la traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma inglés, presentando por las señores Egresados de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Ante Guanotuña Oscar Rodrigo y Cortez Plúas Paolo Paulo, cuyo título versa “**REACONDICIONAMIENTO DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ**”, lo realizo bajo mi supervisión cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, Marzo del 2021

Atentamente,



Mg. Sebastián Fernando Ramón Amores

C.I: 050301668-5

**COORDINADOR DEL CENTRO DE IDIOMAS**

## INDICE

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
<i>DEDICATORIA</i> .....	vi
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xi
INDICE.....	xii
TABLA DE FIGURAS .....	xv
Tabla de ecuaciones.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4.. BENEFICIARIOS: .....	3
5.. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5.1. Planteamiento del problema .....	3
5.2. Formulación del problema.....	4
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8.. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. ANTECEDENTES PREVIOS .....	6
8.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
8.2.1 El torno .....	7
8.2.2 Máquinas Antiguas .....	7
8.2.3 Tipos de torno:.....	8
8.2.3.1 Paralelo .....	8
8.2.3.2 Torno Copiador .....	8
8.2.3.3 Torno Revolver.....	9

8.2.3.4 Torno Automático .....	9
8.2.3.5 Tipos de torno automático. Los tornos automáticos establecidos por (Rueda & Vasquez, 2010) que trabajan en el material a partir de barra son: .....	10
8.3. ELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO .....	10
8.3.1. FACTORES DE SELECCIÓN PARA OPERACIONES DE TORNEADO.....	10
8.3.2. Estabilidad y condiciones de mecanizado: .....	10
8.3.3. Material de la pieza de corte del torneado.....	11
8.4. FORMACIÓN DE VIRUTA.....	11
8.5. Mecanizado en seco y con refrigerante .....	12
8.6. Fundamentos tecnológicos del torneado.....	12
8.7. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL .....	13
8.7.1. Mantenimiento Mejorado .....	13
8.7.2 Repotencialización de máquinas .....	14
8.7.3 Acondicionamiento de máquinas.....	14
8.8 FICHA TÉCNICA DEL TORNO HELFER T2280VX610 .....	14
8.9 MODIFICACIÓN EN EL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO.....	15
8.10.1 Características importante en los motores trifásicos .....	16
8.10.2 Motor trifásico de 1hp de 3420 rpm .....	18
8.11. VARIADOR DE FRECUENCIA.....	19
8.11.1 Variador de frecuencia o variador de velocidad.....	19
8.11.2 Funcionamiento de un variador de frecuencia.....	20
8.11.3 Función De La Tensión De Entrada Del Variador: .....	21
8.11.3 Función De La Aplicación:.....	22
8.12 Variadores De Frecuencia Kinco.....	23
8.13 SELECCIÓN DEL VARIADOR ÓPTIMO Y RECOMENDACIONES .....	24
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	26
9.1. Localización.....	26
9.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	27
9.2.1 . Investigación Bibliográfica.....	27
9.2.2. Investigación Descriptiva .....	27
9.2.3 Investigación Experimental .....	27
9.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	27
9.3.1 Método analítico .....	27

9.3.2	Método deductivo .....	27
9.4	Técnicas e instrumentos .....	28
10.	LISTA DE MATERIALES .....	29
11.1	Revisión del sistema. ....	29
11.2	Revisión del montaje mecánico. ....	30
11.3	Revisión del sistema eléctrico. ....	30
11.4	Revisión del variador.....	30
11.5.3	Función paro de emergencia.....	31
12.	RESULTADOS .....	36
12.1	INSTALACIÓN .....	36
13.	COMPROBACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL NUEVO SISTEMA. ....	39
13.1	Verificación y pruebas del nuevo sistema de control. ....	39
13.2	Recomendaciones de seguridad.....	39
14.	PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO .....	42
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
15.1	Conclusiones.....	44
15.2	Recomendaciones .....	44
16.	BIBLIOGRAFÍA .....	45
17.	Anexos.....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Maquina torno antiguo .....	7
Figura 2: Estructura de Torno.....	8
Figura 3: Torno Helfer T2280VX610 .....	14
Figura 4: Motor Trifásico .....	19
Figura 5: Diagrama del variador de frecuencia .....	21
Figura 6: Variación par motor y tensión en función de la frecuencia en variador de frecuencia ...	23
Figura 7: Variador Serie CV20.....	24
Figura 8: Esquema general de la instalación de un variador de frecuencia.....	26
Figura 9: Motor eléctrico 1KW/1.3CV.....	32
Figura 10: Partes principales del Variador de frecuencia CV20 .....	35
Figura 11: Descripción del panel de programación.....	36
Figura 12: Esquema de instalación típica .....	36
Figura 13: Caja de protección.....	37
Figura 14: Base para el motor trifásico .....	37
Figura 15: Motor Trifásico y sus conexiones .....	38
Figura 16: instalación eléctrica para el torno.....	40
Figura 17: Encendido del torno con el Variador en CERO.....	40
Figura 18: Esquema de control.....	42
Figura 19: Placa característica del nuevo motor.....	48
Figura 20: Torno Helfer modificado .....	48
Figura 21: Comparación del motor antiguo y nuevo .....	48
Figura 22: Variador de frecuencia CV 20 .....	48
Figura 23: Puesta de motor y de polea para que funcione con el mecanismo.....	48
Figura 24: Instalación de sistema eléctrico.....	48
Figura 25: Comprobación del torneado .....	48
Figura 26: Variador de frecuencia en cero .....	48
Figura 27: Tornado de pieza.....	50
Figura 28: Pretención del variador .....	50
Figura 29: Manipulación del variador .....	50

Tabla de ecuaciones

NOMBRE	FORMULAS	PAGINAS
DESLIZAMIENTO NOMINAL	$SN = (nS - nN) 100 / nS$	32
PAR MOTOR NOMINAL	$MN = 9.55 \times PN (1000 / nS)$	32
POTENCIA DESARROLLADA POR EL PAR MOTOR	$P = Mw$	33
MOMENTO O TORQUE	$M \propto P_1 / N_0 \rightarrow M$ $= K * P_1 / N_0 \quad (N - m)$	33
POTENCIA EN EL EJE DEL MOTOR	$P_2 = M * w = 2 * \pi * M * N / 60$ $= 0,1047 * M * N_0 \quad (watt)$	33
RED DE SUMINISTRO TRIFÁSICA	$P1 = 3 * V * I * \cos \phi 100 \quad (KW)$	33
VELOCIDAD FINAL	$rpm_{final} = rpm * p1 p2$	34
CURVAS TENSIÓN-FRECUENCIA Y PAR MOTOR	$XL = WL = 2 * \pi * f$	38
LEY DE OHM	$I = U / XL$	38

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título:** “Reacondicionamiento del Torno Helper perteneciente al laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná”

**Fecha de inicio:** Noviembre-2020

**Fecha de finalización:** Marzo-2021

**Lugar de ejecución:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Electromecánica

**Equipo de trabajo:**

**Tutor del Proyecto de investigación:**

**Nombre:** M.Sc. Joao Lázaro Bárzaga Quesada

**Celular:** 0995776393

**Correo electrónico:** joao.barzaga5406@utc.edu.ec

**Dirección:** La Maná

**Nombre:** Óscar Rodrigo Ante Guanotuña

**Celular:** 0981840073

**Correo electrónico:** oscar.ante0952@utc.edu.ec

**Nombre:** Cortez Plúas Paolo Paul

**Celular:** 0984497501

**Correo electrónico:** [paolo.cortez3773@utc.edu.ec](mailto:paolo.cortez3773@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:**

UNESCO: ingeniería industria y Construcción

52 ingeniería y profesiones Afines

07 ingeniería, industria y Construcción

071 ingenierías y profesiones Afines

**Línea de investigación:**

**Procesos industriales:**

Esta línea de investigación está enfocada a promover el reacondicionamiento de máquinas mecánicas y electrónicas implementando tecnologías digitales y mejorando los procesos en la industria, que permitan mejorar el rendimiento productivo de la producción y proceso mecánico, promoviendo el mejoramiento y diseño de nuevos sistemas mecánicos e industriales.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Diseño, Construcción y Mantenimiento de Elementos, Prototipos y Sistemas Electromecánicos.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Este proyecto se enfoca en el reacondicionamiento del torno Helfer, perteneciente al laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi- Extensión La Maná para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas en sus ciclos académicos.

El torno Helfer consta con una estructura metálica donde se acoplará con un sistema de reacondicionado con un motor eléctrico trifásico de 1HP a 1500 rpm teniendo así mayor eficiencia al momento del torneado cilíndrico o cilindrado y su diámetro máximo sobre la bancada es de 280mm. Con la investigación empleada del proyecto se deduce que la máquina será económica, fácil y segura al momento de operar, además de brindar un óptimo aprendizaje a los estudiantes de la carrera de ingeniería en electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Para su restauración se utilizó un motor trifásico, el cual aumenta los rpm de 1500 a 2000-3500, mejorando su funcionamiento implementando mejoras de la máquina, reemplazo y evaluación de motor eléctrico de 1Hp de corriente continua de 220V 50 Hz de 2000 Rpm con sistema de escobilla 1kw/1.3CV; por motor trifásico de 1 hp de voltaje 240/380/440V / 60 Hz de 3240 Rpm, Con un arranque directo para mayor funcionamiento el cual recibirá la potencia del variador de frecuencia el cual hará la labor de convertir la corriente residencial (domestica) de 220V en corriente trifásica para el debido funcionamiento del motor escogido.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La formación del Ingeniero Electromecánico requiere de un componente práctico que abarca la parte mecánica, automática y eléctrica, por ello se hace necesario la operación y mantenimiento de maquinarias que operan en las industrias. Algunas asignaturas como procesos y prototipos de manufactura se han visto afectadas en su desarrollo debido a la falta o deterioro de material para el cumplimiento del componente práctico que deben cumplir los estudiantes.

En el laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se encuentra el torno Helfer, el mismo está fuera de uso debido a daños sufridos por la mala eficacia de la energía eléctrica y por falta de mantenimiento. La adquisición de este tipo de máquinas representaría una gran inversión y la compra de repuestos originales se realizan en el extranjero a un alto valor. Estas razones traen consigo que los estudiantes de la carrera no puedan realizar sus prácticas y se vea afectado el proceso de aprendizaje.

El presente proyecto propone el reacondicionamiento del torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica que ha sufrido deterioro en su sistema eléctrico y que impide el desarrollo práctico de los estudiantes en el uso de la máquina herramienta. La reparación del torno permitirá habilitar totalmente y de manera segura su funcionamiento que es fundamental para las prácticas de los estudiantes.

La importancia del proyecto radica en que permite devolver la vida útil a una máquina herramienta necesaria para la fabricación de piezas, su uso en proyectos de investigación y el mejoramiento de los distintos procesos de enseñanza-aprendizaje para la carrera. Por ende, las competencias del graduado aumentan en relación a la operación del torno durante el proceso de manufactura.

#### **4. BENEFICIARIOS:**

Los beneficiarios directos del proyecto son los estudiantes y docentes de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. Los estudiantes se benefician en el desarrollo de habilidades prácticas con el uso de la máquina herramienta y los docentes en la realización de proyectos de fabricación de piezas y en la generación de conocimientos.

Los beneficiarios indirectos serán los estudiantes de otras carreras que tengan asignaturas relacionadas, asimismo, se beneficiarán las entidades con convenios firmados con la institución

#### **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

##### **5.1 Planteamiento del problema**

Al momento de manejar este tipo de máquinas que utilizan energía eléctrica es de vital importancia que se cumpla con normativas de seguridad para evitar posibles descargas eléctricas en los operadores. Por este motivo se debe contar con elementos totalmente aislados y con sus respectivas señaléticas para que sean acatados por los usuarios de la máquina y así evitar inconvenientes que puedan perjudicar a los mismos. El torno Helfer perteneciente al laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná se ha visto afectado en su funcionamiento, no cumple con las operaciones de torneado por falta de potencia lo que se traduce en desperfectos en el sistema eléctrico. Por tales razones, se ha visto afectado el proceso de enseñanza y aprendizaje para la carrera de Ingeniería Electromecánica en las

distintas asignaturas relacionadas con el diseño y fabricación de piezas metálicas y distintas actividades q pueda desarrollar el torno.

## **5.2 Formulación del problema**

El torno Helfer perteneciente al laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, el cual es una herramienta de necesidad para poner en práctica lo aprendido en diferentes materias necesarias para la carrera, para su correcto funcionamiento óptimo según los parámetros técnicos y de protección requeridos para su debida operación, no contando con la fuente de energía necesaria, con los sistemas de seguridad y de más implementos que ayudarán al mejor manejo de los estudiantes de la carrera electromecánica. Por lo antes expuesto se plantea como problema de la investigación:

¿Cómo lograr el funcionamiento correcto del torno Helfer perteneciente al laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná con los parámetros técnicos y de protección requeridos?

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

- Realizar el reacondicionamiento del torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná para que se logre su funcionamiento con los parámetros técnicos y de protección requeridos durante las operaciones de maquinado.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Efectuar una revisión técnica de los elementos de control, potencia y protección eléctrica que presenta el torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica.
- Realizar los cálculos eléctricos del sistema de transmisión de potencia para la operación mecánica del torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica.
- Ejecutar la reparación de los elementos de control, potencia y protección eléctrica que presenta el torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica.

- Diseñar y evaluar un sistema de señalización y protección en el sistema eléctrico del torno Helfer para su operación bajo las normas de seguridad y de protección requeridos.

<b>Objetivo Específico 1</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de la Actividades</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Efectuar una revisión técnica de los elementos de control, potencia y protección eléctrica que presenta el torno Helfer perteneciente al laboratorio de electromecánica.	Realizar la medición de los parámetros de funcionamiento eléctrico en el torno Helfer. Analizar el estado de funcionamiento del sistema electrónico del torno Helfer.	*Conocimiento del estado actual del sistema eléctrico del torno Helfer. *Conocimiento del estado actual del sistema electrónico del torno Helfer.	Informe de los resultados de las mediciones realizadas a los elementos de control, potencia y protección eléctrica que presenta el torno Helfer perteneciente al laboratorio de electromecánica.
<b>Objetivo Específico 2</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de la Actividades</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Realizar los cálculos eléctricos del sistema de transmisión de potencia para la operación mecánica del torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica.	*Seleccionar el motor eléctrico adecuado que brinde la potencia requerida para el funcionamiento del torno Helfer. *Calcular los parámetros eléctricos de alimentación para el funcionamiento del sistema de transmisión. Implementar un variador de frecuencia que controle el consumo energético para el funcionamiento del motor eléctrico trifásico.	*Cálculos basados en la metodología de selección de motores. *Cálculo del par torsional que proporciona el motor eléctrico al sistema de transmisión. *Valores de los parámetros eléctricos de alimentación para funcionamiento del sistema de transmisión. *Información de operación del variador de frecuencia como sistema de control del motor eléctrico.	*Informe de los resultados de los cálculos de selección del motor eléctrico y el par torsional que proporciona el motor eléctrico al sistema de transmisión. *Tabla con los datos de operación del variador de frecuencia.
<b>Objetivo Específico 3</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de la Actividades</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Ejecutar la reparación de los elementos de control, potencia y protección eléctrica que presenta el torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica.	Implementar un nuevo sistema de funcionamiento de control eléctrico de potencia y protección del torno Helfer	Conocimiento del nuevo sistema eléctrico que presenta el torno Helfer, como también los elementos de control, de potencia y de protección para su correcto funcionamiento	Informe de los resultados de implementación del nuevo sistema de funcionamiento de control eléctrico de potencia y protección del torno Helfer.
<b>Objetivo Específico 4</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados de las actividades</b>	<b>Medio de Verificación</b>
Diseñar un sistema de señalización y protección en el sistema eléctrico del torno Helfer para su operación bajo las normas de seguridad requeridas.	Ejecutar el sistema de señalización y protección en el sistema eléctrico del torno Helfer. Analizar las normas de seguridad requeridas para la operación correcta del Torno Helfer.	Conocimientos obtenidos sobre la señalización y protección en el sistema eléctrico del torno Helfer. Análisis obtenidos de las normas de seguridad para las distintas maniobras de operación que realice el torno Helfer.	Informe sobre el sistema de señalización y protección en el sistema eléctrico del torno Helfer para su operación bajo las normas de seguridad requeridas.

## **7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1 ANTECEDENTES PREVIOS**

El uso del torno es un tema amplio a escala global y ha obtenido un notorio avance en los últimos tiempos, y más para el aprendizaje, como es el caso de los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, esto ha llevado a presentar proyectos innovadores que exigen la fabricación de mecanismos que puedan desarrollar diferente tareas, dentro de éstas labores, el torno HELFER T280VX610, que se encuentra en el laboratorio de la universidad en un estado no funcional, sin contar con motor eléctrico, ni instalación, tablero de control, entre otras cosas para su debido funcionamiento.

Es de conocimiento general, que el estado técnico de las instalaciones y equipos existentes en el taller de máquinas herramientas no cumplen ya con los parámetros de operación establecidos para su uso, debido a que muchos de los equipos han recibido un escaso mantenimiento no planificado, tanto en la parte mecánica como en la parte eléctrica y por el mismo uso dado a los mismos. En la actualidad el uso de estos equipos ha llevado a que muchos de ellos se encuentren en una etapa de desgaste e incluso que otros estén fuera de servicio, por no cumplir con los parámetros de operación establecidos para su uso por lo anteriormente mencionado.

El proyecto también es orientado a la aplicación de nuevas tecnologías, debido a que el uso de una equipo CNC no solo involucra un proceso de manufactura entre el operario y la máquina, más bien lo hace entre un computador y el técnico lo cual limita los errores porque se trabajan con software que requieren de datos específicos que evita fallos que generalmente el operador podría realizar si estuviera en contacto directo con la máquina, los así llamados errores humanos, motivo por el cual los trabajos realizados con éste tipo maquinaria tienen mayor grado de aceptación.

## 8.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

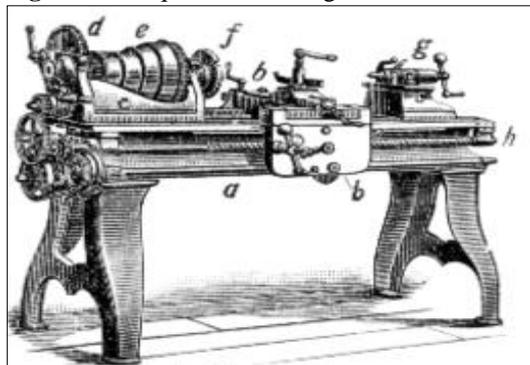
### 8.2.1 El torno

(Pacheco & Espinoza, 2016), Los tornos más convencionales se pueden desplegar para un gran número de maniobras para el mecanizado como ejemplo para partes internas y externas de diferentes superficies: cilíndricas, cónicas, de rotación, acabados superficiales, roscado (métrico, pulgada), entre otras funciones, estos tornos son apropiados para ejecutar ranuras y chavetas en distintos tipos de materiales metálicos y materiales no metálicos. Los cuales tiene gran variedad en procesos de manufactura industrial: elaboración de rotores eléctricos, rodillos en la industria minera, rodillos de material PET, y distintos materiales para la industria automotriz, petroquímica, y fabricación de maquinaria.

### 8.2.2 Máquinas Antiguas

Según (Hernandez, 2016) en los tornos antiguos que permitía dejar las manos del mecánico libres para manipular la herramienta. A comienzos del siglo XV se introdujo un uso de transmisión por correa, que permitía utilizar el torno en rotación continua. A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci trazó en su Códice Atlántico el esquema de varios tornos que no pudieron ser construidos en aquel tiempo por carencia de medios pero que sirvieron de informe para futuros desarrollos. Hacia 1480 el apoyo fue combinado con un vástago y una biela. Con la aplicación de este mecanismo nació el torno de accionamiento continuo, lo que implicaba el uso de biela-manivela, que debía ser combinada con un volante de inercia para superar los puntos muertos.

**Figura 1:** Máquina torno antiguo

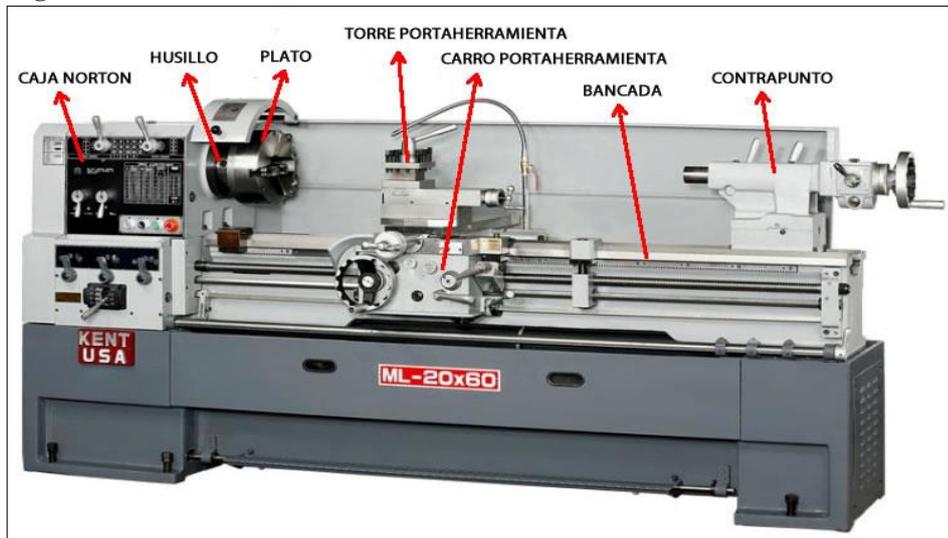


Fuente: (Hernandez, 2016)

En la década de 1780 el inventor francés Jacques de Vaucanson construyó un torno industrial con un portaherramientas deslizante donde se podría avanzar mediante un tornillo manual,

después en el año 1797 el inventor británico Henry Maudslay y el inventor estadounidense David Wilkinson mejoraron este sistema del torno conectando el portaherramientas deslizante con el 'husillo', que es la parte del torno que hace girar la pieza trabajada. Esta mejora permite hacer avanzar la herramienta de corte a una velocidad constante (Hernandez, 2016).

**Figura 2:** Estructura de Torno



Fuente: (Indumentan, 2021)

### 8.2.3 Tipos de torno:

#### 8.2.3.1 Paralelo

Según (Pacheco & Espinoza, 2016) El torno paralelo es una máquina que realiza todas las operaciones o maniobras de mecanizado en dos planos X-Y, siendo estos los dos ejes en los que se desplaza la herramienta de corte hacia la pieza que se pretende mecanizar y segundo el carro transversal realiza movimientos de forma perpendicular al eje, este tipo de tornos tiene un tercer carro de accionamiento manual y giratorio denominado “Charriot” que va montado sobre el carro transversal, una de las características principales es que se puede aplicar a todos los parámetros necesarios para realizar los mecanizados de torneado, taladrado, cilindrado, refrendado, ranurado, roscado, conos, escariado y moleteado entre otros con la utilización de las distintas herramientas con formas diferentes para realizar el proceso respectivo.

#### 8.2.3.2 Torno Copiador

El torno copiador es una máquina que es operado mediante un sistema hidráulico y se puede mecanizar piezas repetidas que se lo establece siguiendo el perfil de una matriz o plantilla de acuerdo a las necesidades y características técnicas de la pieza a mecanizar, la característica principal del torno

copiador es que se puede utilizar para el torneado de ejes de acero que tengan distintos escalones en diámetros, además que se haya establecido previamente el proceso de forjado, el funcionamiento para este tipo de tornos es que un palpador sensible va dirigiéndose por la trayectoria del perfil de la pieza al avanzar el carro principal, de esta manera se transmite el movimiento por un sistema hidráulico o magnético a un carro secundario que transmite un movimiento independiente del husillo transversal (Pacheco & Espinoza, 2016).

### **8.2.3.3 Torno Revolver**

Según (Krar, 2011) El torno revólver es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado, las piezas que muestran esa situación son aquellas que, partiendo de barras, tienen una forma final de casquillo o similar, así mismo una vez que la barra queda bien sujeta mediante pinzas o con un plato de garras, se va taladrando (mandrinando, roscando o escariando) la parte interior mecanizada y a la vez se puede ir cilindrando, refrentando, ranurando, roscando y cortando con herramientas de torneado exterior.

Es un torno paralelo en el que el cabezal móvil ha sido sustituido por un torreta, generalmente hexagonal, sobre cada una de cuyas caras puede llevar montada una herramienta distinta, y que puede ser desplazado sobre las guías por la acción de un gran volante que provoca la penetración de una de las herramientas sobre la pieza por mecanizar que gira impulsado por el husillo principal cuando la torreta vuelve a su posición original, al topar con el final de carrera, un mecanismo de cric provoca su giro, el movimiento típico del tambor de un revolver, de ahí su nombre, y otra herramienta se halla dispuesta para realizar su cometido (Krar, 2011).

### **8.2.3.4 Torno Automático**

El torno Automático según lo investigado por Rueda & Vasquez, (2010), establecen que debido a su especial funcionamiento permiten realizar todo el ciclo de mecanizado, incluso de aportación de nuevo material para la pieza siguiente, sin intervención del operario, este tipo de automatización se obtiene por medio de levas que son partes fundamentales para este tipo de máquinas, los tornos automáticos son máquinas destinadas a trabajos en grandes series que tienen como fin reducir tiempo y el costo de la mano de obra, hay diversos tipos de tornos automáticos con las mismas posibilidades las cuales son de diferentes tipos:

### **8.2.3.5 Tipos de torno automático. Los tornos automáticos establecidos por (Rueda & Vasquez, 2010) que trabajan en el material a partir de barra son:**

- 1) Torno Automático De Cabezal Fijo. En ellos la herramienta de corte van situadas sobre un carro, que es el que efectúa el avance.
- 2) Torno Automático De Cabezal Móvil o deslizante. Son llamados tornos suizos en los cuales las herramientas de corte van fijadas a un puente y no tiene avance alguno, y el movimiento lo realiza el cabezal deslizándose sobre las guías.
- 3) Torno Vertical Y CNC: Este tipo de torno es operado mediante un control numerico por computadora, el cual se caracteriza por ser una maquina eficaz para mecanizar piezas de revolución, por lo mismo ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado, otorgadas por una ejecución de programación de software que previamente dará ordenes de ejecución para el mecanizado (Rueda & Vasquez, 2010).

## **8.3 ELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA TORNEADO**

En los tornos modernos, dependiendo de los movimientos y herramientas utilizadas para el tiempo del mecanizado, siendo de vital importancia las operaciones básicas de operaciones que permita realizar con calidad y precisión requeridas, del mismo modo en materiales que produzcan virutas, el avance es hacia el centro (Rueda & Vasquez, 2010).

### **8.3.1 FACTORES DE SELECCIÓN PARA OPERACIONES DE TORNEADO.**

- En la operación de mecanizado se debe tomar en cuenta la calidad de operación, es decir, en este punto se toma en consideración la tolerancia y el acabado superficial (menor rugosidad de la superficie).
- La pieza: Al momento de analizar la pieza se debe tomar en consideración la sujeción y cumplimiento de normativas de seguridad para la operación de acabados, desbaste de forma simultánea (Pacheco & Espinoza, 2016).

### **8.3.2 Estabilidad y condiciones de mecanizado:**

Según (Ortiz & Vanegas, 2011) El torneado es una operación con arranque de viruta que permite la elaboración de piezas cilíndricas, cónicas y esféricas, mediante el movimiento uniforme de rotación alrededor del eje fijo de la pieza. El torno es la máquina-herramienta que permite la transformación de un sólido indefinido, haciéndolo girar alrededor de su eje y

arrancándole material periféricamente a fin de obtener una geometría definida (sólido de revolución). Con el torneado se pueden obtener superficies: cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas, roscadas.

Los movimientos de trabajo necesarios para que se produzca el corte son:

- **Movimiento de Corte (Mc):** Movimiento relativo entre la pieza y la herramienta.
- **Movimiento de Penetración (Mp):** Es el movimiento que acerca la herramienta al material y regula su profundidad de penetración.
- **Movimiento de avance (Ma):** es el movimiento mediante el cual se pone bajo la acción de la herramienta nuevo material a separar (Ortiz & Vanegas, 2011)

### 8.3.3 Material de la pieza de corte del torneado

(ACADEMIC FOUNDATION , 2013) Los parámetros de corte fundamentales que hay que considerar en el proceso de torneado son los siguientes:

- Elección del tipo de herramienta más adecuado
- Sistema de fijación de la pieza
- Velocidad de corte (Vc) expresada en metros/minutos
- Diámetro exterior del torneado
- Revoluciones por minuto (rpm) del cabezal del torno
- Avance en mm/min de la herramienta
- Profundidad de pasada
- Esfuerzos de corte
- Tipo de torno y accesorios adecuados

### 8.4 FORMACIÓN DE VIRUTA

El torneado ha evolucionado tanto que ya no se trata tan solo de arrancar material a gran velocidad, sino que los parámetros que componen el proceso tienen que estar estrechamente controlados para asegurar los resultados finales de economía calidad y precisión, la forma de tratar la viruta se ha convertido en un proceso complejo, donde intervienen todos los componentes tecnológicos del mecanizado, para que pueda mantener el tamaño y la forma que no perturbe el proceso de trabajo, así mismo no se acumularían rápidamente masas de virutas

largas y fibrosas en el área de mecanizado que se llegaran a formar. (Academic Foundation, 2013)

La forma que toma la viruta se debe principalmente al material que se está cortando y puede ser tanto dúctil como quebradiza y frágil, como también el avance con el que se trabaje y la profundidad de pasada suelen determinar en gran medida la forma de viruta, cuando no bastan estas variables para controlar la forma de la viruta hay que recurrir a elegir una herramienta que lleve incorporado un rompe virutas eficaces.

### **8.5 Mecanizado en seco y con refrigerante**

En el, 2013 la Academic Foundation, establecen que el torneado en seco es completamente viable y se emplea en numerosas aplicaciones, hay una tendencia reciente a efectuar los mecanizados en seco siempre que la calidad de la herramienta lo permita, una zona de temperatura de corte más elevada puede ser en muchos casos, un factor positivo.

Sin embargo, (Academic Foundation, 2013) menciona que el mecanizado en seco no es adecuado para todas las aplicaciones, especialmente para taladrados, roscados y mandrinados para garantizar la evacuación de las virutas, tampoco es recomendable torneado en seco materiales pastosos o demasiado blandos como el aluminio o el acero de bajo contenido en carbono ya que es muy probable que los filos de corte se embocen con el material que cortan, produciendo mal acabado superficial, dispersiones en las medidas de la pieza e incluso rotura de los filos de corte.

(Academic Foundation, 2013) En caso de mecanizar materiales de viruta corta como la fundición gris la taladrina es beneficiosa como agente limpiador, evitando la formación de nubes de polvo tóxica, en cambio la taladrina es imprescindible torneando materiales abrasivos tales como inoxidables, inconells, etc. En el torneado en seco la maquinaria debe estar preparada para absorber sin problemas el calor producido en la acción de corte, para evitar sobrecalentamientos de husillos, etc suelen incorporarse circuitos internos de refrigeración por aceite o aire.

### **8.6 Fundamentos tecnológicos del torneado**

En el torneado hay seis parámetros clave los cuales dan a conocer (Rueda & Vasquez, 2010)

1. **Velocidad de corte:** Se define como la velocidad lineal y es originada por el movimiento de corte y la cantidad de metros lineales de viruta por minuto que se desaloja en el proceso de virutaje, La velocidad de corte se expresa en m/mim
2. **Velocidad de rotación de la pieza:** Normalmente se expresa en revoluciones por minuto. Se calcula a partir de la velocidad de corte y del diámetro mayor de la pasada que se está mecanizando.
3. **Avance:** Definido como la velocidad de penetración, el avance producido se determina por el movimiento de avance y viene expresado en (mm/min), en el torno la velocidad de avance establece la penetración bien como en milímetros por minuto de trabajo.
4. **Profundidad de pasada:** Puede definir la profundidad pasada, con la longitud que penetra la herramienta, en la pieza, por cada pasada (Ortiz & Vanegas, 2011).
5. **Potencia de la máquina:** Está expresada en KW, y es la que limita las condiciones generales del mecanizado, cuando no está limitado por otros factores.
6. **Tiempo de torneado:** Es el tiempo de virutaje que dura la pasada de la cuchilla a mayor velocidad.

## 8.7 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

(Sandobal, 2011) establece el mantenimiento que es adaptable a todo sistema o empresa que desee aumentar la vida útil de las maquinarias, uno de los aspectos más importantes manutención de los equipos, maquinarias e instalaciones, es aplicar un adecuado plan de coordinación para un mantenimiento preventivo, para reducir la necesidad de repuestos y costos de material usados en equipos, el mantenimiento es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto para luego prolongar su vida útil. Para llevar a cabo ese mantenimiento tiene que ser a través de Programas que corresponde al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para realizarse cualquier actividad

### 8.7.1 Mantenimiento Mejorativo

Sandobal, en el 2011, involucra el rediseño del equipo o una parte del mismo y consiste en modificar las condiciones originales del equipo o de su instalación, haciendo esta tarea de otro tipo de mantenimiento del tipo Mejorativo para su correcto funcionamiento.

### 8.7.2 Repotencialización de máquinas

Se puede entender como repotencialización al cambio de determinadas partes o elementos de las máquinas, o equipos para mejorar su eficiencia y desempeño, se puede cambiar pocos como varios elementos, con el único fin de aumentar su rendimiento (Sandobal, 2011).

### 8.7.3 Acondicionamiento de máquinas.

Sandobal, (2011) Se entiende como el cambio de su diseño para realizar determina actividad que anteriormente no estaba destina a realizar, de acuerdo a la nueva actividad que se quiera realizar será el acondicionamiento a efectuarse en el equipo.

## 8.8 FICHA TÉCNICA DEL TORNO HELFER T2280VX610

**Figura 3:** Torno Helfer T2280VX610



Fuente: (Helfer, 2018)

### FICHA TÉCNICA (Helfer, 2018)

CARACTERÍSTICAS		
DIÁMETRO SOBRE BANCADA	MM	280
MAX. DIAM. SOBRE EL CARRO (MM)		150
DISTANCIA ENTRE PUNTOS	MM	610
ANCHO DE BANCADA	MM	180
AGUJERO DE HUNSILO (MM)	MM	26
CONO DE AGUJERO DE HUSILLO		CM4
NUMERO Y GAMA DE VELOCIDADES	RPM	25-1000/50-2000
CONO DE LA CAÑA DEL CONTRAPUNTO		0.1-2.5
PASOS MÉTRICOS (MM)	MM	0.1-0.25
PASOS WHITWORTH EN HILOS POR "	PULG"	8-35 T.P.I.
Nº Y GAMA DE AVANCES LONGITUDINALES (MM/REV.)	MM/REV	0.1-0.25

RECORRIDO CARRO TRANSVERSAL	MM	110
RECORRIDO DEL CHARRIOT	MM	70
RECORRIDO MÁX. DE LA CAÑA DEL CONTRAPUNTO (MM)	MM	90
MÁXIMA SECCIÓN DE LA HERRAMIENTA		12 X12
POTENCIA DEL MOTOR (CV/V)	CV/V	1 KW/1.3 CV
DIMENSIONES (MM)	MM	1320 X 780 X 1200
PESO (KG)	KG	314

Tabla elaborada con información del sitio web Torno Helfer (<https://www.helfer.es/torno-de-sobremesa--t280vx610>)

## 8.9 MODIFICACIÓN EN EL SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO

Para la modificación del torno, se analizó las averías del mismo detalladamente, encontrándose en mal estado el motor eléctrico con el cual funcionaba toda la máquina, para el cambio se debe tomar en cuenta la potencia del motor antiguo y para reemplazarlo con uno que se asemeje a las funciones que se requiera, cambiando así mismo el circuito de encendido para el nuevo sistema.

## 8.10 MOTOR TRIFÁSICO

(Rosales, 2017) La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico. Los motores eléctricos trifásicos, se fabrican de diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP).

### Ventajas

En diversas circunstancias Rosales, (2017) establece las siguientes ventajas:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, a más).
- No emite contaminantes.

- Máquinas que pueden trabajar con 2 tensiones 400V y 230 V.
- El control de la velocidad es de forma electrónica.

### 8.10.1 Características importantes en los motores trifásicos

1. **Par motor:** Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
2. **Par de arranque:** Es el que desarrolla el motor para romper la inercia y comenzar a girar.
3. **Par nominal:** Es el que produce el motor para desarrollar sus condiciones de trabajo.
4. **Rendimiento:** El rendimiento es un concepto asociado al trabajo realizado por las máquinas, buen rendimiento con poco trabajo (Rosales, 2017).

El mismo autor Rosales, (2017) denomina que velocidad nominal de rotación del motor es la velocidad que indica el fabricante, se diferencia de la velocidad de sincronismo en el deslizamiento nominal SN.

$$SN = (nS - nN)100/nS \quad (1)$$

- SN = desplazamiento nominal (%)
- nS = velocidad de sincronismo(rpm)
- nN = velocidad nominal de rotación (rpm)

El par motor nominal se calcula de la siguiente forma:

$$MN = 9.55 * PN \left( \frac{1000}{nS} \right) \quad (2)$$

- MN = par nominal del motor (Nm)
- nS = velocidad de sincronismo(rpm)
- PN = potencia nominal (KW)

El par motor o torque es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia o, dicho de otro modo, la tendencia de una fuerza para girar un objeto alrededor de un eje, punto de apoyo, o de pivote (Rosales, 2017).

La potencia desarrollada por el par motor es proporcional a la velocidad angular del eje de transmisión, viniendo dada por:

$$P = M \omega \quad (3)$$

- P= es la potencia (W)
- M= es el par motor (Nm)
- $\omega$ =es la velocidad angular (rad/s)

Para los cálculos de los motores asíncronos (Barreda, 2012) da a conocer tres tipos de parámetros relacionados y que expresan directamente sus propiedades como: la potencia consumida de la red de suministro “P1”, la frecuencia de rotación “N” y el par motor “M” (momento o torque), en el eje la cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$M \propto \frac{P_1}{N_0} \rightarrow M = K * \frac{P_1}{N_0} \quad (N - m) \quad (4)$$

- K= coeficiente de igualdad
- P1= potencia consumida de la línea de suministro eléctrico (watt)
- N0=frecuencia de rotación (rpm)
- M= momento o torque

La potencia en el eje del motor se determina en función del par motor por la expresión:

$$P_2 = M * \omega = \frac{2 * \pi * M * N}{60} = 0,1047 * M * N_0 \quad (\text{watt}) \quad (5)$$

- P2= potencia en el eje del motor
- $\omega$ = velocidad angular (rad/seg) o  $\omega = 2 \pi * n_0$
- N0= revoluciones por segundo(rps) o  $n_0 = N_0/60$
- M= momento en el árbol del motor (N-m) (Barreda, 2012).

Así mismo Barreda, (2012) establece que para el suministro de una red trifásica (3 $\phi$ ):

$$P_1 = \frac{\sqrt{3} * V * I * \cos\phi}{100} \quad (KW)$$

(6)

- V= voltaje en la línea (Volt)
- I= intensidad de corriente que consume el motor (A)
- $\cos \phi$ = factor de potencia del motor (depende de la intensidad consumida)
- P1= potencia consumida de la línea de suministro (watt).

Cálculo para los rpm que tendrá el torno Helfer como velocidad final en el mecanismo para el funcionamiento del cabezal y fuerza para el desbaste de piezas (Barreda, 2012).

Potencia del motor (CV/V) del torno Helfer es de: 1 KW/1.3 CV; 1500rpm

$$rpm(final) = rpm * \frac{p1}{p2} \quad (7)$$

- Rpm(final)= potencia del motor según la frecuencia del variador
- Rpm= según la característica del motor nuevo
- P1= polea 1 (posicionada en el motor)
- P2= polea 2 (posicionada antes del mecanismo del torno)

#### 8.10.2 Motor trifásico de 1hp de 3420 rpm

(Motovarios, 2008) Motores eléctricos asincrónicos trifásicos y monofásicos, de ejecución cerrada, ventilación superficial exterior, rotor de jaula de ardilla, de aluminio o aleación de aluminio fundido a presión, clase de aislamiento F, grado de protección IP55, dimensiones y alturas de eje unificadas de 56 a 160S, potencias unificadas de 0,09 kW a 11 kW.

- Potencias hasta 90 kW
- Polos 2, 4, 6
- Trifásicos y monofásicos, autofrenantes, doble polaridad
- Grado de protección hasta IP66

(Motovarios, 2008) Las conexiones en la bornera y el sentido de rotación son conformes a las prescripciones de la norma IEC60034-8; el sentido de rotación por definición es aquel observado desde el lado del acoplamiento, todos los motores realizados en ejecución estándar pueden funcionar en ambos sentidos de rotación; el sentido predeterminado es el horario, en este caso los esquemas con las conexiones en bornera están en el interior de la tapa de la caja de bornes.

En el 2008 (Motovarios) menciona que, en caso de motores trifásicos, se debe invertir dos fases de alimentación; y en caso de motores monofásicos, se altera las conexiones en la bornera según las indicaciones de los esquemas de conexión.

En ambos casos se prohíbe modificar las conexiones internas del motor a sus terminales en la bornera, el motor está preparado para un solo sentido de rotación (ej.: motor con dispositivo antirretroceso), dicho sentido de rotación estará indicado mediante una flecha sobre la tapa del ventilador o en otra posición equivalente (Motovarios, 2008).

**Figura 4:** Motor Trifásico



**Fuente:** (Motovarios, 2008)

## 8.11 VARIADOR DE FRECUENCIA

(Equipo Soper; Palau, 2020) Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna (AC). Por sus siglas en inglés, solemos referirnos al variador de frecuencia como VFD, que viene de variable frequency drive, que se traduciría literalmente como “regulador/variador de frecuencia variable”. A pesar de ello, también están presentes en el mercado otras acepciones como puede ser VSD (variable speed drive o regulador de velocidad variable) o ASD (adjustable speed drive, conocido en castellano como “accionamiento de velocidad variable”).

### 8.11.1 Variador de frecuencia o variador de velocidad

Según el blog de (Etxeguren, 2021) un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra situado eléctricamente entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y la regula antes de que ésta llegue al motor, ajustando la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

Si en 2021 Etxeguren, propone actuar sobre la frecuencia, variar la velocidad de giro de los motores, y, en consecuencia, variará también el caudal, la presión, y la potencia eléctrica y será necesario realizar la programación del variador de frecuencia según las características del motor asociado.

### **8.11.2 Funcionamiento de un variador de frecuencia**

(Etxeguren, 2021) Para poder modificar la frecuencia de salida que alimenta los motores, los variadores de frecuencia monofásicos y trifásicos realizan 3 fases principales en su interior de transformación de la señal eléctrica las cuales son:

**FASE 1:** Transformación de la señal de corriente alterna (CA) en corriente continua (DC).

Según (Etxeguren, 2021) dice que: “El equipo se alimenta con un voltaje de corriente alterna (CA) que puede ser monofásico (fase y neutro) o trifásico (tres fases) en función del tipo de alimentación disponible. En esta primera fase, el convertidor de velocidad convierte esta CA en corriente continua (DC) gracias a un grupo de diodos, en este proceso es conocido como: “rectificador de una señal”, la cual hace mucho más sencillo trabajar con una tensión continua que con una alterna, por eso los variadores de frecuencia, ya sean monofásicos o trifásicos, realizan este paso”.

**FASE 2: Filtrado de la corriente continua (DC)**

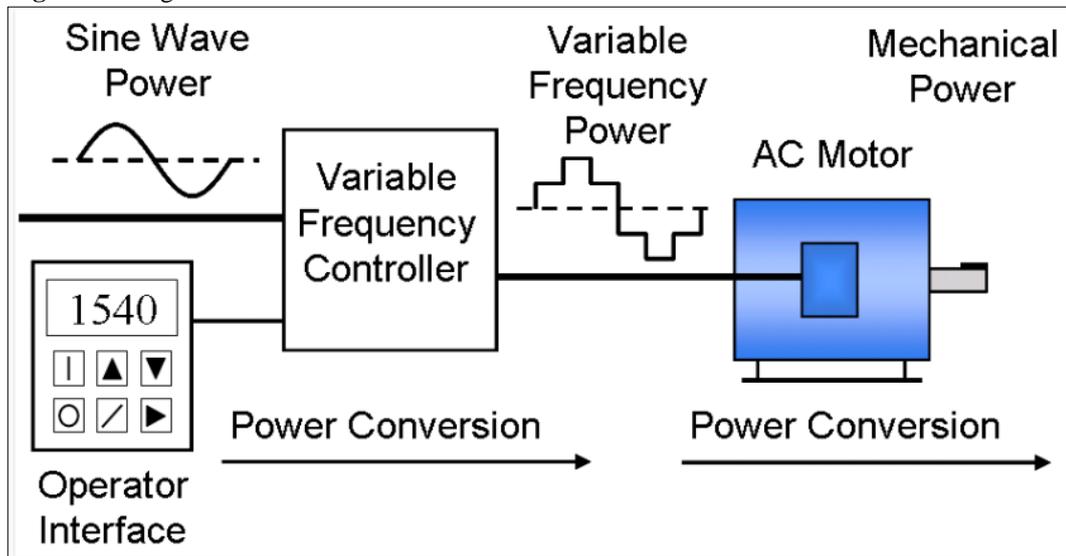
“Una vez transformada la corriente alterna en corriente continua, un banco o conjunto de condensadores internos filtran (suavizan) la señal continua, reduciendo así las variaciones en la señal rectificada. De esta forma se obtiene una onda mucho más limpia para su posterior tratamiento” (Etxeguren, 2021).

**3 FASE: Inversión de la tensión continua a corriente alterna**

De la misma manera (Etxeguren, 2021) demuestra: “La última etapa de conversión dentro de un variador de velocidad transforma la tensión continua filtrada en una señal trifásica cuadrada a través de un grupo de transistores (IGBT). Esta tensión cuadrada simula una señal trifásica usual que permite excitar las bobinas de los motores de inducción. Esta generación electrónica de la señal trifásica hace posible controlar motores trifásicos con una señal monofásica de entrada (variadores monofásicos)”.

“Modificando el tiempo en el que los IGBT están «encendidos» y transformando la señal, modificamos la frecuencia de salida y, por consiguiente, la velocidad del motor” (Etxeguren, 2021).

**Figura 5:** Diagrama del variador de frecuencia



Fuente: (Etxeguren, 2021)

### 8.11.3 Función De La Tensión De Entrada Del Variador:

**Variadores de frecuencia monofásicos:** Este tipo de variadores se alimentan con una tensión monofásica (fase y neutro) a 220-230V como la que tenemos en entornos domésticos y permiten el control de motores trifásicos a 220-230V (Etxeguren, 2021).

**Variadores de frecuencia trifásicos:** Los convertidores trifásicos se alimentan con una tensión trifásica (tres fases), ya sea a 220-230V o a 380-480V. Los variadores trifásicos a 380-480V son los más usados en industrias, ya que es común disponer de una red trifásica a 380-400V.

**Variadores de frecuencia solares:** Si se quiere realizar una instalación de bombeo o riego solar, hay variadores de frecuencia solares preparados para recibir la tensión continua de los paneles solares y transformarla en una tensión trifásica para alimentar la bomba.

**Variadores de frecuencia de entrada monofásica 220V a 380V trifásico:** Este tipo de variadores es muy útil cuando se quiere alimentar un motor trifásico a 380V a partir de una monofásica doméstica (Etxeguren, 2021).

### 8.11.3 Función De La Aplicación:

- **Variadores estándar:** Si la aplicación no es muy exigente, como puede ser ventilación, bombeo suave, puertas y barreras de acceso, etc. es posible usar casi cualquier marca y modelo de variador del mercado (siempre teniendo en cuenta la potencia y consumo de corriente).
- **Variadores para ascensores:** Cuando hay que mover cargas pesadas o realizar un control muy fino en el transporte de material por cintas o cadenas, es posible adquirir variadores de frecuencia para ascensores, montacargas, cintas transportadoras, etc. Este tipo de equipos tienen una capacidad de sobrecarga superior al resto y se conocen como variadores de frecuencia de par constante.
- **Variadores para lavadoras industriales:** Existen también variadores con una programación (firmware) específicos para procesos o maquinaria concreta como pueden ser las lavadoras industriales. Este tipo de equipos dedicados aumentan al máximo la capacidad de ahorro energético y control (Etxeguren, 2021)

“Curvas tensión-frecuencia y Par motor – frecuencia. Como sabemos la inductancia de las bobinas del motor aumenta con la frecuencia” (Vaello, 2018).

$$XL = WL = 2\pi * f \quad (8)$$

- XL= Reactancia inductiva
- WL= 2 π f. Pulso de la corriente eléctrica, siendo f la frecuencia.
- F= frecuencia

Por tanto (Vaello, 2018), al aumentar la frecuencia obtendremos menos intensidad y menos par como resultado de la ley de OHM.

$$I = U/XL \quad (9)$$

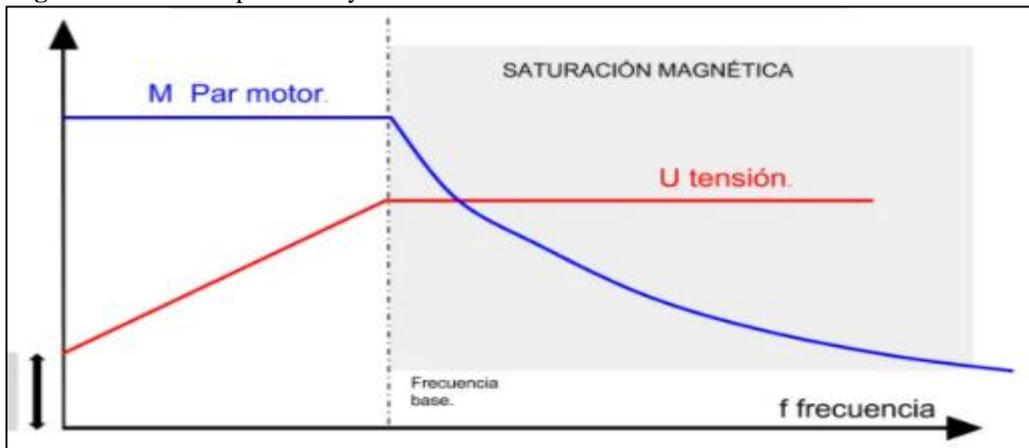
- U= Tensión aplicada.
- I= Intensidad.
- XL= Reactancia inductiva

Para (Vaello, 2018) compensar la pérdida de par motor la tensión aumentará proporcionalmente, de ahí el tramo inclinado tensión-frecuencia de la curva roja. Con esto se

establece un par motor estable, línea azul (figura 6). Al superar la frecuencia base, normalmente la frecuencia de red se produce la saturación magnética del motor, a partir de esta frecuencia el par motor comienza a disminuir conforme se aumenta la frecuencia.

En la frecuencia base se consigue la tensión máxima de salida del variador. Para compensar el par motor en el arranque y a bajas velocidades se añade un valor de tensión mínimo llamado en inglés Boost.

**Figura 6:** Variación par motor y tensión en función de la frecuencia en variador de frecuencia



Fuente: (Vaello, 2018)

## 8.12 Variadores De Frecuencia Kinco

(Imservo, 2019) Los variadores de frecuencia KINCO satisfacen los requisitos de alto rendimiento mediante el uso de un método de control exclusivo para lograr un alto par, alta precisión y amplio rango de ajuste de velocidad. Su función anti disparo y la capacidad de adaptación a la red de energía severa, la temperatura, la humedad y el entorno polvoriento superan a los de productos similares fabricados por otras compañías, lo que mejora notablemente la confiabilidad del producto.

1. **Variadores SERIE FV100.**-La serie más completa en variadores, método de control vectorial, método de V/F, etc.
2. **Variadores SERIE CV100.**-Los Variadores Kinco tienen una amplia gama de modelos para aplicaciones comunes. Te presentamos la serie CV100
3. **Variadores SERIE CV20.**-La serie CV20 es un variador de frecuencia con funciones básica. Un producto confiable y de bajo costo. (Imservo, 2019)

**Figura 7:** Variador Serie CV20

**Fuente:** (Imservo, 2019)

### 8.13 SELECCIÓN DEL VARIADOR ÓPTIMO Y RECOMENDACIONES

(Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015) Investiga en un foro (<https://www.infopl.net/foro/forum>) la disposición de modelos de variadores, para elegir el que se ajuste más a la necesidad de nuestro proyecto, como también a las características del motor, como también otros factores externos (eficiencia energética), lo cual es muy importante para obtener el mejor rendimiento al realizar distintas tareas, sin desaprovechar los recursos del mismo.

Por tanto (Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015), consideran los siguientes factores:

- Características del motor: Corriente y potencia nominal, rango de tensiones, factor de potencia, velocidad máxima.
- Tipo de carga: Par constante, Par variable, Potencia constante
- Par en el arranque: Asegurar que no supera lo permitido por el variador. A veces es necesario sobredimensionar el variador por esta circunstancia.
- Frenado regenerativo: Cargas de gran inercia, ciclos rápidos y movimientos verticales requieren de resistencia de frenado exterior.
- Condiciones ambientales: Temperatura ambiente, humedad, altura, tipo de gabinete y ventilación.
- Aplicación multimotor: Prever protección térmica individual para cada motor. La suma de las potencias de todos los motores será la nominal del variador.

Además, (Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015) nos dicen que es recomendable añadir un circuito adicional para usar correctamente el variador y tener un buen nivel de protección. Link: (<https://www.infopl.net/foro/forum>)

El Interruptor automático: Su elección está determinada por la corriente nominal del variador si se tiene inductancia de línea, o por la corriente de línea si no se tiene. La corriente de línea corresponde a la corriente absorbida por el variador a la potencia nominal de utilización, en una red de impedancia que limite la corriente de cortocircuito a:

- 12kA para una tensión de alimentación de 208 V - 50/60Hz.
- 22kA para una tensión de alimentación de 230 V - 50/60Hz.
- 22kA para una tensión de alimentación de 400 V - 50Hz.
- 65kA para una tensión de alimentación de 460 V - 60Hz.

**Contactador de línea:** Este elemento garantiza un seccionamiento automático del circuito en caso de una emergencia o en paradas por fallos. Su uso junto con el interruptor automático garantiza la protección del variador y facilita las tareas de puesta en marcha, explotación y mantenimiento. La selección del contactor se realiza en función de la potencia nominal y de la corriente nominal del motor (Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015).

**Inductancia de línea:** Estas inductancias garantizan una mejor protección contra las sobretensiones de red y reducen el índice de armónicos de corriente que produce el variador. La inductancia de línea está especialmente recomendada en los siguientes casos:

- Red muy perturbada por otros receptores (parásitos, sobretensiones, etc.).
- Red de alimentación con desequilibrio de tensión entre fases mayor al 1.8% de la tensión nominal.
- Instalación de un número elevado de variadores de frecuencia en la misma línea.

La selección de la inductancia de línea se hace de acuerdo a la corriente nominal del variador y su frecuencia de conmutación. Existen inductancias estándar para cada variador.

**Filtro de radio perturbaciones:** Estos filtros permiten limitar la propagación de los parásitos que generan los variadores por conducción, y que podrían perturbar a determinados receptores situados en las proximidades del aparato (radio, televisión, sistemas de audio). Existen filtros estándar para cada tipo de variador y algunos variadores los traen incorporados de origen, por lo que no es necesario instalarlos (Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015).

**Figura 8:** Esquema general de la instalación de un variador de frecuencia



**Fuente:** (Piñero Rueda & Maza Alcañiz, 2015)

## CAPÍTULO III

### 9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 9.1 Localización

La Maná, es uno de los siete cantones de la Provincia de Cotopaxi. Está localizado en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes. La Maná está ubicada sobre una llanura de pie de cordillera formada por depósitos aluviales cubiertas de cenizas y arenas volcánicas de origen desconocido. La cabecera cantonal se asienta sobre una terraza aluvial antigua del río San Pablo (Ubicación geográfica WGS 84: Latitud S0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25", altitud 220 msnm). Tiene varios pisos climáticos que varían de subtropical a tropical (altura variable de 200 y 1150 msnm). Su superficie total es de 663 km<sup>2</sup> con una población de 42.216 habitantes y fue fundada el 19 de mayo de 1986.

## **9.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **9.2.1 Investigación Bibliográfica**

Se utilizó la intervención de la investigación bibliográfica como desarrollo y fue necesario la previa indagación en revistas, libros y páginas webs relacionadas con el tema de Reacondicionamiento del torno Helfer que beneficiará de forma directa e indirecta a la localidad.

### **9.2.2 Investigación Descriptiva**

Se utilizó este tipo de indagación por la problemática de que el torno Helfer perteneciente al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná se encuentra fuera de funcionamiento, los resultados obtenidos en los distintos procesos que componen el presente proyecto, su uso se evidenció durante la remodelación del torno Helfer, identificación de materiales para su ejecución y comprobación de resultados.

### **9.2.3 Investigación Experimental**

Teniendo presente la investigación del torno Helfer, se emplean parámetros experimentales para adecuar funciones establecidas a la temática, esto fomenta una actividad práctica hasta generar un estructurado proceso de aprendizaje en sus funciones proporcionadas.

## **9.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

### **9.3.1 Método analítico**

En este método analítico se planteó la problematización que genera el torno Helfer que se encuentra fuera de funcionamiento en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi, además se utilizó los procesos de mantenimiento e información sobre la misma máquina.

### **9.3.2 Método deductivo**

A través del método deductivo se partió de fundamentos y principios de revisión del torno Helfer, implementando mejoras de la máquina, reemplazo y evaluación de motor eléctrico de 1/2 de corriente continua de 220 v 50 Hz de 2000 Rpm con sistema de escobilla 1kw/1.3cv por

un motor trifásico de 1 Hp, de voltaje 240/380/440V, y de 60 Hz de 3240 rpm, lo cual es una gran ayuda para obtener los cálculos necesarios.

#### **9.4 Técnicas e instrumentos**

Un instrumento de medición es aquel que registra datos que pueden ser del mundo real o del mundo conceptual, visibles los cuales representan efectivamente los conceptos o variables que el/los investigador/se tienen en mente

**9.4.1 Calibrador pie de rey.** - Se utilizó el calibrador pie de rey de la forma manual para medir de manera precisa el diámetro de la bancada del Torno Helfer para precisar al momento de operar ya que existen diferentes tipos de ejes variando así su radio de espesor y longitud.

**9.4.2 Flexómetro.** - El flexómetro se utilizó para realizar lo siguiente: Medir la base del Torno Helfer para construir un nuevo tablero eléctrico, para medir la longitud del tren de carril que se mueve en ambas direcciones, se utilizó para medir el recorrido del mandril en el taladro del Torno.

**9.4.3 Escuadra.** - La escuadra de cartabón tiene un resistente mango de metal y de madera que se ha concebido para servir como guía de ángulo recto. La hoja tiene graduaciones en pulgadas y fracciones de pulgadas. Por lo general se usa la escuadra de cartabón para estas tres labores: Comprobar una superficie o borde para determinar si tiene un espesor idéntico a todo su largo, comprobar un borde o superficie para determinar si está a escuadra con la superficie o el borde adyacente (Natael, 2013)

**9.4.4 Nivel.** - El instrumento de medición se utilizó para determinar la horizontalidad de la bancada en el Torno, se utilizó para nivelar todo el mecanismo de forma manual en el cual se opera el torno.

**9.4.5 Pinza amperimétrica.** - Según alcalde (2010) la pinza amperimétrica mide intensidades de energía internamente de un conductor energizado sin efectuar empalmes eléctricos, para ello la medida se realiza tan solo rodear los cables o conductores eléctricos asilados, de esta forma la medida aparecerá de forma digital en el mismo (alcalde, 2010).

**9.4.6 Multímetro.** - El multímetro es un instrumento que permite verificar el perfecto estado de los circuitos eléctricos, con respecto a sus tensiones alternas y continuas.

**9.4.7 Interruptor de Transferencia Automática.** - Establece (Camsco, 2019) un Interruptor de Transferencia Automática de dos etapas, posteriormente de recibir una señal de conmutación el interruptor transfiere potencia inmediatamente de una fuente a otra sin detención en la posición OFF del medio. La corriente nominal es de 20A ~ 500A. El WN3 es un Interruptor de Transferencia Automática de tres etapas. Después de recibir una señal de conmutación el interruptor transfiere potencia inmediatamente o después de una demora preestablecida, o se detiene en una posición OFF en el medio. La corriente nominal es de 20A ~ 5000A.

**9.4.8 Motor eléctrico Motores WEG.** - Máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas a la circular corriente alterna en sus bobinados provocando la fuerza de atracción y repulsión entre los campos magnéticos asociados produciendo el movimiento (Harper, 2004)

## **10. LISTA DE MATERIALES**

- Motor trifásico de 1hp de 3420 rpm
- Variador de frecuencia
- Breaker monofásico de 16 amperes
- Selector de 1 posición
- Botón de paro de emergencia
- Tablero eléctrico
- Base para el motor trifásico

## **11. REVISIÓN TÉCNICA DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL, POTENCIA Y PROTECCIÓN ELÉCTRICA, DEL TORNO HELFER PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE ELECTROMECAÁNICA.**

### **11.1 Revisión del sistema.**

Para la revisión del sistema se toma en cuenta lo que establece (Pacheco & Espinoza, 2016) los cuales recomiendan una revisión minuciosa del torno, revisando las partes eléctricas, mecánicas y de control para saber más su funcionamiento.

### **11.2 Revisión del montaje mecánico.**

- Revisión total de las partes del torno.
- Revisión de los montajes de todos los elementos como motor, poleas, bandas.
- Prueba de componentes y acción mecánica.

### **11.3 Revisión del sistema eléctrico.**

- Comprobación valores de voltaje de la red de alimentación.
- Verificación del voltaje de alimentación, tanto como del motor (fuerza) y el del variador de frecuencia (control)
- Revisión de breaker y sistemas de protección
- El botón de paro de emergencia para bloquear el sistema durante la revisión
- Revisión de las conexiones de los contactores hacia el motor.
- Revisión del panel de control (selector).
- Revisión de entradas y salidas del variador de frecuencia
- La instalación está según el diagrama del circuito

### **11.4 Revisión del variador**

- Funcionamiento del variador **SERIE CV20**
- Verifique que el suministro de voltaje de CA esté disponible para la instalación del torno
- Comprobar los contactores y las designaciones de los terminales
- Verificar la información de las señales de entrada del variador
- En caso de requerirlo programar el software para la salida del variador de frecuencia
- Cargar el voltaje del variador de frecuencia CV20
- Realizar una prueba de funcionamiento en vacío para el sistema de control
- Acercamiento a la posición inicial (Pacheco & Espinoza, 2016)

### **11.5 Revisión del paro de emergencia**

Para la revisión del paro de emergencia se tiene en cuenta algunos conceptos básicos investigados según la tesis de (Pacheco & Espinoza, 2016) plantea lo siguiente:

**11.5.1 Función arranque.** - No debe ser posible dar marcha a una maquina hasta que los dispositivos de protección se hayan accionado totalmente, a este estado se lo conoce como “posición inicial de la máquina

**11.5.2 Función paro.** - Hay varias razones para detener una máquina para lo que la norma define tres categorías de función de parada.

1. Categoría 0: El PARO de una máquina da como resultado de desconectar el suministro de poder a la máquina (PARO no controlado).
2. Categoría 1: PARO controlado, cuando el suministro de poder a la máquina se mantiene para provocar el PARO de la máquina. Una vez que la maquinaria se ha detenido, el suministro de poder se interrumpe.
3. Categoría 2: PARO controlado, cuando el suministro de poder a la máquina se mantiene. Cada máquina debe equiparse con una función de PARO de categoría 0. Esta función de PARO frecuentemente se comprende por medio de PARO DE EMERGENCIA.

Las categorías 1 y 2 deben proporcionarse en casos donde estos se requieren por razones de seguridad o de funcionamiento de la máquina. La categoría 2 puede usarse para detener un proceso de producción.

La categoría 1 y 2 generalmente se ejecutan vía el programa de mando del variador. Una categoría 0 o 1 debe ser independiente del modo funcional de funcionamiento y una categoría 0 debe tener anterioridad. Es más, la función PARO siempre tienen preferencia sobre cualquier otra función incluso en caso de simultaneidad.

El restablecimiento de una función de PARO no debe activar un estado potencialmente peligroso. Los siguientes tratos solamente se realizan con la función especial de PARO DE EMERGENCIA (Pacheco & Espinoza, 2016).

### **11.5.3 Función paro de emergencia.**

(Pacheco & Espinoza, 2016) menciona la actuación del dispositivo PARO DE EMERGENCIA debe provocar un estado que es indemne para hombre y máquina. Debe ser posible apagar inmediatamente cualquier actuador o motor que pueden crear situaciones peligrosas. Por otro lado, los actuadores y motores que, en el caso de apagarlos, puedan representar un peligro a

operadores o maquinaria, deben continuar incluso operando en una emergencia, la posibilidad de actuar el PARO DE EMERGENCIA debe estar disponible en una máquina en cualquier fase.

### **Cálculo para el nuevo motor**

Para la obtención del nuevo motor se conoce las características del antiguo:

POTENCIA DEL MOTOR (CV/V):	1 KW/1.3 CV
Revoluciones por minuto (rpm)	2000rpm
Hertz (Hz)	50Hz
Voltaje:	220V

**Figura 9:** Motor eléctrico 1KW/1.3CV



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

Para la elección del nuevo motor debe tener relación con el motor antiguo en los rpm, la velocidad nominal de rotación del motor es la velocidad que indica el fabricante, el rpm del motor antiguo es de 2000 rpm, optando a un motor con más revoluciones para un mejor desempeño, siendo más importante el desplazamiento nominal (SN) para ello se utilizó la Ecuación (1)

$$SN = (nS - nN) 100 / nS$$

$$SN = (2000 - 1500) 100 / 2000$$

$$SN = 25\% //$$

Demostrando ser muy deficiente teniendo un desplazamiento nominal de un 25% que sería en rpm (2500), teniendo un funcionamiento del torno limitado perdiendo fuerza y velocidad en el mismo. Con lo investigado y teniendo conocimiento de los motores trifásicos y su desempeño en el ámbito industrial se procedió a escoger uno que se asemeje en las características

POTENCIA DEL MOTOR (Kw/Hp): 0.75KW/1HP

Revoluciones por minuto (rpm) 3420rpm

Hertz (Hz) 60Hz

Voltaje: 220V/440V

Para el funcionamiento del motor trifásico la fuente de alimentación suministrada debe tener de 220V a 440V, línea de media tensión 13.2kv, siendo la potencia consumida de la línea de suministro eléctrico, (watt), sabiendo que la actual red es de baja tensión, pero cumple con el voltaje requerido, entonces para calcular la potencia consumida (P1) se utiliza la Ecuación (6)

$$P_1 = \frac{\sqrt{3} * V * I * \cos\phi}{100} \quad (KW)$$

$$P_1 = \frac{\sqrt{3} * 220 * 1.44 * 0.63}{100}$$

$$P_1 = 3.46KW //$$

Para el control energético del equipo que aumenta la curva de tensión, es necesario un variador de frecuencia de convertidor trifásico, el cual se alimenta de una tensión bifásica 220V para obtener una tensión trifásica 220V - 380V (más usada en las industrias), para ello se debe saber la reactancia inductiva del motor utilizando la Ecuación (8)

$$X_L = W_L = 2 * \pi * f$$

$$X_L = W_L = 2 * 3.1416 * 60$$

$$X_L = 376.99 \text{ W//}$$

Siendo el variador serie CV20, el que se asemeja más a las características pedidas, y cuenta con un potenciómetro el que ayudara a regular la velocidad final del motor.

Para el funcionamiento del variador de frecuencia es importante mencionar las recomendaciones de (el instaladorelectricista, 2021) para conocer el funcionamiento del mismo como todo el panel para la programación del mismo y no tener inconvenientes en un futuro el inversor de la serie VFD-EL es un variador multifunción de última generación de tipo ac en miniatura. Cuenta con un filtro EMI integrado, un interruptor RFI, un reparto sencillo de tensión en el bus dc para instalación en paralelo, detección de corriente de alta precisión, protección contra sobrecargas y teclado integrado.

Entrada Trifásica serie VFD-EL

- Frecuencia de salida: de 0,1 a 600 Hz
- Curva V/F ajustable en 3 puntos
- Control de realimentación PID
- Interruptor RFI para redes de TI
- Filtro EMI incorporado
- Uso de interfaz de comunicación RS-485 (RJ-45) con protocolo de Modbus

**Figura 10:** Partes principales del Variador de frecuencia CV20

Fuente: (elinstaladorelectricista, 2021)

Función de protección completa aplicaciones:

- Bombas y ventiladores de pequeño tamaño
- Máquina sopladora
- Cinta transportadora
- Equipos de procesamiento de bricolaje sencillos

Características SERIE VFD...EL CV 20:

- Potencia Nominal 1,5 kW
- Fases 3 x 400V
- Tensión de Alimentación 460V
- Para Uso con Motor ac de 0,4 kW
- Corriente Nominal 4,20A
- Índice de Protección IP IP20
- Frecuencia de Salida 0 → 600 Hz
- Panel de Control Sí
- Filtro Incluido Sí
- Tipo de Comunicación Field Bus RS485 ModBus
- Altura Total: 174mm
- Ancho Total 72mm
- Fondo Total: 136mm

- Temperatura Ambiental -10 → +50°C
- Serie VFD-EL

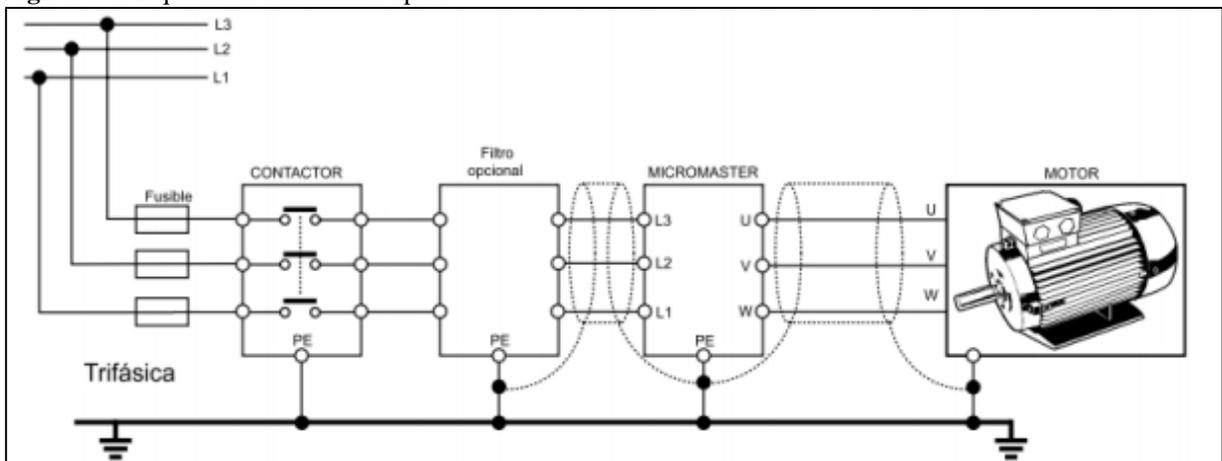
**Figura 11:** Descripción del panel de programación



Fuente: (elinstaladorelectricista, 2021)

Según (Arana, 2017) que para la instalación y el esquema eléctrico se identifican fácilmente las líneas de alimentación que llegan al variador (L1, L2 y L3) y las que llegan luego al motor (U, V, W). Para poder acceder a los bornes de red y del motor debemos retirar la tapa trasera del variador. En la parte inferior se encontrarán los bornes del motor y en la superior el resto.

**Figura 12:** Esquema de instalación típica



Fuente: (Arana, 2017)

## 12. RESULTADOS

### 12.1 INSTALACIÓN

Para la instalación del nuevo sistema de arranque del nuevo motor trifásico, es necesario una caja de protección de 40x30x20cm, para las conexiones del sistema de arranque y de encendido para el torno Helfer

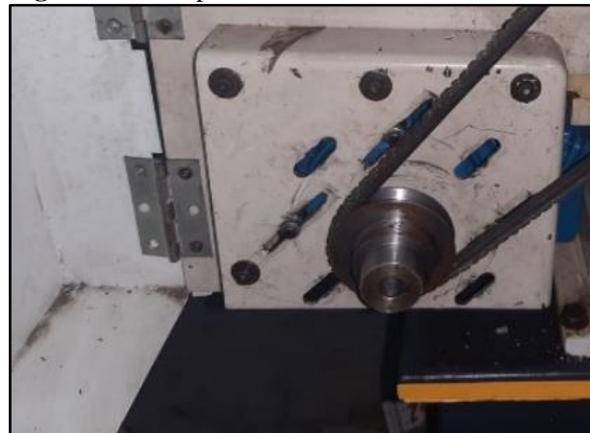
**Figura 13:** Caja de protección



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

Para realizar una base al motor trifásico, se toma en cuenta la posición para su debido funcionamiento, teniendo en cuenta las poleas que ejercerán la fuerza motriz, la cual hará funcionar todo el mecanismo del torno, teniendo en cuenta que la fuerza final es de 1980 rpm

**Figura 14:** Base para el motor trifásico



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

Como se muestra en la figura no se realizó ningún cambio al mecanismo del torno, contando con la misma relación de las poleas, para no modificar el sistema de torno y su funcionamiento, no obstante, como el motor adaptado es de mayores revoluciones variara su velocidad final.

La instalación eléctrica contara con diferentes componentes, los cuales ayudaran a su mejor funcionamiento tales como: (un disyuntor de 220v; un selector, un variador de frecuencia), para las conexiones se utilizó cables de acuerdo a la carga de Amperes del motor, para el sistema de control y de mando se manejó el programa CADE SIMU para una mejor visualización.

Para la selección del motor primero se debe calcular el suministro de la red para el debido funcionamiento del torno, la fuente de alimentación suministrada debe tener de 220V a 440V, línea de media tensión 13.2kv, con lo antes mencionado se utiliza la Ecuación (6)

$$P_1 = 3 * V * I * \cos\phi \cdot 100 \quad (\text{KW})$$

$$P_1 = 3.46 \text{KW} //$$

Con este resultado se calcula el momento o torque que va ejercer el motor en las poleas utilizando la ecuación (4)

$$M \propto \frac{P_1}{N_0} \rightarrow M = K * \frac{P_1}{N_0} \quad (N - m)$$

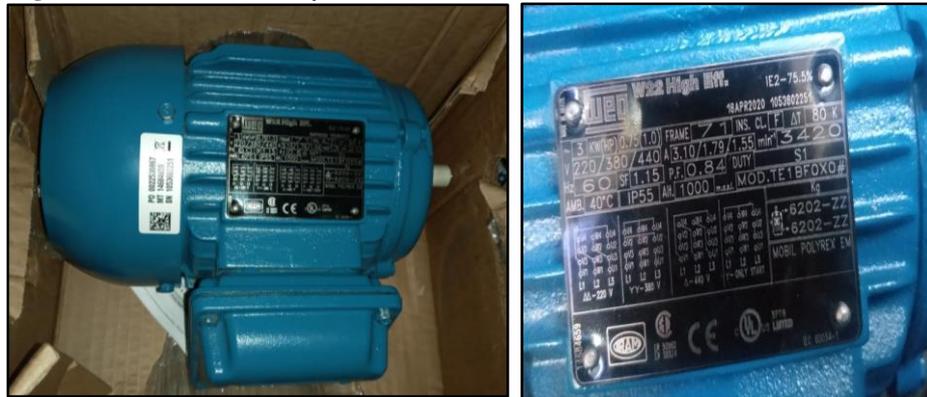
$$M = 0.46 * 311.33 / 3420$$

$$M = 4.92 //$$

### Motor eléctrico

El motor a utilizar es un motor trifásico de 1hp de 3420 rpm para el arranque y funcionamiento del mecanismo, en el torno Helfer, el cual para calcular la fuerza motriz y final se utilizó la siguiente formula (rpm x polea 1 x polea 2), en comparación se obtiene los rpm según las características del torno en su ficha técnica, se demuestra mayor fuerza motriz siendo un buen resultado

**Figura 15:** Motor Trifásico y sus conexiones



Fuente: (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

Con un arranque directo para mayor funcionamiento el cual recibirá la potencia del variador de frecuencia el cual hará la labor de convertir la corriente residencial de 220v en corriente trifásica

para el debido funcionamiento del motor escogido, según en la placa característica del mismo motor

### **13. COMPROBACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL NUEVO SISTEMA.**

Después de haber completado la instalación eléctrica, se realizó una revisión técnica-visual y minuciosa, para asegurar el correcto funcionamiento del torno Helfer, para ello se da a conocer sobre los equipos de seguridad personal para operar la máquina, en caso de alguna falla del sistema eléctrico, se corrigió en la primera prueba preliminar, y de esta manera aprobar y verificar su funcionalidad.

#### **13.1 Verificación y pruebas del nuevo sistema de control.**

Luego de haber seguido los pasos del manual del variador, se procedió a verificar los valores del voltaje en las fases, para que en el momento del arranque el motor trifásico no tenga problemas en el torno Helfer

#### **13.2 Recomendaciones de seguridad.**

El diseño está basado en el conocimiento y las recomendaciones de seguridad, con el único fin de prevenir situaciones de riesgo para el operador de la máquina, tomando todas las medidas de seguridad teniendo en cuenta el riesgo que conlleva el equipo, por lo tanto, se tiene en cuenta la norma DINEN 60 204, en especial la primera parte que contiene los requisitos y recomendaciones para el manejo de maquinarias eléctricas y mecánicas las cuales son:

- La seguridad de personal y objetos.
- Mantener la funcionalidad de la maquinaria.
- Facilitar el mantenimiento de maquinaria.

#### **13.3 Resultados preliminares**

Después de la debida instalación eléctrica y montaje del motor, el funcionamiento del torno es óptimo, para ello contará con un selector el cual funcionará como interruptor, así dará marcha a todo su sistema. No obstante, contará con un botón de paro de emergencia el cual estará fuera de todo el circuito como precaución, el potenciómetro del variador se encontrará en mínimo

para que tenga un arranque suave, el cual se podrá manipular sin problema para generar más potencia al motor

**Figura 16:** instalación eléctrica para el torno



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

El arranque suave del torno beneficioso para prevenir recalentamientos en cables o en el motor, también evitara una sobretensión en la fuente teniendo en cuenta que es del tipo residencial 220V y no tener inconvenientes en el futuro, comenzando desde 0 el variador llegara hasta un máximo de 30 en el indicador de estado del variador (teniendo en cuenta q puede llegar a más) para un mejor rendimiento del motor

**Figura 17:** Encendido del torno con el Variador en CERO



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

Como se demuestra en la figura 17, el variador se encuentra en cero para un arranque suave del torno, para el desvastamiento de piezas, se toma en cuenta el indicador máximo a 30 para un mejor funcionamiento del torno el cual a más velocidad podría generar daños tanto como el motor, como en todas las funciones del mismo.

Por tanto, al aumentar la frecuencia obtendremos menos intensidad y menos par como resultado de la ley de OHM. Ecuación (9)

$$I = U / XL$$

$$I = U/376.99$$

$$60=U/376.99$$

$$U= 60*376.99$$

$$U= 22619.4//$$

El resultado de  $XL= 376.99$ , se divide para la frecuencia de la red para saber la tensión aplicada con la que va a trabajar el sistema eléctrica a mover el potenciómetro desde cero

$$U= 376.99/60=6.28//$$

Según esto la intensidad dada con el potenciómetro aumenta la tensión y el voltaje al motor

$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.010 = 23.675 * 6.28 = 148.679//$$

$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.020 = 47.35 * 6.28 = 297.358//$$

$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.030 = 71.025 * 6.28 = 446.037//$$

$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.040 = 94.70 * 6.28 = 594.71//$$

$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.050 = 118.37 * 6.28 = 743.36//$$

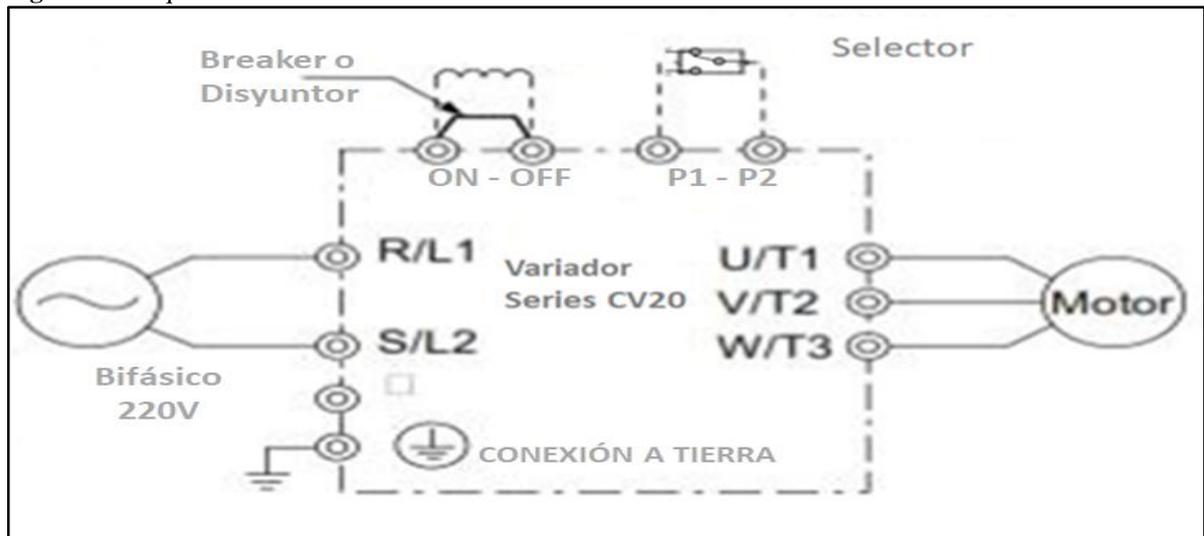
$$\text{Intensidad según el potenciómetro} = 0.060 = 142.05 * 6.28 = 892.074//$$

### **13.4 Arranque del nuevo sistema**

El arranque será mediante autotransformador, teniendo en cuenta las distintas variables para un óptimo funcionamiento, al motor se le aplica una tensión menor reduciendo la intensidad, para q después con el potenciómetro se eleve de forma progresiva hasta q conecte a la tensión de la red.

Para ejecutar la puesta en marcha, es necesaria la conexión de un selector y también de un breaker o disyuntor, conectados simultáneamente como medida de precaución, como se muestra en la figura 18, el esquema de control para el variador bifásica 220V, el cual regulara la tencion que se le aplicara al motor.

**Figura 18:** Esquema de control



**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)

El variador efectuará la autotransformación para el debido funcionamiento del motor trifásico teniendo en cuenta que la fuente de alimentación es residencial (monofásica 220V), se convertirá la tensión para la marcha en corriente industrial (trifásica 220V), de esta forma el motor no tendrá problemas con el encendido y podrá realizar su trabajo sin inconveniente.

El trabajo del potenciómetro del mismo variador tendrá como finalidad el encendido del torno, para lo cual comienza desde el mínimo (cero hasta un máximo de treinta), para un arranque suave y después ejercer más fuerza en tal caso que el torno lo necesitara, para el debido funcionamiento del mismo y no tenga problemas de fuerza, esto se logra sin variar la frecuencia tanto como de la fuente como la del motor la cual es de 60 Hz

## 14. PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO

Para la realización del proyecto se utilizó el TORNO HELFER perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, el cual es una herramienta necesaria para el aprendizaje de los estudiantes, el cual fue modificado para su óptimo funcionamiento, en el presupuesto está asignado el valor de la maquinaria y herramientas otorgadas por la universidad, los demás materiales salieron del presupuesto de los estudiantes:

<b>LISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS</b>	<b>PRECIO</b>
Variador de frecuencia CV20	350\$
Motor trifásico de 1hp de 3420 rpm	180\$
Breque de 20 A	22\$
Selector de 2 posiciones	16\$
Selector de 3 posiciones	20\$
Paro de emergencia	12\$
Caja de protección de 40x30x20cm	50\$
Cable trifásico 3 en 1 (2m)	20\$
Cable para conexión N8 (6m)	18\$
<b>LISTA DE MATERIALES MECÁNICOS</b>	
Base para motor	40\$
Polea para el motor	25\$
Banda dentada	5\$
<b>LISTA DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS</b>	
Multímetro	25\$
Amperímetro	36\$
<b>LISTA DE MATERIALES OTORGADOS POR LA UNIVERSIDAD</b>	
Torno Helfer	1750\$
Herramientas de corte	60\$
<b>GASTOS VARIOS</b>	120\$
<b>TOTAL</b>	2.749\$

Teniendo en cuenta que es un total general de todos los instrumentos, herramientas, materiales, que se utilizaron para la realización del proyecto siendo un total de 2749\$ dólares, los cuales 1810\$, es un gasto de los materiales dados por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Mana. Siendo el gasto para los estudiantes del proyecto de 939\$ siendo un gasto beneficioso para la realización del mismo.

## **15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **15.1 Conclusiones**

- Se efectuó la revisión técnica de los elementos de control, potencia y protección eléctrica mediante los cálculos eléctricos del sistema de transmisión de potencia para la operación mecánica del torno Helfer perteneciente al laboratorio de Electromecánica y también se verificó la instalación eléctrica antes de realizar pruebas de arranque y de control del sistema eléctrico, como también las pruebas de torneado.
- Se realizó los cálculos eléctricos del sistema de transmisión para su correcto funcionamiento y trabajos tipo industrial.
- Mediante la reparación de los elementos de potencia y protección eléctrica se pudo mejorar líneas de protección garantizando al operador un mejor control del torno.
- Se realizó el sistema de señalización y protección del sistema eléctrico en el torno Helfer, para prevenir riesgos al momento de su operación bajo las normas de seguridad y de protección requeridos.

### **15.2 Recomendaciones**

- Realizar el debido manejo, mantenimiento y revisión de todos los elementos de control y protección eléctrica del torno Helfer para su correcto funcionamiento y de esta manera evitar inconvenientes tanto en la máquina como en los operarios, para que mediante su uso correcto se pueda alargar la vida útil del torno y poder seguir utilizándolo para brindar mayor conocimiento a los alumnos en sus prácticas y así fortalecer su desarrollo técnico.

## 16. BIBLIOGRAFÍA

- Arana, L. X. (2017). VARIADORES DE FRECUENCIA PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES ASINCRÓNICOS JAULA DE ARDILLA. Ambato-Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Automatizacion, E. d. (2019). MANUAL DE SERVOMOTORES. IMSERVO.
- Camsco, E. (Agosto de 2019). Interruptor de Transferencia Automatica. Obtenido de [www.camsco.com.tw](https://www.camsco.com.tw): <https://www.camsco.com.tw/spa/automatic-transfer-switch.htm>
- Coromant, S. (2016). Libro de formacion preliminar para el uso de un torno.
- elinstaladorelectricista. (Enero de 2021). elinstaladorelectricista.es. Obtenido de Automatización Avanzada y Formación: <https://www.elinstaladorelectricista.es/variadores-de-frecuencia-trifasicos/2495-variador-380v-15kw-2cv-delta.html>
- Etxeguren, t. d. (Enero de 2021). [www.iguren.es](http://www.iguren.es). Obtenido de ¿Qué es y cómo funciona un Variador de Frecuencia: <https://iguren.es/blog/como-funciona-un-variador-de-frecuencia/>
- García, D. (2010). Simulación del proceso de mecanizado por torno a alta velocidad de la aleación Inconel 718. Madrid.
- Helfer. (2018). TORNO DE SOBREMESA T280VX610. HELLER MÁQUINA-HERRAMIENTA S.L.
- Imservo. (Julio de 2019). [imservo.com](http://www.imservo.com). Obtenido de VARIADORES DE FRECUENCIA KINCO: <http://imservo.com/hola2/VARIADORESDEFRECUENCIA.docx.html>
- Indumentan. (Enero de 2021). [www.indumetan.com](http://www.indumetan.com). Obtenido de Partes del torno: elementos principales del torno paralelo Mecanizados: <https://www.indumetan.com/partes-del-torno-elementos-principales-del-torno-paralelo-mecanizados/>
- Motovarios. (2008). motores electricos. MOTOVARIO HEART OF MOTION.
- Ortiz, W. X., & Vanegas, J. L. (2011). Utilización del criterio de desgaste de flanco y la ecuación de taylor para simular el tiempo de vida de una herramienta de corte mediante el proceso de torneado en cnc para un material aisi 1018. Guayaquil: ESPOL.
- Pacheco, J. C., & Espinoza, A. X. (2016). APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CNC EN LA MODELACIÓN Y FABRICACIÓN DE PORTAHERRAMIENTAS

UTILIZADOS EN LOS TORNOS CONVENCIONALES DEL TALLER BÁSICO DE LA ESPOCH. Riobamba - Ecuador.

- Piñero Rueda, J., & Maza Alcañiz, J. (2015). Control de un motor de inducción usando un variador. Sevilla: Dep. Ingeniería Sistemas y Automática; Universidad de Sevilla.
- Sandobal, D. D. (2011). Realización del del mantenimiento mejorativo de los tornos 6y7 del taller de maquinas herramientas de la facultad de mecanica, mediante el diseño y montaje de un sistema de control con la utilizacion de reles programables . Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- TECHNOLOGY. (Junio de 2011). Identificación de partes de un torno paralelo. Obtenido de <http://www.technologystudent.com/equip1/mlathe1.htm>
- Vaello, J. R. (Agosto de 2018). automatismoindustrial.com. Obtenido de Funcionamiento convertidor de frecuencia: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-7-arrancadores-electronicos-y-variadores-de-velocidad/funcionamiento-convertidor-de-frecuencia/>

## 17. Anexos

ANEXOS



**Figura 19:** Placa característica del nuevo motor  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 20:** Torno Helfer modificado  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 21:** Comparación del motor antiguo y nuevo  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 22:** Variador de frecuencia CV 20  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



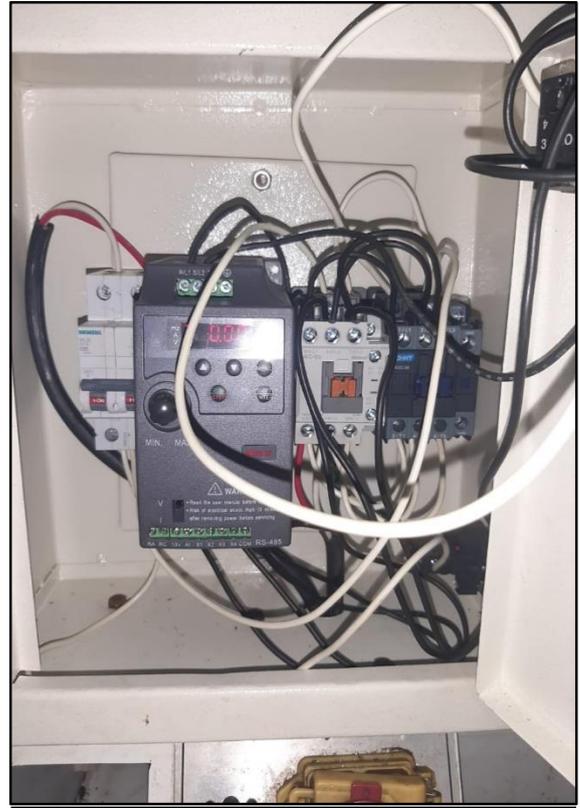
**Figura 23:** Puesta de motor y de polea para que funcione con el mecanismo  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



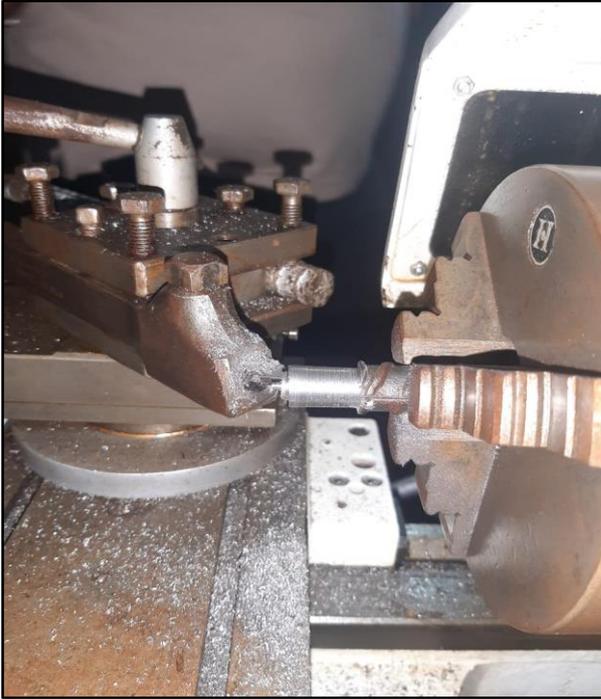
**Figura 24:** Instalación de sistema eléctrico  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 25:** Comprobación de torneado  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 26:** Variador de frecuencia en cero  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 27: tornado de pieza**  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura 28: Potenciación del variador**  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



**Figura29: Manipulación del variador**  
**Fuente:** (Ante Guanotuña & Cortez Plúas, 2021)



## Document Information

Analyzed document	TESIS ANTE OSCAR -CORTEZ PAOLO.docx (D97674984)
Submitted	3/9/2021 1:21:00 AM
Submitted by	PACO VASQUEZ
Submitter email	paco.vasquez@utc.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Liliana Chacha.docx</b> Document Tesis Liliana Chacha.docx (D64734770) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com	7
<b>W</b>	URL: <a href="https://dspace.utcv.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2309/Frank%20Rodr%C3%ADguez%20-%20Tesis%20de%20Graduaci%C3%B3n%20-%202020.pdf">https://dspace.utcv.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2309/Frank%20Rodr%C3%ADguez%20-%20Tesis%20de%20Graduaci%C3%B3n%20-%202020.pdf</a> Fetched: 7/22/2020 1:30:11 AM	3
<b>W</b>	URL: <a href="https://es.wikipedia.org/?title=Torno">https://es.wikipedia.org/?title=Torno</a> Fetched: 10/11/2020 10:04:52 AM	2
<b>W</b>	URL: <a href="https://katace.wisite.com/electricidad/areas">https://katace.wisite.com/electricidad/areas</a> Fetched: 1/18/2020 4:43:17 AM	1
<b>W</b>	URL: <a href="https://cees.ac.uk/download/pdf/287336509.pdf">https://cees.ac.uk/download/pdf/287336509.pdf</a> Fetched: 3/4/2021 6:02:56 PM	2
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/44394758-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico.html">https://docplayer.es/44394758-Universidad-nacional-autonoma-de-mexico.html</a> Fetched: 7/25/2020 3:51:41 PM	2
<b>SA</b>	<b>desarrollo de la tesis 12 ORIGINALv2.docx</b> Document desarrollo de la tesis 12 ORIGINALv2.docx (D13799522)	2
<b>W</b>	URL: <a href="http://adecpr.org/pluginfile.php/17627/mod_folder/content/0/Electricidad/INSTALACION%20DE%20UN%20VARIADOR%20DE%20FRECUENCIA.pdf">http://adecpr.org/pluginfile.php/17627/mod_folder/content/0/Electricidad/INSTALACION%20DE%20UN%20VARIADOR%20DE%20FRECUENCIA.pdf</a> Fetched: 11/21/2020 10:29:07 AM	1
<b>W</b>	URL: <a href="https://figuren.es/blog/como-funciona-un-variador-de-frecuencia/">https://figuren.es/blog/como-funciona-un-variador-de-frecuencia/</a> Fetched: 3/9/2021 1:22:00 AM	2
<b>SA</b>	<b>MONOGRAFIA_FREIRE_JUAN_CARLOS.docx</b> Document MONOGRAFIA_FREIRE_JUAN_CARLOS.docx (D96094760)	1