



Autónoma
Universidad Autónoma del Perú

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL
OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DE MECANIZADO CON EL
TORNO A CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA
METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR

ALBERTO SALVADOR ORIHUELA SANABRIA
ORCID: 0000-0002-7562-1077

ASESOR

DR. ORLANDO CLEMENTE IPARRAGUIRRE VILLANUEVA
ORCID: 0000-0001-8185-2034

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS Y/O SISTEMAS DE INFORMACIÓN

LIMA, PERÚ, SEPTIEMBRE DE 2022

DEDICATORIA

A Dios y a mi adorado e inolvidable SAORICH, que desde el cielo ellos guían mi camino. A Yemira mi amada esposa, con la que comparto mi vida entera, regalándome dos lindos hijos, quienes dibujan todos los días una gran sonrisa en mi rostro. Mis pequeños gigantes: Anghela y Miguel, mis amados hijos, son el mayor regalo que Dios me pudo dar, son mi mayor tesoro y mi más pura fuente de inspiración y superación.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis presentado a la Universidad Autónoma fue desarrollado, con el aporte directo e indirectamente, de distintas personas a través de su opinión, corrección, teniéndome paciencia, brindándome ánimo, acompañándome en los instantes difíciles y en las circunstancias de felicidad. A mi asesor Dr. Orlando Clemente Iparraguirre Villanueva, por su esfuerzo, paciencia, motivación, dedicación y sus conocimientos brindados basándonos en su vasta experiencia a lo largo de su valiosa asesoría, que en conjunto han logrado los requerimientos necesarios en mi persona para concluir la presente tesis. Al Jefe del CFP e Instructores del área de metalmecánica de SENATI - JULIACA, por la oportunidad brindada al facilitarme las herramientas y estrategias para poder desarrollar las diferentes actividades y tareas en la presente tesis. Las palabras nunca serán suficiente para testimoniar mi aprecio y agradecimiento a todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE

DEDICATORIA -----	2
AGRADECIMIENTOS -----	3
RESUMEN -----	8
ABSTRACT -----	9
INTRODUCCIÓN -----	10
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Realidad problemática-----	14
1.2. Formulación del problema-----	15
1.3. Justificación e importancia de la investigación-----	16
1.4. Objetivos de la investigación-----	17
1.5. Limitaciones de la investigación-----	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación-----	20
2.2. Bases teórico científicas-----	28
2.3. Definición de terminología empleada-----	64
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo y diseño de investigación-----	73
3.2. Población y muestra-----	75
3.3. Hipótesis-----	77
3.4. Variables - Operacionalización-----	77
3.5. Métodos y técnicas de investigación-----	80
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos-----	80
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	
4.1. Estudio de factibilidad-----	83
4.2. Modelamiento-----	85
4.3. Metodología aplicada al desarrollo de la solución-----	89
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	
5.1. Resultados descriptivos e inferenciales-----	103
5.2. Contrastación de hipótesis-----	106
CAPÍTULO VI: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. Discusión-----	109
6.2. Conclusiones-----	111

6.3. Recomendaciones	112
----------------------	-----

REFERENCIAS**ANEXOS**

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 Resumen de código G
- Tabla 2 Construido en M-Códigos
- Tabla 3 Objetivos a cumplir con la programación
- Tabla 4 Ventajas y desventajas de un torno CNC y torno convencional
- Tabla 5 Estudiantes e instructores del área de metalmecánica SENATI Juliaca
- Tabla 6 Aspectos técnicos del proyecto
- Tabla 7 Presupuesto del proyecto
- Tabla 8 Recursos humanos necesarios para el desarrollo del proyecto
- Tabla 9 Secuencia de operaciones
- Tabla 10 Número de participantes
- Tabla 11 Estadísticos descriptivos de pretest y posttest
- Tabla 12 Prueba de normalidad de pretest y posttest
- Tabla 13 Suma de rangos de pretest y posttest
- Tabla 14 Verificación de suma de Rangos de Wilcoxon para comparación de muestras relacionadas

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Sistema de mecanizado NC típica
- Figura 2 Opciones del controlador
- Figura 3 La pantalla programa de prueba controlador
- Figura 4 Estructura de un programa CNC
- Figura 5 Estructura de un programa CNC
- Figura 6 Operaciones de maquinado en el torno
- Figura 7 Torno CNC de SENATI Juliaca
- Figura 8 Ejes del torno CNC
- Figura 9 Vista frontal de salero para mecanizar en torno CNC
- Figura 10 Piezas metálicas mecanizadas en torno CNC
- Figura 11 Organigrama de SENATI
- Figura 12 Secuencia de operaciones
- Figura 13 Diagrama del encendido del torno CNC
- Figura 14 Diagrama de desplazamiento de los ejes en forma manual
- Figura 15 Diagrama de eliminación de alarmas por sobre recorrido del torno CNC
- Figura 16 Diagrama para crear un programa
- Figura 17 Diagrama para borrar un programa en el torno CNC
- Figura 18 Diagrama para buscar un programa en el torno CNC
- Figura 19 Diagrama de simulación de un programa en el torno CNC
- Figura 20 Diagrama de cero máquina
- Figura 21 Diagrama para la fabricación de una pieza

**APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN
DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DE MECANIZADO
CON EL TORNO A CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA
METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020**

ALBERTO SALVADOR ORIHUELA SANABRIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

RESUMEN

El propósito de este estudio es determinar en qué medida se utiliza el software Mach3 mejorará la programación y calidad del mecanizado en el torno a Control Numérico Computarizado para el desarrollo de manufacturación de piezas mecánicas CNC en el área de metalmecánica de SENATI-Juliaca. Los instrumentos ya mencionados fueron sometidos a ensayos respectivos, los cuales determinaron tanto la validez como la confiabilidad de las pruebas. Asimismo, la muestra contó con 52 estudiantes, siendo aplicados en ellos dichos instrumentos especificados (pretest y postest), luego se efectuó la confrontación con la prueba de Kolmogorov Smirnov. En conclusión, los desenlaces estadísticos señalan que, en la ya ejecutada verificación del postest, la agrupación experimental consiguió un desempeño más óptimo, de este modo indicando que el uso del software Mach3 ayudó elocuentemente en la mejora de la satisfacción del operador en la programación y calidad del mecanizado en el torno CNC para el desarrollo de manufacturación de piezas mecánicas en el taller de metalmecánica de SENATI-Juliaca.

Palabras clave: Mach3, programación, calidad.

**APPLICATION OF THE MACH3 SOFTWARE TO IMPROVE OPERATOR
SATISFACTION IN PROGRAMMING AND MACHINING QUALITY WITH THE
COMPUTERIZED NUMERICAL CONTROL LATHE IN THE METALWORKING
AREA OF SENATI-JULIACA 2020**

ALBERTO SALVADOR ORIHUELA SANABRIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL PERÚ

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine to what extent the Mach3 software is used to improve the programming and quality of machining in the Computerized Numerical Control lathe for the development of manufacturing CNC mechanical parts in the metalworking area of SENATI-Juliaca. The aforementioned instruments were subjected to respective tests, which determined both the validity and reliability of the tests. Likewise, the sample had 52 students, and said specified instruments were applied to them (pre-test and post-test), then the confrontation with the Kolmogorov Smirnov test was carried out. In conclusion, the statistical results indicate that, in the already executed post-test verification, the experimental group achieved a more optimal performance, thus indicating that the use of the Mach3 software eloquently helped to improve the operator's satisfaction in the programming and quality of machining in the CNC lathe for the development of manufacturing mechanical parts in the metalworking workshop of SENATI-Juliaca.

Keywords: Mach3 software, programming, machining quality.

INTRODUCCIÓN

Berumen (2016) indicó que: Actualmente, hay enormes apuestas de territorios como USA, Inglaterra y Alemania, entre otros, que apuestan por recobrar el manufacturing, entre el que se incluye el mecanizado, incentivando su fijación. Sin embargo, en la Alianza Europea se estima el manufacturing como un sector estratégico y se está contemplando en sus planes de futuro.

Fredes (2019) ha comprobado que: Uno de dichos sistemas, en el que se inspira este, es el torno CNC, el cual ha facilitado la producción a grado industrial, por medio de cambio el del torno usual o manual por el programable por computador.

Rolón (2011) señaló que: Una alternativa u opción antes de que la industria se transforme es la introducción de la automatización. Un recurso relevante en la aparición de esta automatización son las máquinas-herramienta a control numérico computarizado, que aportan una serie de ventajas adicionales.

De acuerdo con Mecanizados Inter 2000 SLU (2021) una vez que se desea mecanizar una pieza se requieren una secuencia de herramientas: fresadoras, sierras, taladradoras, etcétera. Estas herramientas, en lugar de ser dirigidas por una persona, ahora tienen la posibilidad de programarse por medio de sistemas de coordenadas para que logren operar sobre la pieza de manera estricta.

Así mismo Ferplast (2019) ha concluido que: Entre estas máquinas, ya sean estacionarias o portátiles, tenemos la oportunidad de nombrar: prensas hidráulicas, troqueladoras, máquinas de corte: láser, chorro de agua o electroerosión, tornos mecánicos, fresadoras, rectificadoras planas, brazos robóticos, etc. Las máquinas más amplias tienen una PC incluida como parte de la máquina, y la mayoría tiene un sofisticado sistema de retroalimentación que monitorea y ajusta la aceleración y configuración de la herramienta de corte una y otra vez. Un controlador

CNC se utiliza junto con una sucesión de impulsores (servomotores y/o motores paso a paso) y elementos de activación para mover las barras de accionamiento de forma comprobada y ejecutar accionamientos programados.

El desarrollo de las prácticas en el torno CNC con la aplicación del Software Mach3, se llevó a cabo con los estudiantes del V y IV semestre, haciendo una población de 60 (entre estudiantes e instructores), del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca 2020, este manejo del software se realizó en el transcurso de 5 meses (duración de un semestre de formación práctica), mediante un plan experimental con una agrupación de control (pretest y postest), en el cual se aplicó un sondeo al conjunto control, el cometido se desarrolló en forma típica a través de un sondeo escrita donde se logró los datos del pretest que luego se contabilizó las respuestas a través de un programa, donde arrojó que los estudiantes del área de metalmecánica requerían del software Mach3 para mejorar la programación y mecanizado en el torno CNC.

La presente investigación se concluye obteniendo un 98% de satisfacción, tanto instructores como a estudiantes en la aplicación del software Mach3, siendo necesario la implementación para mejorar la programación y mecanizado en el torno CNC que se tiene en el área de metalmecánica del SENATI, para así estar con una tecnología actualizada y competitiva dentro del mercado laboral cuando egresan los estudiantes y se inserten laboralmente en las diferentes empresas industriales de la región y a nivel nacional.

La tesis titulada Aplicación del software mach3 para mejorar la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado con el torno a control numérico computarizado en el área metalmecánica de SENATI-Juliaca 2020, está conformada por los siguientes capítulos la cual se describen a continuación:

El capítulo I. Problema de investigación: En el cual se evaluó el problema, y se describió los problemas de forma clara y concisa la problemática, el cual dio origen a esta investigación que se presentó en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca, donde se sugirió la propuesta de descargo y metas trazadas, el cual llevó a desarrollar una adecuada solución de acorde a las necesidades de la institución.

El capítulo II. Marco teórico: Constituido por los antecedentes de la presente investigación, descripción y conceptualización de bases teóricas y términos básicos que se han ido utilizando para guardar relación directa de la solución.

El capítulo III. Marco metodológico: En la cual se presentó el estudio de la hipótesis, variables y la operacionalización de la misma, especificando además los métodos y herramientas para recopilar y procesar información con base en análisis de población y muestra.

El capítulo IV. Desarrollo de la solución: Se realizó el procesamiento de la solución, presentando el análisis descriptivo de la investigación.

El capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: Se explicaron los resultados de la investigación, la validez y confiabilidad de los instrumentos y la valoración de normalidad para el pretest y postest.

El capítulo VI. Se efectuó la discusión, conclusiones y recomendaciones, donde se precisa los resultados obtenidos, como también las recomendaciones pertinentes a base de la indagación.

Para concluir la presente investigación, se nombraron las referencias bibliográficas usadas como apoyo de la investigación y finalizando con los anexos siguientes: matriz de consistencia, matriz de operacionalización e instrumentos empleados para la toma de muestra y validación de los mismos.

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

El desarrollo tecnológico y la innovación continua es conocido por todos los que estudiamos ingeniería, se refiere al uso correcto de equipos y máquinas modernas, el cual involucran en el adiestramiento e ilustración de los estudiantes, por lo que es crucial mantenerse al día con la tecnología actual que mantiene a todos a la vanguardia del desarrollo práctico en la industria metalmecánica.

La mayoría de las instituciones de formación tecnológica nivel carecen de la aplicación y práctica de estas técnicas. Hoy en día, la práctica, la enseñanza y el aprendizaje se realizan mediante la aplicación de: diversos programas informáticos, máquinas, equipos, herramientas y paquetes (software y hardware); Sin embargo, estas técnicas no están debidamente desarrolladas en beneficio de los estudiantes para brindar soluciones relacionadas con diferentes problemas en un mismo desarrollo de adiestramiento e ilustración entre estudiantes e instructores.

El control numérico por computadora (CNC) se aplica comúnmente en máquinas-herramienta; Este tipo de control puede ser realizado por una computadora y de esta forma se diseña el dispositivo para lograr el desarrollo adecuado de un programa específico; Es decir, mediante la aplicación del programa y un compuesto de aplicaciones, comprobaremos la posición del punto con respecto a la línea de salida, es decir, como si fuera GPS, pero después de la mecanización será mejor usar.

Por otro lado, la disconformidad entre una máquina CNC y una máquina convencional, radica en que las posiciones y velocidades de los motores que accionan los distintos ejes de la máquina herramienta se programan a través de una PC.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado con anterioridad, actualmente el Centro de Formación Profesional SENATI-Juliaca cuenta con un torno CNC, de este

modo teniendo un propósito didáctico para el curso de máquinas herramientas asistido por control numérico computarizado CNC del área de metalmecánica, el cual está dentro de la programación de su contenido curricular.

El Torno CNC es manipulado por los instructores del área de metalmecánica; pero actualmente el curso de CNC se desarrolla solo con programación de la misma máquina hacia los estudiantes, sin ningún software que reúna la programación adecuada para dar la información teórica-prácticas necesaria para la manipulación de este tipo de tecnología.

Por ello es necesario adoptar el software Mach3, que mejorará la programación y mecanizado en el torno CNC, para que posibilite la ejecución de las distintas partes, en metales como aluminio o hierro (St 37), por esas causas es fundamental la mejora de esas máquinas, la cual favorecerá a los instructores y alumnos del área de metalmecánica del SENATI-Juliaca, de esta forma, enriquecerán sus competencias teóricos y prácticos para el buen desarrollo del aprendizaje que sea integral y así poder contribuir a la orientación y comprensión de los contenidos del curso.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿En qué medida, el uso del software Mach3 optimiza y mejora la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a control numérico computarizado, en el área de metalmecánica de SENATI – Juliaca?

Problemas específicos

¿Aplicando el software Mach3 se podrá desarrollar un programa-pieza en un torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca?

¿Cómo incide la programación y calidad de mecanizado que integra el sistema de manejo del torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

La formación profesional que brinda el SENATI busca crear un amplio campo de aplicación y conocimientos técnicos del torno CNC en sus instructores y estudiantes, para aprovechar al máximo los recursos académicos que están totalmente disponibles para toda la comunidad senatina, cabe destacar que la presente tesis resulta importante, ya que llena el vacío en cuanto a la información del programa Mach3 y su aplicación adecuada en la programación y mecanizado de piezas metálicas en el torno CNC.

Es importante recordar que el mundo se revolucionó completamente y si pensamos en el desarrollo tecnológico del Perú, en el sector metalmecánica requerimos difundir y aplicar las nuevas técnicas, no obstante la aplicación de la tecnología electrónica y sistemas informáticos que robotizan a una máquina tiene su desventaja, la cual recae en que para poder ejecutar trabajos de mecanizado en este tipo de máquinas debemos conocer, ya no solo su funcionamiento básico, sino que el operario debe tener un conocimiento previo para poder aplicar un software de programación de piezas para el mecanizado en las máquinas herramientas a control numérico computarizado.

Con la aplicación del software se pretende beneficiar aproximadamente 550 estudiantes del área de metalmecánica, porque en cada semestre se desarrollan cursos basados en esta tecnología de punta.

Además, que la aplicación del software Mach3 mejorará la programación y mecanizado de piezas metálicas en el torno CNC, asimismo la presente investigación dará a conocer los siguientes aportes:

- a. Un solo estudiante puede programar y mecanizar en un torno CNC, ya que es automática y requiere muy poca asistencia.
- b. El control de calidad en un torno CNC es fácil porque asegura movimientos precisos y repetibles.
- c. No se requiere de un programador experto para el torno CNC, puesto que el Mach3 es fácil de programar.
- d. Con el software Mach3 uno puede simular antes de efectuar el trabajo, al ser asistido por computadora es posible ver el diseño final en la computadora.
- e. Facilidad de control, debido a que gracias a las simulaciones es posible hacer ajustes de calidad, dimensiones, etc.
- f. Con el uso de software, será posible producir piezas de metal con diseños complejos y, con herramientas completas, los tornos CNC son capaces de producir estructuras complejas.

1.4. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Fundamentar en qué medida la aplicación, el software Mach3 mejorará la satisfacción del operador en la programación y calidad del mecanizado en el torno a control numérico computarizado para el proceso de fabricación de piezas mecánicas en el área de metalmecánica de SENATI-Juliaca.

Objetivos específicos

Poner en funcionamiento el software Mach3 para desarrollar un programa-pieza en el torno a control numérico computarizado del área de metalmecánica del SENATI Juliaca.

Mejorar la programación y calidad de mecanizado que integra el sistema de manejo del torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca.

1.5. Limitaciones de la investigación

- a. La reserva de la información por parte de las empresas que aplican esta tecnología.
- b. En Juliaca no existen lugares donde se puedan conseguir software de CNC.
- c. Sin embargo, el enfoque de este estudio es que los estudiantes logren ser competitivos en el campo laboral del mundo moderno y tecnológicamente avanzado.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En Perú, como en muchos otros países en desarrollo, la industria está experimentando cambios rápidos gracias al uso de la tecnología de automatización en las máquinas herramienta CNC.

Para encarar dichos cambios se cuenta con poca información bibliográfica para la educación de esta.

En el taller de metalmecánica de SENATI Juliaca se cuenta con una máquina con esta tecnología, un torno CNC, para la enseñanza del manejo y programación de estas máquinas no se cuenta con ningún software, por lo que el tema planteado para esta investigación es de total libertad y tiene necesidad de acopio de datos para ser sometido a un estudio, de esta manera estaremos aportando al aprendizaje basado en las tecnologías de las máquinas herramientas con CNC y también en su incidencia en el campo industrial, para lo cual se ha tomado como base las siguientes investigaciones:

Antecedentes internacionales

Ávila y Sánchez (2019) en su tesis elaborada en la Universidad Cooperativa de Colombia, denominada: *Implementación de una estrategia de control, en un torno CNC de los laboratorios de la Universidad UCC; basado en equipos de procesos de la Universidad de Offenburg Alemania*, donde el propósito de este estudio es proporcionar a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Cooperativa de Colombia el acceso a un torno automático con el rendimiento completo del dispositivo y un manual para el desarrollo de prácticas adicionales utilizando un plano integrado.

Durante el desarrollo del programa se realizó un estudio de las metas alcanzables, tratando de encontrar una teoría sencilla para los recursos requeridos

por el programa, para la selección e implementación de componentes electrónicos. Posteriormente se corrigieron y adaptaron nuevos elementos, además del mantenimiento general de la planta en su estado actual, se desarrolló un plan para planificar la gestión de los motores y realizar las piezas necesarias en este caso de Arduino, el mismo modelo de programa puede ser visualizado de antemano cortando las partes y generando el código necesario, como la optimización de fábricas para el mejor uso posible.

En conclusión, el proyecto dio como solución un instrumento que permite a los alumnos lograr destrezas teóricas y prácticas sobre el uso de estas herramientas similares a las de la industria. Asimismo, los instrumentos se suministran con la correcta configuración mecánica y electrónica para brindar mejores instrumentos en el campo de trabajo y garantizar la seguridad del trabajo académico.

Jiménez (2018) en su tesis realizada en la Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli - México, titulada: *Diseño, programación, simulación y fabricación en CNC con programas de CAD/CAM*, donde El propósito de este trabajo es asegurar el correcto funcionamiento de un sistema CAD/CAM integrado conectando exitosamente con el equipo de producción (este trabajo es utilizar tornos CNC y fresadoras CNC que son de la FESC), para que en base a un buen diseño, la realización del producto fabricado o la pieza con una ventaja de generar el código para fabricarlo y visualizar su simulación.

Este estudio brinda conocimientos en ingeniería electromecánica y manejo de programas CAD, pero existen vacíos en los programas CAM, por lo que este trabajo será de gran contribución de los conocimientos a todos los estudiantes interesados en este tema, ya que brinda conocimientos en las áreas de diseño y manufactura, lo cual da ventajas significativas, y puede ser utilizado por todos los interesados del

mecanizado en CNC, quienes pueden adaptarse a las expectativas necesarias de cualquier situación.

En conclusión, se encuentra la posibilidad de procesar piezas con geometría compleja y el procesamiento de piezas es una perspectiva de simulaciones anteriores, debido a que el diseño se realiza en un programa CAD, donde se tiene una comprensión más amplia de cómo diseñar y visualizar todas las piezas mecánicas y las perspectivas del modelo, así como la programación para el procesamiento del modelado en programas CAM se utilizan para tornos y fresadoras, lo que ahorra tiempo en comparación con la programación CNC manual y al mismo tiempo, también es muy consciente de cómo ayudar a los estudiantes a aprender en la práctica.

Yuquelima (2016) en su investigación desarrollada en la Universidad Nacional de Chimborazo, que se titula: *Las tecnologías de las máquinas herramientas de CN y su incidencia en el campo industrial*, donde su objetivo se asentó en investigar las tecnologías de las máquinas-herramientas de CN y su incidencia en el campo industrial, necesitando una fuente de información de fácil acceso para todos los interesados en conocer esta tecnología, ya sea de manera general o datos específicos sobre alguna incógnita surgida eventualmente, de este modo gracias a esta oportunidad poder dejar un aporte a este tema, siendo definitivamente de suma importancia.

Esta tesis de ingeniería tiene como objetivo desarrollar un marco metodológico, por un lado, para estudiantes y, por otro lado, para profesionales con experiencia tecnológica en el campo de la industria mecánica, que permita a ambos participar en la elaboración de software aplicado a dispositivos alimentados por PC. Instrumentos o las llamadas máquinas controladas digitalmente; Saben perfectamente que el control numérico es un sistema para automatizar el movimiento de las partes de la

máquina, la introducción del sistema de indicadores numéricos y codificados por letras denominado PROGRAMA.

El sistema traduce automáticamente estos datos y los convierte en una señal de salida, controlando diversos factores, como el encendido y apagado del husillo, el cambio de herramienta, el movimiento de la pieza, etc.

En conclusión, se dice claramente al usar máquinas herramienta CNC: en primer lugar, proporcionará una mejor precisión y calidad del producto, mayor estandarización, flexibilidad en el cambio de modelos y diseños en poco tiempo. La capacidad de satisfacer necesidades urgentes está aumentando. Estabilidad en las operaciones, control simple del programa de producción, permitiendo la competencia en el mercado y la capacidad de simular el desarrollo de seccionar con el fin de analizar el mecanizado correctamente.

Alava y Palacios (2014) en su tesis realizada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador, cuyo título es: *Automatización de una fresadora artesanal a Control Numérico, mediante un ordenador utilizando software*, donde el propósito de esta investigación es mostrar que la eficiencia de las máquinas modificadas es comparable a la de las máquinas de marca.

En esta investigación descubrió una breve encuesta realizada visitando varios talleres artesanales y encontró algunas falencias comunes de los artesanos al no tener la oportunidad de participar en el mercado público en esta actividad básica de producción. Si es necesario: velocidad de trabajo, precisión y tamaño de comportamiento.

En las conclusiones está establecido que luego de las pruebas llevadas a cabo con los accesorios modificados, que sus fronteras de manejo resultan muy semejantes a las máquinas automatizadas de renombre, desarrollando todas técnicas

de mecanizado típico y en general, según la necesidad requerida, posteriormente se desarrollaron recomendaciones para ayudar a mejorar la capacidad de las actividades de mecanizado de piezas metálicas, a través de este proyecto se busca cambiar la matriz beneficiosa patrocinada por el gobierno nacional..

Moreno (2012) en su tesis realizada en la Universidad de San Carlos – Guatemala, denominada: *Guía para la operación y programación del torno de Control Numérico Computarizado del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur*, donde el objetivo de la ya mencionada tesis fue operar y programar el torno CNC en el desarrollo de piezas mecánicas.

Esta tesis de la industria de la ingeniería describió los siguientes procesos: diseño, programación, operación, calibración y encendido para mecanizar en los tornos de control numérico computarizado para la producción de mecanismos, especialmente para operaciones de torneado como: tratamiento superficial de materiales, torneado de un cono recto, varios tipos de agujeros se perforan, el procesamiento de filetes utiliza grabado de rosca con diferentes radios y pasos.

Como conclusión, se determinó que, al elegir el ciclo de mecanizado correcto, es posible mejorar la eficiencia de los tornos CNC, esto mejora el tiempo de procesamiento y reduce el gasto de energía eléctrica, ya que, si el periodo de trabajo es óptimo, al momento del mecanizado de piezas mecánicas el motor consumirá solo la energía que necesita, lo que se deduce que al usar los tornos CNC reduce los costos de producción.

Antecedentes nacionales

Mendoza (2019) con respecto a la investigación desarrollada en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle – Lima, titulada: *Influencia de la aplicación del software educativo Mastercam en el logro del aprendizaje de la*

asignatura de máquinas CNC, en los estudiantes del IEST María Rosario Araos Pinto, su propósito es determinar el impacto del uso del programa de capacitación Mastercam en los resultados de aprendizaje de la asignatura de aprendizaje automático CNC; donde se demuestra el valor de implementar un programa de capacitación Mastercam para implementar el aprendizaje automático CNC de la asignatura entre los estudiantes.

Este estudio se enfoca en el desafío de la educación nacional, en relación con la experimentación y transformación de tecnologías, a través del uso del programa de formación Mastercam en una máquina herramienta automatizada con CNC.

En resumen, los resultados estadísticos muestran que, en el proceso posterior a la realización de la prueba, el grupo experimental logró un rendimiento significativo en comparación con el grupo de control, lo que significa que la aplicación de software de capacitación Mastercam puede afectar significativamente el proceso de aprendizaje de la operación de la máquina CNC.

Gauna (2019) en referencia a su tesis realizado en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, titulado: *Diseño y montaje de router CNC para Implementar al laboratorio del curso de procesos de manufactura para fines didácticos*, precisa que uno de sus objetivos primordiales fue: Realizar un módulo de capacitación (prototipo), un módulo de enrutador CNC, que ayudará a desarrollar la capacitación en procesamiento de control numérico computarizado para estudiantes de la Facultad de Ciencias Mecánicas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, utilizando diseño basado en programas CAD.

En este trabajo de investigación se trata de un módulo (prototipo) CNC Router que ayuda a desarrollar la capacitación en mecanizado CNC a través del diseño basado en programas CAD y CAM, para desarrollar módulos CNC utilizando

programas Solidworks, programas CAD, que ayuda a simular elementos y mecanismos seleccionados para CNC, utilizando mampostería como material listo para ensamblar y un transmisor Gcode global para manipular módulos CNC.

En comparación con otros módulos CNC fabricados en material metálico y de mayor tamaño, el resultado que logra este módulo de fresado CNC realizado en esta obra es de precio económico y facilidad de adquisición en comparación con otras obras en otras regiones. En el caso de repuestos, el costo es el más bajo, debido a que las piezas que componen el módulo CNC Router tienen posibilidad de desarrollo, debido a que su diseño no es complicado.

Por otro lado, Tello (2019) en su tesis ejecutado en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle – Lima, titulado: *Centro Mecanizado CNC, y el proceso de formación profesional de los estudiantes de mecánica de producción en la facultad de tecnología de la Universidad Nacional de Educación*, el propósito de este estudio es analizar la relación entre los centros de mecanizado a control numérico computarizado y el proceso de formación profesional de los estudiantes de ingeniería mecánica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Educación..

En este punto, se debe enfatizar que el trabajo de investigación antes mencionado, como lo demuestra la influencia que ha mostrado el Centro de Mecanizado CNC en la capacitación profesional de los aprendices de la Universidad Nacional de Educación, Facultad de Tecnología de la carrera de mecánica de producción, ha dejado grandes retos. Entre las más importantes: es necesario poder repensar los métodos y contenidos de la formación profesional en el contexto socioeconómico actual.

Por lo tanto, en el proceso de formación profesional de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Educación, existe una conexión esencial entre el centro de mecanizado CNC y el código de programación, el software CAD y el programa CAM.

Abanto y Montenegro (2017) en su tesis realizada en la Universidad Señor de Sipán – Pimentel - Chiclayo, quien realizó su tesis titulada: *Diseño de una fresadora CNC para grabado en madera para la empresa El Nazareno S.R.L. Chiclayo*, se plantearon como objetivo de este trabajo: Diseño de una fresadora a control numérico computarizado para producir grabados en bloques de madera para la industria El Nazareno S.R.L. a bajo costo y con una precisión aceptable.

En este estudio se diseña una fresadora a control numérico computarizado para el modelado en madera; solucionando así la escasez de máquinas automáticos para reemplazar las actividades manuales y artesanales; Esta es una de las necesidades de la empresa y refleja sus especificaciones. Donde se analizan 4 geometrías de fresadoras CNC por matriz de selección para nombrar la ruta final. Después de lograr estas cargas, se ejecutaron simulaciones en el software CAE o FEA para mejorar los detalles del diámetro final en las guías lineales.

Los resultados obtenidos en esta mesa fija con CNC y puente levadizo muestran ventajas sobresalientes porque cumplen con todos los criterios de diseño que se necesita, para tener una factibilidad de uso y alta productividad en sus componentes, además, también cumplen con los requerimientos de la organización. La investigación de los recursos limitados del programa CAE o FEA ha hecho posible diseñar con precisión guías lineales de 3 ejes, así como generar las cargas predominantes en estas fuentes, por supuesto. Al mismo tiempo manteniendo un elemento constante preciso (1.8, 2.4 y 4), respectivamente. Por lo tanto, se llevó a

cabo una evaluación económica y financiera proactiva de la buena productividad económica.

Soria (2015) en su tesis realizada en la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle – Lima, quien tituló: *Influencia del uso de software simulador en el aprendizaje significativo de Control Numérico Computarizado en estudiantes de la mecánica de producción del Instituto Superior Tecnológico Público Gilda Liliana Ballivián Rosado de San Juan de Miraflores*, enfatizando el objetivo de este trabajo: determinar el impacto del uso de un software simulador en el aprendizaje esencial del CNC.

Este trabajo intenta establecer un predominio basado en el uso de software de simulación relacionado con el aprendizaje relacionado con el CNC entre los aprendices de mecánica de producción en una institución educativa pública Gilda Liliana Ballivian Rosado de San Juan de Miraflores. Esta indagación se ha organizado de acuerdo con el esquema del informe final del plan de encuesta, según las indicaciones de la universidad mencionada anteriormente.

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron analizados de acuerdo a los objetivos y facilidades planteadas, a nivel granular e inferencial; todos los cuales se incluyen en frecuencia y porcentaje de uso para determinar el nivel de uso de los principales simuladores de CNC y sus beneficios en la formación básica del concepto de puntos conceptuales, procedimientos y fundamentos.

2.2. Bases teórico científicas

Introducción de sistemas de mecanizado CNC

Fenerty y Prentice (2016) describe que, una persona que diseña generalmente usa uno o más software de diseño/fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) (1). La puesta en marcha este sistema es una parte del software, generalmente de

código G, que se envía a través de una red o memoria portátil. (2) al mecanismo controlador (3). El control del mecanismo es encargado de analizar esta parte del software para manejar correctamente la herramienta de corte, para mecanizar esta parte de la pieza. Los ejes de la máquina (5) se accionan mediante perno, ménsulas o correas accionadas por servomotores o motores paso a paso. La señal de dirección es amplificada por el controlador (4) para que sean lo suficientemente potente como para hacer funcionar el motor.

Aunque un torno convencional se ilustra, la máquina puede ser un slant-cama del torno, barrenador, etc. verticales generalmente vamos a utilizar el término torno en este manual para aplicar a cualquier tipo de giro de la máquina. documentación específica describe la personalización de Mach3 y el uso de Mach3 para controlar un molino o máquina similar.

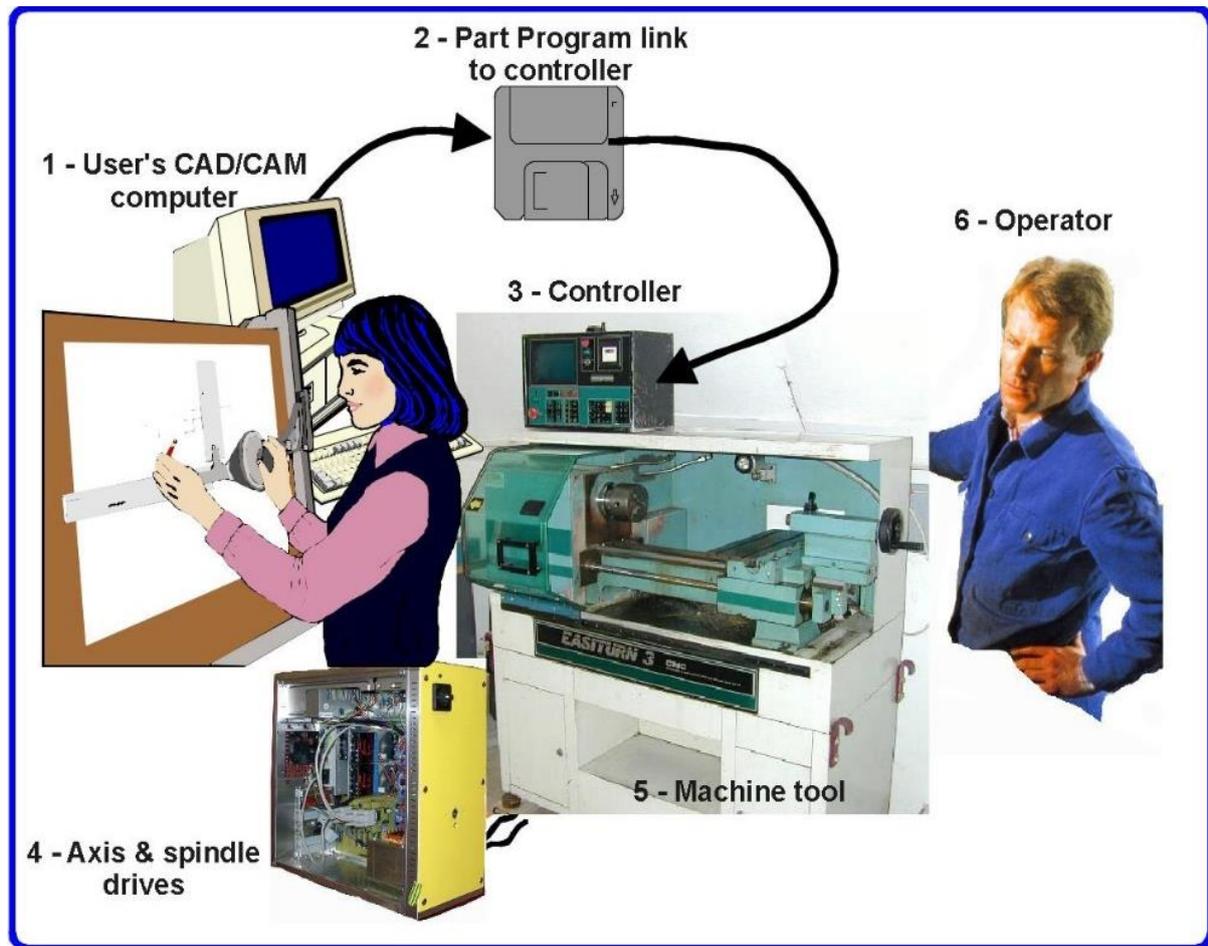
Generalmente, el operador monitorea el mecanizado y parada del impulsor del husillo y su rapidez, la carga y entrada de refrigerante, y verifica que el programa del departamento o el operario de la máquina herramienta (6) no intenta mover el eje más allá de su periferia.

El operador de la máquina también tiene controles tales como: botones, teclado, perilla de potenciómetro (MPG), para que el tornero pueda manipular manualmente el torno arrancando y deteniendo la máquina. La pieza a mecanizar, por lo que cabe señalar que el operario de la máquina dispone de una pantalla donde el operario puede comprobar lo que está ocurriendo.

Mediante comandos del programa G-code se pueden ordenar complejos movimientos coordinados de la barra de la máquina; La unidad de inspección de la máquina debe poder realizar una gran cantidad de deducciones en tiempo real.

Figura 1

Sistema de mecanizado NC típica



Nota. En la figura, se aprecia el proceso del sistema de mecanizado típico con control numérico computarizado (CNC). Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

¿Qué es el software Mach3?

BobCAD-CAM (2011) da a conocer que: El programa Mach3 se define como un sistema de control por computadora que le permite comunicarse con un servomotor a través de una PC; debido a que es un sistema accesible y fácil de aprender, ha permitido a muchas organizaciones automatizar sus máquinas convencionales a CNC o automatizar sus propias máquinas CNC a bajo costo.

Mach3 y BobCAD CAM, ambas ofrecen una mezcla ideal. Esta versión de Mach3 al estar diseñada con un elemento incluido, posibilita la comunicación directa entre el control y el CAD/CAM, sin necesidad de retener y exportar el Código G; de

hecho, este sistema pertenece a los controles más versátiles de la industria, del mismo modo siendo enteramente similar con la mayor parte de las técnicas del CAD-CAM y máquinas herramientas del mercado industrial.

Elementos para el manejo del software Mach3

Asimismo, Ocazaubon (2016) da a conocer que: Las siguientes características deben estar presentes para que el software Mach3 funcione correctamente:

- a. Que el programa se instale y funcione correctamente con Windows 8 o Windows 10.
- b. Procesador: con una resolución de pantalla de 1024 x 768 píxeles y capacidad de 1,5 GHZ.
- c. Memoria RAM: 640 MB (512+128).
- d. La tarjeta gráfica de 128 MB, no usa la memoria RAM de la computadora 33.
- e. Se prefiere una computadora de escritorio ya que proporciona un mejor rendimiento que la mayoría de las computadoras portátiles.
- f. Se requiere un puerto paralelo (impresora) o un puerto serie (COM) para que Mach3 se comunique con el torno CNC.
- g. Los accionamientos de motor de eje de torno CNC deben aceptar señales de pulso de paso y dirección obtenidas por sistemas de servomotor de CC y CA con codificadores digitales.

Particularidad del Software Mach3

Ocazaubon (2016) indicó que la serie de software Mach es uno de los paquetes de control CNC más versátiles, teniendo las siguientes características:

- a. Controlar la rapidez del cabezal principal del torno CNC.
- b. Verificación de relé múltiple.
- c. Producción manualmente de pulsos.

- d. Pantalla de grabación del torno CNC.
- e. Amplitud de manejo en la pantalla táctil del torno CNC.
- f. Visualización de pantalla completa del torno CNC.
- g. Convierta una computadora estándar en un verificador CNC completo de 6 barras.
- h. Permitir el ingreso directo de las carpetas BMP, HPGL, DXF y JPG por medio del LazyCam.
- i. Visualizador de código visual
- j. Genera Gcode mediante la base de datos del LazyCam o Wizards
- k. Conexión totalmente personalizada.
- l. Códigos M y acortamiento personalizado usando VBScript.

Instalación del Mach3

Fenerty y Prentice (2016), comenta que la instalación del Mach3 es comercializado por ArtSoft Corp. a través de Internet. Comience descargando el paquete como un archivo de auto instalación (alrededor de 9 megabytes en esta versión); estará disponible indefinidamente como versión de demostración con algunas limitaciones de velocidad, carga de trabajo y características especiales (por ejemplo, roscado) compatibles.

Por otro lado, cuando se adquiere una licencia, esto desbloquea la interpretación de prueba que ya se ha puesto en marcha y modelado.

Al instalar Mach3 obtendrá el software para torneado y fresado. De hecho, el código de estas dos funciones es común, a pesar de las interfaces de usuario se ven muy diferentes, siendo personalizado para adaptarse a los requisitos y flujo de trabajo de cada tipo de máquina.

Cuando se gana experiencia con Mach3Turn puede que le resulte instructivo ver cómo las características de Mach3 son explotados en Mach3Mill y considerar si se podrían utilizar en su torno.

Descarga

Fenerty y Prentice (2016), indicaron que al descargar el paquete desde www.artofcnc.ca se hace click con el botón secundario del ratón del ordenador, guárdelo como destino y coloque el archivo de instalación automática en cualquier directorio de trabajo conveniente (probablemente Windows\Temp).

Tenga en cuenta que debe iniciar sesión en Windows como administrador. Después de descargar el archivo, puede ejecutarlo inmediatamente usando el botón en el cuadro de diálogo de descarga, o puede cerrar el cuadro de diálogo para una instalación posterior.

Instalación

No se requiere una máquina-herramienta todavía conectada. Si recién está comenzando, es mejor no conectar el equipo, apague la computadora, la máquina y sus unidades, interrumpir el conductor de 25 pines en la parte trasera de la computadora, verificándose de que el conductor aún esté puesto en contacto a la máquina herramienta para la computadora.

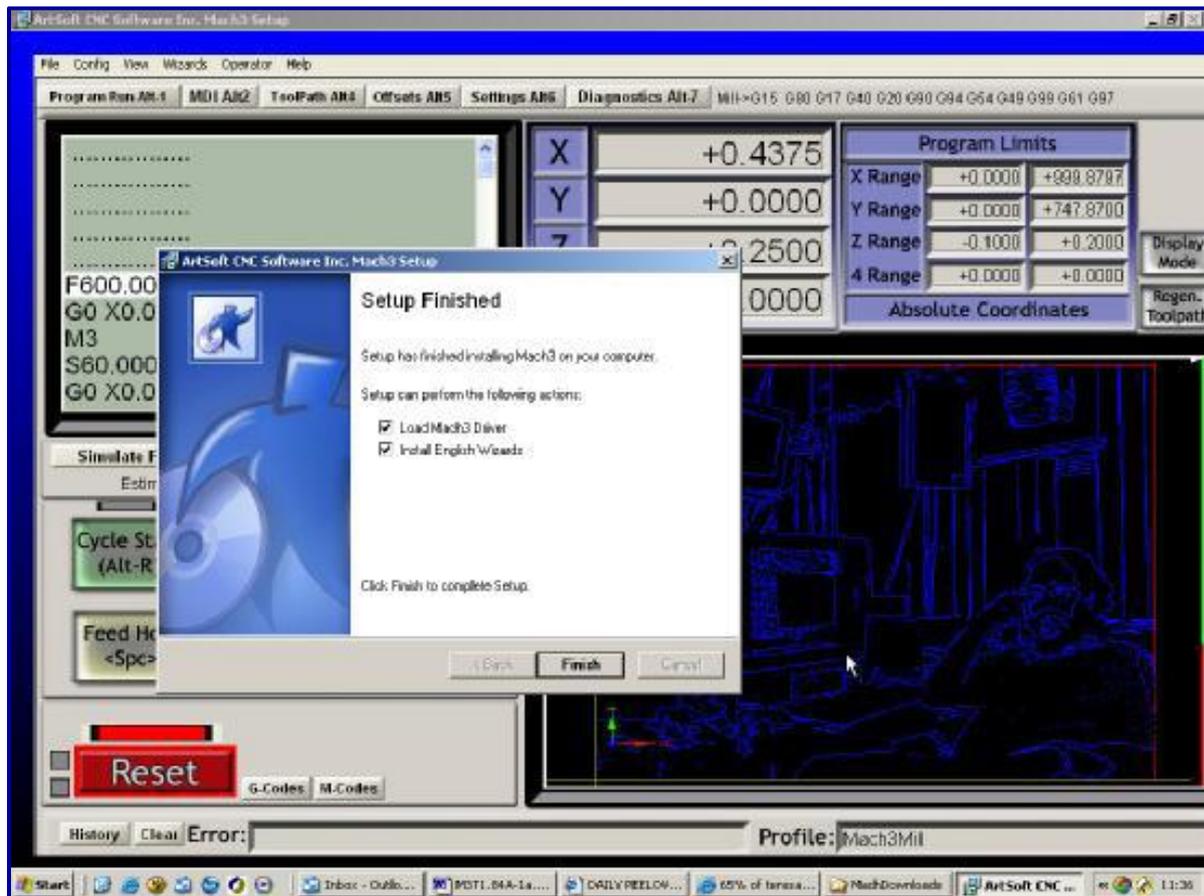
Ahora que está nuevamente en su computadora, es una buena idea ejecutar el archivo descargado y lo guiará a través de los pasos habituales para instalar programas de Windows, como aceptar los términos de la licencia y seleccionar la carpeta Mach3.

Fenerty y Prentice (2016), en ese mismo sentido indicó que la imagen de fondo durante la instalación es la pantalla Mach3Mill estándar, no se preocupe porque también se está instalando Mach3Turn.

En el diálogo de: Finalizada la instalación; debe asegurarse de que Mach3 carga el controlador e Instalar inglés Wizards se comprueben y ya por último haga clic terminar, de este modo su ordenador le indicará que se requiere reiniciar el sistema antes de ejecutar cualquier software Mach3.

Figura 2

Opciones del controlador



Nota. En la figura se observa las opciones que tiene el controlador del torno CNC. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

El re-arranque de vital importancia

Fenerty y Prentice (2016), cabe agregar que al mismo tiempo este reinicio es vital. Si no hace esto, se enfrentará a muchas dificultades, que solo se pueden superar desinstalando manualmente el controlador mediante la tabla de inspección de Windows, luego reinicie ahora el programa.

Si se pregunta por qué es necesario reiniciar, siga leyendo; de lo contrario, trasládese a la sección siguiente.

Si bien Mach3 aparenta ser solo un sistema cuando se está utilizando, ciertamente no lo es, ya que este se compone de dos partes: El primero es un conductor que se instala como parte de Windows como una impresora o un controlador de red y el segundo es una conexión de imagen de usuario.

El conductor es la parte más importante e ingeniosa; por lo que el software Mach3 debe ser capaz de enviar señales muy cronometradas con precisión para poder controlar los ejes de la máquina-herramienta; en este punto se puede insertar una analogía, a las ventanas al gustarles estar a cargo por así decirlo y estarlo, ejecutan programas de usuarios normales cuando no tiene nada mejor que hacer en sí; Entonces Mach3 no puede ser un programa de usuario normal; debería ser el nivel más bajo en Windows (es decir, maneja interrupciones).

Para hacer esto a la alta velocidad que podría ser necesaria (cada eje registra 45.000/s), para el controlador es necesario su propia codificación para adaptarse; Pero el software Windows no está de acuerdo con esto (truco del virus del juego), por lo que se debe solicitar y otorgar un permiso especial; este proceso requiere un reinicio.

Entonces, si no reinicia Windows, aparecerá una pantalla azul de muerte y el controlador se dañará. La única forma de solucionar esto es eliminar manualmente el controlador.

Después de estas notas, es justo decir que solo es necesario reiniciar cuando instala el controlador por primera vez. Si ha actualizado su sistema a una versión más nueva, no importa reiniciar. Sin embargo, la secuencia de instalación le pedirá que lo haga.

Para Windows XP, puedes encontrar su velocidad muy rápidamente, ya que no hay mucha dificultad para hacerlo cada vez que lo necesites.

Iconos de escritorio conveniente

Conviene enfatizar una vez más que, se debe tener reiniciado; después de lo cual aparece el asistente de instalación para crear iconos de escritorio para programas clave.

Al pulsar doble clic en el mouse, Mach3Turn es la forma normal de iniciar programas y Mach3.exe es el código GUI real. Cuando lo inicie, se le pedirá que elija el perfil que desea usar, Mach3Mill, etc. Mach3Turn es solo un atajo que funciona con un perfil específico, parámetro p en el destino del atajo que generalmente se usa para ejecutar el sistema deseado.

Fenerty y Prentice (2016), según se ha citado es de mérito que para configurar algunos iconos para los accesos directos del escritorio a otro software de Mach3, es necesario el uso del buscador de Windows (botón derecho del ratón Comienzo); haciendo clic derecho sobre el archivo DriverTest.exe, arrastre este acceso directo en el escritorio. Otros programas, como un diseñador de pantalla y un manipulador para los archivos de distribución de ventanas, están disponibles como descarga independiente.

Comprobación de la instalación

Fenerty y Prentice (2016), por su parte recomienda probar el sistema; Como se mencionó anteriormente, Mach3 no es un programa simple, de hecho, necesita mucha libertad en Windows para hacer su trabajo, lo que significa que no funcionará en todos los sistemas debido a una serie de factores, como el sistema de monitoreo de QuickTime (qtask.exe) que se ejecuta en segundo plano y potencialmente lo mata, y hay otros programas que quizás ni siquiera desee estar en tu sistema.

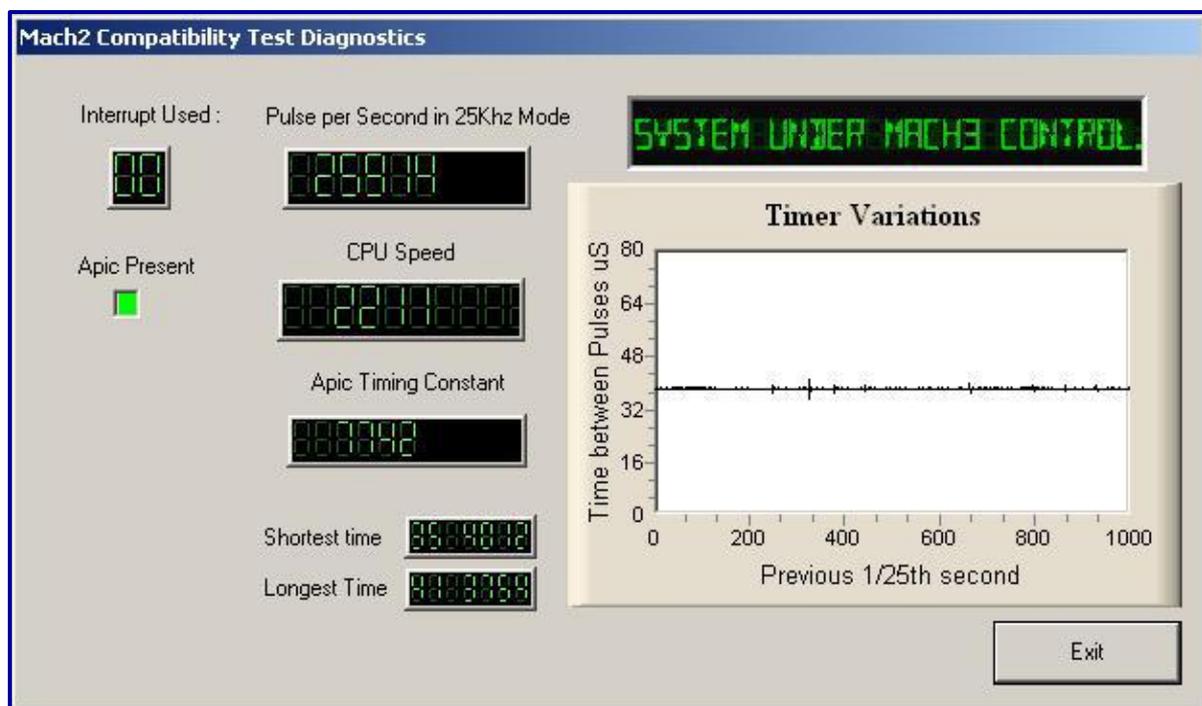
En las ventanas, se puede y debe iniciar múltiples procesos en segundo plano. Algunos de ellos aparecen como íconos en la bandeja del sistema (esquina inferior derecha de la pantalla), mientras que otros aparecen como íconos. Otras consideraciones para el comportamiento anómalo son las conexiones de red de área local que se pueden establecer rápidamente para detectar automáticamente; debe establecerse en 10 Mbps o 100 Mbps de velocidad de red real.

Finalmente, las máquinas que navegan por Internet pueden haber recibido uno o más botones que rastrean lo que hacen y envían datos a la red del autor.

Esta circulación puede impedir con Mach3 y no con lo que usted quiere, así que use un motor de búsqueda como Spybot para ubicar el programa para clasificar su dispositivo.

Figura 3

La pantalla del programa de prueba controlador



Nota. En la pantalla del programa de la prueba del controlador, se verifica el programa digitado. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

Debido a estos factores, es importante, aunque no obligatorio, verificar el sistema si se sospecha que algo anda mal, o si solo desea verificar si la instalación falló, haga un acceso directo en el ícono DriverTest para poder configurar la visualización de la pantalla como se puede verificar en la figura 3, puede olvidar todas las casillas excepto la constancia cardíaca; debería ser muy estable alrededor de 25000 Hz, pero su error puede variar, incluso bastante, porque Mach3 usa el cronómetro de Windows para graduar el temporizador de impulsos y, por un corto tiempo el reloj de Windows se ve afectado por otros procesos de carga en la computadora, por lo que en realidad puedes probar Mach3 con un reloj poco confiable, imagina que el temporizador de Mach3 es variable.

Básicamente, si ve la pantalla que se muestra en la Figura 3, solo hay pequeños saltos en el variador del temporizador y un pulso constante en el área de Frequency, todo está funcionando bien hasta cerrar el programa DriverTest, posteriormente pase a la sección pantallas abajo entendidos de Windows porque podrían estar fascinado en ver algunas otras cosas.

Así indicando que la ventana rectangular de color blanco, la cual es un tipo de analizador de tiempos, cuando se ejecuta, muestra una línea con pocos cambios en el tiempo de un ciclo de pausa al siguiente, estas modificaciones son las variaciones en el tiempo de un ciclo de interrupción a otro, por ello es necesario mencionar que no debe haber líneas de más de $\frac{1}{4}$ " o menos en una pantalla de 17" en la mayoría de los programas.

Aunque hay diferencias, pueden estar por debajo del umbral requerido para producir fluctuación de tiempo, por lo que cuando se conecta la máquina-herramienta se debe realizar una prueba de movimiento para ver si correr y G0 / G1 son movimientos suaves.

Podría tener una de las dos cosas que generalmente suceden cuando ejecuta sus pruebas que podrían indicar un problema.

El controlador no está instalado o póngase en contacto con el art., esto significa que el programa no se carga en Windows, por la razón que sea, esto puede suceder en sistemas XP con bases de datos de controladores dañadas., la solución en este caso es descargar Windows nuevamente. O tal vez esté utilizando Win2000, Win2000 tiene un error de característica que impide que se cargue el controlador, es posible que deba descargarlo manualmente, consulte la siguiente sección.

Cuando el sistema dice: Take over... 3... 2... 1... Luego se reinició y sucedió una de dos cosas: no se reinició cuando se le preguntó (¡digamos!) o el controlador estaba dañado o no era válido. En este caso, siga la siguiente sección para eliminar el controlador administrado y continuar con la instalación.

Si sucede lo mismo, notifique a ArtSoft a través del enlace de correo electrónico en www.artofcnc.ca y lo guiaremos. Algunos sistemas tienen placas base que tienen hardware de temporizador APIC, pero su código BIOS no lo aplica. Esto confunde la interfaz de Mach3.

Hay un programa de paquete SpecialDriver.bat en el archivo de puesta en marcha del Mach3, use Windows Explorer para encontrarlo y haga doble clic para ejecutarlo. Esto forzará al controlador Mach3 a usar el antiguo controlador de interrupción i8529. Este proceso debe repetirse cada vez para descargar la versión avanzada de Mach3, para instalar una nueva versión para reemplazar el controlador especial; El registro OriginalDriver.bat también revierte estos cambios.

DriverTest luego de un accidente Mach3

Fenerty y Prentice (2016), además si se encuentra con una situación mientras ejecuta Mach3, podría ser un problema de hardware intermitente o un error de

software, entonces DriverTest.exe se ejecutará tan pronto como sea posible después de la falla de Mach3. Si se demora 2 minutos, el controlador Mach3 resultante bloqueará Windows con BSOD habitual. Ejecute DriverTest para devolver el controlador a un estado permanente, incluso si Mach3 ha desaparecido repentinamente.

Es posible, después de un accidente, que no logra encontrar el controlador la primera vez que se ejecuta. En este caso simplemente ejecutarlo de nuevo como la primera ejecución debe arreglar las cosas.

Notas para la instalación del controlador manual y desinstalación

Fenerty y Prentice (2016), comenta que solo necesita leer y seguir esta sección si no puede hacer que DriverTest funcione.

Los controladores (Mach3.sys) se pueden instalar y desinstalar manualmente mediante el panel de control de Windows; Windows 8 y Windows 10 tiene cuadros de diálogo son ligeramente diferentes, aunque los procedimientos son los mismos.

Primero, abra el panel de control, haga doble clic en el icono o la bandeja del sistema, luego seleccione el hardware y haga clic en agregar hardware: Asistente. (Como se mencionó anteriormente, el controlador Mach3 se ejecuta en el nivel más bajo en Windows). Windows buscará hardware realmente nuevo (pero no podrá encontrarlo).

Dígale al programador que ha instalado y así pueda acceder a la siguiente pantalla. Se visualizará una relación de hardware.

Trasládese hacia abajo y seleccione: Agregar un nuevo dispositivo y pasar a la siguiente pantalla.

Al seleccionar la siguiente pantalla, si no desea que Windows busque controladores, seleccione Instalar hardware seleccionándolo manualmente de la lista

(Avanzado). El registro que se muestra también contendrá una entrada para el motor de pulso Mach1. Seleccione esta opción y pase a la siguiente pantalla, haga clic en Utilizar disco en el siguiente paso, luego apunte el selector de archivos a la carpeta Mach3 (C:\Mach3 por defecto) en la siguiente pantalla. Windows debería encontrar el archivo ach3.inf, selecciónelo y haga clic en abrir, Windows encontrará el controlador y facilitará la desinstalación del controlador.

Acceder el panel de control, haciendo doble clic en el icono o fuente del programa, seleccione el dispositivo y haga clic en administrador de mecanismos; aparecerá una relación de dispositivos y sus controladores. El Mach1 pulsa desde un motor que tiene un piloto Mach2 debajo. Use el símbolo + para ampliar el árbol si es posible. Al hacer clic con el pulsador derecho en el controlador Mach2, se ofrece la opción de desinstalarlo.

Esto eliminará el registro de Mach3.sys del archivo de Windows y dejará una reproducción en el archivo Mach3; Observo aquí que los nombres se refieren a Mach1 y Mach2 a pesar de que en realidad se trata de Mach3, tenga en cuenta que este es exactamente el orden correcto.

Un último punto a tener en cuenta es que Windows recuerda toda la información sobre cómo está configurado Mach3 en el archivo de perfil, por lo que la instalación del controlador no se eliminará y esta información será eliminada por otros archivos de Mach3, por lo tanto, permanece en la actualización del sistema. Sin embargo, si necesita realizar una instalación completamente nueva desde cero, debe eliminar el archivo de configuración XML.

Códigos G

Fenerty y Prentice (2016), indicó que las consecuencias del código G para el lenguaje de entrada Mach3 se puede visualizar en la Tabla 1 y se describen en detalle.

La descripción contiene un cierto arquetipo de orden en forma de comunicación. En los prototipos de comandos, una virgulilla (~) simboliza una estimación real. Como se muestra arriba, la estimación real puede ser (1) un número exacto como 4.4, (2) una expresión como [2 2,4], (3) un valor de parámetro como #88, o (4) un solo función de mando. valor, p. como [0].

Tabla 1*Resumen de código G*

Comando G	Denominación
G00	Colocación rápida
G01	Interpolación lineal
G02	Hacia la derecha interpolación circular / helicoidal
G03	Interpolación circular en sentido anti horario / Helicoidal
G04	Habitar
G10	Coordinar ajuste de origen del sistema
G15 / G16	Coordenadas polares se mueve en G0 y G1
G17	Plano XY seleccionar
G18	Seleccionar plano XZ
G19	Seleccionar el plano YZ
G20 / G21	Inch unidad / milímetro
G28	Volver a casa
G28.1	Ejes de referencia
G30	Volver a casa
G32	Enhebrar
G40	Cancelar la compensación de radio de la nariz
G41 / G42	Iniciar la corrección del radio de la nariz izquierda / derecha
G50	Reajustar todos los elementos de proporción a 1,0
G51	Fijar el factor de escala del eje de entrada
G52	Coordinar los desplazamientos temporales del sistema
G53	Mover en la máquina de sistema de coordenadas absolutas
G54	Uso accesorio compensado 1
G55	Uso accesorio compensado 2
G56	Uso accesorio compensado 3
G57	Uso accesorio compensado 4

Comando G	Denominación
G58	Uso de calaje de amarre 5
G59	Uso accesorio compensado 6 / usar el número de accesorio en general
G61 / G64	Parada precisa / Modo que exista una rapidez incesante
G76	De periodo constante - de corte tornillo
G77	Periodo constante
G80	Cancelar modo de movimiento (incluyendo periodo constante)
G81	Periodo constante - de perforación
G82	Periodo constante - perforación con permanencia
G83	Periodo constante - de taladrado
G90	Forma de aumento de distancia absoluta
G91	Forma de aumento de distancia incremental
G92	Offset coordenados y medidas fijadas
G92.x	Cancelar G92 etc.
G94	Avance por la forma de minutos
G95	Avance por la forma de revoluciones
G98	Retorno de nivel inicial después del periodo constante
G99	R-punto de retorno nivel después del periodo constante

Nota. En la tabla se observa los diferentes códigos G aplicados en la programación del torno CNC. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

Códigos M Built-in

Fenerty y Prentice (2016), también dijo que el código M es interpretado directamente por Mach2, como se muestra en la Tabla 2.

Programa de Detención y Ending - M00, M01, M02, M30

Para detener un programa en ejecución temporal (Independientemente de la configuración del interruptor de apagado opcional), el programa de M00.

Para detener un programa en ejecución temporalmente (pero solo cuando el interruptor de apagado opcional está activado), el programa de M1.

Para programar en modo MDI, M00 y M01 son buenos, pero es probable que el efecto no se note, porque el modo MDI generalmente se detiene después de cada

línea de entrada, pero si el programa se detiene en M00 o M01, al presionar el botón de inicio de ciclo se reiniciará la sesión en la siguiente línea.

Introduzca el código M02 o M30 para salir del programa. M02 ejecuta la siguiente fila como una fila M02. Finalmente, M30 devuelve el archivo de código G.

Según las opciones seleccionadas en el cuadro de diálogo Lógica > Configurar, estos comandos pueden tener los siguientes efectos:

La compensación del eje se establece en 0 (como G92.2), la función de compensación se establece en el valor predeterminado (como G54), el nivel seleccionado se establece en XZ (como G18), el modo de distancia se configura en modo absoluto (p. ej., G90) y el modo de avance se configura en modo RPM (p. ej., G94).

El avance y la sobre velocidad están activados (como M48), la compensación de herramientas no es válida (como G40), el husillo está desactivado (como M05), el modo de funcionamiento actual está configurado como G01 (como G01) y el modo de funcionamiento está ajustado a G01 (p. ej., G01). Haga funcionar el refrigerante (por ejemplo, M09).

No hay más líneas de código en el archivo, se ejecutarán después del comando M02 o M30, al presionar inicio de ciclo se restaurará el programa (M02) o se reiniciará el programa (M30) desde el inicio del archivo.

Comprobación de husillo - M03, M04, M05

Para dar inicio con el giro del cabezal en sentido horario a la velocidad, el programa utilizado actualmente es M03.

Por otro lado, para poner en marcha el giro del cabezal en sentido antihorario (CCW) a la velocidad, el programa programado actualmente M04 es de utilidad, algunos tornos tienen mandriles montados sobre una nariz de husillo roscado, por eso

utilicé giro a la izquierda con el mayor cuidado, si está disponible como el mandril, este tenderá a venir desatornillado; para los cabezales PWM o Step/Spindle Dir, el número de revoluciones se programa con la letra S.

Los comandos de arranque/parada del husillo determinan la velocidad de los engranajes/ruedas de la máquina; el programa del cabezal giratorio M05 también se puede detener.

Tabla 2

Construido en M-Códigos

M-CÓDIGO	SENTIDO
M00	Detención de la programación
M01	Detención de la programación opcional
M02	Final de la programación
M03 / 04	Girar las agujas del reloj de husillo / counterclockwise
M05	Deja de giro del husillo.
M06	Variación de herramienta de corte
M07	Enfriamiento de niebla en
M08	Enfriamiento de inundación
M09	Todo fuera de refrigerante
M30	Fin de programación y rebobinar
M47	Repita la programación desde el inicio de línea
M48	Habilitar rapidez y alimentar override
M49	Rapidez Disable y corrección del progreso
M98	Sub-repetición señal
M99	Retorno de sub-repetición / repetición

Nota. En la tabla se observa los diferentes códigos G aplicados en la programación del torno CNC. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

Fenerty y Prentice (2016), ha comprobado que está es la razón por la que no hay problema con usar M03 o M04, si la velocidad del eje se establece en 0. Si se hace esto (o si el interruptor de sobre velocidad se activa y se establece en 0), el eje

no comenzará a girar. Si la velocidad del husillo se establece por encima de cero (o cancela el interruptor de interrupción), el husillo comienza a girar, M03 o M04 se habilitan cuando el husillo está girando y M05 se habilita cuando el husillo se detiene.

Otros códigos de entrada

Ajuste el régimen de alimentación – F.

Fenerty y Prentice (2016), indicó que para ajustar la velocidad de avance, el programa de F~, Según la configuración del modo de alimentación, la velocidad se puede convertir a u/minuto o RPM del cabezal, las cantidades especificadas por el código G20/G21 (G70/G71).

Por otra parte, la velocidad del husillo se puede definir como el pulso que aparece en la entrada de índice o se obtiene a partir de la velocidad solicitada por la palabra S o ajuste la velocidad de husillo DRO, esta revolución dependiendo de la configuración en Config> Ports y Pins-husillo.

En cuanto a la velocidad de lanzamiento, a veces se puede ignorar como se describe anteriormente para el M48 y el M49.

Establecer velocidad del eje – S.

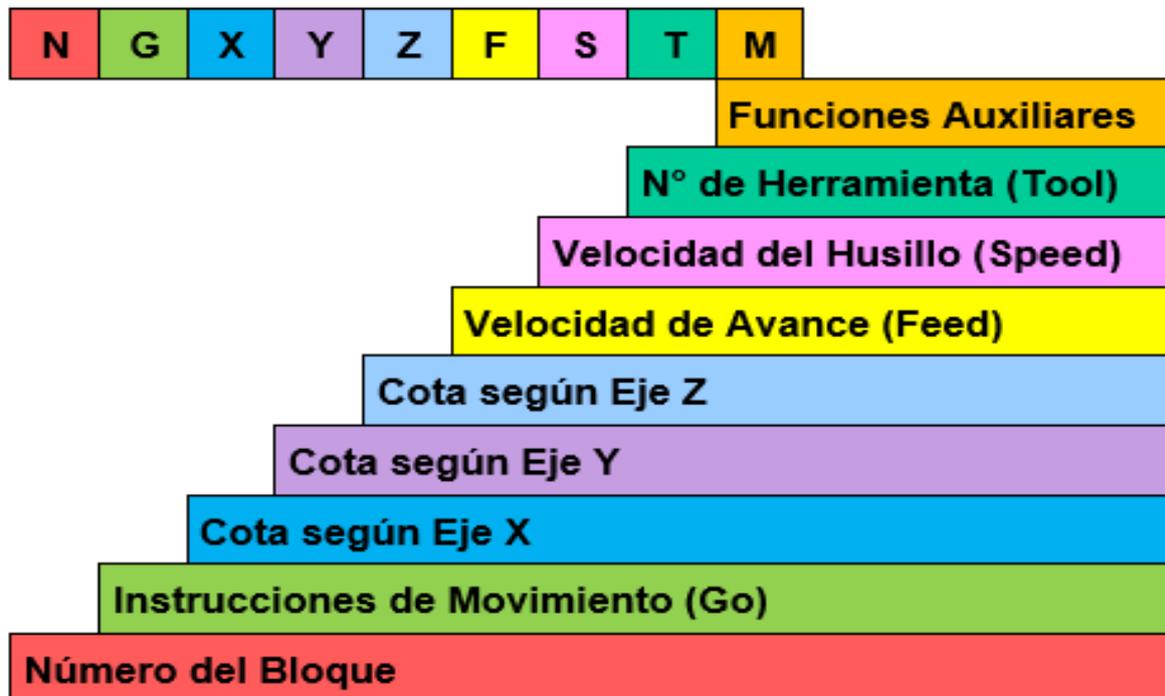
Fenerty y Prentice (2016), para configurar las revoluciones por minuto (rpm) del husillo, es necesario el programa de S ~.

Entonces el eje está programado a la velocidad indicada para comenzar a girar, por lo que es posible programar la palabra S, bueno, si el eje está con revoluciones o no, por otro lado, si el ajuste de aceleración del interruptor de inicio está activado y no configurada al 100%, la velocidad será diferente de la velocidad programada.

Está bien para digitar S0; el cabezal no se enciende si se hace eso. Error: Si el número S es negativo.

Figura 4

Estructura de un programa CNC



Nota. En la figura se observa la estructuración de códigos para para la programación en el torno CNC. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

Seleccione la herramienta – T.

Fenerty y Prentice (2016), indicó que para seleccionar una herramienta, es necesario el programa de T ~, donde el número T es el número de entrada de la tabla de herramientas que se seleccionará y el número de entrada de compensación que se aplicará.

Por ejemplo, T0202 (o equivalente T202) selecciona la herramienta 2 con sus propios desplazamientos y T0207 selecciona herramienta 2wth los desplazamientos para herramienta 7. T02 se trata como equivalente a T0202 y lo mismo para cualquier otro valor inferior o igual a 99.

Las solicitudes de cambio de herramientas proporcionadas no deben ser ignoradas (como se define en Configurar> Lógica), Mach3 llamará a una macro (véase) M6Start cuando se encuentra el comando. A continuación, opcionalmente,

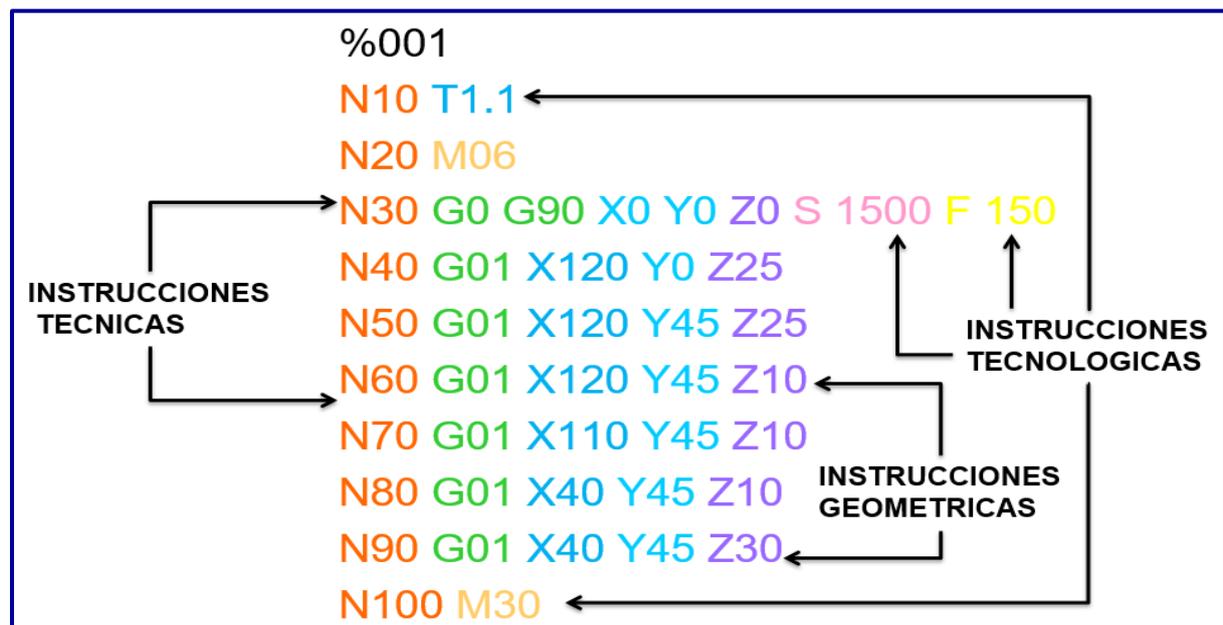
esperar a que arranque de ciclo sea presionado, ejecutar la macro M6End y continuar ejecutando el programa de pieza. Si dispone de cambiador automático está en uso, entonces el Ciclo de arranque no es necesario y M6End no será llamado.

El código de Visual Basic puede proporcionar una macro para operar su cambiador de herramientas mecánicas y mover el husillo a una ubicación conveniente para un cambio de herramienta cuando sea necesario. Los detalles completos se pueden encontrar en Personalización de Mach3 wiki. Si las solicitudes de cambio de herramienta se fijan para ser ignoradas (en Configurar> Lógica), entonces las macros no son llamadas.

Tal como el T0 programa; no se seleccionará ni una herramienta; en otras palabras, esto es muy importante si desea que el cabezal esté libre después de una variación de herramienta. Ocurre una confusión si se usa un código T negativo o si se usa un número T mayor al 9999.

Figura 5

Estructura de un programa CNC



Nota. En la figura se observa las diferentes instrucciones de la estructura de un programa CNC. Tomado de Fenerty y Prentice, 2016.

Aplicación del software Mach3

Ocazaubon (2016), Alguien mencionó que cuando observa el software Mach3, es un paquete que se ejecuta en una PC, lo que lo convierte en un controlador de máquina bastante poderoso y económico; para ejecutar Mach3 necesita Windows XP (o Windows 8), idealmente con un procesador de 1 GHz con una resolución de pantalla de 1024 x 768 píxeles, por supuesto, cuando su máquina esté lista para usar esa PC en el taller para cualquier otra funcionalidad que sea, es rudimentario.

El Mach3 se comunica principalmente a través de uno u opcionalmente 2 puertos paralelos (impresora) y puertos serie (COM) si es necesario.

Los motores de accionamiento del eje de la máquina deben aceptar señales de pulso progresivas y direccionales, y casi todos los actuadores de motores paso a paso funcionan de esta manera, al igual que los sistemas de servomotores de CC y CA modernos, que tienen un codificador digital.

Tenga cuidado si está convirtiendo un NC antiguo, porque sus servos pueden usar resolutores para medir las posiciones de los ejes, por lo que deberá girar un nuevo controlador para cada eje.

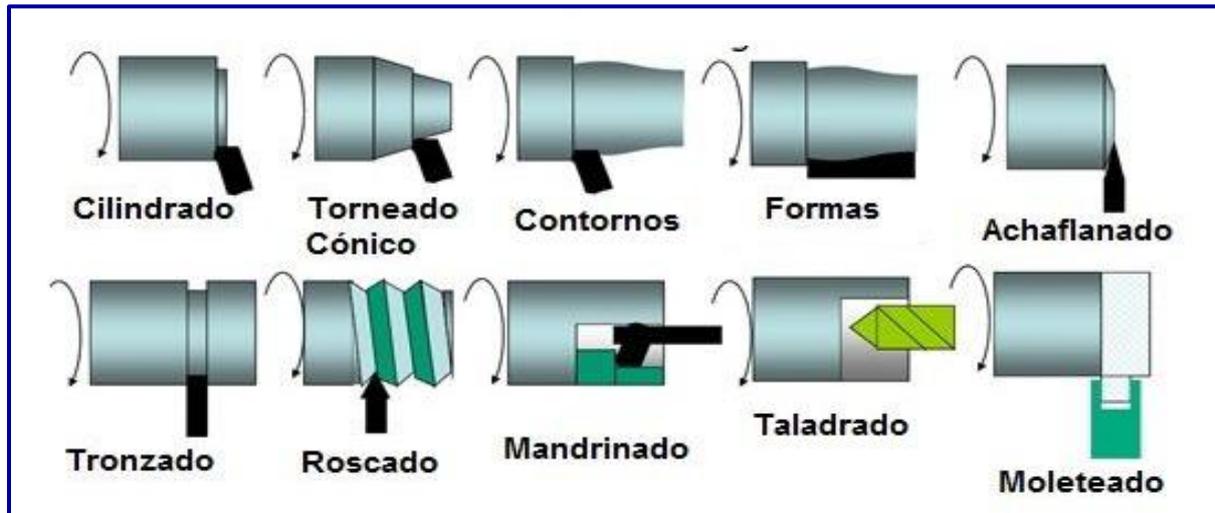
¿Qué es un torno?

TIPSA (2020) se refiere a un torno como una máquina herramienta para el torneado rápido de piezas giratorias de metal, madera y plástico, y también se utiliza en muchos casos para el pulido de piezas.

El torneado puede ser el primer paso en la fabricación de una máquina herramienta (pieza de forma).

Figura 6

Operaciones de maquinado en el torno



Nota En la figura se observa las diferentes operaciones de maquinado en el torno. Tomado de Tecnología (2015)

Además del torneado, los tornos también se pueden utilizar para ranurar (ranurado segmentado), cantear, esmerilar y pulir. A continuación, observamos el trabajo más frecuente con torno, como se muestra en la figura 6 (operación de mecanizado en torno).

Tipos de tornos

Arqhys (2017) describió que: Los tornos se utilizan para muchas tareas diferentes, por lo que existen máquinas con diferentes características; Los diferentes tipos de tornos se describen a continuación.:

Torno paralelo.

Según Arqhys (2017), este tipo de torno también se conoce como torno mecánico. El sistema ha sido modificado en base al antiguo sistema de torno para satisfacer las necesidades del trabajo actual. Estos tornos se utilizan para carreras y trabajos de corte ocasionales y deben ser operados por personal calificado.

Torno vertical.

Arqhys (2017) indicó qué: Estos llamados tornos verticales están diseñados para poder procesar piezas de gran tamaño. Si las piezas son grandes, es bastante difícil procesarlas con otro tipo de tornos. Pero los tornos verticales pueden sujetar estas piezas correctamente, mientras que los tornos rotativos horizontales y verticales pueden procesarlas fácilmente.

Torno copiator.

Arqhys (2017) describió que: Estos tornos funcionan a base de electrónica e hidráulica y giran según el diseño del molde. Estas herramientas están controladas por troqueles para hacer que el diseño de torneado sea idéntico, de ahí su nombre. Estos tornos deben prepararse previamente y usarse en mármol, madera y otros materiales para lograr el mismo diseño que el molde en una o más partes de la pieza.

Torno revólver.

Arqhys (2017) indicó que: Se llama revólver y su finalidad es reducir el tiempo de trabajo, para ello mecaniza las piezas y utiliza varias herramientas a la vez.

Se pueden mecanizar de una sola pieza, fijados a un portabrocas o con un juego de ellos sujetos igual o con pinzas.

Este torno se utiliza para tornear, ranurar, mecanizar, aterrajear y sujetar círculos externos, así como taladrar, aterrajear, taladrar y escariar círculos internos.

Torno automático.

Por lo tanto, Arqhys (2017) describió que: Se denominan tornos automáticos a los que trabajan de forma automática. Este torno se utiliza para maquinar una gran cantidad de piezas metálicas.

Este torno posee complejas maniobras para operar y aunque todo el trabajo es mecánico y automático, también requieren de una puesta a punto que sólo puede ser realizada por personal profesional y experimentado.

Torno CNC.

Por ello, Arqhys (2017) se refirió que: Se llama "torno CNC" y es un trabajo CNC computarizado. Este tipo de torno es muy utilizado para mecanizar piezas por ser una herramienta muy eficiente.

El rendimiento de producción de esta máquina es bastante alto. Además, el procesamiento es muy preciso.

Este torno es controlado por una PC, la máquina ya tiene una computadora y tiene un programa que mecaniza el trabajo del torno.

Torno a control numérico computarizado (CNC)

Mundocompressor (2019) se refiere a los tornos CNC o tornos CNC como máquinas herramienta diseñadas para la producción de piezas de manera totalmente automática, ya que estos tornos tienen instalado un programa que controla y automatiza el proceso de mecanizado de piezas mecánicas.

Figura 7

Torno CNC de SENATI Juliaca



Nota. En la figura se observa el torno CNC de SENATI Juliaca.

El programa anterior se denomina Control Numérico CNC o PC y se basa en el posicionamiento en los ejes X, Y, Z para que una misma pieza mecánica pueda ser taladrada, roscada, fresada, escariada, etc. volar con absoluta automaticidad.

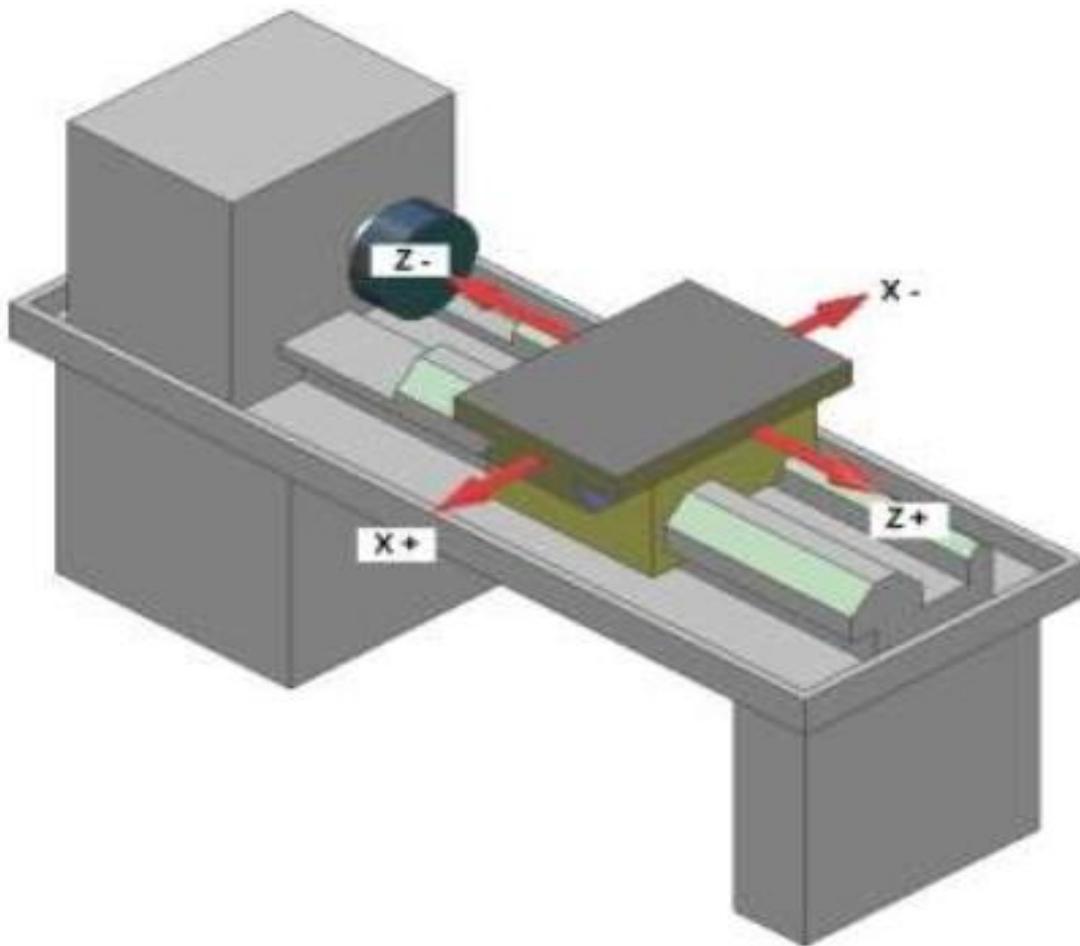
El diseño de un torno CNC es completamente diferente al de un torno tradicional, aunque su funcionamiento básico es el mismo. Un torno CNC es una máquina herramienta compleja y rígida que realiza un trabajo continuo.

Para realizar las mismas funciones en un torno convencional, es necesario utilizar varios modelos diferentes (paralelo, copiadora, accionamiento rotativo), por lo que las ventajas asociadas que aportan y tienen los tornos CNC frente a un torno convencional son:

- ✓ Proporciona una mayor precisión durante el procesamiento del mecanizado.
- ✓ Pueden fabricar con precisión piezas complejas en menos tiempo.
- ✓ Permite una variedad de procesos de fabricación a través del cambio automático de herramientas.
- ✓ Viabilidad de fabricar diferentes piezas modificando el programa.

Como los tornos CNC están diseñados para trabajos de construcción de alto volumen o por lotes, para facilitar el trabajo o para trabajos de cadena pequeña; puede ser una máquina herramienta costosa.

Ejes de un torno CNC, cabe resaltar que el eje Y en un torno es equivalente al eje X debido a la rotación de la pieza.

Figura 8*Ejes del torno CNC*

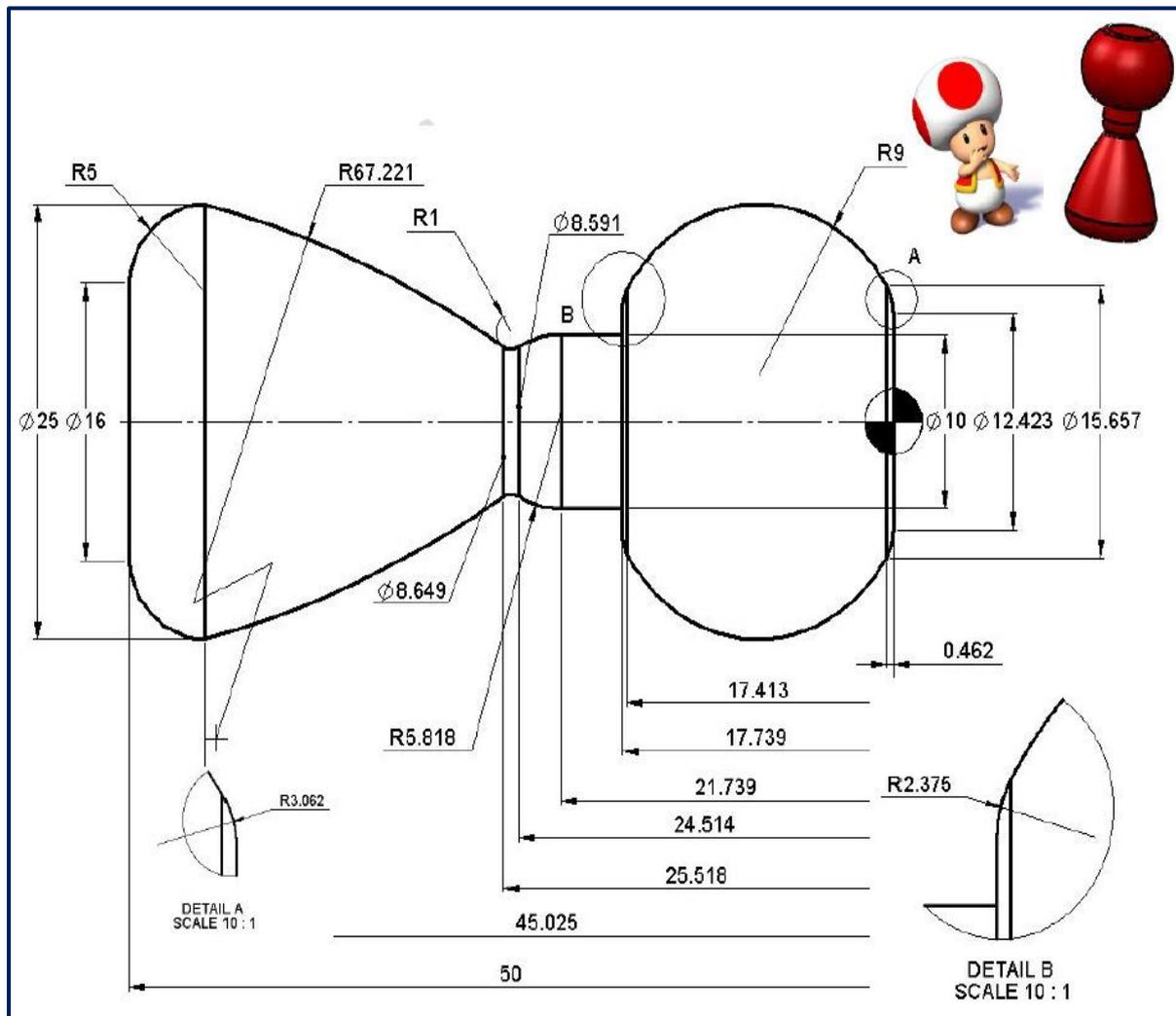
Nota. En la figura se observa el desplazamiento de los ejes del torno. Tomado de Mundocompresor, 2019.

Aplicaciones del torno CNC

Si se enfoca que en el ámbito de aplicación del torno CNC, han concluido que las diferentes industrias en las que se aplica: fábrica de maquinaria, industria automotriz, fabricación de muebles, industria petrolera, industria médica, incluida la construcción de tuberías de transmisión de agua; cabe señalar que las máquinas tradicionales tienen la misma aplicación, pero por el contrario, los procesos de fabricación suelen ser muy costosos si lo centramos únicamente en el área de producción, gracias al largo tiempo que requieren.

Figura 9

Vista frontal de salero para mecanizar en torno CNC



Nota. En la figura se observa el plano en vista frontal de un salero para mecanizar en torno CNC. Tomado de Fenerty y Prentice (2016)

Castro (2017) precisó que: según Héctor Andrés Cuesta, jefe de ingeniería CNC de Imocom -empresa que comercializa máquinas CNC especializadas- el 80% de los industriales mecanizan acero en forma de barras, tubos y planchas, y el 20% restante trabajan en cobre para producir, por ejemplo, llaves de casa, llaves de baño, etc. Solo unas pocas organizaciones fabrican titanio para crear materiales de implantes dentales, y los tornillos quirúrgicos o tornillos quirúrgicos se utilizan en métodos quirúrgicos.

También agrega que algunos fabricantes en Colombia utilizan tornos para hacer materiales no metálicos, como caucho para automóviles y materiales de ingeniería, como sellos y sujetadores, incluso acrílico, como: cera y madera, para hacer piezas de maquetas.

¿Qué trabajos realizan los tornos CNC?

Garrigues (2019) explica: Los tornos CNC tienen el potencial de hacer todo el trabajo que habitualmente realizan diferentes tipos de tornos, como tornos paralelos, tornos copia, tornos torreta, tornos automáticos e incluso tornos verticales. Los ejes X y Z pueden moverse paralelos entre sí, dando resultados según la geometría de la pieza, que puede ser diferente: mecanizado cónico o esférico.

Las herramientas se alojan en una cuna unida al cabezal, que alberga hasta 20 cunas diferentes que se pueden girar según el programa seleccionado, lo que facilita la ejecución de piezas complejas. La Figura 10 muestra una pieza de metal maquinada en un torno CNC usando el programa Mach3.

Figura 10

Piezas metálicas mecanizadas en torno CNC

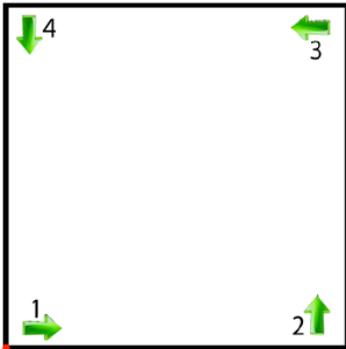
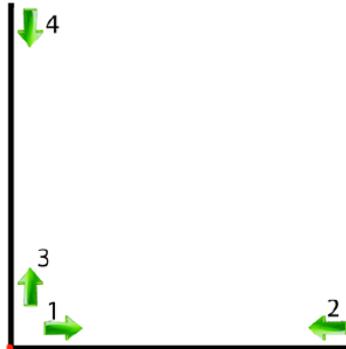


Nota. Piezas mecanizadas con el torno CNC del SENATI Juliaca con programa Mach3.

Programación de los tornos CNC

En la tabla 3 se describió los objetivos a cumplir en el proceso de programación en el torno CNC con el programa Mach3.

Tabla 3*Objetivos a cumplir con la programación*

Necesidad	Descripción
Anuncio completo	Debería tener un mensaje completo, de nada sirve mover el motor X si no sabe cuánto debe mover el motor Y.
Anuncio correcto	<p>Si se modifica el mensaje entrante, se puede pasar de 10 pasos de compensación a 1000 compensaciones, dañando todos lo torneado, la mesa y provocando así un accidente.</p> <p>Si desea hacer un cuadrado (X, Y, -X, -Y) es importante seguir un orden, no tiene sentido moverse en la barra X y volver a la barra X y moverse en la barra X Y, si el pedido no se cumple, la pieza no será la misma.</p>
Anuncio Ordenado	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Corte con y sin orden</p>
Solicitud de mensaje	El programa no sabe cuánto tiempo lleva ejecutar el comando, por lo que se solicitará un mensaje de seguimiento según sea necesario.
Tiempo de entrada	No puede tener un tiempo de espera, una vez que se completa una operación, debe comenzar con la siguiente, por lo que debe tener al menos un mensaje listo.
Anuncio de ejecución rápida	También debe poder enviar mensajes ejecutados inmediatamente sin esperar.
Comunicación de recepción	Tienes que asegurarte de que te ha llegado el mensaje, la tarjeta informa que el anuncio es correcto.
Cero	Se deben enviar instrucciones para borrar todas las instrucciones y comenzar de nuevo.

Nota. En la table se observa los objetivos a cumplir con la programación en el torno CNC. Tomado de Reinoso, 2017.

Castro (2017) señaló que: al iniciar un programa de CNC se deben considerar tres componentes: el cero máquina, cero piezas y la señal de alusión. El primero será el punto donde está el sistema de coordenadas original de la unidad y está esencialmente en el eje X-0.

El segundo es el sistema de referencia elegido por el programador, que tiene en cuenta la geometría y observaciones de la pieza a mecanizar. Esta función debe preverse en todo modelo de pieza nuevo con X como cota del centro del eje principal Z. La distancia entre el punto cero de la máquina y la cota seleccionada.

Finalmente, el dato programado por el fabricante del torno es donde la máquina herramienta fija sus medidas de coordenadas; cada vez que el operador opera la máquina herramienta, el operador debe conducir el vehículo hasta ese punto, de lo contrario, el torno no puede iniciar el proceso de mecanizado.

Dicho esto, los códigos de programación más convenientes se presentan en conjuntos de instrucciones digitales, de la siguiente manera:

Número de secuencia N

Se define como el número de línea de comando del programa, denotado por la letra N; en tornos CNC convencionales, es capaz de proporcionar hasta 9999 instrucciones consecutivas, y estos comandos están numerados 10 x 10, para que el programador pueda emitir instrucciones adicionales.

Funciones preparatorias G

En el programa, la letra G seguida del número especificado en la norma ISO tiene ciertas funciones que hacen que el torno realice correctamente su función, de las cuales 4 tipos son funciones de preparación.

Marcha de movimiento

Las marchas de navegación más adecuadas son: G00, G01, G02, G03, la primera de las cuales proporciona el movimiento preciso del carro de la herramienta desde la ubicación de la máquina hasta la ubicación donde el operador o programador especifica las coordenadas, esta función cambia la herramienta cada vez. la máquina herramienta está activada.

La segunda, la interpolación lineal, muestra cómo se mueve la herramienta al desarrollar una pieza de trabajo que el operador ha programado para realizar operaciones básicas como torneado, torneado y ahusado.

Del mismo modo, la tercera función, es decir, G02, es la de interpolar el círculo recto, que se utiliza cuando se quiere mecanizar una superficie esférica o una zona radial; la diferencia con lo anterior es que la característica G03, que es la cuarta función de movimiento relevante, es una interpolación de círculo izquierdo, que también está diseñada para mecanizar piezas esféricas o redondas.

Funciones tecnológicas.

Utilizada para planificar la rapidez del cabezal y el progreso de trabajo. El operario puede planificar esa rapidez en revoluciones por minuto (rpm), con la funcionalidad G97 o en milímetros por revolución mm/rev, con la funcionalidad G96, hacerlo girar a una velocidad de corte constante. Por igual ocurre con el progreso, el operario puede planificar en rpm con la funcionalidad G95 o lo puede laborar en mm/rev con el código G94.

Funciones de conversión.

Es el movimiento de las coordenadas para entablar un nuevo cero de pieza y se programa, por medio de códigos que van del G54, hasta el G59. Esta funcionalidad

además se utiliza para modificar el sistema de medidas de la máquina, bien sea de pulgadas a milímetros o a la inversa, por medio de las funcionalidades de G90 y G91.

Funciones de mecanizado especiales.

La mayoría de estas funciones reconocidas corresponden al ciclo de enlace y están representadas por el código G33. Otras funciones de esta categoría son el refrentado, el taladrado, el roscado y el mandrinado.

Programación de cotas

Esto se relaciona con la programación orbital que deben realizar los dispositivos, para formar un perfil de segmento, en su plano, utilizando los ejes X - Y o ejes polares. Antes de la planificación del dimensionamiento, el operador debe conocer el exceso de material a eliminar, que se ajusta al número de alimentaciones y la rugosidad superficial ideal del mecanismo final.

Programación de la herramienta T

La herramienta de torneado se programa con la letra T, en referencia a la primera letra de la palabra inglesa tool, seguida del número que ocupan todas en la torreta de herramientas; porque cada útil de corte tiene una medida y radio diferente, el operador debe ingresar valores específicos para cada herramienta en el sistema para que la operación se pueda realizar correctamente.

Factores tecnológicos

Durante el proceso de fabricación, el operador del torno CNC debe tener en cuenta componentes como el material y la composición de la pieza, así como varios recursos críticos para garantizar un giro perfecto para su posterior inspección en:

Velocidad de corte.

Se sistematiza con el símbolo S que es el primer símbolo de la palabra inglesa Speed (velocidad) y un número, puede ser un costo fijo que mantiene el operario

durante el proceso de maquinado o algún conveniente a la velocidad de giro (rpm) del cabezal principal, según a su radio de la pieza a girar a continuación.

Avance.

Los tornos CNC se programan con la letra F de avance seguida de un número que puede representar el paso del útil de corte en mm/rev. o mm/min, luego use el valor máximo del sistema.

Refrigerante.

Durante la mayoría de las operaciones de procesamiento, se debe usar refrigerante en el área donde cortará la herramienta para mantener su filo y el corte del metal sea perfecto.

Funciones auxiliares M

Estas funcionalidades se aplican para visualizar el desempeño de la máquina, tales como: sentido de giro, parada del husillo, activación o desactivación del refrigerante, apertura y cierre de puertas, fin de programa, entre otras funciones.

Programa CNC

- a. M00. Se utiliza para detener la máquina cuando se requiere un control manual del proceso.
- b. M01. Indica una parada de programa opcional, que se usa comúnmente en el procesamiento de la primera parte.
- c. M02. Se utiliza para terminar el programa.
- d. M30. Se utiliza para terminar el programa, pero a diferencia del M02, esta función vuelve automáticamente al programa original.

Giro del Cabezal

- a. M03. Esto indica que el cabezal girará en dirección de las agujas del reloj.

- b. M04. Se usa para que el cabezal girara en dirección contraria a las agujas del reloj.
- c. M05. Esto significa dejar de girar la cabeza.

Funcionamiento de la Máquina

- a. M08. Encender comando del refrigerante.
- b. M09. Apagar comando del refrigerante.

Ventajas y desventajas de los tornos CNC y tornos convencionales

En la tabla 4 describió y comparó las ventajas y desventajas del torno CNC y el torno convencional.

Tabla 4

Ventajas y desventajas de los tornos CNC y tornos convencionales

Ventajas de los tornos CNC	Ventajas de los tornos convencionales
	
<ul style="list-style-type: none"> • Solo es necesario un operador que este supervisando que todo se haga de consenso al programa antes llevado a cabo. • Gran exactitud en las partes maquinadas. • Ideal para el torneado de grandes porciones de partes. • Puede hacer geometrías o partes complicadas. • Accionar de algunas herramientas de corte paralelamente. • Se disminuye la época de maquinado con respecto al torno común. • El acabado principalmente es mejor que en torno común. • Se disminuye o descarta por completo el componente del error humano. 	<ul style="list-style-type: none"> • EL torno convencional puede ser accionado por el operador (como el que utilizan los alfareros) o accionamiento eléctrico. • Los costos de mantenimiento son más bajos que los tornos CNC. • Tienen la capacidad de mecanizar piezas grandes en tornos horizontales o verticales. • Adecuado para casos en los que la proporción de piezas a procesar es pequeña. • Si el tornero tiene una gigantesca destreza tienen la posibilidad de obtener bastante buenos resultados.

Desventajas torno CNC	Desventajas torno convencional
<ul style="list-style-type: none"> • El torno CNC en sí, es bastante costoso. • EL mantenimiento que se le debería ofrecer para que opere correctamente es más caro que un torno común. • La medida de las partes a tornearse es más reducida y se disminuyen principalmente a partes pequeñas. • Se necesita un programa anterior (CAD) para lograr hacer el trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario un largo tiempo para tener la destreza elemental para obtener buenos acabados. • No es efectiva si es necesario maquinar grandes lotes de partes. • Solo permiten que se encuentren actuando 1 o 2 herramientas de corte paralelamente.

Nota. En la tabla se observa las ventajas y desventajas de los tornos CNC y tornos convencionales. Tomado de IDOCPUB, 2019.

2.3. Definición de terminología empleada

Automatización

Son el grupo de: Los recursos o transformaciones informáticos, electromecánicos y mecánicos, con poca o ninguna mediación humana, suelen utilizarse para mejorar y mejorar el rendimiento de las instalaciones industriales, sin embargo, la automatización puede utilizarse indistintamente en estadios, granjas o incluso en la infraestructura de nuestra ciudad. Logicbus (2018).

Coordenadas

ORT Campus Virtual (2019) sugirió que: es el nombre del punto en el que se encuentra el sistema en el espacio. En este caso, un plano de 2 capas. Descartes fue el primer matemático en usarlos formalmente, de ahí el nombre Descartes.

Sistema CNC

Ecured (2019) explicó que: se denomina Control Numérico Computarizado, además denominado CNC, dispositivo capaz de controlar la posición de piezas mecánicas en movimiento utilizando instrucciones desarrolladas de forma totalmente automática utilizando información digital en tiempo real.

En medio de las actividades de maquinado que tienen la posibilidad de hacer en una máquina CNC se hallan las de torneado y de fresado. Con esta mezcla es posible producir la mayor parte, de las partes usadas en cualquier dispositivo o mecanismo.

Dato

Los datos son números, letras o símbolos que describen un objeto, estado o situación. Estos son hechos primarios sobre personas, cosas o transacciones para diversos fines, incluida la realización de elecciones. Desde la perspectiva de una computadora, los datos se representan como pulsos o impulsos eléctricos a través de conexiones de circuitos eléctricos conocidas como señales digitales, es lo que indica SITES (2020).

Registro

Básicamente reside en una pequeña área de memoria en la memoria central y varias memorias de acceso rápido, o en una ubicación oculta en el disco duro que no se puede cambiar fácilmente.

En Microsoft Windows, el registro soporta una base de datos que contiene todos los archivos de configuración y funciones asociadas a cada aplicación, software, usuario y configuración de dispositivos (es decir, todo lo relacionado con el software), que también incluye información y configuración de los dispositivos conectados. (es decir, hardware del sistema). Sistemas (2012).

Archivo

Según Ecured (2019) indicó que: Una unidad lógica consiste en una cadena limitada de bytes o un grupo de información relacionada almacenada en un sistema de archivos ubicado en el almacenamiento secundario de una computadora (disco duro, unidad de disco extraíble, CD-ROM, etc.) nombrar y guardar en el disco.

Los archivos se agrupan en carpetas en el sistema de archivos y su ubicación está determinada por los nombres de los documentos y las extensiones de los archivos. El nombre es parte de un identificador único para otros archivos en el mismo directorio. Según el sistema de archivos, los archivos pueden tener atributos especiales como: fecha de creación, fecha de última modificación, solo lectura, caché del sistema, propietario y función de inicio de sesión. Ecured (2019).

Servomotores

Según CLR (2017), también llamado servo, es una unidad de accionamiento que controla la velocidad, el par y la precisión de la posición. Brindaban un mejor manejo y precisión antes de que fueran alimentados por un inversor porque no nos brindaban control postural y eran ineficaces a bajas velocidades.

Es un servomotor con un codificador en su interior, llamado decodificador, que convierte el desplazamiento mecánico (rotación del eje) en pulsos digitales que son interpretados por el controlador de desplazamiento. Además, utilizan actuadores que funcionan juntos para formar un circuito para controlar la posición, el par y la velocidad. CLR (2017).

Señal digital

Definición (2015) describió que: es un símbolo o señal que brinda información sobre algo para advertir o informar a alguien de un problema. El término también puede referirse a cambios en la corriente eléctrica utilizada para transmitir datos. Número, por otro lado, es un adjetivo que se refiere a algo relacionado con un dedo o un número de ocho dígitos.

Codificadores

Ecured (2019) explicó que: estos son circuitos integrados digitales que convierten código binario, código BCD o cualquier otro código en una forma no

codificada. Por lo tanto, un decodificador puede considerarse lo opuesto a un codificador.

Software

Se refiere a la unidad lógica o soporte lógico de una computadora digital, constituido por un conjunto legal de elementos que hacen posible la realización de una determinada tarea; a diferencia de los elementos físicos de un sistema llamado hardware.

SITES (2020), Describe el elemento lógico que integra un programa informático, como un procesador de textos, para que el cliente pueda realizar cualquier tarea relacionada con la versión del texto; un programa del sistema, como un sistema operativo, básicamente ejecuta el resto del programa, lo que le permite conectarse más fácilmente al resto de la aplicación y proporcionar una interfaz para el cliente.

Hardware

SITES (2020) alguien mencionó: corresponde a cada parte física y tangible de una computadora, sus elementos: eléctricos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, recintos o cajas, varios periféricos y otros factores físicos asociados; El soporte lógico y el intangible son lo opuesto; el término suele ser inglés (literalmente: soft o piezas blandas), no tiene un significado consistente al traducirlo al español, por lo que se toma tal cual y se pronuncia; La RAE lo define como: conectar conjuntos de elementos a una parte física de un ordenador.

Mach3

Aplicación informática, controle la máquina herramienta CNC a través de la computadora, sin equipo DSP y sin arranque y parada del husillo, succión, etc. Control total de las máquinas herramienta CNC. Robótica (2018).

Programa

Significado concepto (2018) indicó que: Cuando hablamos específicamente de programas informáticos, nos referimos a programas. Estamos hablando de aplicaciones y recursos que le permiten realizar diversas tareas en una computadora (computadora), teléfono u otro grupo técnico. Para desarrollar programas de computadora, necesita usar lenguajes de programación que le permitan controlar máquinas. Usando varias reglas semánticas y sintácticas, estos lenguajes definen los datos que transfiere un programa y los datos con los que la computadora debe interactuar.

Torno

Una máquina rotativa más antigua y más común que comprime una pieza de metal o madera y la gira mientras la fuerza de corte da forma al objeto. Efectivamente, puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de rotación para obtener piezas con piezas cilíndricas o cónicas o para cortar ranuras. Con la ayuda de herramientas especiales, los tornos también se pueden utilizar para obtener superficies lisas, por ejemplo, para fresadoras o para taladrar agujeros en piezas. Ecured (2019).

Mecanizado por arranque de viruta

El decoletaje, o mecanizado con arranque de viruta, es bien conocido en el proceso de construcción, donde se eliminan bloques de material mediante máquinas y herramientas con aristas excesivamente afiladas. Así tienen la posibilidad de fabricarse y perfilarse toda clase de partes como tornillos, ejes, etc., y de esta forma formar en serie lotes de cualquier tamaño. Ecured (2019).

Husillo

Parte más relevante y distintiva de la máquina es el elemento final o eslabón de transmisión que sujeta el producto o herramienta que la mecaniza y las piezas que se le unen, así como su preparación e instalación, su montaje, depende en gran medida del corte y la precisión del área de fabricación de la pieza. Ecured (2019).

Refrigerante

Según Ecured (2019), Es todo cuerpo o sustancia que actúa como refrigerante absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde una perspectiva de refrigeración mecánica, se puede pensar que un refrigerante transfiere calor desde un punto donde absorbe calor, hirviendo a baja temperatura y presión, hasta un punto donde rechaza calor, usando evaporación líquida y compresión de vapor. temperatura y presión.

Velocidad de corte

Se define como la velocidad lineal del sector de procesamiento. La alta velocidad de corte permite reducir el tiempo de mecanizado, pero aumenta el desgaste de la herramienta. Velocidad de corte m/min o ft/min.

Los materiales más utilizados en la investigación de laboratorio tienen una velocidad de corte específica. Los componentes que afectan la aceleración de corte son:

- Las características del material de las herramientas de corte y sus magnitudes.
- La calidad del metal que se va a mecanizar.
- Avance de herramienta y profundidad de corte.
- Utilice fluido de corte (aceite en agua o refrigerante).
- Montaje del material por tipos de procesos.
- Montar la herramienta de corte según el proceso. Escuelaing (2019).

Velocidad de avance

Se define como la velocidad a la que la herramienta se mueve a través del área del objeto, desde el consenso hasta el material. Puede expresarse como mm antes de parte/revolución, o como - pulgadas/revolución. Escuelaing (2019).

Refrentado

Se basa en pasar una herramienta de revelado a través de la superficie de la pieza de trabajo para producir un área plana que se mantiene en movimiento de rotación entre la mordaza de la pieza de trabajo, una placa lisa o una superficie. Si la pieza de trabajo no está montada en el mandril, cuando se enfrenta a los 2 lados del mismo, se debe girar después de completar el primer lado y luego repetir para el otro lado. Arukasi (2017).

Cilindrado

Ecured (2019) explicó que: esta operación se basa en el mecanizado exterior o interior, al que se someten piezas mecanizadas cilíndricamente. Para ello se ajusta la profundidad del canal y por tanto el diámetro del cilindro mediante el carro transversal, y la longitud del cilindro mediante el carro paralelo. Los carros paralelos pasan automáticamente del consenso al desarrollo del trabajo requerido.

Roscado

Es una operación de mecanizado que corta ranuras en espiral de igual paso en la superficie exterior de un cilindro (tornillo) o dentro de un agujero (tuerca). Ecured (2019).

Herramienta de corte

El acero de alta velocidad (HSS) se usa en muchas herramientas porque cumple con estos requisitos y se puede moldear fácilmente en una amoladora. Sin embargo, cabe señalar que su adopción es limitada porque la mayoría del

mecanizado en masa se realiza actualmente con herramientas de carburo de tungsteno, un material que es más duro y resistente al calor. Escuelaing (2019).

Parámetro

En informática, un parámetro o parámetro es una variable que puede ser recibida por una rutina o subrutina. Una rutina utiliza los valores asignados a sus parámetros para cambiar su comportamiento durante la ejecución. La mayoría de los lenguajes de programación tienen la capacidad de conceptualizar subrutinas que aceptan cero o más argumentos. Panthera9105 (2017).

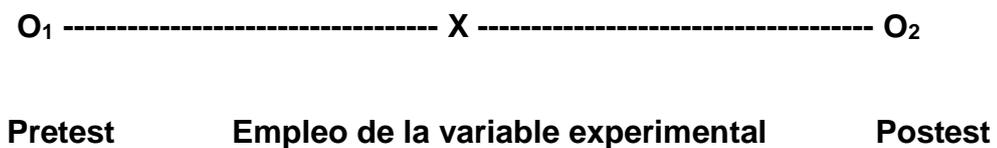
CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada en esta tesis tiene un diseño preexperimental, ya que se identifican los indicadores (pretest y posttest) y se comparan los resultados de las dos categorías.

Esquema Pre experimental



Representación de las variables:

O_1 = Programación del software convencional del torno CNC (Pre-test).

O_2 = Programación del software Mach3 del torno CNC (Posttest).

X = Aplicación del software Mach3 (empleo de la variable experimental).

Donde se determinará la diferencia entre la O_1 y O_2 , para determinar si seguirán las mejoras.

En dónde:

M_1 : Muestra

X_i : Variable Independiente

O_1 : Observación N° 1

O_2 : Observación N° 2

Y_i : Variable dependiente

La presente tesis se desarrolla mediante un enfoque metodológico cuantitativo, es decir, se describe la aplicación del software Mach3 para mejorar la programación y obtener una buena calidad de mecanizado en el Torno CNC.

Nivel de Investigación

Esta tesis es de nivel aplicado, dada la realidad de que el concepto de investigación aplicada, según Vargas (2009), tiene una base sólida de orden epistemológico y de orden histórico para responder a los desafíos que exige comprender sociedades complejas y cambiantes.

La base epistemológica de este término se basa en distinciones tales como saber y hacer, conocimiento y práctica, interpretación y aplicación, verdad y acción. También requiere una combinación diferente de metodología y documental comunicativo que la investigación detallada e interpretativa. Todavía se necesitan controles y regulaciones institucionales para hacer estas distinciones y evitar imponer la misma metodología y esquema de documentación en diferentes exámenes.

El estudio cumple con las directrices para la investigación aplicada, ya que se desarrolla el maquinado de piezas en el Torno CNC, aplicando el Software Mach3 para mejorar la programación y calidad de mecanizado en estas máquinas.

Diseño de la investigación

El diseño de investigación aplicada es un diseño cuasi experimental, porque en estos estudios no se tiene pleno control de las variables intervinientes, así como que el grupo experimental no es establecido por el investigador. Según Robles (2017) dio a conocer que: Este diseño de investigación es un conjunto de métodos y procedimientos para recolectar y analizar mediciones de las variables especificadas en el estudio de la pregunta de investigación. El diseño de investigación define el tipo de investigación (descriptiva, correctiva, cuasiexperimental, experimental, retrospectiva o metanálisis) y subtipo (por ejemplo, estudio de caso descriptivo longitudinal), preguntas de investigación, hipótesis, variables independientes y dependientes, diseño experimental y plan de análisis estadístico.

Para realizar los cálculos estadísticos, se tomó como referencia a los estudiantes de los dos últimos semestres del Área de Metalmecánica (V y VI semestre), ya que son ellos los que aplicaron la implementación del Software Mach3 en la programación del torno CNC que cuenta la institución.

3.2. Población y muestra

Población

El estudio fue realizado por estudiantes de los dos últimos semestres de SENATI-Juliaca metalmecánica, el número de poblaciones muestreadas se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5

Estudiantes e instructores del área de metalmecánica SENATI Juliaca

Área de Metalmecánica	V Semestre	VI Semestre	Total
Estudiante	35	23	58
Instructores	1	1	2
Total, de estudiantes e instructores del Área de Metalmecánica			60

Nota. En la tabla se observa la población que se designó para la investigación del SENATI Juliaca.

Según Galbiati (2006) se refirió que: Una población es un grupo de todos los valores de un fenómeno o propiedad que desea observar. El nombre de la variable también se utiliza para nombrar el grupo. Por ejemplo, la edad de los estudiantes de secundaria en el distrito, la preferencia expresada por una marca de jabón por parte de un grupo de compradores, el diámetro de una muestra de un artículo hecho a máquina, etc.

Muestra

Así mismo Psyma (2015) indicó que: el muestreo es un instrumento para establecer qué parte de una población debemos examinar una vez que no es viable

hacer un censo. Es dependiente de las metas del análisis el escoger una muestra probabilística o no probabilística.

La muestra de estudio realizado es una muestra probabilística ya que se realizó al azar de forma simple y la muestra de la investigación se obtuvo mediante la fórmula estadística para poblaciones limitadas con un margen de error del 0,05%.

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N - 1)E^2 + Z^2 * P * Q}$$

En donde:

n = Tamaño de muestra

Z = Valor Z curva normal (1.96)

P = Probabilidad de éxito (0.50)

Q = Probabilidad de fracaso (0.50)

N = Población (60)

E = Error muestral (0.05)

Sustituyendo la fórmula:

$$n = \frac{(1.96)^2 * (0.50) * (0.50) * (60)}{(60 - 1) * (0.05)^2 + (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}$$

$$n = \frac{(3.84) * (0.25) * (60)}{(59) * (0.0025) + (3.84) * (0.25)}$$

$$n = \frac{(0.96) * (60)}{(0.1475) + (0.96)} \quad n = \frac{57.6}{1.1075} \quad n = 52$$

Realizado el cálculo de muestra de la investigación fue de 52 entre estudiantes e instructores, a los cuales se realizó la encuesta respectiva a través de preguntas simples, relacionado con el tema de investigación.

3.3. Hipótesis

Hipótesis general

El uso del Software Mach3 optimiza y mejora significativamente la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a Control Numérico Computarizado, en el Área de Metalmecánica de SENATI – Juliaca.

Hipótesis específicas

H₁: El uso del Software Mach3 influye en el funcionamiento del programa-pieza en el torno a Control Numérico Computarizado del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca.

H₂: El uso del Software Mach3 influye en la mejora de la satisfacción de la programación y calidad del mecanizado que integra el sistema de control del torno a Control Numérico Computarizado del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca.

3.4. Variables - Operacionalización

Variable independiente: Aplicación del software Mach3

BobCAD-CAM (2011) señaló que: Mach3 es un programa de control por computadora que se comunica con el servomotor mediante el uso de una computadora, el programa es asequible y fácil de manipular, lo que permite una variedad de organización automatizada de sus máquinas tradicionales en una máquina CNC o para crear una máquina CNC a bajo costo, esta versión de Mach3 con un componente adjunto que permite la comunicación directa entre el control y CAD/CAM sin necesidad de mantener y exportar G-code.

Además, el programa es uno de los sistemas de control más ligero de la industria. Este software es totalmente compatible con toda la gama de los sistemas y máquinas CAD-CAM del mercado industrial.

Para la automatización y agilización de procesos de mecanizado en el Torno CNC, Este software le permite administrar los recursos requeridos por el sistema operativo de la máquina y así poder realizar operaciones adecuadas y con un buen acabado final.

Sandoval (2017) planteó que: de acuerdo con IEEE, un programa en sí mismo es una colección de programas de computadora, métodos, estándares, documentos y datos relacionados que son parte de la operación de un sistema de computadora. En otras palabras, el lenguaje hablado no es más que todos los programas o aplicaciones que componen una computadora y le permiten realizar una tarea específica.

El programa le dice al hardware cómo operar para que todos los programas que usa en su computadora sean un solo programa: navegadores web (Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox), sistemas operativos, software antivirus, Microsoft Word, Excel, presentaciones de diapositivas, etc.

Variable dependiente: Satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno CNC

Grupo Carman (2016) confirmó que: Muchas máquinas herramienta que están controladas por control numérico por computadora requieren que los programadores ingresen una serie de códigos que forman el llamado programa de mecanizado en paralelo. Para ello, un programador debe conocer la programación en lenguaje máquina que debe utilizar para poder realizar un trabajo de calidad proceso mecánico.

Sin embargo, con la misma intención de que la programación de la máquina sea lo más sencillo, viable en el lenguaje estandarizado ISO, los códigos son introducidos a modo de bloques sucesivos, siendo todos ellos una instrucción para el control.

Paralelamente, los bloques tienen la posibilidad de estar enumerados de manera ascendente y de consenso al orden en que se quiera que las normas sean ejecutadas, así sea de 5 en 5, de 10 en 10 o como mejor lo considere el programador, permitiéndole después añadir bloques intermedios según sean necesarios.

De esta forma, puesto que cuando el programa completo para el torneado de la pieza está cargado en la computadora del torno CNC, basta con iniciarlo y aguardar que la máquina culmine el trabajo. No obstante, hace falta una persona capacitada para hacer los cálculos necesarios y conseguir el programa correcto y casi tener un óptimo resultado al mecanizar.

Definición operacional

Usaremos las siguientes variables para apoyar y validar la hipótesis presentada en esta tesis:

Variable Independiente

Aplicación del Software Mach3: el software es el alma de toda máquina CNC. Es un procedimiento primordial de poder automatizar una máquina-herramienta que se operan mediante comandos programados. Las aplicaciones del control numérico computarizado no se concentran únicamente en el mecanizado de metales con mucha precisión; se puede emplear también en otros tipos de industrias que sean ajenos al de metalmecánica, por ejemplo: en la industria de la carpintería y ebanistería.

Variable dependiente

Satisfacción del Operador en la Programación y Calidad de Mecanizado en el Torno CNC: Sentimiento de bienestar que muestra el operador frente al proceso de programación de mecanizado en el torno CNC, valorando el conocimiento, tiempo y calidad en la ejecución de la tarea. Por esta razón, los programadores deben conocer el lenguaje de máquina que están programando para lograr una buena calidad de procesamiento.

Operacional de las variables

La operacionalización de variables es un proceso lógico que le permite desglosar los conceptos que forman parte del estudio para hacerlos menos abstractos y más útiles para el proceso de estudio. Ver anexo 2 para la matriz operativa de las variables en este estudio.

3.5. Métodos y técnicas de investigación

Test: Es una técnica derivada de entrevistas y encuestas; su propósito es obtener información sobre las características definidas, en este caso habilidades, destrezas y pensamiento creativo, con la ayuda de preguntas, actividades y manipulaciones; observado y evaluado por el investigador.

La medición de las pruebas se realizará mediante escalas tipo Likert, donde cada ítem incluirá una ordenación de las respuestas desde la más favorable a la menos favorable, lo que permitirá a los alumnos observados extraer conclusiones objetivas y precisas.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Técnicas de recolección de datos

Los siguientes métodos se utilizaron para la recopilación de datos durante todo el proceso de investigación:

La Encuesta: Puede recopilar información que es muy útil para nuestra investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Pretest y posttest para los alumnos, después es tabulado los datos en el programa IBM SPSS Statistics Editor de Datos.

Las listas de verificación le permiten recopilar datos sobre las características y el uso de lo que se implementó, realizar pruebas previas y otros seguimientos para ver si el proceso de trabajo en el torno CNC ha cambiado.

Aspectos éticos

Los investigadores de este artículo se comprometen a respetar los derechos de propiedad intelectual otorgados por SENATI-Juliaca en la investigación presentada, la autenticidad de los resultados y la confiabilidad de los datos.

Ética de la ingeniería conjunto de principios éticos prácticos que examinan y definen las responsabilidades de los ingenieros ante la sociedad, los clientes y la profesión.

Por lo tanto, el experto en ingeniería de sistema debe realizar su trabajo basado siempre en los principios éticos que rige la carrera y los establecidos en la Ley de Delitos Informáticos en el Perú N° 30069.

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1. Estudio de factibilidad

Factibilidad técnica

Según lo investigado se puede indicar que nuestra tesis es factible técnicamente, dado que los recursos necesarios para su desarrollo estuvieron a la disposición, ya que el Centro de Formación Profesional SENATI-Juliaca, brindó todas las facilidades necesarias y los requerimientos para poder desarrollar el proyecto y materializarlo en una tesis, puesto que su aplicación del software Mach3 en el torno CNC, mejorará el mecanizado y el nivel operacional en el área académica de los estudiantes.

En la aplicación del software Mach3, se ha utilizado herramientas tecnológicas, las cuales se describen en la tabla siguiente:

Tabla 6

Aspectos técnicos del proyecto

	Tipo	Descripción
	Torno convencional	Mecanizado convencional
HARDWARE	Torno CNC	Software Mastercam
	Laptop	Para simular programa CNC
SOFTWARE		Mach3

Factibilidad económica

La presente tesis es posible y viable según la perspectiva económica, debido a que el Centro de Formación Profesional SENATI-Juliaca, está presto a cumplir económicamente con la implementación del software Mach3, por lo que mejorará la formación profesional de los estudiantes, aplicando tecnología actualizada y de

calidad. A ello se le agrega que la institución tiene el presupuesto disponible suficiente según el valor económico del proyecto.

Se puede ver los costos detallados de implementación del software Mach3 en la siguiente tabla.

Tabla 7

Presupuesto del proyecto

Recursos	Costos S/.
Humanos	
• Recolección de Información 01 investigador responsable	300.00
• Programador del torno CNC 01 programador responsable	200.00
• Redacción y mecanografiado 01 investigador responsable	150.00
Materiales	
Información de internet	0.00
Útiles de oficina	150.00
Copias	30.00
Técnicos	
Licencia de software Mach3	2800.00
Eje de aluminio de 10 in * 4 in	220.00
Eje de bronce de 15 in * 2 in	300.00
Otros gastos	550.00
Total	4700.00

Factibilidad operativa

La presente tesis es operacionalmente posible, porque el investigador cuenta con el conocimiento necesario acerca de la programación en el torno CNC con el software Mach3, además cuenta con la habilidad para el manejo del torno

convencional en el mecanizado de piezas metálicas y extensa experiencia en el área metalmeccánica.

Es así como el Jefe del CFP del SENATI-Juliaca, establece y crea los cargos con su descripción de funcionalidades, así como se observa y describe en la siguiente tabla:

Tabla 8

Requerimientos humanos necesarios para poner en marcha el proyecto

Tipo	Descripción
Diseñador de piezas mecánicas	Responsable del desarrollo, dar la forma, el tamaño, las técnicas de producción y la puesta en marcha del torno CNC para cumplir funciones o necesidades específicas en el diseño de piezas mecánicas.
Programador y operador del torno CNC.	Responsable de la programación del torno CNC, escribe los códigos para automatizar máquinas con motor que mecanizan el metal.
Control de calidad	Responsable de realizar el control de calidad y la comparación de piezas mecanizadas en el torno CNC.

4.2. Modelamiento

Datos generales de la empresa

El Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) es una organización cuyo objetivo es impartir educación y formación profesional para el desempeño de actividades industriales en los trabajos de instalación, mantenimiento, reparación y producción con el fin de promover el bienestar de la actividad económica en la industria. Fue fundado el año 1961 por iniciativa del SIN de conformidad con la ley N° 26272.

La creación del SENATI fue impulsada por empresarios visionarios y emprendedores industriales, cuya meta y objetivo es satisfacer las necesidades de formar trabajadores con mano de obra altamente calificada para el desarrollo sustentable de la industria.

Desde su creación, se ha identificado como una persona jurídica general con independencia técnica, educativa, administrativa y financiera, con patrimonio propio, con la flexibilidad necesaria para la dinámica del desarrollo industrial y regulada de conformidad con la ley vigente N° 26272.

SENATI es una institución de formación profesional moderna, eficiente, de calidad, con más de 60 años de experiencia en la educación y la industria, que ha desarrollado la Escuela Tecnológica de Informática (ETI) y cuenta con el apoyo de empresas líderes en ingeniería informática y de la industria. Software para la industria de la tecnología de la información.

SENATI financia sus actividades gracias a los siguientes recursos:

- Brindar capacitación y asistencia técnica.
- Cuenta con cooperación técnica internacional y nacional.
- Régimen legal y reglamentario de aportes al SENATI.
- Normas de organización y funcionamiento. (los estatutos del SENATI han sido aprobado por el Consejo Nacional).
- Cuenta con reglamento de contribución.
- Código Tributario.
- Ley N° 26272 de organización y funciones del SENATI.
- SENATI otorgar títulos a nombre de la Nación, de acuerdo a la Ley N° 29672, Ley que autoriza.

Visión

Liderar en América Latina, la excelencia en formación profesional tecnológica.

Misión

Formar profesionales técnicos innovadores y altamente productivos.

Valores

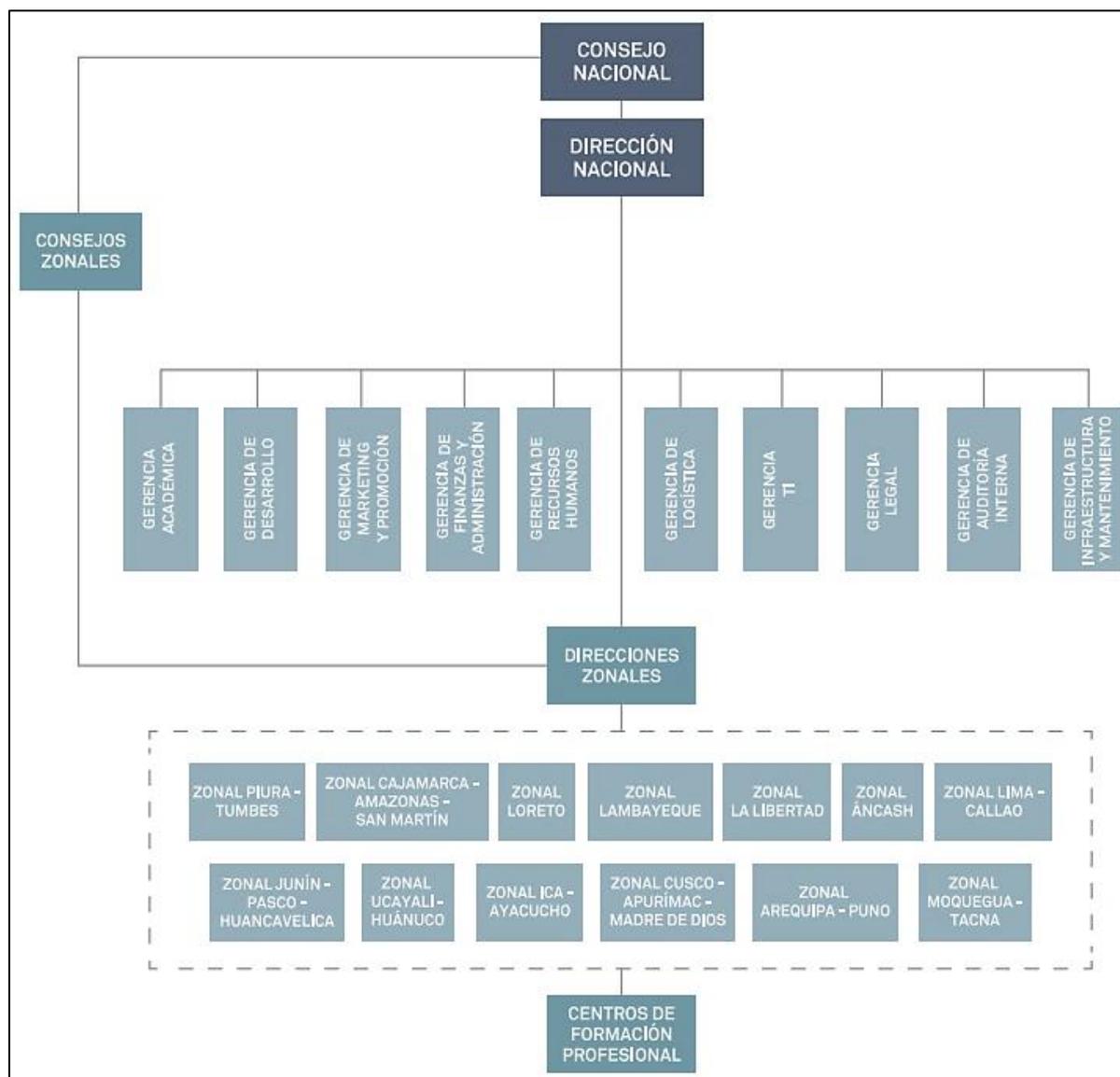
- **Integridad:** Hace lo correcto en cada situación que se presenta.
- **Compromiso:** Responsabilidad por la adherencia profesional al contenido entregado y el logro de resultados de alta calidad.
- **Servicio:** Una actitud de cooperación a largo plazo con los clientes internos y externos, teniendo siempre presente la responsabilidad social de la institución.
- **Disciplina:** Capacidad para actuar metódicamente para lograr los objetivos deseados.
- **Innovación y Creatividad:** Actitud positiva ante el cambio y capacidad de generar nuevas ideas o conceptos, soluciones encaminadas a aportar valor.

Organigrama de la empresa

La figura 11 muestra el organigrama del SENATI a nivel Nacional.

Figura 11

Organigrama de SENATI

**Descripción de las áreas funcionales**

- a) **Concejo Nacional:** Es el máximo órgano de gobierno del SENATI. Corresponde al Comité Nacional desarrollar las políticas del SENATI y establecer las normas necesarias para el mejor cumplimiento de los fines del organismo.

- b) **Director Nacional:** Representante legal del SENATI elegido por el Consejo Nacional, quien es responsable de la gestión académica y administrativa de la institución.
- c) **Consejos Zonales:** Son órganos encargados de ejercer su jurisdicción autorizada por el Consejo Nacional para administrar de acuerdo con las políticas, planes de negocios y presupuestos de la agencia aprobados por el Consejo Nacional.
- d) **Direcciones Zonales:** Son los organismos administrativos y ejecutores de los servicios institucionales en su jurisdicción. La Dirección Zonal está compuesta por directores Zonales y su estructura orgánica es aprobada por el Consejo Nacional a propuesta del Consejo Zonal o Dirección Nacional.
- e) **Jefe de Centro de Formación Profesional:** Responsable de planificar, organizar, dirigir, ejecutar, coordinar, monitorear, gestionar y evaluar los procesos técnicos de acuerdo con los lineamientos establecidos por la dependencia. Proponer proyectos y/o actividades (plan de estudios, infraestructura, materiales, etc.) para mejorar el funcionamiento de los centros de formación profesional.

4.3. Metodología aplicada al desarrollo de la solución

Después de una profunda revisión del marco teórico y los elementos esenciales para la aplicación del software Mach3 para mejorar la satisfacción del operador en la programación y calidad del mecanizado con el torno CNC, se da a conocer la secuencia de procesos y materiales aplicados en la práctica desarrollada con los estudiantes del V y VI semestre del área de metalmecánica del SENATI – Juliaca.

Descripción del taller de máquinas herramientas del Área de metalmecánica de SENATI - Juliaca

El área de metalmecánica del SENATI Juliaca, es uno de los talleres más grandes de la institución, con más de 500 m², en el cual se encuentra el taller de máquinas herramientas que consta de tornos mecánicos, fresadoras, rectificadoras, cepilladoras, taladros de columna y afiladoras de herramientas de corte, dentro de esta área se encuentra el laboratorio de máquinas de control numérico computarizado donde están el torno CNC y todos los equipos auxiliares.

Proceso de mecanizado con el torno CNC antes de la aplicación del software Mach3

Antes de la aplicación del software Mach3 cada instructor maneja su proceso de enseñanza de acuerdo a su experiencia y conocimiento de los equipos, no existe un procedimiento establecido para la enseñanza del manejo del torno CNC, el cual se describe en la figura 12 y tabla 12.

Figura 12

Secuencia de operaciones

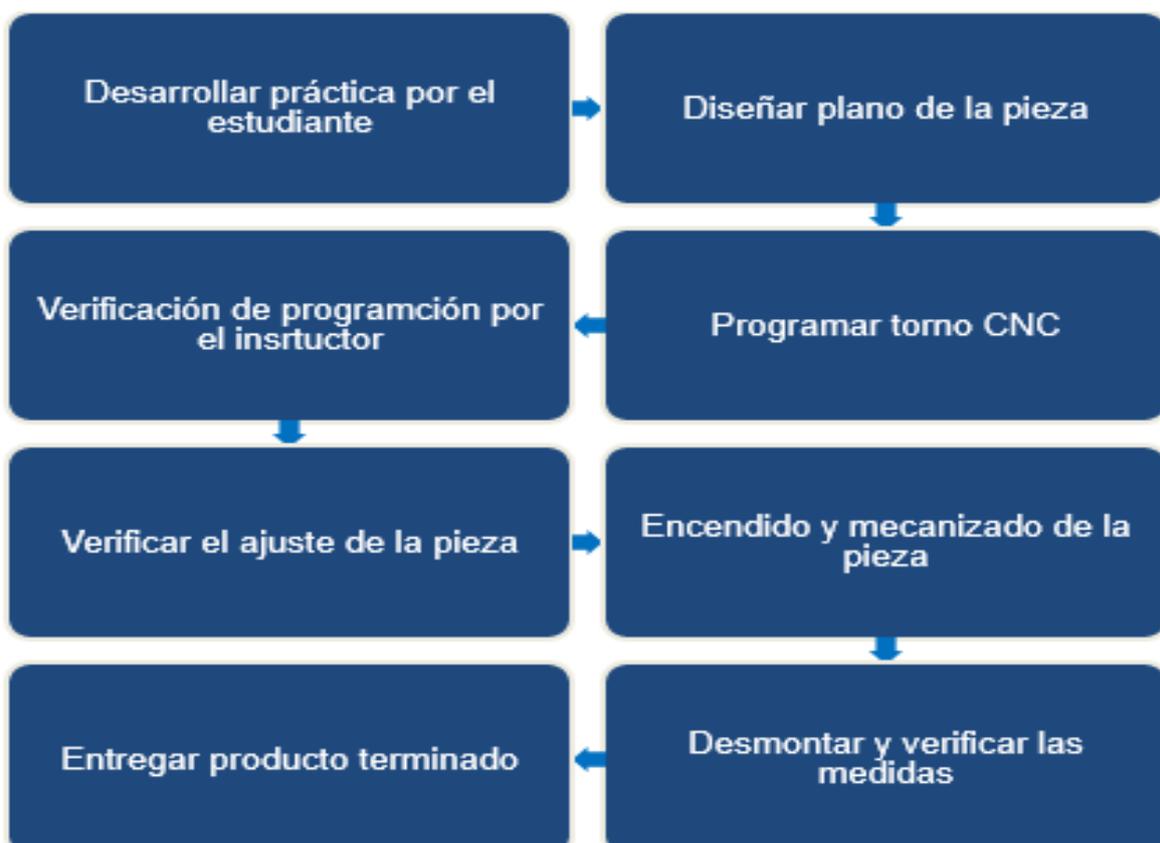


Tabla 9*Secuencia de operaciones*

Actividad	Tipo de técnica	Comentarios
Desarrollar práctica	Mecánico	Estudiante selecciona las piezas y los accesorios serán solicitados de almacén.
Diseñar plano	Mecánico	Estudiante diseña plano en AutoCAD con las dimensiones según hoja de tarea.
Programar torno CNC	Mecánico	Estudiante digitará las medidas de la pieza mecánica diseñada en el plano al programa del torno CNC
Verificación de programación	Mecánico	Instructor y estudiante verifican la programación de la pieza a mecanizar.
Comprobar el ajuste de la pieza	Mecánico	Instructor y estudiante verifican montaje, ajuste de la pieza, estado de las herramientas y cantidad de refrigerante.
Encendido y mecanizado en el torno	Mecánico	Encender, realizar un refrentado y aplicar parámetros de relación con respecto al instrumento, cerrar la puerta e ingresar los datos de relación, hacer un recorrido en vacío en la pantalla LCD, finalmente realizar el proceso de ejecución.
Desmontar y comprobar las medidas		Abra la puerta y comparar las medidas toleradas según el diseño del plano con el vernier o micrómetro.
Entregar pieza mecánica terminado	Mecánico	Entregar el producto al instructor para su verificación y evaluación.

Proceso de mecanizado con el torno CNC con la aplicación del software Mach3

Entre los diversos métodos de práctica que se realizan en el laboratorio, el más importante es la experimentación, para que los estudiantes puedan desarrollar habilidades que, con el tiempo, les serán útiles en su carrera, por lo que se proponen diferentes prácticas que aporten los métodos y procedimientos. Se verifica que la implementación del software Mach3, ayudó a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de procesamiento y lograron mejorar su interfaz con el torno CNC, lo que llevó a una evolución en la capacitación y el desarrollo de sus propias habilidades.

A continuación, se presenta los diagramas de procesos a aplicar en el desarrollo de la práctica, en estos procesos se muestra cómo se puede involucrar al trabajo al instructor con el estudiante del SENATI, mediante una organización en el proceso de formación profesional.

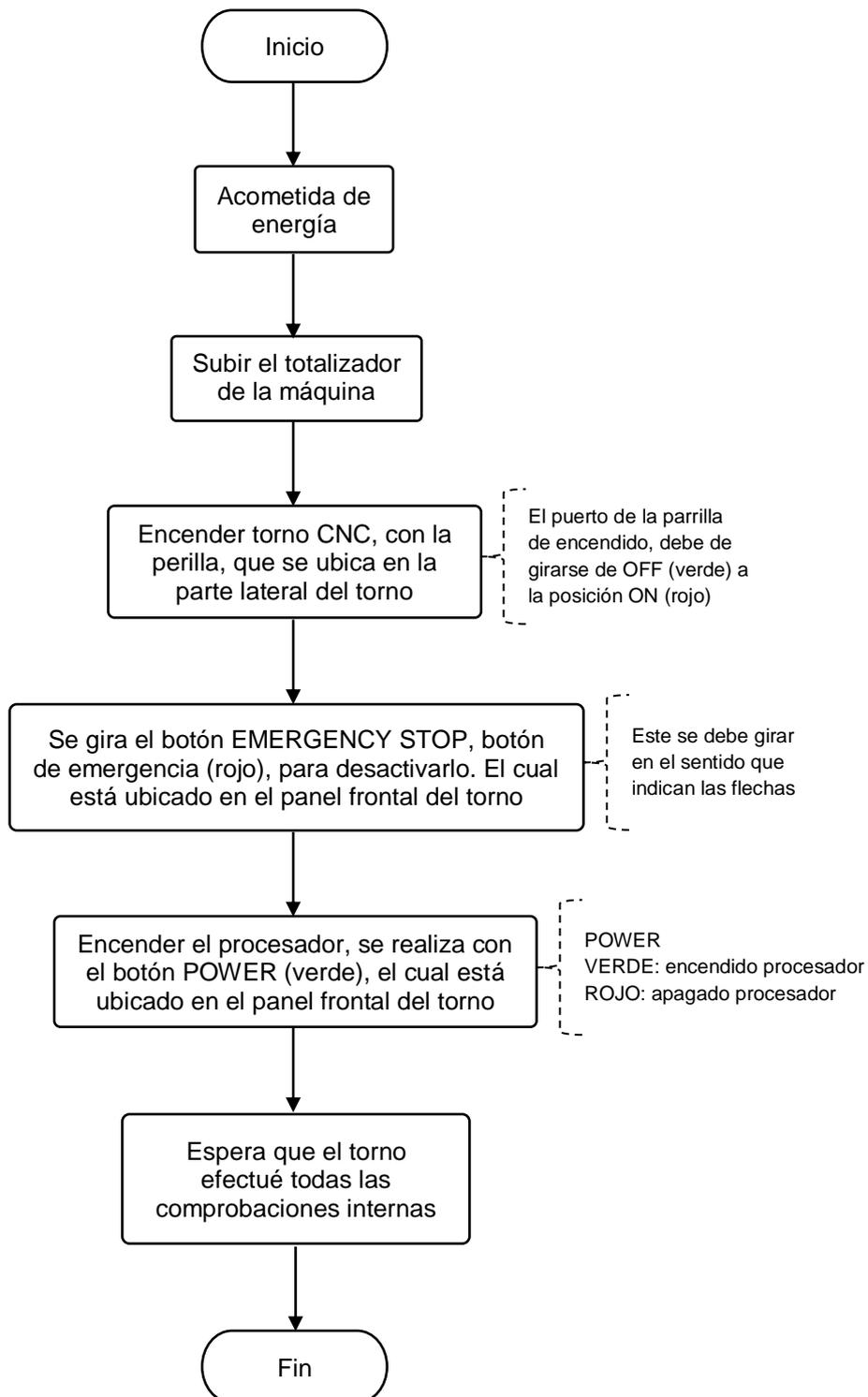
Figura 13*Diagrama del encendido del torno CNC*

Figura 14

Diagrama de desplazamiento de los ejes en forma manual

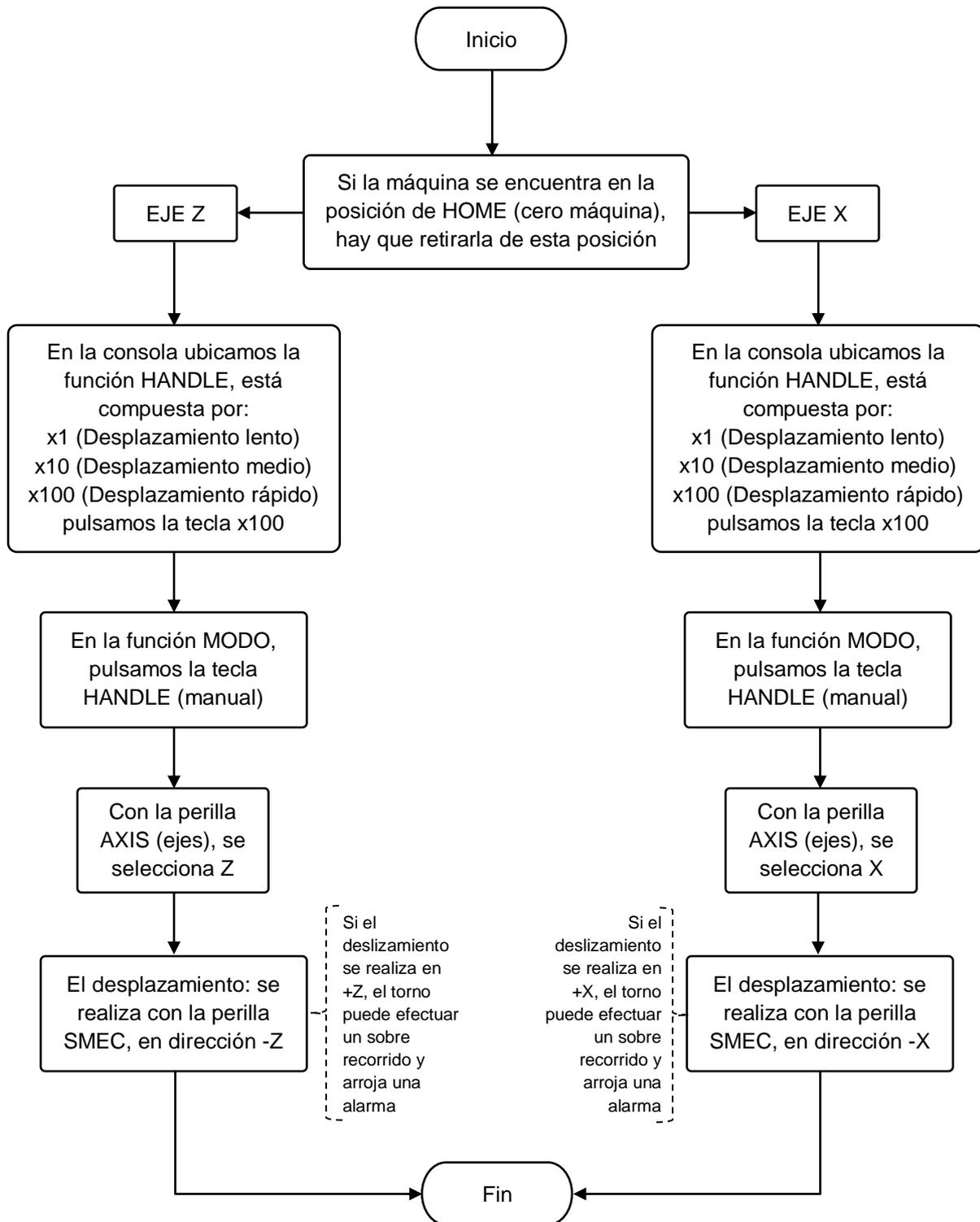
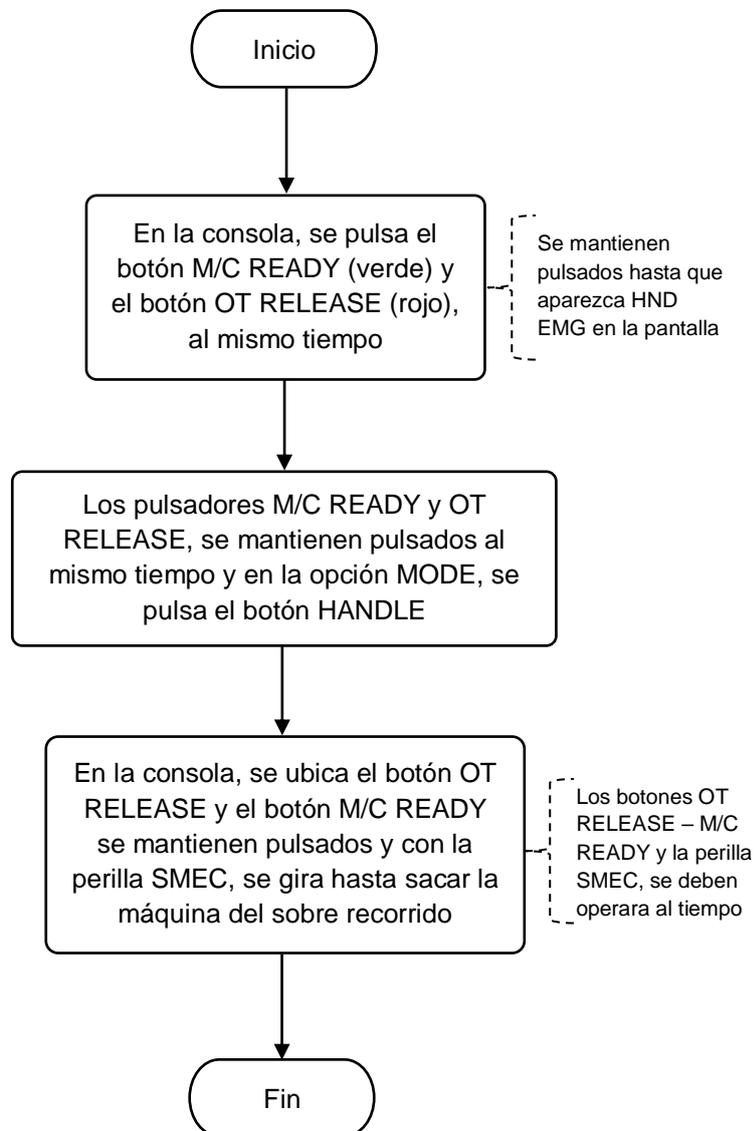


Figura 15

Diagrama de eliminación de alarmas por sobre recorrido del torno CNC



Nota Cuando se presenta un sobre recorrido desplazando los ejes manualmente, se pulsa la opción RESET, para eliminar la alarma y manualmente se lleva los ejes a los parámetros. Cuando encendemos el torno CNC y se olvida de desactivar el botón de seguridad, la máquina arroja una alarma, esta alarma se elimina pulsando el botón M/C READY.

Figura 16

Diagrama para crear un programa

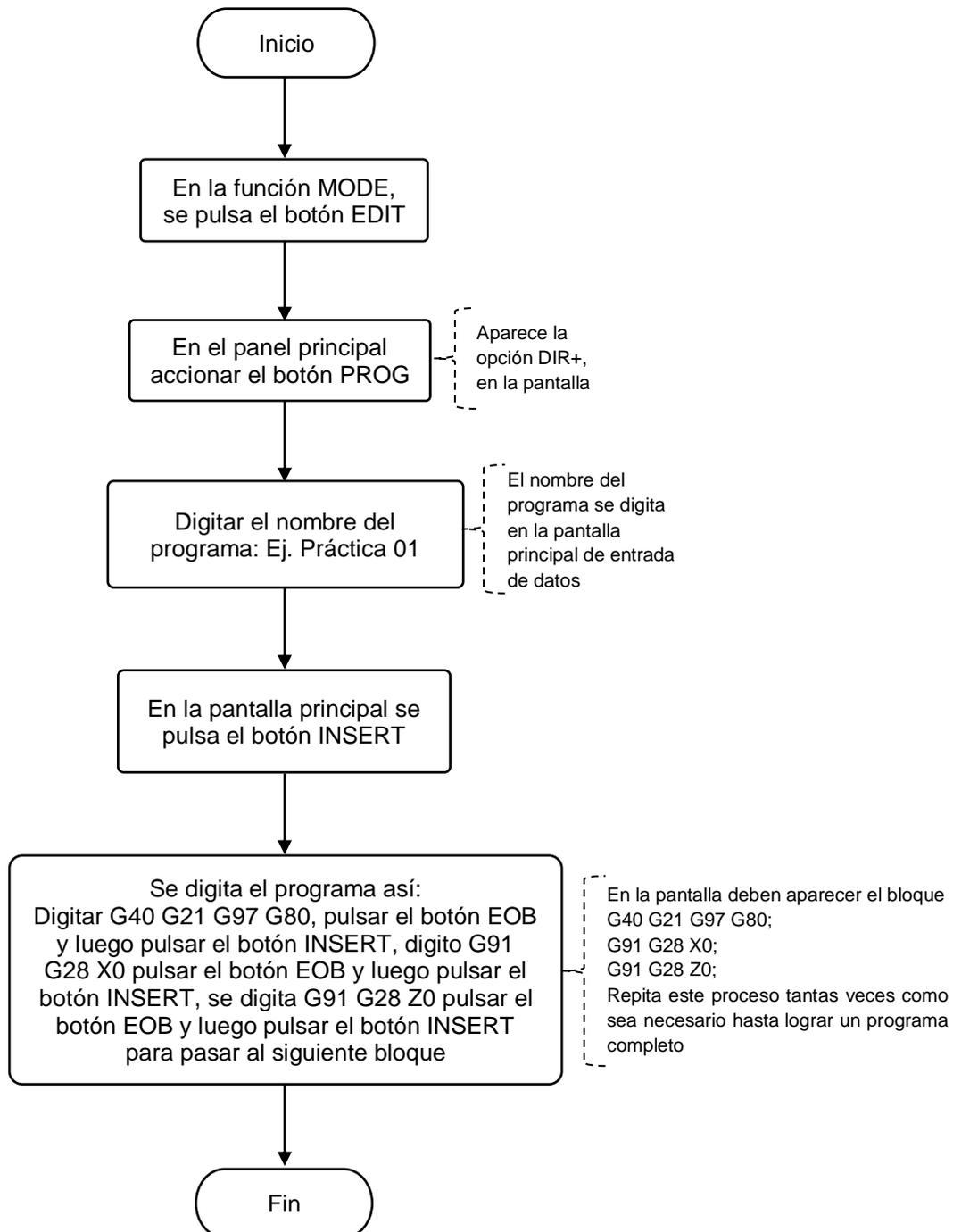


Figura 17

Diagrama para borrar un programa en el torno CNC

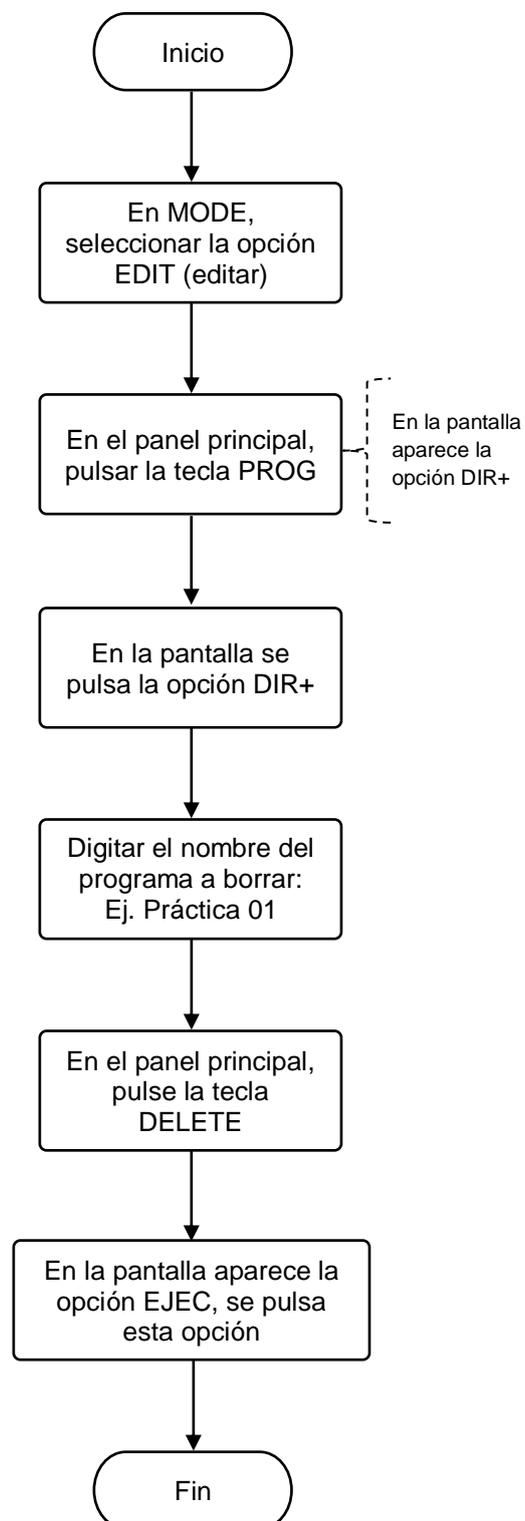


Figura 18

Diagrama para buscar un programa en el torno CNC

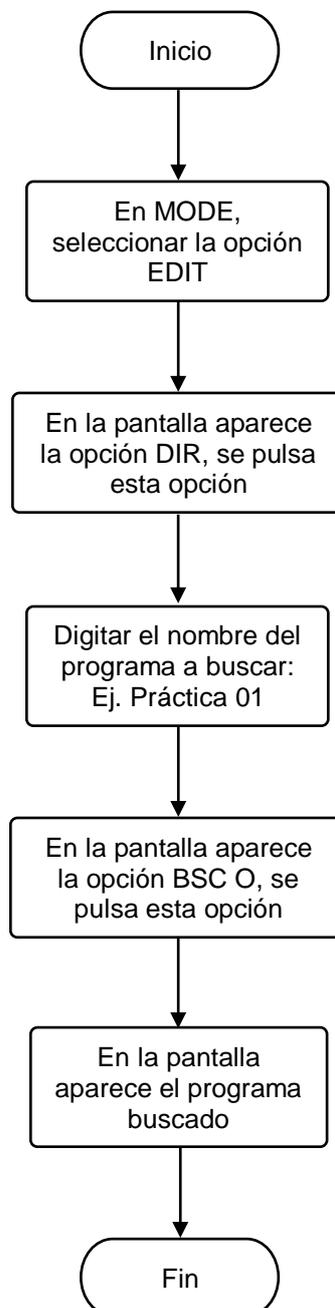


Figura 19

Diagrama de simulación de un programa en el torno CNC

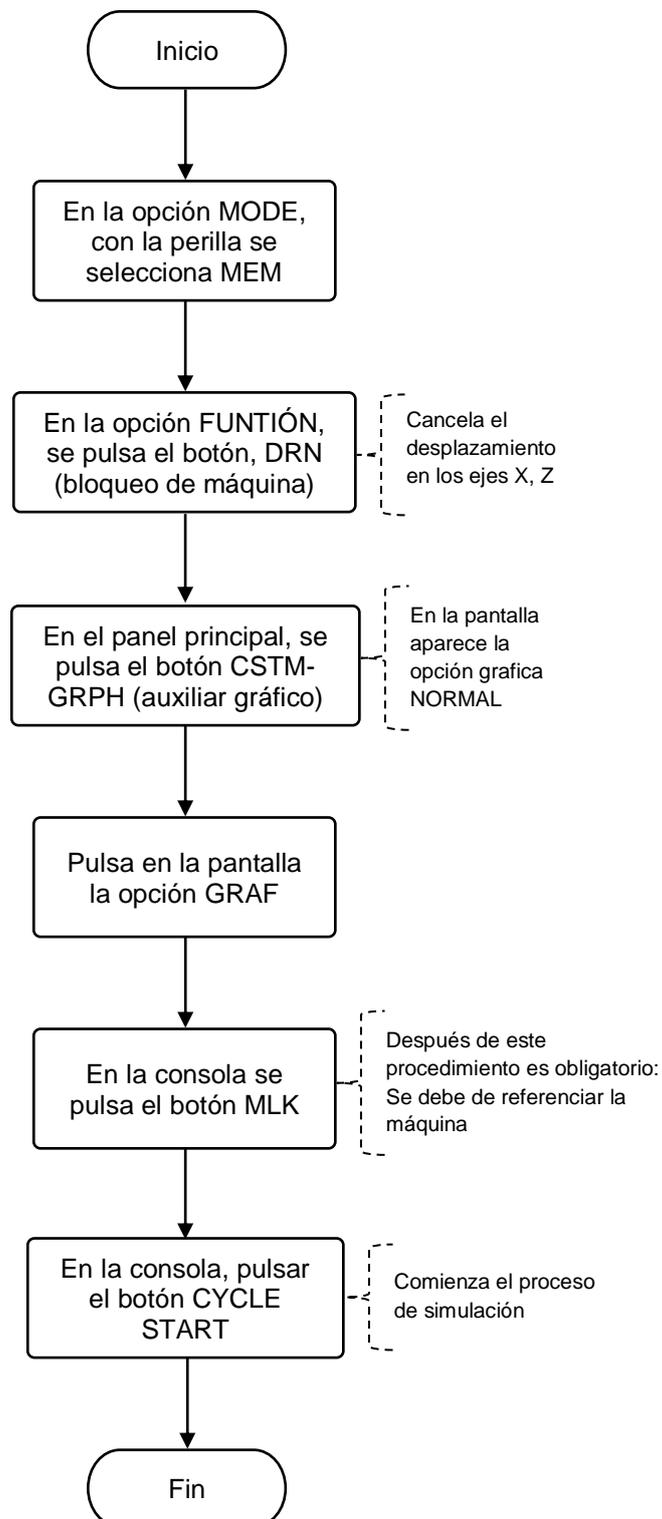


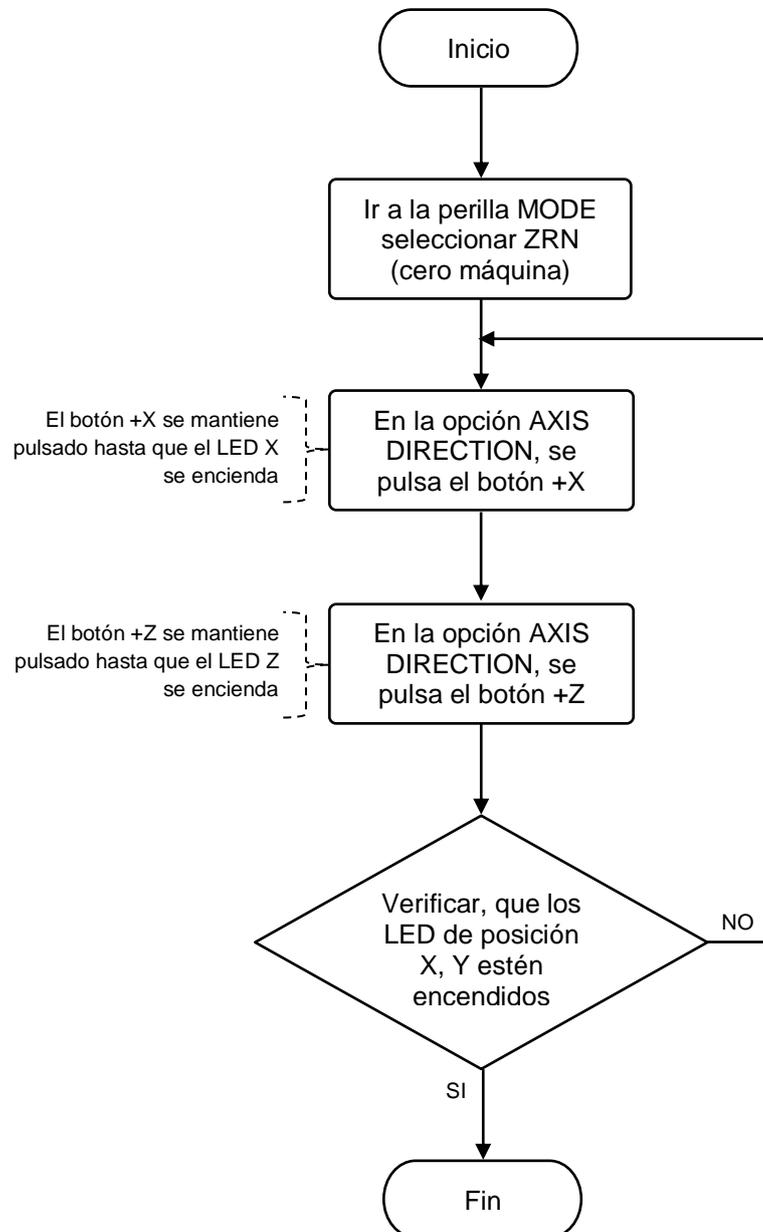
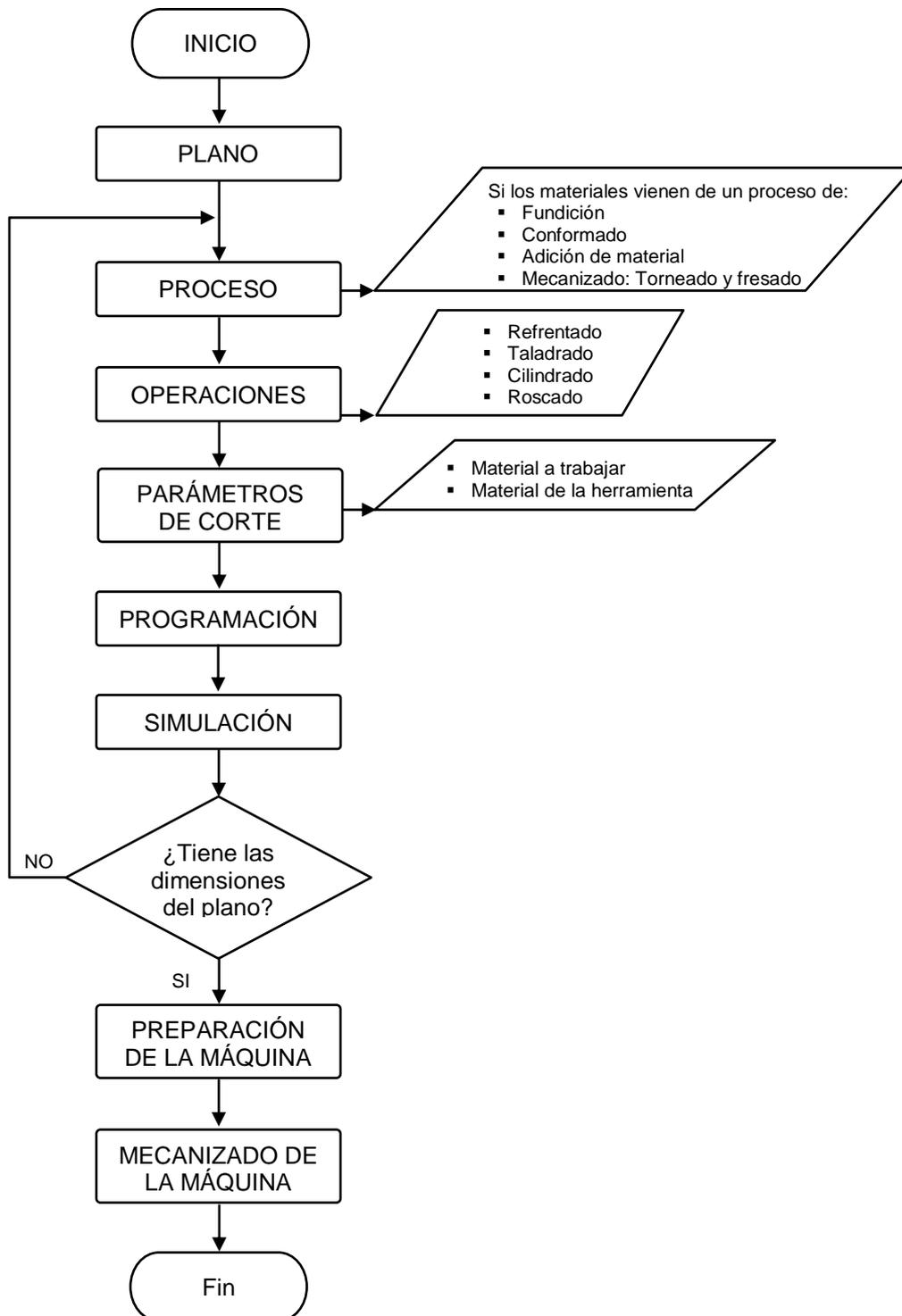
Figura 20*Diagrama de cero máquina*

Figura 21

Diagrama para la fabricación de una pieza



CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS

RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos e inferenciales

En este capítulo se presentan los resultados del desarrollo de un proyecto que evaluó el desempeño del software Mach3 para asegurar que se cumplieron los objetivos de este trabajo. Estas evaluaciones permiten observar la funcionalidad de programación adecuada, así como los aspectos de calidad del mecanizado del torno CNC.

Selección de Instrumentos

Las siguientes herramientas de recolección de información fueron desarrolladas para seleccionar los datos para este estudio:

- a. El Pretest: comprobación que sirvió en el diagnóstico y análisis de parte de los aprendices antes de la utilización del programa Mach3 en el torno CNC al realizar sus prácticas de taller.
- b. Postest: verificación de salida que se tomó después de la implementación y aplicación del software Mach3.

Ambos test se aplicaron con la finalidad de determinar la aplicación, implementación y programación del software Mach3 a los estudiantes del área de metalmecánica del SENATI Juliaca y poder determinar su aceptación.

Validez de los instrumentos

La efectividad de una herramienta depende de la medida en que la herramienta mida realmente la variable en el problema que está tratando de medir, lo que significa que la herramienta debe medir exactamente la variable que está tratando de medir, no alguna otra variable, aunque es muy similar

El instrumento sobre la medición de la aplicación, funcionamiento y aceptación por los estudiantes sobre el software Mach3, el contenido se validó mediante un

formato de evaluación del programa utilizando calificaciones de expertos de las carreras de estadística e ingeniería de sistemas. (Ver anexo N° 4).

La confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento para medir datos se puede expresar como el grado en que el instrumento produce resultados aceptables y válidos. Es decir, dado que su tratamiento repetido de la misma persona u objeto proporciona el mismo beneficio a la misma persona u objeto de investigación, debe ser razonable para lograr un resultado satisfactorio o similar, es decir. sin cambios atribuibles al propio instrumento falla.

En lo que se refiere al test, la confiabilidad se desarrolló la práctica aplicando la programación del software Mach3 a 60 entre estudiantes e instructores de área de metalmecánica del SENATI Juliaca, ya que estos estudiantes manejan el torno CNC constantemente para la fabricación de piezas mecánicas.

Para la verificación, en el cotejo de los resultados entre el pretest y postest se procedió a tabular los resultados de los instrumentos respectivos donde se obtuvieron los siguientes resultados descriptivos.

La Tabla 10 muestra que el número de participantes en el pretest fue de 52 y el mismo número se midió en el postest.

Tabla 10

Número de participantes

	Casos			
	Válido		Total	
	N	%	N	%
Pretest	52	100,0%	52	100,0%
Postest	52	100,0%	52	100,0%

De la Tabla 11 se puede observar que los valores de las medidas de tendencia central, como media, mediana y moda, son mayores en el posttest que en el pretest. Sin embargo, para medidas discretas como la desviación estándar y la varianza, los valores previos a la prueba son más altos en comparación con los valores posteriores a la prueba, lo que indica que los datos están más agrupados en la última medida.

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de pretest y posttest

			Estadístico	Error estándar
Pretest	Media		18,77	1,399
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,96	
		Límite superior	21,58	
	Media recortada al 5%		18,27	
	Mediana		15,00	
	Varianza		101,789	
	Desviación estándar		10,089	
	Mínimo		5	
	Máximo		46	
	Rango		41	
	Rango intercuartil		18	
	Asimetría		,831	,330
	Curtosis		-,469	,650
	Posttest	Media		53,31
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	52,21	
		Límite superior	54,41	
Media recortada al 5%			53,74	
Mediana			54,00	
Varianza			15,668	
Desviación estándar			3,958	
Mínimo			29	
Máximo			58	
Rango			29	
Rango intercuartil			3	
Asimetría			-4,639	,330
Curtosis			28392	,650

En la tabla 12 se muestra la prueba de normalidad de los datos del pretest y posttest utilizando la prueba de Kolmogorov Smirnov y obteniendo un p-valor = 0.000, con lo cual se concluyó que los datos no muestran una distribución normal, para lo cual utilizaremos una distribución no normal, distribución normal para la suma paramétrica de rangos de Wilcoxon, prueba para comparar los resultados antes y después de la prueba.

Tabla 12

Prueba de normalidad de pretest y posttest

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	,224	52	,000
Posttest	,236	52	,000

Nota a. Corrección de significación de Lilliefors

5.2. Contrastación de hipótesis

La investigación se fundamenta a través de la observación del desenvolvimiento de los estudiantes e instructores del área de Metalmecánica del SENATI Juliaca, conformados en grupo experimental y grupo control.

Se utilizó la prueba no paramétrica de suma de rangos de Wilcoxon para comparar los resultados previos y posteriores a la prueba para comparar las hipótesis.

H1: El uso del software Mach3 optimiza y mejora significativamente la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a control numérico computarizado, en el área de metalmecánica de SENATI – Juliaca.

Tabla 13*Suma de rangos de pretest y postest*

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - Pretest	Rangos negativos	1 ^a	1,50	1,50
	Rangos positivos	51 ^b	26,99	1376,50
	Empate	0 ^c		
	Total	52		

a. Postest < Ppretest

b. Postest > Ppretest

c. Postest = Ppretest

La Tabla 13 muestra que de un total de 52 casos en el apartado de Rangos Positivos se observa que 51 casos obtuvieron puntajes mayores en el postest en confrontación con el pretest.

Tabla 14*Verificación de suma de Rangos de Wilcoxon para comparación de muestras relacionadas***Estadísticos de prueba^a**

	Postest - Pretest
Z	-6,264 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

La Tabla 14 muestra la prueba de suma de rangos de Wilcoxon que se utilizó para comparar las muestras relacionadas mostrando un valor de $p = 0,000$, aceptando así la hipótesis de investigación y concluyendo que existe una diferencia significativa en la satisfacción antes y después del tratamiento y postratamiento. Utilice el software Mach3, que muestra una mayor satisfacción con el software.

CAPÍTULO VI
DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

6.1. Discusión

Los resultados logrados en el presente estudio, muestran que con la implementación y aplicación del software Mach3, se optimiza y mejora significativamente la calidad del mecanizado en el torno a Control Numérico Computarizado.

Por lo expuesto anteriormente se aprueba la hipótesis planteada: la aplicación del programa Mach3 mejorará la satisfacción del operador en la programación y calidad del mecanizado en el torno CNC, para la fabricación de mecanismos metálicos.

Por consiguiente, esta solución de la aplicación del software Mach3 en el torno CNC, para mejorar la calidad y mecanizado de piezas, se encuentra en la misma línea del trabajo reportado por (Mendoza) 2019, demostrando que el grupo experimental desarrolló mejor que el grupo control en el postest de la aplicación, lo que significa que el manejo del programa educativo Mastercam tiene un efecto significativo en el progreso de los estudiantes en la disciplina de máquinas herramienta CNC.

A partir de ello se enfatiza el interés de aplicar el software Mach3 para el torneado de piezas mecánicas con los estudiantes e instructores del área de metalmecánica del SENATI Juliaca.

En efecto, la aplicación del programa Mach3 si influye en la mejora de la programación y calidad del mecanizado en el aprendizaje actitudinal de control numérico computarizado en estudiantes de Metalmecánica del SENATI Juliaca.

Este hecho que coincide con el estudio realizado por Soria (2015), en su investigación Influencia del Uso de Software Simulador en el Aprendizaje Significativo de CNC en Estudiantes de la Mecánica de Producción del Instituto Superior Tecnológico Público Gilda Liliana Ballivián Rosado de San Juan de Miraflores, donde

los resultados obtenidos en esta investigación fueron analizados a un nivel descriptivo e inferencial, todo esto apoyados en los objetivos y las hipótesis formuladas; utilizándose de este modo las frecuencias y porcentajes para determinar el nivel primario de uso del software del simulador CNC y determinar su impacto en el aprendizaje significativo demostrado por los estudiantes: conceptos, procedimientos y actitudes..

6.2. Conclusiones

En síntesis, al final de este estudio se extraen las siguientes conclusiones:

- a) Se puso en funcionamiento el software Mach3 para desarrollar un programa-pieza en el Torno a Control Numérico Computarizado del área de metalmecánica del SENATI Juliaca.
- b) El uso del software Mach3 optimiza el rendimiento de la programación y funcionamiento del mecanizado en el torno a Control Numérico Computarizado para el mecanizado de objetos mecánicos en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca.
- c) El software Mach3 mejora la satisfacción del operador en la programación y calidad del mecanizado en el torno a CNC para el desarrollo del mecanizado de piezas mecánicas en el área de metalmecánica de SENATI-Juliaca.

6.3. Recomendaciones

- a) Aplicar el software Mach3 en la programación del torno CNC en la enseñanza aprendizaje de los estudiantes para mejorar su capacidad en el desarrollo de sus prácticas en el mecanizado de piezas mecánicas.
- b) Propiciar nuevas líneas de investigación, principalmente en la aplicación de nuevos softwares para la programación de las máquinas CNC, de esta manera, es posible obtener una extensa variedad de recursos y estrategias para el procesamiento de piezas de a fin de garantizar una formación práctica de calidad para los estudiantes.
- c) Implementar un laboratorio de simulación con softwares para los estudiantes del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca, con el fin de mejorar al momento de mecanizar en el torno CNC.
- d) Firmar alianzas estratégicas con empresas que provén máquinas CNC al SENATI, con la finalidad de solicitar demostraciones y/o adiestramiento con los estudiantes e instructores del área de Metalmecánica.

REFERENCIAS

- Abanto, R. & Montenegro, W. (2017). *Diseño de una fresadora CNC para grabado en madera para la empresa El Nazareno SRL - Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4328/Abanto%20Ruiz%20-%20Montenegro%20Ruiz%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alava, R. & Palacios, J. (2014). *Automatización de una fresadora artesanal a control numérico, mediante un ordenador utilizando software* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio DSpace. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25209>
- Arqhys. (16 de Enero de 2017). *Tipos de tornos*. https://www.arqhys.com/decoracion/tipos_de_tornos.html
- Arukasi. (7 de Septiembre de 2011). *Arukasi*. <https://arukasi.wordpress.com/2011/09/08/principales-operaciones-de-un-torno/>
- Ávila, J. & Sánchez, H. (2019). *Implementación de una estrategia de control, en un torno CNC de los laboratorios de la Universidad UCC; basado en equipos de procesos de la Universidad de Offenburg Alemania* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC. <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7901/1/2019-Implementaci%C3%B3n-Estrateg%C3%ADa-CNC..pdf>
- Berumen, I. (6 de mayo de 2016). *Nuevas tecnologías en maquinados*. <https://bit.ly/3hTOIQ9>
- BobCAD-CAM. (11 de Marzo de 2011). *BobCAD-CAM*. BobCAD-CAM Authorized Dealer: <http://www.softwarecadcam.com.mx/quienessomos-n.html>
- Castro. L. (2017). *Torno CNC*. Metal Actual.

CLR. (5 de Febrero de 2017). *CRL*. <https://clr.es/blog/es/servomotor-cuando-se-utiliza/>

Definición. (16 de Febrero de 2015). *Definición*. <https://definicion.de/senal-digital/>

Ecured. (8 de Diciembre de 2019). *Ecured*. https://www.ecured.cu/Control_Num%C3%A9rico_Computarizado

Escuelaing. (25 de Mayo de 2010). *Escuelaing*. https://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/3474_torno.pdf

Fenerty, A. & Prentice, J. (2016). *Mach3 Profesional Turn*. Mach.

Ferplast, P. (4 de Febrero de 2019). *Mecanizados CNC*. CNC <https://plasticosferplast.com/servicios/mecanizados-cnc/>

Fredes, M. (2019). *Manual instructivo de operaciones y prácticas didácticas de torno CNC para el desarrollo docente*. Universidad Técnica Federico Santa María.

Galbiati, J. (1 de Septiembre de 2006). *Conceptos básicos de estadística*. http://www.jorgegalbiati.cl/ejercicios_4/ConceptosBasicos.pdf

Garrigues. (03 de Abril de 2019). *Mecanizado garrigues*. <https://www.mecanizadosgarrigues.es/blog/tornos-cnc/>

Gauna, J. (2019). *Diseño y montaje de reuter CNC para implementar al laboratorio del curso de procesos de manufactura para fines didactico* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre]. Repositorio REI. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3851>

Grupo Carman. (17 de marzo de 2016). *Artículos Técnicos*. <https://grupocarman.com/blog/2016/03/17/programacion-cnc-para-mecanizado/>

- IDOC PUB. (30 de Diciembre de 2019). *Ventajas Y Desventajas De Un Torno Cnc Y Uno Convencional*. <https://idoc.pub/documents/ventajas-y-desventajas-de-un-torno-cnc-y-uno-convencional-vlr0d23w9wlz>
- Jiménez, A. (2018). *Diseño, programación, simulación y fabricación en CNC con programas de CAD/CAM* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m9/TESIS_diseno_programacion_simulacion_fabricacion_CNC.pdf
- Logicbus. (20 de Febrero de 2018). *Logicbus*. <https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php>
- Mecanizados Inter 2000 SLU. (04 de Febreo de 2021). *Principios de funcionamiento de las máquinas CNC*. <https://www.inter2000mecanizados.com/post/principios-de-funcionamiento-de-las-maquinas-cnc>
- Mendoza, G. (2019). *Influencia de la aplicación del software educativo Mastercam en el logro del aprendizaje de la asignatura de máquinas CNC* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio UNE. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/3613>
- Moreno, E. (2012). *Guía para la operación y programación del torno de Control Numérico Computarizado del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur*. Universidad Guatemala Sur.
- Mundocompresor. (5 de setiembre de 2019). *Mundocompresor*. <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/torno-cnc>

Ocazaubon, O. (09 de Agosto de 2016). *Manual oficial de Mach 3*.

http://www.xmmatic.es/Img_Files/Manuales/Manual%20Mach3%20-%20Espanyol.pdf

ORT Campus Virtual. (04 de Septiembre de 2019). *Coordenadas cartesianas*.

Obtenido de Coordenadas cartesianas:
<https://campus.almagro.ort.edu.ar/matematica/articulo/1137051/coordenadas-cartesianas#:~:text=Coordenadas%20cartesianas%20es%20el%20nombre%20que%20se%20le,%22cartesianas%22.%20%BFC%F3mo%20localizar%20un%20punto%20en%20el%20plano?>

Panthera9105. (18 de Octubre de 2011). *Panthera9105*.

<https://panthera9105.wordpress.com/parametros-informatica/>

Psyma. (19 de Diciembre de 2015). *Psyma*.

<https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>

Reinoso, M. (2017). *Diseño, construcción, programación de software y protocolo de*

datos de una mesa de corte CNC por plasma a ser usada en el corte de planchas de acero inoxidable [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio USFQ.

<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2150>

Robles, F. (11 de Setiembre de 2017). *¿Qué es el Diseño de Investigación y Cómo se Hace?* Lifeder.

<https://www.lifeder.com/disenio-de-investigacion/>

Robótica, C. (19 de Junio de 2018). *CNC Robótica*. [https://cnc-](https://cnc-robotica.com/es/software-cnc/371-mach-3.html)

[robotica.com/es/software-cnc/371-mach-3.html](https://cnc-robotica.com/es/software-cnc/371-mach-3.html)

Rolón, P. (20 de Julio de 2011). *Tecnología de control*.

<https://sites.google.com/site/634mantenimiento/historia-del-cnc>

- Sandoval, D. (4 de Setiembre de 2017). *HARDWARE Y SOFTWARE: ¿Qué son y para qué sirven?* <https://www.nextu.com/blog/que-es-y-para-que-sirve-el-hardware-y-software-de-un-ordenador/>
- Significado concepto. (23 de Enero de 2018). *Programa En Informatica*. <https://significadoconcepto.com/programa-en-informatica/>
- Sistemas. (1 de Octubre de 2012). *Sistemas*. <https://sistemas.com/registro.php>
- SITES. (30 de Octubre de 2020). *Conoce de Informática*. <https://sites.google.com/site/conocedeinformatica/el-software-y-el-hardware>
- SLU, M. I. (04 de Febrero de 2021). *Principios de funcionamiento de las maquinas CNC*. <https://www.inter2000mecanizados.com/post/principios-de-funcionamiento-de-las-maquinas-cnc>
- Soria, E. (2015). *Influencia del uso de Software simulador en el aprendizaje significativo de control numérico computarizado en estudiantes de la Mecánica de Producción del Instituto Superior Tecnológico Público Gilda Liliana Ballivián Rosado de San Juan de Miraflore* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/917>
- Tecnología. (25 de octubre de 2015). *Tecnología*. <https://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>
- Tello, M. (2019). *Centro Mecanizado CNC y el Proceso de Formación Profesional de los estudiantes de Mecánica de Producción en la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/917>

TIPSA. (21 de Octubre de 2020). *¿Qué es un Torno?*

<https://tipsapue.com.mx/portfolio/que-es-un-torno/>

Vargas, Z. (2009). La Investigación Aplicada: Una Forma de Conocer la Realidades

con Evidencia. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

Yuquelima, D. (2016). *Las tecnologías de las máquinas herramientas de control*

numérico y su incidencia en el campo industrial [Tesis de pregrado,

Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio UNACH.

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1981>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DE MECANIZADO CON EL TORNO A CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿En qué medida, el uso del software Mach3 optimiza y mejora la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a control numérico computarizado, en el área de metalmecánica de SENATI – Juliaca?	Fundamentar en qué medida la aplicación, el software Mach3 mejorará la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a control numérico computarizado para el proceso de fabricación de piezas mecánicas en el área de metalmecánica de SENATI-Juliaca.	El uso del Software Mach3 optimiza y mejora significativamente la satisfacción del operador en la programación y calidad de mecanizado en el torno a Control Numérico Computarizado, en el Área de Metalmecánica de SENATI – Juliaca.	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación del Software Mach3</p> <p>El sistema de control por computadora le permite usar una computadora para comunicarse con los servomotores, el sistema es fácil de acceder y fácil de aprender.</p>	<p>Tipo de Investigación: Pre-experimental</p> <p>Nivel de Investigación: Aplicado</p> <p>Diseño de la Investigación: Cuasi experimental</p> <p>Población: La población que se tomó en cuenta es de 60 estudiantes e instructores del área metalmecánica del SENATI Juliaca.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		
¿Aplicando el software Mach3 se podrá desarrollar un programa-pieza en un torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca?	Poner en funcionamiento el software Mach3 para desarrollar un programa-pieza en el torno a control numérico computarizado del área de metalmecánica del SENATI Juliaca.	El uso del Software Mach3 influye en el funcionamiento del programa-pieza en el torno a Control Numérico Computarizado del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca.	<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Satisfacción del Operador en la Programación y Calidad de Mecanizado en el Torno CNC.</p> <p>Aspecto de importancia es la adecuada codificación al momento de programar el software Mach3, para lograr el óptimo mecanizado de piezas metálicas.</p>	<p>Muestra: La muestra es de 52 (estudiantes), cálculo realizado a través de la fórmula para población finita.</p> <p>Instrumento: Encuesta: se aplicó a los estudiantes de acuerdo al cálculo de muestra realizada. Pretest y Postest para los estudiantes, luego los datos son tabulados en el programa IBM SPSS Statistics Editor de Datos.</p>
¿Cómo incide la programación y calidad de mecanizado que integra el sistema de manejo del torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca?	Mejorar la programación y calidad de mecanizado que integra el sistema de manejo del torno a control numérico computarizado en el área de metalmecánica del SENATI Juliaca.	El uso del Software Mach3 influye en la mejora de la satisfacción de la programación y calidad de mecanizado que integra el sistema de control del torno a Control Numérico Computarizado del Área de Metalmecánica del SENATI Juliaca.		

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

TIPO	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
INDEPENDIENTE V-1	APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3	El sistema de control por computadora le permite usar una computadora para comunicarse con los servomotores, el sistema es fácil de acceder y fácil de aprender.	El Software es el alma de toda máquina CNC. Es un procedimiento primordial de poder automatizar una máquina-herramienta que se operan mediante comandos programados.	Programación del Software MACH3 – Optimización Aplicación en el Torno CNC		Evaluación
DEPENDIENTE V-2	SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DE MECANIZADO EN EL TORNO CNC	<p>Sentimiento de bienestar que muestra el operador frente al proceso de programación de mecanizado en el torno CNC, valorando el conocimiento, tiempo y calidad en la ejecución de la tarea.</p> <p>Para lo cual es necesario que el programador conozca el lenguaje de la máquina que debe ser programada para lograr una buena calidad en el mecanizado.</p>	La satisfacción del operador puede medirse en base a 3 dimensiones que son: tiempo, calidad y conocimiento.	<p>Conocimiento</p> <p>Calidad</p> <p>Tiempo</p>	<p>3 = Muy bueno</p> <p>2 = Bueno</p> <p>1 = Malo</p> <p>0 = Muy malo</p>	Evaluación

Anexo 3. Constancia de trabajo de investigación



CONSTANCIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EL JEFE DEL CENTRO DE FORMACIÓN PROFESIONAL SENATI JULIACA
ING. RAÚL ALVAREZ JARA.

HACE CONSTAR:

Que, **Bach. ALBERTO SALVADOR ORIHUELA SANABRIA**, identificado con DNI N° 19970430, ha sido admitido para realizar su proyecto de tesis "**APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DEL MECANIZADO CON EL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020**".

Se expide la presente constancia, para los fines pertinentes.

Juliaca, 16 de octubre del 2022



Ing. Raúl Álvarez Jara
Jefe del C.F.P. SENATI JULIACA
Zonal Arequipa - Puno



Anexo 4. Instrumentos de recolección de datos

PRETEST A ESTUDIANTES DEL ÁREA METALMECÁNICA

Lugar: Metalmecánica – SENATI – Juliaca

Fecha: ___/___/___

Semestre: _____

Responde todas las preguntas con la mayor sinceridad posible. Este es un cuestionario anónimo. Toda la información que brinden tendrá carácter de secreto.

Lea detenidamente cada pregunta y marque con una (X) la alternativa de su elección. Marque solamente una opción de las que se le ofrecen en cada caso.

Ítem	DESCRIPCIÓN	3	2	1	0
		 Muy Bueno	 Bueno	 Malo	 Muy Malo
Programación del software convencional del torno CNC					
1	La programación del torno CNC es confiable				
2	El rendimiento del programa del torno CNC es:				
3	El simulador del programa del torno CNC es:				
4	La claridad del programa del torno CNC es:				
5	El lenguaje técnico que maneja este software es:				
6	La sincronización del programa con el torno CNC es:				
7	Se encuentra satisfecho con el programa del Torno CNC				
8	La compatibilidad del software usado es:				
9	El tipo de automatización programable es:				
10	El guardado de tareas programadas en el torno CNC es:				
Aplicación en el Torno CNC					
11	La manipulación del torno CNC es:				
12	Como resulta el mecanizado en el torno CNC				
13	Los parámetros usados en el torno CNC son:				
14	La calidad del mecanizado con el torno CNC es:				
15	La compatibilidad del software del torno con tu PC es:				
16	El proceso de instalación del software del torno CNC es:				
17	El ahorro de tiempo en programar el torno CNC es:				
18	Estás de acuerdo con el software del torno CNC				
19	Como considera el software que usa el torno CNC				
20	Me encuentro satisfecho con el software del torno CNC				

POSTEST A ESTUDIANTES DEL ÁREA METALMECÁNICA

Lugar: Metalmecánica – SENATI – Juliaca Semestre: _____ Fecha: ____/____/____

Marcar con un (X) la respuesta más acertada de acuerdo a tu apreciación.

Con la encuesta se desea saber si la Implementación y Aplicación del Software Mach3 Mejora la Programación y Calidad del Mecanizado en el Torno CNC.

Ítem	DESCRIPCIÓN	3	2	1	0
		 Muy Bueno	 Bueno	 Malo	 Muy Malo
Programación del Software MACH3 – Optimización					
1	El software Mach3 contribuye a una mejor programación en el proceso de torneado de piezas en el torno CNC				
2	El software Mach3 se puede programar en tu portátil				
3	Al programar las codificaciones en el torno CNC con el software Mach3 fue:				
4	El guardado de programas en el software Mach3 para futuras prácticas es:				
5	El programa Mach3, en la interface con el torno CNC fue:				
Aplicación en el Torno CNC					
6	Cree usted qué; con la aplicación del software Mach3 permitirá elaborar diferentes prácticas y/o diseños de mecanizado en el torno CNC				
7	La aplicación de software Mach3 en el Torno CNC es:				
8	La aplicación de datos de tu portátil al torno CNC con el software Mach3 es:				
9	Como te resulto la aplicación del software Mach3 en tu simulación				
10	Al aplicar el software Mach3 estaremos aportando a una actualización tecnológica				
Conocimiento					
11	Conviene trabajar con el software Mach3 para obtener mejores resultados en el mecanizado				
12	Cree usted que es idóneo implementar el software Mach3 para el proceso de enseñanza aprendizaje				
13	El software Mach3 a comparación del software actual del torno CNC es:				
14	Te gustaría usar el software Mach3 en todas tus prácticas				
Calidad					
15	Con el uso del software Mach3 mejoró la calidad de acabado				
16	Cómo ha influido en la calidad de la fabricación de piezas torneadas, el uso del software Mach3.				
17	Cree usted con la aplicación del software Mach3 ha mejorado la calidad de acabado en las piezas torneadas				
Tiempo					
18	El tiempo de programación en el torno CNC, aplicando el software Mach3 es:				
19	El software Mach3 funciona con eficacia y rapidez				
20	El ahorro de tiempo y material haciendo uso del software Mach3 es:				

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DEL MECANIZADO CON EL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020
Nombre del Instrumento	Test (Encuesta)
Autor	Alberto Salvador Orihuela Sanabria

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1:								
Programación del Software MACH3 – Optimización	El software Mach3 contribuye a una mejor programación en el proceso de torneado de piezas en el torno CNC	X		X		X		
	El software Mach3 se puede programar en tu portátil	X		X		X		
	Al programar las codificaciones en el torno CNC con el software Mach3 fue:	X		X		X		
	El guardado de programas en el software Mach3 para futuras prácticas es:	X		X		X		
	El programa Mach3, en la interface con el torno CNC fue:	X		X		X		
DIMENSIÓN 2:								
Aplicación en el Torno CNC	Cree usted qué, con la aplicación del software Mach3 permitirá elaborar diferentes prácticas y/o diseños de mecanizado en el torno CNC	X		X		X		
	La aplicación de software Mach3 en el Torno CNC es:	X		X		X		
	La aplicación de datos de tu portátil al torno CNC con el software Mach3 es:	X		X		X		
	Como te resultó la aplicación del software Mach3 en tu simulación	X		X		X		
	Al aplicar el software Mach3 estaremos aportando a una actualización tecnológica	X		X		X		
DIMENSIÓN 3:								
Conocimiento	Conviene trabajar con el software Mach3 para obtener mejores resultados en el mecanizado	X		X		X		
	Cree usted que es Idóneo Implementar el software Mach3 para el proceso de enseñanza aprendizaje	X		X		X		
	El software Mach3 a comparación del software actual del torno CNC es:	X		X		X		
	Te gustaría usar el software Mach3 en todas tus prácticas	X		X		X		
DIMENSIÓN 4:								
Calidad	Con el uso del software Mach3 mejoró la calidad de acabado	X		X		X		
	Cómo ha influido en la calidad de la fabricación de piezas torneadas, el uso del software Mach3.	X		X		X		
	Cree usted con la aplicación del software Mach3 ha mejorado la calidad de acabado en las piezas torneadas	X		X		X		
DIMENSIÓN 5:								
Tiempo	El tiempo de programación en el torno CNC, aplicando el software Mach3 es:	X		X		X		
	El software Mach3 funciona con eficacia y rapidez	X		X		X		
	El ahorro de tiempo y material haciendo uso del software Mach3 es:	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador. Dr.MSc.: MSc. Elmer Abraham Montesinos Vallejo

Especialidad del Validador: Ingeniero de Sistemas

6 de julio del 2022

Firma del experto

¹ Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado
² Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DEL MECANIZADO CON EL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020
Nombre del Instrumento	Test (Encuesta)
Autor	Alberto Salvador Orihuela Sanabria

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1:								
Programación del Software MACH3 – Optimización	El software Mach3 contribuye a una mejor programación en el proceso de torneado de piezas en el torno CNC	X		X		X		
	El software Mach3 se puede programar en tu portátil	X		X		X		
	Al programar las modificaciones en el torno CNC con el software Mach3 fue:	X		X		X		
	El guardado de programas en el software Mach3 para futuras prácticas es:	X		X		X		
	El programa Mach3, en la interface con el torno CNC fue:	X		X		X		
DIMENSIÓN 2:								
Aplicación en el Torno CNC	Cree usted qué, con la aplicación del software Mach3 permitirá elaborar diferentes practicas y/o diseños de mecanizado en el torno CNC	X		X		X		
	La aplicación de software Mach3 en el Torno CNC es:	X		X		X		
	La aplicación de datos de tu portátil al torno CNC con el software Mach3 es:	X		X		X		
	Como te resultó la aplicación del software Mach3 en tu simulación	X		X		X		
	Al aplicar el software Mach3 estaremos aportando a una actualización tecnológica	X		X		X		
DIMENSIÓN 3:								
Conocimiento	Conviene trabajar con el software Mach3 para obtener mejores resultados en el mecanizado	X		X		X		
	Cree usted que es Idóneo Implementar el software Mach3 para el proceso de enseñanza aprendizaje	X		X		X		
	El software Mach3 a comparación del software actual del torno CNC es:	X		X		X		
	Te gustaría usar el software Mach3 en todas tus prácticas	X		X		X		
DIMENSIÓN 4:								
Calidad	Con el uso del software Mach3 mejoró la calidad de acabado	X		X		X		
	Cómo ha influido en la calidad de la fabricación de piezas torneadas, el uso del software Mach3.	X		X		X		
	Cree usted con la aplicación del software Mach3 ha mejorado la calidad de acabado en las piezas torneadas	X		X		X		
DIMENSIÓN 5:								
Tiempo	El tiempo de programación en el torno CNC, aplicando el software Mach3 es:	X		X		X		
	El software Mach3 funciona con eficacia y rapidez	X		X		X		
	El ahorro de tiempo y material haciendo uso del software Mach3 es:	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si existe suficiencia en el instrumento

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador. Dr./MSc.: MSc. Porfirio Neira Churata

Especialidad del Validador: Ing. Estadístico

2 de junio del 2022

Firma del experto

¹ Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

² Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Título de la investigación	APLICACIÓN DEL SOFTWARE MACH3 PARA MEJORAR LA SATISFACCIÓN DEL OPERADOR EN LA PROGRAMACIÓN Y CALIDAD DEL MECANIZADO CON EL TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE SENATI-JULIACA 2020
Nombre del Instrumento	Test (Encuesta)
Autor	Alberto Salvador Orihuela Sanabria

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1:								
Programación del Software MACH3 – Optimización	El software Mach3 contribuye a una mejor programación en el proceso de torneado de piezas en el torno CNC	X		X		X		
	El software Mach3 se puede programar en tu portátil	X		X		X		
	Al programar las codificaciones en el torno CNC con el software Mach3 fue:	X		X		X		
	El guardado de programas en el software Mach3 para futuras prácticas es:	X		X		X		
	El programa Mach3, en la interface con el torno CNC fue:	X		X		X		
DIMENSIÓN 2:								
Aplicación en el Torno CNC	Cree usted qué, con la aplicación del software Mach3 permitirá elaborar diferentes prácticas y/o diseños de mecanizado en el torno CNC	X		X		X		
	La aplicación de software Mach3 en el Torno CNC es:	X		X		X		
	La aplicación de datos de tu portátil al torno CNC con el software Mach3 es:	X		X		X		
	Como te resultó la aplicación del software Mach3 en tu simulación	X		X		X		
	Al aplicar el software Mach3 estaremos aportando a una actualización tecnológica	X		X		X		
DIMENSIÓN 3:								
Conocimiento	Conviene trabajar con el software Mach3 para obtener mejores resultados en el mecanizado	X		X		X		
	Cree usted que es Idóneo Implementar el software Mach3 para el proceso de enseñanza aprendizaje	X		X		X		
	El software Mach3 a comparación del software actual del torno CNC es:	X		X		X		
	Te gustaría usar el software Mach3 en todas tus prácticas	X		X		X		
DIMENSIÓN 4:								
Calidad	Con el uso del software Mach3 mejoró la calidad de acabado	X		X		X		
	Cómo ha influido en la calidad de la fabricación de piezas torneadas, el uso del software Mach3.	X		X		X		
	Cree usted con la aplicación del software Mach3 ha mejorado la calidad de acabado en las piezas torneadas	X		X		X		
DIMENSIÓN 5:								
Tiempo	El tiempo de programación en el torno CNC, aplicando el software Mach3 es:	X		X		X		
	El software Mach3 funciona con eficacia y rapidez	X		X		X		
	El ahorro de tiempo y material haciendo uso del software Mach3 es:	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del Juez validador: Dr./MSc.: M.Sc. Edgar Apaza Choque

Especialidad del Validador: Estadístico e Informático

10 de junio del 2022


 Colegio Ingenieros del Perú
 M.Sc. Edgar Apaza Choque
 INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA
 C.P. 125480
 Firma del experto

¹ **Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado
² **Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem es conciso, exacto y directo
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Anexo 5. Tabulación de recolección de datos del pretest y postest

Participante	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	Item10	Item11	Item12	Item13	Item14	Item15	Item16	Item17	Item18	Item19	Item20	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	Pretest	Postest	
Sujeto 1	Malo	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	15	52
Sujeto 2	Muy malo	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	9	54	
Sujeto 3	Bueno	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	3	3	1	46	29	
Sujeto 4	Malo	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	9	54		
Sujeto 5	Bueno	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	34	56	
Sujeto 6	Muy malo	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	11	50	
Sujeto 7	Malo	0	1	2	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15	57	
Sujeto 8	Bueno	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	27	52		
Sujeto 9	Malo	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	32	53		
Sujeto 10	Malo	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	8	51			
Sujeto 11	Bueno	0	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	0	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	30	57			
Sujeto 12	Muy malo	1	2	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	15	53		
Sujeto 13	Malo	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	19	53			
Sujeto 14	Bueno	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	12	54		
Sujeto 15	Malo	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	35	54			
Sujeto 16	Muy malo	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	11	51			
Sujeto 17	Bueno	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	16	58		
Sujeto 18	Muy malo	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	16	55		
Sujeto 19	Malo	0	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	23	54		
Sujeto 20	Bueno	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	12	55		
Sujeto 21	Muy malo	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	11	53		
Sujeto 22	Malo	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	34	54			
Sujeto 23	Bueno	1	2	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	12	57		
Sujeto 24	Muy malo	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	12	51		
Sujeto 25	Malo	0	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	0	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3	29	50			
Sujeto 26	Malo	2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	13	56			
Sujeto 27	Bueno	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	19	55		
Sujeto 28	Muy malo	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	14	57			
Sujeto 29	Malo	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	5	54		
Sujeto 30	Bueno	0	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	35	52		
Sujeto 31	Bueno	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	16	53			
Sujeto 32	Muy malo	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	9	57		
Sujeto 33	Malo	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	34	55			
Sujeto 34	Muy malo	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	13	54		
Sujeto 35	Bueno	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	14	55		
Sujeto 36	Muy malo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	37	56			
Sujeto 37	Malo	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	2	7	54			
Sujeto 38	Malo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	17	53			
Sujeto 39	Muy malo	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	55			
Sujeto 40	Bueno	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	10	55			
Sujeto 41	Malo	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	32	52			
Sujeto 42	Malo	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	16	53			
Sujeto 43	Malo	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	10	53			
Sujeto 44	Malo	0	1	1	0	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	27	55			
Sujeto 45	Muy malo	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	12	54			
Sujeto 46	Bueno	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	3	2	3																			

Anexo 6. Fotografías del taller y las prácticas realizadas en el torno CNC

Taller de máquinas herramientas de metalmecánica de SENATI Juliaca



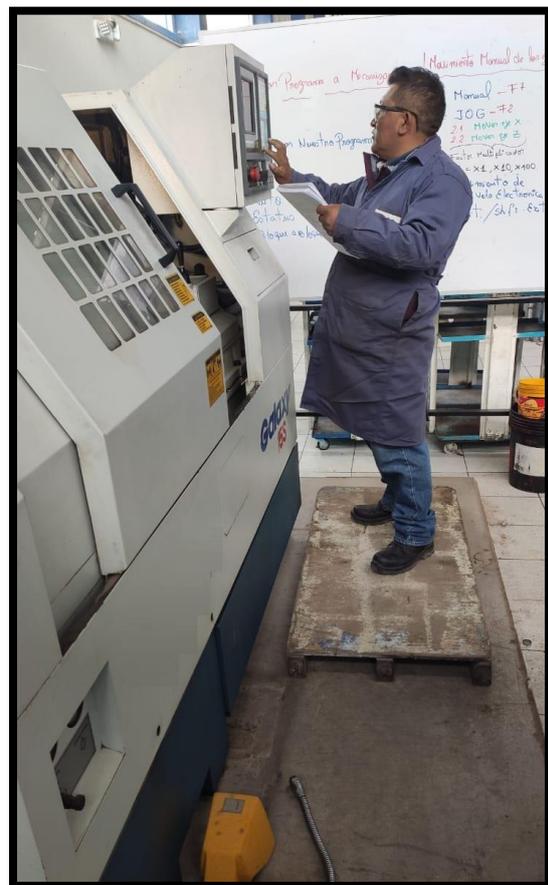
Área de tornos convencionales de SENATI Juliaca



Simulando con software Mach3 en laboratorio de simulación de CNC de SENATI Juliaca



Torno CNC de SENATI Juliaca



Programación del torno CNC con software Mach3



Poniendo en cero máquina al torno CNC



Simulación de programación en vacío aplicando software Mach3 en torno CNC



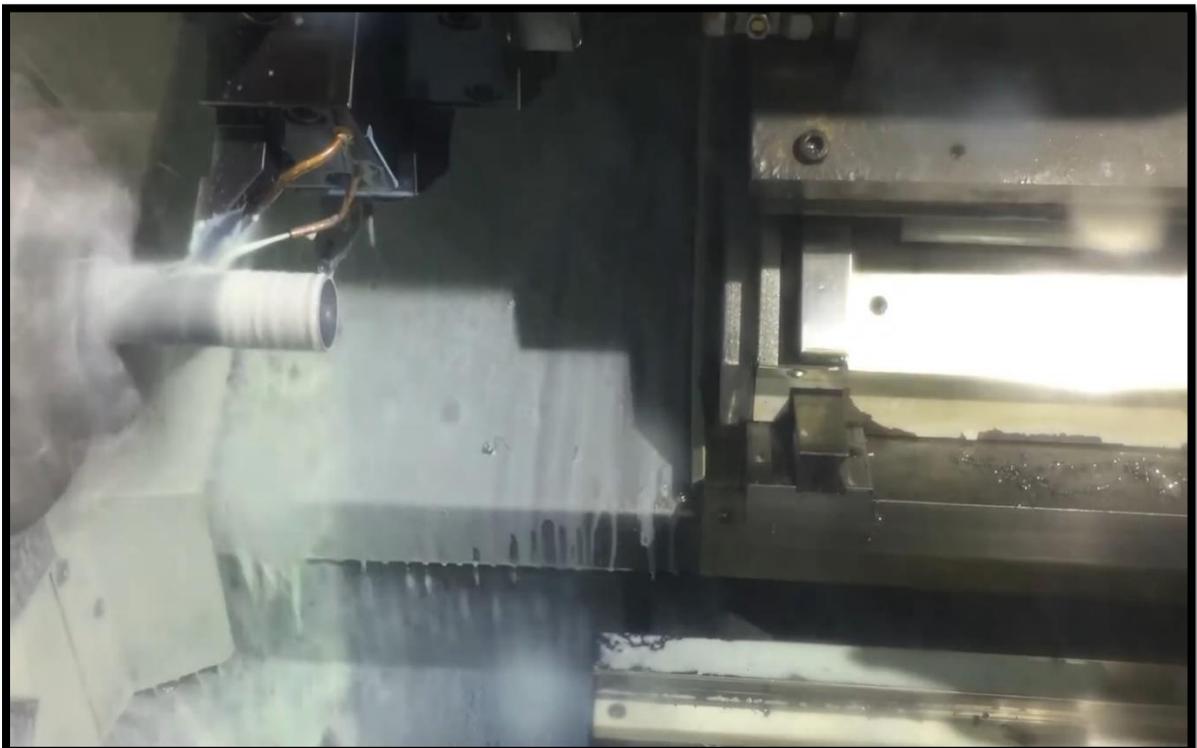
Montaje de pieza metálica en torno CNC



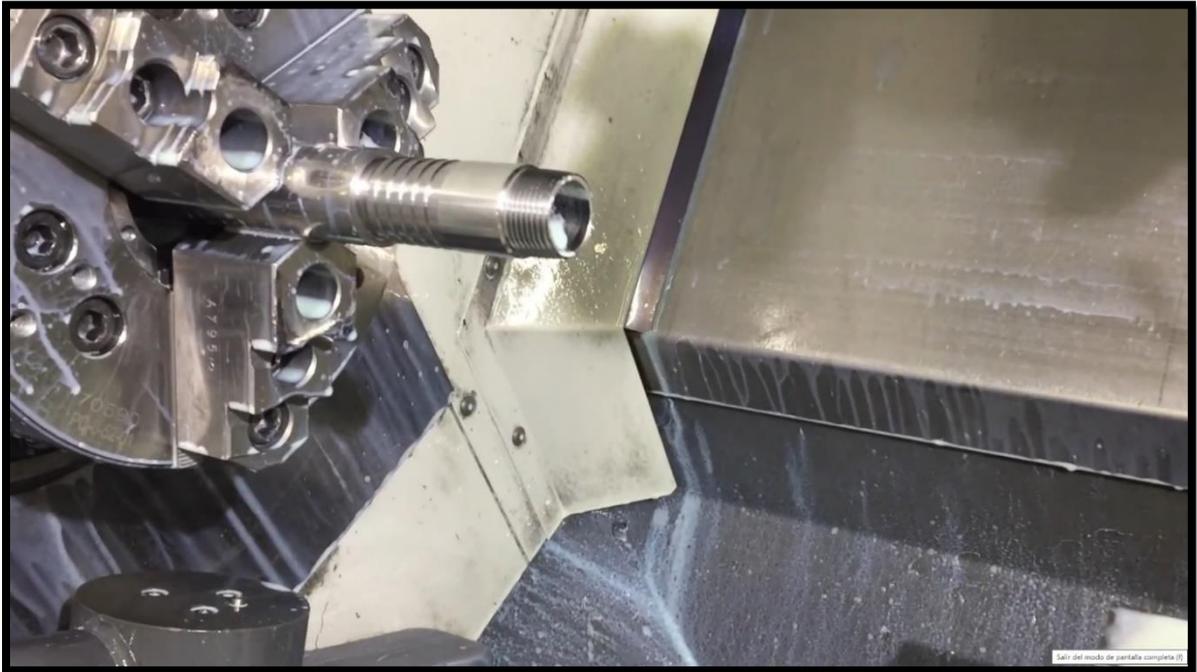
Mecanizado sin refrigerante con torno CNC



Mecanizado con refrigerante con torno CNC



Visualización de acabado de pieza mecanizada en torno CNC



Pieza acabada en torno CNC con software Mach3



Diferentes piezas mecanizadas en torno CNC con software Mach3

