

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS



CARRERA INGENIERA ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”.

Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico.

Autores:

Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir

Proaño Jácome Juan Carlos

Director:

Ing. MgC. Álvaro Mullo

Asesor metodológico:

Dr. Galo Terán Ortiz

Latacunga – Ecuador

Julio del 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
COORDINACIÓN DE TRABAJO DE GRADO



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir
- Proaño Jácome Juan Carlos

Con la tesis, cuyo título es:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”.

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 08 de Julio del 2015

Ing. Cristian Gallardo
PRESIDENTE

Dr. Galo Terán
MIEMBRO

Ing. Segundo Cevallos
OPOSITOR

Ing. MgC. Álvaro Mullo
TUTOR



AUTORÍA

Nosotros, GUTIÉRREZ CEVALLOS MARCO BLADIMIR y PROAÑO JÁCOME JUAN CARLOS, en pleno uso de nuestras facultades declaramos que todos los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”** son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir

C.I: 050364594-7

Proaño Jácome Juan Carlos

C.I: 050326116-6



AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director del trabajo de investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**, de GUTIÉRREZ CEVALLOS MARCO BLADIMIR y PROAÑO JÁCOME JUAN CARLOS, postulantes de la UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico para ser sometido a la evaluación de Tribunal de Validación del proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 08 de Julio del 2015

Ing. MgC. Álvaro Santiago Mullo Quevedo
C.C. 0502768542
DIRECTOR DE TESIS



AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

Honorable concejo académico de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, Art. 9 literal (f), en calidad de Asesor Metodológico del tema **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**, me permito informar que los postulantes egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica: GUTIÉRREZ CEVALLOS MARCO BLADIMIR y PROAÑO JÁCOME JUAN CARLOS, han desarrollado su tesis de grado en forma teórica bajo mi dirección y supervisión el mismo que está redactado de acuerdo a los planteamientos formulados en el plan de trabajo de investigación de grado de la universidad, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente tesis de grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 08 de Julio del 2015

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

C.C. 0500676101

ASESOR METODOLÓGICO DE LA TESIS



CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de coordinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certifico que mediante la tesis: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”.

Los señores GUTIÉRREZ CEVALLOS MARCO BLADIMIR y PROAÑO JÁCOME JUAN CARLOS realizan la entrega de un pantógrafo con control numérico computarizado (CNC) para realizar procesos de fresado en madera para el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 08 de Julio del 2015

Ing. MgC. Álvaro Santiago Mullo Quevedo

C.C. 0502768542

**COORDINACIÓN DE CARRERA
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

AGRADECIMIENTO

En especial a ti Dios por darme sabiduría, a mis padres Miryam Cevallos y Marco Gutiérrez, quienes con su apoyo incondicional supieron motivarme y guiarme por el camino del bien y porque con su esfuerzo me brindaron todo lo necesario en el transcurso de mi carrera y con sus sabios consejos llegar a superarme y ser alguien en la vida, que pese a las caídas siempre me tengo que levantar y seguir adelante.

Por su amor y compañía brindada, a mi esposa Cruz Erika Quispe Ramírez y a mi amado hijo Sergio Gutiérrez.

Como olvidar a las personas que son pilar fundamental de ejemplo, a mis tíos Lourdes y David quienes tienen un corazón lleno de solidaridad para todas las personas sin acepción.

De igual manera a mi director el Ing. MgC. Álvaro Mullo por compartir sus conocimientos y el tiempo necesario en todos los procedimientos para la culminación del tema planteado.

Quiero aprovechar para agradecer a cada una de los seres extraordinarios quienes integran mi familia porque ellos para mí son ejemplo de emprendimiento y lucha constancia en la vida.

Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis en primera instancia agradezco a Dios por bendecirme y guiarme en toda mi formación profesional.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi Director de Tesis, Ing. MgC. Álvaro Mullo por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis tías Anita, Edita, Adriana, Jenny, Vanesa y a mi madre Teresa Proaño que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación, y de manera especial a mis queridos abuelitos Carlos Proaño y Laura Jácome por sus consejos, su enseñanza y cariño incondicional de padres y amigos.

De igual manera agradecer a mi novia Patricia Campaña quien con sus muchos aspectos cotidianos, por su comprensión y rectitud a la hora de apoyarme con la investigación, ha sido la guía y soporte para culminar mis estudios.

A todas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Juan Carlos Proaño Jácome

DEDICATORIA

A ti Dios padre, por darme la oportunidad de tener como ejemplo a mis padres como también a cada uno de mis seres queridos.

A mis amados padres, Gutiérrez Jiménez Marco Antonio y Miryam Teresa Cevallos Tonato, quienes por su carácter, tiempo y sacrificio en todo momento me brindaron ejemplo de constancia y trabajo, además por ser justos en todo a cambio de nada.

A mis tíos David Gutiérrez y Lourdes Cevallos Por ser personas que resaltaron el ejemplo de ser como unos padres para mí, de luchar pese al cansancio para sus hijos y ser muestra de progreso frente a cualquier meta.

A mis abuelos, Sergio Cevallos, Teresa Tonato, Jesús Gutiérrez y Estela Jiménez por ser los pilares de ejemplo y experiencias para cada uno de nosotros como nietos y en especial dedico a mi abuelita Teresa Tonato a quien le debo todo.

Para ellos, y para quienes estuvieron siempre a mi lado apoyándome amigos y demás familiares, mil gracias y que dios les de salud y mucha vida para compartir todos juntos.

Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades teniendo siempre presente la dignidad sin desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis amados abuelitos Carlos Proaño y Laura Jácome por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios para conseguir mis objetivos.

A mi madre Teresa Proaño quien fue un eje principal aunque a la distancia para conseguir la meta ahora alcanzada. A mi hijo Johan Andrés quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad.

A mi amor Patricia Campaña quien con su apoyo, comprensión y ternura ha sido el pilar fundamental para culminar con este tan anhelado sueño.

Juan Carlos Proaño Jácome

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iv
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO	v
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiii
CAPÍTULO I	1
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	1
1.1. Automatización.....	1
1.1.1. Antecedentes Históricos.....	2
1.1.2. Importancia.....	3
1.1.3. Objetivos de la automatización	4
1.2. Control Numérico (CN)	5
1.2.1. Antecedentes históricos del control numérico.....	5
1.2.2. Componentes de un Sistema de Control Numérico	7
1.2.3. Sistemas de Coordenadas en el Control Numérico	8
1.2.4. Programación del Control Numérico	9

1.2.4.1. Programación manual.....	9
1.2.4.2. Programación Automática	10
1.2.5. Sistema APT (Automatically Programmed Tools).....	11
1.3. Control Numérico Computarizado – CNC.....	11
1.3.1. Antecedentes Históricos del Control Numérico Computarizado	13
1.3.2. Funcionamiento de un sistema CNC	15
1.3.3. Componentes de un Sistema CNC.....	16
1.3.4. Ventajas y Desventajas de la Utilización de un Sistema CNC	17
1.3.4.1. Ventajas	17
1.3.4.2. Desventajas	18
1.3.5. Aplicación de un Control Numérico Computarizado – CNC	18
1.4. MAQUINA FRESADORA CNC	18
1.4.1. Fresadora.....	20
1.4.2. Tallados en Madera.....	20
1.4.3. Elementos de una Máquina CNC	22
1.4.3.1. Servomotores	22
a) Funcionamiento de un Servomotor	24
b) Posicionamiento de un Servo con un Pulso	24
c) Servomotores de Corriente Continua	25
1.4.3.2. Motores paso a paso	27
a) Características de los motores paso a paso	28
1.4.3.3. Tarjeta de adquisición de datos.....	30
1.4.3.4. Software Mach3 para la Máquina CNC	31
a) Antecedentes históricos	31
b) Definición	31
c) Elementos para el manejo de Mach3.....	32
d) Principales Características de Mach3	33
e) Comandos G.....	33
1.4.3.5. Programa LazyCam.....	37
a) Elementos básicos para instalar LazyCam	38
1.4.3.6. Programa ArtCAM Pro.....	38
1.5. PARAMETROS DE CÁLCULO PARA LA EJECUCIÓN DEL PANTÓGRAFO CNC ...	39

1.5.1. Cantidad de viruta (V).....	39
1.5.2. Velocidad de avance (S')	40
1.5.3. Velocidad de corte (V _c).....	42
1.5.4. Área de corte (Ac).....	43
1.5.5. Fuerza de corte (F)	44
1.5.6. Potencia de corte (P _c).....	44
CAPÍTULO II	47
2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
2.1. Entorno del Lugar de Investigación.....	47
2.1.1. Antecedentes Históricos de la Institución.....	48
2.1.2. Filosofía Institucional	48
2.1.2.1. Misión.....	48
2.1.2.2. Visión	49
2.1.3. Carrera Ingeniería Electromecánica	49
2.1.3.1. Misión.....	50
2.1.3.2. Visión	50
2.2. Diseño Metodológico.....	50
2.2.1. Métodos de Investigación	51
2.2.1.1. Método deductivo.....	51
2.2.1.2. Método hipotético - deductivo	52
2.2.1.3. Método inductivo	52
2.2.2. Técnicas de Investigación	53
2.2.2.1. Encuesta.....	53
2.2.2.2. Entrevista	54
2.3. Cálculo de la Población y Muestra	55
2.3.1. Población.....	55
2.3.2. Muestra	56
2.4. Análisis e Interpretación de Resultados.....	58
2.4.1. Análisis e Interpretación de Resultados de las Encuesta Aplicada	58
2.4.2. Análisis e Interpretación de Resultados de la Entrevista Aplicada	68

2.4.2.1. Aplicación de entrevistas a los docentes de la carrera	68
2.4.2.2. Análisis de resultados de las entrevistas aplicadas	70
2.5. Verificación de la Hipótesis	71
2.5.1. Planteamiento de la Hipótesis	71
2.5.1.1. Variable independiente.....	71
2.5.1.2. Variable dependiente.....	71
2.5.2. Planteo de Hipótesis.....	71
2.5.2.1. Hipótesis alternativa	71
2.5.2.2. Hipótesis nula.....	71
2.5.3. Selección de hipótesis	72
2.5.4. Calculo del chi cuadrado.....	72
CAPÍTULO III	75
3. PROPUESTA	75
3.1. Introducción.....	75
3.2. Presentación de la Propuesta	76
3.3. Objetivo.....	76
3.3.1. Objetivo General.....	76
3.3.2. Objetivos Específicos.....	76
3.4. Análisis de Factibilidad.....	77
3.4.1. Factibilidad Técnica.....	77
3.4.2. Factibilidad Económica.....	77
3.4.3. Factibilidad Operacional	77
3.5. Desarrollo de la Propuesta	78
3.5.1. Diseño esquemático de la propuesta.....	78
3.5.1.1. Diseño mecánico de la estructura.....	79
a) El Spindle.....	79
b) El deslizamiento lineal del Pantógrafo CNC	81
Movimiento coordinado en dirección “Y”	83
Movimiento coordinado en dirección “X”	85
Movimiento coordinado en dirección “Z”	86

c) Mesa de corte	88
d) Fresas o herramientas de corte.....	89
1.5.1.2. Diseño electrónico de la estructura	91
a) El control CNC y el sistema computarizado.....	91
1.5.1.3. Cálculo de ejecución del pantógrafo CNC	92
1.5.2. Montaje de la estructura.....	97
1.5.3. Manual práctico para realizar procesos de fresado con un pantógrafo CNC.....	98
5. CONCLUSIONES	99
6. RECOMENDACIONES	100
7. BIBLIOGRAFIA.....	101
7.1. Bibliografía Citada.....	101
7.2. Bibliografía Electrónica	104
8. ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1.1. LA AUTOMATIZACIÓN	2
FIGURA N° 1.2. MÁQUINA HERRAMIENTA CNC.....	12
FIGURA N° 1.3. MAQUINA CNC.....	14
FIGURA N° 1.4. SISTEMA CNC	15
FIGURA N° 1.5. PROSESO DE CNC	16
FIGURA N° 1.6. COMPONENTES DE UN SISTEMA CNC.....	17
FIGURA N° 1.7. FRESADO EN MADERA	21
FIGURA N° 1.8. FRESADO EN DE MADERA EN 3D	22
FIGURA N° 1.9. SERVOMOTOR.....	23
FIGURA N° 1.10. ESTRUCTURA DEL SERVOMOTOR	24
FIGURA N° 1.11. SERVOMOTOR CON SEÑAL DE PULSO	25
FIGURA N° 1.12. SERVOMOTOR SIN SEÑAL DE PULSO.....	25
FIGURA N° 1.13. FORMAS DEL ROTOR EN SERVOMOTORES DE CC.....	26
FIGURA N° 1.14. ESTRUCTURA DE UN SERVOMOTOR CC	27
FIGURA N° 1.15. MOTOR PASO A PASO.....	28
FIGURA N° 1.16. COMUNICACIÓN ENTRE LA PC Y LA TARJETA DAQ 31	
FIGURA N° 1.17. PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE MACH3	32
FIGURA N° 1.18. PROGRAMA LAZYCAM	37
FIGURA N° 1.19. PROGRAMA ARTCAM PRO	39
FIGURA N° 3.1. SPINDLE	80
FIGURA N° 3.2. SISTEMA DE DESLIZAMIENTO LINEAL.....	82
FIGURA N° 3.3. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “Y”	84
FIGURA N° 3.4. ESTRUCTURA DEL EJE “Y”	84
FIGURA N° 3.5. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “X”	846
FIGURA N° 3.6. ESTRUCTURA DE EJE “X”	86
FIGURA N° 3.7. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “Z”	88
FIGURA N° 3.8. TABLON DE MESA DE CORTE.....	88
FIGURA N° 3.9. MESA DE CORTE.....	89
FIGURA N° 3.10. FRESA PARA TALLADOS EN MADERA.....	90
FIGURA N° 3.11. SISTEMA COMPUTARIZADO	91
FIGURA N° 3.12. ESTRUCTURA DEL PANTÓGRAFO CNC.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 2.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 1	58
GRÁFICO N° 2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 2	59
GRÁFICO N° 2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 3	60
GRÁFICO N° 2.4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 4	61
GRÁFICO N° 2.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 5	62
GRÁFICO N° 2.6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 6	63
GRÁFICO N° 2.7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 7	64
GRÁFICO N° 2.8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 8	65
GRÁFICO N° 2.9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 9	66
GRÁFICO N° 2.10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 10	67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1.1. PRIMEROS DESARROLLOS NACIONALES DEL CN	7
TABLA N° 1.2. MÁQUINA CONVENCIONAL VS. MÁQUINA CNC	14
TABLA N° 1.3. SERVOMOTOR DE CC VS. MOTOR PASO APASO.....	29
TABLA N° 1.4. FUNCIONES DE LOS COMANDOS G.....	33
TABLA N° 2.1. POBLACIÓN	56
TABLA N° 2.2. MUESTRA	57
TABLA N° 2.3. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 1	58
TABLA N° 2.4. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 2.....	59
TABLA N° 2.5. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 3.....	60
TABLA N° 2.6. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 4.....	61
TABLA N° 2.7. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 5.....	62
TABLA N° 2.8. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 6.....	63
TABLA N° 2.9. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 7.....	64
TABLA N° 2.10. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 8.....	65
TABLA N° 2.11. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 9.....	66
TABLA N° 2.12. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 10.....	67
TABLA N° 2.13. FRECUENCIAS	72
TABLA N° 2.14. CÁLCULO DE FRECUENCIA ESPERADA	73
TABLA N° 2.15. CÁLCULO DEL CHI-CUADRADO	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A-MANUAL PRÁCTICO.....	105
ANEXO B-MANUAL DE MANTENIMIENTO	154
ANEXO C -FORMATO DE ENCUESTA REALIZADAS A ESTUDIANTES	166
ANEXO D-FORMATO DE ENTREVISTAS REALIZADAS A DOCENTES	167
ANEXO E -MONTAJE DEL PANTÓGRAFO CNC	168
ANEXO F -PRÁCTICA N° 1	173
ANEXO G-PRÁCTICA N° 2	174
ANEXO H-MANTENIMIENTO DEL PANTÓGRAFO CNC.....	175
ANEXO I-GLOSARIO DE TÉRMINOS NUEVOS.....	1757
ANEXO J- CONTRATO COMPRA VENTA LICENCIA SOFTWARE MACH3	175
ANEXO K-PLANOS DEL PANTÓGRAFO CNC.....	181

TEMA: “Diseño e implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado - CNC para realizar procesos de fresado en madera en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015”

Autores: Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir

Proaño Jácome Juan Carlos

RESUMEN

En la actualidad a nivel mundial las industrias se han caracterizado por realizar productos de óptima calidad lo que ha generado extrema competitividad entre las grandes empresas, lo que también ha afectado a los productores menores ya que estos no poseen la tecnología avanzada para estar al mismo nivel de grandes industrias las mismas que se renuevan constantemente obteniendo maquinas herramientas de alta tecnología y software de diseño de acorde a la década en la que se encuentren. Tomando en cuenta la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga se puede observar un gran avance tecnológico y aumento en la producción industrial, no obstante, es visible que también existen pequeños productores los cuales no pueden adquirir maquinaria para estar al mismo nivel que las empresas altamente industrializadas. El presente trabajo de investigación está enfocado al ámbito de la industria maderera específicamente a la carpintería a la hora de realizar procesos de fresado y tallado ya que en mucho de los casos las labores de fresado en madera son realizados manualmente lo que conlleva que el tiempo en la realización de los trabajos sea mayor y con un índice de falla alto, por otro lado este trabajo puede ocasionar problemas de salud debido a que tenemos contacto directo con los residuos de madera generado afecciones respiratorias tales como rinitis o conjuntivitis, debido a que la madera posee gran variedad de sustancias químicas nocivas para el ser humano como sustancias químicas aplicadas por el hombre para protegerla de su deterioro como por ejemplo anti fúngicos, insecticidas, o sustancias propias de la actividad industrial maderera como barnices o colorantes artificiales

Subscriptores: Diseño, Implementación, Sistema CNC, Software.

TOPIC: "Design and implementation of a pantograph by computer numerical control - CNC milling processes for wood in the laboratory of Electromechanical Engineering from the Technical University of Cotopaxi in the period 2015"

Authors: Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir
Proaño Jácome Juan Carlos

ABSTRACT

Today global industries are characterized by making high quality products which has led to extreme competition among large companies, which has also affected smaller producers because they do not possess the technology to be level large industries the same as getting constantly renewed high-tech machine tools and design software according to the decade in which they are located. Among the technological advances that are currently on the market are the numerical control system computerized that it allows different industrial jobs difficult to execute by the human personnel, allowing the optimization of time and money. Considering the Province of Cotopaxi, Latacunga Canton can be seen a technological breakthrough and increased industrial production, however, it is visible that there are small producers who can not acquire machinery to be at the same level as the highly industrialized companies. The present research is focused on the field of timber joinery specifically when performing milling processes and cut as much of the cases, wood milling work is done manually which implies that the time the realization of the work is greater and with a high failure rate, on the other hand this work may cause health problems because they have direct contact with the wood waste generated respiratory diseases such as rhinitis or conjunctivitis, because the wood It has many harmful chemicals to humans as resins, alkaloids, natural dyes, fungi, bacteria and other chemicals applied by man to protect it from deterioration such as anti-fungal, insecticides or substances own activity industrial timber as varnishes or artificial colors, these toxins may vary depending on the type of wood that can be hard or soft, many of these internal or external agents can affect the human organism both dermally or through inhalation.

Subscribers: Design, Implementation, CNC System Software.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal certificar que: la traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir y Proaño Jácome Juan Carlos de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PANTÓGRAFO MEDIANTE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO - CNC PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO EN MADERA EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2015”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 21 de Mayo del 2015.

Lic. M.sc. Marcia Chiluisa

C.I: 050221430-7

DOCENTE DEL CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño e implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado (CNC) para realizar procesos de fresado en madera, con el objetivo de implementarlo en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para que los estudiantes puedan realizar prácticas y conocer más sobre esta herramienta que actualmente es utilizada en varias industrias.

Es por este motivo que como alumnos de la institución hemos propuesto la implementación de una máquina herramienta que reemplacé la ejecución manual de los procesos de fresado en madera por la automatización y de esta manera aportaremos en la formación académica los estudiantes universitarios para de esta forma incentivarlos a obtener nuevos conocimientos sobre la manipulación y ejecución de una máquina CNC a través de prácticas de laboratorio y así poder dar soluciones sobre programación automatización y mantenimiento de la misma.

Para ejecutar el proyecto fue importante establecer tres capítulos los cuales han sido esenciales para poder cumplir a cabalidad con los objetivos trazado en la propuesta del tema.

En el capítulo I se encuentra desarrollado el marco teórico en donde se establece los temas que se utilizaran en el desarrollo del proyecto mismo que fueron extraído de fuentes bibliográficas como libros, folletos, páginas web las mismas que fueron citadas en las partes importantes que tenían referencia con el tema a investigar siendo de mucha ayuda para poner esclarece la visión de la futura implementación y esclarecer dudas existentes sobre el uso adecuado de materiales, historia referente a cada uno de los instrumentos y materiales a ser utilizados en la presente tesis.

Para continuar con el proyecto se realizó una investigación de mercado el cual se encuentra plasmado en el capítulo II en donde se aplicaron diferentes métodos y técnicas de investigación, como las encuetas y entrevistas que fueron aplicadas a docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la

institución para recolectar información que permitió determinar la factibilidad de la propuesta planteada.

Una vez analizados e interpretados los resultados se pudo concluir que el proyecto es realizable y se continuó con el desarrollo de la propuesta del mismo que se encurta desarrollada en el capítulo III, donde se establece el diseño del pantógrafo CNC, además de un manual práctico para demostrar la utilización y manejo de la máquina mediante proceso y procedimientos para mejor entendimiento de los usuarios.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Automatización

Según, (ASENSI ARTIGA, 2002, pág. 57) En el glosario ALA, “Se define la automatización como la realización de una operación, una serie de operaciones o un proceso por autocontrol, auto activación o por medios automáticos”.

Según, (MORENO, 1999, pág. 12) “La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento”.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de fabricación, realizadas habitualmente por operarios humanos a un ligado de elementos tecnológicos. La automatización está relacionada como un camino más de los avances tecnológicos ya que con esto se pueden realizar trabajos con maquinaria controlada por sistemas computacionales sustituyendo así la mano de obra humana, con la implantación de un proceso automático dentro de la industria se puede optimizar tiempo y personal debido a que para su manejo solo es necesario un operador del sistema presentando así grades avances y ventajas en las áreas de producción.

Una automatización está basada en la utilización de un flujo determinado para poder realizar cada una de sus funciones a través del desarrollo de un software y la manipulación adecuada según lo requerido por el operador como son procesos de corte y las diferentes profundidades de penetración en el material y así brindando un mejor acabado y menor esfuerzo físico del operario.

En suma, la automatización es mediante elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos controlar cualquier máquina herramienta sin intervención humana como se muestra en la siguiente figura 1.1.

FIGURA N° 1.1. LA AUTOMATIZACIÓN



Fuente: <http://www.automatizarimportancia.blogspot.com/06/10/14>

Elaborado por: Grupo investigador

1.1.1. Antecedentes Históricos

Según, (GARCIA HIGUERA, 2005, pág. 18) en su colección de ciencia y tecnología **El Control Automático en la Industria** resalta que: **“La automatización industrial propiamente dicha, no comenzó hasta el siglo XVIII con la Revolución Industrial.”**

Según, (CRAIN, 2006, pág. 1), en su tercera edición **Robótica** nos indica que: **“Las técnicas de automatización parecen estar estrechamente ligada con la economía mundial. El uso del robot industrial, que se identificó como dispositivo único en la década de 1960, junto con los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD) manufactura asistida por computadora (CAM), caracteriza las tendencias más reciente en la automatización del proceso de manufactura”**

La automatización fue uno de los pilares fundamentales en la Revolución Industrial en donde se desarrolló la maquina a vapor la cual remplazo al hombre en las áreas de producción principalmente en las fábricas de textiles y de maquinaria. Desde ese momento la automatización fue revolucionando y mejorando, por lo que varias personas la emplearon como Henry Ford que aplico los principios de la automatización en la producción del modelo de chasis Ford T en 1913 que disminuyo el tiempo de 728 horas a una hora y media para ensamblar un coche.

En países como Estados Unidos y Japón se han adoptado desde hace varias décadas atrás la automatización, debido a que el uso de maquinaria automatizada ayuda a la reducción de costos de las industrias, por su grado de efectividad, rapidez, flexibilidad y precisión.

Otra razón por la cual cada vez más industria utilizan esta herramienta es debido a que a medida que los robots se vuelven más capaces pueden realizar más tareas y en muchos casos tareas peligrosas que pueden poner el riesgo la vida del ser humano. Es por ello que en Estados Unidos en el año 2000 alrededor del 78% de robots instalados fueron para realizar trabajos de soldadura o manejo de materiales peligrosos para el hombre.

1.1.2. Importancia

Según, (Joan Domingo Peña, 2003, pág. 36) “En una automatización industrial es fundamental conocer, entre otros aspectos, la manera que se recibe la información del proceso que hay que controlar, así como la manera en que se le ha de suministrar la información. De modo que será importante que conozcamos el tipo de información que se manipula y que elementos permiten su adquisición.”

Según, (Schmid Kalpakjian, 2002, pág. 1063) la importancia de la automatización recae en que “Las operaciones de manufactura se optimizan más, tanto en calidad como en costos, mediante técnicas de control adaptables, donde se vigila la operación en forma continua y se hacen los ajustes necesarios en los parámetros del proceso, debido a que

la verdadera automatización comenzó con el control numérico de las máquinas, que tiene la capacidad de flexibilidad de operación”

La automatización es de vital importancia en las empresa ya que se realiza proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra, es decir facilita la producción, disminuye costos y tiempo debido a que se va a dar un proceso más rápido y eficiente.

Para una correcta automatización de procesos es necesaria la implementación de un eficaz sistema ya que esto ayudara al uso eficiente de la energía y la materia prima.

La calidad del producto es un aspecto muy importante en el área de la manufactura debido a que influye de manera directa al momento de su comercialización, por lo que es importante considerar a la automatización para su fabricación ya que esta ayudara a mejorar la calidad de los productos y el tiempo de realización será menor a diferencia de realizarlo manualmente.

1.1.3. Objetivos de la automatización

Los objetivos de la automatización en la industria son los siguientes:

- Optimizar la productividad de la industria mediante la reducción de los costes de la producción y la mejora de la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos esforzados e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar en forma intelectual o manualmente.
- Incremento de la producción para proveer las cantidades necesarias en los momentos precisos.
- Facilita el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

1.2. Control Numérico (CN)

Según, (SEBASTIÁN PÉREZ & LUIS PÉREZ, 2013, pág. 31) la normativa ISO: (ISO/CEI 2382-24:1995), (ISO 2806:1994) “Se define a un control numérico como el control automático de máquinas-herramienta o procesos industriales gestionados por un dispositivo que hace uso de comandos en código numérico introducidos en tiempo real”.

Según (ALAIN, 2011, pág. 6), CN por sus siglas que significa Control Numérico. “Un "controlador" ordenador lee códigos-G o instrucciones en lenguaje de máquina y acciona una herramienta”.

El control numérico es un sistema de automatización de las máquinas que son operadas mediante comandos programados, es decir es un conjunto detallado de instrucciones paso a paso que le dicen a la máquina qué camino seguir y que operaciones realiza. Se puede decir también que un controlador numérico es la base de la automatización de máquinas industriales utilizando herramientas que puedan extender lasos entre comandos de un mismo almacenamiento y de esta forma realzar procesos.

Para el manejo del control numérico se utiliza un sistema de coordenadas para el movimiento de la maquinaria a través de un programa informático ejecutado por una computadora, estas coordenadas son X, Y, Z.

1.2.1. Antecedentes históricos del control numérico

Según, (ALAIN, 2011, pág. 6) NC o control simplemente numérica fue desarrollado a finales de 1940 y principios de 1950 por John T. personas en colaboración con el MIT (Massachusetts Institute of Technology).

Según, (SEBASTIÁN PÉREZ & LUIS PÉREZ, 2013, pág. 24) La aplicación del control numérico a las maquinas herramientas surgió para posibilitar la fabricación de piezas de geometría compleja y alta

precisión, demandadas por la industria aeronáutica militar. Ello tuvo lugar en el año 1942.

El control numérico surgió a principios de los años 50, se hizo realidad el hecho de controlar una máquina herramienta a partir de números y de manera digital. En 1968 surgieron los controles numéricos se implementaron en procesos de manufactura de manera simultánea, creándose lo que se conoce como un centro de maquinado.

Es muy importante conocer desde donde nació la idea de perfeccionar la fabricación de piezas mediante una máquina herramienta para así tener un mejor acabado y mayor precisión esto se debió a la necesidad del hombre para obtener piezas para sus máquinas de combate y lograr para un futuro nuevos métodos de construcción a base de la automatización de máquinas herramientas.

Por consiguiente el diseño debe ser adecuado y requiere análisis de factores como la forma, el material de cada elemento y consideraciones como por ejemplo el rendimiento que va a tener la máquina herramienta a ser controlada esto con cualquier tipo de software considerando las diferentes aplicaciones en que se emplearan.

A través del tiempo y en el paso de los años se puede destacar la gran asimilación efectuada tanto del control numérico como del empleo de robots y ordenadores en los procesos de fabricación.

Todo ello conduce a la necesidad de mejorar las comunicaciones internas de la fábrica para la gestión y transmisión de la información tecnológica. Esta no queda restringida a las labores específicas de fabricación, el diseño y la calidad como se puede verificar en la tabla 1.1.

El abaratamiento y miniaturización de los microprocesadores ha generalizado la electrónica digital en las máquinas herramienta, lo que dio lugar a la denominación control decimal numérico, control numérico por computadora, control numérico por computador o control numérico computarizado (CNC), para diferenciarlas de las máquinas que no tenían computadora.

TABLA N° 1.1. PRIMEROS DESARROLLOS NACIONALES DEL CN

AÑO	EMPRES/FERIA	MÁQUINA/DESARROLLO
1969	Duñaiturria y Estancona (DYE)	Fresadora puente para CN destinado a la industria aeronáutica. Exportada a EUA sin el control.
1969	DYE	Fresadora puente con CN extranjero, montada íntegramente por DYE.
1974	Guztiok´Bat	Primer torneo nacional de CN.
1974	Anayak	Primera fresadora de torreta con CN.
1976	Kondia	Primer centro de mecanizado de husillo vertical nacional.
1983	Anayak	Primer centro de mecanizado de husillo horizontal y manutención automática

Fuente: Libro “Programación de Máquinas, Herramientas con Control Numérico”, 2013.

Elaborado por: Grupo investigador

Desde varios años atrás hasta la actualidad las máquinas de control numérico han sido utilizadas en varias áreas industriales convirtiéndose en una de las herramientas más eficientes en la producción, cabe recalcar que este sistema utiliza un ordenador para ejecutar sus proceso pero en algunos de los casos no es necesario la utilización de la misma esto dependerá básicamente del uso que se le dará al mismo.

1.2.2. Componentes de un Sistema de Control Numérico

Dentro de toda máquina herramienta es importante resaltar los principales elementos que esta tiene, ya que cada uno de estos brinda las necesidades que exige el operario y en si el funcionamiento correcto para realizar procesos. Como

también es necesario el correcto ensamble de cada equipo como elementos mecánicos eléctricos y electrónicos logrando así la perfecta funcionabilidad.

Según, (MIKELL P, 1997, pág. 926) “Un sistema de control numérico tiene tres componentes básicos: 1) un programa de partes, 2) una unidad de control de máquina y 3) el equipo de procesamiento.”

De lo antes mencionado son las partes fundamentales que debe tener una máquina herramienta en fresado para su manipulación sin la intervención humana es indispensable cada uno de estos componentes ya que con un programa de partes estarán todas la estructuras de movimiento, corte, etc. y en la unidad de control de la maquina estarán ubicadas a lo que se refiere en el software y ordenador y por último el equipo de procesamiento son los equipos de comunicación entre el ordenador y la máquina.

1.2.3. Sistemas de Coordenadas en el Control Numérico

Según, (MIKELL P, 1997, pág. 927) “Para especificar las posiciones en el control numérico se usa un sistema de ejes de coordenadas estándar. El sistema consiste en los ejes lineales, (x, y, z) del sistema de coordenadas cartesianas, además de tres ejes rotatorios (a, b, c). Los ejes rotatorios se usan para que la parte de trabajo gire y presente diferentes superficies durante el maquinado”.

Según, (RODRÍGUEZ DORADO, MEJÍAS SANGUINO, & SERRANO SÁNCHEZ, 2010, pág. 2), “Para que la máquina pueda trabajar con las cotas de posición especificadas, estos datos deben darse en un sistema de referencia que coincidan con las direcciones de desplazamiento de los carros de los ejes. Para ello, se utiliza un sistema de coordenadas con los ejes X, Y, Z. Este es el denominado sistema de coordenadas cartesianas”.

De lo antes expuesto para el control de movimientos de una maquina fresadora CN es necesario tener en cuenta el espacio en que se moverán los ejes ya que con la ayuda de los servomotores se podrán mover al gusto que el software y las partes

de control deseen. Los ejes de coordenadas son: eje X para realizar los desplazamientos longitudinales y eje Y para los desplazamientos trasversales. Para ejecutar los movimientos se utilizan servomotores además en muchos de los casos se utilizan tres ejes dependiendo de capacidad de la máquina.

Es importante resaltar que en una máquina de fresado es indispensable también indicar la profundidad o penetración a diferencia que en tornos ya que en esta basta simplemente establecer un plano para definir el contorno.

1.2.4. Programación del Control Numérico

1.2.4.1. Programación manual

Según, (KALPAKJIAN, 2002, pág. 1036), “La programación manual consiste en calcular primero las relaciones dimensionales de la herramienta, la pieza y mesa, con base en planos técnicos de la parte (incluyendo el CAD, diseño ayudado por computadora), las operaciones de manufactura que se harán y su orden. Se prepara entonces una hoja de programa, donde se detalla la información necesaria para efectuar la programación”

Las diferentes funciones a realizar por la máquina dentro de cada bloque se identifican por el formato del bloque. En los lenguajes de bloques de formato fijo cada posición tiene un significado determinado. Actualmente está en desuso.

En los bloques de formato variable las funciones se identifican con una letra o dirección y los caracteres que siguen a esta letra especifican el valor directo o codificado de esta función.

Es decir, un bloque se descompone en "funciones" o palabras definidas por una letra dirección seguida de caracteres numéricos. En este caso, el programa se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario. El programa de mecanizado comprende todo el conjunto de datos que el control necesita para la mecanización de la pieza.

1.2.4.2. Programación Automática

Según, (MONTT, 1999, pág. 132) en su obra Análisis químico cuantitativo afirma que: “Los cálculos son realizados a través de un computador, partiendo de datos suministrados por el programador dando como resultado la ejecución de la pieza en un lenguaje de intercambio llamado APT que posteriormente será traducido mediante un post-procesador al lenguaje de la máquina adecuado para cada control”.

Según, (KALPAKJIAN, 2002, pág. 1037) la programación automática del control numérico “Implica usar lenguajes de programación simbólicos, que determinan las coordenadas de puntos como esquinas, bordes y superficies de la pieza. Un lenguaje de programación es un método para comunicarse con la computadora: implica usar caracteres simbólicos. El programa describe, en este lenguaje, el componente que se va a procesar, y la computadora convierte esa descripción en comandos para la máquina de control numérico”

Una programación automática funciona mediante la utilización de un software el mismo que tiene sus características y funciones basadas en el trabajo que se desea realizar.

Es decir para la programación automática de un control numérico se utiliza un software que mediante un computador se encarga de procesar los comandos requeridos. Desde la década de 1950 el programa más utilizado y eficaz es el Automatically Programmed Tools que en español significa Herramientas Programadas Automáticamente. La ventaja de utilizar este tipo de programación recae en que la programación se realiza en menor tiempo, evitar cometer errores humanos, posibilidad de realizar cambios en las partes que se están procesando para poder corregirlas.

Por lo tanto una computadora es la encargada de realizar los cálculos respectivos en la programación automática los cuales transmiten a la máquina

las órdenes para que trabaje, lo que no ocasiona errores en la elaboración de las piezas y estas sean de calidad.

1.2.5. Sistema APT (Automatically Programmed Tools)

Según, (Groover, 1997, pág. 926), “Las herramientas programadas automáticamente (en inglés Automatically Programmed Tooling) desarrollado en 1958. El lenguaje APT es un lenguaje de programación de partes a través del cual un usuario describe las instrucciones de maquinado en enunciados simples parecidos al idioma inglés”

Según, (KALPAKJIAN, 2002, pág. 1037), “APT, de Automatically Programmed Tools, o herramientas programadas en forma automática se desarrolló a finales de la década de 1950. Este lenguaje, en sus diversas formas aplicadas, es el más usado para programación de punto a punto y de trayectoria continua”.

Un sistema APT es utilizado dentro de un lenguaje de programación basado en el control numérico para realizar los enlaces necesarios y así filtrar la información desde el ordenador así las acciones requeridas.

Este tipo de lenguaje permite que una máquina de control numérico realizar los movimientos necesarios para ejecutar cortes complejos que las industrias necesita, debido a que las herramientas programadas simplifica las tareas de calcular los puntos geométricos que una herramienta debe atravesar para realizar su trabajo.

1.3. Control Numérico Computarizado – CNC

Según, (GARCÍA HIGUERA, 2007, págs. 70,71) “Se considera control numérico computarizado a todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en el que las ordenes relativas a los desplazamientos del móvil son elaboradas en forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas definidas, bien manualmente o por medio de un programa como se muestra en la figura 1.2.”

FIGURA N° 1.2. MÁQUINA HERRAMIENTA CNC



Fuente: Libro “El Control Neumático en la Industria”, 2005.

Elaborado por: Grupo investigador

Según, (GARCÍA HIGUERA, 2007, pág. 45) en su obra CIM. El Computador en la Automatización de la Producción: “Estas máquinas son capaces de realizar operaciones complejas que requieren el movimiento simultáneo de dos o más ejes; lo cual es muy difícil de controlar por un operario. Para solventar en cierta medida estos problemas es posible dotar a las maquinas herramientas de un sistema de control computarizado programable de forma numérica; obteniéndose así un máquina de CNC”.

El Control Numérico Computarizado, también llamado CNC en inglés (Computer Numerical Control), se refiere a todo dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento de un órgano mecánico móvil mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real.

De lo antes mencionado un control numérico es una de las formas que existe para poder tener manipulación de datos y tener posicionamientos de un material y así obtener un total registro de cada proceso que se está realizando en la maquinas herramientas logrando mayor precisión y tiempos muertos.

Como máquina herramienta CNC, es toda aquella que puede ser controlada sus posiciones y movimientos de los motores que en si accionan los ejes de la misma. Debido a estas posiciones y diferentes movimientos mediante un software nos permiten realizar inclinaciones que no se pueden realizar como por ejemplo circunferencias exactas, curvas y demás trazados para realizar figuras en fresado. Sin embargo es preciso recalcar que es necesario que cualquier tipo de máquina que se diseñe deban contener las características del software ya que este va a controlar a dicha máquina herramienta.

Dentro de las aplicaciones que se puede dar al control de las maquinas herramientas existen variables que inciden en la bondad de la automatización como son: la rapidez, productividad, velocidad y más que nada la precisión que estas tienen mediante un control.

Un control CNC es un sistema que nos permite controlar la posición exacta de un elemento físico montado en una maquina la cual por intermedio de un software realizara un trabajo determinado.

1.3.1. Antecedentes Históricos del Control Numérico Computarizado

Las máquinas de control numérico computarizado tuvieron sus inicios en los años 50, fueron desarrolladas por John Parsons en el Instituto Tecnológico de Massachusetts con el objetivo encontrar un método más eficiente en la fabricación de las piezas de los aviones para la Fuerza Armada de estados Unidos.

Por su parte en la industria japonesa desde los años 80 ha invertido grandes cantidades de dinero en máquinas CNC para equipos de fábrica, en comparación a industrias estadounidenses y europeas.

Estas máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos modelos y troqueles, como se muestra en la Figura 1.3. Para conocer con mayor claridad los beneficios de una maquina CNC se realiza una breve comparación entre una maquina convencional y una CNC en la siguiente Tabla 1.2.

TABLA N° 1.2. MÁQUINA CONVENCIONAL VS. MÁQUINA CNC

MÁQUINA HERRAMIENTA CONVENCIONAL	MÁQUINA HERRAMIENTA CNC
Un operario, solo puede operar una sola máquina	Un operario, puede operar varias máquinas a la vez
Es necesario consultar constantemente el plano	No es necesario consultar apenas el plano
Es necesario una amplia experiencia	No es necesario una alta experiencia
El operador tiene el control de profundidad avance etc.	El programa tiene todo el control de los parámetros de corte.
Mecanizado imposible de realizar	Posibilidad de realizar cualquier mecanizado.

Fuente: Libro “Programación de Máquinas, Herramientas con Control Numérico”, 2013.

Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA N° 1.3. MAQUINA CNC



Fuente: <http://www.solostocks.com.co/venta-productos/herramientas-electricas/herramientas-electricas/maquina-de-grabado-de-carpinteria-cc-m1325b-1155987> 23/07/2012

Elaborado por: Grupo investigador

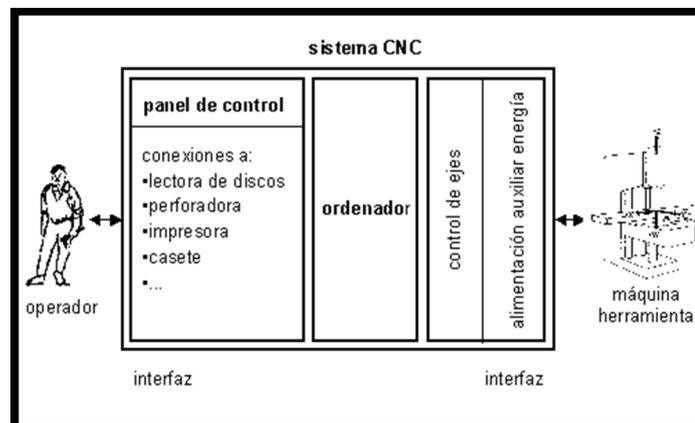
1.3.2. Funcionamiento de un sistema CNC

Según, (GARCÍA HIGUERA, 2007, pág. 72), “En una maquina CNC, a diferencia de una maquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, pueden hacer movimientos que no se pueden lograr, manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales”

Según, (GARCÍA HIGUERA, 2007, pág. 73), El sistema de Control Numérico Computarizado funciona debido a que “Toma la información del diseño y genera la ruta de corte que tiene que seguir la herramienta para la fabricación de la pieza deseada; a partir de esta ruta de corte se crea automáticamente el programa de maquinado, el cual puede ser introducido a la máquina mediante un disco o enviado electrónicamente”.

Se espera que los controles adaptativos, combinados con los controles numéricos y las computadoras, produzcan una mayor eficiencia en las operaciones de trabajos con los diferentes materiales a trabajar”. Un CNC tiene como finalidad controlar movimientos de una determinada maquina a través de la utilización de sistemas numéricos y herramientas según el tipo de operación requerida como se indica en la figura 1.4. Y 1.5.

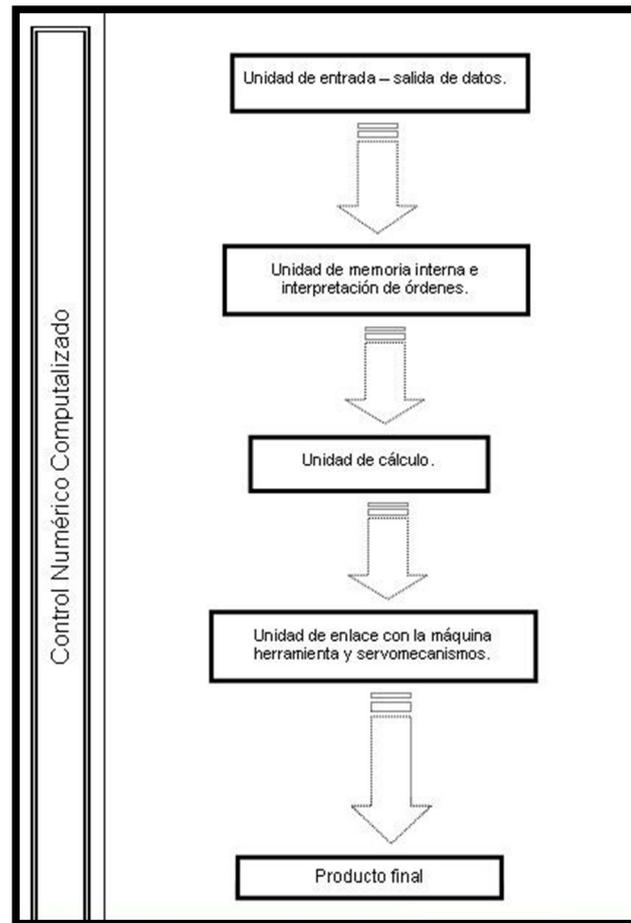
FIGURA N° 1.4. SISTEMA CNC



Fuente: <http://html.Control-numerico-computarizado.html>, 26/09/2014

Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA N° 1.5. PROSESO DE CNC



Fuente: <http://datateca.unad.edu.co/com,26/09/2014>

Elaborado por: Grupo investigador

1.3.3. Componentes de un Sistema CNC

Básicamente se distinguen las siguientes partes o estructuras en un sistema CNC como se ilustra en la figura 1.6.

- UCP (unidad central de procesos)
- Periféricos de entrada
- Unidad de almacenamiento de datos
- Periféricos de salida
- Unidad de alcance (conexión con maquina)

FIGURA N° 1.6. COMPONENTES DE UN SISTEMA CNC



Fuente: www.emmexsa.com.mx, 26/09/2014

Elaborado por: Grupo investigador

1.3.4. Ventajas y Desventajas de la Utilización de un Sistema CNC

1.3.4.1. Ventajas

Las ventajas que se general al utilizar un sistema CNC son las siguientes:

- Mejora de la precisión, así como aumento en la calidad de los tallados.
- Una mejor uniformidad en la producción.
- posibilidad de utilización de varias maquinarias simultáneamente por un solo operario.
- Mecanización de productos de geometría complicada
- Fácil intercambio de la producción en intervalos cortos.
- Posibilidad de servir pedidos urgentes.
- Reducción de la fatiga del operario.
- Aumento de los niveles de seguridad en los puestos de trabajo.
- Disminución de tiempos por maquina parada.
- Posibilidad de simulación de los productos de corte antes de la mecanización definitiva lo que ahorra en piezas defectuosas.

1.3.4.2. Desventajas

Al igual que ventajas también se puede generar desventajas al momento de utilizar un sistema CNC tales como

- Necesidad de cálculos, programación y preparación de forma correcta para un eficiente funcionamiento.
- Costo de mantenimiento, ya que el sistema de control y mantenimiento de las mismas es un poco complicado, lo que genera la necesidad de personal de servicio y mantenimiento con altos niveles de preparación.
- Necesidad de mantener grandes volúmenes de pedidos para una mayor amortización del sistema.

1.3.5. Aplicación de un Control Numérico Computarizado – CNC

El control numérico computarizado en una de sus tantas aplicaciones es utilizado para modelar cualquier tipo de fibra, además se usa en la fabricación de muchos otros productos de carpintería utilizando adecuadamente un software para su funcionamiento.

La aplicación de sistemas de CNC en las máquinas de trabajos manuales han hecho aumentar enormemente la producción, al tiempo que ha hecho posible efectuar operaciones las cuales eran difícil de hacer con máquinas convencionales, por ejemplo la realización de superficies esféricas manteniendo un elevado grado de precisión dimensional.

Finalmente, el uso de CNC incide favorablemente en los costos de producción al propiciar la baja de costes de fabricación de muchas máquinas, manteniendo o mejorando su calidad.

1.4. MAQUINA FRESADORA CNC

Según, (GROOVER, 1997, pág. 62) resalta que: “La máquina fresadora CNC están adaptadas especialmente para el fresado de perfiles, fresado de cavidades, fresado de contorno de superficies y operaciones de

tallado de dados, en la que se debe controlar simultáneamente dos o tres ejes de la mesa de trabajo. Normalmente se requiere el operador para cambiar las fresas y cargar y descargar las partes de trabajo”.

Según, (MIKELL P, 1997, pág. 619) “En las maquinas fresadoras CNC la trayectoria de la fresa se controla por datos numéricos en lugar de plantillas físicas. Las maquinas fresadoras CNC están adaptadas especialmente para el fresado de perfiles, fresado de cavidades, fresado de contorno de superficies y operaciones de tallado de dados”.

Según, (KALPAKJIAN & SCHMID, 2002, pág. 661) “Por ser capaces de ejecutar diversas operaciones de corte, las fresadoras son una de las máquinas herramientas más versátiles y útiles. La máquina fresadora más antigua fue construida por Eli Whitney (1765-1825) en 1820”.

En una máquina fresadora CNC el principal mecanismo de ejecución es la programación numérica en lugar de la utilización de plantillas físicas, así como también podemos realzar que una maquina fresadora CNC está adaptada para realizar trabajos complejos para la manipulación humana ya que este sistema puede alcanzar velocidades de ejecución elevadas y realizar trabajos exactos en menor tiempo como también se puede variar de diseño y tamaños en cuestión de segundos tan solo con diseñar en una software aliado de CAD/CAM.

En el control de máquinas fresadoras es importante controlar la trayectoria que va a tener la fresa para así tener acabados excelentes y más aún la necesidad de tener el espacio según los trabajos que realice, lo cual permite diferentes procesos como bien menciona las citas como son las perforaciones de cavidades, o los fresados de perfiles así como también los tallados de diversos trabajos convencionales por la mano humana.

Dentro de toda automatización y dentro de las máquinas herramientas se necesita una mínima intervención humana en vista de que tiene la necesidad de un mantenimiento preventivo como es el cambio de grasa o el mismo cambio periódico de las fresas como también las partes mecánicas.

1.4.1. Fresadora

Según, (ISOLVE, 2000, pág. 78), nos señala que el fresado “Es un instrumento provisto de dientes cortantes que sirve para horadar, abrir, traspasar, calar, barrenar, perforar, punzar, picar, talar. Toda superficie plana o curvada, de interior o exterior, de casi todas las formas y tamaños pueden maquinarse por fresado”

Según, (NUTSCH, 2000, pág. 301), en su obra Tecnología de la madera y del mueble indica que “La fresadora sirve para hacer ensambles en madera, fresar perfiles o molduras, maderas, materiales de madera y de plástico según plantillas. La elaboración de la pieza se produce mediante distintas herramientas perfiladas accionadas mecánicamente”

El fresado es muy útil ya que este proporciona movimientos de avance y de aproximación como también el de corte en donde gracias a la ayuda de fresas podemos desbastar materiales utilizados para el diseño como pueden ser madera, aluminio, tool, etc. Este método es indispensable conocer qué tipo de motor vamos a utilizar, en caso de máquinas grandes motores con un gran torque o servomotores en caso de prototipos este último se utilizara para penetraciones menos profundas en materiales de bajas aleaciones.

1.4.2. Tallados en Madera

Según, (LESUR, 2003, pág. 71) en su obra Manual de tallado en madera detalla que: “Una talla es una obra de escultura, especialmente en madera. La madera se talla mediante un proceso de desgaste y pulido, con el propósito de darle una forma determinada, que puede ser un objeto concreto o abstracto. El producto final puede ir desde una escultura individual hasta elementos decorativos trabajados a mano que forman parte de una tracería”.

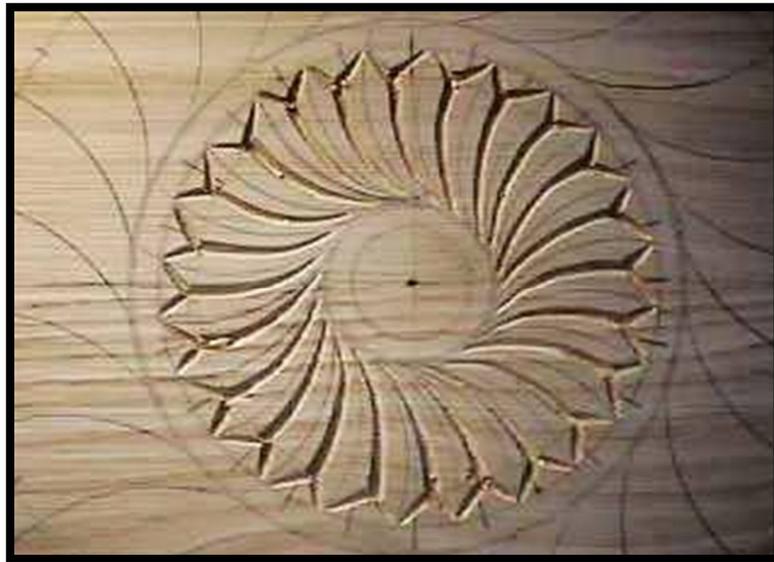
Según, (DELBOSCO DE LEIGUARDA & Beatriz, 2009, pág. 3), nos indica que “La madera es un material noble y flexible. El arte de tallarla es muy antiguo y forma parte de todas las culturas de todos los

tiempos. Sus fines pudieron haber sido meramente prácticos y utilitarios al principio como tallar madera para tener una herramienta y, finalmente artístico, ya que a través de este arte se pueden desarrollar todo potencial y el talento creativo”

Como toda artesanía, tiene un componente artístico, en el cual el tallista-artesano vuelca su talento creativo para sacar de unas simples tablas una obra de arte, y otro componente, técnico y mecánico, que hay que tener en cuenta para que la materia prima responda a nuestros esfuerzos y lograr el resultado deseado.

El tallado en madera es una obra escultural la cual se puede realizar a través del proceso de desgaste o de pulido dando as formas continuas y diseños agradables visualmente siendo así como una técnica de decoración, como se puede observar en la figura 1.7.

FIGURA N° 1.7. FRESADO EN MADERA



Fuente: Manual “Tallado en Madera”, 2003

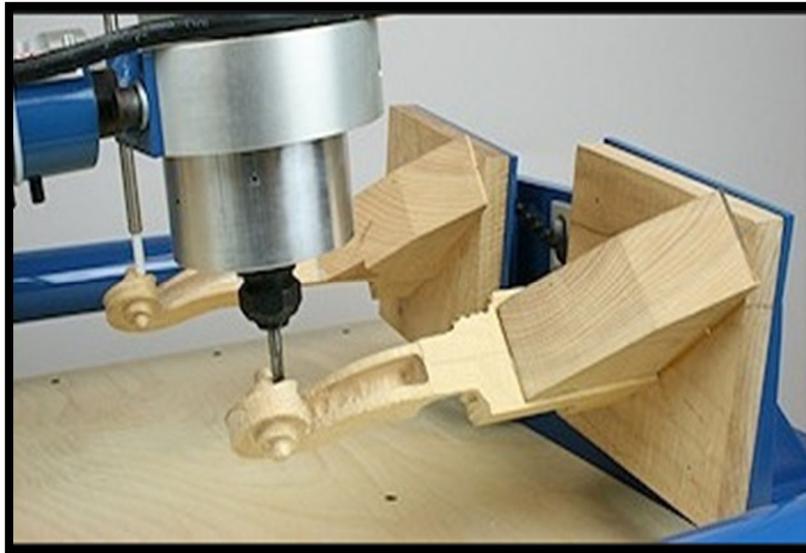
Elaborado por: Grupo investigador

Según, (DELBOSCO, 2002, pág. 34) en su obra Duplicado en madera detalla que: “Las herramientas para duplicado de talla en madera son un ahorro de tiempo importante para los artesanos que necesitan copiar con facilidad y precisión una forma ya existente o duplicar una

escultura original. Las herramientas para duplicado de talla en madera pueden variar ampliamente en características y precios”.

Al utilizar herramientas automáticas de tallado en madera se puede optimizar tiempo para los artesanos minoritarios los cuales se tardan demasiado en realizar una réplica exacta de una pieza, también podemos acotar que al realizarse un tallado automatizado se obtendrá mayor cantidad de producto. Figura 1.8.

FIGURA N° 1.8. FRESADO EN DE MADERA EN 3D



Fuente: Libro “Duplicado en Madera”, 2002

Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3. Elementos de una Máquina CNC

Para que el pantógrafo con Control Numérico Computarizado realice proceso de fresado en madera u otro tipo de material utiliza elementos tanto materiales tangibles como programas informáticos y software los mismo que son de vital importancia para su correcto funcionamiento, a continuación se encuentran detallados algunos de éstos con su respetiva descripción.

1.4.3.1. Servomotores

Como un proceso fundamental dentro del control y la automatización es importante gobernar los servomotores dentro de cualquier tipo de máquina herramienta ya que sin duda alguna son aquellos elementos que nos permiten la

fuerza para el dominio del mecanizado, así con las características que estos nos ofrecen se podrá optimizar los procesos de fabricación como son los de fresado y demás métodos.

Según, (MONTT, 1999, pág. 67), en su obra Análisis químico cuantitativo afirma que: “Este motor también trabaja como motor lineal, generador, productor de movimiento lineal y controles, para una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales. Estos actuadores son el centro de control de movimientos a través de un controlador de lógica programable, sensores, relevadores, dispositivos de protección de circuitos comunicadores en red y sistemas de control”.

FIGURA N° 1.9. SERVOMOTOR



Fuente: www.rodamientos-samper.com.mx,16/10/2014

Elaborado por: Grupo investigador

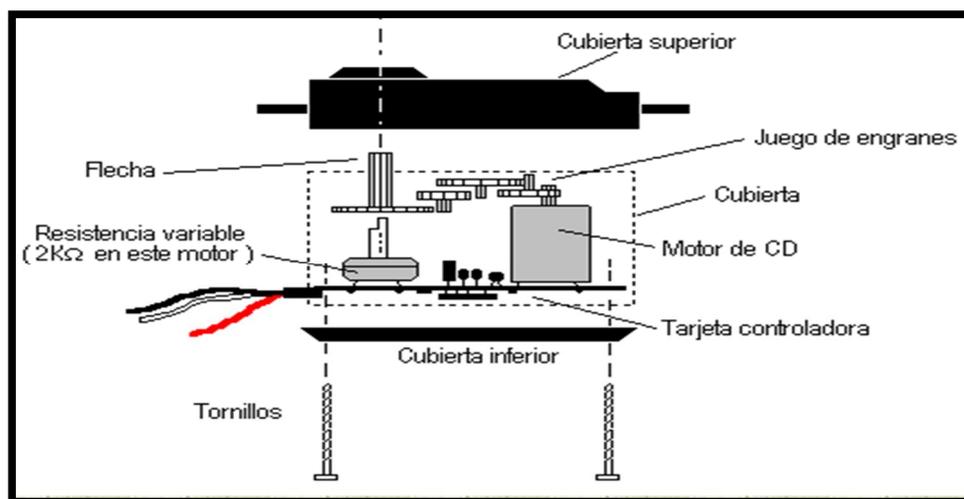
Un servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado que genera un movimiento similar al de un motor. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada tomando en cuenta que exista en la línea de entrada de la codificación, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. En la práctica, se usan servomotores para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones como se muestra en la figura 1.9.

a) Funcionamiento de un Servomotor

Según, (BALCELLS, 1997, pág. 198) en su obra *Autómatas programables* afirma que: “El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto”.

Dentro de un servomotor podemos encontrar circuitos de control conjuntamente con un potenciómetro el cual estará conectado en el sistema central del servomotor consiguiendo así controlar el ángulo en el cual estará trabajando, como se puede verificar en la figura 1.10.

FIGURA N° 1.10. ESTRUCTURA DEL SERVOMOTOR



Fuente: Libro “Autómatas Programables”, 1997

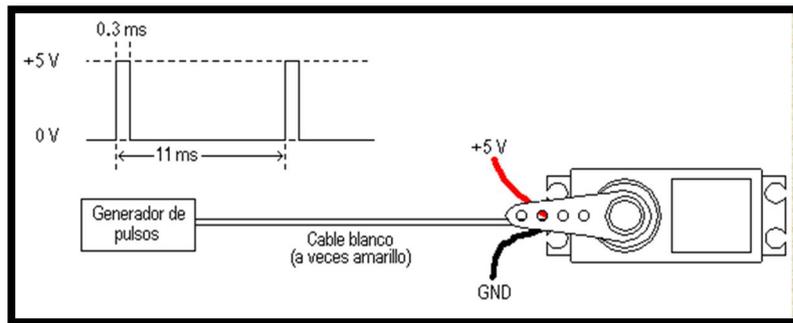
Elaborado por: Grupo investigador

b) Posicionamiento de un Servo con un Pulso

La posición deseada se le da al servomotor por medio de pulsos. Todo el tiempo debe haber una señal de pulsos presente en ese cable.

Señal de pulso en 0.3 ms cuando el servo está en su arranque, Figura 1.11.

FIGURA N° 1.11. SERVOMOTOR CON SEÑAL DE PULSO

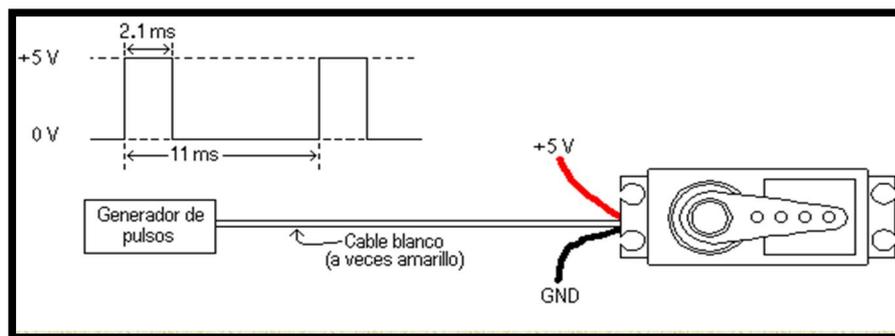


Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>,23/09/2014

Elaborado por: Grupo investigador

Señal de pulso en 2.1 ms cuando el servomotor ha recibido la información de arranque, Figura 1.12.

FIGURA N° 1.12. SERVOMOTOR SIN SEÑAL DE PULSO



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>,23/09/2014

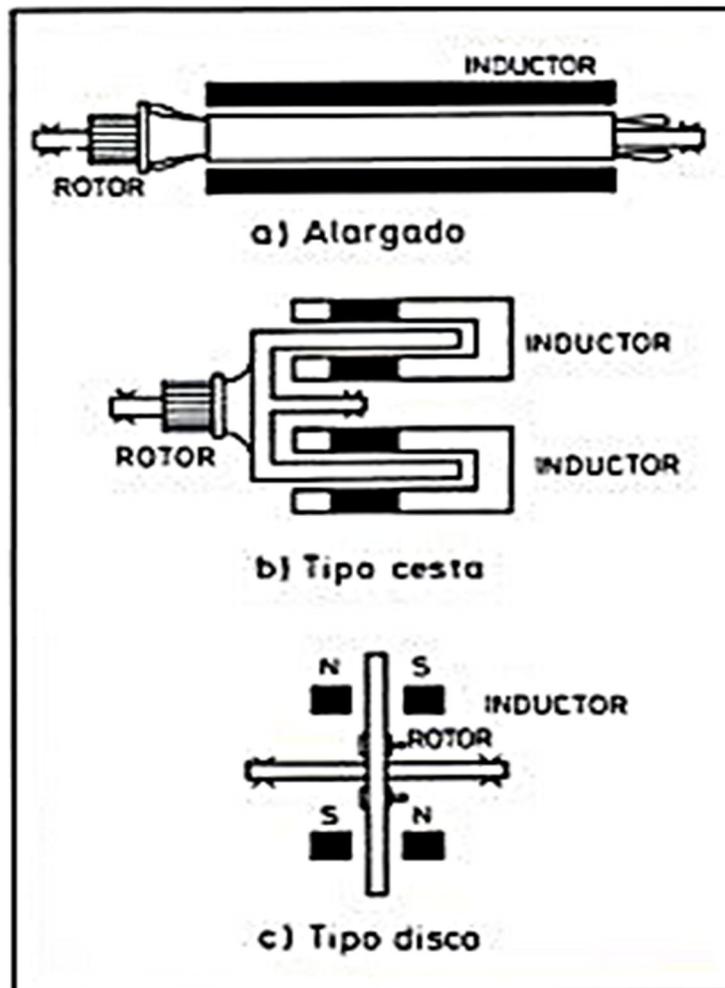
Elaborado por: Grupo investigador

c) Servomotores de Corriente Continua

Según, (BALCELLS, 1997, pág. 137) en su obra **Autómatas programables** afirma que: “Los servomotores de corriente continua CC son pequeñas máquinas especialmente diseñadas para control de posicionamiento. Aunque el principio de funcionamiento es el de una máquina de continua convencional con excitación independiente, su forma constructiva está adaptada a obtener un comportamiento dinámico rápido y estable en un par de arranque inmediato”.

De lo antes mencionado son elementos que tienen diferentes maneras de ser utilizados dentro de la automatización, y que en base a sus diversas características se tienen las formas de construcción y los beneficios que brinda al recibir una señal, el cual tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango o las operaciones encargadas manteniéndose siempre estable, también cabe resaltar que se puede variar la velocidad de este por diversos métodos de control.

FIGURA N° 1.13. FORMAS DEL ROTOR EN SERVOMOTORES DE CC

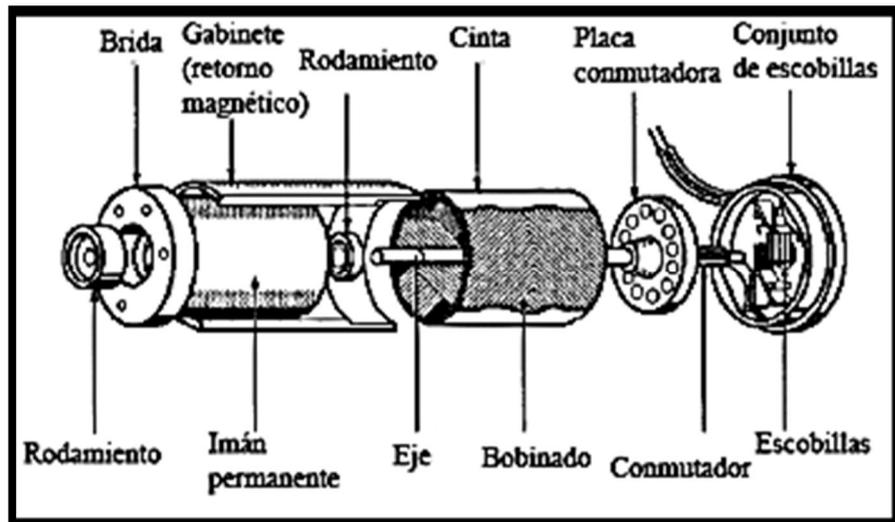


Fuente: Libro "Autómatas Programables", 1997.

Elaborado por: Grupo investigador

Se tendrán servomotores de corriente continua los cuales son pequeñas máquinas encargadas del posicionamiento de una estructura con la finalidad de dar los movimientos requeridos al momento de realizar un trabajo, como se muestra en la figura 1.13. En la figura 1.14 se muestra la estructura de un servomotor CC.

FIGURA N° 1.14. ESTRUCTURA DE UN SERVOMOTOR CC



Fuente: Libro “Autómatas Programables”, 1997

Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3.2. Motores paso a paso

Según, (CONTI, 2005, pág. 1) autor del libro Motores paso a paso señala que, “Los motores paso a paso, también llamados “de movimiento indexado” o simplemente de paso, está diseñado para girar un determinado ángulo en función de las señales eléctricas que se apliquen en sus terminales de control. Este tipo de motores se emplean a menudo en sistemas de control digital, en los que el motor recibe órdenes de lazo abierto en forma de un tren de pulsos para hacer rotar sus ejes en un ángulo perfectamente definido”.

Según, (LAJARA VIZCAINO & José, 2011), nos indica que “un motor paso a paso es un conversor electromecánico que transforma la energía eléctrica en mecánica. Convierte un tren de impulsos eléctricos en un movimiento angular. En ellos sus ejes giran un determinado ángulo, también llamado “paso”, que depende de los impulsos que sean aplicados”

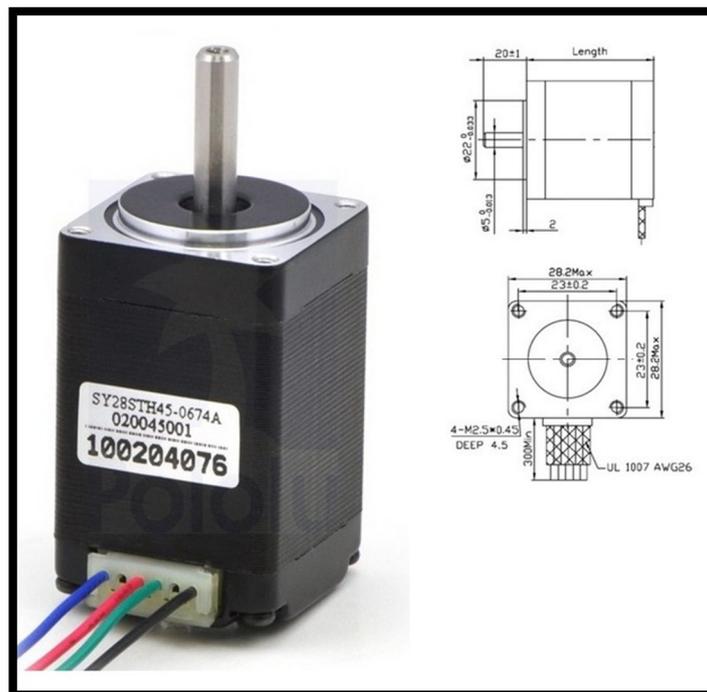
Los motores paso a paso como se muestra en la figura 1.15 son dispositivos electromecánicos que mediante impulsos eléctricos generan movimientos angulares por lo que son ideales para construir mecanismos en donde se

requieren movimientos muy precisos como por ejemplo fresas CNC, en donde es necesaria la generación de ángulos para realizar su trabajo.

En la actualidad existe una serie de motores paso a paso y su utilización es muy amplia ya que posee cualidades especiales que: pueden moverse desde un paso hasta una secuencia interminable de pasos esto depende de la cantidad de pulsos que el usuario aplique mediante la utilización de micro controladores, los movimientos de los pasos pueden ir desde 1° hasta 90°

La ventaja que tiene el motor paso a paso es el movimiento que se le da por cada pulso que se le indique, el control de desplazamiento de los motores depende directamente de la tensión que se apliquen a las bobinas con ello además se puede determinar el número de paso por vuelta.

FIGURA N° 1.15. MOTOR PASO A PASO



Fuente: <http://www.motor-paso-paso-bipolar-28x45mm-p-3017.html/12/03/2015>

Elaborado por: Grupo investigador

a) Características de los motores paso a paso

- Es compatible con todos los sistemas electrónicos digitales.
- Giran a una velocidad relativamente constante y en pasos discretos.

- Son útiles para controlar un sistema abierto, sin realimentación, lo que evita la inestabilidad y el sobre impulso.
- El funcionamiento de los motores paso a paso es con un bajo factor de potencia, y su rendimiento es inferior a los motores trifásicos.
- Los giros que realizan estos motores son de manera incremental, es decir cada paso representes un desplazamiento angular fijo del eje del motor.

b) Diferencias entre servomotor CC y un motor PAP

Para determinar que motor es óptimo para realizar una maquina CNC se debe analizar las siguientes diferencias que se señalan en la tabla 1.3, que existen entre un motor paso a paso y un servomotor de corriente continua.

TABLA N° 1.3. SERVOMOTOR DE CC VS. MOTOR PASO APASO

MOTOR PASO A PASO	SERVOMOTOR C.C
El motores relativamente complicado	El control es simple
No necesita de realimentación (control lazo abierto)	Es esencial la realimentación (potenciómetro, codificadores, generadores taco métricos, etc.
Pobre relación potencia – volumen, por eso son más grandes	Buena relación potencia – volumen
Robustos, envejecen muy lentamente	Presentan envejecimiento de las escobillas
Buenas características de bloqueo	Para el bloqueo necesitan frenos extras (dispositivos mecánicos)

Fuente: Libro “Motores paso a paso”, 2005.

Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3.3. Tarjeta de adquisición de datos

Según, (LAJARA VIZCAINO & José, 2011, pág. 61) afirma que una tarjeta de adquisición de datos es usada para “Comparar sistemas de medidas tradicionales, los sistemas DAQ basados en PC aprovechan la potencia del procesamiento, la productividad, la visualización y las habilidades de conectividad de las computadoras estándares en la industria proporcionando una solución de medidas más potente, flexible y rentable”.

Según, (VALDERRAMA, 2003, pág. 28) en su obra Información Tecnológica afirma que: “El hardware DAQ actúa como la interfaz entre una PC y señales del mundo exterior. Funciona principalmente como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes para que una PC pueda interpretarlas. Los tres componentes clave de un dispositivo DAQ usado para medir una señal son el circuito de acondicionamiento de señales, ADC y un bus de PC”.

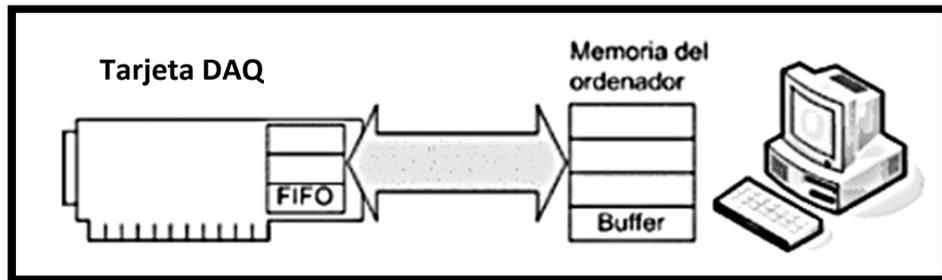
La tarjeta de adquisición de datos conocida también como DAQ por su significado en inglés (Data Acquisition) son instrumentos que se utiliza para transferir información. Las señales analógicas de los sensores deben ser convertidas en digitales antes de ser manipuladas por el equipo digital como una computadora. Una tarjeta de adquisición de datos es un chip que proporciona una representación digital de una señal analógica en un instante de tiempo.

En la práctica, las señales analógicas varían continuamente con el tiempo y un DAQ realiza muestras periódicas de la señal a una razón predefinida. Estas muestras son transferidas a una computadora a través de un bus de datos, donde la señal original es reconstruida desde las muestras en software.

La tarjeta de adquisición de datos posee una memoria de tipo FIFO de las siglas en inglés First Input First Output que en español significan Primera Entrada Primera Salida, en la que se almacenan las muestras adquiridas o las que van a ser generadas, la transferencia de datos entre la computadora y la tarjeta se realiza

mediante interrupciones o transferencia DMA (Direct Memory Acces) que significa Acceso directo a memoria, como se muestra en la figura 1.16.

FIGURA N° 1.16. COMUNICACIÓN ENTRE LA PC Y LA TARJETA DAQ



Fuente: “Libro Entorno Grafico de Programación”, 2011.

Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3.4. Software Mach3 para la Máquina CNC

a) Antecedentes históricos

Software Match3 fue desarrollado en el año 2004 y distribuido por ArtSoft Corp. Match3 tiene dos versiones: la primera es una versión de bloqueo de seguridad, y la segunda una versión para el Desarrollo.

La versión de bloqueo es estable, y la versión de Desarrollo contiene características de desarrollo y se libera con frecuencia para que las personas tengan la posibilidad de obtener nuevas características y capacidades. Ambas emisiones se limitan a 500 líneas de Gcode hasta la licencia. Mach3 tiene un límite de 10.000.000 líneas de Gcode incluso después de concesión de licencias.

b) Definición

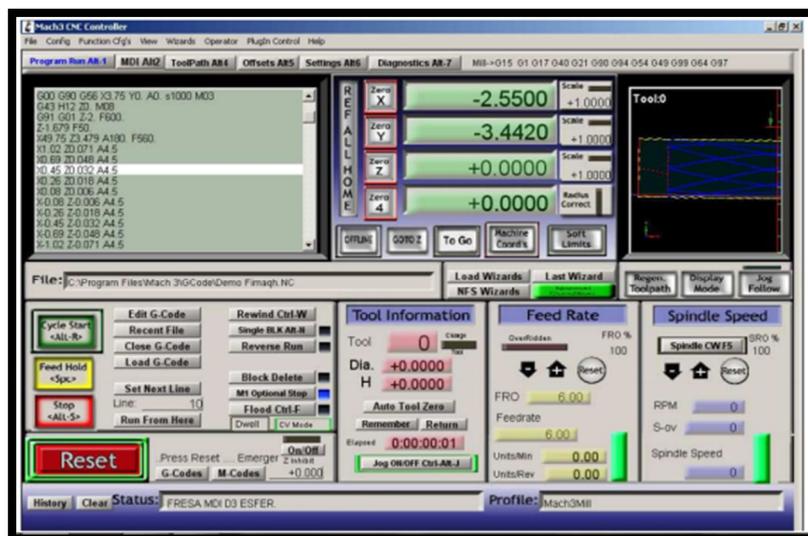
El Mach3 por sus siglas en ingles Modulación por Ancho de Pulso. Es un paquete informático de control, por lo tanto es un software que mediante una computadora controla máquinas. Esto se debe a que es un sistema de control numérico computarizado que permite la comunicación con los servos motores de la máquina.

Este software es un programa que permite controlar los movimientos de los ejes X, Y y Z y además controlar la velocidad del mandril mediante códigos G esto

genera que en la industria los procesos de producción se realicen con mayor rapidez y de calidad. La ventaja del software Mach3 es su compatibilidad que tiene con la mayoría de los sistemas CAD-CAM, por lo que se puede exportar las imágenes pre diseñadas para grabarlas en la madera u otro tipo de material.

Puede ser utilizado en máquinas que realizan procesos de torno, fresado, corte de madera u otro material, etc. En la figura 1.17 se observa la pantalla principal de software Mach3 en donde además se visualiza que es un programa en inglés y tiene variadas herramientas y opciones informáticos.

FIGURA N° 1.17. PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE MACH3



Fuente: <http://www.machsupport.com/software/mach3/>, 30/03/2015

Elaborado por: Grupo investigador

c) Elementos para el manejo de Mach3

Para el funcionamiento del software Mach3 es necesario poseer los siguientes elementos:

- Sistema operativo Windows XP (o Windows 2000)
- Procesador: 1.5 GHZ con una resolución de pantalla de 1024 x 768 pixeles.
- Memoria Ram disponibles de: 640 Mb (512+128)
- Tarjeta de video de 128 MB para no consumir memoria Ram de la PC

- De preferencia una computadora de escritorio debido a que esta dará mucho mejor performance que la mayor parte de las computadoras portátiles.
- Para que Mach3 se comunica con la máquina se requiere de puertos paralelos (de impresora) o un puerto serial (COM).
- Es indispensable que los drives de los motores de los ejes de la máquina acepten una señal de pulsos de paso y de dirección, esto se logra mediante sistemas de motores servo DC y AC con codificadores digitales.

d) Principales Características de Mach3

Entre las principales características que MACH3 puede realizar están las siguientes:

- Usa un lenguaje formato Gcode, característico en sistemas CNC, que permitirá la fácil programación de los movimientos de la máquina.
- Genera Gcode través LazyCam o ArtCAM
- Visualizar gráfica tridimensional de códigos G.

e) Comandos G

Los comandos G o G-code son las órdenes de movimiento que se trasmite a la máquina para que realice los procesos de fresado, estas determinan las coordenadas para dar forma a la pieza que se requiere.

Los comandos están compuestos por la letra G y números que van desde los dígitos 00 hasta 99 a continuación en la tabla N° 1.4 se establecen los comandos G con su respectiva denominación:

TABLA N° 1.4. FUNCIONES DE LOS COMANDOS G

COMANDOS G	DENOMINACIÓN
G00	Interpolación lineal a máxima velocidad
G01	Interpolación lineal a velocidad

	controlada
G02	Interpolación circular a la derecha
G03	Interpolación circular a la izquierda
G04	Temporización
G05	Trabajo en arista matada
G06	Interpolación circular con programación de centros, en absoluto
G07	Trabajo en arista viva
G08	Trayectoria circular tangente a la anterior
G09	Trayectoria circular definida por tres puntos
G10	Anulación imagen espejo
G11	Imagen espejo en el eje X
G12	Imagen espejo en el eje Y
G13	Imagen espejo en el eje Z
G14	Activación del eje C en tornos
G15	Selección del plano C-Z
G16	Selección del plano C-X
G17	Selección del plano XY
G18	Selección del plano XZ
G19	Selección de plano YZ
G20	Llamada a subrutina estándar
G21	Llamada a subrutina paramétrica
G22	Definición de subrutina estándar
G23	Definición de subrutina paramétrica
G24	Fin de subrutina
G25	Salto de llamada incondicional
G26	Salto llamada condicional si = 0
G27	Salto llamada condicional si no = 0
G28	Salto llamada condicional si menor

G29	Salto llamada condicional si = >
G30	Visualizar código de error definido mediante K
G31	Guardar origen de coordenadas actuales
G32	Recuperar origen de coordenadas guardado mediante G31
G33	Roscado electrónico
G36	Redondeo controlado de aristas
G37	Entrada tangencial
G38	Salida tangencial
G39	Achaflanado controlado de aristas
G40	Anulación de la compensación de radio
G41	Compensación de radios a izquierdas
G42	Compensación de radios a derechas
G43	Compensación de longitud
G44	Anulación de la compensación de longitud
G49	FEED-RATE Programable
G50	Carga de dimensiones de herramientas desde la tabla
G52	Comunicación con red local fagor
G53	Decalaje 1 traslade de origen
G54	Decalaje 2 traslade de origen
G55	Decalaje 3 traslade de origen
G56	Decalaje 4 traslade de origen
G57	Decalaje 5 traslade de origen
G58	Decalaje 6 traslade de origen
G59	Decalaje 7 traslade de origen
G64	Mecanizado múltiple de arco
G65	Ejecución independiente de un eje
G70	Programación en pulgadas

G71	Programación en milímetros
G72	Factor escala
G73	Giro del sistema de coordenadas
G74	Búsqueda automática de referencia máquina
G75	Trabajo con palpador
G75N2	Ciclos fijos de palpador
G76	Creación automática de bloques
G77	Acoplamiento del 4° eje W o del 5° eje V con su asociado
G78	Anulación G77
G79	Anulación de ciclos fijos
G80	Ciclo fijo de taladro
G81	Ciclo fijo de taladro
G82	Ciclo fijo de taladro con temporizador
G83	Ciclo fijo de taladro profundo
G84	Ciclo fijo de roscado con macho
G85	Ciclo fijo de escariado
G86	Ciclo fijo de mandrinado con retroceso en G00
G87	Ciclo fijo de cajera rectangular
G88	Ciclo fijo de cajera circular
G89	Ciclo fijo de mandrinado con retroceso en G01
G90	Programación de cotas absolutas
G91	Programación en cotas incrementales
G92	Desplazamiento de origen pieza
G93	Preselección de origen coordenadas polares
G94	Velocidad de avance F en mm/min
G95	Velocidad de avance F en mm/rev

G96	Velocidad de avance superficial constante
G97	Velocidad de avance del centro de la herramienta
G98	Vuelta de la herramienta al plano de partida al terminar un ciclo
G99	Vuelta de la herramienta al plano de referencia al terminar un ciclo

Fuente: Libro “Comprobación y optimización del programa CNC para el mecanizado por arranque de viruta”, 2010

Elaborado por: Grupo investigador

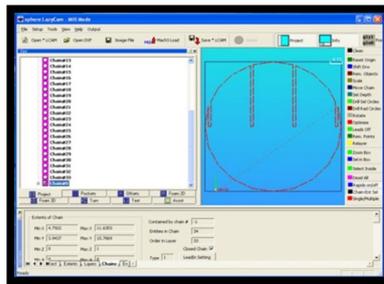
1.4.3.5. Programa LazyCam

LazyCam es un programa informático de liberación beta que viene como parte integrante del Mach3, básicamente se encarga de importar archivos DXF estándar, CMX, y otros tipos para permitir que aquellos que no utilizan programas CAM puedan generar códigos G y de esta manera se ejecute en Mach3.

El principal uso de LazyCam que se le da es en máquinas CNC para realizar cortes de piezas en madera u otro tipo de materiales.

En la figura 1.18 se muestra la pantalla principal del programa LazyCam y la variedad de opciones que permite al usuario realizar los diseños que desean ejecutar en la máquina de control numérico computarizado mediante la utilización de un software como el Mach3.

FIGURA N° 1.18. PROGRAMA LAZYCAM



Fuente: <http://www.kwartzlab.ca/2011/01/google-sketchup-design-cnc-rou/24/02/2015>

Elaborado por: Grupo investigador

a) Elementos básicos para instalar LazyCam

Para ejecutar el programa LazyCam se debe considerar los siguientes elementos que debe tener la computadora en donde se realizará la instalación:

- Procesador Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7 o Windows 8.
- CPU 1Ghz.
- 512 MB de memoria RAM
- Tarjeta de vídeo con 32 MB de RAM o superior
- Requiere la "actualización .net 2.0" de Microsoft para evitar que un error en el arranque.

1.4.3.6. Programa ArtCAM Pro

El programa ArtCAM Pro al igual que LazyCam es un programa informático que nos permite realizar trabajos de grabados de alta calidad mediante máquinas CNC, esto se logra ya que en éste se puede generar dibujos, bitmaps o diseños en 2D realizados con vectores y además por sus flexibilidad y sus diversas opciones puede generar relieves en 3D tomando como referencia a los realizados en 2D.

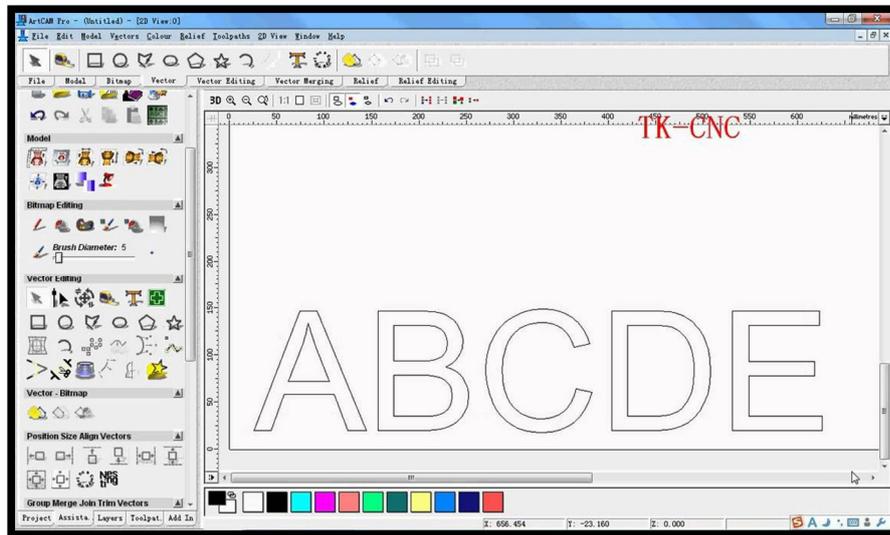
ArtCAM Pro es un instrumento eficiente y completo para realizar trabajos de manufactura en donde podemos adoptarlo de acuerdo a nuestras necesidades y requerimientos, es decir puede utilizarse para realizar cortes o grabados en diferentes materiales como el acrílico, madera, aluminio, entre otros.

En este programa se puede además transferir imágenes previamente diseñados o fotografías, para de esta manera tener un cuadro de referencias para el trazo del dibujo, posee un sin número de herramientas útiles como se muestra en la figura 1.19 para facilitar al usuario la realización de sus trabajos.

Para que ArtCAM Pro trabaje conjuntamente con la máquina CNC, una vez realizados los diseños requeridos y determinado las dimensiones se deberá

trasferir ésta al software Mach3 quien es el encargado de realizar los procesos de fresado.

FIGURA N° 1.19. PROGRAMA ARTCAM PRO



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=_ObSS2srlwY, 24/02/2015

Elaborado por: Grupo investigador

1.5. PARAMETROS DE CÁLCULO PARA LA EJECUCIÓN DEL PANTÓGRAFO CNC

Para el manejo correcto de un pantógrafo CNC es necesario realizar cálculos de una serie de parámetros como por ejemplo los siguientes:

1.5.1. Cantidad de viruta (V)

Según, (BARTSCH, 1973, pág. 65), en su obra **Herramientas, Máquinas, Trabajo** señala que la cantidad de viruta se da “Cuando mayor es la potencia de una fresadora tanto mayor es la cantidad de viruta que se puede arrancar con ella por unidad de tiempo. Si se quiere aprovechar al máximo mediante un procesos de fresado la potencia de la máquina, deberá tomarse esa potencia como base para el cálculo de la velocidad de avance”.

La cantidad de viruta arrancada por la máquina se forma considerando la profundidad de fresado, la anchura del fresado y el avance en milímetros por

minuto es decir la velocidad de avance (S'), esta viruta se puede medir según el recorrido en kW, es decir, por cada 1 kW de potencia arrancará 10 cm³ de viruta por minuto.

Para calcular la cantidad total de viruta (V) se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = V'P \quad (\text{Ec. 1.1})$$

De donde se podrá decir que:

- V Cantidad total de viruta
- V' Cantidad admisible de viruta
- P Potencia del Tupi en kW

1.5.2. Velocidad de avance (S')

La velocidad de avance en el fresado es la velocidad relativa entre la pieza y la herramienta, es decir, la velocidad con la que progresa el corte, el avance y el radio de la punta de la herramienta de corte son los dos factores más importantes de los cuales depende la rugosidad de la superficie obtenida en el fresado.

Dicha velocidad dependerá mucho del material con el que este hecho la herramienta de tallado (fresas) se puede cortar adecuadamente en un rango de velocidades de avance por cada revolución de la herramienta.

Para realizar proceso de fresado por percusión o rose se empleará una herramienta de movimiento rápido y de un solo filo o provista de muy pocos filos, teniendo en cuenta cualquier tipo de fresadora normal tomando muy en cuenta la robustez y construcción adecuada de la máquina fresadora, ya que esta deberá tener muy poco juego en los cojinetes donde el número de revoluciones sobrepase los 1000 rev/min permitiendo así avances de hasta 500 mm/min llegando a si a concluir que la potencia de accionamiento será proporcionalmente elevada con respecto al avance.

Para obtener la velocidad de avance (S') se utiliza la siguiente ecuación:

$$S' = \frac{1000V}{a.b} \quad (\text{Ec. 1.2})$$

De donde se puede desprender que:

S' Velocidad de avance

V Cantidad máxima de viruta

a Profundidad de corte en milímetros

b Ancho del fresado

1000 Constante (accionamiento proporcional)

También se puede reducir este resultado a milímetros por revoluciones utilizando la ecuación:

$$s' = \frac{S'}{n} \quad (\text{Ec. 1.3})$$

De donde se puede deducir que:

s' Velocidad de avance (milímetros)

S' Velocidad de avance (centímetros)

n Velocidad de tupi

También se puede calcular el desprendimiento de la viruta por cada milímetro, para poder visualizar con exactitud la viruta desprendida. Lo cual no es necesario al momento del tallado en madera ya q el desprendimiento con relación al desplazamiento de un pantógrafo va ser elevado gracias a su eficacia, para métodos de estudio se pude mencionar la siguiente ecuación.

$$e = \left(\frac{S'}{z.n}\right) \cdot \sqrt{\frac{a}{b}} \quad (\text{Ec. 1.4})$$

De donde se podrá deducir lo siguiente:

- E** Desprendimiento de viruta en milímetros
- S'** Velocidad de avances
- Z** Número de cuchillos para fresar comerciales
- n** Velocidad de Tupi
- a** Profundidad de corte en milímetros
- b** Ancho de fresado

1.5.3. Velocidad de corte (V_c).

La velocidad de corte se trata de la velocidad lineal en la periferia de la zona que se está mecanizando. Esta se determina considerando el material de la herramienta que se utiliza además del material en el cual se ejecutara el fresado.

Se debe considera que una velocidad de corte alta permite realizar el mecanizado en menos tiempo pero acelera el desgaste de la herramienta (fresa).

La velocidad de corte se expresa en metros/minuto.

Para determinar la velocidad de corte se despeja la siguiente formula:

$$V_c = \frac{\pi \cdot b \cdot n}{1000} \quad \text{(Ec. 1.5)}$$

De donde se puede decir que:

- V_c** Velocidadde corte
- b** Ancho de fresado
- n** Velocidad del tupí

1000 Constante (accionamiento proporcional)

Por lo tanto la velocidad de corte es dependiente con el material de la herramienta de tallado en base al materia a ser fresado, de existir se tomara en cuenta el medio o tipo de refrigerante utilizado así como también el movimiento más o menos el

funcionamiento normal de la maquina por la sujeción de la pieza y también por la anchura y profundidad en la que se está trabajando.

1.5.4. Área de corte (Ac)

Es el área barrida por la herramienta perpendicular a la velocidad de corte, y el área de avance, por lo tanto, el valor del área de corte también relaciona la fuerza de corte (Fc) por lo que se suele llamar fuerza específica de corte.

Esta área de corte se la puede deducir con facilidad experimentando con las características principales de la fresa a utilizarse así como también el material al cual se va a exponer el fresado ya que dependerá mucho el arranque de viruta y la dureza del material.

Tomando en cuenta diversas características para el área de corte también se pueden apuntar las siguientes:

- Velocidad del trabajo del tupi
- Resistividad del material fresado
- Dureza del material
- Tamaño del diseño
- Penetración al diseñar
- Dificultad del diseño

Para realizar el cálculo exacto del área de corte se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{s'.b}{2} \quad (\text{Ec. 1.6})$$

De donde se deduce que:

AC área de corte

s' velocidad de avance

b ancho de fresado

2 constate (se toma a la mitad del material utilizado para el fresado)

1.5.5. Fuerza de corte (F)

Este parámetro se toma cuenta para evitar roturas y deformaciones en la herramienta de corte así como también en la pieza que está siendo tallada.

Para poder calcular esta fuerza es necesario determinado mecanizado, este parámetro está en función del avance de la herramienta, de la velocidad de corte, la manipulación del material, la dureza del material, de las características de la herramienta y del espesor medio de la viruta.

Para realizar este cálculo se utiliza la ecuación siguiente:

$$F_c = K \cdot AC \quad (\text{Ec.1.7})$$

De donde se deduce que:

F_c Fuerza de corte

K Constante de proporcionalidad

AC Área de corte

1.5.6. Potencia de corte (P_c)

Esta potencia es necesaria para efectuar un determinado proceso de fresado, el mismo que deberá tener necesariamente el valor del volumen de arranque de viruta, la fuerza específica de corte y del rendimiento que tenga la máquina.

Para poder determinar esta potencia se tendrá en cuenta la fuerza específica de corte, que se determina por el tipo de material utilizado en la realización del mecanizando, tipo de herramienta de corte y espesor de viruta.

Para calcular la potencia de corte se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_c = F_c \cdot V_c \quad (\text{Ec. 1.8})$$

De donde se define que:

P_c Potencia de corte

F_c Fuerza de corte

V_c Velocidad de corte

Dentro de la potencia de corte se podrá también considerar la potencia eléctrica a la cual está sujeto el tupi o el Spindle, considerando como base solamente la punta teniendo en cuenta que para mejor duración del motor se tomara un rendimiento del 80%.

Para el cálculo de la potencia eléctrica se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{P_c}{\eta} \quad (\text{Ec. 1.9})$$

De donde se deriva que:

P_e Potencia eléctrica

P_c Potencia de corte

η Rendimiento del motor

Es necesario también recalcar condiciones extras para el mejor rendimiento del motor del spindle tales como son:

- Condiciones ambientales
- Índice de protección
- Disposición de instalación
- La potencia nominal
- Ciclo de trabajo
- Velocidad de rotación
- Esfuerzos necesarios para realizar el trabajo

- Frecuencia de la red
- Datos que podemos hacerlos referencia a la placa de datos del moto

Las cuáles serán indispensables de acuerdo al trabajo que se requiera realizar y en casos extremos en los que el motor vaya a realizar la fricción.

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el actual capítulo se da privilegio al lugar de investigación y los aspectos pertenecientes a la metodología utilizada en el transcurso de elaboración del proyecto a realizarse. Se establece todo lo concerniente al tipo de investigación empleada, las metodologías utilizadas, técnicas e instrumentos que permitieron recoger fundamentos, con el fin de demostrar los resultados obtenidos.

2.1. Entorno del Lugar de Investigación

La Universidad Técnica de Cotopaxi, se encuentra ubicada en la parroquia de Eloy Alfaro, exactamente está en la Avenida Simón Rodríguez Barrio El Ejido en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, esta institución fue creada un 24 de enero de 1995, con un objetivo centrado en satisfacer las necesidades de obtener una institución de Educación Superior en el centro del país y de esta forma cubrir con las expectativas de la juventud de nuestra provincia. Actualmente se encuentra formando profesionales en distintas Unidades Académicas como: CIYA, CEYPSA y HUMANÍSTICAS.

Universidad con adecuados niveles de pertinencia y calidad, logrados a través de la concientización y difusión de la ciencia, cultura, arte y los conocimientos ancestrales.

Contribuye con una acción transformadora en la lucha por alcanzar una sociedad más justa, equitativa y solidaria para que el centro de atención del estado sea el ser humano.

2.1.1. Antecedentes Históricos de la Institución

En Cotopaxi el anhelado sueño de tener una institución de Educación Superior se alcanza el 24 de enero de 1995. Las fuerzas vivas de la provincia lo hacen posible, después de innumerables gestiones y teniendo como antecedente la Extensión que creó la Universidad Técnica del Norte. El local de la UNE-C fue la primera morada administrativa; luego las instalaciones del colegio Luis Fernando Ruiz que acogió a los entusiastas universitarios; posteriormente el Instituto Agropecuario Simón Rodríguez, fue el escenario de las actividades académicas: para finalmente instalarnos en casa propia, merced a la adecuación de un edificio a medio construir que estaba destinado a ser Centro de Rehabilitación Social. En la actualidad son cinco hectáreas las que forman el campus y 82 las del Centro Experimentación, Investigación y Producción Salache.

Hemos definido con claridad la postura institucional ante los dilemas internacionales y locales; somos una entidad que por principio defiende la autodeterminación de los pueblos, respetuosos de la equidad de género. Nos declaramos antiimperialistas porque rechazamos frontalmente la agresión globalizadora de corte neoliberal que privilegia la acción fracasada economía de libre mercado, que impulsa una propuesta de un modelo basado en la gestión privada, o trata de matizar reformas a la gestión pública, de modo que adopte un estilo de gestión empresarial.

En estos 20 años de vida institucional la madurez ha logrado ese crisol emancipador y de lucha en bien de la colectividad, en especial de la más apartada y urgida en atender sus necesidades. El nuevo reto institucional cuenta con el compromiso constante de sus autoridades hacia la calidad y excelencia educativa.

2.1.2. Filosofía Institucional

2.1.2.1. Misión

Según, (<http://www.utc.edu.ec/>) la misión de la institución es: “La Universidad Técnica de Cotopaxi, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico,

científico y tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad; genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica y la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país”.

2.1.2.2. Visión

Según, (<http://www.utc.edu.ec/>) la visión institucional es: “Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país”.

2.1.3. Carrera Ingeniería Electromecánica

La carrera de Ingeniería Electromecánica forma parte de la Unidad Académica de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, es una es un profesional multidisciplinario y técnica, que da solución a los problemas de los sectores tanto productivos, industriales y sociales a nivel nacional e internación.

Los profesionales de esta área son capaces de crear, construir e innovar tecnología y procesos de fabricación, así como diseñar, producir, operar y mantener sistemas eléctricos y mecánicos, además de su automatización e interacción en el proceso de producción.

La duración de la carrea es de 5 años que se subdividen en 10 ciclos, dentro de los cuales los estudiantes se forman académicamente y profesionalmente debido a que un ciclo realizan prácticas pre profesionales, además desarrollan proyectos de tesis con la finalidad de proporcionar soluciones tanto sociales como industriales.

2.1.3.1. Misión

Según, (<http://www.utc.edu.ec/electromecanica>) la misión de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi es: “La Carrera de Ingeniería Electromecánica, forma profesionales con un alto nivel técnico – humanista, capaces de diseñar, construir, implementar y mantener máquinas y sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos para satisfacer las demandas del sector productivo de las medianas y grandes industrias del país, a través de una formación académica de calidad”.

2.1.3.2. Visión

Según, (<http://www.utc.edu.ec/electromecanica>) la visión de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi es: “En el 2015 seremos una Carrera acreditada y líder a nivel nacional, con excelencia académica y formación integral, con profesionales críticos, solidarios y comprometidos con el cambio social; dotada de infraestructura física acorde con el avance científico tecnológico, capaz de dar solución a las demandas productivas, industriales y sociales del país, en un marco de cooperación nacional e internacional, lo que nos permitirá mantener una transferencia de conocimientos bidireccional con la sociedad”.

2.2. Diseño Metodológico

La metodología es aquella que nos permitió aplicar métodos y técnicas de la investigación para que quede demostrada la necesidad de una implementación y saber el beneficio que significara este proyecto al avance del aprendizaje.

Mediante la investigación se logró conocer las diferentes características disponibles que debe tener este diseño, sin embargo es necesario recalcar el tipo de método que utilizamos en el transcurso de la indagación y es el método científico por el cual llegamos a culminar con nuestro tema, ya que obtuvimos

nuevos conocimientos y diagnosticamos necesidades, problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos.

Para ello se vio en la necesidad de proponer algo innovador que mediante un prototipo beneficie:

En primera instancia al poder conocer nuevas formas de automatizar y tener clara las prioridades que tiene frente al desempeño del ser humano. Y por último el estar preparado para dar soluciones a cualquier evento que se presente frente a lo referente con el control numérico computarizado.

Se desarrolló mediante la observación los diferentes beneficios que ofrece frente a una institución como también a una micro empresa, el poder implementar un instrumento de ayuda, ya que fortalecerá al avance del conocimiento y aun mejor al desempeño practico que este presenta frente a un estudiante para ello se vio la necesidad de mostrar a continuación los métodos de investigación.

2.2.1. Métodos de Investigación

2.2.1.1. Método deductivo

Según, (ARANZETA, 2005, pág. 25) En su obra menciona que: “El método experimental es el procedimiento general mediante el cual se someten rigurosamente las hipótesis a la prueba de la práctica”.

Según, (PINEDA RAMÍREZ, 2004, pág. 54) menciona que: “El método de investigación experimental consiste en comprobar y medir las variaciones o efectos que sufre una situación cuando en ellas se introduce una nueva causa, dejando las demás causas en igual estado”.

Como parte de la investigación es fundamental aprender de los errores y el saber mejorar en cada aspecto que ofrece la teoría, ya que por medio de ella existen técnicas que mediante el conocimiento humano podemos penetrarnos en lo desconocido y mediante la práctica o experimentación comprometernos en el cambio de la transformación.

Para ello es importante tener en cuenta la observación y tener en claro el nivel de importancia que este tendrá tanto en la implementación de cualquier tipo de institución u otro tipo de empresa pública o privada debido a que es importante conocer del problema dentro de lo teórico para luego poner en práctica en lo laboral.

2.2.1.2. Método hipotético - deductivo

Según, (SÁNCHEZ, 2004, pág. 82) en su obra da a conocer que: “El método hipotético deductivo lo empleamos corrientemente tanto en la vida ordinaria como en la investigación científica. Es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que nos planteamos. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están de acuerdo con aquéllas”.

Según, (BERNAL TORRES, 2006, pág. 56) comenta que: “Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares”.

Como procedimiento en cualquier método de investigación es necesario indagar y buscar la solución que mediante la lógica se tomara el camino más cercano para poder resolver los problemas planteados y mediante una técnica comprobar los datos o información disponibles para continuar con la propuesta del proyecto.

Y poder llegar a concluir con la hipótesis planteada anteriormente logrando así comprobar y verificar los beneficios de la implementación de una maquina fresadora CNC en la institución.

2.2.1.3. Método inductivo

Según, (BERNAL TORRES, 2006, pág. 56) en su obra comenta que: “Con este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones

que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría”.

Según, (MOGUEL, 2005, pág. 29) menciona que: “El método inductivo es un proceso en el que, a partir del estudio de casos particulares, se obtienen conclusiones o leyes universales que explican o relacionan los fenómenos estudiados”.

Se utilizó el método inductivo ya que nos permitió realizar las reuniones necesarias para poder plantear la solución al problema proyectado sobre lo que conlleva la utilización de un máquina herramienta CNC, con lo cual se pudo realizar una encuesta a docentes y estudiantes de la institución.

Es por ello que nos da un alto grado de credibilidad que este proyecto servirá como fuente e instrumento único de aprendizaje tanto teórico como practico.

2.2.2. Técnicas de Investigación

Son procesos de la metodología, que se encargan de implementar los diferentes métodos de investigación, además permite a los investigadores recoger datos de manera pronta e inmediata para su respectivo análisis y tabulación, estos procesos o técnicas ayuda a resolver problemas con un alto grado de seguridad acogiéndose a las necesidades que se encuentran planteadas mediante instrumentos de recolección de información.

2.2.2.1. Encuesta

Según, (Iguzquiza, 2001, pág. 13) en su obra menciona que “La encuesta es una búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre los datos que desea obtener, y posteriormente “reúne estos datos individuales para obtener durante la evaluación datos agregados” (Mayntz et al., 1976: 133). A diferencia del resto de técnicas de entrevista, la particularidad de la

encuesta es que realiza a todos los entrevistados las mismas preguntas, en el mismo orden, y en situación social similar”.

Según, (CLAUDIO URBANO, 2006, pág. 63) menciona que “Según el diccionario la palabra encuesta significa “averiguaciones o pesquisa. Acopio de datos obtenidos mediante consulta o interrogatorio”. En el campo de la investigación la encuesta alude a un procedimiento mediante el cual los sujetos brindan directamente información al investigador”.

Este instrumento fue utilizado con el objetivo de recoger información de los estudiantes de niveles superiores de la carrera de ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi ya que reúne los datos necesarios para saber las necesidades y los beneficios que el tema planteado presenta.

La técnica de la encuesta se utilizó para recolectar información relevante sobre el conocimiento que tienen los estudiantes con respecto al Control Numérico Computarizado, para lo cual se realizó un instrumento de investigación que es el cuestionario que consta de 10 preguntas.

Esta técnica permitirá obtener información clara y veraz para conocer si el proyecto a desarrollarse es factible no. Una vez recolectados los datos mediante la encuesta estos serán analizados y tabulados para realizar mediciones cuantitativas.

2.2.2.2. Entrevista

Según, (CANALES CERÓN, 2006, pág. 219) nos indica que “La entrevista en profundidad puede definirse como una técnica social que pone en relación de comunicación directa cara a cara a un investigador/entrevistador y a un individuo entrevistado con el cual se establece una relación peculiar de conocimiento que es dialógica, espontánea, concentrada y de intensidad variable”.

Según, (NAVAS ARA, 2010, pág. 486) nos expresa que la entrevista es “Una situación de interacción entre entrevistador y entrevistado/a, y en

este sentido es una conversación entre ambos. De las técnicas de investigación cualitativas, la entrevista es la de una puesta en marcha más sencilla. Su sencillo desarrollo y la gran cantidad de información que puede ofrecer en caso de relacionarla adecuadamente la convierte en una técnica muy eficaz”

La entrevista al ser una técnica de investigación que arroja datos cualitativos nos permite obtener respuestas claras sobre los beneficios que puede proporcionar una máquina con Control Numérico Computarizado a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Al igual que las encuestas se utilizó un cuestionario con instrumentos de investigación el mismo que constara de cinco preguntas abiertas relacionadas con la máquina CNC, estas serán aplicadas a dos docentes de la carrera de electromecánica ya que ellos al conocer directamente el perfil académico de los estudiantes nos proporcionarían información importante sobre el tema a investigar.

Una vez realizada la entrevista y obtenida la información realizaremos una comparación de las respuestas proporcionadas por los entrevistados de cada una de las preguntas para verificar si el proyecto ejecutado o no.

2.3. Cálculo de la Población y Muestra

2.3.1. Población

El presente proyecto fue dirigido a los estudiantes de carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi convirtiéndose estos en la población para la investigación.

A continuación en la tabla 2.1 se muestra el total de estudiantes de cada ciclo del periodo académico septiembre 2014 – febrero 2015.

TABLA N° 2.1 POBLACIÓN

CICLO	PARALELO	CANTIDAD
Primero	A	37
	B	29
Segundo	A	37
	B	24
Tercero	A	38
	B	38
Cuarto	A	44
Quinto	A	38
Sexto	A	25
Séptimo	A	23
Octavo	A	14
Noveno	A	16
	B	2
TOTAL		365

Fuente: <http://consultas.utc.edu.ec/consultas/nominas.aspx>

Elaborado por: Grupo investigador

2.3.2. Muestra

La muestra es una parte significativa que se considera del total de la población, la misma que tendrá características específicas que ayudaran a resolver el problema de investigación y por ende cumplir con los objetivos planteados en el proyecto.

Para continuar con la investigación del proyecto se consideró el muestreo aleatorio estratificado, que se trata en dividir a la población en grupos de acuerdo a características específicas, es decir del total de estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica se agrupo a los estudiantes de acuerdo al ciclo en el que se encuentran, posteriormente de cada uno de estos grupos, fueron seleccionados aleatoriamente, los grupos de estudiantes de octavo y noveno ciclo, ya que ellos al encontrarse en ciclos avanzados tiene mayor conocimiento sobre el tema de estudio es decir esta división de la población (muestra) está relacionada con la variable que se desea investigar.

De la misma forma se realizó un muestreo aleatoria para seleccionar a los docentes que contribuirán en la investigación, en este caso se optó por el coordinador académico de la carrera de Ingeniería Electromecánica debido a que él tiene mayor conocimiento sobre las falencias que existe en la carrera con respecto a maquinaria CNC para realizar prácticas estudiantiles, se consideró conveniente además elegir un docente de las misma carrera debido a que él tiene conocimiento sobre sistemas de control numérico computarizado. Para aplicar los instrumentos de la investigación se tomó como muestra a los estudiantes de octavo y noveno ciclo así también a dos docentes de la carrera de Ingeniería de Electromecánica como se muestra en la siguiente tabla N° 2.1.

TABLA N° 2.2 MUESTRA

DESIGNADOS PARA LA ENCUESTA	NÚMERO DE ENCUESTADOS
Estudiantes del octavo ciclo	14
Estudiantes del noveno ciclo	18
Profesionales de la institución	2
TOTAL	34

Fuente: Secretaría de la Unidad Académica de CIYA

Elaborado por: Grupo Investigador

2.4. Análisis e Interpretación de Resultados

2.4.1. Análisis e Interpretación de Resultados de las Encuesta Aplicada

1. ¿Conoce el significado de CNC?

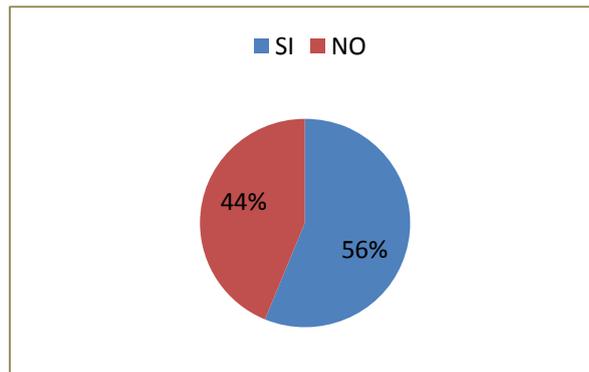
TABLA N° 2.3. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 1

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	18	56%
NO	14	44%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO N° 2.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 1



Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis:

Como podemos observar en la tabla 2.3 y su respectivo gráfico 2.1 del total de estudiantes encuestados el 56 % nos indica que si conocen el significado de CNC y el 44% restante nos manifiesta que no tienen noción sobre las siglas.

Interpretación:

Según las encuestas realizadas se puede analizar que los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica de octavo y noveno ciclo en su mayoría conocen el significado de las siglas CNC por lo que considera conveniente continuar con la investigación.

2. ¿Sabe cómo funciona un control numérico computarizado?

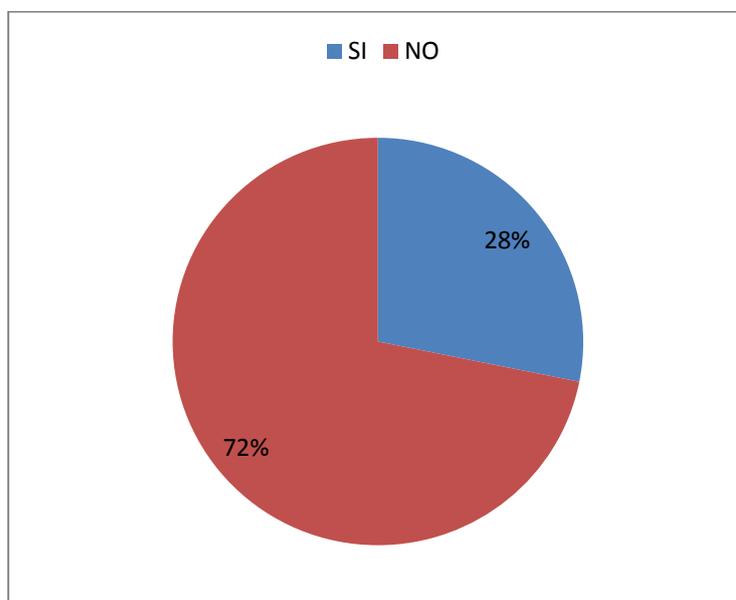
TABLA N° 2.4. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 2

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	9	28%
NO	23	72%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO N° 2.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 2



Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis:

De acuerdo con la tabla 2.4 del total de la población los 23 estudiantes no conocen el funcionamiento que tiene el control numérico computarizado que representa el 72%, y el 28% restante de acuerdo a la gráfica si lo conoce.

Interpretación:

Según los resultados obtenidos se puede observar que la mayoría de estudiantes no conocen como funciona el control numérico computarizado lo que nos da a entender que los estudiantes en su formación académica no han recibido información sobre este tema.

3. ¿Dentro de la automatización piensa usted qué, el control numérico es considerado una herramienta útil en los procesos de producción industrial?

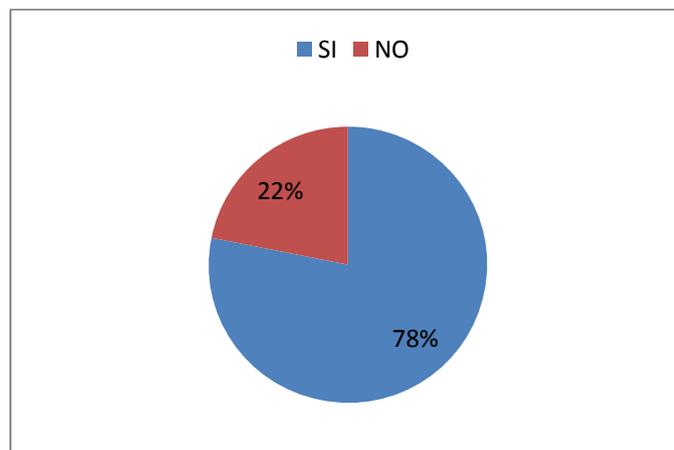
TABLA N° 2.5. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 3

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	25	78%
NO	7	22%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO N° 2.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 3



Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis:

Según la tabla 2.5 con el correspondiente gráfico 2.3 se puede identificar que un 78% de los encuestados considera que un el control numérico computarizado es una herramienta útil en los procesos de la producción industrial.

Interpretación:

Los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica consideran que un proceso de control numérico computarizado es una herramienta útil en el proceso de la producción industrial debido a que este proceso optimiza tiempos de ejecución.

4. ¿Le gustaría conocer más acerca del control numérico y el aprovechamiento del mismo?

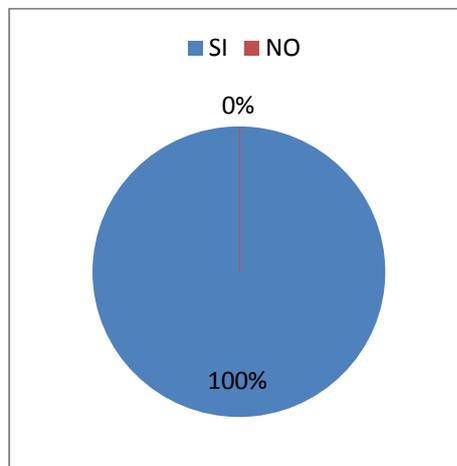
TABLA N° 2.6. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 4

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	32	100%
NO	0	0%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO N° 2.4. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 4



Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis:

De acuerdo a los resultados según la tabla 2.6 y la gráfica 2.4 que nos arrojó la encuesta aplicada a los estudiantes de ingeniería electromecánica 32 personas que representa el 100% de la población nos supo manifestar que si les gustaría conocer más acerca del control numérico y su aprovechamiento.

Interpretación:

Al saber que el total de la población está de acuerdo en conocer más sobre el control numérico computarizado y su funcionamiento nos permite concluir que el proyecto es factible realizarlo ya que al ponerlo en práctica los estudiantes podrán obtener mayor conocimiento y ser más competitivos a nivel profesional.

5. ¿Cree usted que sería factible automatizar un proceso de manufactura?

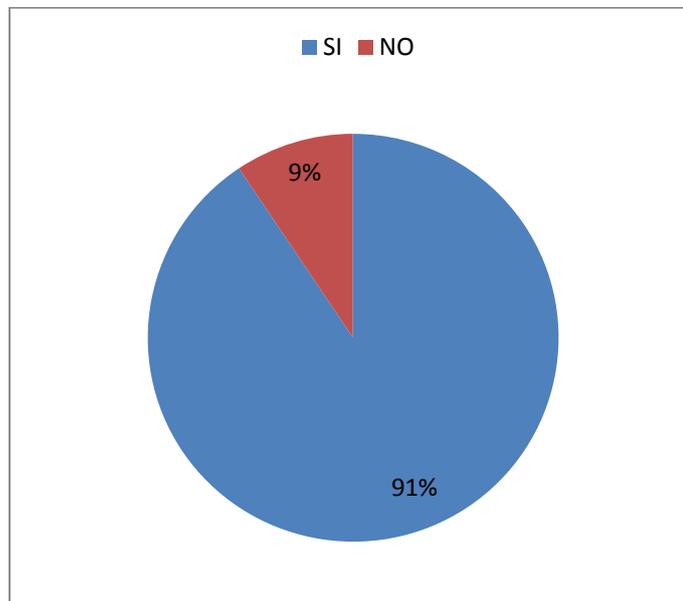
TABLA N° 2.7. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 5

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	29	91%
NO	3	9%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO N° 2.5. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 5



Fuente: Aplicación de la encuesta a los estudiantes

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis:

Según la tabla 2.7 y el gráfico 2.5 podemos observar que un 91% de los estudiantes encuestados manifiestan que es factible automatizar una máquina que realice procesos de manufactura mientras que un 9% consideran lo contrario.

Interpretación:

Los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica a quienes se realiza la presente encuesta nos indican que si es factible automatizar una máquina para que realice procesos de manufactura debido a que los trabajos se realizaran con mayor precisión y en menor tiempo.

6. ¿Considera usted que la implementación de un prototipo de pantógrafo CNC permitirá elaborar diferentes practica y diseños en madera?

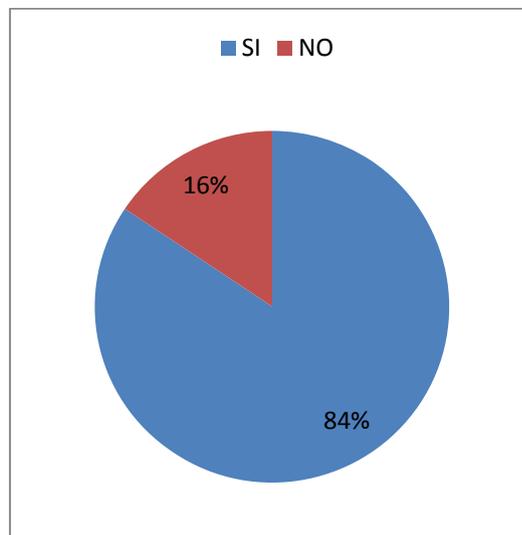
TABLA N° 2.8. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 6

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	27	84%
NO	5	16%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

GRÁFICO N° 2.6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 6



Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

Análisis:

Se puede apreciar en la tabla 2.8 y en gráfico 2.6 sobre la implementación de un prototipo de pantógrafo CNC para la elaboración de diferentes diseños en madera el 84% de los estudiantes si consideran que si permite la obtención de diferentes diseños y mientras que el 16% consideran que no.

Interpretación:

Se puede manifestar que la mayoría de los estudiantes encuestados dentro de la carrera de ingeniería electromecánica están de acuerdo con la implementación de este prototipo que ofrece realizar diferentes diseños en madera.

7. ¿Cree usted qué al implementar en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica un pantógrafo CNC: ayudara a que los estudiantes conozcan sobre el uso e importancia de este prototipo?

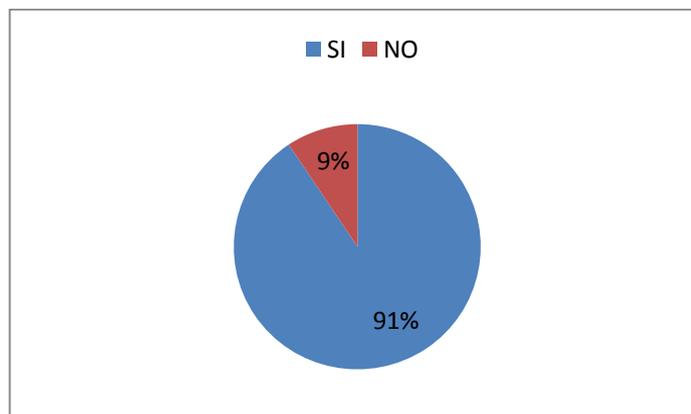
TABLA N° 2.9. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 7

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	29	91%
NO	3	9%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

GRÁFICO N° 2.7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 7



Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

Análisis:

Como se representa en la tabla 2.9 y en el gráfico 2.7 de pastel el 91% de los encuestados opinan como alternativa que al implementar el pantógrafo CNC en el laboratorio ayudara a los estudiantes a que conozcan la importancia como también los diferentes beneficios que este proyecto tiene.

Interpretación:

Con los resultados obtenidos se puede dar opinión que en la mayoría de las encuestas realizadas a la pregunta están de acuerdo con la implementación ya que si ayudara que los señores estudiantes sepan la importancia del uso de este prototipo.

8. ¿Piensa usted que al incluir en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica un pantógrafo CNC: aportaremos al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

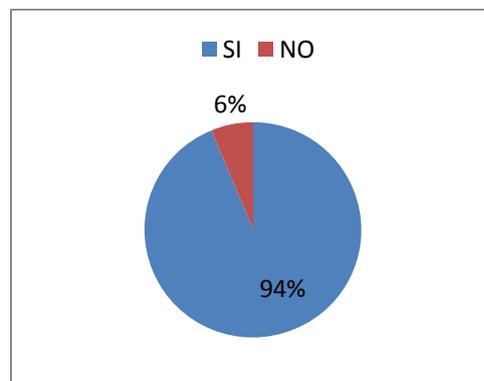
TABLA N° 2.10. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 8

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	30	94%
NO	2	6%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

GRÁFICO N° 2.8. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 8



Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

Análisis:

Según la valorización de la encuesta realizada y el porcentaje de alternativas a la pregunta el 94% de los encuestados respondieron que sí se aporta al avance tecnológico al incluir este prototipo en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica mientras que tan solo el 6% no lo considera así.

Interpretación:

Por el valor arrojado en la tabla 2.10 y el gráfico 2.8 la mayor parte de los encuestados están interesados en el prototipo que al incluir en el laboratorio beneficiara a la evolución tecnológica como son los modelos o prototipos que aportan al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica.

9. ¿Está usted de acuerdo que estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica construyan una máquina herramienta mediante control numérico computarizado CNC?

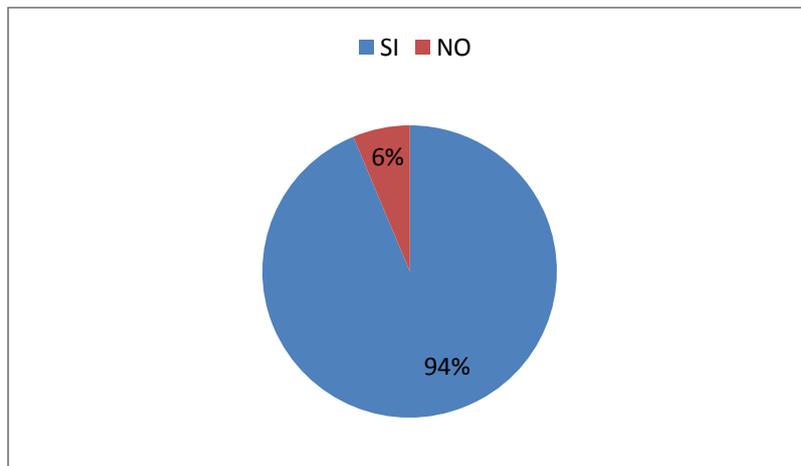
TABLA N° 2.11. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 9

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	30	94%
NO	2	6%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

GRÁFICO N° 2.9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 9



Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

Análisis:

Con el porcentaje transmitido por la encuesta realizada según el gráfico 2.9 el 94% están de acuerdo que como estudiantes realicen una máquina herramienta que mediante control numérico computarizado CNC aporten con la carrera de electromecánica, mientras que el 6% por motivos varios no lo creen aceptable.

Interpretación:

En su mayoría de los encuestados en la carrera de ingeniería electromecánica creen que es factible que como estudiantes se desarrolle o realice este tipo de máquinas ya que aporta al avance del saber nuevos procesos de manufactura.

10. ¿Piensa usted que sería necesario la implementación de un pantógrafo CNC en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica?

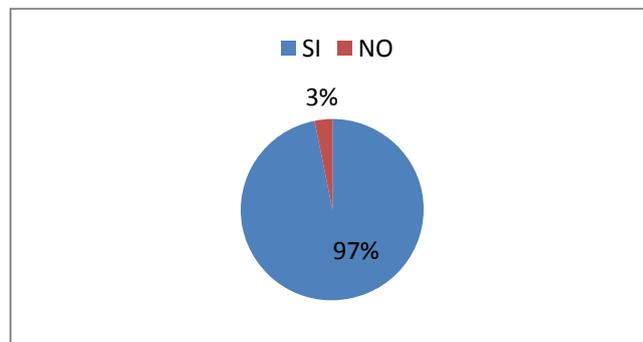
TABLA N° 2.12. PORCENTAJE DE LA PREGUNTA 10

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	31	97%
NO	1	3%
TOTAL	32	100%

Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

GRÁFICO N° 2.10. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PREGUNTA 10



Fuente: Aplicación de encuestas a los estudiantes

Elaborado por: Grupo Investigador.

Análisis:

Dentro de los encuestados seleccionados en la carrera de Ingeniería Electromecánica el 97% de los alumnos acepta la implementación de un prototipo de pantógrafo CNC para el laboratorio mientras que el tan solo el 3% de ellos no lo opinan así.

Interpretación:

Para alcanzar metas en la vida hay que tener experiencias y una de ellas es el poder saber en base a la práctica como bien se refleja en la tabla y en la figura es necesaria la implementación de este ideal prototipo como es el pantógrafo CNC que beneficiara a cada uno de los estudiantes a despejar dudas y ambigüedades dentro del laboratorio de ingeniería electromecánica.

2.4.2. Análisis e Interpretación de Resultados de la Entrevista Aplicada

2.4.2.1. Aplicación de entrevistas a los docentes de la carrera

ENTREVISTA N° 1

Objetivo: La presente entrevista tiene como finalidad evaluar si la implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado que realiza procesos de fresado en madera aportara al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi y por ende a la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

ENTREVISTADO: Ing. Jorge Paredes

CARGO: Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi

- 1. ¿Cree usted que utilizar el control numérico computarizado CNC permite la optimización de los procesos de manufactura? ¿Por qué?**

No, los trabajos en madera son en sus mayor parte son decorativos y no estructurales.

- 2. ¿Piensa usted que sería necesario la implementación de un pantógrafo CNC en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica para que los estudiantes puedan realizar prácticas? ¿Por qué?**

Sí, pero para utilización en corte por oxiacetileno o plasma, para construir placas y partes de maquinarias y equipos.

- 3. ¿Está usted de acuerdo que un Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi debe tener conocimientos sobre el control numérico computarizado? ¿Por qué?**

Sí, es la nueva tecnología que tiene relativa aplicación en los sistemas productivos nacionales.

- 4. ¿Según su criterio cual sería el beneficio que tiene la automatización mediante el control numérico computarizado en la industria?**

Lograr precisión, dar velocidad que no se logran con equipos tradiciones.

ENTREVISTA N° 2

Objetivo: La presente entrevista tiene como finalidad evaluar si la implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado que realiza procesos de fresado en madera aportara al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi y por ende a la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

ENTREVISTADO: Ing. MgC. Álvaro Mullo

CARGO: Director de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

1. ¿Cree usted que utilizar el control numérico computarizado CNC permite la optimización de los procesos de manufactura? ¿Por qué?

Sí, porque el control numérico permite un diseño exacto de procesos, disminuye el tiempo de producción.

2. ¿Piensa usted que sería necesario la implementación de un pantógrafo CNC en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica para que los estudiantes puedan realizar prácticas? ¿Por qué?

Sí, porque la formación de un estudiante de ingeniería se enfoca a la realización de prácticas con maquinaria de tecnología.

3. ¿Está usted de acuerdo que un Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi debe tener conocimientos sobre el control numérico computarizado? ¿Por qué?

Sí, porque es parte de la formación tecnológica.

4. ¿Según su criterio cual sería el beneficio que tiene la automatización mediante el control numérico computarizado en la industria?

Mejora los tiempos de producción, aumenta la productividad, optimiza recursos.

2.4.2.2. *Análisis de resultados de las entrevistas aplicadas*

Pregunta 1.

De acuerdo a los criterios emitidos por los docentes entrevistados, con respecto a la utilización del Control Numérico Computarizado (CNC) en la optimización de procesos de manufactura, las respuestas fueron contradictorias debido a que uno de ellos nos manifestó que los procesos de manufactura en su mayoría son decorativos y mas no estructurales, por otro lado la segunda persona entrevistada nos indicó que si, ya que este sistema nos permite realizar diseños exactos y en menor tiempo, por lo que se puede ejecutar grandes cantidades de trabajos.

Pregunta 2.

Una vez realizas las entrevistas sobre el beneficio que brindaría la implementación de un pantógrafo de Control Numérico Computarizado (CNC) en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica para que los estudiantes puedan realizar prácticas, que si es factible dicha se obtuvieron las siguientes informaciones, que si es factible dicha ejecución debido a que esto incentivaría a la construcción de diversos tallados pero con diferentes materiales de corte como el oxiacetileno o plasma, además ayudara en la formación profesional de los estudiantes enfocados en prácticas con maquinarias tecnológicas actuales.

Pregunta 3.

Los resultados arrojados en la entrevista con respeto a si es factible que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi tengan conocimientos sobre el control numérico computarizado, fueron positivos ya que las dos personas entrevistadas manifestaron que si es necesario que los estudiantes conozcan del tema porque son nuevas tecnologías que se aplican en varios sectores productivos y además aportan a la formación técnica de los estudiantes necesarias para sus desenvolvimientos en el ámbito laboral, que en la actualidad exige gran competitividad y eficiencia por partes de sus colaboradores.

Pregunta 4.

Según los criterios emitidos por los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi a quienes se les aplicó la entrevista, supieron manifestar que los beneficios aportados por la automatización mediante el control numérico computarizado en la industria son de gran apoyo debido a que nos permitirá precisión, velocidad, disminución de tiempo y optimización de recursos, lo que no se lograría en equipos tradicionales.

2.5. Verificación de la Hipótesis

2.5.1. Planteamiento de la Hipótesis

La implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado – CNC para fresados en madera del laboratorio de Ingeniería Electromecánica, permitirá la ejecución y elaboración de diseños de fresado en madera.

2.5.1.1. *Variable independiente*

Diseño e implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado – CNC.

2.5.1.2. *Variable dependiente*

Realiza procesos de fresado en madera para el laboratorio de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015.

2.5.2. Planteo de Hipótesis

2.5.2.1. *Hipótesis alternativa*

Al implementar un pantógrafo mediante control numérico computarizado - CNC que realiza procesos de fresado en madera se repotenciará el laboratorio de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5.2.2. *Hipótesis nula*

No es necesario la implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado - CNC que realiza procesos de fresado en madera para el laboratorio de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.5.3. Selección de hipótesis

Una vez aplicados los instrumentos de investigación se obtuvo información importante que demostró la factibilidad del proyecto programado, por lo que de las hipótesis plantadas se optó que la hipótesis alternativa es la adecuada para continuar con el desarrollo del presente proyecto de tesis por su gran importancia tanto en el ámbito educativo como de producción, debido a que la máquina tendrá sistema de Control Numérico Computarizado lo que permitirá que los estudiantes tengan conocimientos claros de este tipo de sistemas y además incentivarlos a que generen otros tipos de maquinarias útiles para el desarrollo de los pequeños productores de la provincia de Cotopaxi.

2.5.4. Calculo del chi cuadrado

TABLA N° 2.13. FRECUENCIAS

PREGUNTAS	ALTERNATIVAS		TOTAL
	SI	NO	
1	18	14	32
2	9	23	32
3	25	7	32
4	32	0	32
5	29	3	32
6	27	5	32
7	29	3	32
8	30	2	32
9	30	2	32
10	31	1	32
TOTALES	260	60	320

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

TABLA N° 2.14. CÁLCULO DE FRECUENCIA ESPERADA

CÁLCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE LAS ALTERNATIVAS	
ALTERNATIVA “SI”	ALTERNATIVA “NO”
$Fe = \frac{Tf * Tc}{Tg}$ $Fe = \frac{260 * 32}{320}$ $Fe = 26$	$Fe = \frac{Tf * Tc}{Tg}$ $Fe = \frac{60 * 32}{320}$ $Fe = 6$

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL CHI-CUADRADO

$$\chi^2 = \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

TABLA N° 2.15. CÁLCULO DEL CHI-CUADRADO

PREGUNTAS	FRECUENCIA OBSERVADA		FRECUENCIA ESPERADA		CHI-CUADRADO		TOTAL
	SI	NO	SI		SI	NO	
1	18	14	26	13,13	2,46	10,67	13,13
2	9	23	26	59,28	11,12	48,17	59,28
3	25	7	26	0,21	0,04	0,17	0,21
4	32	0	26	7,38	1,38	6,00	7,38
5	29	3	26	1,85	0,35	1,50	1,85
6	27	5	26	0,21	0,04	0,17	0,21
7	29	3	26	1,85	0,35	1,50	1,85
8	30	2	26	3,28	0,62	2,67	3,28
9	30	2	26	3,28	0,62	2,67	3,28
10	31	1	26	5,13	0,96	4,17	5,13
TOTAL							95.59

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

NIVELES DE SIGNIFICANCIA

- 0.05
- 0.01

Entonces tendremos dos variables las cuales son: $h - k$, sabiendo que son 10 preguntas con 2 opciones cada una.

CÁLCULO DE GRADOS DE LIBERTAD

$$h = 10 \quad k = 2$$

Entonces tendremos:

$$v = (h - 1)(k - 1)$$

$$v = (10 - 1)(2 - 1)$$

$$v = 9$$

- El valor crítico para 9 grado de libertad es 16,92. Por lo tanto, como 78,97 > 16,92, al nivel de significancia 0,05 se acepta la hipótesis.
- El valor crítico para 1 grado de libertad es 21,67. Por lo tanto, como 78,97 > 21,76, al nivel de significancia 0,01 se acepta la hipótesis.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1. Introducción

En el siguiente capítulo se encuentra detallado el diseño e implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado CNC que realiza posesos de fresado en madera para lo cual se utiliza el software match3 el mismo que nos facilita el vínculo entre la pc y la máquina herramienta. Para cumplir con los objetivos se establece un manual de usuario en el que se especifica el desarrollo de la máquina y su correcta utilización.

En el desarrollo de la propuesta además se especifica lo siguiente:

El diseño mecánico en donde se establece una descripción clara de cada uno de los elementos que forman el pantógrafo, como son: spindle, sistemas de deslizamiento lineal de los movimientos en dirección “Y” “X” y “Z”, mesa de corte y herramientas de corte (fresas).

El diseño electrónico en el que se encuentra detalladas las funciones que tiene la tarjeta de adquisición de datos que es el instrumento clave para la conexión entre la maquina CNC y la computadora y por ende el software que envía la información asía los motores paso a paso para realizar los movimientos necesarios para el gravado de las figuras requeridas.

Además se define los cálculos matemáticos de la fuerza de corte del pantógrafo, definidos los puntos anteriores se inició con el montaje final de la máquina, y posteriormente se realiza prácticas a través del desarrollo de un manual en donde mediante procesos y procedimientos demuestra el funcionamiento de la máquina

de control numérico computarizado, lo que aportara a que los usuarios manejen tanto los programas y la máquina de manera adecuada.

3.2. Presentación de la Propuesta

El pantógrafo mediante control numérico computarizado es una herramienta que realiza procesos de fresado en madera es decir graba imágenes previamente diseñadas en AutoCAD y posteriormente enviadas al software Match3 el mismo que se encarga de ejecutar los comandos para el posterior gravado. Este equipo a más de realizar diseños exactos ahorra tiempo y dinero ya que optimiza recursos tanto humanos como materiales, además es útil para realizar prácticas sobre el control numérico computarizado lo que permitirá conocer los beneficios de la automatización de maquinaria industrial.

3.3. Objetivo

3.3.1. Objetivo General

- Implementar un pantógrafo mediante control numérico computarizado - CNC para realizar procesos de fresado en madera en el laboratorio de ingeniería electromecánica.

3.3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un pantógrafo mediante control numérico computarizado a través de la utilización del software Match3 el mismo que permitirá la conexión de datos con la máquina.
- Establecer un manual de uso y configuración del software Match3 y su vínculo con el pantógrafo CNC mediante la descripción de procesos y procedimientos.
- Realizar prácticas sobre el manejo del pantógrafo CNC para demostrar su factibilidad y además proporcionar información clara y vezas para estudiantes a través de procesos y procedimientos.

3.4. Análisis de Factibilidad

3.4.1. Factibilidad Técnica

Como un proceso, es necesario conocer las diferentes estructuras y equipos de comunicación entre el hombre y la máquina para ello se determinó la posibilidad de comunicar mediante el Software Mach3 que convierte un ordenador típico en un controlador de maquina CNC para 6 ejes permitiendo la comunicación mediante el puerto paralelo con el prototipo de fresado.

Además, Permite la importación directa de DXF, BMP, JPG y archivos HPGL a través de un software llamado LazyCam, el cual se encarga de generar los códigos-G para el respectivo diseño no obstante también cuenta con otro software avanzado llamado ArtCAM Pro el cual tiene la función de realizar diseños más complejos y ser importados directamente a punto *tap el cual será fácilmente importado hacia el Mach3.

3.4.2. Factibilidad Económica

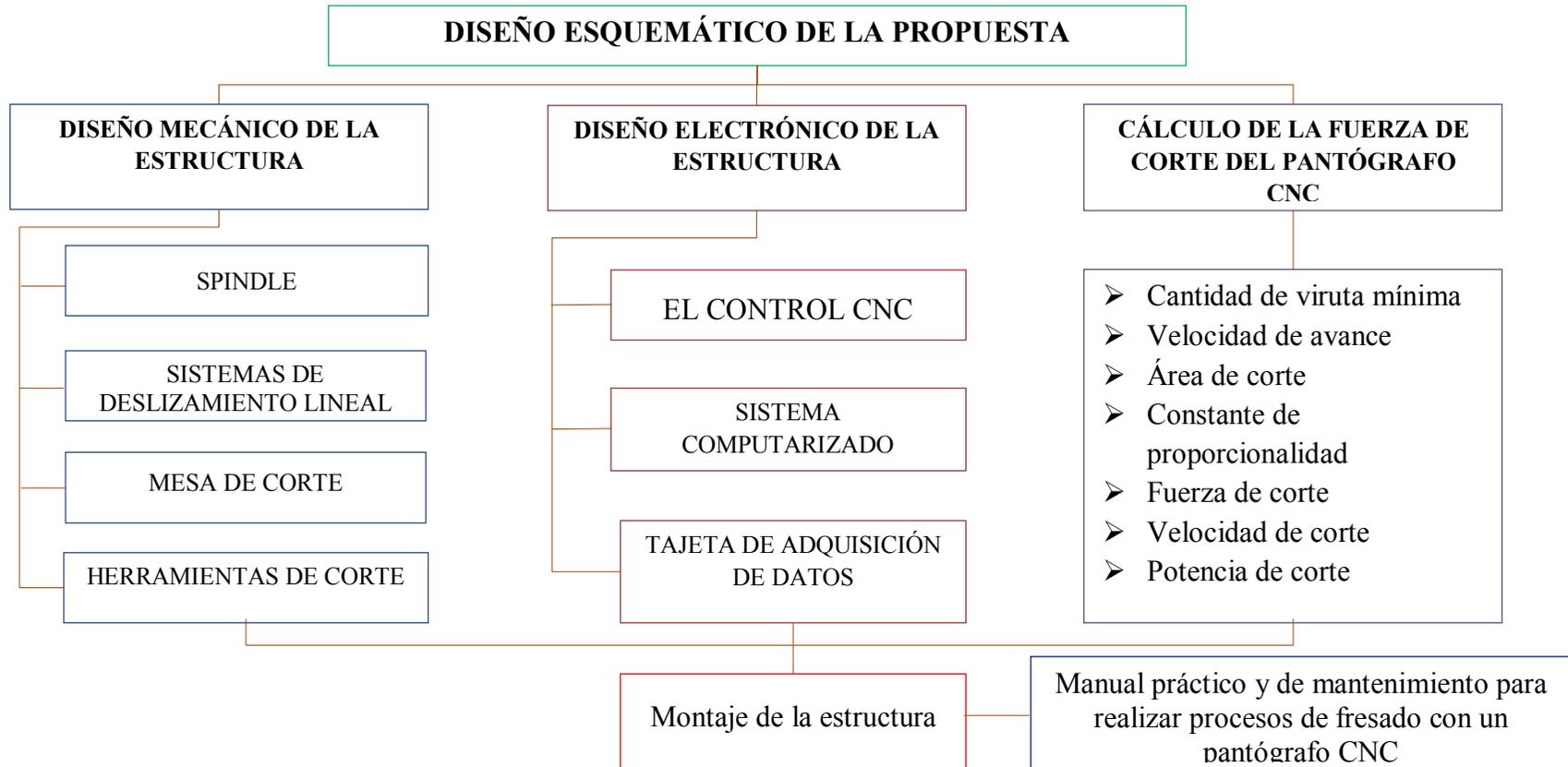
Los recursos financieros para el diseño de este prototipo son costeados por el grupo investigador del proyecto para el laboratorio de ingeniería electromecánica, el cual consta con el diseño e implementación de un prototipo CNC con sus respectivos complementos de comunicación con el ordenador el cual tuvo un costo de 3000 dólares. En el laboratorio de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi el proceso beneficiara al conocimiento más cercano con el control numérico computarizado.

3.4.3. Factibilidad Operacional

Este proyecto está considerado por el grupo investigador como factible ya que cuenta en el mercado con los equipos y elementos necesarios para el diseño e implementación de este prototipo, que está acorde con la tecnología actual, al mismo tiempo se cuenta también con la aprobación de docentes y estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica de la universidad técnica de Cotopaxi en donde se implantara este proyecto.

3.5. Desarrollo de la Propuesta

3.5.1. Diseño esquemático de la propuesta



3.5.1.1. *Diseño mecánico de la estructura*

Utilizando los métodos de investigación anteriormente estudiados en los capítulos I y II pudimos proponer un sistema de estructura adecuada para la construcción y futuro funcionamiento de nuestro pantógrafo CNC. Teniendo en cuenta que existen diferente tipo de pantógrafos así también fresadoras, las cuales de igual manera requieren herramientas de corte adecuadas para cada trabajo a realizar, ya sean estos de fresado, maquinado, o de tallado.

El pantógrafo CNC está formado por cuatro componente principales para realizar el proceso de fresado, los mismo que son: los tres ejes X, Y y Z y el componente de soporte que es la mesa de corte en donde se sujeta el material en el que se realizar el tallado el mismo que puede ser, madera, acrílico o metal.

El componente de soporte o mesa de corte nos servirá de apoyo para las piezas a ser talladas, o fresadas para realizar el proceso de modelado a través de un Spindle el mismo que puede ser acoplado con varios tipos de herramientas de corte previamente realizado un estudio para poder saber cuál es la fresa indicada para el material que vaya a ser trabajado, ya que existe un gran variedad de estas fresas ya sean de aleaciones para corte, como también poseen una cubierta de material para tallado considerando también la casa de fabricación de las piezas de corte.

A continuación les presentamos en una forma detallada las partes primordiales del pantógrafo CNC, así como también la estructura final para realizar los procesos de fresado en madera.

a) El Spindle

Esta parte es una de las más importantes del pantógrafo, ya que realizara el trabajo primordial del pantógrafo CNC, es decir, el corte o fresado en la madera. Este instrumento eléctrico tiene su denominación de medida en HP que son unidades de mediada inglesa y en Watts que es una medida del sistema internacional.

- **Funcionamiento del Spindle.-** Este es un instrumento rotacional que puede realizar cortes a varias velocidades, y en diferentes materiales ya sean estos

metales o no metales, previo un análisis de resistividad, tanto del material de corte como de la pieza a ser tallada o fresado según sea el caso.

Esta herramienta fue seleccionada para nuestro proyecto de tesis debido a que posee un rango de velocidad que va entre los 8000 – 30000 RPM (revoluciones por minuto) y es el adecuado para trabajar en madera tomando en cuenta que se le puede realizar una variación de velocidad a través de un regulador. Se debe considera que es muy diferente trabajar en acrílico o metal ya que difiere considerablemente por que la velocidad que utiliza para el fresado tiene un rango estimado de 2000 – 10000 RPM siendo poco usual en este tipo de Spindle.

El pantógrafo CNC presentado en esta tesis es capaz de realizar cortes en diferentes materiales los cuales deberán ser exclusivamente no ferrosos como por ejemplo aluminio de pocas líneas ya que esto ocasionaría desmanes fuera del uso estimado a la máquina, es indispensable también recalcar que para realizar cortes previamente se deberá identificar correctamente la fresa adecuada de corte. Un Spindle que está siendo controlado por un sistema CNC puede tener varios beneficios de operación ya que con un estudio más avanzado se podrán instalar sensores que ayuden a un cambio de material de corte durante el trabajo sin la necesidad de parar el trabajo que está realizando. El Spindle instalado en el pantógrafo CNC de este presente proyecto de tesis ha sido probando desde la velocidades más bajas hasta su velocidad limite ya que está dispuesto a trabajar en cualquier superficie plana para realizar trazos en 2D con alta velocidad y exactitud, teniendo en cuenta el tipo de fresa y su estructura técnica este Spindle se puede observar en la figura 3.1.

FIGURA N° 3.1. SPINDLE



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

b) El deslizamiento lineal del Pantógrafo CNC

Como principal función el deslizamiento lineal es el movimiento en los ejes coordenados que son los encargados de trasladar al Spindle para que pueda realizar su proceso de fresado, este sistema está básicamente constituido por un par de ejes que servirán como guía para el recorrido exacto de sistema, también consta de un tornillo sin fin que es el encargado de realizar la fuerza y el traslado de todo el sistema de rodamientos. Los rodamientos utilizados son especificarte para maquinaria CNC.

Los ejes anteriormente mencionados son de diferente tamaño según en el eje coordenado que se moverá el Spindle ya sean estos x, y, z. Para realizar el desplazamiento lineal de los ejes se utiliza un motor paso a paso el cual está sujeto al tornillo sin fin para poder ejecutar el movimiento.

El motor paso a paso en nuestro sistema se en cuenta la electrónica utilizada para generar una parte mecánica y así poder generar energía para ser utilizada en el movimiento del CNC, utilizando drivers que generaran pulsos hacia el motor paso a paso y así realizar los giros necesarios en los sistemas de coordenadas (X, Y, Z).

Estos motores tienen la particularidad de ser un sistema de ciclo cerrado, es decir, recepta información para realizar el recorrido en una dirección requerida, y de inmediato reciben una señal de regreso hacia el punto de partida la cual será efectuada luego de ejecutar el trabajo asignado.

Un sistema de ciclo cerrado está básicamente formado para medelos de término alto, ya que dependerá mucho del motor que se está utilizando tomando muy en cuenta la diferencia entre servo motor y motor paso a paso.

El motor utilizado en este proyecto requiere un estímulo rotacional para que pueda realizar el movimiento o desplazamiento lineal, que en conjunto con el tornillo sin fin y la tuerca de embalado toman el nombre de ensamble lineal, es así que tanto los tornillos sin fin como el motor paso a paso son indispensable para poder mover cualquier sistema coordenado.

Analizando los sistemas de movimiento lineal para utilizarlo en un sistema CNC se pudo encontrar entre los más conocidos tenemos:

- Tornillo y tuerca embalada
- Cremallera y piñón

Estos dos sistemas tienen sus propias características y usos determinados así como también ventajas y desventajas que pueden aprovecharse según el trabajo de fresado que se requiera realizar, teniendo en cuenta las especificaciones de fabricación de cada uno de ellos, entre estas podemos realizar:

- Aceleración máxima y mínima en $\frac{m}{s^2}$
- Velocidad máxima y mínima en $\frac{m}{s}$
- Precisión de hasta absoluto calculada en μm
- Temperatura de trabajo en $^{\circ}C$ (*puede variar según el material que está siendo tallado*)
- Longitud de eje en el que se va a utilizar medido en m

Analizando estas especificaciones pudimos seleccionar un tipo de rodamiento adecuado para ser utilizado en un pantógrafo CNC siendo adecuados para trabajar a presión constante y de alta duración, como se muestra en la figura 3.2 del sistema de deslizamiento lineal.

FIGURA N° 3.2. SISTEMA DE DESLIZAMIENTO LINEAL



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

➤ **Movimiento coordinado en dirección “Y”**

El pantógrafo CNC también consta de movimiento coordinado horizontalmente “Y” utilizando los dos sistemas coordenados para realizar el desplazamiento conjuntamente con un tercer sistema el cual se encargara de mover en la dirección lineal requerida, estos sistemas relacionados entre sí, tienen como función primordial realizar el desplazamiento libre del mecanismo anteriormente mencionado deslizándose por los ejes de rodamientos lineales.

Este sistema de deslizamiento está conformado por un rodamiento de bolas también conocido como rodamiento de transmisión lineal o guías deslizables.

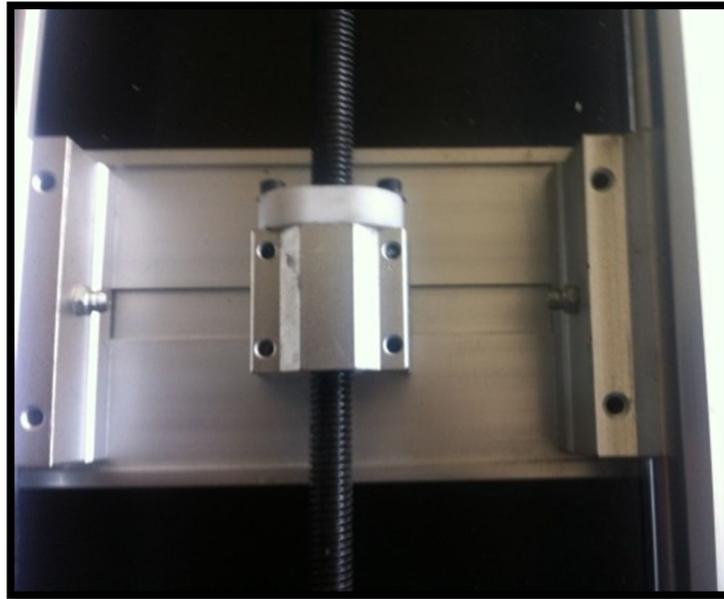
Este sistema de guías deslizables está ubicado en la parte inferior del pantógrafo CNC por debajo de la mesa de corte, para poder estabilizar el sistema se optó por ubicar dos placas de aluminio en los extremos de la mesa de corte sujetados con tornillos allen los dos ejes de deslizamiento, mientras que por la parte de arriba tendrá una placa de aluminio ubicado tipo puente para interconectar el sistema de coordenada de X la misma que sujetara el sistema Z.

El movimiento de este sistema se lo realiza a través del tornillo sin fin acoplado al motor paso a paso el mismo que esta sujetado a un extremo por una tuerca simple para evitar el descarrilamiento y por el otro lado está sujetado al motor para producir el movimiento del sistema.

Esto provocara un esfuerzo a los rodamientos de bolas, es por esto que para evitar desgastes tempranos se ha optado por ubicar rodamientos con guía de plástico ya que es un material altamente resistente para que pueda realizar esta labor.

Estos rodamientos de contacto angular están ubicados en una caja circular para realizar maquinados para que puedan ser maquinados y fijados a tornillos hexagonales tipo allen para logra mayor esfuerzo ala horade la sujeción y de este modo obtener mejor agarre de los rodamiento, como se muestra en la figura 3.3.

FIGURA N° 3.3. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “Y”

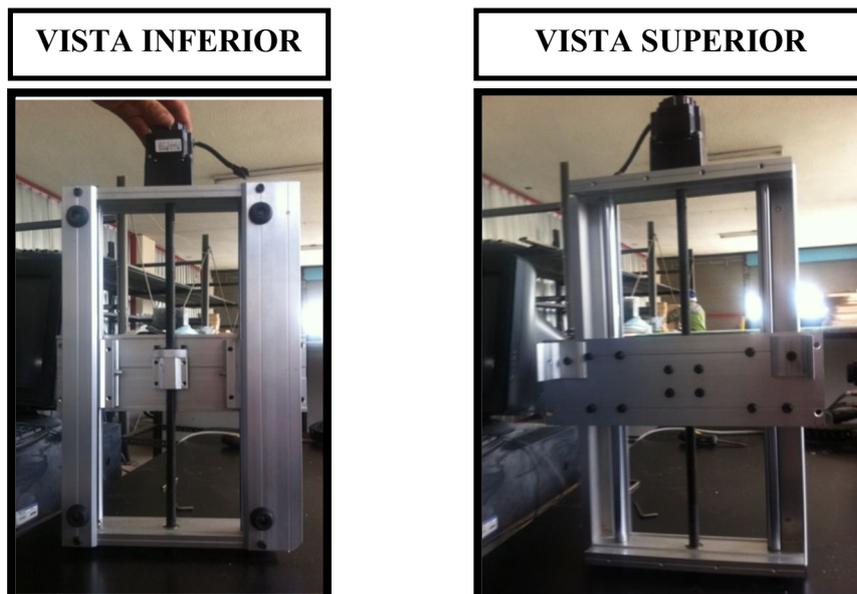


Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

Por ultimo en este sistema en el tornillos sin fin se ubicó un piñón donde se une la banda dentada del tornillo para que pueda realizar la guía de todo el sistema realizando el esfuerzo tanto de ida como de regreso en el sistema de desplazamiento lineal en dirección “Y”, como se puede observar en la figura 3.4.

FIGURA N° 3.4. ESTRUCTURA DEL EJE “Y”



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

➤ **Movimiento coordinado en dirección “X”**

Tomando el mismo principio de funcionamiento del eje coordinado de la y podemos realizar esta construcción.

Para que este sistema se pueda mover libremente con una configuración lineal se garantiza el traslado exacto de toda la estructura, este sistema es el que tendrá en su poder al Spindle por lo cual deberá estar calibrado con una tolerancia mínima de 0.02 para obtener acabados superficiales más vistosos al momento de realizar el fresado, teniendo en cuenta que sobre este mecanismo actuarán la mayoría cantidad de esfuerzos al cortar o ponerse en contacto la herramienta de corte con la pieza a ser pulida o fresada según sea el caso.

Este sistema se encuentra sujeto al sistema de ejes coordinados “Y” a través de dos placas de aluminio de 10 mm de espesor ubicadas a los costados derecho e izquierdo de toda la estructura de la máquina, las mismas están ancladas al puente de rodamientos del eje coordinado “Y” realizando el movimiento conjunto los dos sistemas.

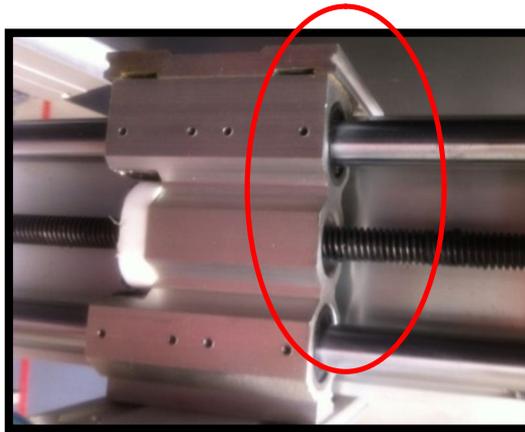
En la parte alta de este sistema se encuentran los ejes de acero de 6 mm de espesor, que serán la guía para poder mover de derecha a izquierda el Spindle, podemos especificar que también se utilizó rodamiento de bolas semejantes a los del sistema “Y”, ubicamos un rodamiento por cada eje. Entre estos dos ejes se encuentra un tornillo sin fin con su sistema de desplazamiento semejante a los demás sistemas de ejes coordinados.

Los rodamientos de bolas y la guía para el tornillo sin fin están ubicados en cuadros o cubos de metal, cabe resaltar que este sistema fue adquirido bajo pedido a distribuidores extranjeros ya que este tipo de rodamientos y guía de ejes no se puede encontrar en nuestro país de forma económica y de fácil adquisición.

Tanto los rodamientos lineales como la guía del tornillo sin fin están unidos por una placa de aluminio de 6 mm de espesor que la hemos denominado placa de soporte y traslado X.

En cuanto se puede realizar sobre el tornillo sin fin tenemos que esta sostenido en el extremo derecho por una tuerca común para evitar descarrilamientos y por el lado izquierdo se sujetara al motor paso a paso al igual que el sistema de ejes coordenados “Y” será donde se produce la fuerza para realizar el movimiento del sistema, para mejor visualización del sistema podemos observar las figuras 3.5 y 3.6

FIGURA N° 3.5. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “X”



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA N° 3.6. ESTRUCTURA DE EJE “X”



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

➤ **Movimiento coordinado en dirección “Z”**

Este sistema es el encargado del movimiento del Spindle, está ubicado sobre el sistema de movilidad del eje coordenado “X”, de la misma forma que los anteriores sistemas es necesario que exista una tolerancia mínima en los ejes y

rodamientos para evitar desgaste de los mismos y por consiguiente mejor resultado del tallado.

Se puede resaltar que este sistema de ejes coordenados para el movimiento del Spindle no cambia con respecto al mismo principio de funcionamiento de los otros sistemas de coordenada para el movimiento y futuro trabajo del pantógrafo CNC.

El sistema “Z” está unido al sistema de ejes “X” a través de una placa de aluminio que la hemos denominado placa soporte para el eje z, esta placa se encargara de sujetar el sistema de movilidad del eje “Z” así como también de trasladarse de derecha a izquierda el Spindle conjuntamente con el sistema de rodamientos de los ejes coordenados “X” “Z”.

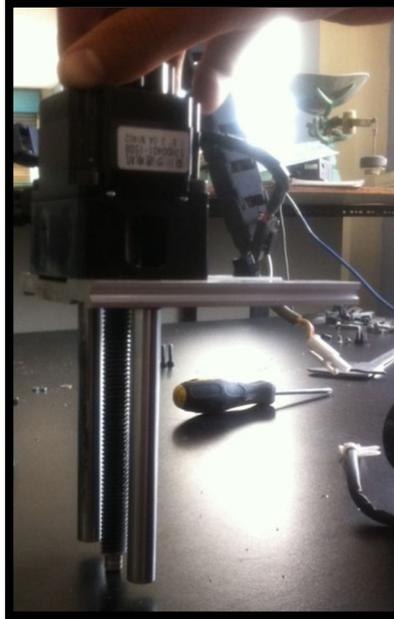
Este sistema está compuesto por dos placas de aluminio de 5 mm de espesor ubicadas una en la parte superior del sistema y la otra en la parte inferior, para poder identificarlas en el presente proyecto de tesis se las denomino como “base superior del eje Z” y “base inferiores del eje Z” , estas placas están sujetadas por el extremo superior con el motor paso a paso al tornillos sin fin y a las guías de movilidad y por la parte inferior la placa esta sujetado por pernos tipo allen de cabeza hexagonal.

La función de la “base superior del eje Z” y “base inferiores del eje Z” es la de sujetar a las guías anteriormente mencionadas las cuales son acero inoxidable las cuales tienen el mismo funcionamiento que en los sistemas anteriores con la mínima diferencia de tamaño y espesor ya que este sistema es muy pequeño en comparación a los sistemas coordenados “X” y “Y”, posee el mismo mecanismo de rodamientos y estructura de movilidad para el tornillo sin fin.

Para explicar mejor este sistema de movilidad se puede resaltar que entre las guías se encuentra el tornillos sin fin el cuan esta sujetado a las placas que denominamos “base superior del eje Z” y “base inferiores del eje Z”, se utilizó el mismo tipo de rodamientos de bolas que le permitirá moverse y girar libremente al tornillo.

El movimiento del sistema se logra a través de un piñón alojado al interior del motor paso a paso y conectado estrechamente al tornillo sin fin formado el movimiento lineal de todo el sistema como se puede observar en la figura 3.7.

FIGURA N° 3.7. SISTEMA DE MOVIMIENTO EN DIRECCIÓN “Z”



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

c) Mesa de corte

Es donde se colocara la pieza a ser tallada o cortada según se requiera, está construida en un tablón de MDF para optimizar el peso inadecuado de este ya que deberá ser sólida para mayor sujeción, como se puede observar en la figura 3.8.

FIGURA N° 3.8. TABLON DE MESA DE CORTE



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

Se ha perforado las partes derecha e izquierda para montar un sistema de sucesión de piezas a ser talladas, este sistema posee un tamaño delimitado casi ubicado a los extremos de la mesa de corte para evitar reducción de espacio para el trabajo y poder realizar diseños de gran escala con referencia al prototipo de pantógrafo CNC.

La mesa de corte tiene un espesor de 15 mm totalmente fina y nivelada ya que el Spindle recorrerá por todo el espacio entre el sistema de sujeción, y así evitar que en ciertos lugares del material tallado no se pueda cubrir con la misma profundidad de tallado o en viceversa, para mejor visualización ver la figura 3.9, esta mesa está sujeta a los extremos de la bancada o chas por medio de 8 pernos los cuales serán ajustados de tal manera no exista desestabilidad en toda la mesa.

FIGURA N° 3.9. MESA DE CORTE



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

d) Fresas o herramientas de corte

Para la selección de la herramienta de corte y fresado se tomó en cuenta diferentes aspectos como por ejemplo:

- Tipo de aleación
- Tipo de material
- Tamaño de la herramienta
- Espesor de la herramienta
- Profundidad de tallado
- Fácil acceso

Se puede anotar que existen varias casa comercias que construyen estas herramientas de tallado o corte que son utilizadas por este tipo de máquinas. Las herramientas para fresado, careado, refrentado o para desbaste en madera son accesibles en el mercado nacional, para este proyecto se tomó en cuenta la marca DREMEL ya que es una casa comercial que tiene un gran stock de materiales para el trabajo requerido.

Se puede acotar también que las herramientas de fresado en madera se puede utilizar para otros materias con la misma resistividad y contextura de la misma, ya que estas están diseñadas con una aleación de carbono para mayor dureza y durabilidad.

Al ser jun pantógrafo CNC que se puede controlar manualmente su profundidad también se puede utilizar como un grabador en cualquier tipo de superficie totalmente plana y tomando en cuenta la herramienta de corte adecuada, para realizar este trabajo la herramienta de corte es mucho más accesible debido a su precio ya que es una punta de grabado simple la cual puede acceder fácilmente al usillo del Spindle.

Es importante mencionar que antes de realizar prácticas se analicen los parámetros de las herramientas de corte en diferentes catálogos, tanto para metales como no metales siendo uno de ellos la madera y polímeros, en este trabajo se utilizara una fresa con las características adecuadas para realizar el trabajo en madera, como se puede observar en la figura 3.10.

FIGURA N° 3.10. FRESA PARA TALLADOS EN MADERA



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

1.5.1.2. Diseño electrónico de la estructura

a) El control CNC y el sistema computarizado

Se puede decir que un sistema de control numérico conjuntamente con un computador se puede determinar como un cerebro para la totalidad de la máquina, mencionando que una máquina CNC en sí no es solamente la herramienta donde se está trabajando si no comprende un computador, un controlador y una máquina-herramienta que pueda recibir la información y producir el trabajo requerido. En una mayoría un sistema CNC recibe información digital en formatos DXF, CAM, TAP que son adecuados para la lectura correcta y la transformación a códigos G, para que posteriormente se puede cargar al Mach3 que es el software intermediario entre una PC y el controlador de sistema.

El controlador de una sistema CNC vendría a ser como el sistema central de la máquina ya que es allí donde se podrá controlar tanto la activación del Spindle, la velocidad del mismo y el paro de emergencia de todo el sistema. Cabe resaltar que para la máquina CNC del presente proyecto de tesis fue importado ya que existe en el mercado internacional para diversos usos lo que como investigadores nos resultó factible la compra del mismo para la posterior adaptación al pantógrafo CNC como se muestra en la figura 3.11. La mayor parte del uso del pantógrafo CNC es repetitivo siendo así una máquina sencilla y fácil manejo para cualquier operador. Los software utilizados en este sistema también se puede decir que son de fácil manejo por lo cual estamos confirmando que nuestra tesis es factible y accesible para el uso de estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica de cualquier ciclo.

FIGURA N° 3.11. SISTEMA COMPUTARIZADO



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

1.5.1.3. Cálculo de ejecución del pantógrafo CNC

Al realizar el trabajo de fresado en madera se tomara en cuenta los siguientes cálculos:

Parámetros de inicio para el cálculo:

a (mm) = 5 Profundidad de corte

b (mm) = 2 Ancho de fresado (tamaño de útiles comerciales)

V' ($cm^3/kWmin$) = 150 Cantidad admisible de viruta para la materia prima

El Tupi es seleccionado de acuerdo a la investigación realizada previamente para el tipo de manufactura que se va a realizar en la madera y su fácil acceso dentro del mercado. El tupi utilizado para fresados en madera con un pantógrafo CNC posee los siguientes datos en su placa: 1.75HP y $n= 2450RPM$ de velocidad.

Se transforma la potencia del Tupi a kW.

$$1.75HP \frac{0.746kW}{1HP} = 1.3055kW$$

Para calcular la cantidad de viruta mínima que desprende el pantógrafo CNC en centímetros cúbicos por minuto se utiliza la ecuación 1.1

$$V=V'P \quad \text{(Ec. 1.1)}$$

De donde se define:

V' ($cm^3/kWmin$) = 150 Cantidad admisible de viruta para madera

P (kW) = 1.3055 potencia del Tupi en kW (datos de la placa)

Entonces tendremos:

$$V = \left(\frac{150cm^3}{kWmin} \right) (1.3055kW)$$

$$V = 195.825 \frac{cm^3}{min}$$

La velocidad de avance S' en milímetros por minuto se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$S' = \frac{1000V}{a.b} \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Entonces tendremos:

$V(\text{cm}^3/\text{min}) = 195.825$	Cantidad máxima de viruta
$a(\text{mm}) = 5$	Profundidad de corte en milímetros
$b(\text{mm}) = 45$	Ancho del fresado

Entonces tendremos:

$$S' = \frac{(1000)(195.825\text{cm}^3/\text{min})}{(5\text{mm})(2\text{mm})}$$

$$S' = 870.333 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

Para calcular el avance s' en milímetros por revolución utilizamos la expresión siguiente:

$$s' = \frac{S'}{n} \quad (\text{Ec. 1.3})$$

Dónde:

$S'(\text{mm}/\text{min}) = 870.333$	Velocidad de avance
$n = 2450\text{RPM}$	Velocidad del Tupi

Entonces tendremos:

$$s' = \frac{870.333\text{mm}/\text{min}}{2450\text{rev}/\text{min}}$$

$$s' = 0.355 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

Para calcular el área de corte en milímetros cuadrados se utilizó la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{s'.b}{2} \quad (\text{Ec. 1.6})$$

Dónde:

$$s' \text{ (mm/rev)} = 0.355 \quad \text{Avance}$$

$$b \text{ (mm)} = 2 \quad \text{Ancho del fresado}$$

Entonces tendremos:

$$AC = \frac{\left(\frac{0.355\text{mm}}{\text{rev}}\right) (2\text{mm})}{2}$$

$$AC = 0.355 \frac{\text{mm}^2}{\text{rev}}$$

Para realizar el cálculo de la viruta en milímetros se utilizó la siguiente ecuación:

$$e = \left(\frac{s'}{Z.N}\right) \cdot \sqrt{\frac{a}{b}} \quad (\text{Ec. 1.4})$$

Dónde:

$$S' \text{ (mm/min)} = 870.333 \quad \text{Velocidad de avances}$$

$$Z = 1 \quad \text{Numero de cuchillos para fresar comerciales}$$

$$n \text{ (RPM)} = 2450 \quad \text{Velocidad de Tupi}$$

$$a \text{ (mm)} = 5 \quad \text{Profundidad de corte en milímetros}$$

$$b \text{ (mm)} = 3.2 \quad \text{Ancho de fresado}$$

Entonces tendremos:

$$e = \left(\frac{870.333 \text{ mm/min}}{(1)(2450 \text{ RPM})} \right) \cdot \sqrt{\frac{5 \text{ mm}}{3.2 \text{ mm}}}$$

$$e = \left(\frac{870.333 \text{ mm/min}}{(2450 \text{ RPM})} \right) \cdot \sqrt{1.5625}$$

$$e = \left(0.355 \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \right) \cdot 1.25$$

$$e = 0.443 \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$$

Para el cálculo de la fuerza de corte se utilizó la siguiente ecuación:

$$F = K \cdot AC \quad (\text{Ec.1.7})$$

Dónde:

$$K(N/mm^2) = 44.36 \quad \text{Constante de proporcionalidad}$$

$$AC(mm^2) = 7.99 \quad \text{Área de corte}$$

Entonces tendremos:

$$F = \left(44.36 \frac{N}{mm^2} \right) (0.355 mm^2)$$

$$F = 15.74 N$$

La fuerza de corte en libras es:

$$F = 15.84 N \cdot \frac{1 \text{ kg}}{9.8 N} \cdot \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}}$$

$$F = 34.62 \text{ lb}$$

Para el cálculo de la velocidad de corte se utilizó la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{\pi \cdot b \cdot n}{1000} \quad (\text{Ec. 1.5})$$

Dónde:

$b (mm) = 2$ Ancho de fresado

$n (RPM) = 2450$ Velocidad del tupí

Entonces tendremos:

$$V_c = \frac{(\pi)(2mm)(2450)}{1000min}$$

$$V_c = 15.39 \frac{m}{min}$$

No obstante esta velocidad es teórica, es recomendado utilizar valores alrededor de los 1500 mm/min, la misma que debe ser calibrada durante las pruebas de funcionamiento del pantógrafo CNC.

La velocidad de corte en m/s será:

$$V_c = 1500 \frac{mm}{min} \cdot \frac{1m}{1000mm} \cdot \frac{1min}{60s}$$

$$V_c = 0.025 \frac{m}{s}$$

Para el cálculo de la potencia de corte se utilizó la siguiente ecuación:

$$P_c = F_c \cdot V_c \quad \text{(Ec. 1.8)}$$

Dónde:

$F_c(N) = 15.74$ Fuerza de corte

$V_c \left(\frac{m}{s}\right) = 0.025$ Velocidad de corte

Entonces tendremos:

$$P_c = (15.74N) \left(0.025 \frac{m}{s}\right)$$

$$P_c = 0.39W$$

Podemos considerar el rendimiento de un motor al 80% la potencia eléctrica (P_e) en el cabezal del tupi deberá ser:

$$P_e = \frac{P_c}{\eta} \quad (\text{Ec. 1.9})$$

$$P_e = \frac{0.39W}{0.8}$$

$$P_e = 0.49W$$

Podemos tomar en cuenta un factor de seguridad de 1.5 en el mecanizado.

$$P_e = (0.49)(1.5)$$

$$P_e = 0.7W$$

1.5.2. Montaje de la estructura

El pantógrafo CNC es una máquina – herramienta de fácil montaje y desmontaje ya que tiene todas sus piezas diseñadas y talladas por separado, esto se tomó en cuenta al momento del diseño para que nosotros como investigadores podamos tener acceso total a cada una de las partes de la maquina CNC.

Para realizar la unión de cada pieza se utilizó tornillos Allen de cabeza hexagonal para poder tener mayor agarre de sujeción al ínstate de atornillas y acoplar cada pieza y así evitar el desgaste de la cabeza o a su vez el aislamiento tanto de los dientes del Allen como de las perforaciones de cada placa.

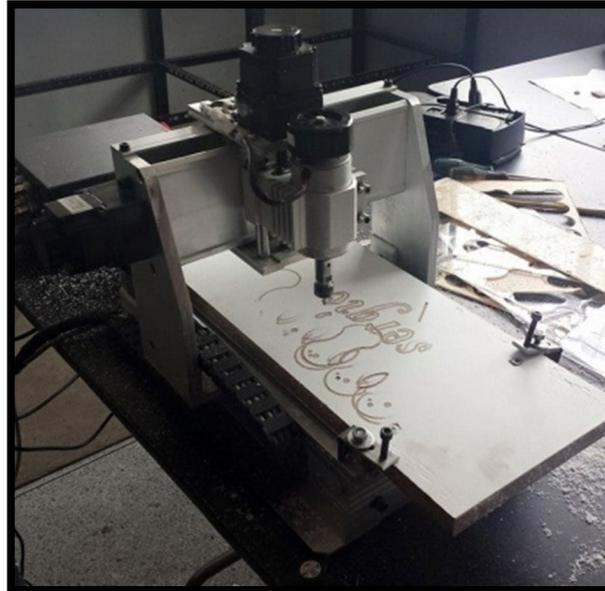
Las piezas que forman cada una de los ejes coordenados ya sean “X” “Y” o “Z” están manufacturadas sin complicación alguna ya que como anteriormente lo explicamos están construidas en su totalidad de aluminio.

Se realizó las perforaciones necesarias para el montaje de cada una de las piezas tomando en cuenta que ninguna de ellas estará sujeta definitivamente a la herramienta de trabajo del pantógrafo CNC.

En los sistemas de movilidad y ejes coordenados fueron ubicados los sistemas de desplazamiento lineal los cuales deberán estar perfectamente calibrados y engrasados para su correcto funcionamiento tanto en el traslado del eje “X” como del eje “Y” para que el Spindle ubicado en el eje “Z” pueda realizar el tallado en

la madera como se puede observar en la figura 3.12 en donde se muestra el pantógrafo CNC en el trabajo de la primera prueba de uso y finalmente estructurado.

FIGURA N° 3.12. ESTRUCTURA DEL PANTÓGRAFO CNC



Fuente: Investigación propia
Elaborado por: Grupo investigador

1.5.3. Manual práctico para realizar procesos de fresado con un pantógrafo CNC

El manual práctico para realizar procesos de fresado con un pantógrafo CNC el mismo que se encuentra en el ANEXO A es un documento útil para que los estudiantes conozcan el manejo de la máquina y los software que se utiliza para realizar diseños de tallado, pulido y devastado en la madera.

El presente tiene como finalidad dar a conocer la efectividad y eficiencia en el uso del sistema de control numérico computarizado (CNC) en una máquina herramienta, buscando además incentivar tanto a estudiantes como a docentes el manejo de este tipo de sistemas que son innovadores y eficientes debido a que generan disminución de tiempo y dinero y además calidad en los trabajos.

5. CONCLUSIONES

- Las maquinas herramientas han sido creadas para solucionar los problemas de manufactura tradicional y así reducir tiempos y gastos.
- En las labores de fresado en madera se ha logrado optimizar tiempo y dinero al momento de realizar tallados complejos.
- A través de la caracterización se ha podido analizar los elementos exactos para poder dar objetivos claros a la problemática planteada.
- Mediante el estudio del mercado se pudo visualizar que la mayoría de encuestados no posee un conocimiento básico sobre el control numérico (CN).
- Se pudo visualizar el interés sobre tener mayor información del control numérico computarizado.
- Una vez aplicadas las encuestas se obtuvo información clara sobre el conocimiento que los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica poseen con respecto a un sistema de control numérico computarizado, y se concluyó que existe falencia debido a que en su formación académica no profundizan sobre el tema.
- Luego de realizar investigaciones bibliográficas y aplicar una investigación metodológica, se obtuvo un conocimiento clara sobre máquinas de control numérico computarizado, lo que facilito el desarrollo exitoso del pantógrafo CNC.
- Con la implementación de un pantógrafo CNC contribuimos con el adelanto de la carrera de ingeniería electromecánica.
- Adjuntamos un manual de usuario para que se pueda realizar prácticas en el laboratorio y así los alumnos obtengan este conocimiento requerido, a través de la práctica en una máquina de control numérico computarizado para de esta manera obtener destrezas para realizar proceso de fresado además con ello incentivar el uso de este tipo de tecnología.

6. RECOMENDACIONES

- Motivar a los estudiantes a realizar mayor investigación sobre las nuevas tecnologías de las maquinas herramientas de control numérico, mediante exposición en casa abiertas tanto internas como externas de la institución, esto permitirá generar interés en los estudiantes desde ciclos iniciales.
- Capacitar a los estudiantes sobre la importancia de utilizar tiempo y dinero al utilizar una máquina herramienta para poder realizar una investigación profunda sobre los temas a tratarse, es recomendable analizar cada uno minuciosa mente para tener claro todo los ítems presentados se recomienda capacitar a los estudiantes del institución mediante seminarios prácticos de temas como el control numérico computarizado.
- Es recomendable analizar el diseño exacto de una máquina herramienta antes de empezar con su construcción.
- A través de la implementación de un pantógrafo de control numérico computarizado se recomienda realizar prácticas de laboratorio con los estudiantes para que puedan desarrollar destrezas del mismo.
- El manual adjunto está a disposición de los usuarios, se recomienda hacer uso adecuado del mismo para evitar el fallo del pantógrafo
- Es recomendable que los estudiantes realicen prácticas en clases conjuntamente con docentes capacitados en control numérico computarizado.
- Se recomienda realizar prácticas según las normas a las cuales fue dispuesto el pantógrafo.

7. BIBLIOGRAFIA

7.1. Bibliografía Citada

- ALAIN, A. (2011). *Understanding CNC Routers*. Canadá: FPInnovations.
- ARANZETA, G. (2005). *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL*. MEXICO: LIMUSA, S.A. DE C.V. GRUPO NORIEGA.
- ASENSI ARTIGA, V. (2002). *Introducción a la automatización de los servicios de informacion*. Murcia: servicio de publicaciones.
- BALCELLS, J. (1997). *Automatas Programables*. España: Marcombo.
- BARTSCH, W. (1973). *Herramientas, Máquinas, Trabajo* . Barcelona : Reverté, S.A.
- BERNAL TORRES, C. A. (2006). *Metodología de la investigación*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- CANALES CERÓN, M. (2006). *Metodologías de la Investigación Social* . Santiago de Chile: LOM Ediciones .
- CLAUDIO URBANO, J. Y. (2006). *Técnicas Para Investigar 2*. Argentina: Brujas.
- CONTI, F. (2005). *Motores Paso a Paso*. España: Editorial Alsina.
- CRAIN, J. J. (2006). *Robótica*. México: Pearson.
- DELBOSCO DE LEIGUARDA, Í., & Beatriz, S. (2009). *Tallado en Madera* . México: ALBATROS SACI .
- DELBOSCO, I. (2002). *Duplicado en Madera*. España: Marcombo.
- Fernando Arranz Merino, J. R. (2005). *Ingeniería de Fabricación Mecanizado por arranque de viruta* (1ª edición ed.). Madrid: Vision Net.

- GARCIA HIGUERA, A. (2005). *EL CONTROL AUTOMATICO EN LA INDUSTRIA*. España: La Mancha.
- GARCÍA HIGUERA, A. (2007). *CIM. El Computador en La Automatizacion De La Produccion*. España: La Mancha.
- GARCÍA RAMOS, J. A. (2007). *Estadística Empresarial* . España: Servicios de Publicidad de la Universidad de Cádiz .
- Gómez, S. M. (2010). *Procedimientos de Mecanizado* (2ª edición ed.). España: THOMSON PARANINFO.
- GROOVER, M. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Barcelona: La Mancha.
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna* . México: Raela Maes .
- HEINRICH, G. (2006). *Alrededor de las máquinas-herramientas* (3ª EDICIÓN ed.). Barcelona España: REVERTÉ.
- Iguzquiza, V. D. (2001). *Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial*. Madrid España: ESIC, Escuela Superior de Gestión Comercial y Marketing.
- ISOLVE, M. (2000). *Historia de la Ciencia y la Tecnología* . México: LIMUSA S.A.
- Joan Domingo Peña, J. G. (2003). *Introducción a los autómatas programables* (1ª edición ed.). Aragón : UOC.
- KALPAKJIAN, S., & SCHMID, S. (2002). *Manufactura Ingeniería y Tecnología* (4ª edición ed.). México: Rose Kernan.
- LAJARA VIZCAINO, R., & José, P. S. (2011). *LabVIEW - Entorno grafico de programacion*. Barcelona: Marcombo.

- LESUR, L. (2003). *Manual De Tallado en Madera*. España: Trillas Sa De Cv.
- Magarola, C. S. (2006). *Tecnología de los oficios metalúrgicos* (1ª EDICIÓN ed.). España: REVERTÉ.
- MIKELL P, G. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna* (1ª edición ed.). Naucalpan de Juárez, Estado de México: Prentice Hall.
- MOGUEL, E. A. (2005). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION*. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- MONTT, R. (1999). *Analisis Químico Cuantitativo*. España: Reverte.
- MORENO, E. G. (1999). *AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES* (Centro de Formación de Postgrado- CFP CERES-UPV ed.). VALENCIA: SERVICIO DE PUBLICACIONES.
- NAVAS ARA, J. (2010). *Métodos, diseños y técnicas de investigación* . Madrid: UNED Editorial.
- NUTSCH, W. (2000). *Tegnología de la madera y del mueble*. España: Reverté S.A.
- PINEDA RAMÍREZ, M. I. (2004). *LENGUAJE Y EXPRESIÓN 2*. MÉXICO: PEARSON EDUCACIÓN.
- RODRÍGUEZ DORADO, F. J., MEJÍAS SANGUINO, F., & SERRANO SÁNCHEZ, D. (2010). *Comprobación y optimización del programa CNC para el mecanizado por arranque de viruta*. España: IC Editorial.
- SÁNCHEZ, J. C. (2004). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA*. Madrid: Díaz de Santos.
- SEBASTIÁN PÉREZ, M. Á., & LUIS PÉREZ, C. J. (2013). *Programación de máquinas - herramienta con control numerico*. Madrid: UNED estudios.
- VALDERRAMA, J. (2003). *Informacion Tecnologuica*. D.A. Vicencio.

7.2. Bibliografía Electrónica

- <http://www.automatizarimportancia.blogspot.com/06/10/14>
- <http://www.electan.com/motor-paso-paso-bipolar-28x45mm-p-3017.html>
- www.emmexsa.com.mx, 26/09/2014
- <http://www.kwartzlab.ca/2011/01/google-sketchup-design-cnc-rou/>
- <http://www.machsupport.com/software/mach3/>, 30/03/2015
- <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>, 23/09/2014
- <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>, 23/09/2014
- www.rodamientos-samper.com.mx, 16/10/2014
- <http://www.solostocks.com.co/venta-productos/herramientas-electricas/otras-herramientas-electricas/maquina-de-grabado-de-carpinteria-cc-m1325b-1155987> 23/07/2012
- https://www.youtube.com/watch?v=_ObSS2srIwY

8. ANEXOS

ANEXO A

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS



MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
➤ Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir ➤ Proaño Jácome Juan Carlos	Ing. Mg.C. Álvaro Mullo	
Firmas: _____	Firma: _____	Firma: _____

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1>	
FECHA: Julio 2015	MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC	VERSIÓN: 1

1. INTRODUCCIÓN DEL MANUAL PRÁCTICO

En el presente manual se podrá comprender los diferentes procedimientos que se deberá realizar dentro del control de una máquina CNC.

Con la ayuda del software mach3 y el respectivo conjunto de controladores para los movimientos de los ejes a controlar se dará explicación de cómo se procede a dar funcionamiento a la máquina herramienta teniendo así los diferentes pasos para el diseño desde el AutoCAD al LazyCam y finalmente al Mach3Mill.

Es importante conocer desde donde se comenzará, como primer paso es el diseño el cual en especial fue escogido como investigadores son los siguientes: autocad2004, LazyCam, Mach3Mill y adicionalmente ArtCAM. Este software es un paquete importante para el control ya que permiten el diseño y generación de códigos-g.

El AutoCAD permite guardar formato en DXF para luego estos ser recogidos por LazyCam en el cual nos va arrojar el diseño en códigos-G obteniendo así las características especiales que Mach3Mill tiene para alcanzar a controlar cualquier tipo de máquina herramienta.

Para breve explicación como manual nos ayudara básicamente como fuente, para resolver dudas comunes, explicando paso a paso como realizar cierta tarea, de la forma más clara posible como es los pasos para el diseño desde AutoCAD 2004 hasta Mach3, utilizando los iconos y sus características más comunes que ofrecen para las soluciones en el diseño dentro de cada software.

Gracias a los diferentes caminos al diseño y control se utilizará lo anteriormente expuesto como grupo investigador.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="text-align: center;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

2. ALCANCE DEL MANUAL PRÁCTICO

El manual ofrece una explicación breve y de forma detallada cada paso que ayudara al estudiante al diseño de cualquier modelo en forma rápida.

3. OBJETIVOS DEL MANUAL PRÁCTICO

3.1. Objetivo general

- Realizar un manual de procedimientos de los software necesarios para el control de un prototipo de maquina CNC que realiza procesos de fresado en madera para el laboratorio de ingeniería electromecánica de la universidad técnica de Cotopaxi en el periodo 2015.

3.2. Objetivos específicos

- Explicar de forma breve las diferentes ventajas que tienen los software dentro del diseño y control en una maquina CNC.
- Detallar los pasos necesarios para el diseño dentro de mach3.
- Manifestar las principales características que ofrece el software mediante graficas detallados del mismo.

4. VENTAJAS DEL MANUAL PRÁCTICO

Como manual se reflejara los principales pasos para el diseño entre ellos los siguientes:

- Características de comunicación entre software fáciles de utilizar
- Obtención de formatos necesarios para la generación de códigos G
- Pestañas básicas para el diseño de figuras, letras etc.

	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
FECHA: Julio 2015	MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC	VERSIÓN: 1

- Pasos para el guardado
- Explicación breve de escalas.
- Definiciones sobre las ambigüedades desconocidas por el lector.

5. POLÍTICAS DEL MANUAL PRÁCTICO

- El presente manual debe ser utilizado para fines académicos, con el objetivo de proporcionar información clara a los estudiantes y docentes de la carrera de ingeniería electromecánica sobre software Mache 3 y sus aplicaciones con otros programas informáticos.
- El pantógrafo CNC es de uso exclusivo para los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, para realizar prácticas académicas y en caso de ser requerido por otras carreras deberá tener autorización previa del coordinador de la carrera de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y su responsabilidad será total en caso de producirse algún daño.
- El documento puede ser utilizado para realizar estudios posteriores referentes al sistema de control numérico computarizado y sus aplicaciones en diferentes máquinas manuales.
- El pantógrafo CNC puede ser utilizado por cualquier docente o estudiante siempre y cuando tenga conocimientos previos para el manejo de la máquina para de esta manera evitar daños tanto físicos como del sistema.
- En caso de que se requiera mostrar al público el funcionamiento y manejo del pantógrafo sea en casas abiertas o internas de la institución es totalmente autorizado siempre y cuando no se desmerezca el trabajo de los autores.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

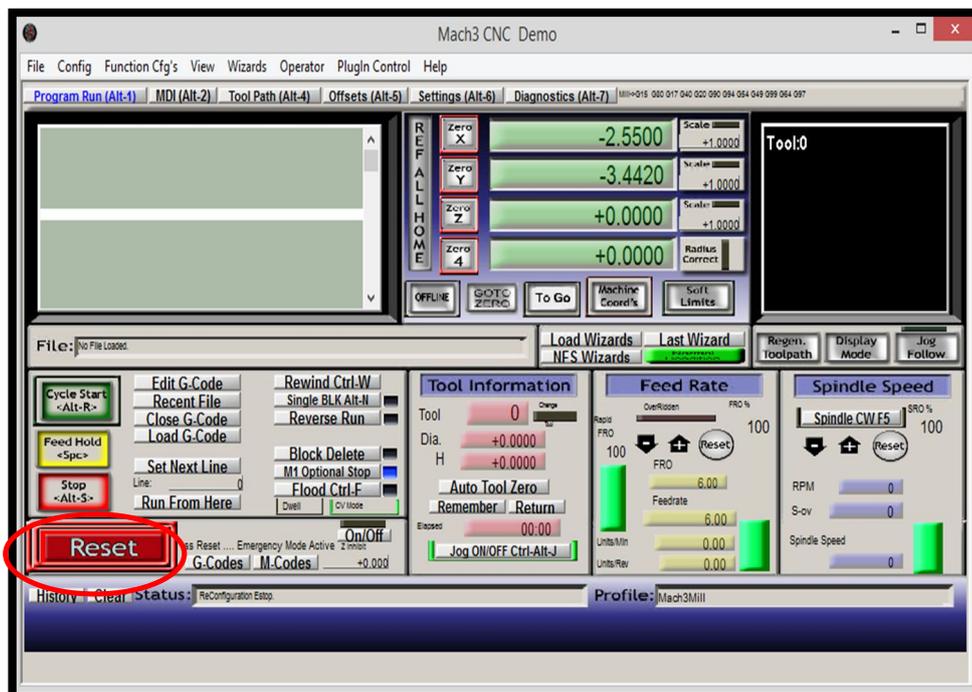
VERSIÓN: 1

6. SOFTWARE MATCH3

Este es un paquete de software que permite el control de ejes de una máquina herramienta el cual corre sobre una pc con Windows 2000 o Windows XP ya que estas computadoras tienen a nuestra disposición el puerto paralelo con el cual nosotros podemos comunicarnos con la máquina o el prototipo a controlar.

Este software podemos descargarlo como demo pero lo ideal es conseguir las licencias y empezar a instalarlo ya que su funcionalidad se basará solo como una versión de demostración no como es en el caso de sus licencias que con ellas permite el óptimo rendimiento del software sin paradas como se muestra en la figura 8.1.

FIGURA N° 8.1. PANTALLA PRINCIPAL DE MACH3 MILL



Fuente: Software Match3



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

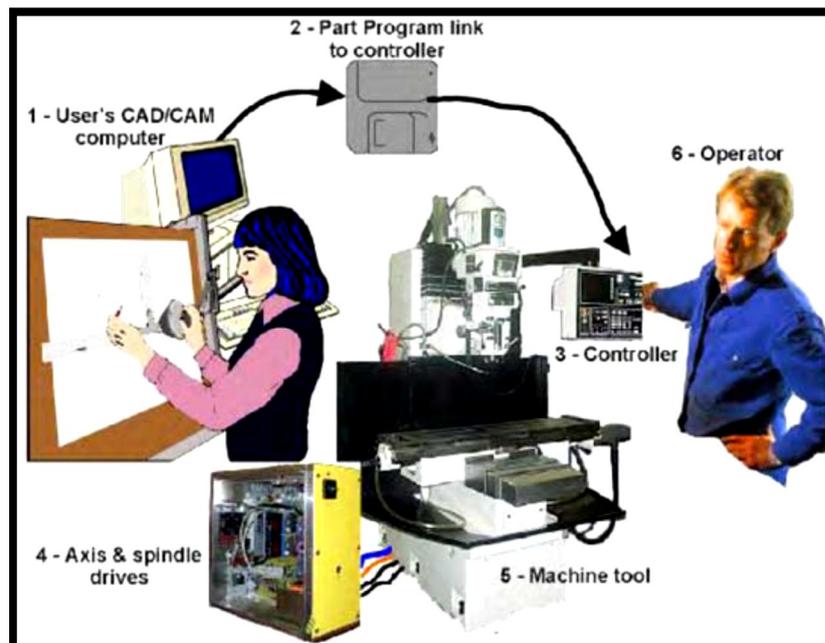
a) Procedimientos de ejecución del software Match3

A lo referente con el control es necesario tener el diseño adecuado. Como es la máquina herramienta a controlar y los controladores necesarios para el control de la misma en este caso se guiara a la explicación de aquellos programas necesarios para la función de fresado en madera.

Como conjunto necesario para el control es primordial tener los paquetes de control y una máquina herramienta con todos los componentes, según el proceso en este caso el fresado, como son:

Ejes, Perfiles, bancada, motores paso a paso, fresas, carriles de direccionamiento, bases para los ejes de coordenadas, cables necesarios para conexión entre máquina y software etc. Para mayor explicación se detallaran los caminos necesarios para el diseño con la ayuda del software a continuación explicados en la figura 8.2.

FIGURA N° 8.2. TÍPICO SISTEMA DE MECANIZADO NC



Fuente: Software en DEMO Mach3 versión 3.043.066.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

Al arrancar el programa el botón **Reset** debe estar palpitando el cual indica que mientras no lo activemos no tendrá la orden de mover el prototipo de fresadora o cualquier otra máquina herramienta, al momento de hacer clic en **Reset** este tendrá que activarse en color verde lo cual indica que ya estará listo para el control de los ejes. Conociendo esto podemos dar inicio al programa.

b) Características de iconos y sus funciones en Mach3

- **Bloque de control para código-g**
- **Cycle Start**

Con esta opción se iniciara el programa que antes deberá estar cargado el diseño en códigos-g, como también puede reiniciar otro antes pausado como se muestra en la figura 8.3.

FIGURA N° 8.3. ICONO CYCLE START

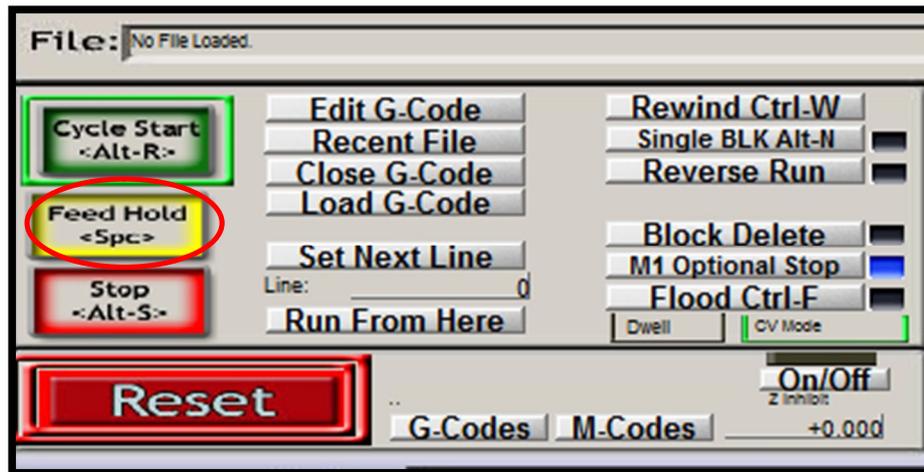


Fuente: Software Mach3

- **Feed Hold**

Este icono mantiene pausado sin detenerlo como stop quiere decir que mantendrá solo para el usillo y el programa como se indica en la figura 8.4.

FIGURA N° 8.4. ICONO FEED HOLD



Fuente: Software Mach3

➤ **Edit G-Code**

Es necesario conocer el beneficio que ofrece ya que permite editar un programa cargado sin salir de mach3, el icono se muestra en la siguiente figura 8.5.

FIGURA N° 8.5. ICONO EDIT G-CODE



Fuente: Software Mach3



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



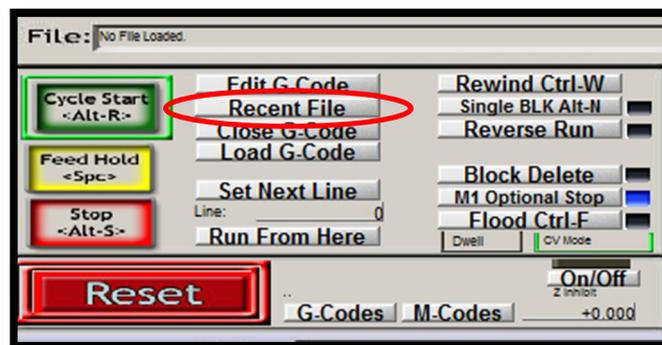
FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

➤ Recent File

Nos permite ver los programas cargados anteriormente o recientemente realizados y poder elegirlos, esta opción se ilustra en la figura 8.6.

FIGURA N° 8.6. ICONO RECENT FILE

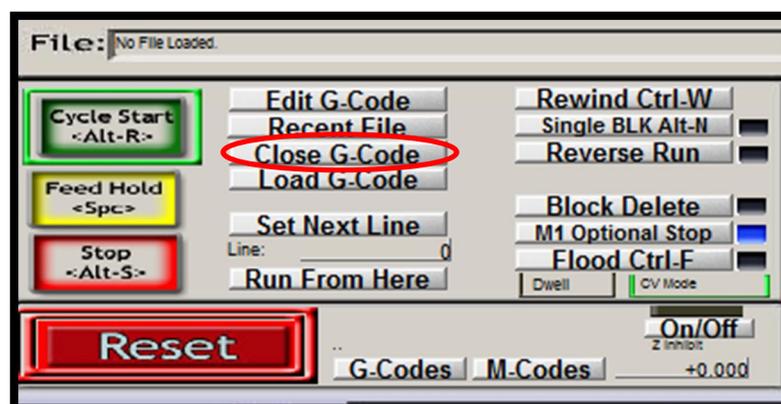


Fuente: Software Mach3

➤ Close G-Code

Su característica permite cerrar un programa actual cargado, esto nos quiere decir que si subimos un diseño con (*.tap) y si lo seleccionamos este se cerrara, su icono se indica en el figura 8.7.

FIGURA N° 8.7. CLOSE G-CODE



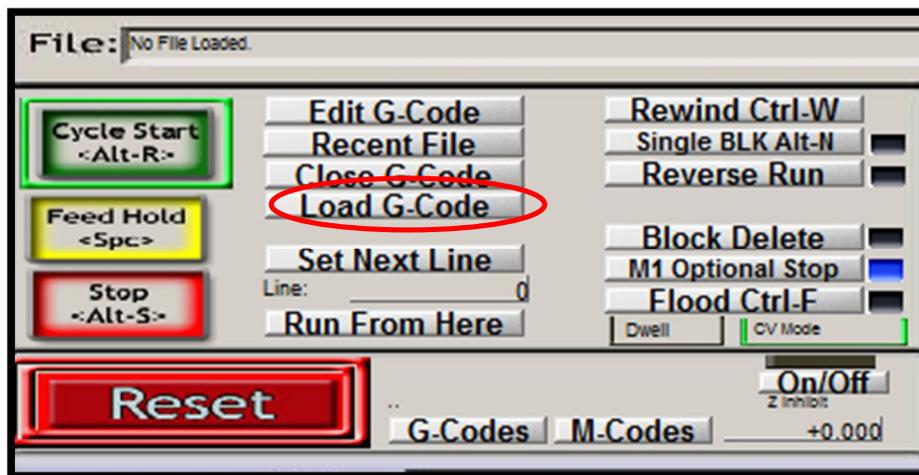
Fuente: Software Mach3

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: blue;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

➤ **Load G-Code**

Existen dos formas de cargar o subir un diseño una de ella es de esta forma en el icono que se ilustra en la figura 8.8.

FIGURA N° 8.8. LOAD G-CODE



Fuente: Software Mach3

c) Bloque de posiciones y estados de los ejes

En esta sección es donde podemos ver todos los posicionamientos de los ejes o sus distancias en los que se mueven.

Esto permite que al momento de cargar el diseño por default la ubicación de los ejes esté no acorde con la placa en donde se dará el fresado, permitiendo en esta sección ubicar desde donde se realizara el diseño y para que este no retorne de nuevo a su posición original se debe encerrar los ejes en X, Y, Z. ya hecho esto empezara desde donde ubicamos la fresa ya con los ejes en cero hacer el fresado, esta sección se indica en la siguiente figura 8.9.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.9. SECCIÓN DE POSICIONES Y ESTADOS DE LOS EJES



Fuente: Software Mach3

➤ **Ref All Home**

Este icono realiza la función de poner en cero a todos los ejes, en otras palabras referencia a todos los ejes a que comiencen desde la posición en donde se encuentre la fresa para a continuación el fresado, el respectivo icono se muestra en la siguiente figura 8.10.

FIGURA N° 8.10. REF ALL HOME



Fuente: Software Mach3

	<h2 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2> <h3 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h3>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

➤ **Zero x/y/z/4**

Estos iconos permiten poner en cero individualmente los ejes de nuestro prototipo cuando estos están encendidos de color rojo dan a entender los valores de las posiciones absolutas de los ejes.

Estos botones no funcionaran mientras se encuentre en color rojo en otras palabras estos no darán paso mientras este los valores de las posiciones absolutas de la máquina estos iconos se reflejan en la siguiente figura 8.11.

FIGURA N° 8.11. ZERO X/Y/Z/4.



Fuente: Software Mach3

➤ **Offline**

Esta opción permite simular la ejecución del diseño sin dar ninguna orden a la máquina como se muestra en la figura 8.12. El icono a continuación lo permite.

FIGURA N° 8.12. OFFLINE



Fuente: Software Mach3

➤ **Goto Zero**

Esta opción permite que automáticamente los ejes de la maquina o prototipo se pongan en cero. Una vez cargado el diseño y dado **Reset** debemos ubicar las posiciones de los ejes a cero, ya que esto permite el reconocimiento desde donde la maquina comenzara a trabajar

Dicho esto podemos ver todas las posiciones que la maquina este tomando al momento del diseño y los diferentes valores reales que tiene, para ello el botón se ilustra en la siguiente figura 8.13.

FIGURA N° 8.13. GOTO ZERO



Fuente: Software Mach3

	<h2 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2> <h3 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h3>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

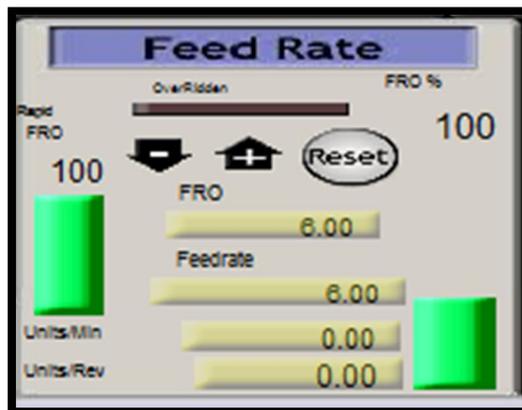
➤ **Scale X/Y/Z**

Esta opción permite dar escala a los valores de los ejes controlados dando un valor de 0.5 nos dividirá en dos los valores reales de los ejes como se muestra en la figura 3.25

d) Bloque de avance

Este bloque es muy importante en el proceso de fresado ya que permite en cualquier método de manufactura dentro del mach3 acelerar el proceso mediante la aumento de velocidad del motor paso a paso y por ende al eje controlado para la fresa este bloque se ilustra en el siguiente figura 8.14.

FIGURA N° 8.14. BLOQUE DE AVANCE



Fuente: Software Mach3

e) Bloque de visualización del diseño dentro del programa

Es donde podremos ubicar el diseño y sus caminos a seguir por órdenes de los códigos-g actualmente cargados, esta pantalla nos dirigirá el avance del diseño como se muestra en la figura 8.15.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="text-align: center;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.15. VISUALIZACIÓN DEL PROGRAMA



Fuente: Software Mach3

➤ **Regen Toolpath**

Opción importante ya que cada vez que alteremos los ceros del programa en otras palabras cuando enceremos los ejes debemos utilizar esta opción para que se posicionen correctamente esto se puede observar en la figura 8.15.

➤ **Display Mode**

Varía entre detalles del diseño y su visualización del mismo en el sitio de trabajo esta opción se muestra en la siguiente figura 8.16.

FIGURA N° 8.16. DISPLAY MODE



Fuente: Software Mach3

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

➤ Jog Follow

La opción JOG FOLLOW del software varía la forma en el que se va viendo el diseño mientras este se está ejecutando esta función se muestra en el icono de la figura 8.17.

FIGURA N° 8.17. JOG FOLLOW



Fuente: Software Mach3

f) Controles de avance

Los controles de avance del software Mach3 nos permite el recorrido de los ejes tanto en dirección X, Y, Z mediante las flechas rojas y verdes de la parte inferior del bloque.

Para ello damos en la tecla **TAB** y nos aparecerá el bloque para el respectivo control de los ejes en más menos X, más menos Y, más menos Z, como se ilustra en la figura 8.18.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

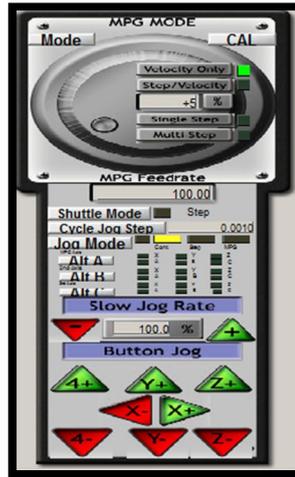
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.18. CONTROLES DE AVANCE



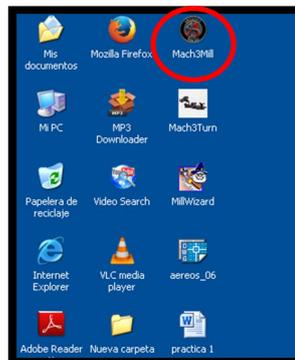
Fuente: Software Mach3

g) Importaciones de formatos

➤ Inicio para el software Mach3

Para empezar y dar inicio al programa debemos ubicar el software de mach3 instalado y hacer un clic en la opción de Mach3Mill como se muestra en la figura 8.19 y figura 8.20.

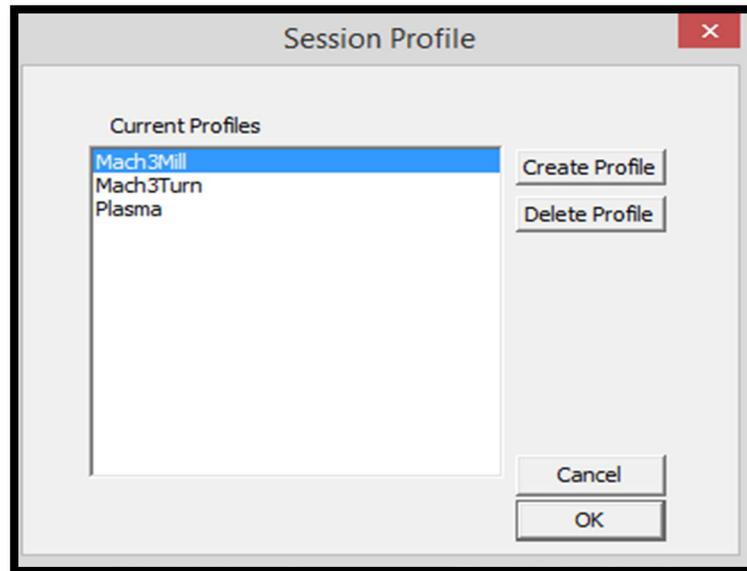
FIGURA N° 8.19. ACCESO DIRECTO DEL SOFTWARE MACH3



Fuente: Software Mach3

	<h2 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2> <h3 style="text-align: center;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h3>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.20. OPCIONES DE PROCESOS



Fuente: Software Mach3

En la ventana Session Profile no permite escoger los diferentes procesos como son:

- Mach3Mill para procesos de fresado
- Mach3Turn para procesos de torneado
- Plasma, aquí se utiliza para aquellos procesos que se adaptan como corte el plasma.
- **Ingreso de formato (*.tap) en Mach3**

Para empezar debemos tener el diseño generado en formato (*.tap) ya con códigos-g para ello damos en Load-G Code. Y se cargará el diseño como se muestra en la figura

Luego obtenido el diseño en mach3 se debe ubicar en cero los ejes controlados.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

7. PRÁCTICAS DE FRESADO EN UN PANTÓGRAFO CNC

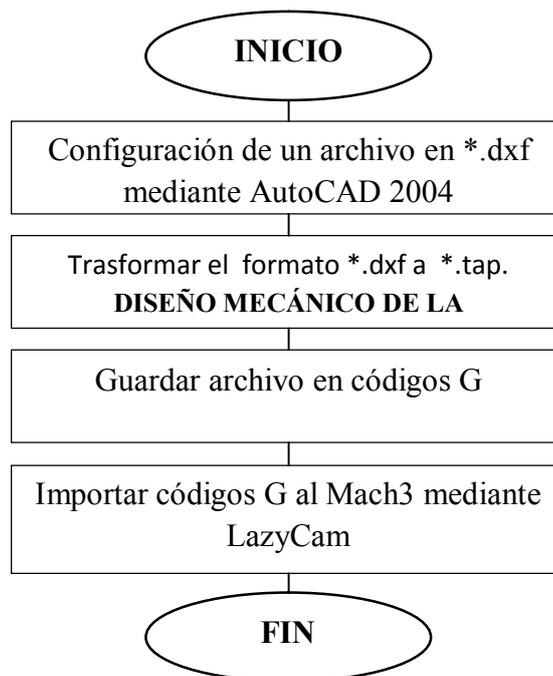
Para conocer el funcionamiento del pantógrafo CNC, se establece proceso a través de flujo gramas y procedimientos, para dar a conocer el manejo de software y por ende de la máquina.

a) Práctica N° 1

➤ Fresado mediante AutoCAD 2004 y LazyCAM

Para realizar un proceso de fresado a través de la utilización de los programas AutoCAD 2004 y LazyCAM, se debe seguir los siguientes procesos y procedimientos que se detallan a continuación:

➤ Procesos de fresado mediante AutoCAD 2004 y LazyCAM



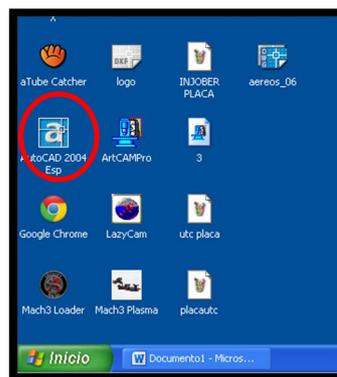
	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

➤ **Procedimientos de fresado mediante AutoCAD 2004 y LazyCAM**

- **Pasos para configurar un archivo en *.dxf mediante AutoCAD 2004**

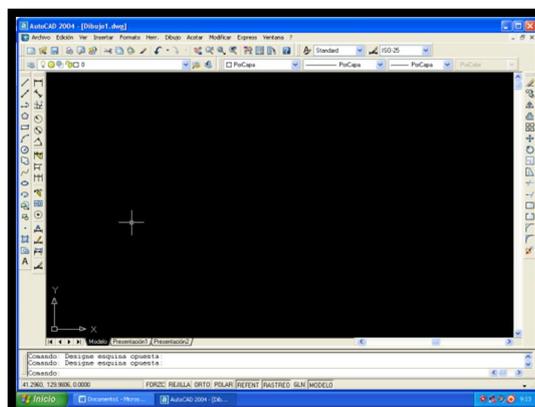
PASO 1: Para ejecutar AutoCAD 2004, damos doble clic en el acceso directo que encontramos en el escritorio del servidor con el nombre **AutoCAD 2004**, como se muestra en la figura 8.21., posteriormente se despliega la ventana de inicio como se muestra en la figura 8.22.

FIGURA N° 8.21. EJECUCION DE AUTOCAD 2004



Fuente: AutoCAD 2004

FIGURA N° 8.22. VENTA INICIO AUTOCAD 2004



Fuente: AutoCAD 2004



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

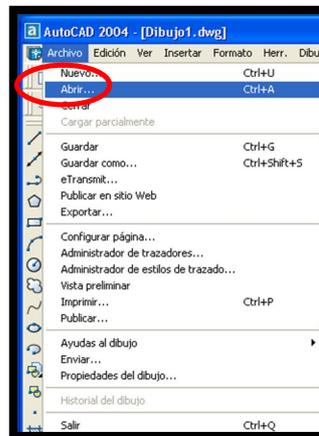


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 2: Para configurar un archivo en formato *.dxf, se debe dar clic en archivo y seleccionar la opción abrir, como se muestra en la figura 8.23.

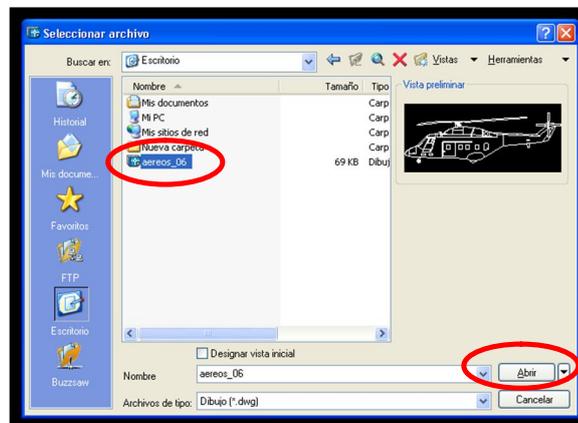
FIGURA N° 8.23. VENTANA ARCHIVO (ABRIR) AUTOCAD



Fuente: AutoCAD 2004

PASO 3: Una vez que se despliegue la venta seleccionar archivo, elegimos el archivo deseado, en este ejemplo vamos a diseñar un helicóptero, como se muestra en la figura 8.24 y seleccionamos la opción abrir.

FIGURA N° 8.24. VENTANA SELECCIONAR ARCHIVO



Fuente: AutoCAD 2004



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

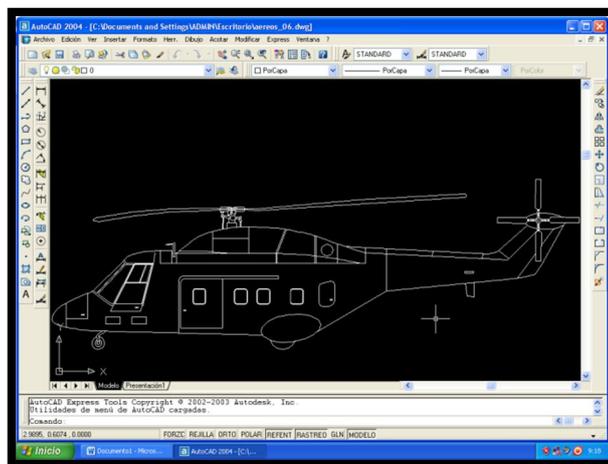


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

Una vez realizado este procedimiento en la pantalla principal de autoCAD se visualiza la imagen como se muestra en la siguiente figura 8.25.

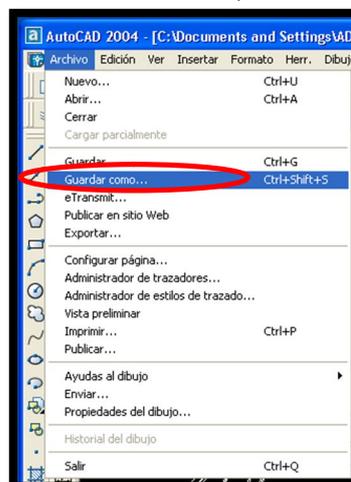
FIGURA N° 8.25. VISUALIZACIÓN DE IMAGEN EN AUTOCAD



Fuente: AutoCAD 2004

PASO 4: Para poder guardar el archivo en formato *.dxf, damos clic en archivo como se muestra en el figura 8.26 y seleccionamos la opción guardar como.

FIGURA N° 8.26. VENTA ARCHIVO (GUARDAR COMO) AUTOCAD



Fuente: AutoCAD 2004



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



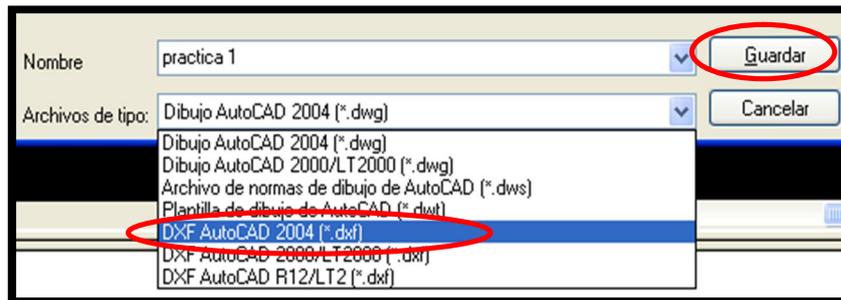
FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

Una vez desplegada la ventana “Guardar dibujo como”, en las opciones de tipo de archivo seleccionamos el formato DXF AutoCAD 2004(*.dxf), determinando además la dirección donde guardaremos el archivo y colocamos el nombre con el que se desea identificarlo y damos clic en guardar como se muestra en la figura 8.27.

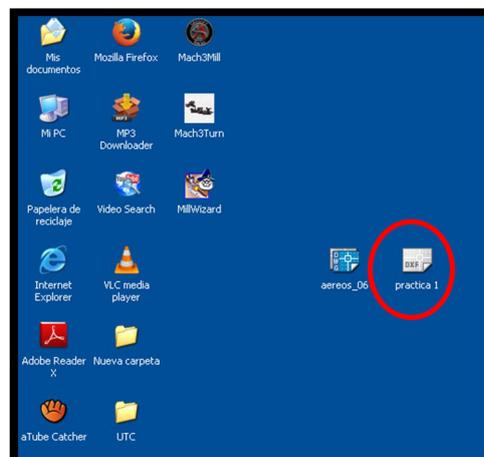
Se recomienda que se ubique en un lugar de fácil acceso (escritorio del PC). Como se muestra en la figura 8.28.

FIGURA N° 8.27. VENTANA GUARDAR COMO – AUTOCAD



Fuente: AutoCAD 2004

FIGURA N° 8.28. ESCRITORIO DE LA PC



Fuente: AutoCAD 2004



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



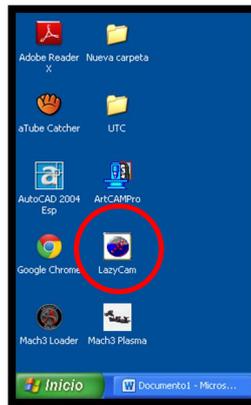
FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

- Paso para transformar el formato *.dxf a *.tap.

PASO 1: Iniciamos LazyCam dando doble clic en el icono que se encuentra en el escritorio de la PC, como se muestra en la figura 8.29.

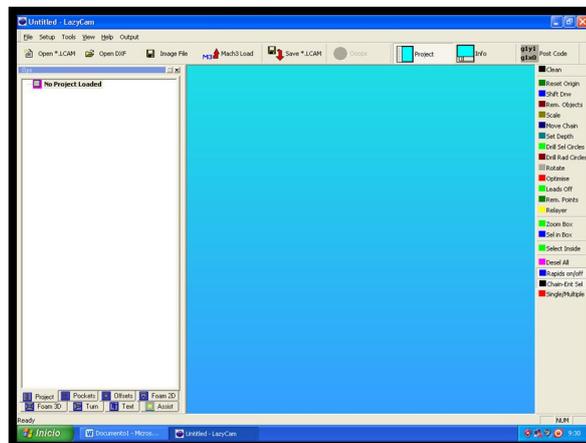
FIGURA N° 8.29. SELECCIÓN DE LAZYCAM



Fuente: Software LazyCAM

Como se observa en la siguiente figura se desplegará la pantalla inicial de LazyCam, software que permitirá la transformar formatos a códigos g.

FIGURA N° 8.30. PANTALLA PRINCIPAL DE LAZYCAM

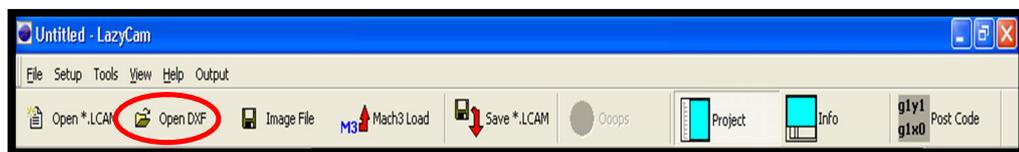


Fuente: Software LazyCAM

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

PASO 2: Para abrir el archivo deseado, damos clic en **OPEN DXF** esto nos permitirá importar el archivo deseado, como se muestra en la figura 8.31.

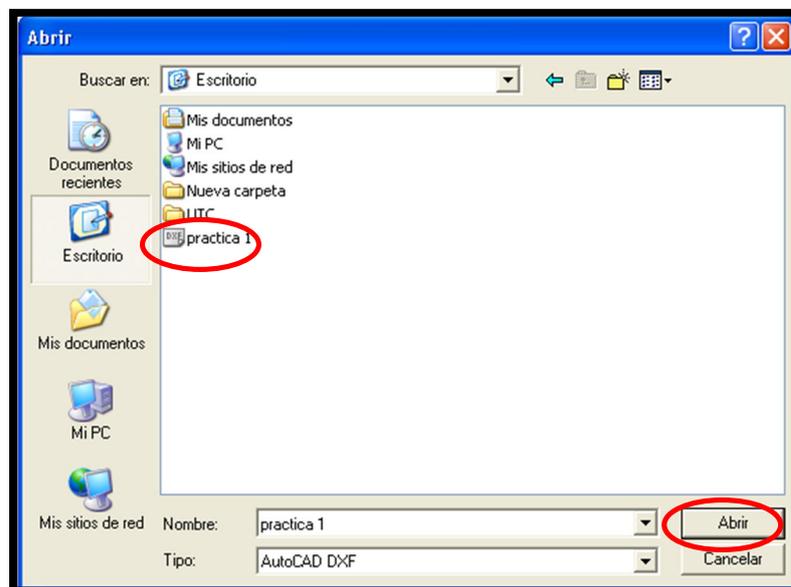
FIGURA N° 8.31. BARRA DE HERRAMIENTAS DE LAZYCAM



Fuente: Software LazyCAM

Al desplegarse la pantalla “Abrir”, seleccionamos el archivo *.dxf anteriormente guardado (práctica 1) y damos clic en abrir como se muestra en la figura 8.32 de la venta abrir del software.

FIGURA N° 8.32. VENTANA GUARDAR DE LAZYCAM



Fuente: Software LazyCAM

PASO 3: Seleccionamos el tipo de proceso que se desea realizara, de la ventana “Import Session Type”, al estar trabajando con una máquina de fresado la opción a escoger es MILL, como se muestra en la figura 8.33.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

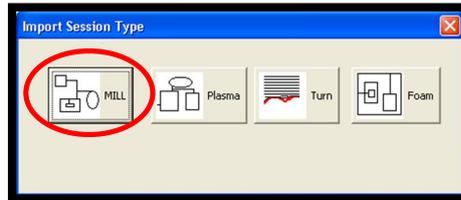
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

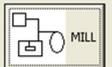
VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.33. VENTANA IMPORT SESSION TYPE



Fuente: Software LazyCAM

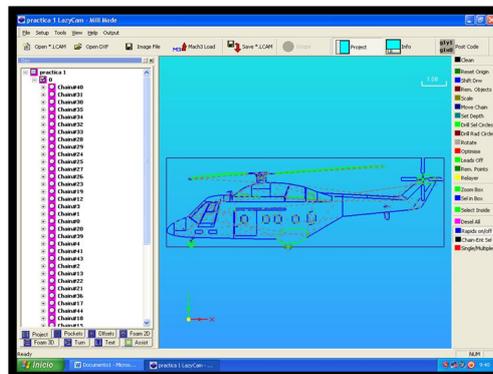
TABLA N° 8.1. TIPOS DE PROCESOS QUE REALIZA LAZYCAM

IMAGEN	TIPO DE PROCESOS
	Fresado
	Plasma
	Torneado
	Otros procesos

Elabora por: Grupo investigador

Una vez realizado los pasos anteriores se muestra la imagen como se muestra en la figura 8.34. para posteriormente generar los códigos G

FIGURA N° 8.34. VISUALIZACIÓN DE IMAGEN EN LAZYCAM



Fuente: Software LazyCAM



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 4: Para mejorar la trayectoria de la fresadora y optimizar tiempo, damos clic en “Optimise” como se señala en la figura 8.35, opción que se encuentra en la columna derecha de edición, en la tabla 8.2 podemos observar la diferencia entre una imagen optimizando el recorrido del pantógrafo y otra sin optimizar.

FIGURA N° 8.35. BARRA DE HERRAMIENTAS EDICIÓN



Fuente: Software LazyCAM

TABLA N° 8.2 IMAGEN OPTIMIZADA VS. SIN OPTIMIZAR

IMAGEN SIN OPTIMIZAR	IMAGEN OPTIMIZADA

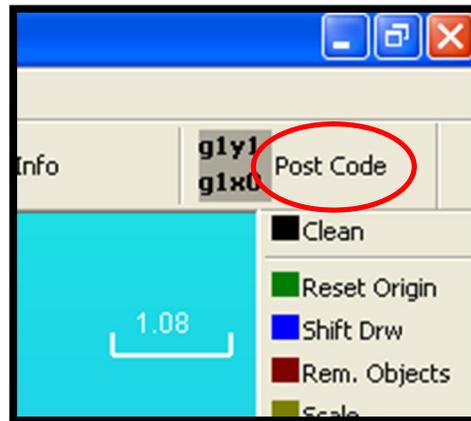
Elabora por: Grupo investigador

	<h2 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h2> <h3 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h3>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

- **Pasos para guardar archivo en códigos G**

PASO 1: Para guardar el archivo en códigos G y ejecutar el diseño en Mach 3, damos clic en la opción “Post Code” y se desplegara la ventana LazyCam en donde nos muestra la ubicación donde se guardara el formato con los códigos G como se muestra en la figura 8.37 y seleccionamos aceptar.

FIGURA N° 8.36. ICONO PARA CREAR CÓDIGOS G



Fuente: Software LazyCAM

FIGURA N° 8.37. VENTANA DE UBICACIÓN DEL ARCHIVO



Fuente: Software LazyCAM

- **Pasos para importar códigos G al Mach3 mediante LazyCam**

PASO 1: Iniciamos Mach 3 Mill, dando doble clic en el icono que se encuentra en el escritorio del PC, según se señala en la figura 8.38.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

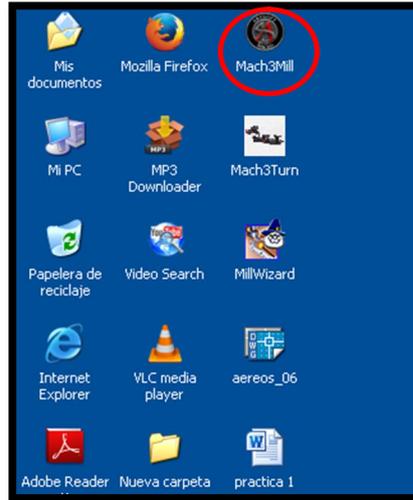
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

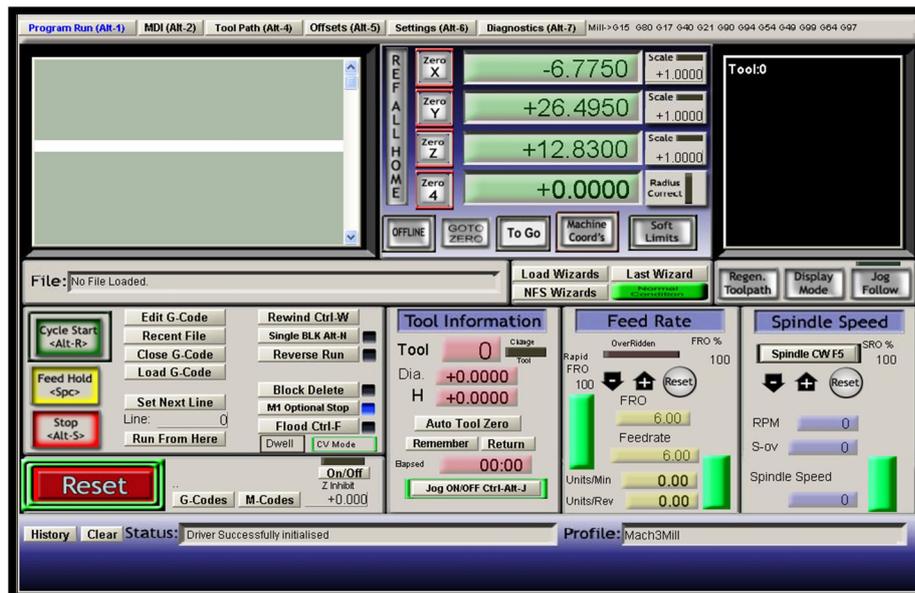
FIGURA N° 8.38. ICONO DE INICIO DE MACH3 MILL



Fuente: Software Mach3 Mill

En la figura 8.39 se muestra la pantalla principal de Mach3 Mill que se desplegará en donde encontramos varias opciones para el control de los procesos de fresado.

FIGURA N° 8.39. PANTALLA DE INICIO MACH3 MILL

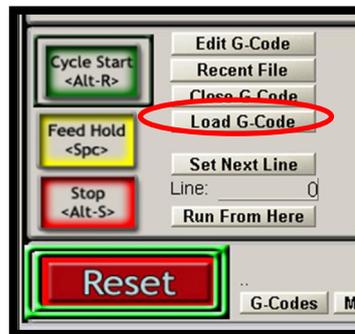


Fuente: Software Mach3 Mill

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

PASO 2: Una vez iniciado el software procedemos a cargar los códigos G anteriormente generados por LazyCAM, los mismo que se realizan dando un clic en la opción “Load G-Code”, según lo señalado en la figura 8.40, de la venta principal de Mach3 Mill.

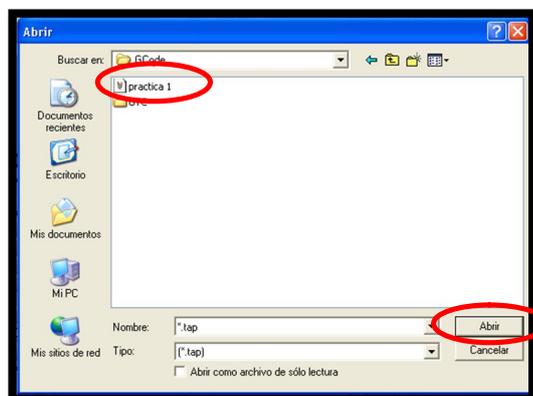
FIGURA N° 8.40. ICONO PARA CARGAR UN ARCHIVO



Fuente: Software Mach3 Mill

Al desplegarse la ventana “Abrir”, seleccionamos el archivo (práctica 1) como se visualiza en la figura 8.41 deseado el mismo que se guardó automáticamente desde LazyCAM en la dirección *C:/Mach3/GCode/practica 1.tap file created*, y seleccionamos abrir.

FIGURA N° 8.41. VENTANA ABRIR DE MACH3 MILL



Fuente: Software Mach3 Mill



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

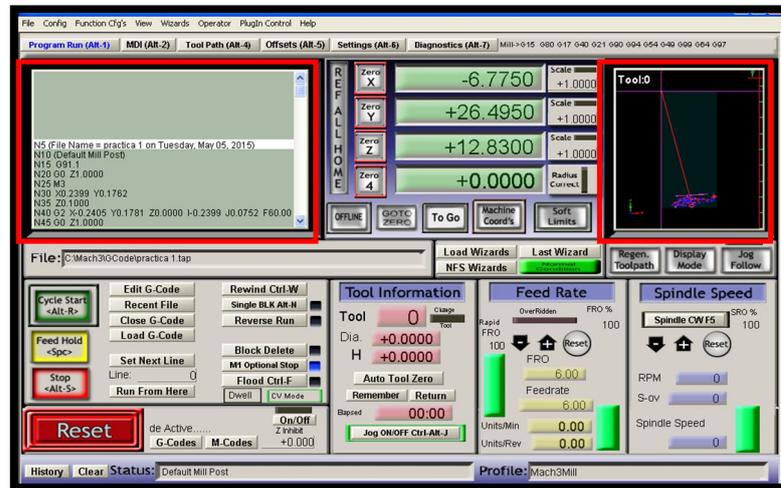


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

En la figura 8.42 se muestra la ventana que posteriormente se despliega al abrir el archivo, en donde podemos observar en la parte superior derecha imagen del diseño que vamos a realizar y en la parte superior izquierda los códigos G que se generan para su ejecución.

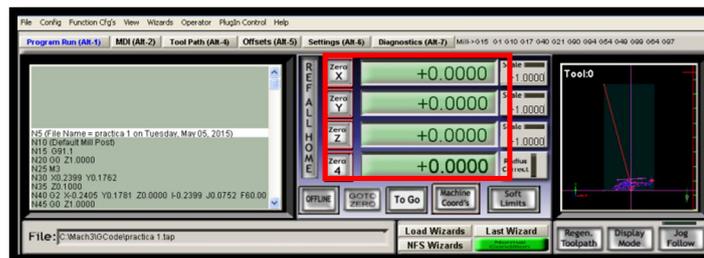
FIGURA N° 8.42. PANTALLA DE EJECUCIÓN DE MACH3 MILL



Fuente: Software Mach3 Mill

PASO 3: Finalmente para arrancar con el diseño damos clic en el icono “Reset”, para manipular las coordenadas X, Y, Z, y destinar en nuevo centro del diseño como se visualiza en la figura 8.43 en donde se observa que las coordenadas de desplazamiento de la fresa son cero.

FIGURA N° 8.43. ÁREA DE COORDENADAS X, Y, Z



Fuente: Software Mach3 Mill



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 4: Para iniciar con el proceso de fresado encendemos el *MINI CNC ENGRAVING MACHINES* que se muestra en la figura 8.44 dispositivo de control de máquinas CNC.

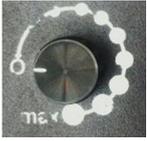
Para manipular la caja de control utilizamos las indicaciones que se muestran en la tabla 8.3.

FIGURA N° 8.44. DISPOSITIVO DE CONTROL DE MÁQUINAS CNC



Fuente: Software Mach3 Mill

TABLA N° 8.3. PARTES DEL DISPOSITIVO DE CONTROL CNC

 POWER	 SPINDLE	 T-D	 EMERGENCY STOP
<p>Activa el vínculo entre la pc y el pantógrafo CNC</p>	<p>Enciende el spindle</p>	<p>Controla la velocidad del spindle</p>	<p>Para de emergencia de toda la maquina</p>

Elaborado por: Grupo investigador



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

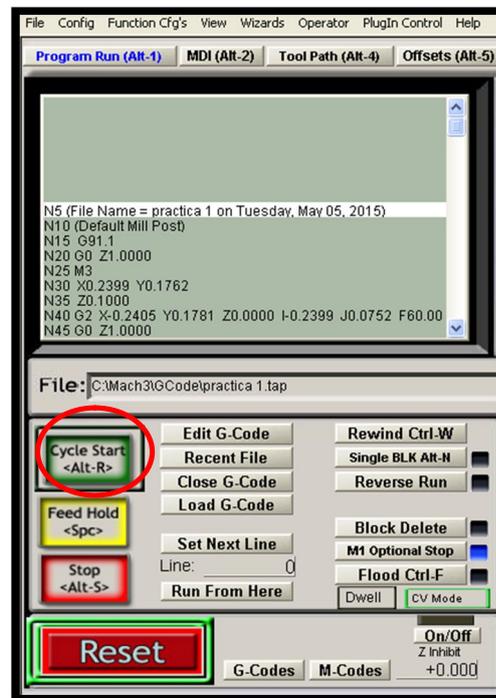


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 5: Para arrancar con el proceso de fresado damos dos clic secuenciales en “Cycle Start” como se muestra en la figura 8.45, a continuación la maquina realizara el recorridos para realizar el trabajo. Finalmente podemos observar el resultado obtenido en el Anexo D.

FIGURA N° 8.45. ICONO PARA ARRANQUE DE FRESADO



Elaborado por: Grupo investigador

b) Practica N° 2

➤ Fresado mediante ArtCAM Pro

Para realizar un proceso de fresado a través de la utilización del software ArtCAM Pro se debe seguir los siguientes procesos y procedimientos que se detallan a continuación:



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

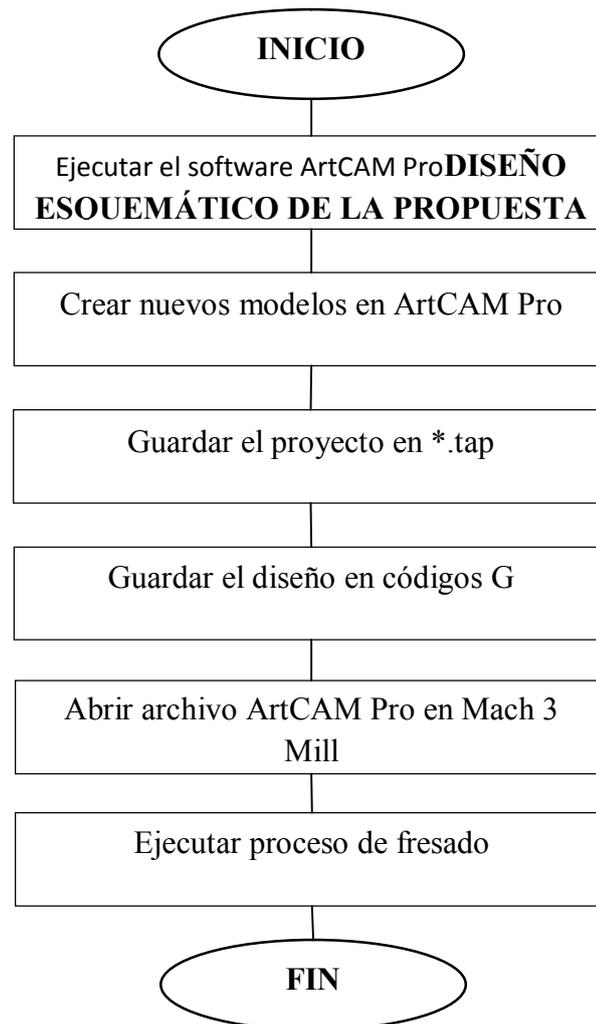
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

➤ Procesos de fresado mediante ArtCAM Pro



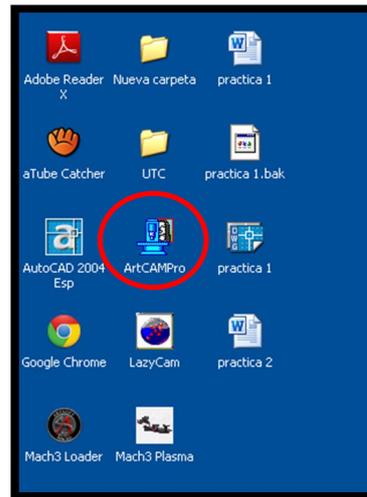
➤ Procedimientos de fresado mediante ArtCAM Pro

- Pasos para ejecutar el software ArtCAM Pro

PASO 1: para iniciar con ArtCAM Pro debemos dar clic sobre el icono del software, el mismo que se encuentra en el escritorio de la pc como se muestra en la figura 8.46.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: black;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

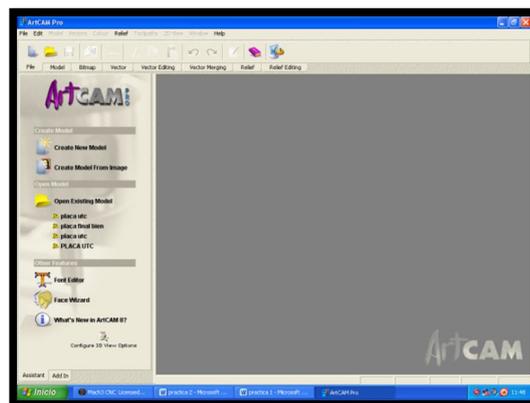
FIGURA N° 8.46 EJECUCIÓN DE ARTCAM PRO



Fuente: Software ArtCAM Pro

Una vez ejecutado el software se genera la pantalla inicio como se puede visualizar en la figura 8.47.

FIGURA N° 8.47. PANTALLA PRINCIPAL DE ARTCAM PRO



Fuente: Software ArtCAM Pro

- Pasos para crear nuevos modelos en ArtCAM Pro

PASO 1: Para crear nuevos modelos se debe dar clic sobre la opción “create new model” como se muestra en la figura 8.48.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

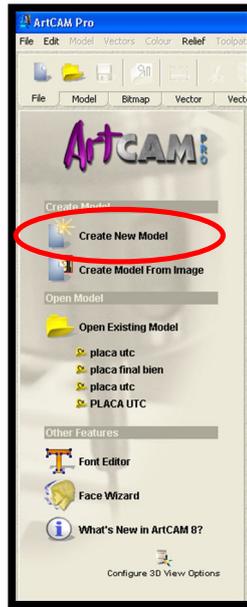
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

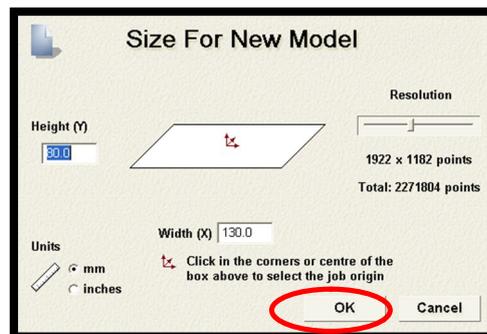
FIGURA N° 8.48. HERRAMIENTA CREATE MODEL



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 2: Al desplegarse la pantalla “Size For New Model” que es, el cuadro de diálogo donde nos indica el área con las dimensiones con las que se desea trabajar, especificamos las medidas tanto del eje X como el eje Y que pueden ser en milímetros o en pulgadas, en este caso se trabajara en milímetros, y damos clic en la opción OK como se indica en la figura 8.49.

FIGURA N° 8.49. VENTANA SIZE FOR NEW MODEL



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

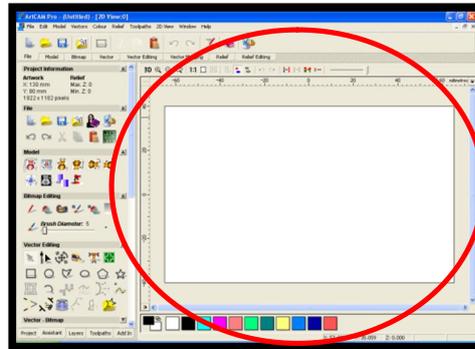


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 2: Al generarse el área de diseño como se muestra en la figura 8.50 donde se realizara el diseño requerido empezamos a ejecutar el trabajo mediante la utilización de figuras, letras, líneas, etc. En la presente práctica se llevara a cabo una placa identificativa sobre el presente tema de tesis.

FIGURA N° 8.50 ÁREA DE DISEÑO



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 3: Para iniciar con el diseño de la placa seleccionamos de la barra “Vector Editing”, en donde encontraremos las herramientas necesarias como cuadrados, rectángulos, círculos, líneas, entre otros para realizar cualquier diseño, en este caso seleccionaremos un rectángulo como se indica en la figura 8.51 que será el contorno de la placa.

FIGURA N° 8.51. BARRA VECTOR EDITING



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

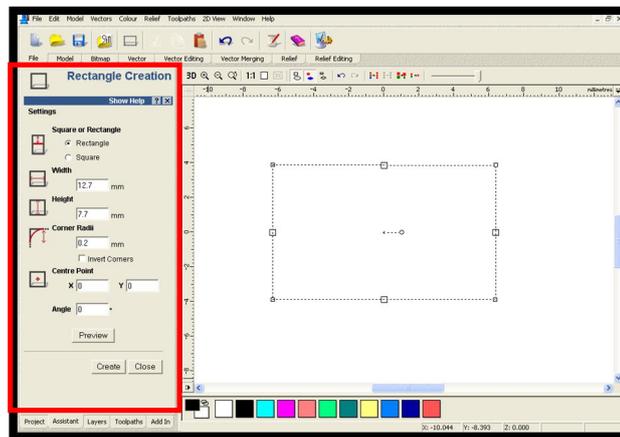


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 4: Una vez seleccionada la figura se despliega las especificaciones y configuraciones del rectángulo en este recuadro encontraremos el largo y ancho que se requiera e introducimos los datos requeridos del rectángulo y damos clic en create y posteriormente en close como se muestra en la figura 8.52.

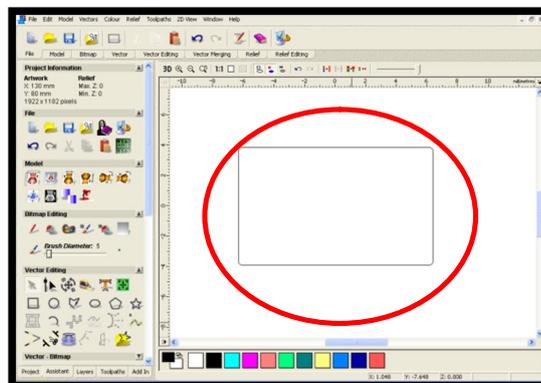
FIGURA N° 8.52. VENTANA RECTANGLE CREATION



Fuente: Software ArtCAM Pro

Finalmente se genera el rectángulo como se indica en la figura 8.53 en el área de diseño para poder ser manipulado.

FIGURA 8.53 VISUALIZACIÓN DE LA FIGURA



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 5: Para crear un vector de texto, de la barra “Vector Editing”, seleccionamos el icono que se señala en la figura 8.54.

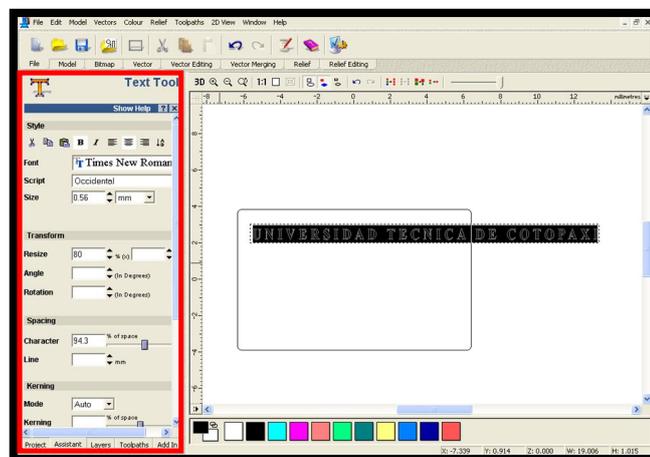
FIGURA 8.54. SELECCIÓN DE VECTOR DE TEXTO



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 6: Para introducir el texto una vez seleccionado el icono, ubicamos el cursor donde deseamos introducir el argumento, e inmediatamente se despliega la ventana “Text Tool”, en donde podremos determinar las características del texto como son: el tipo de letra, sus especificaciones (negrilla, cursiva, ubicación, interlineado) y tamaño de la letra que se requiera, como se muestra en la figura 8.55, esto se logra seleccionando la escritura realizada y damos clic en Done.

FIGURA N° 8.55. VENTANA TEXT TOOL



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC

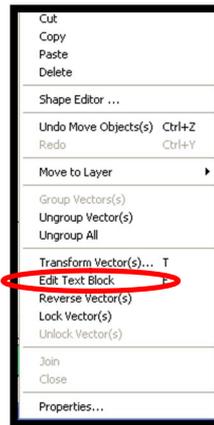


FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

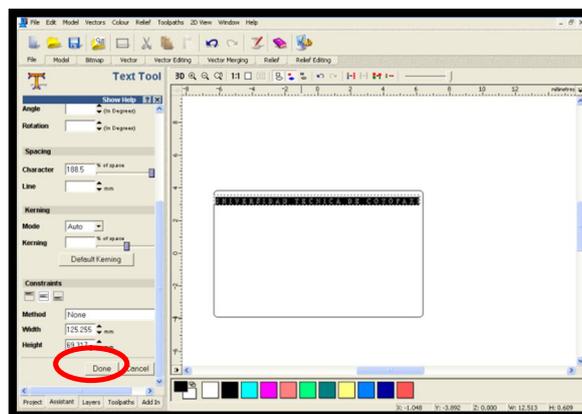
En caso de que el texto sobre pase el rectángulo se debe reducir el tamaño de la letra a través de la opción edit text blok como se muestra en la figura 8.56, el mismo que obtenemos dando clic derecho sobre la escritura seleccionada, en esta opción encontramos todas las especificaciones anteriormente establecidas o simplemente dando un enter para reajustar el texto al rectángulo, cuando finalicemos con los cambios guardamos nuevamente los cambios dando clic en Done como se indica en la figura 3.57.

FIGURA N° 8.56. BARRA PARA EDIT TEXT BLOCK



Fuente: Software ArtCAM Pro

FIGURA N° 8.57. TEXTO REAJUSTADO



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

- Pasos para guardar el proyecto en *.tap

Al finalizar el diseño de la placa como se muestra en la figura 8.58 se debe guardar el archivo en formato *.tap, debido a que esto permitirá crear el vínculo para crear códigos G, esto se debe realizar con los siguientes paso:

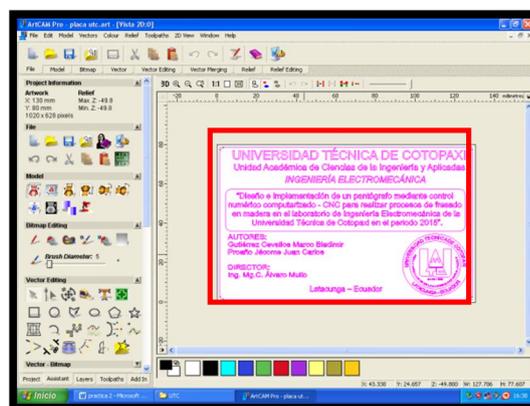
FIGURA N° 8.58. DISEÑO DE PLACA FINALIZADO



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 1: Para guardar el proyecto en formato *.tap seleccionamos todo el cuadro de trabajo utilizando el mouse, para verificar que el diseño se encuentra seleccionado completamente debemos fijarnos que este cambie el color como se señala en la figura 8.59.

FIGURA N° 8.59. SELECCIÓN DEL DISEÑO

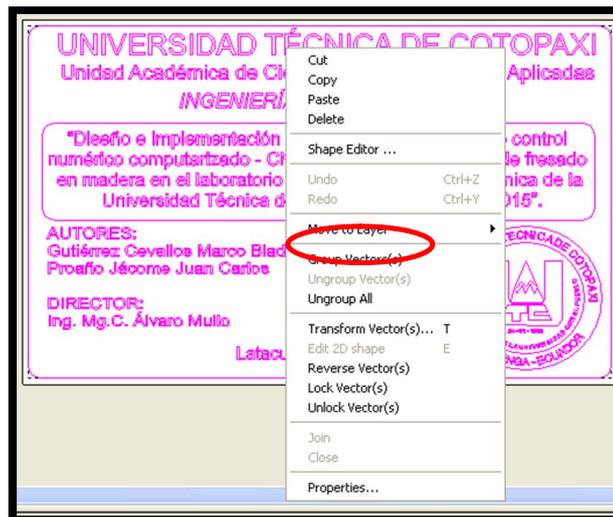


Fuente: Software ArtCAM Pro

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: blue;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

PASO 2: Luego de haber seleccionado el diseño agrupamos los vectores dando clic derecho sobre la selección, y seleccionamos las opción Group Vectors (s), como se muestra en la figura 8.60.

FIGURA 8.60. AGRUPACIÓN DE VECTORES



Fuente: Software ArtCAM Pro

Al agrupar los vectores el diseño se transformara en un solo vector y automáticamente cambiara de color. Como se señala en la figura 8.61.

FIGURA N° 8.61. TRASFORMACIÓN DE UN SOLO VENTOR



Fuente: Software ArtCAM Pro



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

PASO 3: Posteriormente de la barra izquierda de herramientas, seleccionamos la pestaña Toolpaths como se muestra en la figura 8.62, en este punto vamos a seleccionar la trayectoria y configurar las herramientas de fresado que utilizaremos.

FIGURA N° 8.62. VENTANA TOOLPASTHS

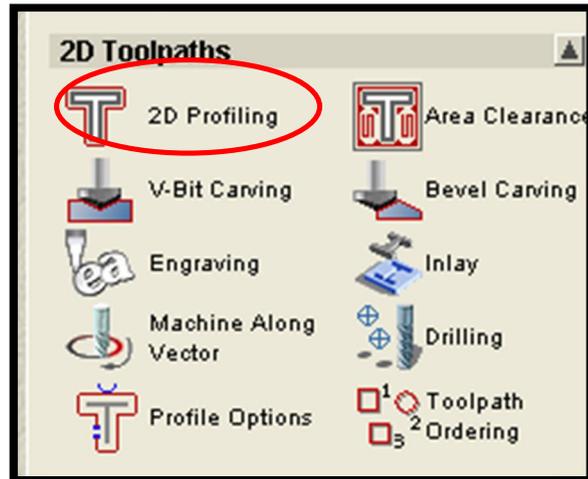


Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 4: Al desplegarse la ventana Toolpaths encontramos varias herramientas de las cuales seleccionamos la opción 2D Profiling como se señala en la figura 8.63 la adecuada para realizar esta práctica.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: blue;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.63. VENTANA 2D PROFILING



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 5: Al abrirse la ventana 2D Profiling encontramos la opción Profiling Tool como se indica en la figura 8.64, damos clic en select.

Aquí encontramos todos los tipos de fresas que puede encontrar en el mercado en nuestro caso seleccionaremos DREMER ya que es el apropiado para el fresado en madera.

FIGURA N° 8.64. SELECCIÓN DE TIPO DE FRESA



Fuente: Software ArtCAM Pro

De la ventana Tools y Groups seleccionamos la opción Engraving en donde encontramos la fresa DREMER como se muestra en la figura 8.65 la misma que será utilizada para realizar el proceso de fresado y por ende las que se encuentra en el pantógrafo CNC, posteriormente damos clic en la opción Select.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

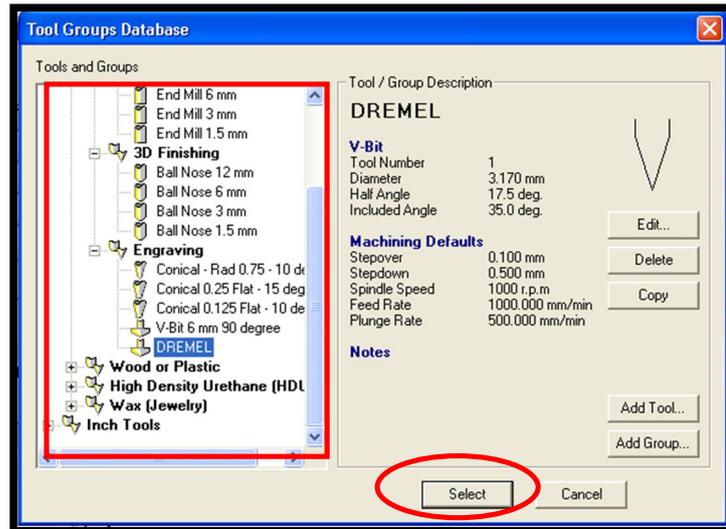
MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC



FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

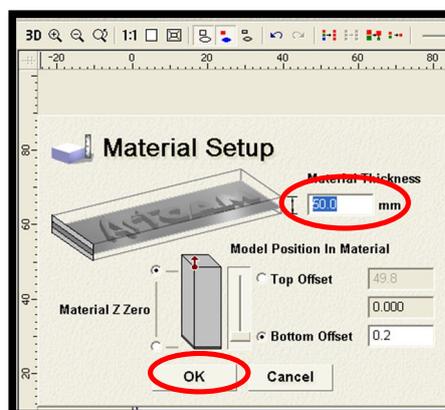
FIGURA N° 8.65. VENTANA TOOL GROUPS DATABASE



Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 6: Para configurar la profundidad del diseño seleccionamos la opción material dando clic en setup de la ventana perfilin, la misma que generara la ventana Material Setup en donde podemos especificar la profundidad de fresado, como se muestra en la figura 8.66 para realizar la placa se utilizara 50 mm y damos clic en OK.

FIGURA N° 8.66. MATERIAL SETUP

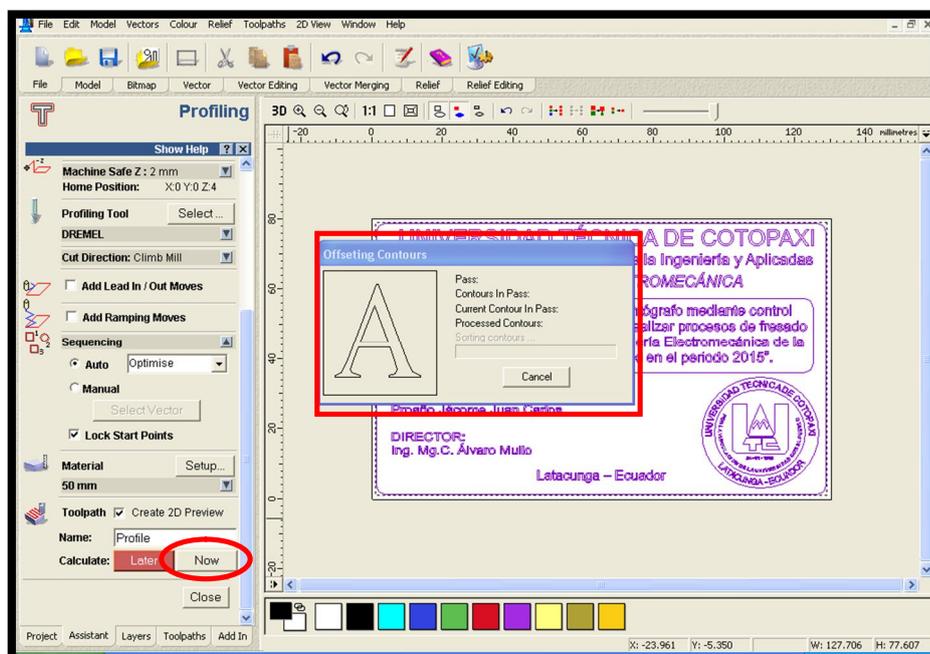


Fuente: Software ArtCAM Pro



Finalmente luego de realizados los pasos anteriores para guardar las configuraciones damos clic en Now, como se muestra en la figura 8.67, lo que posteriormente nos resaltara la ventana Offsetting Contours el mismo que nos señala que el proyecto se ha guardado exitosamente.

FIGURA N° 8.67. GUARDAR CONFIGURACIONES



Fuente: Software ArtCAM Pro

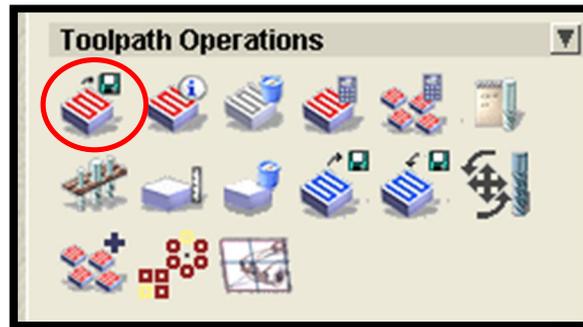
- Pasos para guardar el diseño en códigos G

Una vez creado el diseño y configurado correctamente se debe guardar el archivo en códigos G debido a que esto permitirá que el software mach 3 los reconozca para realizar el proceso de fresado, para ello se debe seguir los siguientes pasos:

PASO 1: Seleccionamos nuevamente Toolpaths y de la barra de herramientas Toolpaths Operations escogemos el icono (sabe toolpath) que se muestra en la figura 8.68, el mismo que permitirá guardar la trayectoria en códigos G.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: blue;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

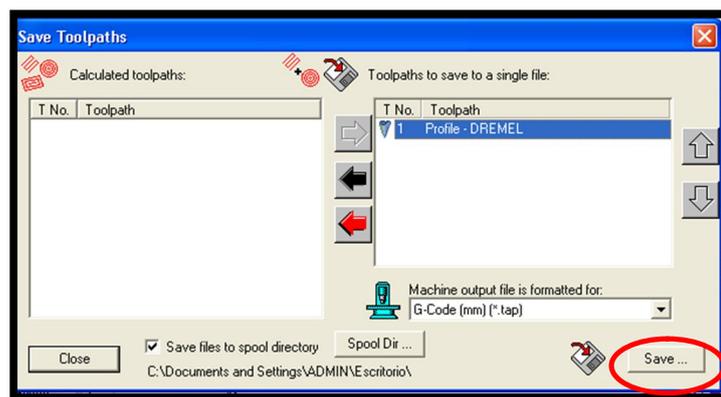
FIGURA N° 8.68. Ventana Toolpaths Operations



Fuente: software ArtCAM Pro

PASO 2: Al desplegarse la ventana Save Toolpaths donde nos preguntara el formato en el cual queremos guardar el archivo, el formato requerido es *.tap el cual ya viene predefinido como se muestra en la figura 8.69, para guardar damos seleccionamos Save.

FIGURA N° 8.69. EVNTANA SAVE TOOLPATHS

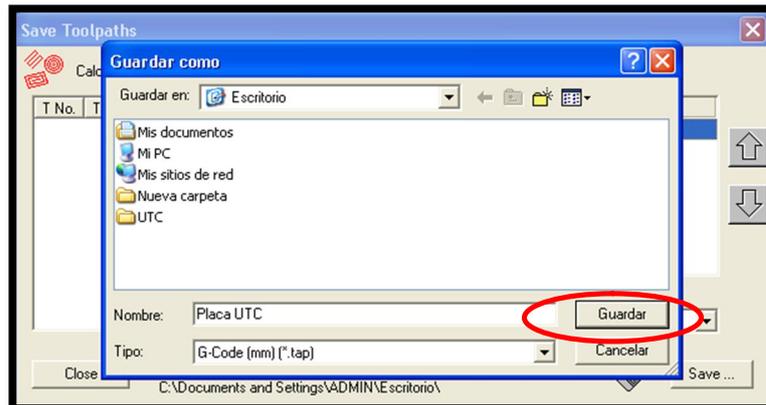


Fuente: Software ArtCAM Pro

PASO 3: Al abrirse la ventana guardar como elegimos la dirección en donde deseamos colocar el archivo establecemos un nombre (placa UTC) para el presente trabajo y damos clic guardar, como se señala en la figura 8.70. Es recomendable que se coloque en el escritorio der la pc para un mejor acceso.

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1> <h2 style="color: blue;">MANUAL PRÁCTICO PARA REALIZAR PROCESOS DE FRESADO CON UN PANTÓGRAFO CNC</h2>	
FECHA: Julio 2015		VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.70. VENTANA GUARDAR COMO EN ARTCAM PRO

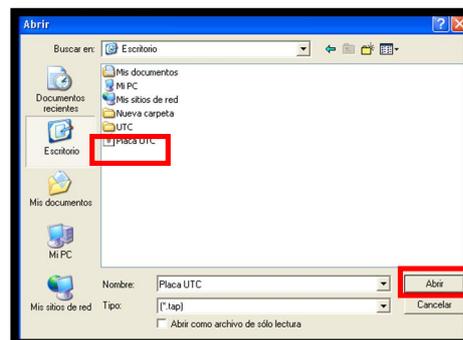


Fuente: Software ArtCAM Pro

- Pasos para abrir archivo ArtCAM Pro en Mach 3 Mill

Paso 1: Abrimos el software Mach 3 Mill e importamos y abrimos la imagen *.tap dando clic Load G-Code, seleccionamos el archivo anteriormente guardado como se señala en la figura 8.71 y ejecutamos el programa.

FIGURA N° 8.71. EJECUCIÓN DE ARTCAM PRO EN MACH 3 MILL



Fuente: Software ArtCAM Pro

Para finalizar con el proceso, una vez abierto el diseño en Mach 3 Mill, se debe realizar los mismos paso 3, 4 y 5 del procedimiento para importar códigos G al Mach3 mediante LazyCam que se desarrollaron en la práctica N° 1, debido a que son los procedimientos finales para ejecutar el fresado de la imagen, ver Anexo E.

**MANUAL DE
MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DEL
PANTÓGRAFO CNC**



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



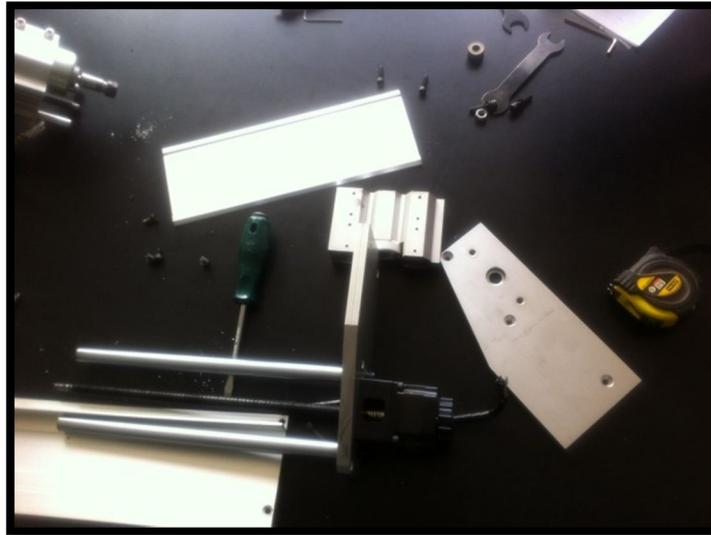
MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gutiérrez Cevallos Marco Bladimir ➤ Proaño Jácome Juan Carlos 	Ing. Mg.C. Álvaro Mullo	
Firmas: _____	Firma: _____	Firma: _____

	<h1 style="color: blue;">INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA</h1>	
FECHA: Julio 2015	MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC	VERSIÓN: 1

1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento del pantógrafo CNC es importante debido a que permitirá incrementar la vida útil de la máquina y evitará generara gastos por reparación, además disminuirá fallas en los procesos de fresado.

Un pantógrafo CNC usa un cortador rotatorio para el movimiento de corte y un movimiento lineal para la alimentación. El cual consta de una parte fija como una herramienta de producción donde es ubicado el material a ser tallado, el mismo que sostiene y soporta firmemente la pieza de manera tal que las operaciones de maquinación puedan ser realizadas con tranquilidad y perfección.

2. ALCANCE

El presente manual de mantenimiento para el pantógrafo CNC está dirigido para docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi quienes son las personas autorizadas para el manejo de la máquina y su correcto funcionamiento.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Elaborar un manual de mantenimiento preventivo para el pantógrafo CNC para evitar fallas en el sistema mecánico y estructural de la máquina.

3.2. Objetivos Específicos

- Proporcionas una guía práctica para realizar mantenimientos preventivos y adecuados del pantógrafo CNC a través de procesos y procedimientos adecuados.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

- Evitar accidentes que puedan generarse al manipular una maquina inestable e insegura para incrementar la seguridad del área de trabajo.
- Disminuir costos de mantenimiento y maximizar la vida útil del pantógrafo CNC.

4. VENTAJAS

El manual de mantenimiento para el pantógrafo CNC tiene las siguientes ventajas:

- Ofrecer conocimientos detallados de un correcto mantenimiento para el pantógrafo CNC.
- Proporciona a los usuarios los procesos adecuados para llevar a cabo un mantenimiento preventivo el mismos que ayudara a prevenir paros forzados del pantógrafo y así evitar la discontinuidad de los tallados.
- Al realizar un mantenimiento preventivo permite a los usuarios observar la estructura mecánica que tiene la máquina.

5. REQUERIMIENTOS

- Leer los planos detalladamente para cerciorarnos del correcto funcionamiento de la máquina.
- Analizar la instalación y montaje cada pieza del pantógrafo en el área de trabajo.
- Familiarizarse con las operaciones de la máquina, velocidades de corte, tazas de alimentación y profundidad de corte para así evitar accidentes tanto en el sistema operativo como con el personal.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

- Asegurarse de que el pantógrafo este no esté siendo programado; sus características de operación general, entrada de datos, y el panel de operación de control de la máquina.
- Comprensión de operaciones computacionales básicas, programación CNC y traducciones de datos.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

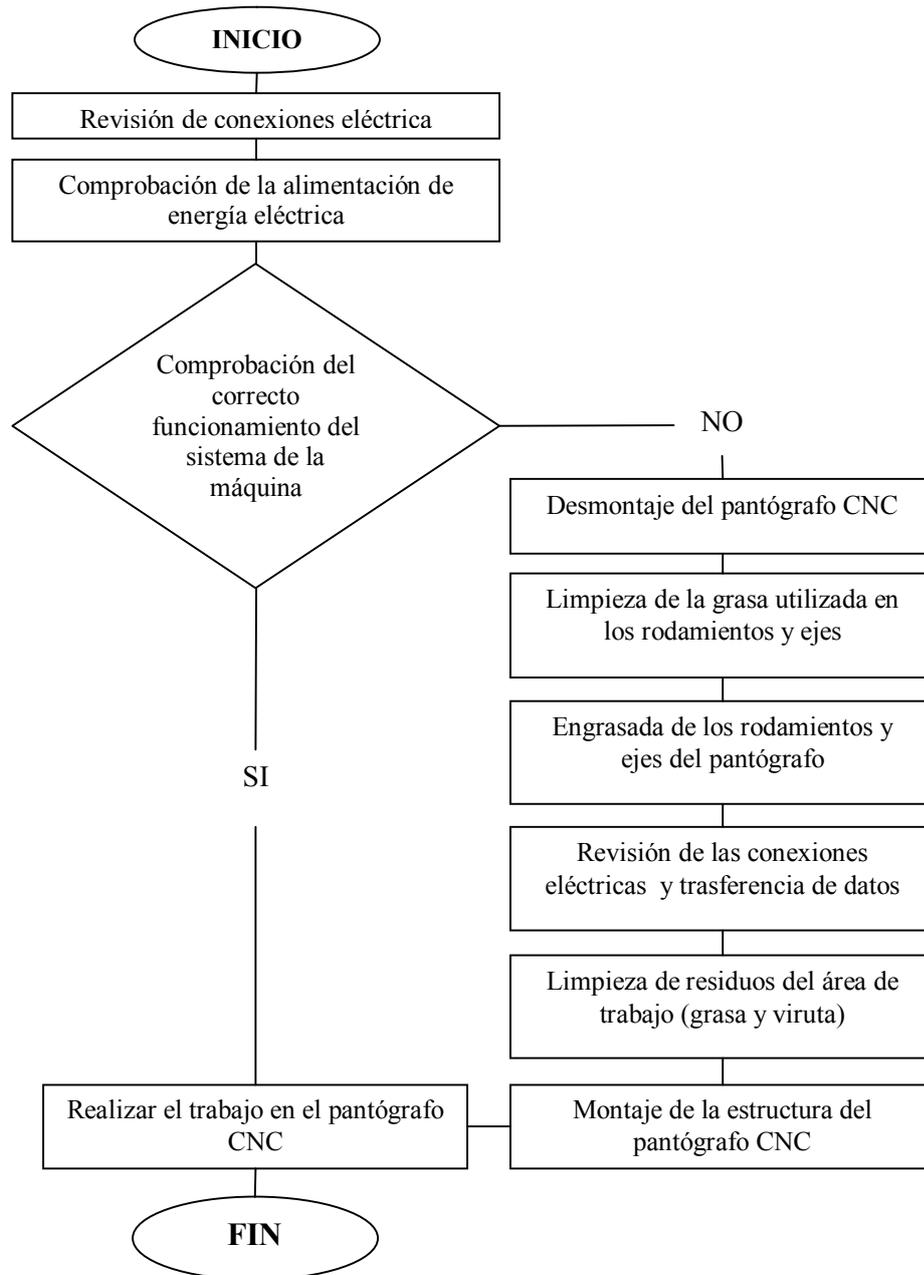


MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

6. PROCESO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL PANTÓGRAFO CNC





INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

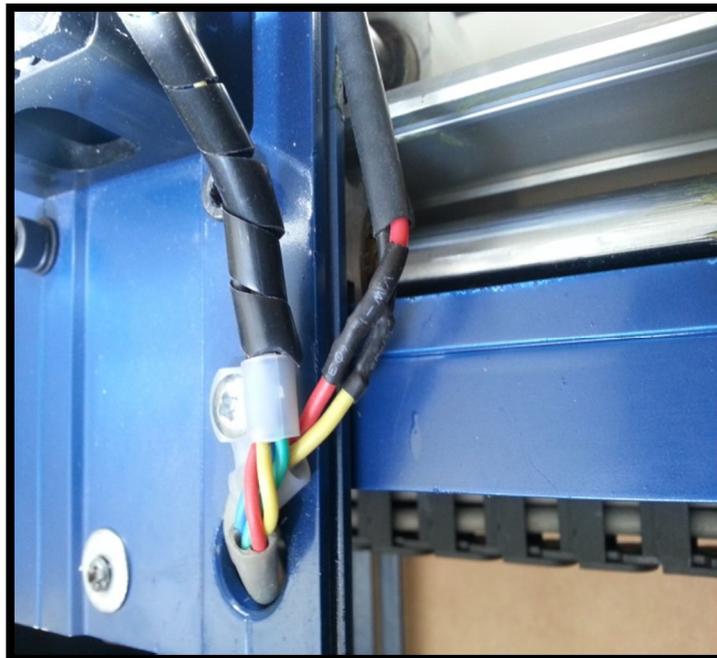
FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

7. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL PANTÓGRAFO CNC

- Verificar que las conexiones de los motores pasos a paso no se encuentren sueltos. Si se detecta cables flojos proceder a ajustarlos de una forma adecuada.
- Verificar que la estación se encuentra conectada a la fuente de suministro de energía eléctrica para verificar el correcto funcionamiento del sistema.
- Como se muestra en la figura 8.72 se debe verificar que los cables de comunicación de los motores paso a paso de la red se encuentren conectados en sus respectivos terminales de comunicación.

FIGURA N° 8.72. CABLES DE COMUNICACIÓN DE LOS MOTORES



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



FECHA: Julio 2015

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

VERSIÓN: 1

- Limpiar la estación de trabajo con aire comprimido.
- Procedemos al desmontaje de las piezas, de abajo hacia arriba. Utilizaremos las herramientas adecuadas para destornillar los tornillos tipo Allen y así evitar desgastes en las cabezas o aislamiento en los orificios.

FIGURA N° 8.72. HERRAMIENTAS PARA DESMONTAJE



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

- Tener en cuenta las conexiones de los terminales con los motores paso a paso, ya que estos están electro soldados para mayor seguridad de transmisión de información.
- Limpiar los actuadores lineales (X, Y, Z), como se muestra en la tabla 8.4 que son controlados por los motores paso a paso.
- Para realizar la limpiezas de los actuadores o también llamados guías de ejes coordinados, es indispensable usar tela para retirar totalmente el exceso de grasa o viruta de su alrededor.
- Se aconseja utilizar guaipe para realizar esta limpieza.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

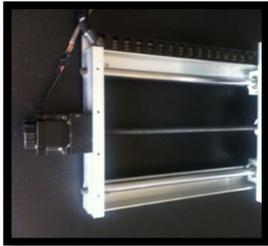


MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

TABLA N° 8.4. ACTUADORES LINEALES DEL PANTÓGRAFO

ACTUADORES LINEALES		
EJE X	EJE Y	EJE Z
		

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

- Verificar la lubricación adecuada y coherente de todo el sistema de coordenadas lineales según la tabla 8.5, de no estar adecuadamente lubricadas, procederemos a colocar la grasa en todo el sistema.

TABLA N° 8.5. TIPO DE GRASA UTILIZADA EN EL PANTÓGRAFO

Grasa roja para rodamientos	Grasa amarilla para ejes y tornillos sin fin
	

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

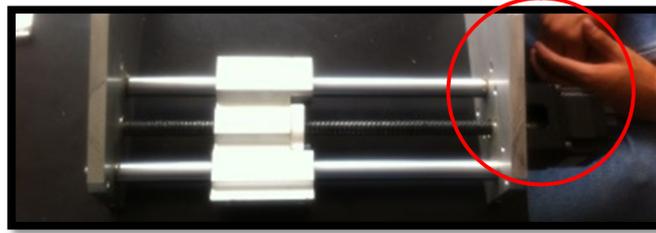


FECHA: Julio 2015

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

VERSIÓN: 1

FIGURA N° 8.73. VERIFICACIÓN DE CONEXIONES

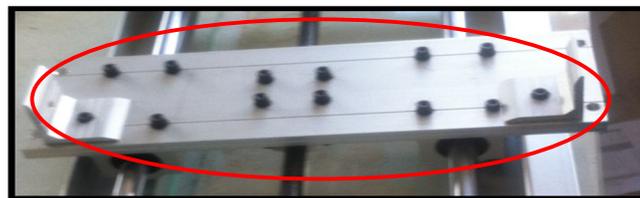


Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

- Limpiar el residuo sobrante de todo el pantógrafo CNC, para evitar que el lubricante se introduzca en áreas no deseadas y así provocar fallas.
- Verificamos que las conexiones de los terminales (motor paso a paso) no se hayan desoldado, como se muestra en la figura 8.73.
- Verificar la conexión en toda el área de la estación de trabajo.
- Tomar en cuenta que los tornillos Allen sean ubicados correctamente en los lugares de donde fueron retirados, como se muestra en la figura 8.74.

FIGURA N° 8.74. UBICACIÓN CORRECTA DE LOS TORNILLOS



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

- Limpiar toda el área de trabajo con aire comprimido para asegurarnos que no exista ningún residuo de material restante o limallas que puedan introducirse en los rodamientos.



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

- Realizar el montaje de la estructura en orden según se realizó el desmontaje para evitar que los extremos se muevan o exista un error de ensamble, según lo señalado en la figura 8.75.

FIGURA N° 8.75. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador

- Ajustar con precaución evitando aislamiento en los orificios de las piezas y los tornillos, como se muestra en la figura 8.76.

FIGURA N° 8.76. CORRECTO AJUSTE DE TORNILLOS



Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador



INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PANTÓGRAFO CNC

FECHA: Julio 2015

VERSIÓN: 1

TABLA 8.6. POSIBLES FALLAS DEL PANTÓGRAFO

POSIBLES FALLAS		
PROBLEMAS	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIÓN
No enciende con normalidad la estación de trabajo	No está conectado el cable de alimentación	Desconecte y vuelva a conectar el cable de alimentación a la estación de trabajo
Enciende en letras blancas con error en el arranque	La Pc fue apagada de forma forzada	Desconecte el terminal de la fuente, conecte y vuelva a reiniciar el equipo
No enciende la estación de trabajo	Se realizó mal un principio de operación	Reiniciar en forma ordenada el principio de operación
	Problemas en la programación del Mach3	Cargar nuevamente la programación a la estación de trabajo
No hay conexión con el software	El terminal paralelo está mal conectado	Apague la Pc y verifique la conexión del terminal y reinicie con el proceso

Fuente: Investigación propia

Elaborado por: Grupo investigador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ENCUESTA

Objetivo: La presente encuesta tiene como finalidad evaluar si la implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado que realiza procesos de fresado en madera aportara al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi y por ende a la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

Ocupación: _____

Indicaciones: Marque con una **X** en el casillero que usted considere adecuado.

Nº	PREGUNTA	SI	NO
1.	¿Conoce el significado de CNC?		
2.	¿Sabe cómo funciona un control numérico computarizado?		
3.	¿Dentro de la automatización piensa usted qué, el control numérico es considerado una herramienta útil en los procesos de producción industrial?		
4.	¿Le gustaría conocer más acerca del control numérico y el aprovechamiento del mismo?		
5.	¿Cree usted qué sería factible automatizar un proceso de manufactura?		
6.	¿Considera usted qué la implementación de un prototipo de pantógrafo CNC permitirá elaborar diferentes practica y diseños en madera?		
7.	¿Cree usted qué al implementar en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica un pantógrafo CNC: ayudara a que los estudiantes conozcan sobre el uso e importancia de este prototipo?		
8.	¿Piensa usted qué al incluir en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica un pantógrafo CNC: aportaremos al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi?		
9.	¿Está usted de acuerdo que estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica construyan una máquina herramienta mediante control numérico computarizado CNC?		
10.	¿Piensa usted que sería necesario la implementación de un pantógrafo CNC en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica?		

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO D	FORMATO DE ENTREVISTAS REALIZADAS A DOCENTES	1 de 1
----------------	---	--------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ENTREVISTA

Objetivo: La presente entrevista tiene como finalidad evaluar si la implementación de un pantógrafo mediante control numérico computarizado que realiza procesos de fresado en madera aportara al avance tecnológico de la Universidad Técnica de Cotopaxi y por ende a la Carrera de Ingeniería Electromecánica.

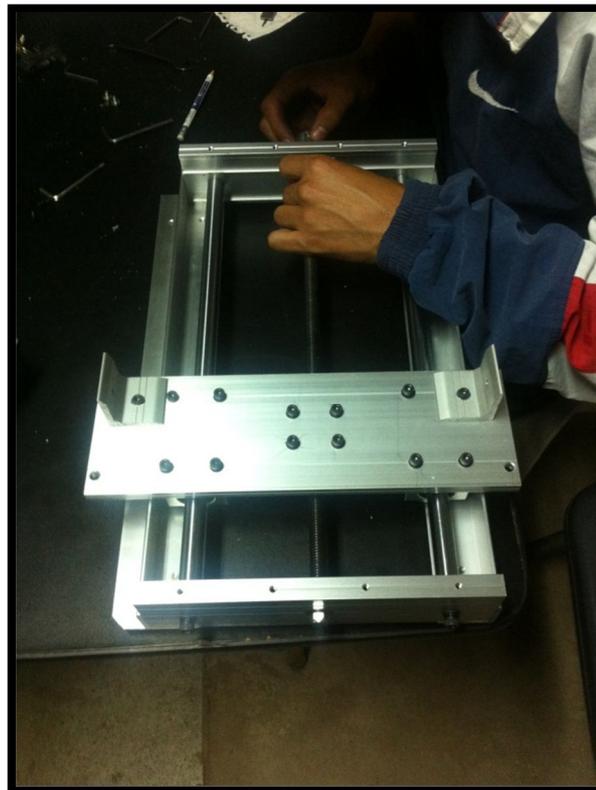
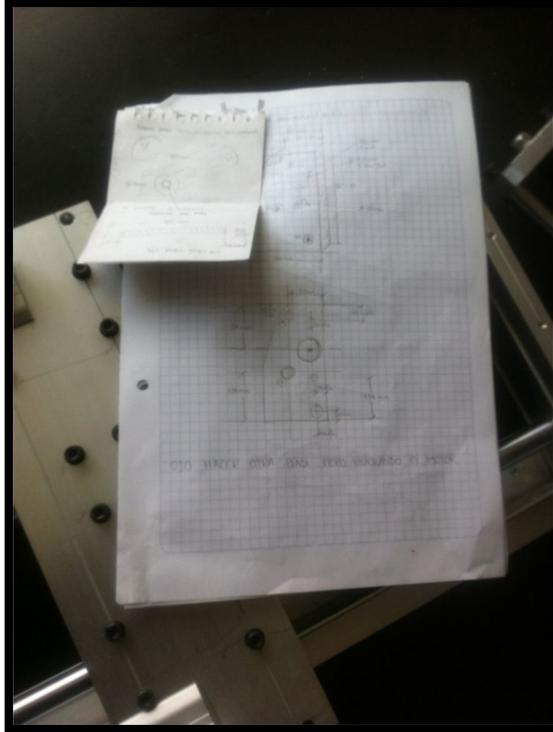
1. ¿Cree usted que el utilizar el control numérico computarizado CNC nos permite la optimización de los procesos de manufactura? ¿Por qué?

2. ¿Piensa usted que sería necesario la implementación de un pantógrafo CNC en el laboratorio de Ingeniería Electromecánica para que los estudiantes puedan realizar prácticas? ¿Por qué?

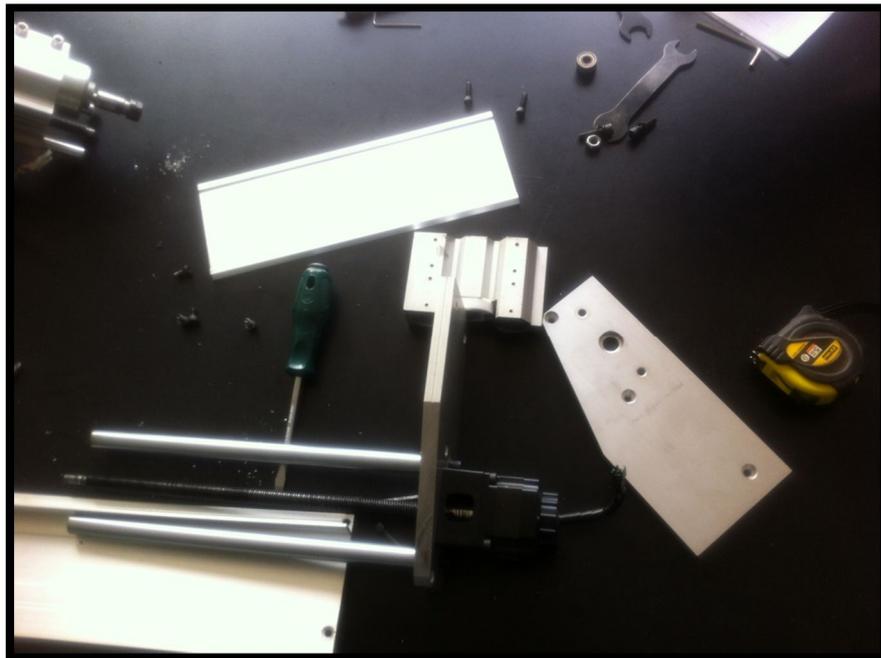
3. ¿Está usted de acuerdo que un Ingeniero Electromecánico de la Universidad Técnica de Cotopaxi debe tener conocimientos sobre el control numérico computarizado? ¿Por qué?

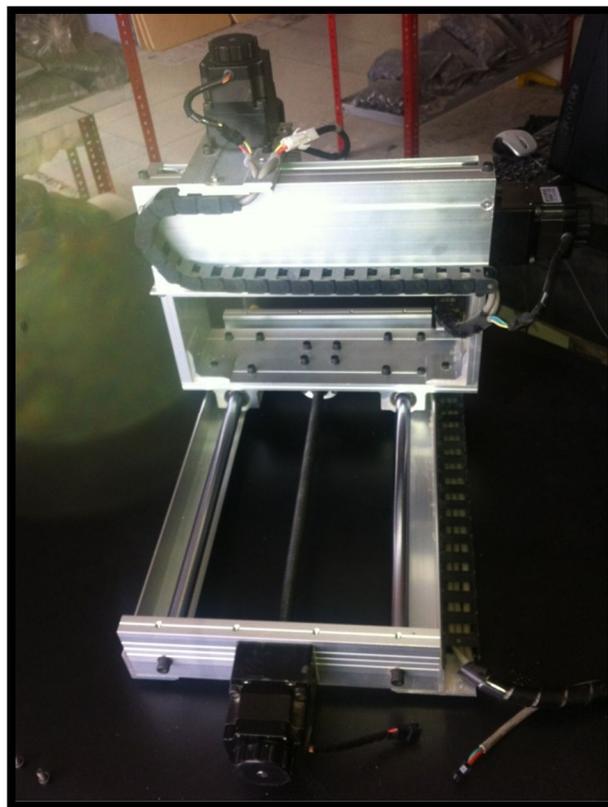
4. ¿Según su criterio cual sería el beneficio que tiene la automatización mediante el control numérico computarizado en la industria?

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

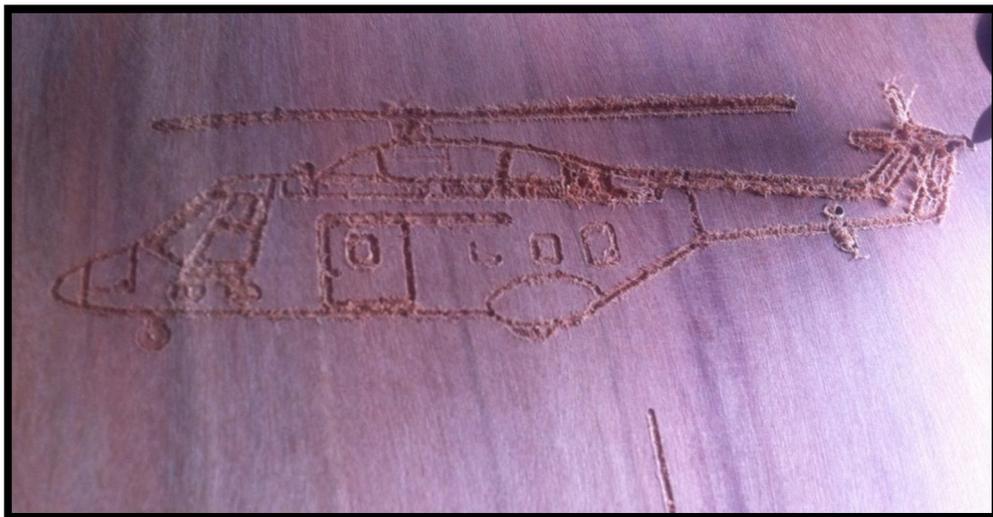




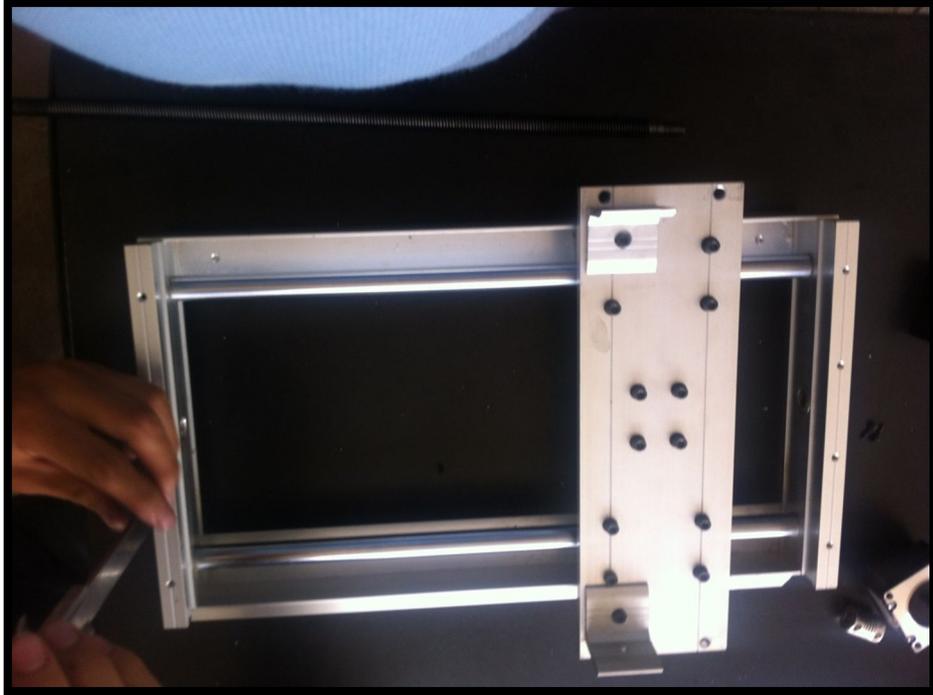


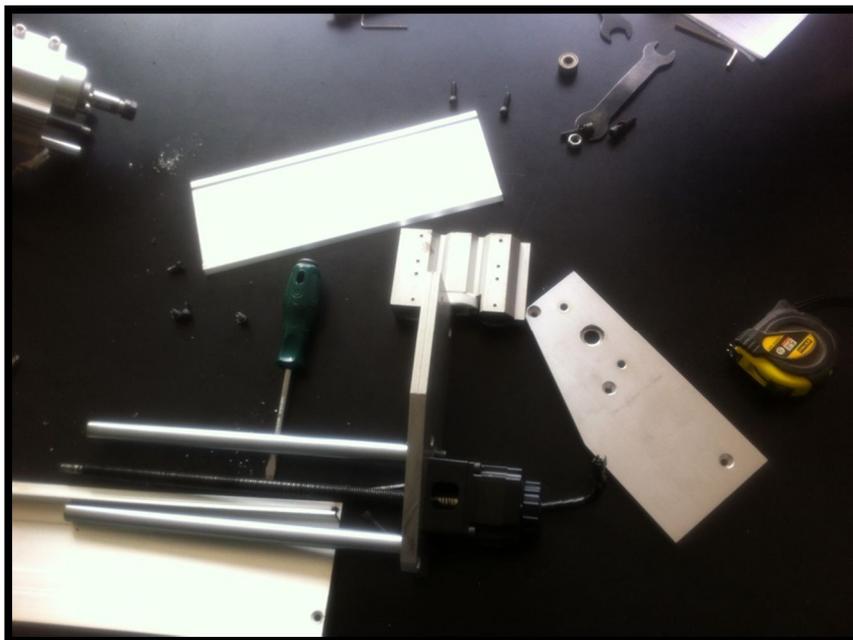
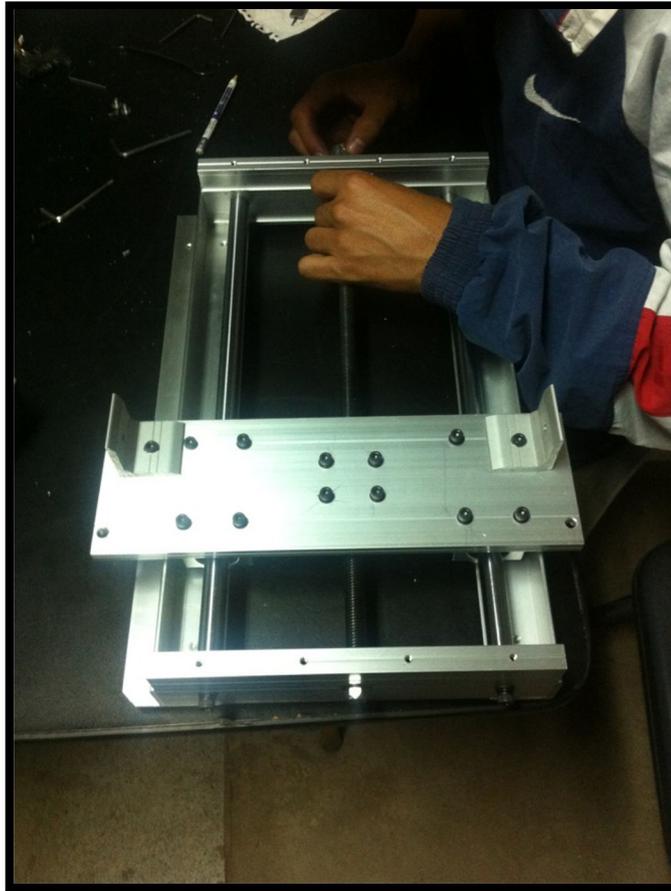












ANEXO I	GLOSARIO DE TÉRMINOS NUEVOS	1 de 3
<p>GLOSARIO DE TÉRMINOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="309 443 1366 696">➤ Autocontrol.- El término autocontrol se compone de la unión de dos vocablos que provienen de idiomas diferentes. En primer lugar, se forma por la palabra “auto” la cual procede del griego autos y se traduce como “sí mismo”. En segundo lugar, se halla la palabra “control” que emana del francés y que es sinónimo de dominio y control. <li data-bbox="309 745 1366 891">➤ Averiguaciones.- Procedimiento mediante el cual los abogados obtienen información sobre el argumento de su adversario en preparación para el juicio, y se extiende a la petición de documentos y declaraciones orales. <li data-bbox="309 940 1366 1086">➤ Barrenar.- Es el arte y deporte de lograr que el propio cuerpo del practicante se deslice por sobre y dentro de las olas. Estas son sólo algunas de las denominaciones aceptadas para esta actividad en países de habla hispana. <li data-bbox="309 1135 1366 1388">➤ Codificación.- La codificación es el proceso de poner juntos los segmentos de sus datos que parecen ilustrar una idea o un concepto (representados en su proyecto como nodos). De esa forma, la codificación es una forma de hacer abstracción a partir de los datos existentes en sus recursos para construir un mayor entendimiento de las fuerzas que intervienen. <li data-bbox="309 1438 1366 1691">➤ Contorno.- Primer paso que vamos a dar antes de entrar de lleno a establecer el significado del término contorno es determinar su origen etimológico. En este sentido, podemos decir que procede del latín pues es fruto de la suma de dos partes de dicha lengua: el prefijo “con-“, que puede traducirse como “todo”, y “tornus”, que es sinónimo de “dado vueltas”. <li data-bbox="309 1740 1366 1993">➤ Coordenadas cartesianas.- Las coordenadas cartesianas o coordenadas rectangulares son un tipo de coordenadas ortogonales usadas en espacios euclídeos, para la representación gráfica de una función, en geometría analítica, o del movimiento o posición en física, caracterizadas porque usa como referencia ejes ortogonales. 		

ANEXO I	GLOSARIO DE TÉRMINOS NUEVOS	2 de 3
<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="312 331 1370 533">➤ Desplazamientos transversales.- Desplazamiento transversal es un movimiento que se da a través de algo, longitudinal, que se da a su largo. Un ejemplo es el del sonido: las ondas sonoras que se propagan de forma transversal se comportan del mismo modo que al tirar una piedra al agua. <li data-bbox="312 577 1370 835">➤ Flexibilidad.- Se entiende a la característica de flexible. Se trata de una palabra que permite resaltar la disposición de un individuo u objeto para ser doblado con facilidad, la condición de plegarse según la voluntad de otros y la susceptibilidad para adaptarse a los cambios de acuerdo a las circunstancias. <li data-bbox="312 880 1370 969">➤ Horadar.- Hacer en una cosa un agujero muy profundo o que la atraviese de parte a parte. <li data-bbox="312 1014 1370 1104">➤ Interfaz.- Dispositivo capaz de transformar las señales generadas por un aparato en señales comprensibles por otro. <li data-bbox="312 1149 1370 1361">➤ Manufactura.- Es una fase de la producción económica de los bienes. Consiste en la transformación de materias primas en productos manufacturados, productos elaborados o productos terminados para su distribución y consumo. <li data-bbox="312 1406 1370 1619">➤ Molduras.- La moldura es un elemento decorativo utilizado en diversas obras artísticas, entre ellas, y quizás pudiera decirse que de forma significativa, en la arquitectura. Consiste en un relieve o saliente de acusado componente longitudinal que conserva idéntico perfil en todo su trazado. <li data-bbox="312 1664 1370 1966">➤ Señales analógicas.- Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas. 		

ANEXO I	GLOSARIO DE TÉRMINOS NUEVOS	3 de 3
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tallista.- Una talla es una obra de escultura, especialmente en madera.1 La madera se talla mediante un proceso de desgaste y pulido, con el propósito de darle una forma determinada, que puede ser un objeto concreto o abstracto. ➤ Teoremas.- Un teorema es una proposición que afirma una verdad demostrable. En matemáticas, es toda proposición que partiendo de un supuesto (hipótesis), afirma una verdad (tesis) no evidente por sí misma. ➤ Tracería.- En arquitectura, tracería es un elemento decorativo en piedra y también a veces en madera, formado por combinaciones de figuras geométricas. En la arquitectura gótica, primitivamente, la tracería se encuentra aplicada a coronar ventana y arcos, posteriormente se amplía su utilización para articular y decorar rosetones, bóvedas, gabletes y pináculos o a cubrir superficies murales planas como la del coro. ➤ Troqueles.- Es un instrumento o máquina de bordes cortantes para recortar o estampar, por presión, planchas, cartones, cueros, etc. El troquelado es, por ejemplo, una de las principales operaciones en el proceso de fabricación de embalajes. ➤ Vástago.- Es un instrumento o máquina de bordes cortantes para recortar o estampar, por presión, planchas, cartones, cueros. ➤ Versátil.- Es un adjetivo que procede del vocablo latino versatilis y que hace referencia a la capacidad de algo o alguien de adaptarse con rapidez y facilidad a distintas funciones. La versatilidad, por lo tanto, es una característica muy valorada. 		

CONTRATO COMPRA – VENTA

En la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de junio del 2015

Reunidos por una parte el **Ing. JOSÉ BERMÚDEZ** portador de la cédula de identidad **050074457-8** en calidad de **VENDEDOR**, con domicilio en Latacunga sector el Niágara y por otra parte los señores **GUTIÉRREZ CEVALLOS MARCO BLADIMIR** con cedula de identidad **050364594-7** y **PROAÑO JÁCOME JUAN CARLOS** con cedula de identidad **050326116-6** en calidad de **COMPRADORES**, domiciliados en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi.

Conciertan de mutuo acuerdo la siguiente operación de **COMPRA – VENTA**:

Compra de la licencia del software Mach3 por el valor de \$200.00 (doscientos dólares americanos), la misma que se encuentra a nombre del vendedor (**Ing. José Bermúdez**). Adema la misma fue pagada en su totalidad al contado.

Para constancia y legitimidad del presente contrato firman las partes involucradas.



Ing. José Bermúdez
C.I:050074457-8

VENDEDOR



Gutiérrez Marco
C.I: 050364594-7
COMPRADOR



Proaño Juan
C.I:050326116-6
COMPRADOR

**PLANOS DEL
PANTÓGRAFO
CNC**