



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA  
EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA  
UCV - CHICLAYO.”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**AUTORES:**

Pérez Mendoza Miguel

Quintos Díaz Robinson

**ASESOR**

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS**

**CHICLAYO — PERÚ**

**2018**

## ACTA DE APROBACIÓN



### ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentado por don (a) Pérez Mendoza Miguel; Quintos Díaz Robinson; cuyo título es: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA UCV – CHICLAYO.**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15, QUINCE.**

Chiclayo, 15 de diciembre de 2018



.....  
PRESIDENTE  
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio



.....  
SECRETARIO  
Ing. Fredy Dávila Hurtado



.....  
VOCAE  
Ing. Edilbrando Vega Calderón

## **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico a mis padres y a mis padres y a mi hija Jazmín Pérez Vásquez por ser mi motor que me impulsa para salir adelante y ser profesional.

Pérez Mendoza Miguel

Este trabajo de investigación les dedico a mis padres y hermanos por impulsarme y ser la motivación para poder ser profesional e ingeniero.

Quintos Díaz Robinson

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mis padres y a mi hija a mis docentes de la universidad cesar vallejo por contribuir con mi desarrollo profesional y personal.

Pérez Mendoza Miguel

En primer lugar agradecer a Dios por permitirnos la vida y a mis padres y hermanos, A mis docentes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica por aportar de conocimientos en mi carrera.

Quintos Díaz Robinson

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO, Perez Mendoza Miguel y Quintos Diaz Robinson, de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica, de la Universidad Cesar Vallejo, Sede Chiclayo; declaro que el trabajo académico titulado: "DISEÑO DE UNA MAQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION DE LA UCV-CHICLAYO", presentado para la obtención del grado de bachiller de Ingeniero Mecánico Eléctricista es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes, de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinen el procedimiento disciplinario.

Chiclayo, 17 dediciembre 2018



Perez Mendoza Miguel

DNI: 70868993



Quintos Diaz Robinson

DNI: 71892290

## **Presentación**

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad Cesar Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Construcción de una estructura metálica para módulo de banco de bombas hidráulicas en el laboratorio de control UCV-CHICLAYO.”

La investigación está dividida en los siguientes capítulos:

- I. INTRODUCCION.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas con el tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.
- II. METODO.** Se menciona el diseño de investigación, variables, operacionalización; población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.
- III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.
- IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de, los resultados encontrados durante el trabajo de investigación.
- V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados cortos a lo que se a llegado en esta investigación, teniendo en cuenta los objetivos planeados.
- VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.
- VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos autores citados en la investigación.

## **ANEXOS**

## ÍNDICE

Acta de aprobación .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Presentación.....	vi
Indice.....	vii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN -----	11
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA -----	12
1.2 TRABAJOS PREVIOS -----	16
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA-----	19
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA -----	37
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO -----	37
1.6 HIPÓTESIS CARACTERÍSTICAS Y TIPOS -----	38
1.7 OBJETIVOS-----	38
II. MÉTODOS-----	39
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN -----	40
2.2 VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN -----	41
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA, SELECCIÓN DE UNIDADES DE ANÁLISIS...42	
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD -----	42
2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS -----	44
2.6 ASPECTOS ÉTICOS -----	44

III. RESULTADOS -----	45
IV. DISCUSIÓN-----	66
V. CONCLUSIONES -----	66
VI. RECOMENDACIONES-----	67
REFERENCIAS-----	68
ANEXOS.....	69
Planos.....	70
Acta de aprobación de originalidad del trabajo de investigación.....	73
Reporte turnitin.....	74
Autorización de publicación del trabajo de investigación.....	75
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	77



## RESUMEN

Su inicio de la CNC viene de los años 1770 tras la revolución de las industrias, donde eran manipuladas a mano, ahora existen diferentes tipos de máquinas para grabado ya sea por láser, cuchilla, broca, plasma entre otros que tienden a tener un costo elevado ya que estas máquinas provienen de países asiáticos y europeos.

La CNC en la actualidad tiene un papel fundamental en desarrollos tecnológicos ya que son muy usada en las industrias, el diseño de esta máquina se realizó con ayuda del Software Solidworks.

El sistema de control está conformado por la tarjeta principal encargada de la administración de datos que envía la PC; las tarjetas controladoras quienes manipularán a los actuadores, una fuente de poder que proporcionará la energía a los actuadores y posee una tarjeta electrónica para controlar los sensores ópticos de los interruptores de referencia.

Debido al alto costo de esta máquina, es que se plantea el diseño de una maquina CNC donde se utilizara componentes reduciendo el costo y sea accesible para el público en general.

Palabras claves: diseño, maquina, costo beneficio.

## **ABSTRACT**

Its beginning of the CNC comes from the years 1770 after the revolution of the industries, where they were manipulated by hand, now there are different types of machines for engraving either by laser, blade, drill, plasma among others that tend to have a high cost since these machines come from Asian and European countries.

The CNC currently has a fundamental role in technological development since they are widely used in industries, the design of this machine was made with the help of Solidworks Software.

The control system consists of the main card responsible for data management sent by the PC; the controller cards that will manipulate the actuators, a power source that will provide the power to the actuators and have an electronic card to control the optical sensors of the reference switches.

Due to the high cost of this machine, is that the design of a CNC machine is proposed where components will be used reducing the cost and be accessible to the general public.

Keywords: design, machine, cost benefit.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde hace un tiempo estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica han iniciado el diseño de una CNC (Control Numérico por Computadora) ya cuentan con un Laboratorio de Automatización y Control en su casa de estudios, en donde encuentran módulos de Ensayo y todos los materiales que se necesitan para su crecimiento profesional a lo largo de la carrera.

El objetivo es llegar a convertir el Laboratorio en un ambiente tecnológico y tener lo último en investigación, este diseño de la máquina permitirá seguir con la investigación de mejoras ya que hacer una CNC a largo plazo con los materiales a bajo precio se podría implementar beneficiando a los alumnos y demás interesados

El mecanismo presentado hace el trabajo más fácil y sencillo, ya que los cortes son en un tiempo muy reducido y profesional, la utilidad en la actualidad es muy usada por la mayoría de empresas y microempresas ya que facilitan sus labores y optimizan en tiempo y dinero. De todo esto se deduce que esta máquina en un corto tiempo reemplazará la mano del hombre.

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

### A) Nivel internacional:

#### En Chile:

Para poder tallar los estribos es una técnica artesanal que la podemos encontrar muy extensa y posiblemente casi nula, a medida que pasa el tiempo son menores los que tallan en la localidad de Chilán y Linares.

En esta zona los estribos pertenecen a una prenda que va en el atuendo tradicional de huaso, con la finalidad de sostener los pies del jinete al momento de que este monte a la bestia.

(Tomas Lago) nos indica que el estribo se introdujo en los chilenos por mitad del siglo dieciocho como una forma de reproducir a los astruitas que fue vital por los jesuitas que incorporaron al Chile con un estilo barroco en pulpitos y altares. (Valdés, 2014)

Tallado de estribos



*Figura 1:* TALLADO EN MADERA DE LINARES

Fuente: [http://www.cdbp.cl/652/articles-46997\\_archivo\\_01.pdf](http://www.cdbp.cl/652/articles-46997_archivo_01.pdf)

## **En España:**

### **El arte de la madera, una formación en peligro de extinción:**

La falta de demanda que sufren algunos ciclos de formación profesional en la comarca no es un problema nuevo. El IES Ortigueira lleva años promocionando el ciclo medio de Fabricación e Instalación de Carpintería e Moble, una formación personal que, a pesar de contar con un porcentaje muy alto de salidas en el mercado laboral, amenaza con desaparecer si no se apuntan más alumnos.

Cada año, a final de curso, los estudiantes organizan una exposición en la que muestran las obras de arte que son capaces de fabricar. Este año, los alumnos han expuesto muebles y armarios de diseño tradicional combinados con otros más vanguardistas. En el último curso comenzamos a enseñar cómo mezclar madera autóctona y tropical, un trabajo muy valorado por las empresas de muebles que seguro les ayudará aún más en su futuro laboral», explica uno de los profesores, Beceiro. Y es que los estudiantes realizan prácticas en empresas de la zona y, según informan desde el instituto, la gran mayoría consigue hacerse un hueco en el mundo laboral, un plus en estos tiempos de crisis y paro.

(Elías, 2011)



Taller de carpintería

**Figura 2:** El arte de la madera, una formación en peligro de extinción

Fuente:[http://www.lavozdeg Galicia.es/ferrol/2011/07/03/0003\\_201107F3C8991.htm](http://www.lavozdeg Galicia.es/ferrol/2011/07/03/0003_201107F3C8991.htm)

## **B) Nivel Nacional:**

### **En Ayacucho:**

La artesanía de la región de nuestro Perú, encontramos una gran variedad de que puede superar unas 50 especialidades y en ellas se expresa la creatividad y lo hábiles que son en este arte textil, dentro de ello podemos encontrar tejidos, cerámica, peletería, retablos, tallados en piedra de huamanga, repujados en cuero y otros métodos con poca demanda al mantenerse estable. Se puede tallar en madera, talabartería confección de instrumentos de cuerda, imaginería, utensilios en madera, cestería.

### **En Cajamarca:**

Se diez métodos artesanales, como: tejidos en “callua y telar (lana de ovino e industrial), cerámica utilitaria y decorativa, tejidos a palitos, tejidos a crochet lana e hilo industrial, tejidos en fibra vegetal” “(paja toquilla, mimbre, etc.), tallados en piedra marmolina y cantería, tallado en madera, cuadros cajamarquinos, bisutería y carpintería”.

(Vilca, 2016)

Estos lugares del Perú aun defienden su cultura en el arte del trabajo en madera, pero ya son pocos los artesanos, ebanista que son especialistas en su arte, y el conocimiento que estos tienen sugiere un riesgo, si no se transmite este conocimiento a la futura generación y el mercado es cada vez más exigente en el trabajo y el tiempo empleado para el término de un proyecto y dado que la tecnología está en aumento ya se empiezan a ver nuevas maneras de cómo dar solución con otros métodos.

### C) Nivel Local:

En la actualidad existen muchos talleres de carpintería que se dedican a la elaboración de varios tipos de trabajo artesanalmente para madera utilizando varias máquinas –herramientas de mucha antigüedad o inapropiados para sus labores, lo cual les conlleva a tener muchos retrasos y mayor tiempo de espera para entregar los productos a sus clientes, además algunos de ellos no cuentan con los implementos necesarios para la realización de labrados en madera, ya que estas no son fáciles de adquirir por el motivo de que sus precios son muy elevados; es por ello que teniendo acceso a esta tecnología (Maquina CNC router) se les facilitará muchas acciones ventajosas como un aumento de flujo de ingresos y una disminución de tiempo en el que se podría aprovechar para el mismo u otro tipo de labores.

Tallado en madera



**Figura 3:** Carpintería, ebanistería y tallado en pan de oro  
Fuente: [https://www.youtube.com/watch?v=-FFk\\_Wzi2Nc](https://www.youtube.com/watch?v=-FFk_Wzi2Nc)

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

Una de las primeras máquinas para fresar se fabricó por los años de 1818 y su diseñador fue Eli Whitney en EE.UU con la finalidad de acelerar la fabricación de fusiles en Connecticut. Podemos encontrar a esta obra de ingeniería en el museo Ingeniería Mecánica de Yale. Durante las posteriores décadas de 1830, Gay&Silver fabricó una fresadora que se le añadió un sistema donde regulaba la alineación de manera vertical y un soporte para husillo porta herramientas.

Maquina fresadora



*Figura 4:* Fresadora universal antigua

Figura: <https://sites.google.com/site/deod2107f9/historia-de-la-fresadora>



## **A) Nivel Internacional:**

### **Ecuador:**

Una fresadora es una máquina que utiliza una herramienta giratoria para producir mecanizados ya sean en madera o metal.

En la antigüedad se utilizaban las manivelas para controlar las máquinas tradicionales, hoy en día las fresadoras CNC tiene un panel de control que recibe la información sobre la pieza a maquinar a través de un teclado o de una interface con la computadora.

Nuestro proyecto de tesis fue realizado en la Universidad Nacional de Loja, en el taller mecánico del A.E.I.R.N.N.R., En este trabajo hablaremos de su diseño, construcción y funcionamiento de una máquina Fresadora CNC para piezas de madera.

La fresadora que se construyó es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, en nuestro caso son los ejes X, Y y Z los que se desplazan sobre la pieza, permitiendo así obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas. El progreso técnico de diseño y calidad que se han realizado en las herramientas de fresas, han hecho posible el empleo de parámetros de corte muy alto lo que conlleva a una reducción drástica de los tiempos de mecanizado.

El mando de la fresadora requiere de personal capacitado para el manejo del controlador, y tomar en cuenta las respectivas precauciones que la máquina requiere para su protección y la del operario.

Es de vital importancia que los operadores de CNC o de cualquier otra puedan determinar los medios de seguridad tales que cuando se inicie el trabajo en estas máquinas al igual en el término de la operación poder disponer de un tiempo para su mantenimiento correcto y prolongar la vida útil. (Luis Felipe Loaiza Ojeda, 2012)

## **B) Nivel Nacional:**

### **Lima:**

En nuestro territorio peruano la manufactura industria de muebles, hace mucho tiempo atrás utilizaban a la madera y el ser humano se han constituido como pilaren de la industria tanto por ser la madera un recurso muy abundante y fácil de trabajar, con el pasar de los años se fabricaron muchos elementos que son muy útiles en nuestra sociedad desde aquel entonces, como son los.

Cuchillos, cinceles y martillos para hacer grabados o tallados donde se necesite bajo impacto.

Herramientas para serruchar, Lija y lima de metal para el proceso de pulido y acabado, Clavos, tornillos, grapas y pegamento, donde se desea unir.

Se podría decir que la industria de la madera está saturado de una infinidad de herramientas que dan facilidad a los trabajos, pero ninguna herramienta para trabajar con este recurso es en su totalidad automática, dependiendo mucho de la habilidad del personal que trabaja y llevando a estas personas a mucho tiempo de practica para perfeccionar la técnica. (Steve Alexander Palma Chauca, 2012)

## **C) Nivel Local:**

### **En Lambayeque**

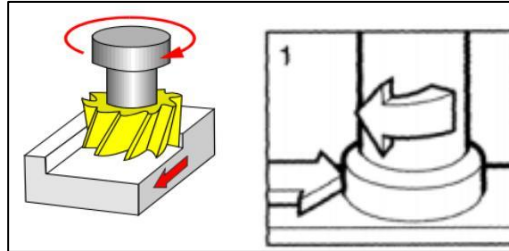
Las máquinas por control numérico computarizado (CNC) aporta de mucho valor a la producción ya que se puede personalizar el trabajo dependiendo al requerimiento del cliente ya que tiene componentes que son muy precisos y eso aporta de un buen acabado al producto, a su vez son muy fáciles de utilizar y no necesita mucha teoría para operar una CNC y podemos obtener palabras alfanuméricas y símbolos en su totalidad.

### 1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

#### a) Fresado Frontal

Para el fresado de frente la fresa avanza completamente vertical al eje de giro y su profundidad de corte es axial.

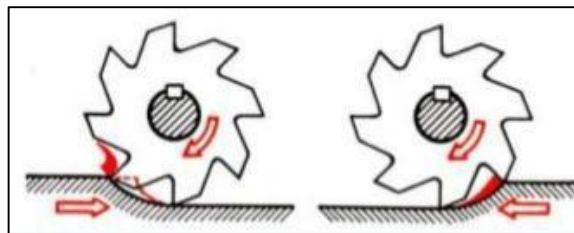
*Figura 5:* Fresado frontal



#### b) Fresado Periférico o Cilíndrico

Para la fresa de manera cilíndrica avanza de manera vertical al eje de giro y corta radialmente

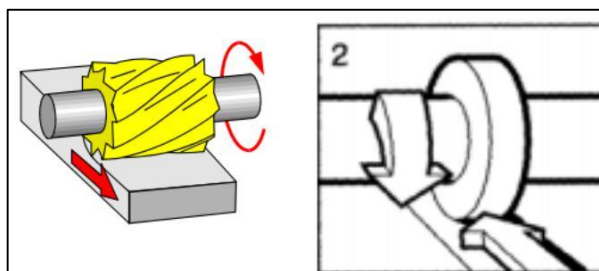
*Figura 6:* Fresado cilíndrico



#### 1.3.1 Tipos de Fresado Cilíndrico.

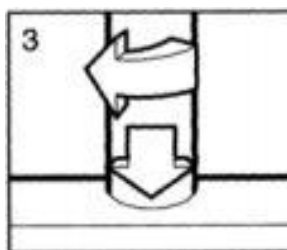
- i. **Fresado en oposición o normal.** – Se extrae la viruta de manera contraria a cómo avanza la fresa.
- ii. **Fresado en concordancia.** – la fresa avanza en el mismo sentido extrayendo la viruta.

*Figura 7:* fresado concordancia



- iii. **Avance Axial.** - extrae cuando avanza y se profundiza a la vez de manera axial.

**Figura 8:** Avance Axial



Todo proceso donde se necesita mecanizar deben existir las fresas que detallamos a continuación.

### 1.3.2 Fresas




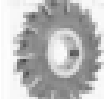




Son muy similares a las brocas que utiliza un taladro, son alargadas y se fabrican de acero, tienen como finalidad extraer material a medida que gira progresivamente.











### 1.3.3 Tipos de fresas

Toda operación que necesite extraer material debe utilizar una determinada fresa

Tabla 1: *Usos y selección de fresas*

TIPOS FRESAS	CARACTERÍSTICAS	APLICACIONES	ESQUEMA	EJEMPLOS
<b>CILÍNDRICAS PERIFÉRICAS</b> (Dientes solo en la periferia)	<b>Con dentado recto</b> (corte brusco)	Uso en la fresadora horizontal		<b>Fresado en superficies planas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies de apoyo de materiales</li> <li>• Superficie de deslizamiento para rieles</li> <li>• Superficie de guías, correderas, etc.</li> </ul>
	<b>Con dentado helicoidal</b> El espaciado entre dientes varía según la dureza del material a fresar (Blando=mayor espaciado, Duro=menor espaciado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeado</li> <li>• Desbaste</li> <li>• Afinado</li> </ul>		

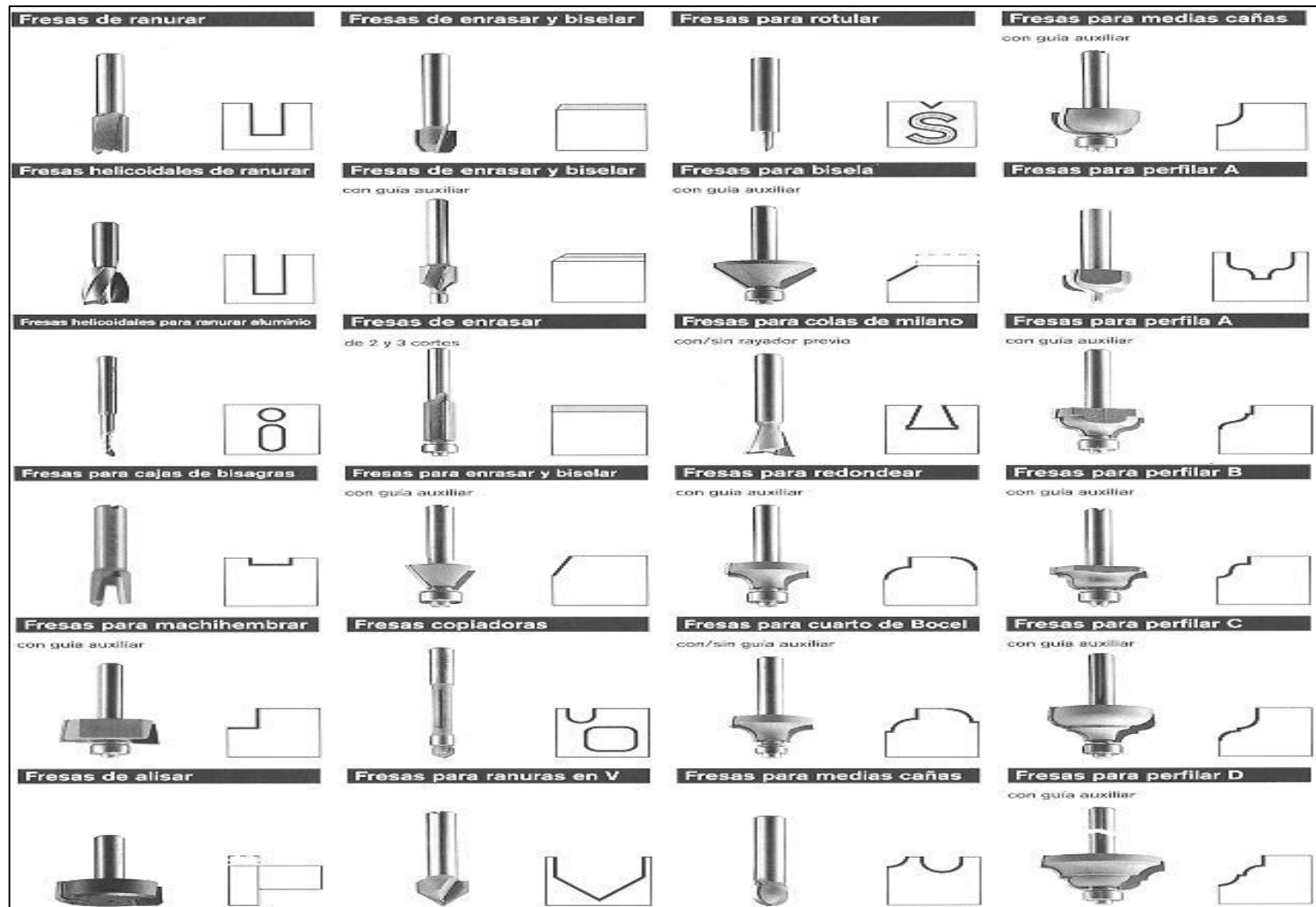
	<p><b>Acopladas</b> Montaje de dos fresas con dentado helicoidal de sentido opuesto (permite el equilibrio de las fuerzas axiales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desbaste</li> <li>• Rebajado de superficies</li> <li>• Ranurado Profundo</li> </ul>		
<p><b>CILÍNDRICAS FRONTALES SIN VÁSTAGO</b> (Dientes en la periferia y cara lateral)</p>		<p>Uso en la fresadora horizontal y para fresado en escuadra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebajado en ángulo recto</li> </ul>		
<p><b>DE DISCO</b> (Poca longitud de corte a su diámetro)</p>	<p>Con dentado recto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranurado plano</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresado de Tornillos</li> <li>• Fresado de Chaveteros planos y profundos</li> <li>• Curvas</li> <li>• Arcos circulares</li> </ul>
	<p>Con dentado cruzado o alterno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranurado profundo</li> </ul>		
	<p>Con dentado en cruz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaveteros profundos</li> </ul>		
	<p><b>Acopladas ajustables</b> Montaje de dos fresas de disco, rectas o en cruz, una sobre otra;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ranurado profundo con longitudes ajustables</li> </ul>		
	<p>Sierras circulares</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte de piezas</li> <li>• Ranurado estrecho (Cabezas de tornillos)</li> </ul>		
<p><b>ANGULARES SIN</b></p>	<p>Frontales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecanizado de guías en ángulo a 45, 50, 55 y 60 grados</li> </ul>		<p>Obtención de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guías prismáticas, en ángulo</li> <li>• Reglas de acero para taller, de 3 y 4</li> </ul>

<b>VÁSTAGO</b> ( Dos filos principales que forman un ángulo entre sí)	<b>Prismáticas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecantado de guías prismáticas en ángulo de 45, 60 y 90 grados</li> </ul>		aristas, con sección rectangular.
<b>FRESAS CON VÁSTAGO</b> (Cilíndrico o cónico)	<b>Cilíndrico</b>	De bola o punta esférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Copiado</li> <li>Matrices</li> <li>Fresado de contornos</li> </ul>		<b>Fresado de</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Piezas hexagonales</li> <li>Chaveteros y orificios rasgados</li> <li>Tuercas</li> <li>Ejes de chavetas</li> <li>Ruedas dentadas</li> </ul>
		De punta plana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acabado</li> <li>Desbaste</li> </ul>		
		Para ranuras T	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ranurado</li> </ul>		
		Para ranuras Woodruff			
	<b>Cónicas</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Avellanado preciso de orificios</li> </ul>		
<b>Ángulos</b>	Cola de milano (Forma trapezoidal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ranurado y ensamble a cola de milano</li> </ul>			
<b>DE PERFIL CONSTANTE</b> (Con o sin vástago) Dejan la geometría del diente en la pieza a mecanizar	<b>Destaladas</b>	Convexas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ranurado semicircular con radios de 1 a 20 mm.</li> </ul>		<b>Fresado de</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Superficies sinuosas</li> <li>Curvas</li> <li>Arcos</li> <li>Ranuras</li> <li>Perfiles de todo tipo</li> </ul>
		Cóncavas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtención de superficies semicirculares con radios de 0.5 a 20 mm</li> </ul>		
	<b>De módulo</b> (Fresas de disco)		Tallado de <ul style="list-style-type: none"> <li>Engranajes</li> <li>Ruedas dentadas</li> <li>Piñones de cadena</li> <li>Cremalleras</li> <li> Tornillos sin fin</li> </ul>		

	Múltiples	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roscado</li> <li>• Mordazas</li> </ul>		
COMPUESTAS (Tren de Fresas)	Montaje de dos o más fresas de distinto tipo (reúnen las propiedades de las fresas de perfil constante a un costo mucho menor)			Fresado de perfiles de todo tipo
FRESA S MADRE (Con o sin vástago)	Mecanizan al mismo tiempo todos los dientes de un engranaje, con una gran ventaja sobre las fresas de módulo, que lo hace diente por diente	idem fresas de módulo		<p>Fresado por generación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de engranajes en serie con el número deseado de dientes, perfiles y ángulos de hélice</li> </ul>

Fuente: (DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2012)

Existen muchísimos tipos de fresas diseñadas especialmente para trabajar en madera, según su forma y su tamaño.



*Figura 9:* Fresas para madera y cortes que realizan



### 1.3.4 Operaciones para fresar

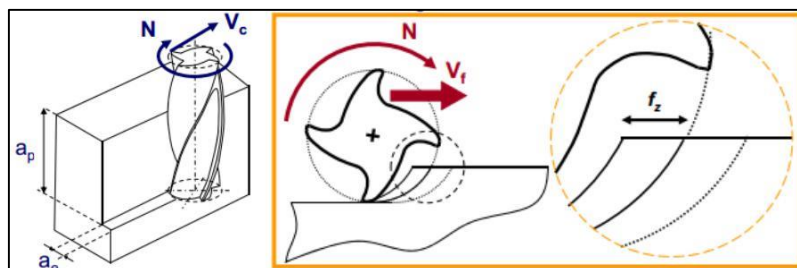
Este equipo puede hacer muchos trabajos como, por ejemplo.

- **Planeado.** El objetivo de esta operación es hacer un corte plano.
- **Corte.** Podemos cortar de manera que se desee.
- **Ranurado recto.** Se utilizan fresas en forma de cilindro para dar una forma recta.
- **Fresado de cavidades.** Este tipo de fresado se logra un orden, en primer lugar, se perfora y luego se mecaniza para obtener el producto terminado. Este método se necesita mucha eficiencia y ser muy preciso y muy necesario para el acabado final.

### 1.3.5 Parámetros del fresado

- Seleccionar el equipo que va a fresar.
- Evaluar el fresado que se requiere.
- Elegir los parámetros a cortar.

*Figura 10:* Parámetros de corte



- a. Velocidad de avance.** – También llamada VA, se genera a través del desplazamiento del material de la superficie opuesto a la herramienta a cortar, esta se condiciona mediante igual factor entre su velocidad de corte, de otro lado se trata de buscar que mejore su eficacia al momento de arrancar la viruta sin dañar a la fresa logrando un excelente acabado.

Se puede calcular esta velocidad con la siguiente ecuación:

$$V_f = f_z \cdot N \cdot z \left( \frac{mm}{min} \right)$$

- b. Velocidad de corte.** - Se puede calcular con los parámetros de las herramientas a cortar, teniendo en cuenta que tan duro es el material a emplear. Se puede determinar con la siguiente ecuación.

$$V_c = \left( \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} \right) \left( \frac{mm}{min} \right)$$

- c. Velocidad de rotación de la herramienta.** –

$$N = \left( \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \right) (rpm)$$

- d. Avance por diente.** -

$$f_z = \frac{V_f}{N \cdot z} \left( \frac{mm}{diente} \right)$$

- e. Avance por revolución.**

$$f_n = \frac{V_f}{N} \left( \frac{mm}{rev} \right)$$

**f. Velocidad de arranque de viruta**

$$Q = \left( \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f}{1000} \right) \left( \frac{cm^3}{min} \right)$$

**g. Espesor de Viruta**

$$e = \left( \frac{V_f}{Z \cdot N} \right) \sqrt{\frac{a_p}{D}} \left( \frac{mm}{rev} \right)$$

**h. Fuerza de Corte**

$$F_c = K \cdot A_c \text{ (Newton)}$$

Para la constante de proporcionalidad se utiliza la fórmula:

$$K = K_{s0} * e^{-b}$$

e (mm) = 0.07 (espesor de viruta)

$K_{s0}$ (N/mm<sup>2</sup>) = presión específica de corte

AC (mm<sup>2</sup>) = área de corte

b : factor de corrección

El área de corte (AC) se obtiene de la fórmula:

$$AC = (f_n \cdot D) / 2$$

**Tabla 2:** Presión específica de corte para fresado

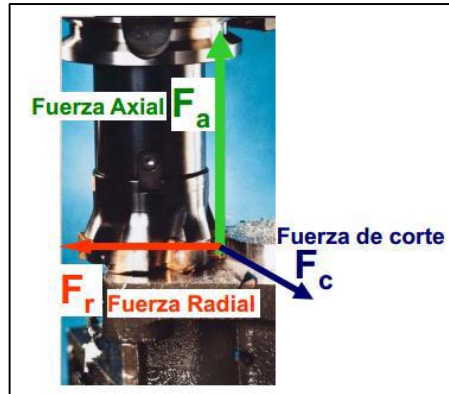
MATERIAL	$K_{s0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	b
Bronce	124	0.3
Cobre	78	0.3
Latón	54	0.3
Plástico	19	0.3

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos104/factores-corte-fresado/factores-corte-fresado2.shtml>

- i. **Cálculo de la potencia de corte.** - La potencia de corte ( $P_c$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_c = F_c \cdot V_c \text{ (Watts)}$$

Figura 11: Fuerza de corte ( $F_c$ )



Si se considera una eficiencia ( $\eta$ ) del motor de 85%, la potencia eléctrica ( $P_e$ ) necesaria se obtiene de la expresión:

$$P_e = P_c / \eta$$

$\eta$ : 0.85 eficiencia del motor

Tomando un factor de seguridad en el mecanizado de 1.5

- j. **Fuerza cortante:**

$$V = F_T$$

$F_T$  (N) = (Fuerza total generada en varios puntos del sistema)

- k. **Momento flector:**

$$M = V * d$$

El esfuerzo cortante se calcula con la expresión:

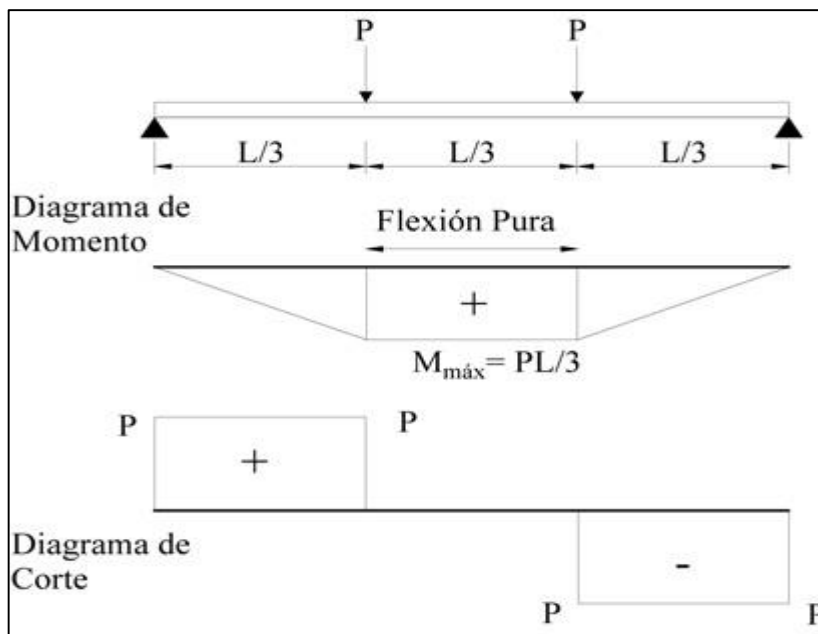
$$\tau = \frac{F}{A_s}$$

- I. El esfuerzo normal máximo que soporta el material de los ejes guías se determina con la expresión

$n$  = (factor de seguridad entre 1.5 – 2.5)

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{S_y}{n}$$

**Tabla 3:** tabla de deflexión de vigas carga central



Tornillo de potencia de una CNC router



*Figura 12:* Tornillo de potencia

**m.** Podemos calcular la potencia del tornillo determinando la fuerza.

$$\mathbf{F_T = F_h + F_e + F_c}$$

**F<sub>h</sub>(N)** = peso del husillo de corte

**F<sub>e</sub>(N)** = peso de la estructura acopada al tornillo de potencia, eje Z

**F<sub>c</sub>(N)** = fuerza de corte

$$\frac{\sigma}{n} = \frac{F_T}{A}$$

**n.** El área transversal del tornillo de potencia se la calcula despejando de la siguiente expresión:

**n** = factor de seguridad

**o. El diámetro del tornillo de potencia se lo calcula con la fórmula:**

$$D_T = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

**p. Cálculo de torque para el tornillo de potencia:**

El torque necesario para que el tornillo descrito suba la carga total, se lo determina con la siguiente expresión:

$$T_b = \frac{F_T * d_m}{2} \left( \frac{(\pi * \mu * d_m) - p}{(\pi * d_m) + (\mu * p)} \right)$$

**d<sub>r</sub> (mm)** = diámetro de raíz

**d<sub>m</sub> (mm)** = diámetro medio

**p (mm)** = paso menor para H.B. de diámetro exterior

**μ** = coeficiente de fricción estándar para H.B.

**q. El torque para que el tornillo de potencia baje la carga total, se calcula con la fórmula:**

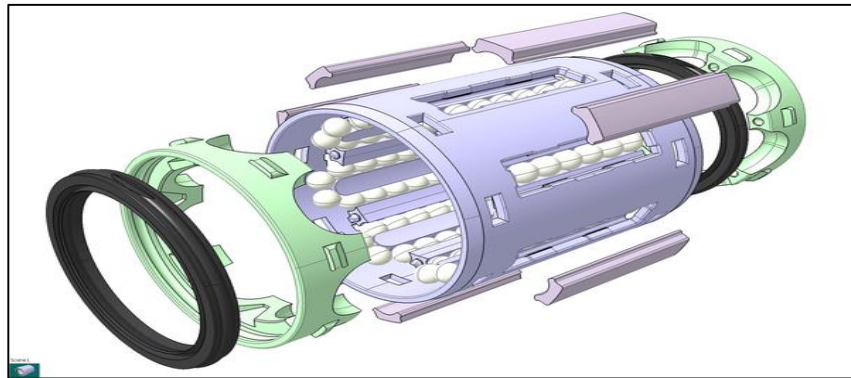
### 1.3.5.1 Selección de rodamientos

- a) **Rodamientos lineales.** - Los elementos que van a utilizar son rodamientos para dar soporte al carro del tornillo de potencia que se desliza sobre dos guías y el tornillo mismo en sus extremos, sobre los cuales se soporta y gira durante su funcionamiento.

Rodamientos lineales

$$T_s = \frac{F_T * d_m}{2} \left( \frac{p + (\pi * \mu * d_m)}{(\pi * d_m) - (\mu * p)} \right)$$

**Figura 13:** Rodamientos lineales de bolas



Para poder calcular la capacidad en carga la definiremos como:

$$C_o = f_s * F_{om\acute{a}x} \quad (N)$$

$f_s$  = coeficiente de seguridad estático, para condiciones de choques y vibraciones de baja intensidad, tabla recomendaciones de coeficiente estático en distintas condiciones de funcionamiento, Catálogo de rodamientos lineales de bolas NTN

**Tabla 4:** Valores de referencia del factor de seguridad estático ( $f_s$ )

Máquina que utiliza la guía LM	Condiciones de carga	Límite más bajo de $f_s$
Maquinaria industrial general	Sin vibración ni impacto	1,0 a 3,5
	Con vibración o impacto	2,0 a 5,0
Máquina-herramienta	Sin vibración ni impacto	1,0 a 4,0
	Con vibración o impacto	2,5 a 7,0

Fuente: [https://tech.thk.com/es/products/pdf/es\\_a01\\_061.pdf](https://tech.thk.com/es/products/pdf/es_a01_061.pdf)

$F_{om\acute{a}x}$  = Carga máxima aplicada (N)

La capacidad de carga dinámica se la determina con la fórmula:

$f_h$  = factor de dureza del eje, tabla factor de dureza, catálogo de rodamientos lineales NTN.

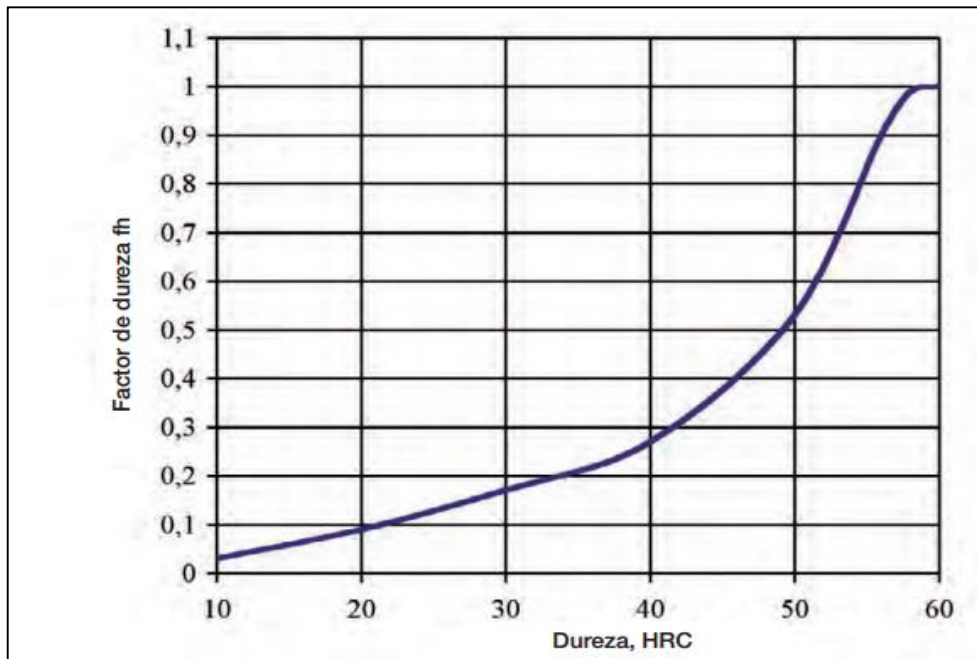
$f_t$  = factor de temperatura, para un rango de temperatura d -20 °C a 80 °C.

$f_c$  = factor de contacto, tabla de números de rodamientos lineales de bolas montadas, para un rodamiento, catálogo de rodamientos lineales NTN.

$f_w$  = factor de carga, tabla para condiciones de funcionamiento – velocidad V para condiciones normales, catálogo de rodamientos lineales de bolas NTN.

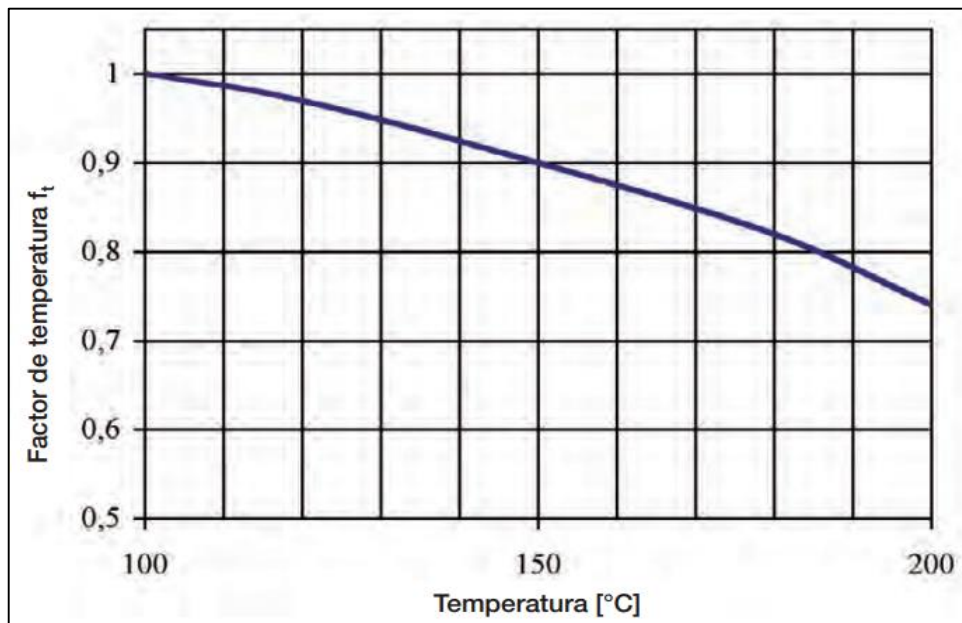


**Tabla 5: Factores de influencia**



Fuente: [http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1\\_ES\\_2012-veb.pdf?contentID=9847](http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1_ES_2012-veb.pdf?contentID=9847)

**Tabla 6: Factor de temperatura  $f_T$**



**Tabla 7: Factor de carga**

Número de patines	$f_c$
1	1,00
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61

Fuente: [http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1\\_ES\\_2012-veb.pdf?contentID=9847](http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1_ES_2012-veb.pdf?contentID=9847)

**Tabla 8: Factor de contacto**

Condiciones de funcionamiento, velocidad V	$f_w$
Condiciones de funcionamiento normales sin vibraciones/choques, $V \leq 0,25$ m/s	1,0...1,5
Condiciones de funcionamiento normales con vibraciones/choques débiles, $0,25 < V \leq 1,0$ m/s	1,5...2,0
Condiciones de funcionamiento con vibraciones/choques fuertes, $V > 1,0$ m/s	2,0...3,5

Fuente: [http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1\\_ES\\_2012-veb.pdf?contentID=9847](http://www.ntn-snr.com/portal/de/de-de/file.cfm/DOCIBRSCAT1_ES_2012-veb.pdf?contentID=9847)

Para calcular la vida nominal (L) se utiliza la expresión:

$$L = L_h * 2 * S * n_s * 60$$

$L_h$  = vida nominal en horas

$S$  (m) = longitud de carrera

$n_s$  = frecuencia de carrera (1/min)

#### b) Rodamientos axiales para el tornillo de potencia

El tornillo de potencia, de acuerdo a la posición en la que será puesto (vertical), en cada uno de sus extremos se colocará los rodamientos axiales de bolas el cual pueda resistir el peso máximo en forma vertical que se le aplique a dicho tornillo.

Para elegir los rodamientos que vamos a utilizar lo haremos con ayuda del catálogo SKF.

Mediante la carga ejercida de los apoyos se tiene que:

$+F_r = 0N$  : carga radial aplicada

$F_a = F_T$  : carga axial aplicada

El aforo de carga estática ( $C_o$ ) se obtiene con la siguiente formula:

$$C_o = S_o * P_o$$

$S_o$  = factor de seguridad estático, tabla 2 catálogo general SKF

$P_o$  = máxima carga axial aplicada

**Tabla 9: Factor de seguridad estático**

				Tabla 2
Valores orientativos para el factor de seguridad estático $s_o$				
Tipo de funcionamiento	Rodamientos rotativos			Rodamientos estacionarios
	Requisitos en cuanto a funcionamiento no importante	normal	alto	
Suave, sin vibraciones	1	1,5	3	0,8
Normal	1	1,5	3,5	1
Cargas de choque notables	$\geq 2,5$	$\geq 3$	$\geq 4$	$\geq 2$

Fuente: [http://www.skf.com/binary/89-148465/6100\\_ES.pdf](http://www.skf.com/binary/89-148465/6100_ES.pdf)

El aforo de carga dinámica se tiene con la formula a continuación:

$P(N)$  = máxima carga aplicada

$n(RPM)$  = velocidad rotacional de trabajo

$L_{10h}$  = vida nominal de rodamiento TABLA 8 catálogo general SKF

$p$  = exponente de la ecuación de la vida para los rodamientos de bolas, catálogo general SKF. Se asume (3)

$$C = P \left( \frac{60 * n * L_{10h}}{10^6} \right)^{1/p}$$

**Tabla 10:** *vida nominal requerida para diferentes máquinas SKF*

<b>Tabla 8</b>	
<b>Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas</b>	
<b>Clase de máquinas</b>	<b>Vida nominal Horas de funcionamiento</b>
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrífugas	20 000 ... 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Máquinas para la industria de energía eólica, esto incluye el eje principal, la orientación, los engranajes, los rodamientos del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos	60 000 ... 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos	> 100 000

Fuente: <https://app.box.com/s/e741ee52a755d5f37fad/1/255644030/2114832189/1>

### 1.3.5.2 Conductores

Para los motores PAP los conductores que se le acomoda mejor son los que llegan a tener una baja de voltaje esto tiene que llegar a menos del 3%.

Según la caída de voltaje, calcularemos el valor de la sección, por uno de los conductores de resistencia  $R_L$  que es:

$$\Delta V = R_L \cdot i = \rho \cdot \frac{L}{Sec} \cdot i$$

$$Secc = \frac{\rho \cdot L \cdot i}{\Delta V} \text{ (mm}^2\text{)}$$

#### c) FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible realizar un diseño de una maquina CNC para el laboratorio de automatización de la Universidad César Vallejo - Chiclayo?

#### d) JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

##### 1.5.1 Ambiental

La realización de este proyecto tiene que ver con la necesidad de estudiantes de la UCV, ya que muchos de ellos se ven en la obligación de realizar sus grabados en talleres con sus costos muy elevados, demora en el grabado y lo que se quiere es optimizar el proceso de elaboración, minimizando los costos, aumentar la productividad y tratar de hacer un trabajo en un menor tiempo, obteniendo una buena calidad con un excelente acabado.

Estos equipos de grabados a laser se consiguen en el mercado con un presupuesto elevado y no es muy accesible ya que los talleres no cuentan con el monto para poder adquirirla, también los costos de repuestos son muy escasos y altos en caso de cualquier avería, por lo cual se hace difícil de comprar; por esta razón se justifica el diseño y construcción de dicho sistema y así contribuir con las necesidades de muchos alumnos que hacen uso del Laboratorio de Control y Automatización de la Universidad Cesar Vallejo - Chiclayo.

### **1.5.2 Económica**

El diseño de la máquina CNC busca incrementar la investigación sobre detalles y los grabados en madera en menor tiempo, logrando así eficiencia.

### **1.5.1 Social**

El diseño de la CNC permitirá un avance para sus métodos convencionales y/o artesanales aplicando nuevas tecnologías que impulsan al desarrollo tecnológico en las instituciones logrando así que los estudiantes logren y obtengan el conocimiento adecuado del uso ya que existen diseños y modelos cada vez más complicados de grabado y puedan orientar a comunidad universitaria.

### **1.5.2 Técnica**

La CNC controlado por Arduino permitirá en un tiempo más corto de lo que usualmente se necesita para el grabado de madera, este tipo de trabajos a través de las tecnologías que nos ofrecen los hardware y software controlados por una interfaz con los drivers y así lograr una comunicación del hombre con la máquina.

## **e) HIPÓTESIS CARACTERÍSTICAS Y TIPOS**

El diseño de una CNC en el Laboratorio de Control y Automatización para grabados en madera permitirá a los alumnos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica y público en general a inculcar a la investigación y a la formación de grupos de alumnos que se especialicen en el funcionamiento y análisis de la CNC.

## **f) OBJETIVOS**

### **Objetivo principal**

Diseñar una máquina CNC para grabados en madera en el Laboratorio de Control y Automatización de la UCV - Chiclayo

## Objetivos Específicos

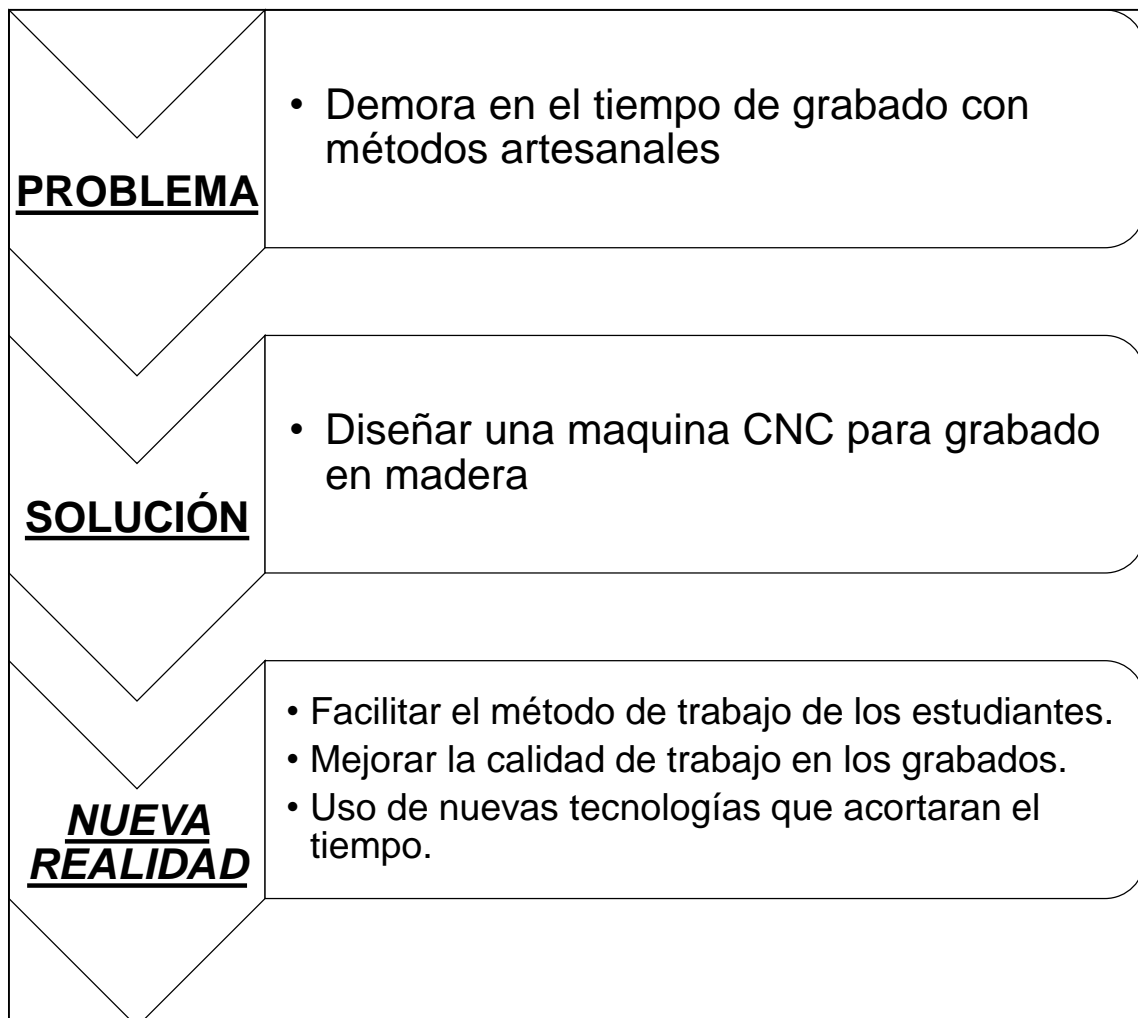
1. Caracterizar los tipos de madera para el mecanizado.
2. Seleccionar los elementos electromecánicos de la CNC para el laboratorio.
3. Elaborar un análisis Costo Beneficio.

## II. MÉTODOS

### 2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### **Analítica descriptiva**

A continuación, se presenta el siguiente esquema



## 2.2 VARIABLES OPERACIONALIZACIÓN

### 2.2.1 Variables Independientes:

<b>VARIABLES Independientes</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Sub Indicadores</b>	<b>Índice</b>	<b>Técnica en recolección de datos</b>	<b>Instrumentos de recolección de información</b>
<b>Propiedades Mecánicas de la madera</b>	Resistencia al grabado	Fuerza	Newton	N	- Análisis de Documentos y datos electrónicos.  - Observación  - Entrevista	- Guía de Observación
			Kilogramo- fuerza	Kg f		
		Área	Área	m <sup>2</sup> ó cm <sup>2</sup>		
<b>Medidas de la madera</b>	Longitud	Largo Ancho Espesor	Milímetros	mm	-Análisis de Documentos  -Observación  -Entrevista	- Guía de observación  - Encuesta



### 2.2.2 Variables Dependientes:

<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>SUB INDICADORES</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>TÉCNICA EN RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>
<b>Diseño electromecánico</b>	Potencia eléctrica	Voltaje	Voltios	V	-Análisis de Documentos	-Guía de observación  -encuesta
		Amperaje	Amperios	A	-Observación  -Entrevista	
	Potencia mecánica	Torque	Newton.Metro	N.m	-Análisis de Documentos	-Guía de observación  -encuesta
		Velocidad Angular	Revoluciones por Minuto	Rpm.	-Observación  -Entrevista	
<b>Diseño electrónico</b>	Posicionamiento (x), (x,y), (x,y,z)	Software	Milímetros	mm	-Análisis de Documentos  -Observación  -Entrevista	-Guía de observación  -encuesta

### **2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA, SELECCIÓN DE UNIDADES DE ANÁLISIS**

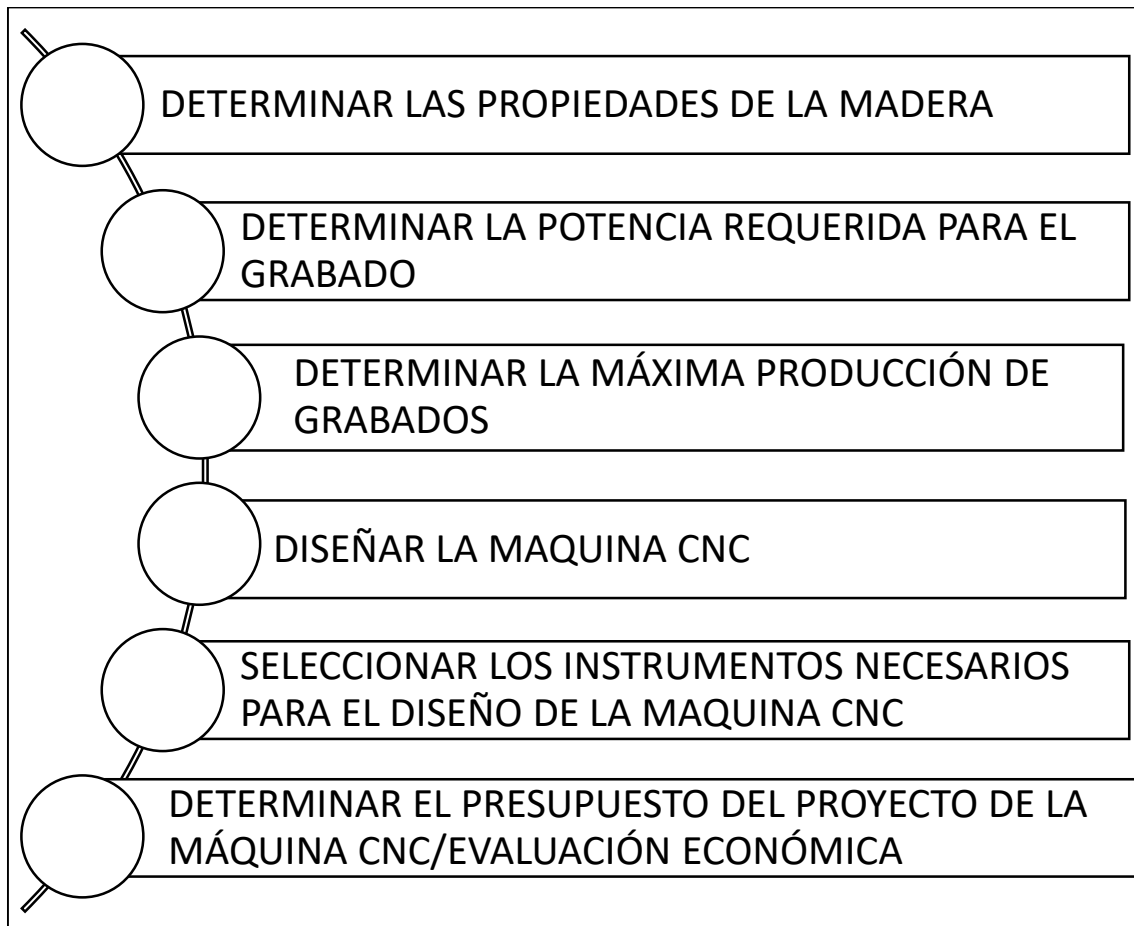
No aplica

### **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

No aplica

#### **2.4.1 Técnicas y recolección de datos**

##### **2.4.1.1 Diagrama de procesos:**



#### **2.4.1.2 Costos:**

En este proyecto tendrá un costo real por ser un proyecto cuasi experimental, debido a que se diseñará el dispositivo planteado, además se realizará un planteamiento de viabilidad haciéndose el cálculo del Costo Beneficio.

Así mismo se considerarán los costos de transporte, alimentación, materiales, herramientas, servicios para lograr el desarrollo del presente proyecto.

Para este proyecto se asume una inversión de 25,000.00 soles.

#### **2.4.1.3 Manual de usuario:**

Se elaborará un manual para el usuario que manipula el dispositivo a fabricar.

- ✓ Pasos para el montaje y desmontaje de la máquina.
- ✓ Descripción de cada una de las partes de la máquina
- ✓ Esquemas eléctricos de la máquina.
- ✓ Modo y uso de la máquina.
- ✓ Plan e Instrucciones de mantenimiento.
- ✓ Restricciones de operación.

#### **2.4.1.4 Normatividad:**

- a) LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611
- b) LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL - LEY N° 28245
- c) REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL-DECRETO SUPREMO N° 008 - 2005 - PCM
- d) LEY DE CREACIÓN, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE-DECRETO LEGISLATIVO N° 1013|
- e) ASMA International
- f) American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- g) American Society of Testing and Materials (ASTM)

- g) American Welding Society (AWS)
- h) American Bearing Manufacturers Association (ABMA)
- i) British Standards Institution (BSI)
- j) Industrial Fasteners Institute (IFI)

## **2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Las metodologías aplicadas son: análisis documental, conciliación de datos, comparación de resultados, todos los datos se han obtenido guías de control, comprensión de gráficos y registro de manuales.

## **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

El desarrollo de la presente investigación se ha realizado con la autorización de la Universidad Cesar Vallejo - Chiclayo respetando los espacios privados y responsabilidad ante la confianza brindada a nuestra persona por la casa de estudios universitarios.

La información contenida en la presente investigación es de fuentes confiables respetando los diferentes derechos de autor, cuidando la salud, el medio ambiente y beneficiando a la casa de estudios y a al público en general.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 CARACTERIZAR LOS TIPOS DE MADERA PARA EL MECANIZADO.**

##### **A) CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA**

La madera es una sustancia de origen vegetal, que se extrae de la corteza de los troncos y ramas de los árboles.

Pertenece a los principales y de mayor utilidad en cuestión de materiales para construir, por sus características naturales:

- Se encuentra en gran abundancia y también se renueva.
- Facilita el trabajo.
- Es liviana (baja densidad).
- Ayuda a aislar temperaturas y ruidos.
- Es atractivo al sentido del tacto y vista.
- Se compone de una fibra y una sustancia que proveen una estabilidad y es un material duro, a su vez es muy útil en varios procedimientos como resina, almidón, taninos, etc.

##### **B) PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA**

Por su composición interna de las fibras que forma parte de la madera al momento de determinar las propiedades mecánicas, tenemos que diferenciar tanto de manera perpendicular y las direcciones paralelas a las fibras. Justo en ese aspecto es que la madera es diferente a otros materiales, la resistencia y la elasticidad de manera paralela es muy elevada que de manera perpendicular.

Los arbustos son buenos resistiendo esfuerzos, a estos van sujeto en su vida, producidos por el viento u otros factores ambientales y/o por su propio peso al crecer. Entre los tipos con mayor relevancia a sus propiedades mecánicas podemos determinarlas en los siguientes.

- **TRACCIONES PARALELAS A LAS FIBRAS:**

La resistencia a la tensión paralela a la fibra es elevada, los valores propios oscilan entre 8 y 18 N/mm<sup>2</sup>.

- **COMPRESIONES PARALELAS A LAS FIBRAS:**

Su resistencia ser comprimida de manera paralela es alta, puede alcanzar un valor propio entre 16 hasta 23 N/mm<sup>2</sup>.

- **FLEXIÓN:**

La resistencia a la flexión es muy elevada comparada con su densidad, sus valores propios varían entre 14 y 30 N/mm<sup>2</sup>.

- **TRACCIONES PERPENDICULARES A LAS FIBRAS**

Esta resistividad a ser tensionada de manera vertical a las fibras es más pequeña y la resistencia a la puede ir desde 30 hasta 70 veces menor que de manera paralela, donde su valor propio es de 0.3 a 0.4 N/mm<sup>2</sup>.

- **COMPRESIONES PERPENDICULARES A LAS FIBRAS:**

Su resistividad a ser presionada de manera perpendicular es muy baja en comparación con la paralela, este valor oscila en 4.3 y 5.7 N/mm<sup>2</sup>.

- **CORTANTE:**

Este módulo genera dureza tangencial que ejerce sobre la fibra de la madera en diferentes partes, en las partes donde se someten a flexión y a cortante, la tensión que interceden es al mismo tiempo la cortadura desplazando a los valores propios y esto puede variar entre 1.7 a 3N/mm<sup>2</sup> en las especies manejadas normalmente.

- **MÓDULO DE ELASTICIDAD:**

El madero, por si forma interna tiene una elasticidad en orientación paralela a sus fibras donde adopta distintos valores según sea compresión o tracción donde su valor variaría ente 7,000 y 12,000 N/mm<sup>2</sup>, esto va a depender de la calidad de la madera

- **MÓDULO DE CORTANTE**

Existe también en la madera un módulo de cortante ligado a los esfuerzos cortantes, su valor es 16 veces menor al módulo de elasticidad paralelo a la fibra.

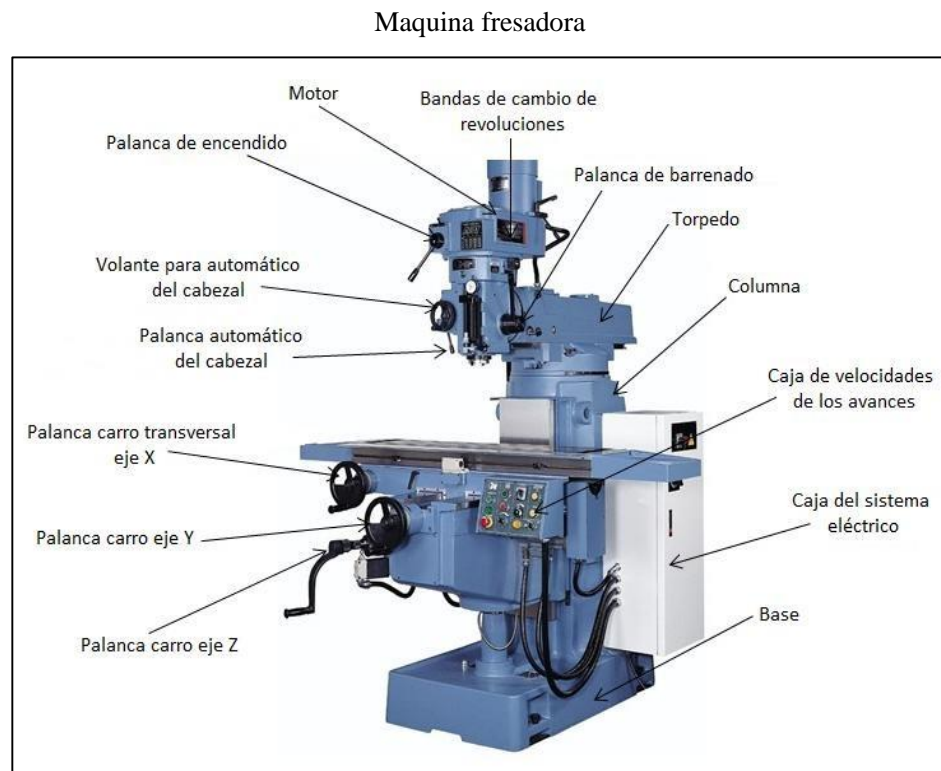
A continuación, mostraremos un cuadro con las propiedades mecánicas de la madera.

PROPIEDADES MECÁNICAS	CEDRO	BALSA	PINO
Densidad media	485 kg/m <sup>3</sup>	-----	-----
Resistencia a flexión estática	750 kg/Cm <sup>2</sup>	190 kg/ Cm <sup>2</sup>	1057 kg/ Cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	91 000 kg/ Cm <sup>2</sup>	26.800 kg/Cm <sup>2</sup>	94.000kg/Cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	420 kg/ Cm <sup>2</sup>	100kg/ Cm <sup>2</sup>	406 kg/ Cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción paralela	1440 kg/ Cm <sup>2</sup>	26kg/ Cm <sup>2</sup>	1020 kg/ Cm <sup>2</sup>

**Tabla 11 propiedades de la madera**

### 3.2 SELECCIONAR LOS ELEMENTOS ELECTROMECA'NICOS DE LA CNC PARA EL LABORATORIO.

Las maquinas fresadoras de control numérico computarizado son muy similares a las fresadoras convencionales ya que estas poseen componentes que se mueven en la plataforma de trabajo, el cabezal de corte, el husillo y los carros de desplazamiento lateral y transversal, algunas no vienen con palancas ni una volante para que accionen las partes en movimiento, sino una pantalla donde va alojada un panel de control y una caja de metal en donde se colocara los elementos electromecánicos y electrónicos que van a regular la funcionalidad de rotores destinados a realizar el mismo trabajo en una maquina convencional.



**figura 14: PARTES DE UNA FRESADORA COMÚN**

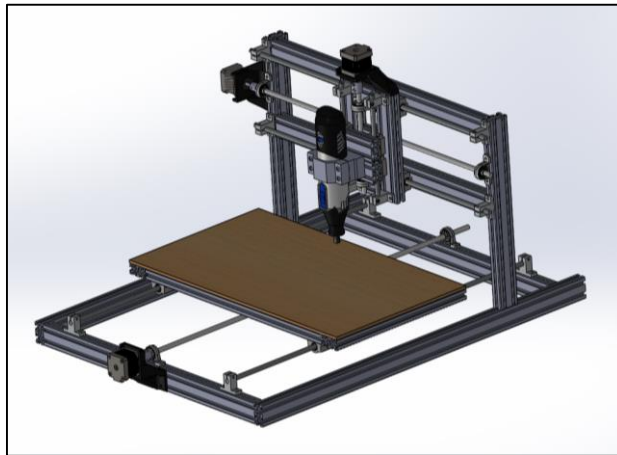


### 3.2.1 Sistema mecánico

Se detallará los principales elementos mecánicos de una CNC, que conforma la estructura y funcionamiento de la misma.

#### A) ESTRUCTURAS PRINCIPALES Y MESA DE TRABAJO

Llamada base, es la estructura fundamental de toda la maquina por lo que cumple ciertas reglas para la seguridad al ejercer movimientos o procesos de manera específica, tiene que ser estable, no muy pesada, pero contar necesariamente con la inercia para que soporte tensiones de varios componentes al estar operando.

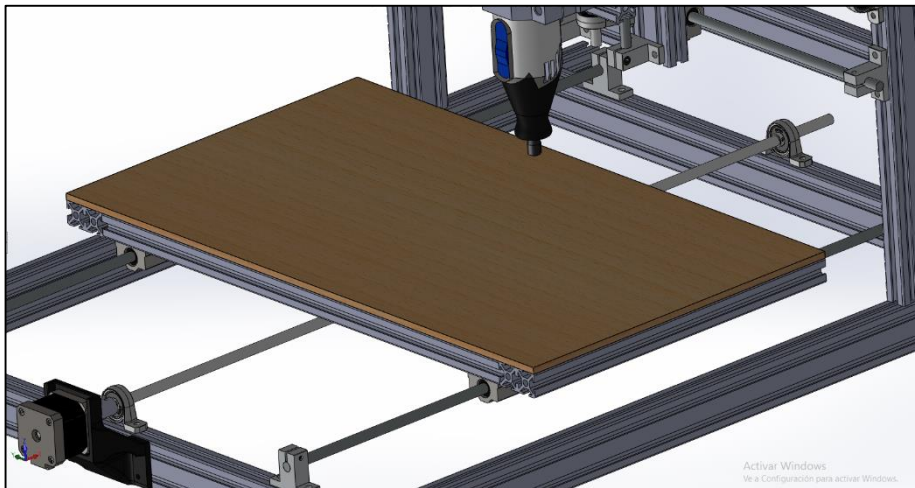


*Figura 15:* Estructura de una cnc

Las mesas de trabajo se delegan colocar la materia al que se le realizara el mecanizado, sus perfiles dependen de las necesidades que soportaría.

Las plataformas muy utilizadas en máquina fresadora son con ranuras puesto que con ayuda de herramientas y tornillos se pueden fijar la materia prima a trabajar de una manera fácil y segura.

**figura 16: MESA DE TRABAJO**



## **B) HUSILLO Y HERRAMIENTA DE CORTE**

Se le llama huesillo al rotor que proporciona la fuerza y velocidad angular a la herramienta que va a cortar y le da la fuerza de giro que necesita para el corte de material con el que se quiere trabajar.

Se puede asignar distintas velocidades determinadas a que cada material es diferente y se comporta distinto al cortarse, ya que el parámetro de velocidad está entre las 60.000 revoluciones por minuto y en ciertos casos entradas analógicas para hacerlas de manera manual.

Herramienta de corte



*Figura 17* DREMEL 4000

Los instrumentos para cortar en nuestra CNC son útiles para el desbaste de material.

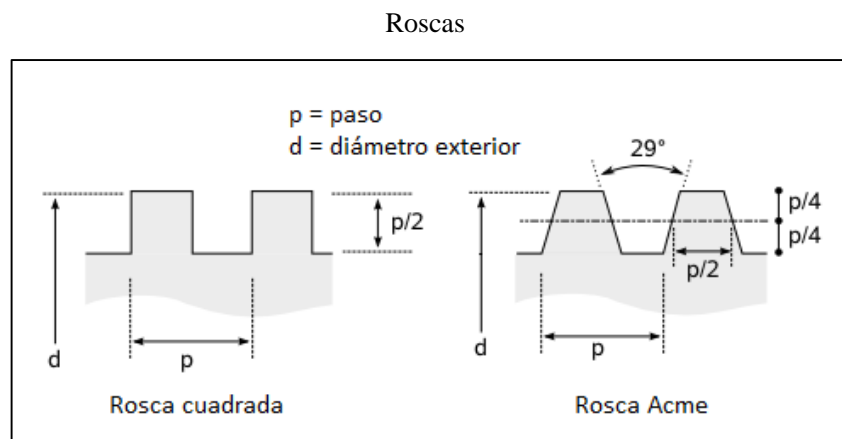
## C) SISTEMA PARA TRANSMITIR POTENCIA

En una maquina fresadora CNC el sistema de transmisión de potencia más utilizado es el de husillos de bolas, piñón y cremallera

### I. TORNILLO DE POTENCIA:

Uno de los principales elementos y tal vez el más útil en una maquina CNC ya que es el encargado de mover a la plataforma en diferentes direcciones trasformando el movimiento rotatorio en un rectilíneo con el fin de transmitir potencia

Este tornillo está sujeto a un elevado rozamiento, por lo que es propenso al desgaste y sobrecalentamiento.



**figura 18: TIPOS DE ROSCAS COMÚN EN UN TORNILLO**

Una rosca en forma de cuadro aporta mucho más rendimiento, pero es recomendable una ACME con 29° de ángulo, este punto es importante por estar bajo norma y tiene excelente ajuste.

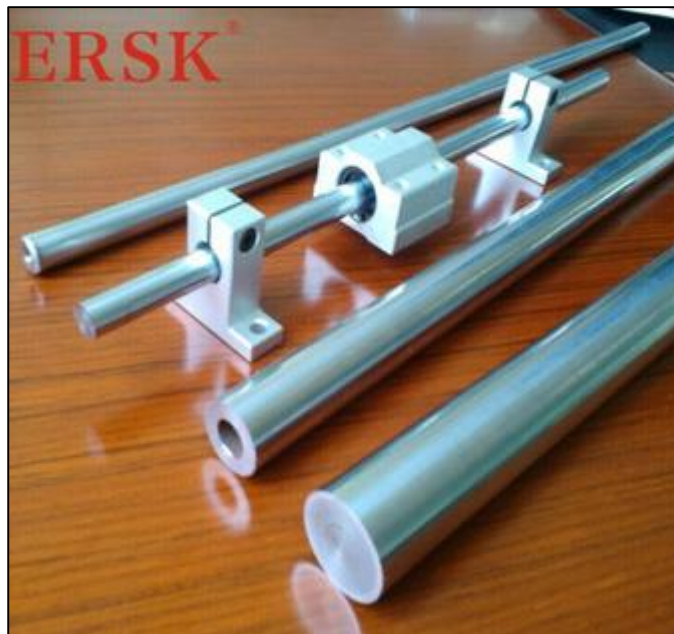
## TORNILLO



*Figura 19: TORNILLOS DE POTENCIA*

### B) Sistemas Guía

En una maquina CNC podemos utilizar unos mecanismos de deslizamiento que aporten estabilidad a la base, reduzca la fricción y en su composición se lo mas liso posible y evite la corrosión para aportar un libre desplazamiento de la base con el tornillo de potencia.



## I. Ejes guías:

Estos ejes de guías son los que a lo largo de su recorrido dan el soporte necesario en donde son colocados, cuentan con un área transversal redonda lo que llega a ser muy resistentes o huecos (tubos), cuando es necesario que la maquina soporte grandes cantidades es donde se utilizan los ejes más resistentes y si tendremos un soporte menor utilizaríamos los ejes hueco los que por su diseño estos puedes soportar menos peso.

Estos ejes por lo general son de acero inoxidable ya que es lo más lizo y resistente posible evitando la corrosión que pueda afectar al eje guía, tienen un movimiento o se desplazan de manera paralela al tornillo de potencia.

Ejes guías



*Figura 20:* SISTEMA DE EJES GUÍAS

## II. Bocines:

Se les puede llamar también pequeños cilindros que son los que facilitan la marcha de las estructuras móviles mediante los ejes de guías, un factor muy importante a considerar es el rozamiento que por lo general es construido de bronce y hierro fundido los cuales son de muy bajo nivel de fricción, también son utilizados algunos metales especiales con una alta resistencia a la temperatura además de ello es necesario que los metales estén siempre lubricados.

Bocines



*Figura 21:* BOCINES DE BRONCE, HIERRO FUNDIDO Y ACERO

## III. Rodamientos lineales:

Son componentes que realizan el movimiento lineal con unos rodamientos que en su interior alojan al eje guía y se desplaza en el eje que uno desee

Estos elementos son los encargados de desplazar a la base de una manera suave y disminuyendo la fricción y el rozamiento, cuenta con unos balines en su interior y se debe programar su mantenimiento para evitar que la corrosión dañe el rodamiento, cuenta Rodamientos



*Figura 22:* RODAMIENTOS LINEALES

#### IV. Sistemas especiales de guiado:

Este sistema utiliza rodamientos especiales el cual hace que se reduzca al mínimo la fricción y hace que el trabajo se eficiente y haga mucho más sencillo el desplazamiento de los demás componentes que ya se encuentran acoplados al mismo, dentro de estos podemos encontrar rodillos los cuales nos permiten la mejor marcha y precisión, además de ello son adaptables para cualquier movimiento de forma lineal.



*Figura 23: GUÍAS ESPECIALES*

#### V. Sistema de sujeción del material base

Este sistema ayudara al que el material se mantenga de manera fija y en la posición correcta, lo que hace que la impresión sea eficiente; una de las ventajas que podemos obtener de este sistema es que gracias a ellos no intervendrán hacer ninguna manipulación en la operación o a algunas partes de la maquina así es como se incrementa la seguridad y el trabajo eficiente.

Los sistemas de fijación más comerciales encontramos la prensa universal, el plato volteador o divisor y las bridas.

### 2.1.1.1.1. Sistema de control

Aquí podemos regular el comportamiento de cada componente electrónico con la finalidad de que cada uno de ellos logre la eficiencia para un buen trabajo.

#### a) Actuadores

Los actuadores son dispositivos que se encargan de dar movimiento al mecanismo según lo programado por las unidades de control.

#### i. Motores paso a paso

Los motores paso a paso son especiales ya que reciben el impulso de corriente y el mismo lo transforma en movimiento exacto del eje es a ese se le llama paso, que dicho impulso lleva a que gire de un lado a otro sentido y así también poder regular la velocidad de giro.

Estos motores son ideales para obtener los movimientos con mucha más precisión.

MOTOR PAP

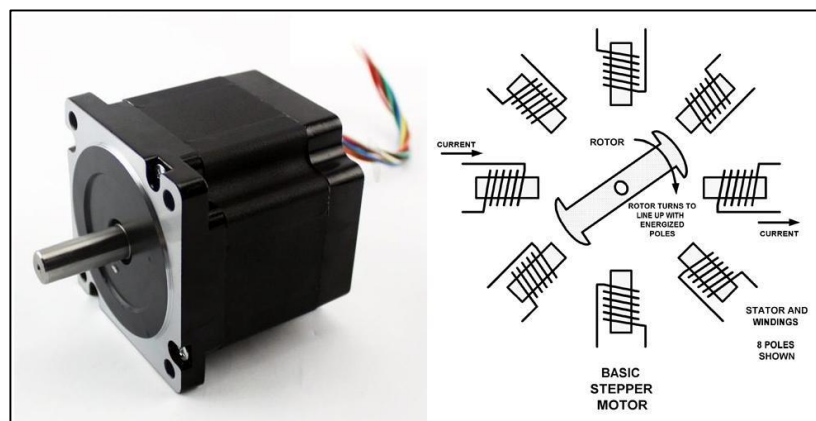


figura 24: : MOTOR PASO A PASO



Como se puede observar en la imagen 39, sobre el rotor están acoplados los imanes fijos y el estator con la cierta cantidad de bobinas excitadoras, la excitación de dichas bobinas es manejada externamente por un controlador.



*Figura 25: PARTES MOTOR PASO A PASO*

b) Tarjetas electrónicas y controladores

i. Fuente de poder:

Llamado también como fuente de alimentación, este es el que se encarga de suministrar la energía necesaria para los equipos que se encuentran conectados a la fuente.

La fuente se encarga de transformar la corriente alterna a una continua para lograr a obtener ello se necesita rectificadores, fusibles y otros componentes que se encargan de recibir la electricidad que permitirá la regularización, filtración y adaptación para los distintos equipos que se encuentren instalados a la fuente.

La clasificación de las fuentes son 2: lineales y conmutadas

1. FUENTES LINEALES: Tienen un diseño simple que llega a ser más complicado cuando la corriente va en aumento al entregar, ya que la regulación de la tensión que tiene es deficiente. Esta fuente está estructurado de la siguiente manera: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida .
2. FUENTES CONMUTADAS: Esta fuente puede llegar a tener igual de potencia que la lineal llegando a ser más pequeña, pero con la eficiencia mayor, su estructura es compleja por lo que está expuesta a tener muchos más problemas. La fuente lineal cuenta con las siguientes partes: rectificador, conmutador, transformador, otro rectificador y salida.

#### FUENTES DE ALIMENTACIÓN



figura 26: FUENTE DE PODER



iii. Driver PaP DRV8825

La placa utiliza el driver DRV8825 que se utiliza para los motores paso a paso bipolares el cual mayormente son manejadas por las CNC y las Impresoras 3D.

Este driver es un pin compatible con el A4988, por lo que puede ser cambiado o reemplazado para su mejor rendimiento. Es usado también de forma ideal con el Shield RAMPS 1.4 y el Shield CNC.

Una de sus limitaciones es la corriente ajustable, protección contra sobre corriente y seis resoluciones diferentes de microstepping (máx. 1/32). Marcha con voltajes entre 8.2 y 45V y su salida llega hasta 1.5A por cada fase sin la necesidad de un disipador, para el mayor consumo de corriente es de hasta 2,2A aquí si se pide utilizar un disipador y un ventilador por aire forzado.

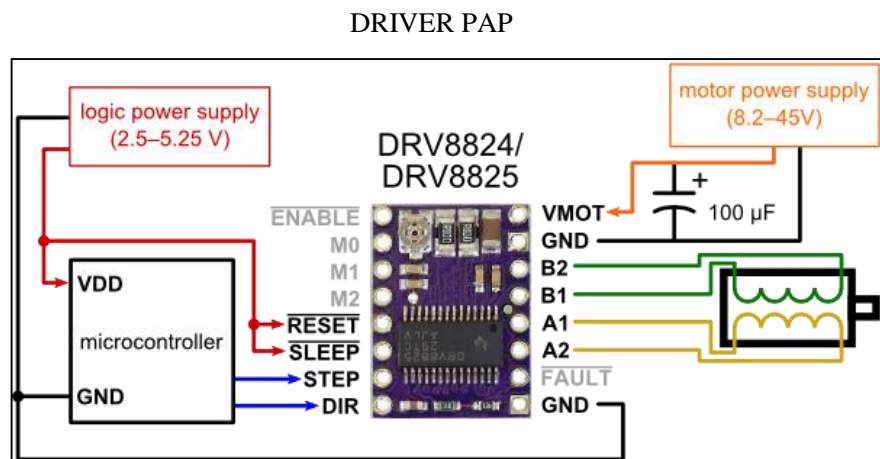


Figura 28: Driver PaP DRV8825

#### iv. Arduino UNO Rev.3

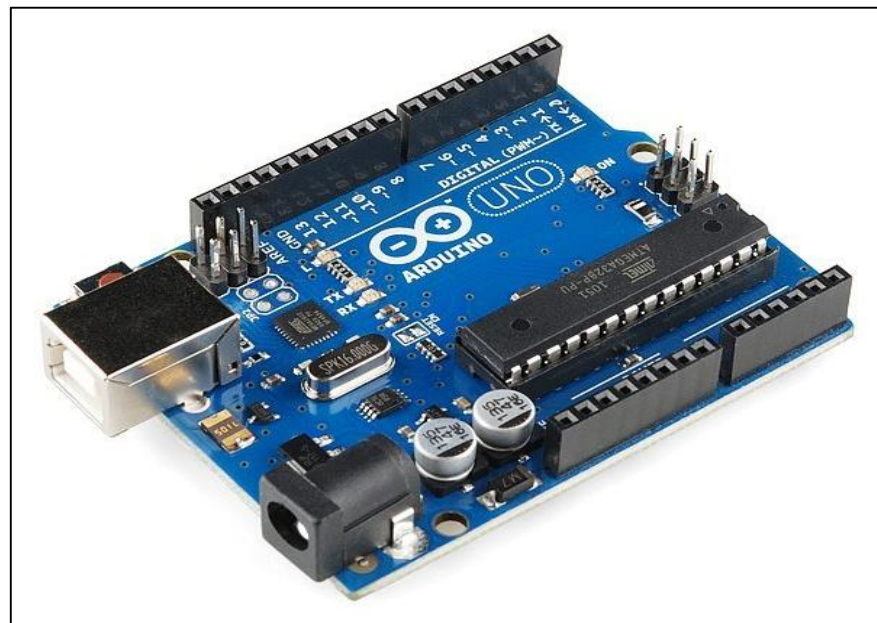
La placa Arduino UNO cuenta con un conector USB para que sea programado, con componentes que pueden ser cambiados fácilmente y un bootloader OptiBoot a 155kbps.

La misma que viene ensamblada al 100% para ser utilizada, el microprocesador con el que cuenta (bootloader) da la facilidad de no requerir de ningún programador externo lo que hace que sea muy sencillo de usarlo.

Cuenta con el nuevo chip Atmega328 de AVR con 32 KB de espacio de memoria de programa en lugar de 16 KB de la anterior versión, RAM de 2KB (antes 1KB) y EEPROM de 1 KB (antes 512 bytes).

La carga de la programación en la placa Arduino es muy veloz ya que el microprocesador esta actualizado a una velocidad de 115,000 baudios.

Arduino



*Figura 29:* Arduino UNO Rev.3

v. Tarjeta de control o controlador:

Este controlador (Driver) es el que permite interactuar con el sistema operacional y así tener una eficiente conexión con el hardware.

El Driver es un intermediario entre los dispositivos y las Software que utiliza el mismo, este se encarga de emitir las ordenes que se le envía desde un dispositivo tecnológico (Laptop o Computadora) con el modelo que ya a cortar la madera y que pueda leer el sistema, la mayoría de los programas que se encargan de ello son genéricos para que sea más fácil el uso y puedan ser leídos de forma más rápida y eficiente por los dispositivos.

Los encargados de programar optan por distintos códigos muy independiente a los que utilizan para el dispositivo que se encargara de accionar.

Las instrucciones generales que digita el programador los toma el driver del dispositivo que después son traducidos por los comandos para el uso correspondiente.

TARJETA DE CONTROL

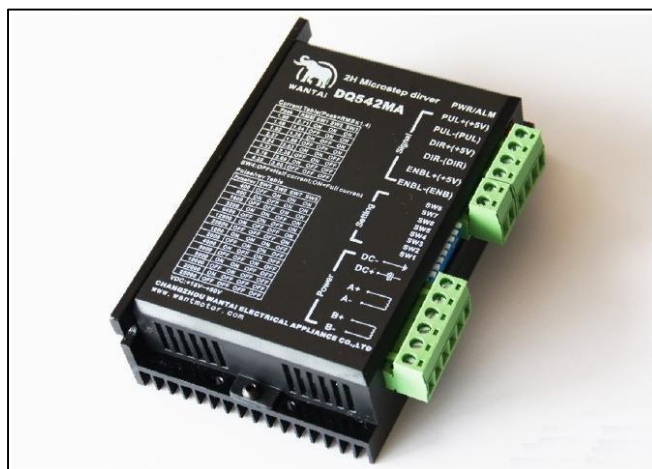


Figura 30: CONTROLADOR O DRIVER

c) Software libre para control

Este Software es libre para así poder tener la libertad de usarlo, copiar, modificar o hacer algún cambio que se desea ya que está libre en la Internet para uso de quien lo necesite.

Esta máquina CNC requiere de dos Software uno para el uso apropiado de la máquina, el otro que realiza el desplazamiento de la herramienta del corte y posteriormente el código G que se obtiene a partir del modelo 3D y por otro lado un Software que proporcione la interfaz de simulación gráfica, para editar e interpretar el código de creación, por último, se tomara el PLC donde ingresara y será controlado por actuadores que se estén utilizando

Software libre

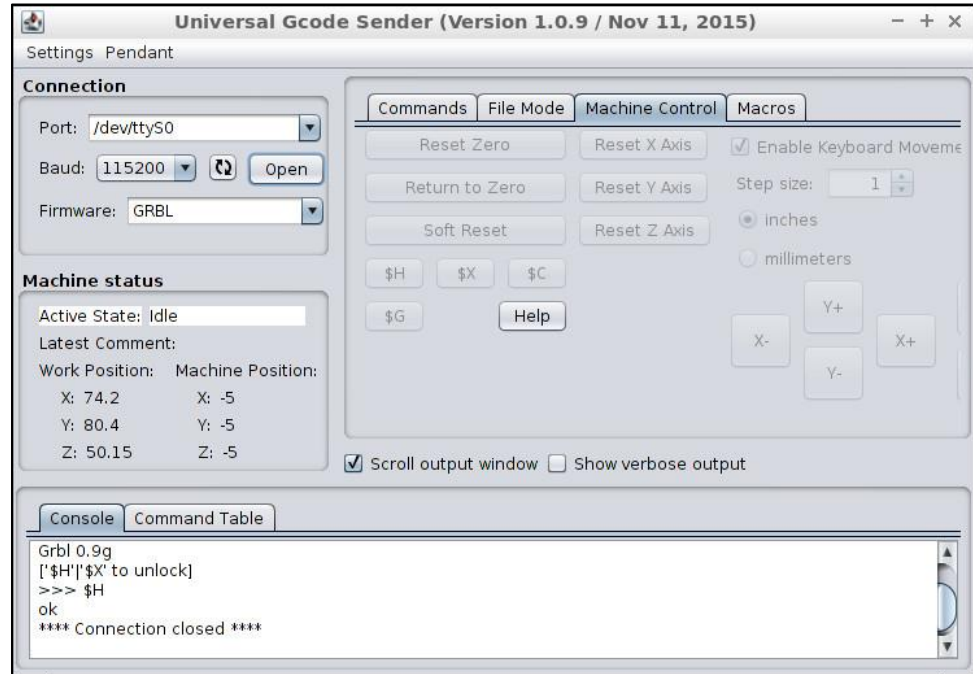


figura 31: Universal Gcode Sender

### 2.1.1.1.2. COSTO BENEFICIO

Aquí hemos tomado en cuenta el cronograma de las actividades que se hará en el transcurso de 7 meses y el presupuesto que llevará realizar el proyecto para posteriormente llevarlo a cabo, en este trabajo no se puede hacer un análisis de Valor Neto Actual y de la Tasa Interna de Retorno ya que la realización del mismo está destinada a fines educativos para el Laboratorio de Control y Automatización de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo.

#### 1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Tabla 01: Cronograma

ACTIVIDADES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Estudio de máquinas herramientas							
Análisis de la electrónica de potencia							
Revisión de fuentes bibliográficas							
Diseño de CNC en software de ingeniería							
Evaluación y selección de componentes y accesorios							
Ensamble y prueba electromecánicas							
Ensayos en plástico							
Procesamiento de datos							
Ensayos en madera							
Procesamiento de datos							
Ensayos en aluminio							
Procesamiento de datos							
Análisis de resultados							
Elaboración de informe técnico							

Fuente: Elaborado por investigadores



## 2. PRESUPUESTO TOTAL

El proyecto asciende a un total de **S/.4214.00**

### 2.1 PRESUPUESTO DETALLADO

**Tabla 2:** Presupuesto Total del Proyecto

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PARCIAL
<b>EQUIPOS</b>				<b>S/.3635.00</b>
ARDUINO UNO	UN	1	S/.50.00	S/. 50.00
Shield CNC-GRBL	UN	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Acople flexible para eje de 5mm a 8mm	UN	3	S/.12.00	S/. 36.00
Rodamiento Lineal con soporte	UN	12	S/.32.00	S/. 384.00
Guía Lineal circular 8mm acero inox	UN	6	S/. 10.00	S/. 60.00
bloque de aluminio para tuerca	UN	3	S/. 25.00	S/. 75.00
Driver PaP Pololu A4988	UN	3	S/.25.00	S/. 75.00
Tornillo de Potencia 300mm 8mm	UN	3	S/. 80.00	S/. 240.00
Tuerca de tornillo de potencia 8mm	UN	3	S/.10.00	S/. 30.00
Soporte guía lineal 8mm	UN	12	S/.10.00	S/. 120.00
Motor Pasos Bipolar Nema17	UN	3	S/. 80.00	S/. 240.00
Fuente 12V	UN	1	S/.45.00	S/. 45.00
Soporte para Dremel	UN	1	S/.40.00	S/. 40.00
Sujetador Cama Fresado	UN	2	S/. 30.00	S/. 60.00
chumaceras M8 KP08	UN	6	S/. 15.00	S/. 90.00
Cables Jumper Hembra-Macho	UN	15	S/.0.50	S/. 7.50
Tornillo madera 40mm	UN	20	S/.0.60	S/. 12.00
Tornillos M4 x 25mm	UN	24	S/.0.40	S/. 9.60
Tornillos M3 x 30mm	UN	12	S/.0.50	S/. 6.00
Dremmel 4000 Mototool	UN	1	S/. 400.00	S/. 400.00
Tabla MDF 40cm x 51 cm / 5.5mm	UN	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Perfil de aluminio 1"x 1" (metros)	UN	8	S/. 10.00	S/. 80.00
Broca de fresado	UN	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Diseño de la CNC	UN	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Electronica y Programacion	UN	1	S/. 500.00	S/. 500.00
Instalacion y Calibracion	UN	1	S/. 500.00	S/. 500.00
Interfaz Grafica	UN	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Imprevistos	UN	1	S/. 100.00	S/. 100.00
<b>MATERIALES E INSUMOS</b>				<b>S/.379.00</b>
PAPEL BOND A4	MILLAR	2	S/. 25.00	S/. 50.00
UTILES DE OFICINA	GLOBAL	1	S/. 100.00	S/. 100.00
DVD	UN	20	S/. 1.20	S/. 24.00

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PARCIAL
MEMORIA USB	UN	1	S/. 35.00	S/. 35.00
Plancha de madera	UN	1	S/.60.00	S/.60.00
Lámina de aluminio	UN	1	S/.80.00	S/.80.00
Lámina de PVC	UN	1	S/.30.00	S/.30.00
<b>VIATICOS</b>				<b>S/. 200.00</b>
MOVILIDAD	GLOBAL	1	S/. 100.00	S/. 100
ALIMENTACION	GLOBAL	1	S/. 100.00	S/. 100
	<b>TOTAL</b>		<b>S/.4214.00</b>	

Fuente: Elaborado por investigadores

### C) DISCUSIÓN

El diseño de la cnc y en una futura construcción donde la finalidad es para grabados en madera nos genera una interrogante ¿Qué hacer con el material particulado de la madera? ¿Se podrá reutilizar sin contaminar el medio ambiente? Puede genera muchas más interrogantes y está en posteriores trabajos de investigación poder reforzar este tema.

### D) CONCLUSIONES

- Mediante la caracterización de la madera y propiedades mecánicas nos dio un panorama de los diferentes tipos de madera y cuál es la que más se aproxima a las necesidades del laboratorio de control y automatización.
- Para poder seleccionar los componentes electromecánicos de la cnc se buscó una plataforma de open source o código abierto para no tener la necesidad de poder adquirir las licencias. A su vez todos los componentes son comerciales y de fácil acceso, así ante algún mantenimiento o reemplazo de algunas partes y/ componentes se puede realizar sin ningún inconveniente de importaciones y /o demoras en aduanas por el ingreso de los mismos
- Se realizó un análisis costo beneficio llegando a concluir que los estudiantes de los cursos de procesos de manufactura, ingeniería de materiales, diseño de

elementos de máquina y diseño de máquinas que llegan a un total de 160 estudiantes aproximadamente serán los más beneficiados ya que potenciarán sus conocimientos teóricos en un ejemplo práctico

### **E) RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que se le pueda incorporar un extractor de air para expulsar el material particulado del trabajo de fresado en madera.
- Las piezas móviles tanto el tornillo de potencia y los rodamientos lineales, hacerles un mantenimiento preventivo después de cada operación con el fin de mantener limpias las partes donde se producen los movimientos.
- Se recomienda el uso de epps (mascarilla y lentes) al momento de realizar el trabajo y así poder evitar algún accidente por desprendimiento de viruta.

## REFERENCIAS

**BENJUMEA Mesa, Maria Susana. 2009.** Propuesta para la Implementación del Sistema "LED" para la iluminación Pública en Antioquia. Medellín : s.n., 2009.

**CASTRO Guaman , Miguel Paul y POSLIGUA Murillo, Norman Christos. 2015.** Diseño de Iluminación con Luminarias tipo LED Basado en el Concepto de Eficiencia Energética y Confort Visual, Implementación de Estructura de Pruebas . guayaquil : s.n., 2015.

**Elías, Carla. 2011.** El arte de la madera, una formación en peligro de extinción. LA CORUÑA : s.n., 2011.

**Luis Felipe Loaiza Ojeda, Geovanny Rigoberto Estrella González. 2012.** Diseño y Construcción de un prototipo de Fresadora CNC para piezas de madera para el A.E.I.R.N.N.R. Loja : s.n., 2012.

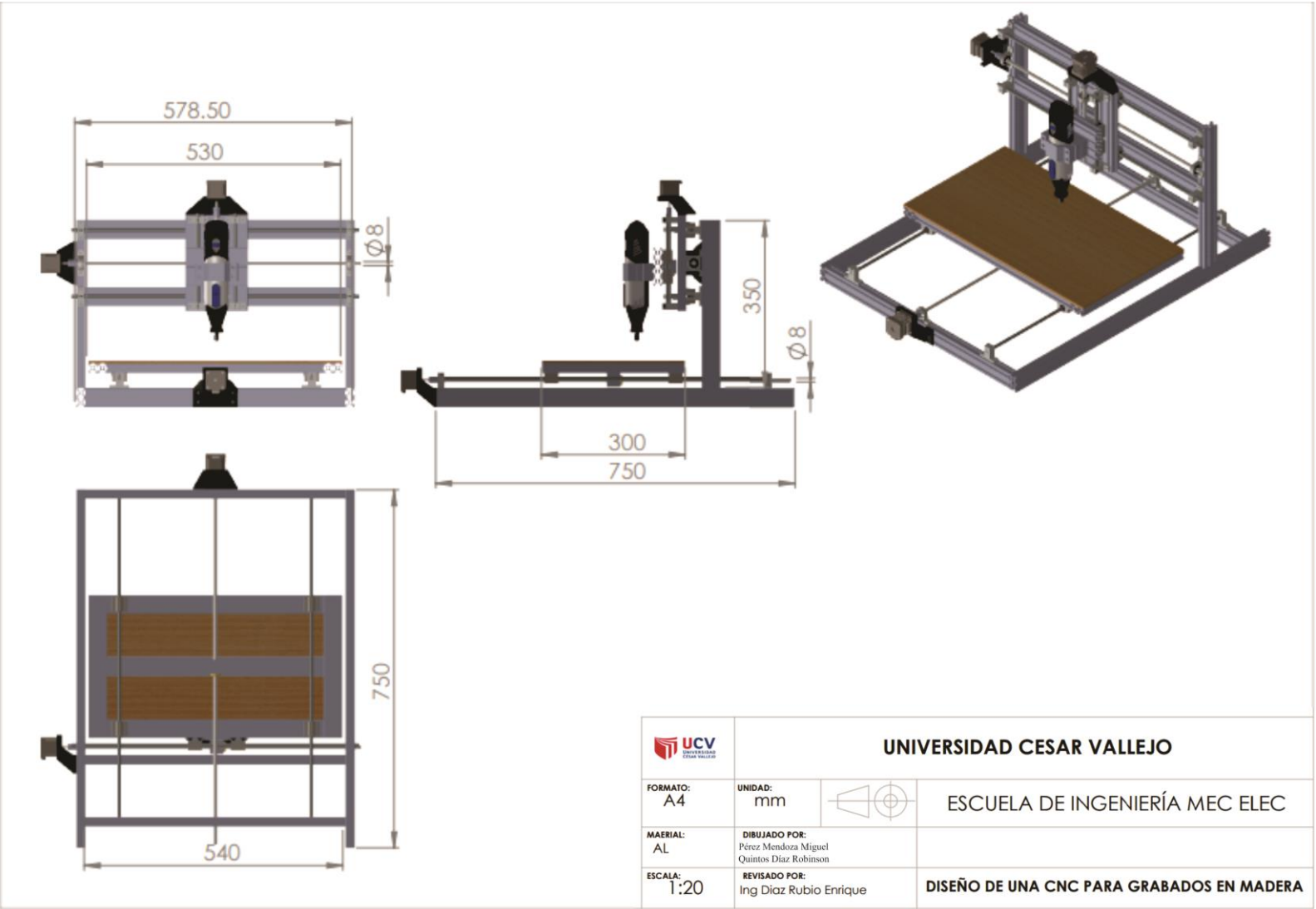
**Steve Alexander Palma Chauca, Rodolfo Christian Jesús Bravo. 2012.** PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN DE MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA OPTIMIZAR LA OPERACIÓN DE CORTES RECTOS EN LA MANUFACTURA DE MUEBLES EN MELAMINA. lima : s.n., 2012.

**Valdés, Tania Salazar Maestri y Lorena Cordero. 2014.** TALLADO EN MADERA DE LINARES,. Linares : s.n., 2014.

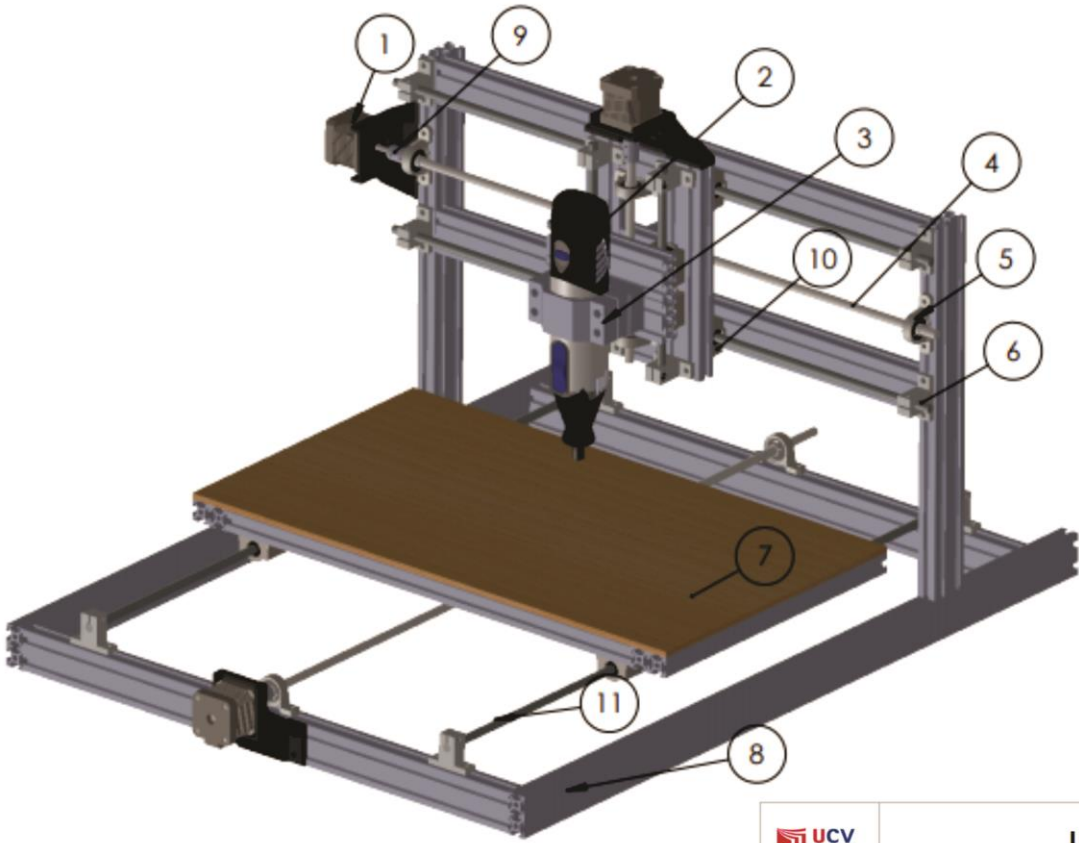
**Vilca, Yesenia Norma Merino. 2016.** Producción artesanal en el Perú. Lima : s.n., 2016.

# ANEXOS

DIMENSIONES DE LA MAQUINA CNC



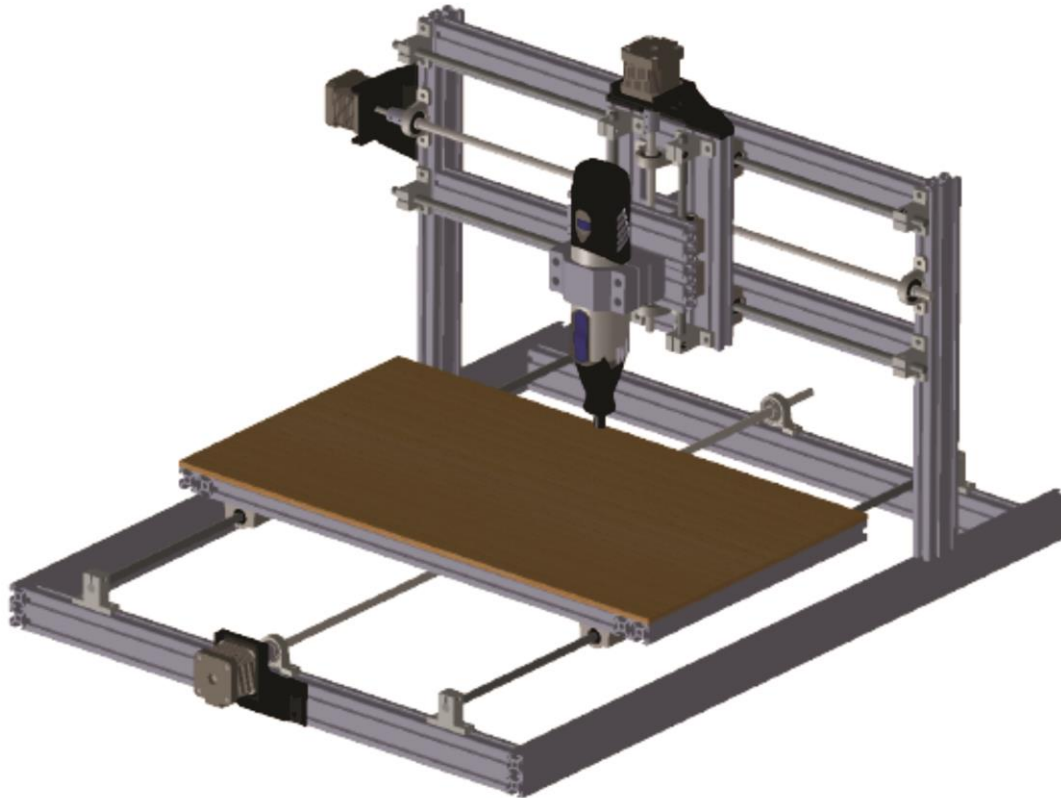
### PARTES DE LA MAQUINA CNC



N°	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	MOTOR DE PASO NEMA 17	03
2	DREMEL 4000	01
3	SOPORTE PARA DREMEL	01
4	TORNILLO DE POTENCIA	03
5	CHUMACERAS	06
6	SOPORTE GUIAS	12
7	PLATAFORMA DE FRESADO	01
8	PERFILES ALUMINIO	16
9	TUERCA DE MOTOR	03
10	RODAMIENTOS LINEALES	12
11	GUIAS DE 8mm	06

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MAERIAL: AL	DIBUJADO POR: Pérez Mendoza Miguel Quintos Diaz Robinson		
ESCALA: 1:20	REVISADO POR: Ing Diaz Rubio Enrique		<b>DISEÑO DE UNA CNC PARA GRABADOS EN MADERA</b>

## MAQUINA CNC



	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		
FORMATO: A4	UNIDAD: mm		ESCUELA DE INGENIERÍA MEC ELEC
MAERIAL: AL	DIBUJADO POR: Pérez Mendoza Miguel Quintos Díaz Robinson		
ESCALA: 1:20	REVISADO POR: Ing Díaz Rubio Enrique	<b>DISEÑO DE UNA CNC PARA GRABADOS EN MADERA</b>	



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN**

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la facultad Ingeniería y Escuela profesional Mecánica Eléctrica de la universidad Cesar Vallejo, filial Chiclayo, revisor(a) del trabajo de investigación titulado:

**“DISEÑO DE UNA MAQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION DE LA UCV-CHICLAYO.”** , del(de la) estudiante (S) Pérez Mendoza Miguel, Quintos Díaz Robinson, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 14 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El / la suscrito (a) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesina cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.


Chiclayo, 10 de Diciembre del 2018



Firma  
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
16728343

Feedback Studio - Google Chrome  
https://ev.turnitin.com/app/carta/en\_us/?s=1&o=1083844235&lang=en\_us&u=1058639544&ro=103

feedback studio | DISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN -- /1000 < 102 of 102 > ?



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TESINA**

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC PARA GRABADOS EN MADERA**  
**EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA**  
**UCV - CHICLAYO**

**AUTOR:**  
PÉREZ MENDOZA MIGUEL  
QUIN TUN DÍAZ ROBINSON

**ASESOR:**  
ING. DÍAZ RUBIO, DECIDERIO ENRIQUE

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS

**Match Overview**

14%

Rank	Source	Percentage
1	www.dspace.espol.edu... <small>Internet Source</small>	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe <small>Internet Source</small>	2%
3	www.naylampmechatr... <small>Internet Source</small>	1%
4	myslide.es <small>Internet Source</small>	1%
5	trabajodehistoriageog... <small>Internet Source</small>	1%
6	aliatron.com <small>Internet Source</small>	<1%
7	ladyitinar.blogspot.com <small>Internet Source</small>	<1%

Page: 1 of 65 | Word Count: 7690 | Text-only Report | High Resolution | On

22:26  
25/02/2019

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Yo Miguel Pérez Mendoza  
identificado con DNI N° 70668993, egresado de la Escuela Profesional de  
ingeniería mecánico eléctrico de la Universidad César Vallejo,  
autorizo  No autorizo  la divulgación y comunicación pública de mi trabajo  
de investigación titulado  
" Diseño de una máquina CNC para grabados en  
madera en el laboratorio de control y automatización  
de la U.C.V. - Chiclayo "  
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo  
estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



FIRMA

DNI: 70668993

FECHA: 25 de Febrero del 2019



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Yo Robinson Quintas Diaz  
identificado con DNI N° 71892290, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo,  
autorizo  , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo  
de investigación titulado  
" Diseño de una máquina CNC para grabados en madera  
en el laboratorio de control y automatización  
de la UCV - Arequipa ";  
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo  
estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 71892290

FECHA: 25 de febrero del 2019



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. Ingeniería Mecánica Eléctrica.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

-Perez Mendoza Miguel

INFORME TITULADO:

El Diseño de una máquina CNC para grabados en madera en el laboratorio de control y automatización de la U.C.V - Chiclayo 77

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Bachiller en ingeniería mecánica eléctrica.

SUSTENTADO EN FECHA: 15-12-2019

NOTA O MENCIÓN: 15



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP: Ingeniería mecánica eléctrica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

INFORME TITULADO: - Ruytos Diaz Robinsan.  
- "Diseño de una máquina CNC. para grabados en madera en el laboratorio de control y automatización de la U.C.V. - CHICLAYO."

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE: Bachiller en ingeniería mecánica eléctrica.

SUSTENTADO EN FECHA: 15 - 12 - 2018

NOTA O MENCIÓN: 15



[Handwritten Signature]

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN