

PLAN DE TRABAJO DE GRADO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CNC DE DOBLE
PROPÓSITO PARA USO ACADÉMICO.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2020**

PLAN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CNC DE DOBLE
PROPÓSITO PARA USO ACADÉMICO

PRESENTADO A: COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO

ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA

FACULTAD: INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS

ELABORADO POR: Hernán Fabian Solano Monsalve
Yonathan Leandro Sandoval Sandoval.

BUCARAMANGA

2020

Contenido

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2	JUSTIFICACIÓN.....	8
3	OBJETIVOS	9
3.1	Objetivo general	9
3.2	Objetivos específicos	9
4	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	10
4.1	Despliegue de la función calidad (QFD).	11
4.1.1	Requerimiento del consumidor.	11
4.1.2	Organización de requerimientos.	12
4.2	MATRIZ CALIDAD	1
4.3	Ponderación de resultados para selección de solución.	1
4.4	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.	2
4.4.1	Alternativa 1.....	2
4.4.2	Alternativa 2.....	6
4.4.3	Alternativa 3.....	9
4.5	EVALUACION DE ALTERNATIVAS.....	1
4.6	ESPECIFICACION DE LA ALTERNATIVA GANADORA.	1
4.6.1	Sistema de transmisión de movimiento por tornillo	1
4.6.2	Tren de traslación con rodamientos lineales.	2
4.6.3	Cambio de herramienta por acoplamiento rápido.....	3
4.6.4	Estructura de la máquina.....	5
4.6.5	Electrónica.....	6
4.6.6	Software.....	8
4.6.7	Diagrama de bloques.	8

5	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA.....	12
6	Gestión del trabajo de grado.....	13
6.1	Identificación de tareas y sub tareas.....	13
6.1.1	Fase de estudio.	13
6.1.2	Fase de diseño.	13
6.1.3	Fase de desarrollo.....	13
6.1.4	Fase de operación y realización de pruebas.	14
6.1.5	Fase elaboración de memorias.	14
6.1.6	Fase de documentación.....	14
7	Diagrama de Gantt.....	1
8	Identificación de recursos necesarios.	1

Ilustración 1 Ruteadora cnc.	7
Ilustración 2 Cortadora laser.	7
Ilustración 3 Estructura en forma de cubo	2
Ilustración 4 Perfil de aluminio OB2020L para CNC	3
Ilustración 5 Montaje de un sistema de transmisión de movimiento por correas para el eje Y	3
Ilustración 6 Montaje de correas en una estructura en cubo	4
Ilustración 7 Rueda dentada para correa de 6 mm GT2.....	4
Ilustración 8 Correa GT2, 2mm pitch x 6mm de ancho.	5
Ilustración 9 Rodamiento lineales.	6
Ilustración 10 Estructura delta.....	7
Ilustración 11 Sistema de transmisión de movimiento, uno de tres ejes.....	8
Ilustración 12 Rodamiento lineal.	8
Ilustración 13 Bosquejo de la forma de la estructura, Prisma Triangular.	9
Ilustración 14 Estructura CNC.....	10
Ilustración 15 Conjunto de tornillo sin fin, tuerca trapezoidal, y tren guía.	10
Ilustración 16 Conjunto de tornillo sin fin, tuerca trapezoidal, y tren guía para ejes verticales.	11
Ilustración 17 Tuerca trapezoidal.	11
Ilustración 18 Variedad de rodamientos lineales.	12
Ilustración 19 Tornillo sin.	1
Ilustración 20 Tuerca trapezoidal, rocada en el tornillo sin fin.	1
Ilustración 21 Acople flexible.....	1
Ilustración 22 Varillas de acero inoxidable.	2
Ilustración 23 Rodamiento lineal, en conjunto de la varilla.	3
Ilustración 24 Rodamiento lineal encamisado.	3
Ilustración 25 Motor para el ruteado.....	4
Ilustración 26 Cabezal de modulo laser de diodo 15 W.....	4
Ilustración 27 Base para motor husillo	5
Ilustración 28 Perfil de aluminio.	6

Ilustración 29 Bosquejo con Detalle de la alternativa, (a) vista frontal, (b) vista superior, (c) vista lateral.	10
Ilustración 30 (a)	10
Ilustración 31(b)	11
Ilustración 32 (c)	11

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente las maquinas cnc son una tecnología de fabricación muy útil, pero a la hora de obtener una maquina tenemos dificultades, ya que no son producidas en Colombia y los costos a la hora de importar son elevados.

En el desarrollo de proyectos educativos o en el desarrollo de prototipos encontramos dos tipos de máquinas cnc, como lo son la CNC laser, y las ruteadora CNC.

La necesidad de llevar los diseños a la realidad de una forma rápida y económica se ve reflejada en la implementación de tecnologías de prototipado rápido como lo son las maquinas CNC, sabiendo que tienen un amplio campo de construcción de piezas, para el área de la biomédica, manufactura, aeromodelismo y una infinidad de campos donde implique diseñar.

Uno de los principales problemas que se tiene con estas máquinas son el espacio que ocupan, ya que estas tienen un espacio un poco considerable. Teniendo en cuenta que la persona que trabaja con este tipo de máquinas suele utilizar los dos tipos de CNC mencionados (CNC laser, ruteadora CNC), y esto los lleva a usar el doble de espacio necesario.

Actualmente una gran variedad de diseñadores e instituciones no cuentan con ninguna de estas máquinas para el prototipado de sus diseños, por su alto costo y tramites de importación, lo que nos lleva al diseñar y construir una maquina cnc multifuncional, que sea de bajo costo y que sea practica y ergonómica.

Ilustración 1 Ruteadora cnc.



Fuente: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-459550665-maquina-cnc-router-pcb-3018-pro-fresas-control-offline- JM>

Ilustración 2 Cortadora laser.



Fuente: https://es.banggood.com/2W-Laser-Engraving-Machine-Mini-CNC-Laser-Engraver-Printer-Wood-Metal-Stone-Cutter-Marking-Machine-with-CD-p-1580133.html?akmClientCountry=CO&&cur_warehouse=CN

2 JUSTIFICACIÓN

Con el fin de contribuir en el área de construcción de prototipos en diferentes áreas de desarrollo. La construcción de una máquina cnc multifuncional que nos ofrece dos métodos de fabricación y una docena de materiales diferentes para el prototipado. Todo en una sola maquina versátil y práctica que podemos tener en el laboratorio, taller, o en un escritorio.

La tecnología de la maquinas cnc nos brinda una facilidad en la construcción de diseños hechos por estudiantes o profesionales en área productiva. Los dos tipos de fabricación que nos ofrece esta máquina son cnc laser, ruteadora cnc.

La cnc laser; estas son máquinas que lleva acabo su función de corte o grabado de un material en forma de lámina por medio de un láser, realizar un corte o grabado con el láser es sencillo es como imprimir una página con una impresora convencional. Nos ofrece una gama de posibilidades de diseños y materiales que son compatibles con este método de fabricación.

La ruteadora cnc; básicamente estas máquinas son similares a la cnc laser, tiene como función el ruteado de materiales como madera, plástico, aluminio, placa pcb para diseño de electrónica, este ruteado la lleva acabo con un pequeño taladro, dotado de una broca fresa de alta precisión.

El factor primordial de este trabajo es diseñar y construir una máquina herramienta multifuncional, con los dos métodos de fabricación anteriormente mencionados. Que sea de gran ayuda en campo de desarrollo construcción de prototipos para estudiantes, diseñadores o profesionales en el área.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Cumplir con la misión de la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander, de contribuir al desarrollo social científico y tecnológico, diseñando y construyendo una maquina CNC multifuncional, la cual cuente con dos métodos de fabricación CNC laser y CNC ruteadora.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño de una maquina CNC multifuncional, con funciones de CNC laser y CNC ruteadora, que cuente con las siguientes características en general:
 1. Una velocidad de trabajo de 70 mm/s, en el X y Y.
 2. Un área de trabajo de 600 mm * 300 mm.
 3. Cambio manual de herramienta para su doble propósito.
 4. Motor paso a paso controlado con shield cnc arduino uno.
 5. Con el software de código abierto grbl.
- Entre las funciones de CNC laser esta debe cumplir con las siguientes características específicas:
 1. Con corte y grabado laser para materiales no reflectivos como mdf, triplex, acrílico, materiales plásticos, placas pcb.
 2. Corte de láminas (de materiales anteriormente mencionados) hasta 5 mm de espesor.
 3. Potencia de trabajo de 15 Watts.
- Las condiciones de trabajo que debe cumplir la CNC ruteadora serán las siguientes:
 1. Capacidad para maquinar maderas, mdf, plasticos, acrílicos, y materiales no metálicos.

2. Un cabezal con potencia de 500 W.
- Llevar a cabo la construcción de una maquina CNC multifuncional diseñada, que cuente con sus funciones de CNC laser y CNC ruteadora.
 - Estructurar un manual de operación e instalación de la máquina para cumplir su función.
 - Calcular y analizar el costo de implementación en una maquina CNC multifuncional, con funciones de CNC laser y CNC ruteadora, implementado un método comparativo entre el diseño y las opciones de mercado.

4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Debido a que en Colombia no se desarrollan maquinas CNC, como ruteadora CNC, y CNC laser, y los costos de importación de una maquina como esta es elevado y el tiempo de espera para obtener esta máquina es considerable, por este motivo nace la necesidad de trabajar en desarrollo de este tipo de máquinas.

Este proyecto va dirigido al diseño y construcción de una maquina CNC, la cual tiene dos métodos de fabricación en una sola máquina, que me brinde la opción de cambio de herramienta de trabajo, por medio de un sistema de acoplamiento rápido y sencillo para una mayor versatilidad.

Teniendo en cuenta las necesidades mencionadas, se desarrolló un estudio de las alternativas que satisfacen este problema, por medio de un despliegue de la función calidad (QFD). El cual se mostrará a continuación.

4.1 Despliegue de la función calidad (QFD).

4.1.1 Requerimiento del consumidor.

Se mostrará a continuación una lista de requerimientos sencillos de la maquina CNC, para satisfacer la necesidad de la persona o institución, que realice la fabricación de prototipos.

- Área de trabajo, 600*300 (mm).
- Fácil mantenimiento.
- Económica.
- Fácil limpieza.
- Segura.
- Multifuncional.
- Versátil.
- Ergonómica.
- Segura.
- Resistente.
- Solida.

4.1.2 Organización de requerimientos.

Aspectos	Ergonómica.
Operación y uso	Resistente, segura, versátil, multifuncional, área de trabajo.
Vida útil	Sólida, fácil limpieza, fácil mantenimiento.

Estos requerimientos deben introducir en QFD junto a las alternativas propuesta para la solución del problema.

4.2 MATRIZ CALIDAD

Requerimientos del cliente		Requerimeintos del producto		Importancia para el usuario		Sistema de transmision de movimiento por correa		Sistema de transmision de movimiento por Tornillo		Estructura en forma de prisma triangular		Estructura en forma de Cubo		Estructura en forma delta		Estructura en madera		Estructura en aluminio		Maquina encabinada		Cambio de herramienta, en forma de revolver		Cambio de herramienta de acoplamiento rapido		Trenes de traslacion de rodamientos lineales		Trenes de traslacion con ruedas para perfiles		
Aspecto	Ergonomia	10	2	20	2	20	5	50	4	40	4	40	5	50	5	50	4	40	1	10	4	40	5	50	4	40	5	50	4	40
Operación y uso	Resistente	7	1	7	5	35	5	35	4	28	2	14	4	28	3	21	2	14	2	14	4	28	4	28	3	21	4	28	3	21
	Segura	8	2	16	4	32	4	32	5	40	3	24	3	24	4	32	5	40	3	24	5	40	4	32	2	16	5	40	4	32
	Versatil	9	1	9	1	9	1	9	1	9	1	9	3	27	4	36	3	27	1	9	5	45	5	45	2	18	5	45	2	18
	Multifuncional	10	1	10	4	40	4	40	4	40	3	30	3	30	4	40	4	40	5	50	5	50	4	40	4	40	4	40	4	40
	Area de trabajo	7	5	35	3	21	5	35	5	35	3	21	3	21	4	28	1	7	1	7	4	28	4	28	5	35	4	28	5	35
Vida util	Solida	4	2	8	5	20	5	20	4	16	2	8	3	12	5	20	2	8	4	16	4	16	4	16	4	16	5	20	4	16
	Facil Mantenimiento	5	3	15	4	20	4	20	4	20	3	15	2	10	4	20	1	5	2	10	4	20	5	25	3	15	5	25	3	15
	Facil limpieza	5	2	10	4	20	4	20	4	20	4	20	2	10	4	20	1	5	2	10	4	20	5	25	3	15	5	25	3	15
Total			130		217		261		248		181		212		267		186		150		287		289		220					

4.3 Ponderación de resultados para selección de solución.

Luego de haber llenado la matriz de calidad QFD, se procede con la ponderación de los resultados obtenidos, para definir los requerimientos de diseño a la de escoger la alternativa ganadora.

Requerimientos	Total	Magnitud	Porcentaje (%)
Sistema de transmision de movimiento por tornillo	217	0.164269493	16.42694928
Estructura en forma de prisma triangular	261	0.197577593	19.75775927
Estructura en aluminio	267	0.202119606	20.21196064
Cambio de herramienta de acoplamiento rapido	287	0.217259652	21.72596518
Trenes de traslacion de rodamientos lineales	289	0.218773656	21.87736563
Total	1321	1	100

4.4 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.

Después de haber obtenido los requerimientos del producto en la matriz de calidad QFD, y los resultados de las ponderaciones, procedemos a proponer las alternativas para la solución del problema.

4.4.1 Alternativa 1.

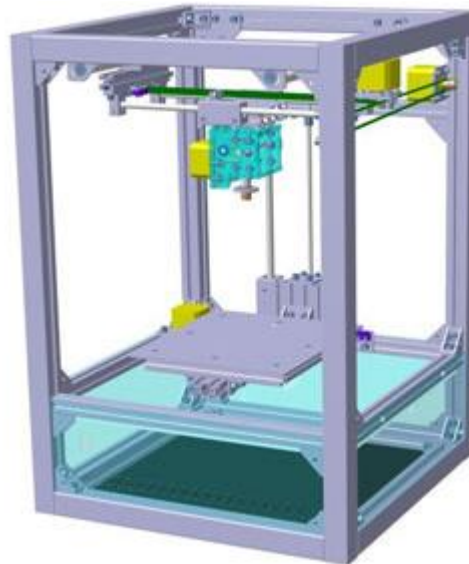
Tipo de estructura: Cubo.

Transmisión de movimiento: Por correas.

Tren de traslación: rodamientos lineales, con varilla circular.

Esta configuración, está conformada por un bastidor en forma de cubo, normalmente esta con construido con perfiles de aluminio anodizado y unido con ángulos de 90°.

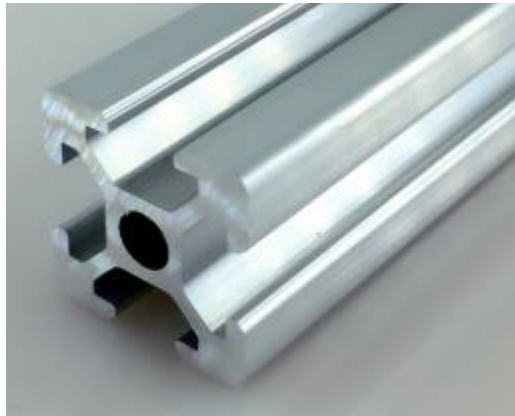
Ilustración 3 Estructura en forma de cubo



Fuente: Brico geek- <https://blog.bricogeek.com/noticias/diy/impresora-3d-de-bothacker-hecha-con-t-slot/>

Para esta alternativa se propone que la estructura sea en barra de extruccion de aluminio anodizado aislados eléctricamente, cuenta con unas dimensiones 20*20 milímetros.

Ilustración 4 Perfil de aluminio OB2020L para CNC



Fuente: I+D electrónica recuperado:

<https://www.didacticaselectronicas.com/index.php/cnc-e-impresoras-3d/estructura/perfil-de-aluminio-ob2020l-para-cnc-ob2020l-6-2020ob-detail>

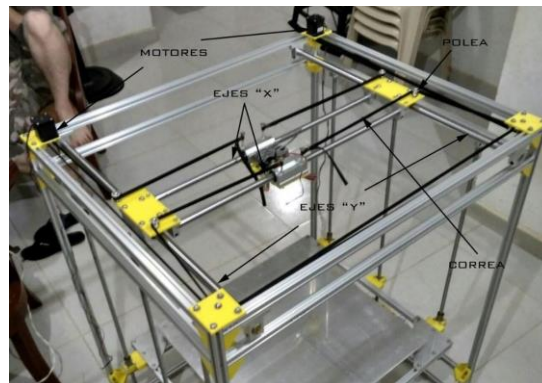
Como sistema de transmisión de movimiento, esta alternativa propone el uso de correas dentadas, la cual recibirá un movimiento circular generado por un motor, por medio de una rueda dentada, para producir movimiento un movimiento lineal, para la traslación en cada uno de los ejes.

Ilustración 5 Montaje de un sistema de transmisión de movimiento por correas para el eje Y



Fuente: <https://www.prometec.net/ksi3-motor-correa-eje-y/>

Ilustración 6 Montaje de correas en una estructura en cubo



Fuente: <https://docplayer.es/86229141-Diseno-y-construccion-de-una-impresora-3d-de-gran-formato-con-tecnologia-de-fabricacion-con-filamento-fundido-fff-tipo-core-xy-basada-en-arduino.html>

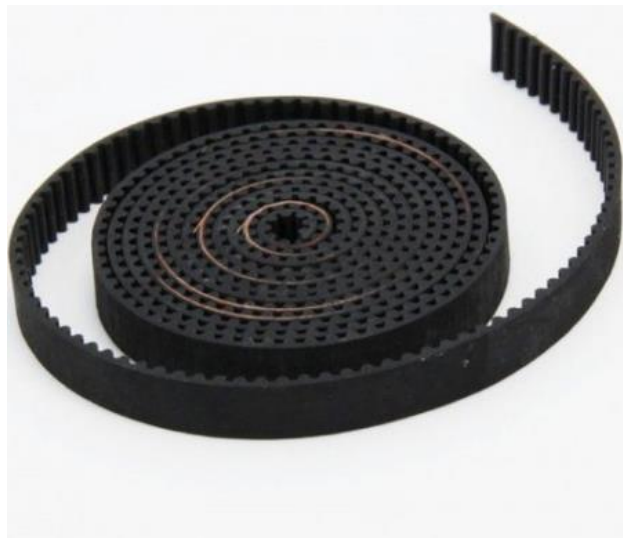
Ruedas dentada tipo idler o sujetadora para correas de 6mm, esta rueda nos facilita el recorrido de la correa y evita que pierda la trayectoria de trabajo, y disminuye el rozamiento.

Ilustración 7 Rueda dentada para correa de 6 mm GT2.



Esta correa está fabricada en goma de neopreno con un núcleo en fibra de vidrio, este sistema da mejor suavidad y precisión en sistemas de posicionamiento lineal. Y cuenta con un amplio catálogo de correas para diferentes aplicaciones.

Ilustración 8 Correa GT2, 2mm pitch x 6mm de ancho.



Fuente: <https://www.bigtronica.com/centro/cnc-3d-partes/poleas-correas/896-correa-gt2-10mm-x-metro-5053212008963.html>

Los rodamientos lineales de esta alternativa, hace parte de una gama amplia de guiado lineal, estos cuentan con una buena relación calidad-precio, son garantizados para aplicaciones de este calibre, ya que cuentan con una larga vida útil.

Existen una gran variedad de dimensiones, lo que nos ofrece comodidad en el diseño y selección de estos.

Ilustración 9 Rodamiento lineales.



Fuente: <https://www.ntn-snr.com/es/rodamientos-lineales-de-bolas>

4.4.2 Alternativa 2.

Tipo de estructura: Delta.

Transmisión de movimiento: por correas

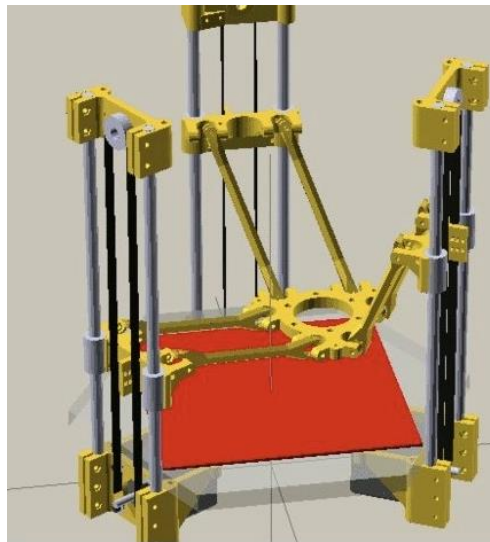
Tren de traslación: rodamientos lineales, con varilla circular.

En esta configuración de estructura llamada delta, es de mayor velocidad de trabajo ya que cuenta con una cama sin movimiento, lo es útil para para hacer trabajo rápido, sin

embarco esta configuración a simple vista es poco resistente para algunos trabajos de ruteado cnc.

La cama de trabajo para esta configuración normalmente es circular lo que limita el área útil de trabajo.

Ilustración 10 Estructura delta.

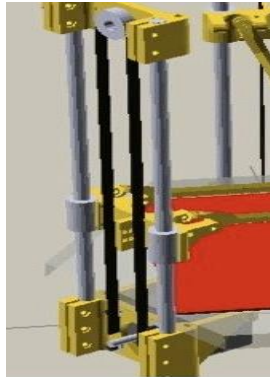


Fuente:

https://fabacademy.org/archives/2013/students/alvarelos.sara/mechanical_design.html

Como sistema de transmisión de movimiento, esta alternativa propone el uso de correas dentadas, la cual recibirá un movimiento circular generado por un motor, por medio de una rueda dentada, para producir movimiento un movimiento lineal, en este caso para genera un movimiento lineal en uno de los ejes los está verticales, se deben mover en conjunto las tres correas a la vez, con un movimiento controlado para cada una de las correas.

Ilustración 11 Sistema de transmisión de movimiento, uno de tres ejes.



Fuente:

https://fabacademy.org/archives/2013/students/alvarelllos.sara/mechanical_design.html

Los rodamientos lineales de esta alternativa, hace parte de una gama amplia de guiado lineal, estos cuentan con una buena relación calidad-precio, son garantizados para aplicaciones de este calibre, ya que cuentan con una larga vida útil.

Existen una gran variedad de dimensiones, lo que nos ofrece comodidad en el diseño y selección de estos.

Ilustración 12 Rodamiento lineal.



Fuente: <https://www.ntn-snr.com/es/rodamientos-lineales-de-bolas>

4.4.3 Alternativa 3

Tipo de estructura: Prisma triangular

Transmisión de movimiento: Tornillo

Tren de traslación: rodamientos lineales, con varilla circular.

Esta alternativa cuenta con una estructura en forma de prisma triangular, la cual nos brinda una mayor estabilidad, con una estructura más sólida, que presenta problemas de pandeo a la hora de exigirle un trabajo fuerte o altas velocidades.

Esta configuración será construida con aluminio anodizado, y su sistema de transmisión de movimiento será en su totalidad por tornillos para los tres ejes X,Y y Z.

Ilustración 13 Bosquejo de la forma de la estructura, Prisma Triangular.

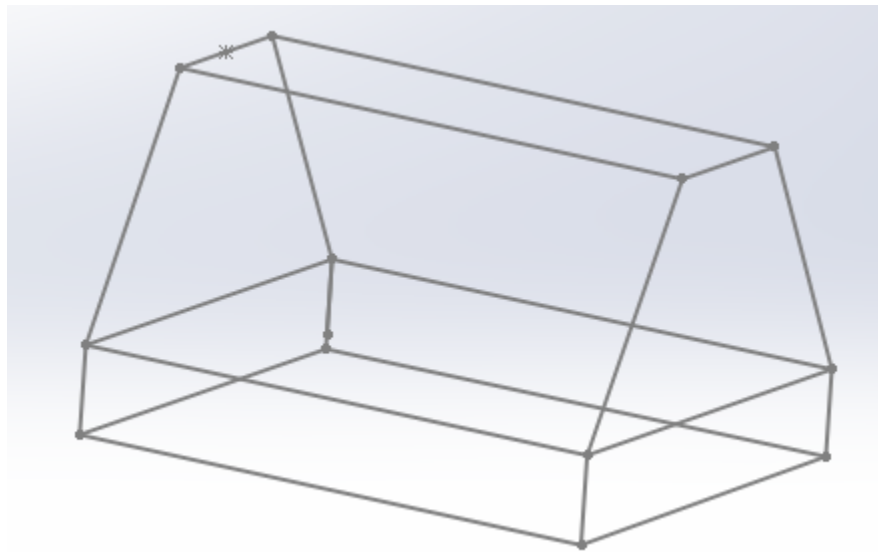
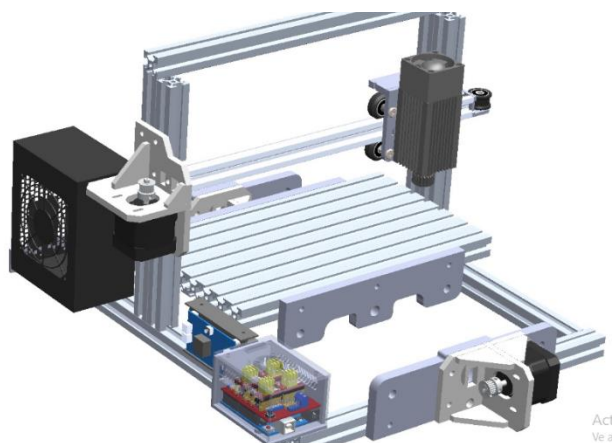
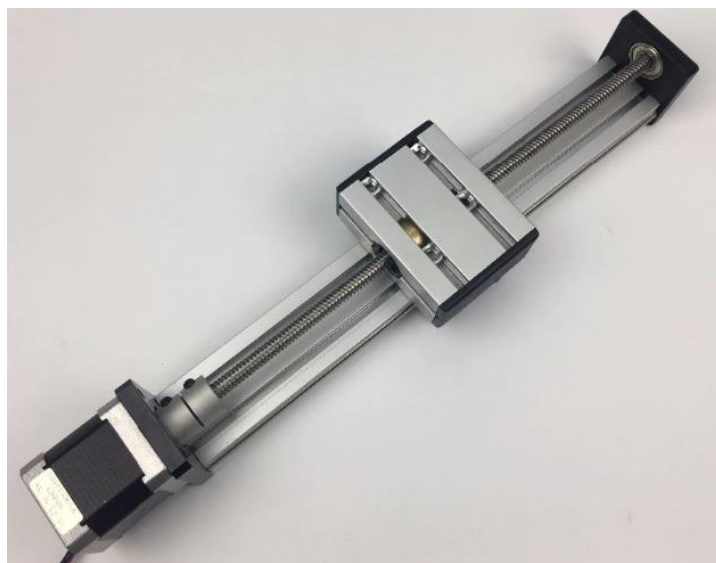


Ilustración 14 Estructura CNC.



El sistema de transmisión de movimiento de esta alternativa, se basa en un tornillo sin fin conectado al motor que genera el movimiento, este movimiento pasa de rotatorio a lineal por medio de una tuerca trapezoidal que se encuentra en el tornillo y esta va sujeta al tren guía del eje que se desee mover como se muestra en la figura.

Ilustración 15 Conjunto de tornillo sin fin, tuerca trapezoidal, y tren guía.



Fuente: <https://sellercheck.ru/b/47722/products>

Ilustración 16 Conjunto de tornillo sin fin, tuerca trapezoidal, y tren guía para ejes verticales.



Fuente: <https://www.ntn-snr.com/es/rodamientos-lineales-de-bolas>

Ilustración 17 Tuerca trapezoidal.



Fuente: <https://www.mactronica.com.co/tuerca-t8-m8-para-varilla-trapezoidal-cobre-impresora-3d>

Los rodamientos lineales de esta alternativa, son los mismos rodamientos usados en las alternativas anteriores, ya estos cuenta con las mejores características que se encuentra en el mercado para este tipo de máquina, los podemos encontrar en una gran variedad de diámetros de 10 mm hasta 50 mm.

Ilustración 18 Variedad de rodamientos lineales.



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/iko-linear-bearings-kb-aj-series-bearings-linear-motion-bearings-685873263.html>

4.5 EVALUACION DE ALTERNATIVAS.

En este punto se procede con evaluación de las alternativas propuestas, teniendo en cuenta los requerimientos obtenidos en la matriz de calidad QFD, va ser seleccionada una alternativa que se ajuste a los requerimientos que necesita el consumidor, como también a los requerimientos ofrecidos por el diseñador.

Criterio de evaluacion		Parametros	PI	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
				Nota	Ponderacion	Nota	Ponderacion	Nota	Ponderacion
Sistema de transmision de movimiento por tornillo	0.164269	Velocidad	0.5	2	0.164269493	10	0.82148	7	0.5749415
		Precision	0.7	6	0.68993187	5	0.575036	8	0.9199064
		Fuerza	0.7	3	0.344965935	3	0.3450216	10	1.149883
Estructura en forma de prisma triangular	0.197578	Seguridad	0.6	5	0.592732778	2	0.2370936	8	0.9483744
		Ergonomia	0.5	7	0.691521575	2	0.197578	8	0.790312
		Estable	0.5	4	0.395155185	1	0.098789	10	0.98789
Estructura en aluminio	0.20212	Rigidez	0.6	6	0.727630583	4	0.485088	10	1.21272
		Resistente	0.5	7	0.707418622	3	0.30318	7	0.70742
		Limpia	0.4	3	0.242543528	2	0.161696	6	0.485088
Cambio de herramienta de acoplamiento rapido	0.21726	Versatil	0.6	7	0.912490537	7	0.912492	9	1.173204
		Facil operaci3n	0.5	5	0.543149129	9	0.97767	8	0.869038607
Trenes de traslacion de rodamientos lineales	0.218774	Silenciosa	0.1	4	0.087509463	2	0.043754731	5	0.109386828
		Mantenible	0.2	7	0.306283119	2	0.087509463	10	0.437547313
Total				6.405601817		5.246388394		10.36571205	

4.6 ESPECIFICACION DE LA ALTERNATIVA GANADORA.

A continuación, se procede con descripción de la alternativa ganadora por medio de cada uno de los subsistemas.

4.6.1 Sistema de transmisión de movimiento por tornillo

Para este sistema se tiene planea, usar un tornillo (figura) sin tuerca trapezoidal, para transmitir el movimiento generado por el motor en cada uno de los tres ejes X, Y y Z, el tornillo va conectado directamente al eje del motor por medio de un acople flexible (figura), en el tornillo va roscada la tuerca trapezoidal (figura) y esta va sujeta al elemento del eje que se desee mover de manera controlada en un movimiento lineal, este movimiento dependerá de la velocidad tornillo, el paso del tornillo, y el número de entrada del tornillo.

Ilustración 19 Tornillo sin.



Fuente: <https://gambinimeccanica.it/prodotti/viti-trapezoidali/>

Ilustración 20 Tuerca trapezoidal, rocada en el tornillo sin fin.



Fuente: <https://gambinimeccanica.it/prodotti/viti-trapezoidali/>

El acople flexible es de mucha utilidad, este elimina vibraciones generadas por altas velocidades de trabajo, y corrige pequeños desalineamientos generados por errores de construcción.

Ilustración 21 Acople flexible.



Fuente: <https://moviltronics.com/tienda/acople-flexible-5x10x25mm/>

4.6.2 Tren de traslación con rodamientos lineales.

Este sistema es el encargado de guiar los movimientos lineales de cada uno de los ejes de la máquina, por medio de rodamiento lineales, montados en varillas circulares de acero inoxidable (figura).

Este rodamiento se encuentra encamisado (figura), dicha camisa es la encargada de sujetar el elemento que se desee mover linealmente en el eje.

Ilustración 22 Varillas de acero inoxidable.



Fuente: <http://inoxcenter.com/ejes-acero-inoxidable/>

Ilustración 24 Rodamiento lineal encamisado.



Ilustración 23 Rodamiento lineal, en conjunto de la varilla.



Fuente: <https://www.schaeffler.com.ar/content.schaeffler.com.br/es/>

4.6.3 Cambio de herramienta por acoplamiento rápido.

Este sistema consiste en una base porta herramienta, esta base se encuentra sujeta a las camisas de los que se encuentran en el eje X de la máquina, la base es la encargada de portar la herramienta de trabajo como lo es para este caso, modulo laser de diodo con una potencia de 15W (figura) y el motor para el ruteado (Figura).

El cambio de herramienta para esta alternativa, será de manera rápida y sin usar herramientas, se planea usar una abrazadera con ajuste por tuerca de mariposa.

Ilustración 25 Motor para el ruteado.

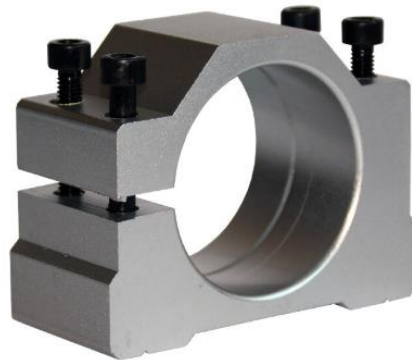


Ilustración 26 Cabezal de modulo laser de diodo 15 W.



Fuente: <https://www.meterk.com/arts-crafts-sewing-3253/>

Ilustración 27 Base para motor husillo .



Fuente: <https://es.aliexpress.com/i/4000438124669.html>

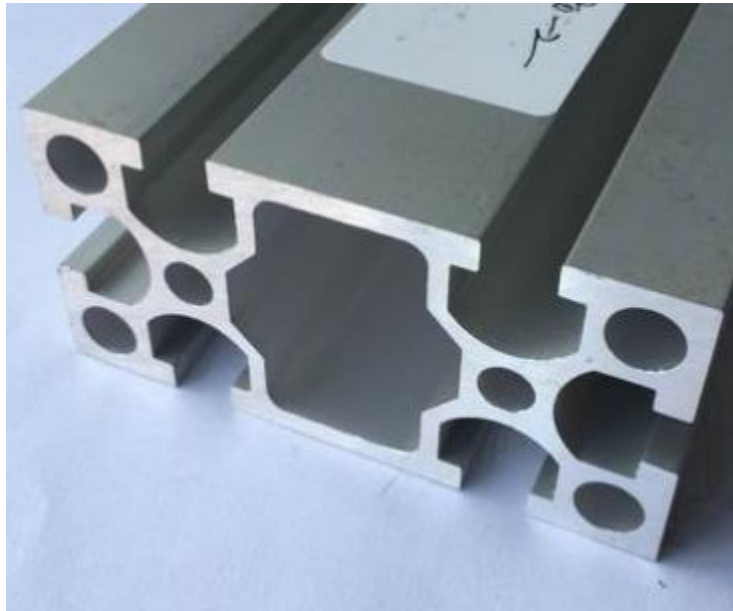
4.6.4 Estructura de la máquina.

El sistema estructural de la máquina, consta de un montaje con perfiles de aluminio unidos en cada uno de los noto ángulos de unión, esta estructura cuenta una forma de primas triangular (figura).

Los perfiles que se planea usar, son de aluminio anodizado (figura), con un perfil de sección transversal que será selecciona según los requerimientos de diseño.

El material de esta alternativa, es un aluminio que ha recibido una oxidación mediante electrolisis controlada, y crea una capa de anodiza que protege el aluminio y aporta algunas ventajas, como una mayor dureza superficial, resistencia a la abrasión y resistencia a la corrosión.

Ilustración 28 Perfil de aluminio.

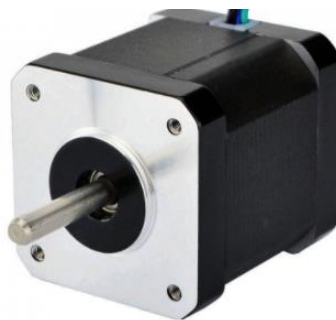


Fuente: <http://otq.chinadfh.net/aluminum-profiles/chinese-6063-aluminum-profiles/40-80-6063-material-chinese-version-anodized.html>

4.6.5 Electrónica.

Motor paso a paso: Este tipo de motor es un dispositivo electromecánico que tiene la capacidad girar grado a grado por medio de una serie de impulsos eléctricos enviado por la tarjeta controladora.

Ilustración 29 Motor paso a paso



Fuente: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Felectronilab.co%2Ftienda%2Fmotor-paso-a-paso-nema-17-68-oz-in-400->

Tarjeta de control:

Arduino uno: El Arduino Uno es una placa de microcontrolador de código abierto basado en el microchip ATmega328P y desarrollado por Arduino.cc. La placa está equipada con conjuntos de pines de E/S digitales y analógicas que pueden conectarse a varias placas de expansión y otros circuitos.

Shield Arduino: Simplemente es una placa complementaria para el arduino uno de circuito impreso que se coloca sobre la placa Arduino y se conecta a ella mediante el acoplamiento de sus pines sin necesidad de alguna otra conexión externa. Su función es de actuar como una placa complementaria, ampliando las capacidades de la placa Arduino Base.

Ilustración 30 Placa shield CNC, acoplada en el arduino uno.



Fuente:<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftienda.bricogeek.com%2Fshields-arduino%2F837-arduino-cnc-shield-v3.html&psig=AOvVaw292rWYfBBBxTfRVoQbRm6H&ust=1607617854718000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCIDuwaqpwe0CFQAAAAAdAAAAABAG>

Drivers A4988: El A4988 es un controlador (drivers) que simplifican el manejo de motores paso a paso desde un autómata o procesador como Arduino.

Ilustración 31 Driver A4988 y DRV8825



Fuente: <https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>

4.6.6 Software.

GRBL: Es un analizador de código g de código abierto, integrado y de alto rendimiento y un controlador de fresado CNC escrito en C optimizado que se ejecutará en un Arduino directo.

4.6.7 Diagrama de bloques.

Ilustración 32 Diagrama de Bloques.

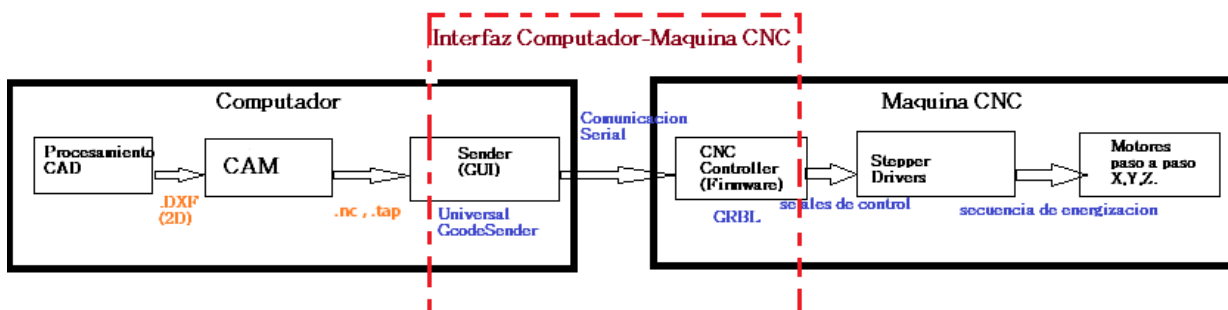


Ilustración 33 Bosquejo con Detalle de la alternativa, (a) vista frontal, (b) vista superior, (c) vista lateral.

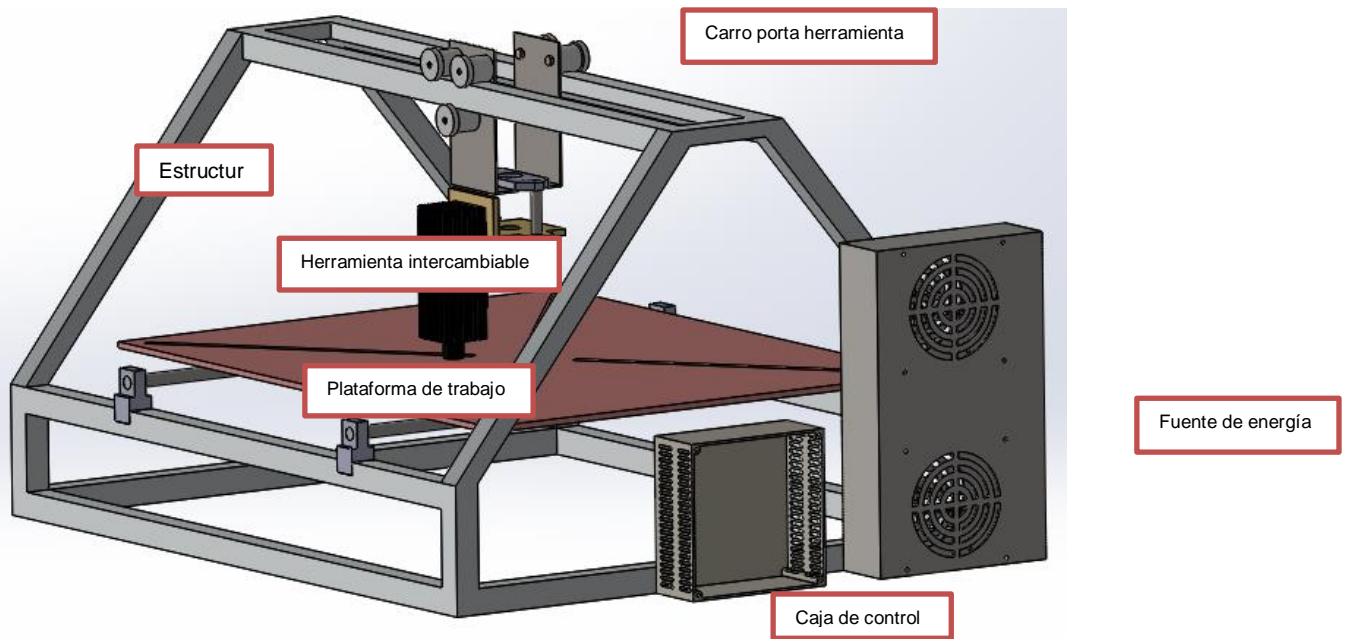


Ilustración 34 (a)

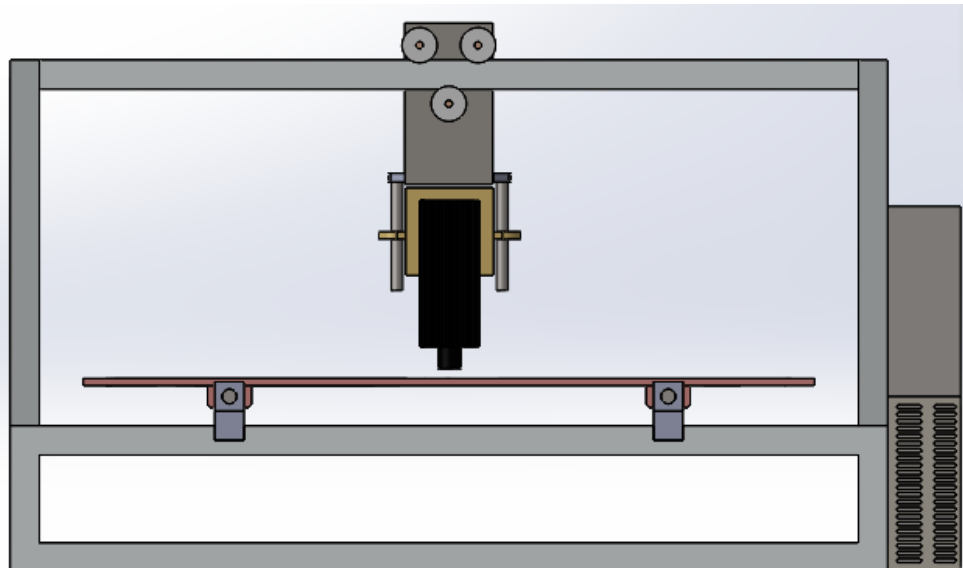


Ilustración 35(b)

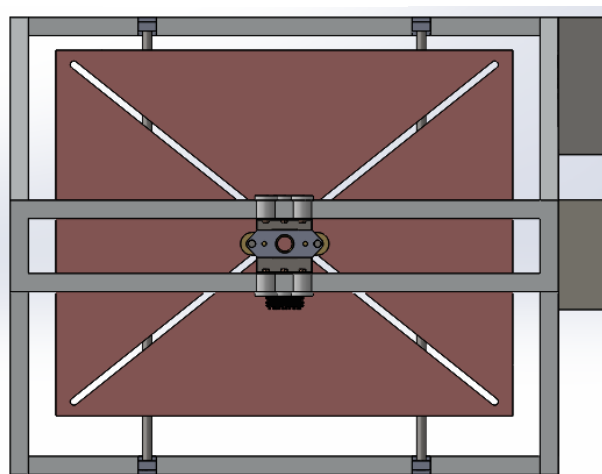
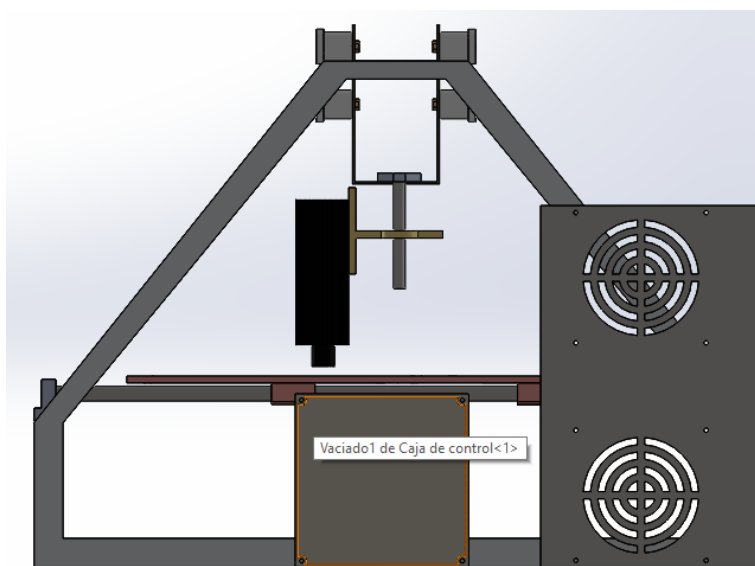


Ilustración 36 (c)



5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOPIADA.

OSORIO RESTREPO, Johan y MEJIA BERMUDEZ, Yurgen Alberto diseño y construcción de una impresora 3d de bajo costo para uso académico. Trabajo de grado. Bucaramanga: Universidad Industrial De Santander. Escuela De Ingeniería Mecánica. En este trabajo de grado citado, se encuentra información metodológica para este tipo de proyectos, cuenta con información útil y citas de texto para consultar.

HAMROCK, Bernard. JACOBSON, Bo. SCHMID, Steven. Elementos de máquinas. México: Pearson Education, 2004.

Este libro contiene información para selección de sistemas de transmisión de movimiento, selección de tornillos de potencia y una gran variedad de elementos mecánicos para tener en cuenta en el diseño.

CARMONA ECHEVERRI, Iván David y OSORIO, Yader Alexis DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RUTEADORA CNC PARA LA ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS DE CIRCUITOS IMPRESOS DE UNA CAPA. Trabajo de grado. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano. Escuela de Ingeniería Electromecánica. Este trabajo citado, cuenta con información del código abierto para el control de los movimientos para una máquina CNC de este calibre.

Arias Delgado, Luis Michael Diseño y fabricación de una máquina CNC de corte Láser multipropósito. Trabajo de grado, Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Escuela de Ingeniería Mecatrónica. Este trabajo citado, cuenta con información de cómo calibrar diferentes componentes electrónicos como driver y motores paso a paso.

Llamas, L. A. (2016). Motores paso a paso con arduino y driver a4988 y drv8825. España: Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/motores-paso-paso-arduino-driver-a4988-drv8825/>

6 Gestión del trabajo de grado.

6.1 Identificación de tareas y sub tareas.

- Identificación y planteamiento del problema.
- Determinación de los recursos necesarios.
- Recopilación de bibliografía y conceptualización.
- Planteamiento de objetivos.
- Justificación del trabajo de grado.
- Estructuración del cronograma de actividades.
- Borrador del plan de trabajo.

Tiempo requerido: 8 semanas

6.1.1 Fase de estudio.

- Análisis de la información recopilada.
- Bosquejos.
- Presentación del plan de trabajo de grado.

Tiempo requerido: 5 semanas

6.1.2 Fase de diseño.

- Diseño de los componentes de la máquina.
- Selección de mecanismos y materiales.
- Configuración de software de control.

Tiempo requerido: 6 semanas

6.1.3 Fase de desarrollo.

- Compra de componentes electrónicos y materiales.
- Fabricación de elementos de la máquina.

- Ensamblaje de la máquina.

Tiempo requerido: 8 semanas

6.1.4 Fase de operación y realización de pruebas.

- Realizar pruebas del funcionamiento de máquina.
- Analizar los resultados obtenidos.
- Conclusiones.

Tiempo requerido: 2 semanas

6.1.5 Fase elaboración de memorias.

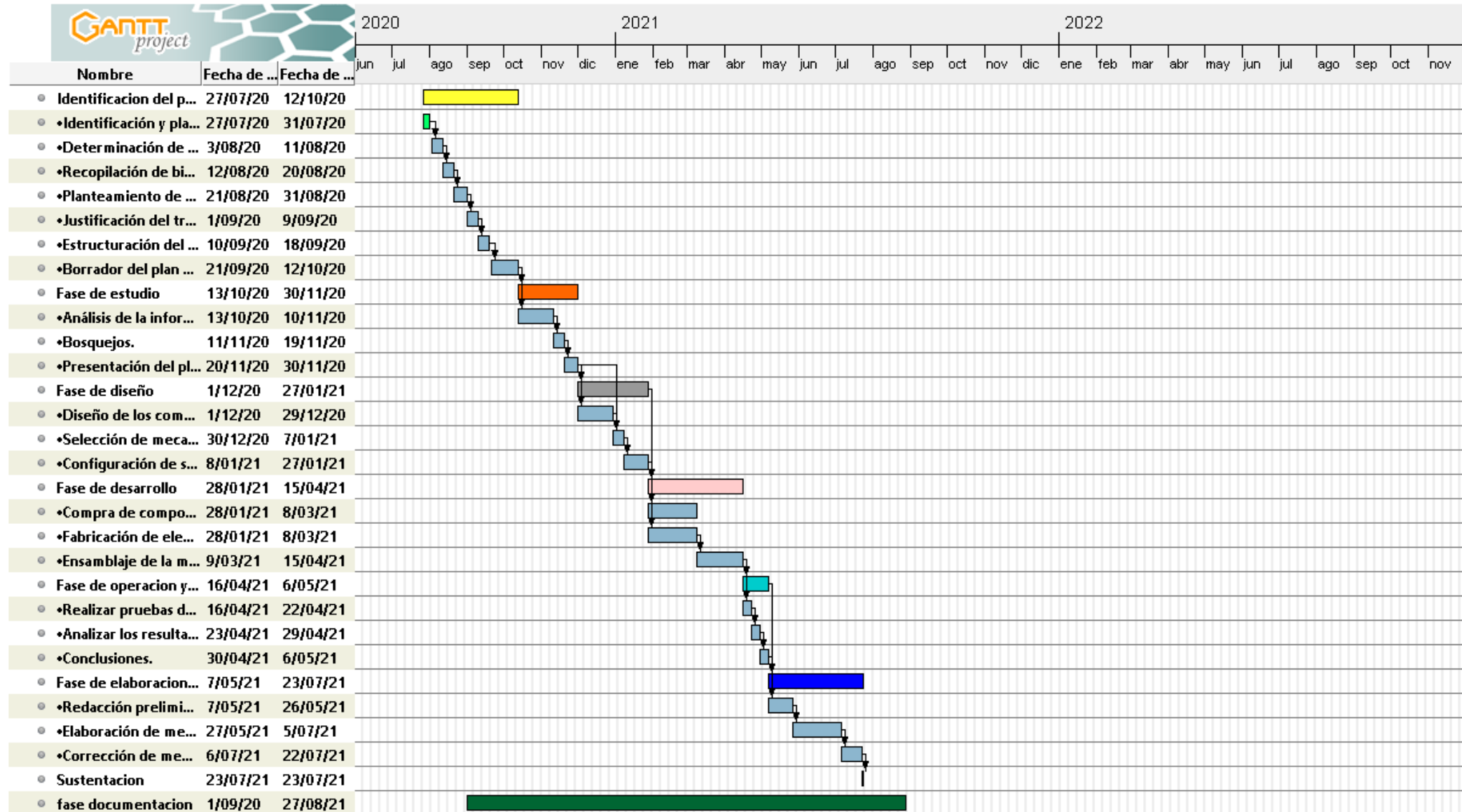
- Redacción preliminar.
- Elaboración de memorias.
- Corrección de memorias.
- Sustentación del proyecto

Tiempo requerido: 8 semanas.

6.1.6 Fase de documentación.

La documentación de proyecta se realizará en transcurso de la elaboración, estudio, diseño y todo el desarrollo del trabajo de grado.

7 Diagrama de Gantt.



8 Identificación de recursos necesarios.

Gastos Generales	Cantidad	Costo unitario	Costo total del elemento
Papelería	1	\$200 000	\$200 000
Costo de asesorías (asumido por la universidad)	1	\$1 000 000	\$1 000 000
Trabajos intelectual	2	\$2 400 000	\$4 800 000
Gastos en desarrollo del proyecto			
Estructura			
Aluminio anodizado 2020 mm	8	\$44000	\$352000
Angulo de unión por nodos.	20	\$2500	\$50000
Tuerca T	30	\$1400	\$42000
tornillos 4 mm	30	\$200	\$6000
Kit de Control			0
Motor paso a paso nema 23	4		0
Driver 4 A	4		0
Tarjeta Arduino	1		0
Cableado	1		0
total del kit de control	1	\$765000	\$765000
Ten de Rodadura.			0
Rodamiento lineales	16	\$11000	\$176000
varilla 12 mm	6	\$30000	\$180000
camisa para rodamiento	16	\$9000	\$144000
Herramienta			0
Laser 15 W	1	\$1145000	\$1145000
Motor husillo	1	\$800000	\$800000
Costo de ensamblaje	1	\$500000	\$500000
Total desarrollo del proyecto			\$4160000
Total			\$10 160 000

8.1 Descripción de financiación de recursos.

Los gastos generales serán asumidos por los autores del proyecto, excepto los costos de asesoría del director que son asumidos la Universidad Industrial De Santander.

Los gastos del desarrollo del proyecto en la etapa de la construcción de la maquina será asumidos por los estudiantes autores del proyecto, y la maquina será dotación del laboratorio de diseño de la Escuela De Ingeniería Mecánica De La Universidad Industrial De Santander.

Bucaramanga, febrero de 2021

Comité de trabajo de grado
Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad Industrial de Santander

Apreciado comité de trabajo de grado, la siguiente carta tiene como objetivo informar nuestro compromiso como autores en la financiación del proyecto "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA CNC DE DOBLE PROPÓSITO PARA USO ACADÉMICO" cuyos autores somos Yonathan Leandro Sandoval Sandoval y Hernán Fabian Solano Monsalve. El proyecto tiene un presupuesto de \$4 360 000 pesos.

Cordialmente,

Hernán Fabian Solano Monsalve.

Hernán Fabian solano Monsalve

Yonathan Sandoval

Yonathan Leandro Sandoval Sandoval