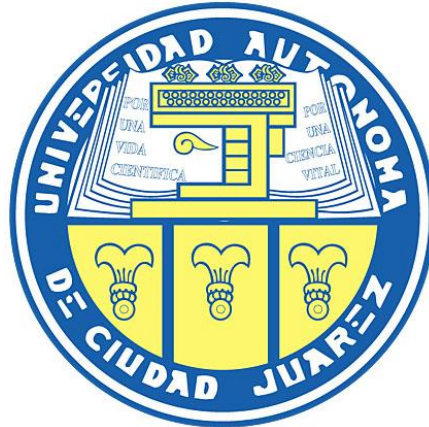


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

INSTITUTO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE MANUFACTURA



Análisis mecánico para la selección de componentes de un sistema de corte CNC de placas de acero

PROYECTO QUE PRESENTA
Alberto Aguirre Calderón

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN MANUFACTURA

BECARIO CONACYT EXPEDIENTE No. 851087

ASESOR
DOCENTE: Javier Molina, Lázaro Rico

Ciudad Juarez, Chihuahua.

18-11-2018

Resumen

El acero, concreto, el petróleo, la energía eléctrica y el intelecto humano, son las principales materias primas para la construcción de cualquier sociedad, por lo que el desarrollo tecnológico de estos representa un gran aporte al desarrollo de la comunidad. La fabricación de estructuras metálicas se puede dividir en dos ramas, la industria de la construcción y la industria en manufactura.

La industria manufacturera, en diversos de sus procesos requiere, recipientes, tolvas, transiciones, tubería, etc. Por lo cual la fabricación de dichos dispositivos toma gran importancia para los siguientes procesos, pero la fabricación de las estructuras a lo largo del tiempo no ha tenido gran desarrollo, debido a que en su mayoría sigue fabricándose manualmente, dejando mucho a criterio del técnico.

Los equipos que facilitan la tarea de fabricación de piezas suelen ser muy costosas, además son ubicadas en talleres alejados de las áreas donde será montada la estructura, aumentando el costo de producción al sumarle la logística y el costo de movimientos. Por lo cual se detecta una oportunidad de mercado al diseñar un equipo que facilite la tarea de un pailero en el proceso en la fabricación de piezas metálicas directamente en campo.

Palabras claves.

Pailera, máquina de corte plasma, estructuras metálicas, soldadura, corte automatizado, soldadura, diseño de tolvas.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivo general:	1
1.2.2 Objetivos Particulares:	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Alcance.....	2
1.5 Cronograma	3
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Introducción.....	3
2.1 Metodología y herramientas de diseño.	3
2.1.1 Marketing.	4
2.1.2 Herramientas de diseño de producto.	4
2.2 Componentes utilizados en transmisiones lineales.	8
2.3 Modelos matemáticos	13
2.4 Herramientas computacionales empleadas.....	19
3. METODOLOGÍA	20
3.1 Marketing	20
3.2 Análisis QFD	23
3.3 Aplicación de la Técnica de la Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ). ..	27
3.4 Análisis funcional. Diagrama de caja gris y descomposición funcional.....	28
3.5 Aplicación de técnicas de creatividad. Generación de conceptos (mapeo: función» concepto).	31
3.6 Procedimiento de evaluación y selección de conceptos.....	34
3.7 Diseño a nivel sistema.....	37
3.8 Selección de materiales y procesos de manufactura.	43
3.9 Selección de técnicas de producción	46
3.10 Conclusión de metodología: Generación de concepto global dominante.....	46
4. RESULTADOS.	47
4.1 Diseño de eje Z (soporte de antorcha)	47
4.2 Análisis CAE de una viga de aluminio (soporte de transmisión Y)	52
4.3 Selección de componentes en la transmisión eje X y eje Y	53

4.4	Evaluación del producto en cuanto a cumplimiento de funciones y desempeño. .	55
4.5	Evaluación del producto en cuanto a fabricabilidad, ensamblabilidad y costos (DfM y DfA).....	55
4.6	Ensamblabilidad del producto	57
4.7	Evaluación del producto en cuanto a Impacto ambiental (DfE).....	58
4.8	Análisis Modal de falla.	59
4.9	Revisión final del proceso de diseño detallado y transmisión efectiva del producto. 60	
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
	Bibliografía.....	63

Listado de tablas

Tabla 1-1. Cronograma de actividades	3
Tabla 2-1. Propiedades de tornillos metricos	15
Tabla 2-2, Dimensiones de tornillos rosca ACME	16
Tabla 2-3. Catalogo SKF guias lineales	16
Tabla 2-4. Catalogo de motores a paso SureStep	17
Tabla 2-5. Catalogo SKF Rodamientos axiales de bolas	17
Tabla 3-1. Especificaciones VMADECNC (https://spanish.alibaba.com/product-detail/carbon-steel-300w-aluminum-fiber-laser-metal-cutting-machine-60637821567.html)	21
Tabla 3-2. Especificaciones Santo laser (https://spanish.alibaba.com/product-detail/energy-saving-plasma-metal-fiber-laser-cutting-machine-price-for-sale-with-factory-price-60426058391.html)4	22
Tabla 3-3. Especificaciones TRIUMPH (https://spanish.alibaba.com/product-detail/shenzhen-triumph-metal-cutting-stainless-steel-300w-500w-fiber-laser-cutting-machine-price-60487641276.html).....	22
Tabla 3-4. Especificaciones XTLASER (https://spanish.alibaba.com/product-detail/fiber-carbon-mild-stainless-steel-metal-cnc-laser-cutting-machine-price-with-5-years-warranty-60213684180.html)	23
Tabla 3-5. Analisis Benchmarking	23
Tabla 3-6. Analisis de competencia vs requerimientos del cliente.....	25
Tabla 3-7. Analisis de correlaciones entre requerimientos de ingenieria	26
Tabla 3-8. Correlación requerimientos del cliente vs Especificaciones de ingeniería	27
Tabla 3-9. Análisis TRIZ	28
Tabla 3-10. Combinacion de conceptos	33
Tabla 3-11. Evaluación de factibilidad	34
Tabla 3-12. Evaluación de diseño y procesabilidad	35
Tabla 3-13. Matriz de decisión de PUGH	35
Tabla 3-14. Requerimientos funcionales vs dominio físico	37
Tabla 3-15. Espesores de placa de acero (http://acerobsv.com/placa.html).....	39
Tabla 3-16. Especificaciones de equipos de oxicorte	40
Tabla 3-17. Especificaciones Equipos de plasma.....	41
Tabla 3-18. Matriz Correlación Requerimientos del cliente vs Requerimientos funcionales.....	42
Tabla 3-19.1.1.1 Matriz de decisión para la selección de la base.	43
Tabla 3-20. Matriz de decisión de Pugh para la selección de sistema de transmisión.	44
Tabla 3-21. Matriz de decisión de Pugh para la selección de guías lineales	44
Tabla 3-22.1.1.1 Matriz de decisión de pugh para la selección de motor	45
Tabla 3-23. Selección de técnicas de producción.....	46
Tabla 4-1. Cumplimiento necesidades del cliente	55
Tabla 4-2. Costos materia prima.....	56
Tabla 4-3. Costos operacionales	56
Tabla 4-4. Indicador impacto ambiental de las materias primas	59
Tabla 4-5. Indicador impacto ambiental de los procesos de fabricación	59
Tabla 4-6. Indicador impacto ambiental de elementos adicionales	59
Tabla 4-7. Análisis modal de Falla Cortadora CNC.....	60

□ **Listado de ilustraciones**

Ilustración 2-1. Estructura del QFD.....	5
Ilustración 2-2. Esquema Matriz TRIZ.....	5
Ilustración 2-3Estructura caja gris.....	6
Ilustración 2-4Diagrama secuencial diseño nivel sistema.....	7
Ilustración 2-5.Dominios del diseño axiomático.....	8
Ilustración 2-6.. Equipo de oxicorte.....	9
Ilustración 2-7. Equipo de corte plasma.....	9
Ilustración 2-8. Aluminio extruido.....	10
Ilustración 2-9. Transmisión lineal por banda.....	10
Ilustración 2-10. Guías lineales.....	11
Ilustración 2-11. Servomotores.....	12
Ilustración 2-12. Motores a pasos.....	12
Ilustración 2-13. Interfaz Solidworks.....	19
Ilustración 2-14. Catálogo online McMaster-carr.....	20
Ilustración 3-1. Estructura General de QFD.....	24
Ilustración 3-2. Modelo Caja gris.....	29
Ilustración 3-3. Diagrama de funciones.....	30
Ilustración 3-4. Depuración de funciones Caja gris.....	30
Ilustración 3-5. Diagrama de descomposición funcional.....	30
Ilustración 3-6. Diagrama Tormenta de ideas.....	31
Ilustración 3-7. Dominio Funcional.....	32
Ilustración 3-8. Dominio físico.....	32
Ilustración 3-9. Árbol de Clasificación de conceptos.....	33
Ilustración 3-10. Proceso de evaluación de conceptos.....	34
Ilustración 3-11. Representación gráfica concepto global dominante.....	36
Ilustración 3-12. Diagrama interacciones fundamentales.....	38
Ilustración 3-13. Diagrama de interacción incidentales.....	42
Ilustración 4-1. Sistema tipo pantógrafo con 3 grados de libertad.....	47
Ilustración 4-2. Peso de componentes eje Z.....	48
Ilustración 4-3. Herramienta propiedades físicas solidworks.....	49
Ilustración 4-4. Plano de cople STP-MTRA-SC-1412.....	51
Ilustración 4-5. Base en chapa metálica extendida.....	57
Ilustración 4-6. Ensamble mecánico por tornillos.....	57
Ilustración 4-7. Cremallera estándar.....	58
Ilustración 4-8. Ciclo de vida del producto.....	58
Ilustración 4-9. Ciclo de diseño de producto.....	61

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han producido grandes avances en el transporte industrial, influenciado por las nuevas tecnologías y el desarrollo de nuevas herramientas informáticas, como consecuencia de programación en el mundo del diseño se ha logrado la creación de sistemas más eficientes y controlados. De esta forma, se puede analizar el comportamiento que tendrán los elementos antes de su fabricación, detectando cualquier anomalía en su funcionamiento, corrigiéndolo y evitando así que estos problemas aparezcan en fases más avanzadas del proceso, donde sería mucho más difíciles y costosos de solucionar. Por ello, hoy en día, se elaboran programas informáticos dedicados al estudio y análisis de los elementos que intervienen en cualquier proceso industrial.

1.1 Planteamiento del problema.

Frente a otros sistemas, como por ejemplo el concreto, la madera o sistemas a base de polímeros, las estructuras metálicas tienen mayor impacto, debido a su versatilidad, facilidad de trabajo capacidad de soportar condiciones adversas, por lo cual, se requieren herramientas que faciliten la trabajabilidad en los procesos de pailería y conformado.

“Actualmente se cuenta con la tecnología de máquinas de corte CNC, pero son costosas y además de que son ancladas al suelo, esto quiere decir que únicamente se puede trabajar en un taller, por lo cual el diseño de una cortadora ligera pero resistente, con la capacidad de ser transportada será el enfoque en este proyecto”.

1.2 Objetivos

La mayoría de las PYMES enfocadas a las soluciones en la metalmecánica no cuentan con la capacidad económica para comprar equipo sofisticados debido a los altos costos, la infraestructura instalada que los equipos requieren para operar, o por el desconocimiento de la existencia. Debido a esto sus operaciones tienen a ser muy rudimentarias.

Actualmente los equipos para cortar acero más conocidos son el oxiacorte y el plasma, cabe resaltar que todo trabajo en caliente representa una actividad de riesgo, lo que conlleva a la automatización de este proceso, eliminando la condición humano-maquina.

Otro punto clave es que cada pieza a fabricar representa un reto que es resuelto según la experiencia, habilidad, ingenio del operario, lo cual en algunos casos representa un mal aprovechamiento de la placa de acero teniendo mermas, por el hecho de no saber aprovechar en su totalidad la materia prima.

1.2.1 Objetivo general:

Realizar los cálculos, modelos matemáticos y un prototipo digital que garantice el funcionamiento del nuevo producto creado, que satisfaga las necesidades del cliente en cuestión de: funcionalidad, manufactura, costo, seguridad y que sea un producto de bajo impacto ambiental.

1.2.2 Objetivos Particulares:

- Realizar un prototipo que pueda competir con los principales productores de sistemas de corte de placas de acero.
- Ofrecer a los futuros clientes ventajas tales como:
 - bajos peso
 - bajo costo
 - la capacidad de transportar el equipo a las áreas de trabajo.

1.3 Justificación

La mayoría de las PYMES enfocadas a las soluciones en la metalmecánica no cuentan con la capacidad económica para comprar equipo sofisticados debido a los altos costos, la infraestructura instalada que los equipos requieren para operar, o por el desconocimiento de la existencia. Debido a esto sus operaciones tienen a ser muy rudimentarias.

Actualmente los equipos para cortar acero más conocidos son el oxicorte y el plasma, cabe resaltar que todo trabajo en caliente representa una actividad de riesgo, lo que conlleva a la automatización de este proceso, eliminando la condición humano-maquina.

Otro punto clave es que cada pieza a fabricar representa un reto que es resuelto según la experiencia, habilidad, ingenio del operario, lo cual en algunos casos representa un mal aprovechamiento de la placa de acero, esto conlleva a gran ineficiencia de insumos.

Por último el diseño de una maquina aporta gran experiencia profesional a la formación de un maestro en manufactura, debido a la aplicación de diversas metodologías CAE, CAD y CAM.

1.4 Alcance

Se plantea realizar los cálculos y la selección de materiales, que llevaran a un prototipo digital, cada proceso se sustentara con bibliografía, la cual dará validez a los procesos de selección de los componentes apropiados para el sistema de corte de placas de acero. caracterización, determinar parámetros, establecer o modificar un modelo, realizar pruebas y/o validaciones, implementación, establecer o realizar pruebas, etc.

1.5 Cronograma

Para desarrollar nuestro prototipo utilizaremos la técnica llamada “Diseño detallado de producto”, por lo cual detallamos varias tareas, y las distribuimos en el siguiente cronograma de actividades.

Tabla 1-1. Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Delimitar requerimientos del cliente	■																			
Análisis económico (benchmarking)		■	■																	
Seleccionar especificaciones de ingeniería				■	■	■	■	■												
Análisis de funcional (selección de un concepto global dominante)							■	■	■	■	■	■								
Generación de arquitectura de producto (modelamientos matemáticos)													■	■	■	■				
Evaluación del sistema																	■	■	■	■

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Introducción

La metodología para realizar el diseño de nuestro producto es el proceso de diseño detallado de producto, el cual se centra en 6 puntos principales, delimitar los requerimientos del cliente, evaluar a la competencia, seleccionar parámetros de diseño, seleccionar un concepto global que delimita nuestro producto, seleccionar componentes y generar un prototipo, y el último es evaluar nuestro sistema.

La metodología será respaldada por conocimientos técnicos de ingeniería, con lo cual comprobaremos que el proceso de selección de componentes fue el apropiado.

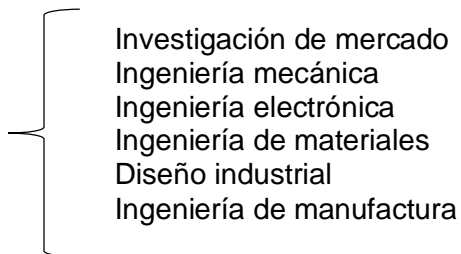
2.1 Metodología y herramientas de diseño.

El desarrollo de productos es una actividad interdisciplinaria que requiere de contribuciones de áreas. Existen tres funciones principales

➤ Marketing

➤ Diseño

➤ Manufactura



2.1.1 Marketing.

Se define marketing como: el proceso de planificación y ejecución del concepto, precio, promoción y distribución de ideas, bienes y servicios para crear intercambios que satisfagan objetivos individuales y colectivos, también se relaciona a entendimientos técnicos, pues se hace recaerá énfasis sobre las herramientas básicas susceptibles de ser aplicadas por los responsables de realizar el estudio. (Tirado, 2013)

2.1.1.1 Benchmarking.

Según Robert C. Camp (2002) el benchmarking es en primer lugar un proceso de establecimiento de metas, pero también contempla un valor motivacional significativo, pues cuando es implementado de manera integrada en las responsabilidades, en los procesos y el sistema de premiación de las organizaciones, habilita e incita a buscar metas realistas y a efectuar cambios en practicas existentes que, de lo contrario, tendrían que ser impuestas. El benchmarking es un desafío que lleva a los individuos y sectores, de manera productiva y planificada, a concentrarse en aquello que genere un desempeño superior (Camp, 1993)

2.1.2 Herramientas de diseño de producto.

2.1.2.1 La Casa de la calidad (QFD)

QFD es un proceso que asegura que los deseos y las necesidades de los clientes sean traducidas en características técnicas. Estas características son manejadas por la compañía mediante la función del diseño, o mejor aún, a través de un equipo multifuncional que incluye ventas, marketing, Ingeniería de diseño, Ingeniería de manufactura y operaciones. El principal objetivo de las funciones realizadas es centrar el producto o servicio en la satisfacción de los requerimientos del cliente. QFD es una valiosa herramienta que puede ser utilizada por toda la compañía. Su flexibilidad y adaptabilidad permite un buen desempeño en las industrias manufactureras y de servicios. QFD utiliza un método gráfico en el que se expresan relaciones entre deseos de los clientes y las características del diseño. Es una matriz que enlista las necesidades de los clientes QUE's o " atributos" comparándolas con las "características de diseño" COMO's (ICIM, 18).



Ilustración 2-1. Estructura del QFD

2.1.2.2 Metodología TRIZ para la creatividad e innovación.

TRIZ (pronunciado TREEZ) es el acrónimo ruso de la Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva. Este enfoque algorítmico probado para resolver problemas técnicos se inició en 1946 cuando el ingeniero ruso y científico Genrikh Altshuller revisó cerca de 200.000 patentes, clasificándolas por su principio inventivo. A partir de su estudio, Genrikh fue capaz de identificar una serie de pasos necesarios, presentes en la mayoría de invenciones, que podían aplicarse a cualquier nueva invención que se intentará acometer. Es decir, descubrió que la evolución de un sistema técnico no es un proceso aleatorio, sino que se rige por ciertas leyes objetivas; pudiendo utilizarse estas leyes para desarrollar conscientemente un sistema a lo largo del camino de su evolución técnica mediante la determinación y aplicación de las innovaciones. (AMCA, 2013)

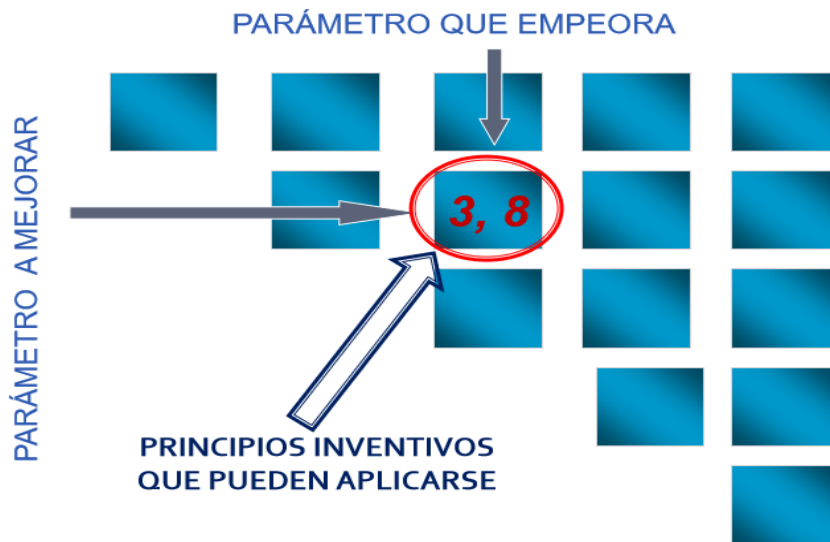


Ilustración 2-2. Esquema Matriz TRIZ

2.1.2.3 Análisis funcional, diagrama de la caja gris y descomposición

funcional

El análisis funcional es aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. En otras palabras, de una caja negra nos interesará su forma de interactuar con el medio que le rodea (en ocasiones, otros elementos que también podrían ser cajas negras) entendiendo qué es lo que hace, pero sin dar importancia a cómo lo hace. Por tanto, de una caja negra deben estar muy bien definidas sus entradas y salidas, es decir, su interfaz; en cambio, no se precisa definir ni conocer los detalles internos de su funcionamiento.

Funciones ⇒ expresan **QUÉ** debe hacer el producto
Estructura o Formas ⇒ expresan **CÓMO** el producto desarrollará las funciones

Flujo de materiales, energía e información al y desde el producto

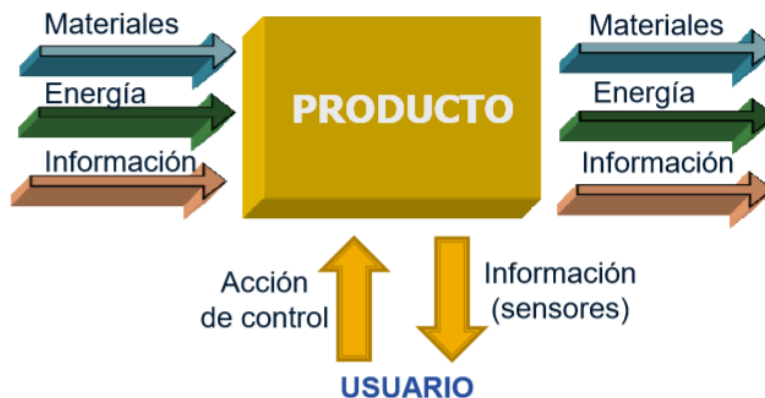


Ilustración 2-3 Estructura caja gris

2.1.2.4 Matriz de decisión de Pugh

La Matriz de Pugh es una herramienta cuantitativa que permite comparar opciones entre sí mediante un arreglo multidimensional (una matriz de decisiones). Su aplicación más habitual es durante la fase de diseño de un producto, ya sea completamente nuevo o una actualización de uno existente. El primer paso es identificar los criterios que serán evaluados. Los criterios son básicamente las necesidades del cliente. Estos son ubicados generalmente como filas de la matriz. Luego se deben especificar los posibles conceptos de diseño que apunten al cumplimiento de los criterios definidos. Los mismos aparecerán en las columnas de la matriz. (CTCalidad., 2016)

2.1.2.5 Diseño a nivel de sistema.

La arquitectura de un producto puede considerarse en términos funcionales y físicos. Los elementos funcionales de un producto son las operaciones y transformaciones que contribuyen al rendimiento del producto. Los elementos físicos de un producto son las partes, componentes y subconjuntos que ponen en práctica las funciones del producto.

La arquitectura de un producto es el esquema por el cual los elementos funcionales del producto están acomodados en componentes físicos por medio del cual interactúan estos.

Los componentes pueden formar arquitecturas modulares o integrales, cuando la interacción entre componentes está bien definida para funciones primarias del producto en uno o pocos elementos son arquitecturas modulares.

La arquitectura integral se caracteriza, por interacciones indefinidas y pueden ser incidentales a las funciones primarias del producto y un solo componente implementa numerosos elementos funcionales.

- Arquitectura del producto.

Para comenzar con la definición de la arquitectura de diseño de nuestro producto, es necesario conocer nuestro concepto global dominante”.

Una vez entendido nuestro concepto global dominante procedemos con el proceso de definir la arquitectura de nuestro producto.

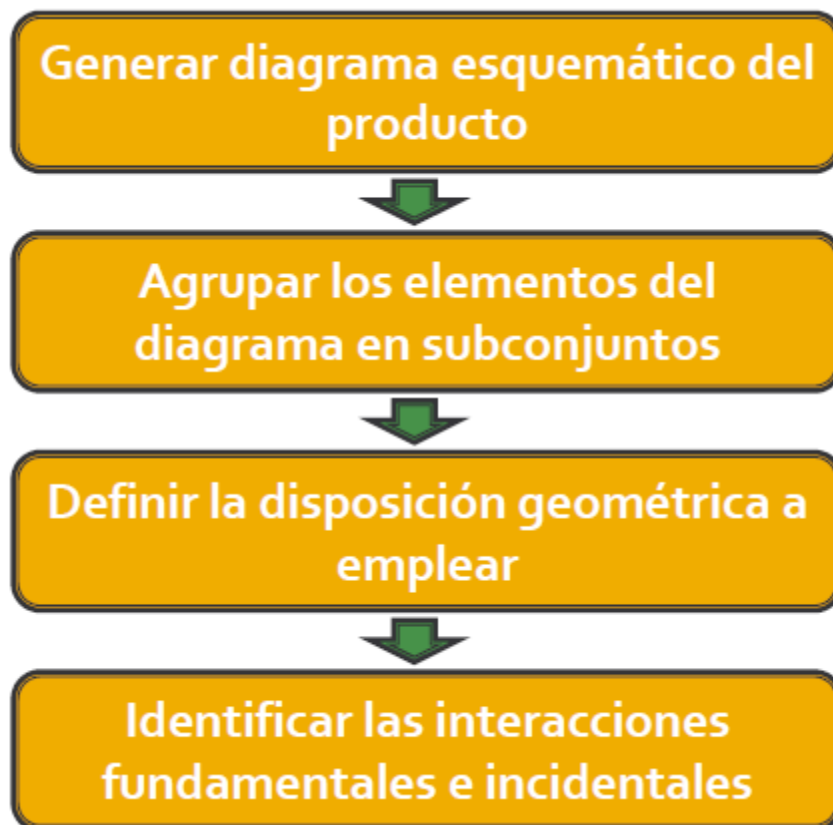


Ilustración 2-4 Diagrama secuencial diseño nivel sistema

- Diagrama esquemático y Agrupamiento de elementos en subconjuntos.

Para llevar a cabo la representación gráfica de nuestro producto, es necesario tener en cuenta las necesidades de nuestro cliente final (El ¿Qué?), y las soluciones que se ofrecerán para satisfacerlas (El ¿Cómo?),

2.1.2.6 Matriz de evaluación de diseño axiomático.

La matriz de evaluación de diseño axiomático es una herramienta en la cual se evalúa las interacciones entre conceptos de diseño, pudiendo ser: requerimientos funcionales, de diseño, de proceso y especificaciones de diseño. En el eje de ordenadas se sitúan los requerimientos funcionales y en el eje de las abscisas se colocan los requerimientos de diseño, y se realiza una matriz de correlaciones, evaluando todos los subconjuntos y componentes entre si, si existe una relación entre ellos se coloca una X, de lo contrario se deja un 0 indicando que no existe ningún tipo de relacionamiento entre ellos. Al final la matriz genera un mapa de interacciones, los cuales serán considerados a la hora de diseñar los subconjuntos, para no tener problemas de ensamblabilidad. (Suh., 2001)

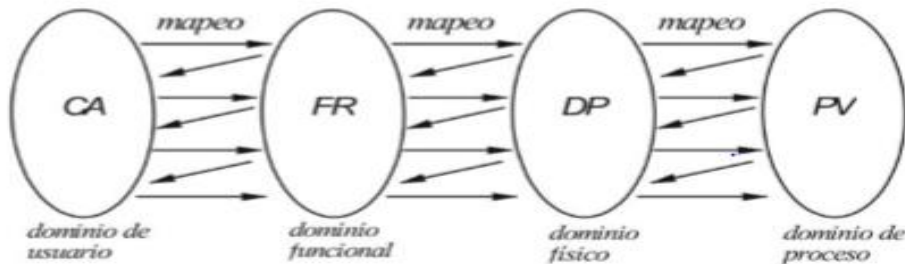


Ilustración 2-5. Dominios del diseño axiomático

2.2 Componentes utilizados en transmisiones lineales.

2.2.1 Equipo de corte oxígeno acetileno.

El equipo de corte se compone, en un principio de soplete ordinario que permite calentar un puto del acero a la temperatura de fundición, que ronda entre 1200 a 1300°C, el soplete cuenta con un sistema de mezclado, donde se mezcla gas y oxígeno que es necesario para oxidar el hierro. De aquí su nombre. El potencial de los equipos de corte esta dado por el diámetro de la boquilla y ligado a la presión de del oxígeno. (INFRASILVERSTAR, 2018)



Ilustración 2-6.. Equipo de oxicorte

2.2.2 Equipo de corte por plasma.

En términos sencillos el corte por plasma es un proceso que utiliza un chorro de alta velocidad de gas ionizado, que se envía desde un orificio de contricción. La alta velocidad del gas ionizado, que es el plasma, conduce la electricidad desde la antorcha a la pieza de trabajo. El plasma calienta la pieza de trabajo, fundiendo el material. el chorro de gas ionizado sopla mecánicamente el metal fundido, rompiendo el material. Resumiendo, el corte por plasma se basa en la acción térmica y mecánica de un chorro de gas calentado por un arco eléctrico de corriente continua establecido entre un electrodo ubicado en la antorcha y la pieza a mecanizar. El chorro de plasma lanzado contra la pieza penetra la totalidad del espesor a cortar, fundiendo y expulsando el material. (LINCOLN-ELECTRIC, 2018)



Ilustración 2-7. Equipo de corte plasma

2.2.3 Bases.

El soporte mecánico o base es un elemento que sirve de apoyo a otros elementos, brindando rigidez y evitando que estos se tambaleen, o se muevan, los ejes y las guías son algunos de los ejemplos de bases mecánicas (Castro, 2000).

2.2.4 Perfil de aluminio.

Los perfiles de aluminio son subproductos normalmente utilizados para propósitos estructurales. Es posible distinguir tres tipos de perfiles de acuerdo a su utilización estos pueden ser tipo: construcción, arquitectónicos e industriales. (Sourcing, 2018)



Ilustración 2-8. Aluminio extruido

2.2.5 Sistema piñón cremallera.

Un engrane es una rueda o cilindro dentado empleado para transmitir movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una maquina a otra. Los engranajes utilizados para transmitir movimiento giratorio, pero utilizando piezas dentadas planas llamadas cremalleras pueden transmitir movimiento lineal estos engranajes planos son llamados cremalleras. (Norton).

2.2.6 Transmisión por correa.

El sistema de transmisión por correa ha sido desarrollado para ser una alternativa a los sistemas de potencia convencionales, y puede ser utilizado ventajosamente en sistemas donde la distancia entre los centros es amplia, donde se requiere aumentar la transmisión de fuerza dada por el motor. El sistema consta de una polea, motriz y una de retorno, además se acopla una base que es la encargada de transmitir el movimiento a otros componentes. (Mott, Diseño de elementos de maquinas , 2006).

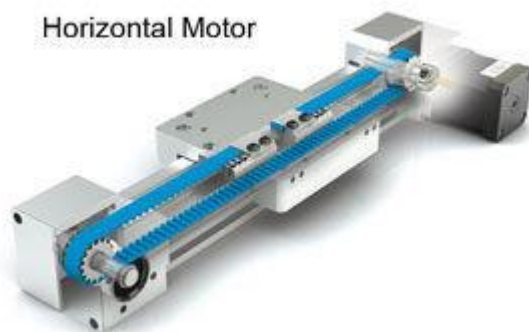


Ilustración 2-9. Transmision lineal por banda

2.2.7 Tornillo de potencia y husillos.

Un husillo de bola es un actuador lineal mecánico que convierte el movimiento de rotación en movimiento lineal con pocas perdidas por fricción. Un eje roscado proporciona un camino de rodadura helicoidal a unos rodamientos de bolas que actúan como un tornillo de precisión. Como el movimiento se realiza por rotación, no por deslizamiento, el rozamiento es menor, la fricción del conjunto es baja. Y como el esfuerzo se reparte entre

varias bolas, es capaz de aplicar o resistir altas cargas de empuje. Se pueden fabricar con unas tolerancias estrechas y por tanto son adecuados para su empleo donde se necesita una alta precisión. El conjunto de bolas actúa como la tuerca mientras el eje roscado es el tornillo. En contraste con los husillos convencionales, los husillos a bolas tienden a ser bastante voluminoso, debido a la necesidad de disponer un espacio en el mecanismo para recircular las bolas. (Bartsch, 2003).

2.2.8 Guías lineales.

Las guías lineales son elementos mecánicos que permiten un tipo de movimiento que utiliza elementos de rodadura tales como bolas o rodillos. Utilizando la recirculación de estos elementos entre el rail y los patines, las guías lineales pueden alcanzar un alto nivel de precisión en su recorrido. Comparadas con los sistemas tradicionales, las guías de recirculación de bolas y de rodillos tienen un coeficiente de fricción muy bajo, debido a su diseño de cuatro hileras, las guías lineales pueden soportar cargas moderadas en todos sus ejes, radial, radial inversa y latera. Con estas características las guías lineales mejoran mucho la precisión del movimiento. (SKF).

Tipos de guías lineales

1. Guía lineal de recirculación de bolas
2. Guía con rodamiento lineal
3. Riel con guía tipo ascensor
4. Guía lineal con ruedas
5. Guía lineal con ruedas / compacta / de piñón y cremallera
6. Guía lineal de nylon

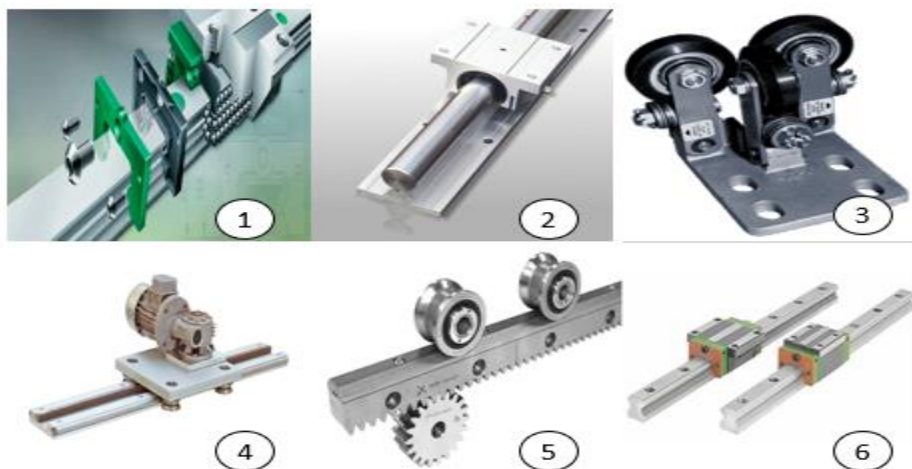


Ilustración 2-10. Guías lineales

2.2.9 Servomotor.

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de un rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. Se podría definir como un motor eléctrico que se le incorpora un sistema de regulación que puede controlar la velocidad y la posición.



Ilustración 2-11. Servomotores

2.2.10 Motor a pasos.

Es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso), funcionando de la misma manera que un convertidor digital analógico.

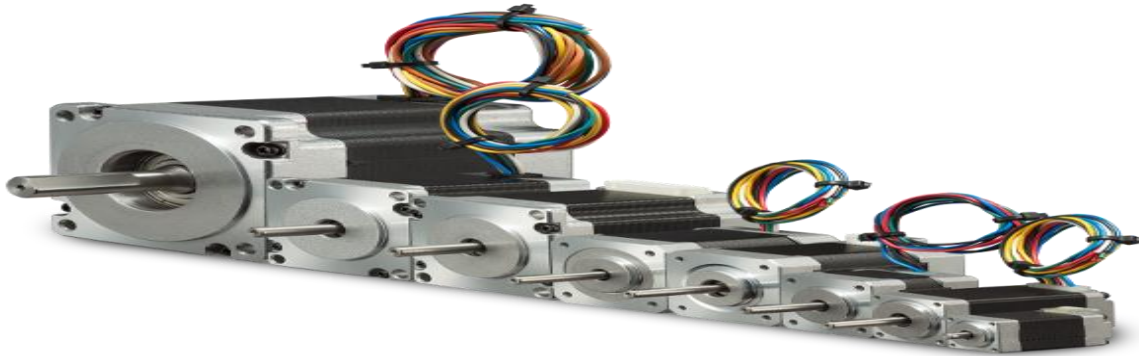


Ilustración 2-12. Motores a pasos

2.3 Modelos matemáticos

En el siguiente apartado se expresarán los análisis mecánicos, que son usados para el proceso de selección de componentes.

2.3.1.1 Cálculos para la selección de un motor de un sistema de tornillo sin

fin

Ecuación 1. Esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ = esfuerzo

F = Fuerza

A = Área

Ecuación 2. Factor de diseño

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

σ_d = Esfuerzo de diseño

S_y = Resistencia a la cedencia

N = Factor de diseño

Ecuación 3. Esfuerzo cortante

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

τ = Esfuerzo cortante

F = Fuerza cortante

A = Área transversal

Ecuación 4. Área transversal

$$A_t = \frac{F}{\sigma_d}$$

A_t = Área transversal

F = Fuerza cortante

σ_d = Esfuerzo de diseño

Ecuación 5. Avance de tornillo

$$L = \frac{1}{n}$$

Donde:

L= avance del tornillo

n= número de roscas por pulgada

Ecuación 6. Torque para subir un tornillo de potencia

$$T_u = \frac{F D_p}{2} \left[\frac{L + \pi f D_p}{\pi D_p - f L} \right] =$$

Donde:

T_u= Par torsional para el ascenso

D_p= Diámetro de paso

L= Paso

f = Coeficiente de fricción

Ecuación 7. Torque de descenso

$$T_d = \frac{F D_p}{2} \left[\frac{\pi f D_p - L}{\pi D_p + f L} \right]$$

T_d= Par torsional de descenso

D_p= Diámetro de paso

L= Paso

f = Coeficiente de fricción

Ecuación 8. Angulo de inclinación

$$\tan \lambda = \frac{L}{\pi D_p}$$

Donde:

Tanλ= Angulo de avance

L= Avance de tornillo

D_p= Diámetro de paso

Ecuación 9. Velocidad lineal

$$V = \frac{L}{t}$$

V= Velocidad lineal

L= Longitud

t= Tiempo

Ecuación 10. Velocidad de giro para un tornillo

$$n = V p$$

Donde:

n= velocidad de giro

V= velocidad lineal

p= paso

Ecuación 11. Potencia en tornillos de potencia

$$P = \frac{Tn}{63000}$$

Donde:

P= potencia

T= torque

n= velocidad de giro

- Propiedades de pernos y tornillos métricos

Tabla 2-1. Propiedades de tornillos metricos

Grado	Tamaño del perno	Resistencia a la tensión (MPa)	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia de prueba (MPa)
4.6	M5-M36	400	240	225
4.8	M1.6-M16	420	340	310
5.8	M5-M24	520	415	380
8.8	M17-M36	830	660	600
9.8	M1.6-M16	900	720	650
10.9	M6-M36	1040	940	830
12.9	M1.6-M36	1220	1100	970









- Dimensiones de tornillos

Tabla 2-2, Dimensiones de tornillos rosca ACME

Diámetro mayor nominal, D (pulg)	Roscas por pulg, n	Paso, $p = 1/n$ (pulg)	Diámetro menor mínimo, D_r (pulg)	Diámetro mínimo de paso, D_p (pulg)	Área al esfuerzo de tensión, A_t (pulg ²)	Área al esfuerzo cortante, A_s (pulg ²) ^a
1/4	16	0.0625	0.1618	0.2043	0.026 32	0.3355
5/16	14	0.0714	0.2140	0.2614	0.044 38	0.4344
3/8	12	0.0833	0.2632	0.3161	0.065 89	0.5276
7/16	12	0.0833	0.3253	0.3783	0.097 20	0.6396
1/2	10	0.1000	0.3594	0.4306	0.1225	0.7278
5/8	8	0.1250	0.4570	0.5408	0.1955	0.9180
3/4	6	0.1667	0.5371	0.6424	0.2732	1.084
7/8	6	0.1667	0.6615	0.7663	0.4003	1.313
1	5	0.2000	0.7509	0.8726	0.5175	1.493
1 1/8	5	0.2000	0.8753	0.9967	0.6881	1.722
1 1/4	5	0.2000	0.9998	1.1210	0.8831	1.952
1 3/8	4	0.2500	1.0719	1.2188	1.030	2.110
1 1/2	4	0.2500	1.1965	1.3429	1.266	2.341
1 5/8	4	0.2500	1.4456	1.5916	1.811	2.803
2	4	0.2500	1.6948	1.8402	2.454	3.262
2 1/4	3	0.3333	1.8572	2.0450	2.982	3.610
2 1/2	3	0.3333	2.1065	2.2939	3.802	4.075
2 3/4	3	0.3333	2.3558	2.5427	4.711	4.538
3	2	0.5000	2.4326	2.7044	5.181	4.757
3 1/2	2	0.5000	2.9314	3.2026	7.388	5.700
4	2	0.5000	3.4302	3.7008	9.985	6.640
4 1/2	2	0.5000	3.9291	4.1991	12.972	7.577
5	2	0.5000	4.4281	4.6973	16.351	8.511

- Selección de guías lineales

Tabla 2-3. Catalogo SKF guías lineales

Unidades lineales						
	Tipo	Tamaño (mm)	Máx. carga (N) dinámica/estática	Comentarios	Serie ISO	Núm. pág.
	LUCS	8, 60, 80	37 500 / 32 000	Rodamiento LBGR	3	32
	LUCE	12 a 50	11 200 / 6 950	Rodamiento LBGR Autoalineante *	3	32
	LUCT	60, 80	37 500 / 32 000	Rodamiento LBGR	3	33
	LUCF	12 a 50	11 200 / 6 950	Rodamiento LBGR Autoalineante *	3	33
	LUCT ... BH	20 a 50	17 300 / 17 000	Rodamiento LBHT	3	34
	LUND	12 a 50	11 200 / 6 950	Rodamiento LBGR Autoalineante *	3	35
	LUNE	12 a 50	11 200 / 6 950	Rodamiento LBGR Autoalineante *	3	36
	LUNF	12 a 50	11 200 / 6 950	Rodamiento LBGR Autoalineante *	3	37

- Selección de motores.

Tabla 2-4. Catalogo de motores a paso SureStep

SureStep Series Part Numbers – Connectorized Bipolar Stepping Motors																				
Bipolar Stepping Motors	High Torque Motors												Higher Torque Motors							
	STP-MTR-17040	STP-MTR-17040D	STP-MTR-17048	STP-MTR-17048D	STP-MTR-17060	STP-MTR-17060D	STP-MTR-23055	STP-MTR-23055D	STP-MTR-23079	STP-MTR-23079D	STP-MTR-34066	STP-MTR-34066D	STP-MTRH-23079	STP-MTRH-23079D	STP-MTRH-34066	STP-MTRH-34066D	STP-MTRH-34097	STP-MTRH-34097D	STP-MTRH-34127	STP-MTRH-34127D
Price	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->	<-->
Shaft Type	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual	single	dual

SureStep Series Specifications – Connectorized Bipolar Stepping Motors												
Bipolar Stepping Motors	High Torque Motors							Higher Torque Motors				
	STP-MTR-17040(D)	STP-MTR-17048(D)	STP-MTR-17060(D)	STP-MTR-23055(D)	STP-MTR-23079(D)	STP-MTR-34066(D)	STP-MTRH-23079(D)	STP-MTRH-34066(D)	STP-MTRH-34097(D)	STP-MTRH-34127(D)		
NEMA Frame Size	17	17	17	23	23	34	23	34	34	34		
* Maximum Holding Torque	(lb-in)	3.81	5.19	7.19	10.37	17.25	27.12	17.87	27.12	50.00	80.50	
	(oz-in)	61	83	115	166	276	434	286	434	800	1288	
	(N-m)	0.43	0.59	0.81	1.17	1.95	3.06	2.02	3.06	5.65	9.12	
Rotor Inertia	(oz-in ²)	0.28	0.37	0.56	1.46	2.60	7.66	2.60	7.66	14.80	21.90	
	(kg-cm ²)	0.05	0.07	0.10	0.27	0.48	1.40	0.48	1.40	2.71	4.01	
Rated Current (A/phase)	1.7	2.0	2.0	2.8	2.8	2.8	2.8	5.6	6.3	6.3	6.3	
Resistance (Ω/phase)	1.6	1.4	2.0	0.8	1.1	1.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	
Inductance (mH/phase)	3.0	2.7	3.3	2.4	3.8	6.6	1.2	1.5	2.1	4.1		

- Selección de rodamientos. Stp-mtr-17040

Tabla 2-5. Catalogo SKF Rodamientos axiales de bolas



Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga	Factor de carga mínima	Velocidades		Masa	Designación
d	D	H	dinámica C	estática Co	Pu	A	Velocidad de referencia	Velocidad límite	kg	-
mm			kN		kN	-	rpm			-
3	8	3,5	0,806	0,72	0,027	0,000003	26 000	36 000	0,0009	BA 3
4	10	4	0,761	0,72	0,027	0,000003	22 000	30 000	0,0015	BA 4
5	12	4	0,852	0,965	0,036	0,000005	20 000	28 000	0,0021	BA 5
6	14	5	1,78	1,92	0,071	0,000019	17 000	24 000	0,0035	BA 6
7	17	6	2,51	2,9	0,108	0,000044	14 000	19 000	0,0065	BA 7
8	19	7	3,19	3,8	0,143	0,000075	12 000	17 000	0,0091	BA 8
9	20	7	3,12	3,8	0,143	0,000075	12 000	16 000	0,010	BA 9
10	24	9	9,95	15,3	0,56	0,0012	9 500	13 000	0,020	51100
26	11		12,7	18,6	0,70	0,0018	8 000	11 000	0,030	51200
12	26	9	10,4	16,6	0,62	0,0014	9 000	13 000	0,022	51101
28	11		13,3	20,8	0,77	0,0022	8 000	11 000	0,034	51201
15	28	9	10,6	18,3	0,67	0,0017	8 500	12 000	0,023	51102
32	12		16,5	27	1	0,0038	7 000	10 000	0,046	51202
17	30	9	11,4	21,2	0,78	0,0023	8 500	12 000	0,025	51103
35	12		17,2	30	1,1	0,0047	6 700	9 500	0,053	51203
20	35	10	15,1	29	1,08	0,0044	7 500	10 000	0,037	51104
40	14		22,5	40,5	1,53	0,0085	6 000	8 000	0,083	51204
25	42	11	18,2	39	1,43	0,0079	6 300	9 000	0,056	51105
47	15		27,6	55	2,04	0,015	5 300	7 500	0,11	51205
52	18		34,5	60	2,24	0,018	4 500	6 300	0,17	51305
60	24		55,3	96,5	3,6	0,048	3 600	5 000	0,34	51405
30	47	11	19	43	1,6	0,0096	6 000	8 500	0,063	51106
52	16		25,5	51	1,9	0,013	4 800	6 700	0,13	51206
60	21		37,7	71	2,65	0,026	3 800	5 300	0,26	51306
70	28		72,8	137	5,1	0,097	3 000	4 300	0,52	51406

2.3.1.2 Cálculos para la selección de un motor de un sistema piñón cremallera.

Ecuación 12. Par torsional en sistema de piñón cremallera

$$T = W_t R$$

Donde:

T= Par de torsión

W_t=Fuerza transmitida

R= Radio de paso

Ecuación 13. Radio de paso

$$R = \frac{D_p}{2}$$

Donde:

R= Radio de paso

D_p= Diámetro de paso

Ecuación 14. Diametro de paso

$$D_p = \frac{N}{p_d}$$

Donde:

D_p= Diámetro de paso

N= Numero de dientes

P_d= Paso

Ecuación 15. Potencia de un sistema piñón cremallera

$$P = W_t v_t$$

Donde:

P= potencia

W_t= Carga transmitida

v_t= velocidad lineal

2.4 Herramientas computacionales empleadas

2.4.1 Software CAD Y CAE Solidworks

Para el desarrollo de nuestro prototipo utilizamos como principal herramienta el software, SolidWorks, para el modelamiento de las piezas y subensambles de nuestro producto. Utilizamos el mismo software para hacer análisis a las piezas que fabricamos.

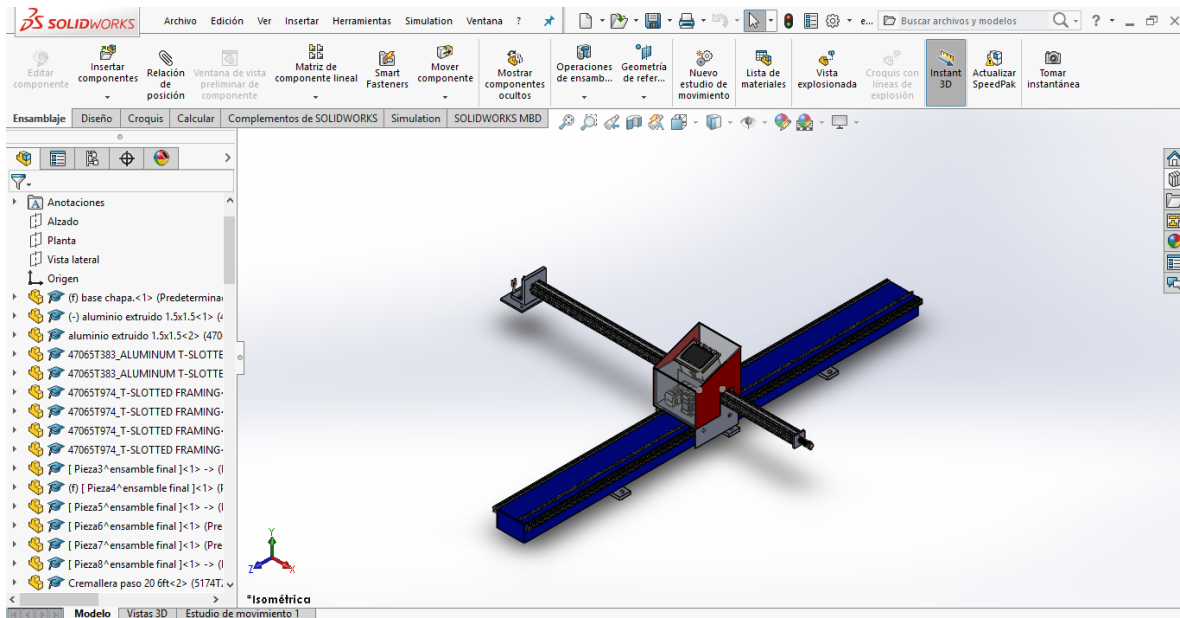


Ilustración 2-13. Interfaz Solidworks

Las principales características que hacen de SolidWorks una herramienta versátil, es su capacidad de ser asociativo, variacional y paramétrico —principal diferencia con respecto a otros programas— de forma bidireccional con todas sus aplicaciones. Además, utiliza el gestor de diseño (FeatureManager) que facilita la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operación sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en sus documentos asociados. Este software está conformado por tres módulos: pieza, ensamblaje y dibujo.

2.4.2 Utilización de páginas de proveedores digitales (MCmaster-carr, SKF, Grainger, Suresteps, etc)

Nos apoyamos de diversos proveedores para obtener piezas estandarizadas facilitando el proceso de diseño. Nos apoyamos en el proveedor MCMaster.

Also known as spur gears, these gears have a 14.5° pressure angle that maximizes contact between mating teeth for smooth operation. For gears and racks to mesh correctly, they must have the same pressure angle and pitch. Use these gears with other components that have a 14.5° pressure angle.

For technical drawings and 3-D models, click on a part number.

Press-Fit Mount

Pitch	Number of Teeth	Pitch Dia.	OD	Face Wd.	Overall Wd.	Bore Type	For Shaft Dia.	Hub Dia.	Hub Wd.	Each
Steel										
32	16	0.5"	0.56"	3/16"	0.5"	Plain	3/16"	0.406"	0.313"	6325K09 \$16.58
32	18	0.563"	0.63"	3/16"	0.5"	Plain	3/16"	0.406"	0.313"	6325K04 16.58
32	20	0.625"	0.69"	3/16"	0.5"	Plain	1/4"	0.531"	0.313"	6325K05 16.16
32	24	0.75"	0.81"	3/16"	0.5"	Plain	5/16"	0.656"	0.313"	6325K06 22.60
32	40	1.25"	1.31"	3/16"	0.563"	Plain	3/8"	0.775"	0.375"	6325K07 34.04
24	12	0.5"	0.58"	1/4"	0.563"	Plain	1/4"	0.375"	0.313"	6325K31 17.51
24	15	0.625"	0.71"	1/4"	0.563"	Plain	1/4"	0.5"	0.313"	6325K03 18.24
24	18	0.666"	0.75"	1/4"	0.563"	Plain	5/16"	0.547"	0.313"	6325K75 18.67
24	20	0.833"	0.92"	1/4"	0.563"	Plain	5/16"	0.719"	0.313"	6325K07 22.87
24	21	0.875"	0.96"	1/4"	0.563"	Plain	3/8"	0.75"	0.313"	6325K04 23.38
24	24	1"	1.08"	1/4"	0.625"	Plain	3/8"	0.875"	0.375"	6325K08 26.44
20	12	0.6"	0.7"	3/8"	0.75"	Plain	5/16"	0.489"	0.375"	6325K01 14.00
20	15	0.75"	0.85"	3/8"	0.75"	Plain	3/8"	0.609"	0.375"	6325K06 18.67
20	18	0.8"	0.9"	3/8"	0.75"	Plain	3/8"	0.656"	0.375"	6325K02 18.72

Ilustración 2-14. Catalogo online McMaster-carr

Características.

Los paginas de proveedores, ofrecen un gran catálogo de piezas y productos estandarizados, también ofrecen modelos CAD, lo cual es una herramienta muy útil al realizar procesos de diseño, lo cual solo se descarga el archivo y no es necesario dibujar todos los componentes.

3. METODOLOGÍA

3.1 Marketing

La técnica de marketing que utilizamos en el proceso de diseño de nuestro producto fue el benchmarking, donde obtuvimos información acerca de productos similares al nuestro, especificaciones de diseño, y los principales requerimientos que el cliente exigía.

3.1.1 Análisis de la competencia (benchmarking).

Para posicionar nuestro producto con el mercado, utilizaremos el proceso de benchmarking tipo funcional, con el cual obtendremos las mejores opciones de diseño que ofrecen nuestros competidores. Este proceso abarca 6 pasos fundamentales.

- 1) Procesos críticos
- 2) Mejores exponentes
- 3) Colectar información
- 4) Evaluación de resultados.

Procesos Críticos.

En este punto se estipula lo siguiente, ¿qué se quiere evaluar?, ¿a quién voy a medir?, y ¿cómo vamos a hacerlo?

- 1) ¿Qué se evaluará? El sistema de desplazamiento.
- 2) ¿A quién voy a medir? Mediremos nuestro producto con compañías que fabriquen nuestro producto y empresas que fabriquen maquinas que utilicen el mismo principio de funcionamiento
- 3) ¿Cómo se medirá? Evaluaremos cada una de sus ventajas y desventajas, las tabularemos en una tabla comparativa con los requerimientos del cliente.

Mejores exponentes

Se realiza una búsqueda en páginas de ventas de quipos de corte, para encontrar a los principales fabricantes de equipos de corte automatizados.

Lista de fabricantes de equipos de corte CNC

- VMADECNC
- SANTO LASER
- TRIUMPH
- XTLASER

Obtención de datos.

En este punto evaluara a nuestros competidores, con la finalidad de obtener una ventaja competitiva, y técnicas y buenas prácticas para desarrollar un mejor diseño de nuestro sistema.

Tabla 3-1. Especificaciones VMADECNC (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/carbon-steel-300w-aluminum-fiber-laser-metal-cutting-machine-60637821567.html>)



Modelo	Vmade raycus IPG 1530 1325 cortador láser de fibra de carbono máquina de corte por láser
Tamaño del grabado	3000*1500mm
Dimensiones	4800*2600*1750mm
Potencia del láser	500 W/1000 W/1500 W/2000 W/3000 W/5000 W
Velocidad del grabado	140 m/min
Precisión de reposición	+/-0.05mm
Voltaje de funcionamiento	AC110±. 50-60Hz
Precisión de posicionamiento X y Y	+/-0.05mm
Aceleración máxima	1g
Carga máxima del trabajo	500 kg
Consumo de energía de toda la máquina	<15kw (<12kw-1 kW)
Formato de archivo compatible	BMP, HPGL, PLT, DST, DXP y AI
Sistema de conducción	Servo motores
Tipo de refrigeración de tubo láser	Sistema de refrigeración por agua o refrigeración y sistema de protección
Modo de transmisión	Importante alta precisión con doble estante de conducción
Software de control del láser	Sistema de Control DSP
Software compatible	CorelDRAW AutoCAD photoshop
Peso	5500kgs

Tabla 3-2. Especificaciones Santo laser (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/energy-saving-plasma-metal-fiber-laser-cutting-machine-price-for-sale-with-factory-price-60426058391.html>)4



Modelo no	H5GQ-500W-3015
Potencia del láser	500 W
Longitud de onda del láser	1080mm
Lasing midium	YVO4
Línea anchura mínima	<0.15mm
Unidad	Doble disco
Velocidad máxima de desplazamiento	60 m/min
Max área de trabajo	3000*1500mm
Eje z	120mm
Acero al carbono espesor de corte	6mm
Tensión	380 V/50Hz
Manera de enfriamiento	Refrigeración por agua
Precisión de la localización	± 05mm
Apoyo formato	PLT, dxf, BMP, AI
Mesa de Trabajo max. carga	1000KGS
Método de transmisión	Transmisión de husillo de bolas
Mesa sistema impulsado por	Japonés importado Panasonic servo motor y sistema de conducción
Método de enfoque	Seguimiento y enfoque automático
Método de control	Offline control
Software de control	Cypcut software de corte por láser

Tabla 3-3. Especificaciones TRIUMPH (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/shenzhen-triumph-metal-cutting-stainless-steel-300w-500w-fiber-laser-cutting-machine-price-60487641276.html>)



Nombre del producto	Máquina de corte láser de fibra
Tipo de láser	Láser de fibra
Área de trabajo (mm)	1300*2500mm/1500*3000mm
Cabeza de corte	Raytools auto-Focus (Suiza)
Potencia láser (W)	300 W/300 W/1000 W/1500 W
Conducción y forma de transmisión	Yaskawa servomotor, engranaje, carril guía lineal
Velocidad máxima de funcionamiento	100 m/min
Precisión de posicionamiento	±0.03mm
De precisión de posicionamiento	± 0.2mm
Alimentación de trabajo	Ac220v = 50Hz/380 V 50Hz
Mesa de trabajo	Rack plataforma de trabajo
Sistema de Control	Cypcut sistema de control
Sistema de localización	Punto Rojo indicador
Sistema de refrigeración por agua	Cw6300 temperatura constante enfriador de agua
Aceleración máxima	1g
Formatos	BMP, dxf, plt, DSt, CDR, GPEG
Profundidad de corte	Según la Potencia
Peso de la máquina entera	3300 kg
Transmisión	Piñón y rack precisos, transmisión de doble tracción

Tabla 3-4. Especificaciones XTLASER (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/fiber-carbon-mild-stainless-steel-metal-cnc-laser-cutting-machine-price-with-5-years-warranty-60213684180.html>)



XTLASER

Detalles rápidos

Uso: Corte del laser	Condición: Nuevo	Tipo del laser: Laser de la fibra
Material aplica... Metal, Acero inoxidable, acero ...	Grueso del corte: 10mm metal	Área de corte: 1300mm * 2500mm
Velocidad de C... 72 m/min	CNC o no: Sí	Modo de enfria... Refrigeración por agua
Software de co... Cutmax	Formato gráfico... AI, BMP, DST, DWG, DXF, DXP, L...	Lugar del origen: Shandong, China (Mainland)
Marca: XT laser	Número de Mo... XTC-F1325	Certificación: CE, ISO
Servicio After-s... Dirige disponible para mantene...	Aplicación: CNC máquina de corte de metal	Velocidad de c... 60 m/min
Sistema de tran... Pórtico cremallera doble unidad	Precisión de po... ±0.08mm; 15mm	Precisión de po... ±0.08mm; 1mm
Protección del... Purificador de aire	Localización re... Menos de 0.04 mm/m	Precisión de co... Menos de 0.08 mm/m
Espesor de cort... 16mm	Palabras clave: Metal de acero al carbono máq...	

3.1.2 Conclusión del análisis de mercado.

Después de recabar los datos y analizarlos en la tabla, se llega a la conclusión, de que cualquier sistema de transmisión puede dar una alta precisión y velocidad, que son los dos requerimientos del cliente, también podemos incursionar en mercados vendiendo, un dispositivo más ligero, de costo menor y con una mayor profundidad de corte.

Tabla 3-5. Analisis Benchmarking

	Precision	V. de corte	Prof. De corte	A. de Trabajo	Peso	Costo	Tipo de transmision
VMAD CNC	0.05mm	140m/min	16mm	3000x1500mm	5500 kg	US \$13,000-40,000	Doble cremallera
Santo láser	0.05mm	60m/min	6mm	3000x1500mm	5200kg	US \$20,000-70,000	Huisillos de bolas
Triumph	0.03mm	100m/min	16mm	3000x1500mm	3300kg	US \$20,000-32,000	Piñon Cremallera
XTlaser	0.08mm	72m/min	16mm	1300x2500mm	3050kg	US \$60,000-80,000	Tornillo sin fin

3.2 Análisis QFD

Para llenar la lista de especificaciones de ingeniería nos basamos en los requerimientos del cliente, en la información obtenida en el benchmarking y en las ventajas que queremos ofrecer a nuestros clientes, siendo diferentes de la competencia. Los puntos a evaluar serán los siguientes:

- 1) Fuente de movimiento (tipo de motor).
- 2) Transmisor de potencia.
- 3) Materiales de ingeniería.
- 4) Peso.

- 5) Alta resistencia.
- 6) Sistema programable.
- 7) Software amigable.
- 8) Geometría
- 9) Sistema ergonómico

3.2.1 Desarrollo del despliegue de la función de Calidad (QFD). Análisis de los resultados obtenidos.

Utilizamos la casa de la calidad, para comparar los requerimientos de nuestros clientes, con nuestros principales competidores y las principales especificaciones de ingeniería. Lo cual se analiza en los siguientes puntos.



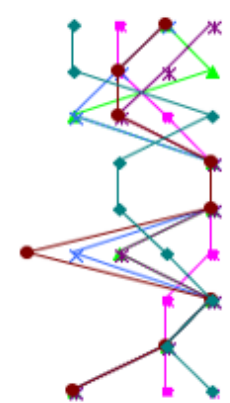
Ilustración 3-1. Estructura General de QFD

3.2.2 Requerimientos del cliente vs competencia y proceso manual.

En este punto evaluamos los ¿Qué´s?. que son los requerimientos de los talleres que evaluamos con los productos que ofrece nuestra competencia, en este caso evaluamos los nueve requerimientos más importantes de nuestros posibles clientes contra 4 competidores, además se agrega el proceso manual de corte para anexar la viabilidad de comprar un equipo o seguirlo realizando de forma manual.

Tabla 3-6. Analisis de competencia vs requerimientos del cliente

Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Competitive Analysis (0= Worst, 5= Best)					
			Our Company	VMADECNC	SANTO LASER	TRIUMPH	XT LASER	SISTEMA MANUAL
14.7	10.0	EQUIPO PRECISO	3	4	4	5	4	2
14.7	10.0	Alta velocidad de operación	3	5	3	4	3	2
11.8	8.0	Capas de cortar placas de diferente espesor	4	2	2	3	3	5
10.3	7.0	Equipo seguro	5	5	5	5	5	3
11.8	8.0	Aprovechar alto porcentaje de la placa	5	5	5	5	5	3
10.3	7.0	Barato	5	3	2	3	1	4
8.8	6.0	Mantenimiento mínimo	4	5	5	5	5	5
8.8	6.0	Operación sencilla	4	4	4	4	4	4
8.8	6.0	Facil ensamble	4	2	2	2	2	5



Como conclusión de este primer análisis descubrimos que hay puntos en los cuales no trataremos de mejorar, debido a que el margen de la competencia es muy cerrado, pero si mantendremos el mismo estándar, estos son la seguridad, la precisión, el costo de mantenimiento, además obtenemos requerimientos que podemos convertir en ventajas competitivas vs nuestros clientes, esto son el bajo peso y la profundidad de corte.

3.2.3 Correlación entre los requerimientos de ingeniería.

Realizamos un análisis de los ¿Cómo´s?, en resumen, realizamos una relación entre el cómo vamos a solucionar las necesidades del cliente, las que mostraron una gran relación fueron, el sistema de movimiento, el transmisor de potencia y la geometría de nuestros sistemas

Tabla 3-7. Analisis de correlaciones entre requerimientos de ingenieria

X		Objective Is To Hit Target										
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Column #							
					1	2	3	4	5	6	7	
				Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)								
				Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")								
				Velocidad de desplazamiento lineal								
				Peso								
				Costo								
				Presision								
				Geometria y dimensiones								
				Sistema ergonomico								
				profundidad de corte								

Correlación entre los requerimientos del cliente y las especificaciones de ingeniería.

En este punto nos dedicamos a evaluar el efecto que tienen los requerimientos de nuestros clientes con las especificaciones de ingeniería, las evaluamos para obtener en cual o cuales debemos centrar nuestro diseño.

Tabla 3-8. Correlación requerimientos del cliente vs Especificaciones de ingeniería

Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demedanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (T)							
					Velocidad de desplazamiento lineal	Peso	Costo	Precision	Geometria y dimensiones	Sistema ergonomico	profundidad de corte	
1	9	14.7	10.0	EQUIPO PRECISO	○		○	○				○
2	9	14.7	10.0	Alta velocidad de operación	○		○	○	○			○
3	9	11.8	8.0	Capas de cortar placas de diferente espesor	○	○	○	▲	○			○
4	3	10.3	7.0	Equipo seguro		○	○				○	
5	9	11.8	8.0	Aprovechar alto porcentaje de la placa					○	▲		▲
6	9	10.3	7.0	Barato	○	▲	○	○	○	▲		○
7	1	8.8	6.0	Mantenimiento minimo	▲		▲					
8	3	8.8	6.0	Operación sencilla	○			▲	▲			
9	9	8.8	6.0	Facil ensamble		○	▲	▲	○	○		
Target or Limit Value												
Difficulty (0= Easy to Accomplish, 10= Extremely)												
Max Relationship Value in Column					9	3	9	9	9	3	9	
Weight / Importance					216.2	102.9	352.9	298.5	375.0	79.4	348.5	
Relative Weight					12.2	5.8	19.9	16.8	21.1	4.5	19.7	

3.2.4 Conclusión del “QFD”

Como resultado del análisis QFD obtuvimos, que los estándares que debemos mantener para poder competir con nuestros estos son, precisión, aprovechamiento de la placa de acero y la velocidad de corte.

Basados en los requerimientos de ingeniería, obtenemos nuestras ventajas competitivas y estas son la reducción de peso y costo, que se lograra mediante un diseño que modifique la geometría de los equipos de corte convencionales.

3.3 Aplicación de la Técnica de la Resolución de Problemas de Inventiva (TRIZ).

Realizamos la técnica de resolución de problemas o matriz TRIZ con los puntos que queremos mejorar de nuestro sistema de desplazamiento seleccionado en el método anterior. A continuación, se mencionan los puntos.

Tabla 3-9. Análisis TRIZ

	Área de movimiento	Velocidad	Forma	adaptación y versatilidad	productividad
de			4.Geometría 5. combinación integración,		
velocidad			15.Dinámica de optimización		
Forma	4.Asimetría	18.Vibración u oscilación			homogeneidad
Adaptación y versatilidad			1.Segmentación		
productividad			40. materiales compuestos		

El diseño del sistema de corte se basará en un diseño en el cual se variará la forma y geometría, con base en los equipos de corte tradicionales, por lo cual podemos obtener parámetros técnicos, que facilitaran el diseño, tales como:

- Simetría
- Combinar e integrar varios elementos (homologar componentes)
- Optimizar el desplazamiento
- Segmentación en varios componentes
- Utilizar materiales compuestos.

También encontramos varios parámetros que entran en conflicto, estos pueden afectar el rendimiento del diseño, tales como:

- Vibración
- La homogeneidad de componentes.
- Asimetría

3.4 Análisis funcional. Diagrama de caja gris y

descomposición funcional.

En el siguiente punto, describiremos que es lo que debe hacer el sistema de corte, además se especifican las entradas y salidas del proceso.

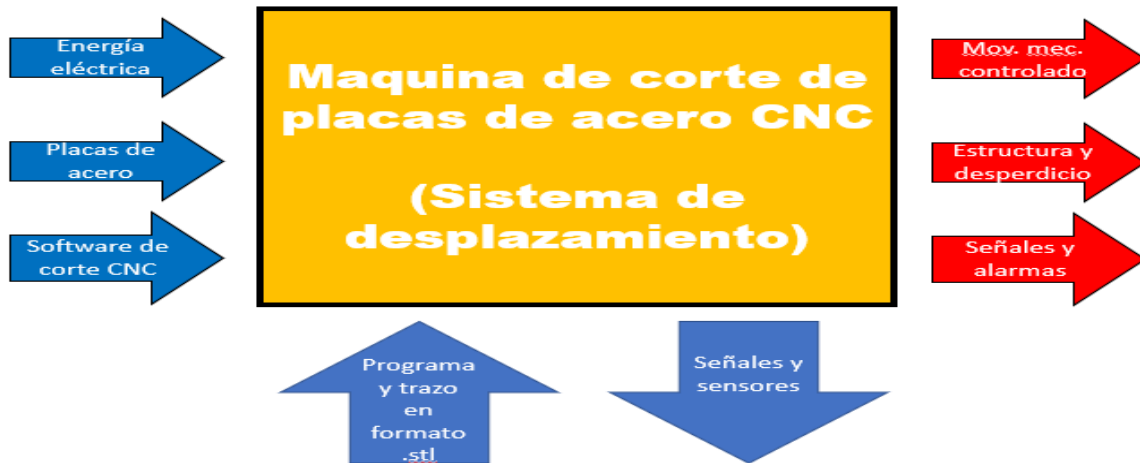


Ilustración 3-2. Modelo Caja gris

3.4.1 Análisis funcional.

- Descripción de funciones

Empezaremos nuestro análisis funcional describiendo las funciones que debe realizar nuestro sistema, el siguiente conjunto de acciones son lo más representativas de nuestro producto.

- 1) Cortar
- 2) Avanzar
- 3) Traslarse
- 4) Ser preciso
- 5) Posicionarse
- 6) Ahorrar material
- 7) Programarse
- 8) Girar
- 9) Desmontar
- 10) Ensamblarse
- 11) Funcionar
- 12) Variar de velocidad
- 13) Ejecutar ordenes

- Definición de funciones

La segunda etapa del análisis funcional incluirá dos diagramas, uno será el diagrama de proceso y el otro será el diagrama de funciones estructurado paso a paso.



Ilustración 3-3. Diagrama de funciones

3.4.2 Modelo de caja Gris



Ilustración 3-4. Depuración de funciones Caja gris

3.4.3 Árbol de descomposición.

Descomponemos nuestro sistema en los 3 subsistemas, en los cuales se puede dividir, software, estructura y sistema de movimiento, e identificamos las funciones de cada uno de los subsistemas.

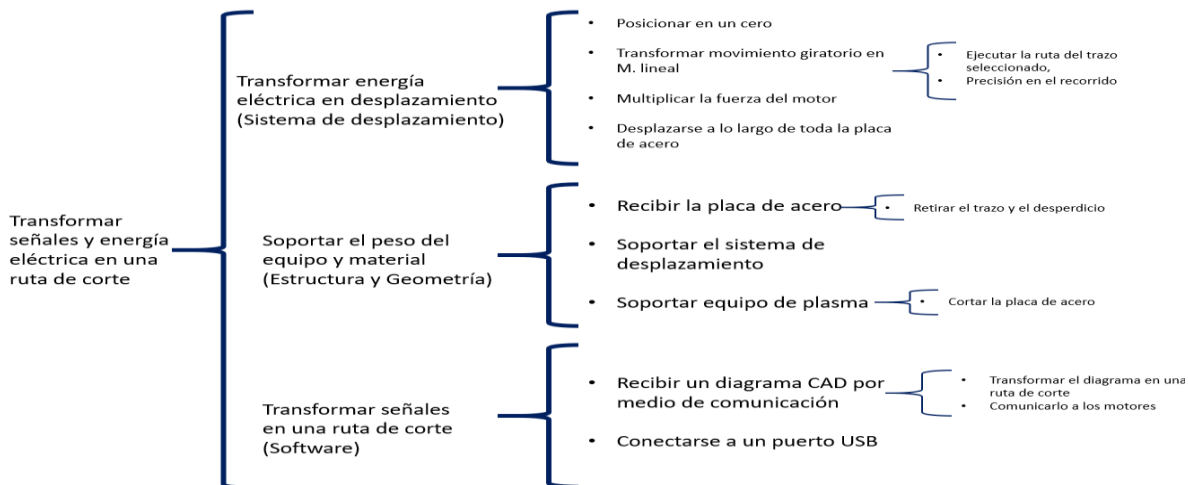


Ilustración 3-5. Diagrama de descomposición funcional

3.5 Aplicación de técnicas de creatividad. Generación de conceptos (mapeo: función» concepto).

3.5.1 Tormenta de ideas

Utilizamos la herramienta de la tormenta de ideas para poder encontrar una posible solución a nuestro problema, se desarrolla con un equipo multidisciplinario, y el tema a tratar es el diseñar un sistema motriz para una cortadora de placas de acero, ligera. A continuación, se muestra el resultado de la tormenta de ideas

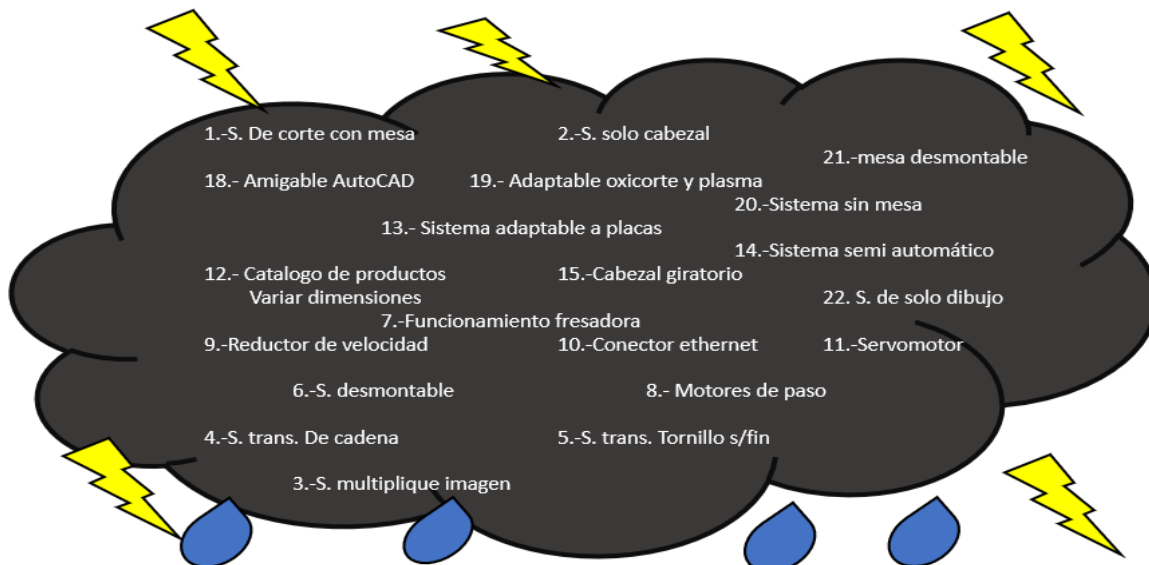


Ilustración 3-6.Diagrama Tormenta de ideas

3.5.2 Integración de conceptos (empleo del árbol de clasificación de conceptos y tabla de combinación de conceptos).

Para generar un concepto global dominante, requerimos primero entender bien el sistema que se está tratando de diseñar, este es un sistema motriz para una cortadora de placas de acero, que pueda ser programada, para cortar trazos de pailería, de diversas dimensiones, ahorrando la mayor cantidad de placa de acero.

Para llevar a cabo el diseño es necesario realizar un mapeo de lo que queremos lograr y como lo vamos a lograr, visto en puntos anteriores vemos que nuestro sistema se puede descomponer en cuatro conceptos principales, una fuente de movimiento de alta velocidad que pueda ser controlado, una transmisión de energía que pueda moverse en dos ejes, un soporte capaz de integrar los dos conceptos anteriores proporcionando rigidez al sistema, y un soporte ya sea en conjunto o independiente al sistema, que soporte la placa de acero. En los siguientes diagramas se demuestra el dominio funcional y el dominio físico.

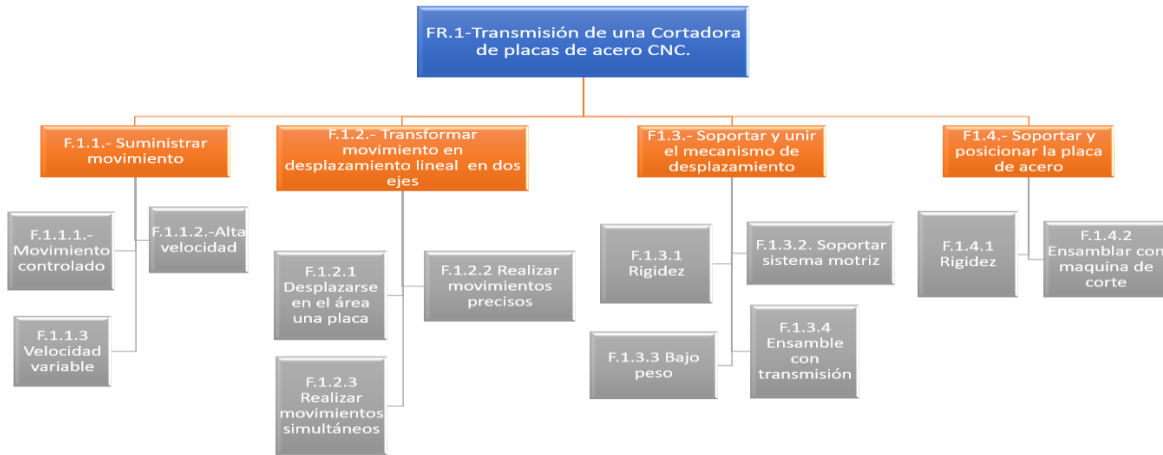


Ilustración 3-7. Dominio Funcional

En el siguiente diagrama muestra cómo podemos solucionar, nuestros requerimientos funcionales, mediante opciones de ingeniería, parámetros físicos, que se pueden traducir a un cómo se puede realizar las especificaciones del cliente.

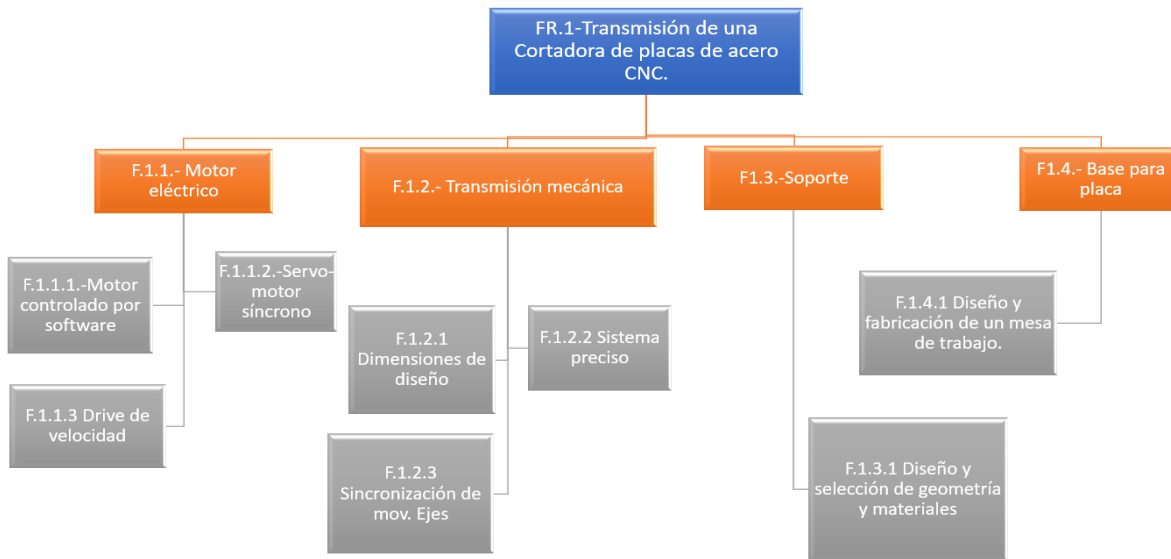


Ilustración 3-8. Dominio físico

Para llevar a cabo el proceso que estamos buscando, de un sistema capaz de correr un trazo de una estructura metálica, generamos un árbol de clasificación de conceptos, basándonos en los requerimientos de diseño (Dominio físico), y como se soluciona el desplazamiento en dos ejes.

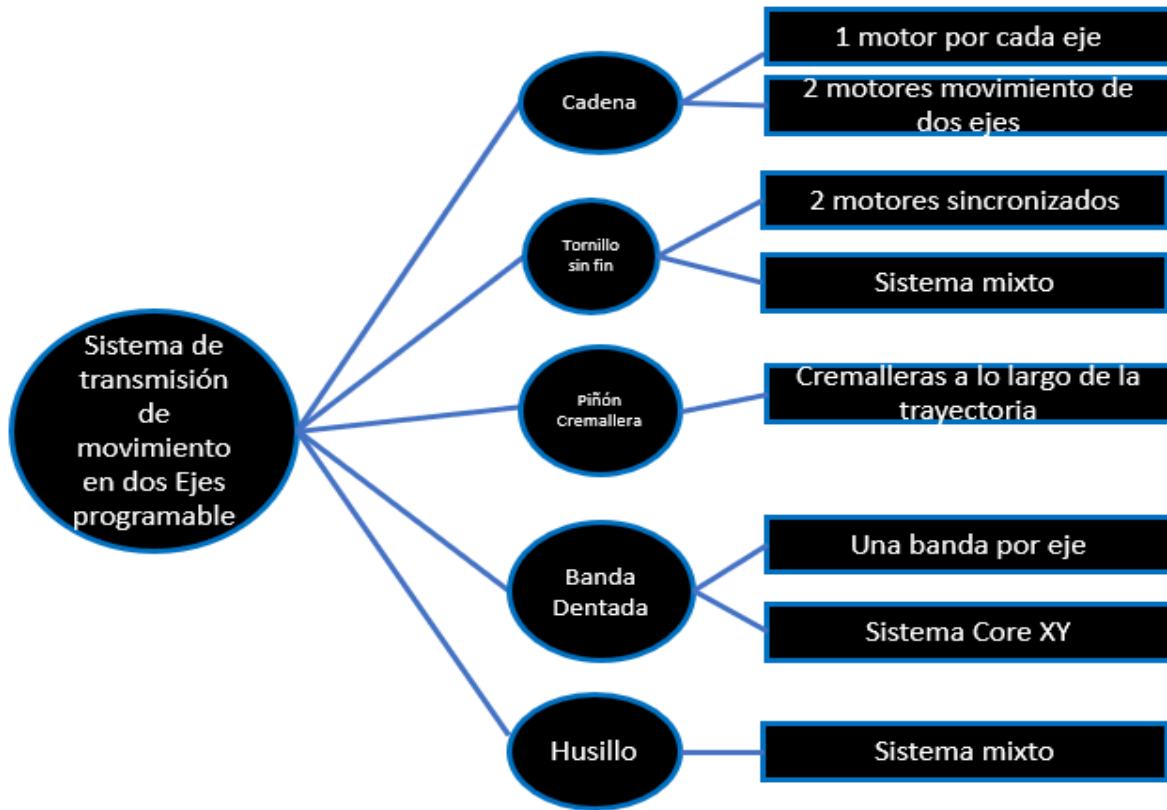


Ilustración 3-9.Árbol de Clasificación de conceptos

Tomando como base la de correlaciones de requerimientos del cliente vs requerimientos funcionales y el diagrama de clasificación de conceptos podemos generar ciertos conceptos de diseño y en los someteremos a una evaluación para seleccionar en cual tipo de diseño vamos a trabajar. Cabe resaltar que no trabajaremos en el software, debido a que el alcance de este proyecto no lo abarcara por cuestiones de tiempo.

La herramienta para desarrollar conceptos de diseño será la técnica de combinación de conceptos.

Tabla 3-10. Combinación de conceptos

Sistema motriz	Estructura y geometría	Software
Sistema de tornillo	Sistema con mesa	Conexión bluetooth
Sistema piñón cremallera	Sistema solo cabezal	Formato STL
Sistema de husillo	Sistema que multiplique imagen pequeña Pantógrafo	Plataforma compatible AutoCAD SolidWorks
Movimiento banda dentada	Sistema desmontable	Conexión ethernet
Sistema core xy	Sistema sin mesa	Sistema semiautomático
Movimiento por cadena	Cabezal giratorio	Catálogo de productos
Pantógrafo	Utilización de plasma y oxicorte	

3.6 Procedimiento de evaluación y selección de conceptos.

Evaluaremos los conceptos más prometedores para revisar su factibilidad, el criterio para dicha evaluación está representado por el siguiente diagrama.

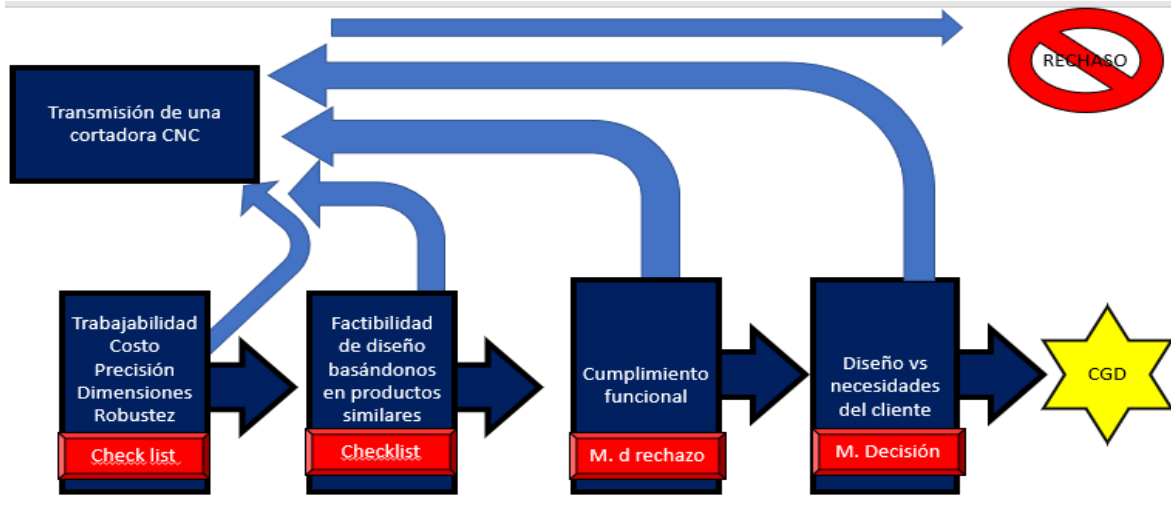


Ilustración 3-10. Proceso de evaluación de conceptos

Evaluación de factibilidad.

La factibilidad del proyecto se dará mediante la valoración de los 3 conceptos prometedores, según su funcionalidad, viabilidad técnica, y si cuentan con parámetros que garanticen su funcionamiento.

Tabla 3-11. Evaluación de factibilidad

Producto	Es funcional	El concepto cumple con las especificaciones de diseño	Cuenta con normativas y especificaciones
Sistema pantógrafo	✓	✓	✓
Sistema COREXY	✓	✓	✓
Sistema doble transmisión con puente	✓	✓	✓

Revisión de factibilidad de diseño y procesabilidad.

Tomando como referencia la integración de conceptos del punto 2.11 utilizamos la siguiente tabla para evaluar si el diseño del producto y su manufactura son viables.


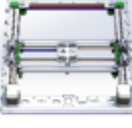


Tabla 3-12. Evaluación de diseño y procesabilidad

Producto	Componentes estandarizados	Viabilidad proceso manufactura	en de	Disponibilidad de conocimiento técnico de componentes	Información sobre desempeño de componentes
Sistema pantógrafo	✓	✓		✓	✓
Sistema COREXY	✓	✓		✗	✗
Sistema Doble transmisión con puente	✓	✓		✓	✓

3.6.1 Matriz de decisión de Pugh para seleccionar CGD

Para la selección del modelo más apto de nuestro diseño utilizamos la matriz de decisión de PUGH, y basándonos en los resultados de la evaluación de las tablas anteriores.

Tabla 3-13. Matriz de decisión de PUGH

RC	NI	 S. transmisión por husillo, sin mesa.	 Sistema core XY C/Mesa	 Pantógrafo sin mesa. Transmisión piñon corona	 Sistema mixto cremallera y tornillo sin fin
Req. Funcionales	5	0	-3	0	0
Req. De apariencia	2	-3	3	3	3
Req. De seguridad	4	0	-3	-3	-3
Req. De costo	5	3	5	5	5
Total		0	2	5	5
Puntuacion(+)		3	8	8	8
Puntuacion(-)		-3	-6	-3	-3
Ponderada		9	4	19	19
LEYENDA					
más 5	el concepto i es mucho mejor que el concepto pivote				
más 3	el concepto i es mejor que el concepto pivote				
0	el concepto i es igual que el concepto pivote				
menos 3	el concepto i es peor que el concepto pivote				
menos 5	el concepto i es mucho peor que el concepto pivote				

Basándonos en las herramientas de diseño vistas en los puntos anteriores obtenemos el primer boceto de nuestro concepto global dominante.

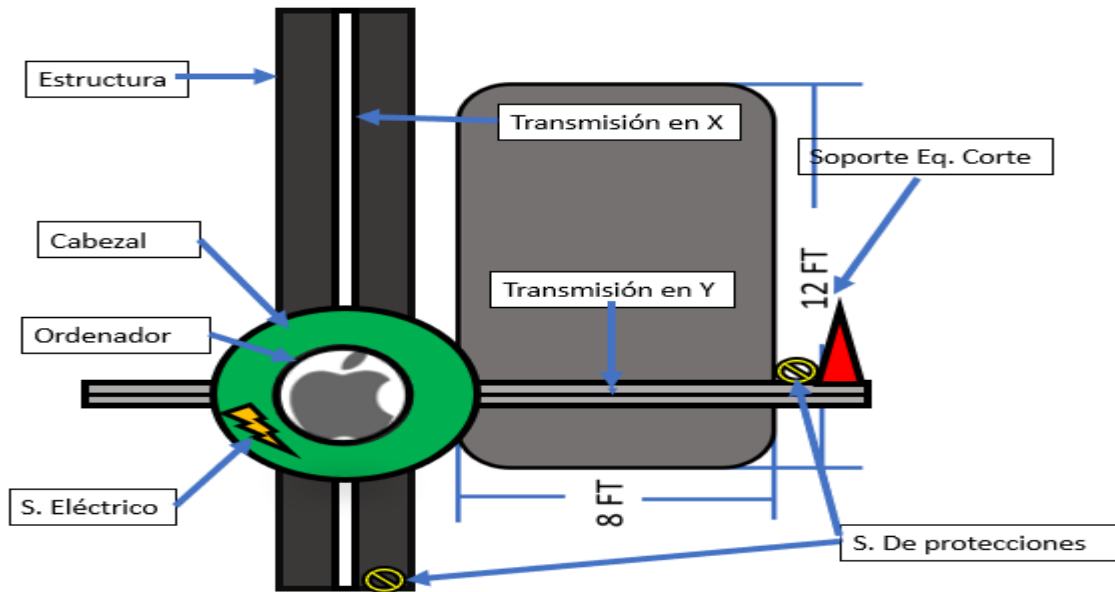


Ilustración 3-11. Representación gráfica concepto global dominante

3.6.2 Primer acercamiento al concepto global dominante

El concepto global determinante fue seleccionado, debido a que además de cumplir con los requerimientos del cliente y los requerimientos de ingeniería, ofrece varias ventajas competitivas, tal como, un diseño más ligero, es fácil de transportar, ofrece la adaptabilidad para trabajar con los dos sistemas de corte utilizados en el mercado, el plasma y el oxicorte y consta de una forma más simple de posicionar el material a cortar.

El concepto global que trabajaremos “Maquina de corte CNC de placas de acero”, se centrará en el diseño conjunto de:

- 1) Sistema motriz controlado
- 2) Transmisor de potencia
- 3) Sistema de desplazamiento
- 4) Soporte de placa de acero

3.7 Diseño a nivel sistema

Tabla 3-14. Requerimientos funcionales vs dominio físico

#	[FR] Functional Requirements	[DP] Design Parameters	
0	Cortar placas de acero en figuras complejas	Diseñar una cortadora de plasma CNC	
1	Soportar el equipo	Modelar una base	
1.1	Nivelar el equipo	Construir una base que pueda nivelarse	
1.2	Dar rigidez al equipo	Construir una base Rigida	
2	Desplazarse en dos ejes	Diseñar una transmision	
2.1	Desplazarse 6X20Ft	fabricacion de un prototipo que se transporte	
2.2	Trabajar a una precision de 5mm	Selecionar transmision precisa en milimetros	
2.3	Realizar recorridos cordinados	Seleccion de elementos motrices controlables	
3	Soportar equipo de corte	Diseñar un porta antorcha	
3.1	Posicionar antorcha	Diseñar un sistema de posicionamiento de antorch	
3.2	Cortar con plasma y oxicorte	construir un sistema adaptable a dos sistemas de	
4	Proteger el equipo	Selecionar un sistema de protecciones	
4.1	proteger vs limites de carrera	Selecionar sensores de final de carrera	
4.2	proteger equipo vs atoroos	selecionar sensores de sobre carga	
5	Realizar corte segun piezas CAD	Construccion de uns sistema de ejecucion de	
6	Unir los componentes	Diseñar la arquitectura de un producto ensamblable	

Evaluando los conceptos de la tabla anterior, podemos agrupar en 5 subsistemas principales:

- Base
- Transmisión en XY
- Soporte de equipos de corte
- Sistema de protecciones
- Unidad de procesamiento.

Basados en los puntos anteriores, podemos determinar las funciones de cada uno de los componentes, se expresan en el siguiente diagrama, es importante tener en cuenta la manera de acoplar estos subconjuntos, por eso la información detallada de cada uno de ellos juega un papel importante en el proceso de diseño.

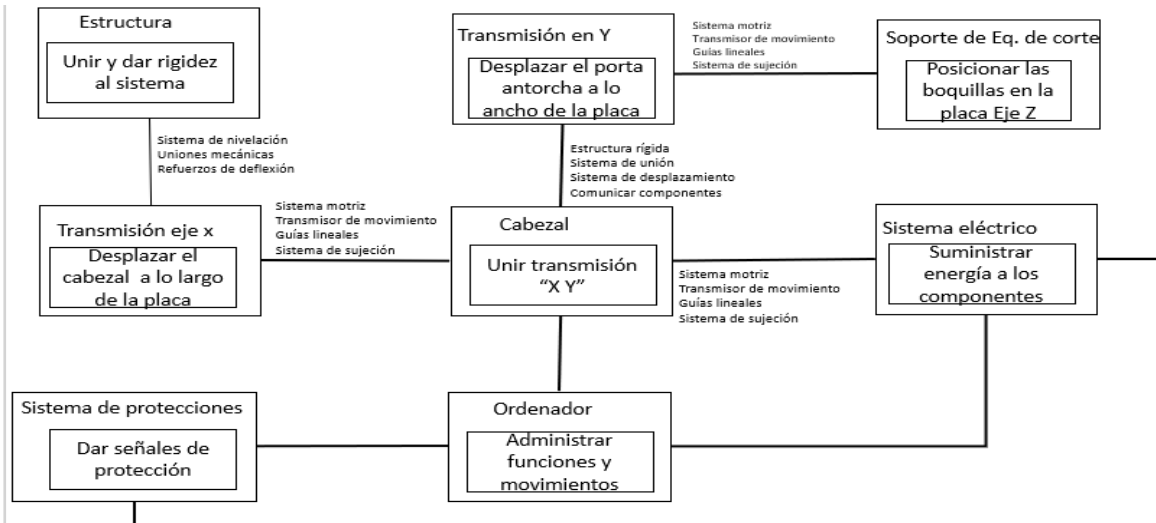


Ilustración 3-12. Diagrama interacciones fundamentales

Al Evaluar nuestro “Concepto global Dominante” y auxiliados en los requerimientos de cliente y los requerimientos funcionales, apoyándonos en el diagrama esquemático de nuestro equipo de corte, obtenemos nuestro diseño preliminar 3-11.

3.7.1 Disposición geométrica

Una de las ventajas competitivas que se planteó en puntos anteriores, era la versatilidad que el equipo sería capaz de realizar sus funciones en campo, poder ser transportable y que nuestro equipo sea capaz de aprovechar el mayor porcentaje de una placa de acero, por lo cual las dimensiones de nuestro producto trataran de abarcar el mayor porcentaje de productos. Por lo cual se selecciona que las dimensiones serán 10X12 excluyendo solo las placas con una longitud de 20 ft.

Tabla 3-15 Espesores de placa de acero (<http://acerobsv.com/placa.html>)

Pulgadas	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"
Milésimas	188	250	313	375	438	500	625	750	875	1,000	1,250	1,500
Milímetros	4.8	6.4	7.9	9.5	11.1	12.7	15.9	19.1	22.2	25.4	31.75	38.1
Medidas												
3' x 8'	83	111	140	167	200	222	280	333	390	445	555	680
3' x 10'	104	139	173	208	250	278	350	416	485	555	695	835
3' x 20'	210	280	350	415	505	560	730	870	970	1110	1390	1670
4' x 6'	85	115	140	165	200	225	280	335	390	445	555	680
4' x 8'	111	148	185	222	270	296	370	445	520	592	740	905
4' x 10'	139	185	231	278	335	370	465	555	650	740	930	1,130
4' x 20'	280	390	462	555	670	740	970	1,170	1,300	1,480	1,855	2,265
5' x 10'	174	231	289	347	420	463	580	695	810	925	1,155	1,410
5' x 20'	347	465	578	695	835	925	1,160	1,390	1,619	1,850	2,310	2,820
6' x 10'	205	280	347	416	500	560	725	870	980	1,110	1,390	1,670
6' x 20'	416	555	694	833	1,005	1,110	1,390	1,665	1,950	2,220	2,780	3,340
8' x 10'	280	373	465	555	670	940	965	1,170	1,310	1,480	1,855	2,265
8' x 20'	555	746	925	1,110	1,340	1,480	1,855	2,220	2,620	2,960	3,700	4,530
Kg./m.2												
	37.35	49.79	62.24	74.69	87.14	99.59	124.48	149.38	174.28	199.18	248.97	298.76

Uniando nuestro concepto global dominante, las dimensiones dadas por los fabricantes de placas de acero, obtenemos la primera restricción de nuestro sistema y esta será las restricciones espaciales, nuestro concepto global será capaz de cortar placas de 8x10ft.

3.7.2 Restricciones operacionales.

La principal restricción operacional con la que cuenta nuestro producto es la placa de acero, la cual influye en las dimensiones de nuestros componentes y las capacidades de nuestro equipo de corte, debido a que los equipos de corte solo tienen capacidad para cierto espesor por lo cual la selección de un equipo apropiado dará una ventaja competitiva al aumentar el rango de productos a procesar.

- Características de ejecución de los oxicortes.

El potencian de los equipos de corte esta dado por el diámetro de la boquilla de corte, o por la presión del oxígeno. La siguiente tabla muestra las características principales del sistema de oxicorte, según el diámetro de la boquilla.

Tabla 3-16. Especificaciones de equipos de oxicorte

Espesores a cortar (mm)	Diámetro de la boquilla de corte (1/10)	Presión de oxígeno (kg/cm ²)	Velocidad de avance (m/h)		Consumo	
			mano	máquina	De oxígeno por metro de corte	De acetileno por metro de corte
5	6	1	20	25	60	14
8	8	1.5	17.5	22	96	16
10	10	1.5	15	20	120	20
12	10	1.75	13		145	24
15	10	2.0	12		185	26
20	10	2.5	11	16	250	32
25	15	2.0	10	14	325	36
30	15	2.5	9.5		400	40
35	15	3	9		480	46
40	20	3	8.5		560	55
50	20	3.5	7	10.5	750	80
75	25	4	6		1275	125
100	30	4	5	7.5	1500	150
125	30	5	3 a 4	7	2000	175

Basados en la tabla anterior obtenida del manual de uno de los principales fabricantes de equipos de corte en el mercado (INFRA Silver star), podemos definir que la máxima capacidad de corte de un equipo de oxígeno y acetileno es de 15mm o en el sistema inglés poco más de ½ pulgada, a rangos operacionales normales, sin aumentar la presión y el consumo de gas y oxígeno, además obtenemos la otra variable operacional, que es la velocidad de corte que ronda entre los 16 y 18 metros/hora.

- Características de ejecución de un sistema de corte por plasma.

.La velocidad y capacidad de penetración esta dada por el amperaje de la maquina, el cual genera un arco eléctrico de mayor potencia, por lo cual puede concentrar la fuente de calor en un punto determinado, por ende el área afectada por el calor es menor, y aumenta la productividad del equipo.

Tabla 3-17. Especificaciones Equipos de plasma

Velocidad de corte – mm/min

Espesor	3 mm	6 mm	10 mm	12 mm	16 mm	19 mm	25 mm	32 mm
Oxicorte	686	660	584	508	457	432	356	330
Powermax190c	559	229						
Powermax380	1448	813	432	178				
Powermax600	4826	1651	864	610	330			
Powermax1000	6706	3353	1600	1067	787	559	305	152
Powermax1250	10,973	4089	2388	1524	1016	787	406	203
Powermax1650	11,582	5283	3022	2235	1549	1194	711	482

De acuerdo con el análisis anterior podemos definir las restricciones espaciales y operacionales de nuestro producto, este debe ser capaz de recorrer un área de una placa de 8x12ft, ser capaz de cortar placas de hasta 19mm (plasma), a una velocidad de 559mm/min (33.6 m/hr).

3.7.3 Interacciones fundamentales e incidentales (matriz de evaluación de diseño axiomático)

Utilizamos la matriz de diseño axiomático, para evaluar las interacciones de nuestros subconjuntos, identificando la problemática al realizar de unir nuestro producto.

La matriz de evaluación de diseño axiomatizo es una herramienta en la cual se evalúa las iteraciones entre conceptos de diseño, pudiendo ser: Requerimientos funcionales, de diseño, de proceso y especificaciones de diseño.

Tabla 3-18 Matriz Correlación Requerimientos del cliente vs Requerimientos funcionales

	DP0: Diseñar una cortadora de plasma C	DP1: Modelar una base	DP1.1: Construir una base que pu	DP1.2: Construir una base Rígida	DP2: Diseñar una transmisión	DP2.1: fabricación de un prototipo	DP2.2: Selección transmisión pre	DP2.3: Selección de elementos m	DP3: Diseñar un porta antorcha	DP3.1: Diseñar un sistema de pos	DP3.2: construir un sistema adapt	DP4: Seleccionar un sistema de prote	DP5: Construcción de uns sistema de de	DP6: Diseñar la arquitectura de un pr
FR0: Cortar placas de acero en figuras co	X													
FR1: Soportar el equipo	X													
FR1.1: Nivelar el equipo			X											
FR1.2: Dar rigidez al equipo			X	X										
FR2: Desplazarse en dos ejes			X	X	X									
FR2.1: Desplazarse 6X20Ft			X	X	X		X	X						
FR2.2: Trabajar a una precisión de							X	X	X					
FR2.3: Realizar recorridos cordina							X	X	X					
FR3: Soportar equipo de corte									X					
FR3.1: Posicionar antorcha					X					X	X			
FR3.2: Cortar con plasma y oxycort										X	X			
FR4: Proteger el equipo												X		
FR5: Realizar corte según piezas CAD													X	
FR6: Unir los componentes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Basados en la matriz de diseño axiomático podemos obtener las especificaciones de cada uno de los componentes, y se llega a las interacciones incidentales con las que cuenta el producto.

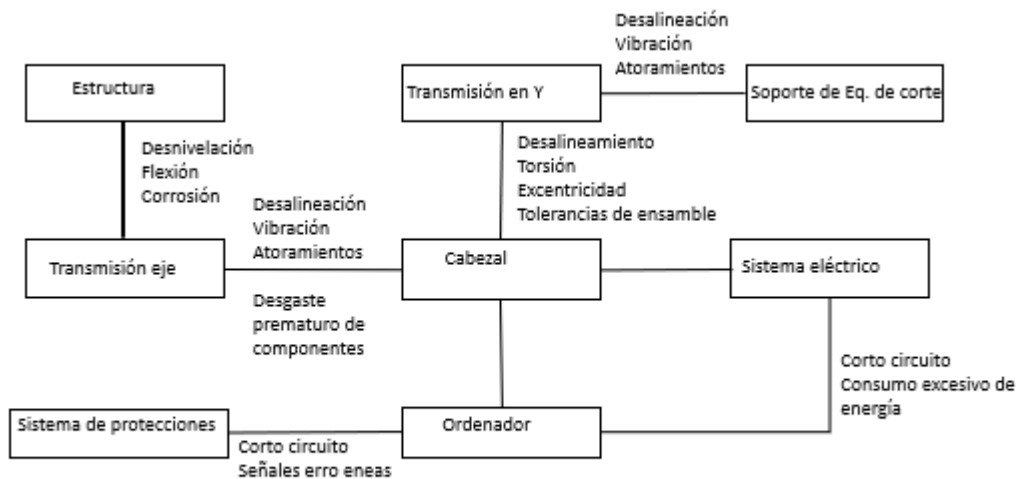


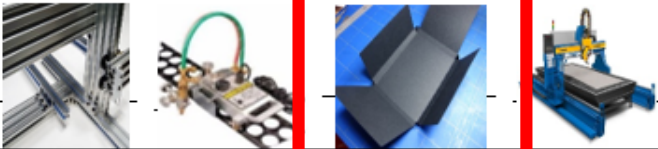
Ilustración 3-13. Diagrama de interacción incidentales

3.8 Selección de materiales y procesos de manufactura.

Utilizaremos nuevamente una matriz de decisión de Pugh para seleccionar los componentes que mejor satisfagan las necesidades de nuestro sistema. Cabe resaltar que en punto 3.6.2 se delimitaron los subsistemas de nuestro concepto global.


Tabla 3-19.1.1.1 Matriz de decisión para la selección de la base.

MATRIZ DE DECISIÓN DE PUGH



RC	NI	Aluminio extruido	Base rígida una sola pieza	base en chapa metálica	Mesa de corte
Rígida	4.8	0	5	0	
Ligera	3.8	3	-3	3	
Nivel ajustable	4.6	-3	0	3	
Facilite ensamble	3.7	3	-3	3	
Reciclable	3.5	0	0	0	
Económica	4.2	3	-3	3	
Total		6	-4	12	
Puntuación (+)		9	5	12	
Puntuación (-)		-3	-9	0	
Ponderada		21.3	-11.1	48.9	


Tabla 3-20. Matriz de decisión de Pugh para la selección de sistema de transmisión.



MATRIZ DE DECISIÓN DE PUGH

RC	NI	Piñón Cremallera	Transmisión por correa dentada	Husillo
Precisión	5	3	-3	
Velocidad desplazamiento	3.8	3	3	
Capacidad de carga	4.2	0	-3	
Facilite ensamble	4	3	3	
Cap. De recorrer larga distancia.	4.2	3	3	
costo	3.7	0	5	
Total		12	8	
Puntuación (+)		9	11	
Puntuación (-)		0	-6	
Ponderada		36.9	15.3	


Tabla 3-21. Matriz de decisión de Pugh para la selección de guías lineales



MATRIZ DE DECISIÓN DE PUGH

RC	NI	Guía c/ rodamiento lineal	Guía lineal, rueda piñón cremallera	Riel tipo ascensor	Ruedas guía aluminio extruido	Riel con carro guía
Precisión	4.8	0	0	-3	-3	0
Velocidad desplazamiento	3.8	3	0	3	3	0
Capacidad de carga	4.2	0	-3	5	5	3
Facilite ensamble	4	-3	-3	-3	-3	0
Cap. De recorrer larga distancia.	4.2	-3	3	3	3	0
costo	3.7	0	3	3	5	0
Total		-3	0	8	10	3
Puntuación(+)		3	3	11	13	3
Puntuación(-)		-3	-6	-6	-6	0
Ponderada		0.3	-12.3	21.5	29.9	13.8

Tabla 3-22.1.1.1 Matriz de decisión de pugh para la selección de motor



MATRIZ DE DECISIÓN DE PUGH

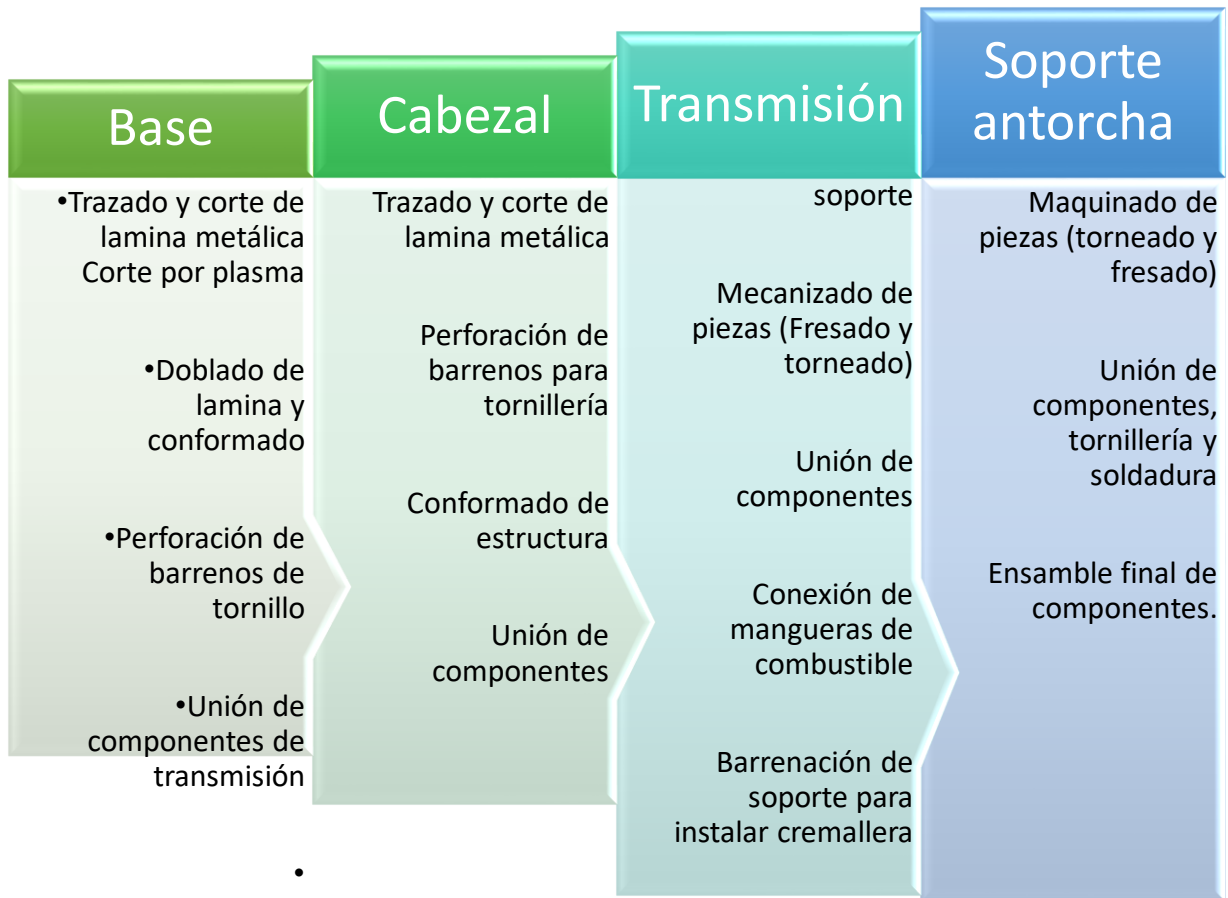
RC	NI	motor paso a paso	Servo motor
Relación, peso torque	5	0	3
Torque	3.8	3	3
Aceleración	4.2	3	3
Eficiencia eléctrica	4	0	3
vida útil	4.2	5	0
costo	3.7	5	0
Total		13	12
Puntuación (+)		13	12
Puntuación (-)		0	0
Ponderada		52	50.7

Para el caso de la selección del motor que controlara nuestro movimiento solo se cuenta con dos opciones, motor a pasos o el servomotor, por lo cual solo evaluamos sus capacidades una con respecto del otro.

3.9 Selección de técnicas de producción

Tomando como base, la selección de los componentes del punto anterior, procedemos a seleccionar el diagrama de proceso de producción de nuestro producto, que constara básicamente de la unión de los elementos y la fabricación de una base de chapa metálica, por lo cual el proceso se puede describir en el siguiente diagrama.

Tabla 3-23. Selección de técnicas de producción



3.10 Conclusión de metodología: Generación de concepto

global dominante.

Se obtiene el concepto global dominante, los componentes que formaran parte de nuestro sistema de corte y el CGD se enunciará:

“Sistema de corte de placas de acero con espesores máximos de 19mm, con una transmisión de piñón cremallera en el eje X y en el eje Y, con guías lineales tipo riel de aluminio extruido, una base tipo chapa metálica. Controladas mediante un motor a pasos.

4. RESULTADOS.

Basados en nuestro concepto global dominante realizamos los cálculos para la selección de componentes basados en los modelos descritos en el punto 2.3. El diseño mecánico consta de tres partes fundamentales, la estructura del eje x, el eje y, y el eje z como se muestra en el eje como se muestran en siguiente figura.

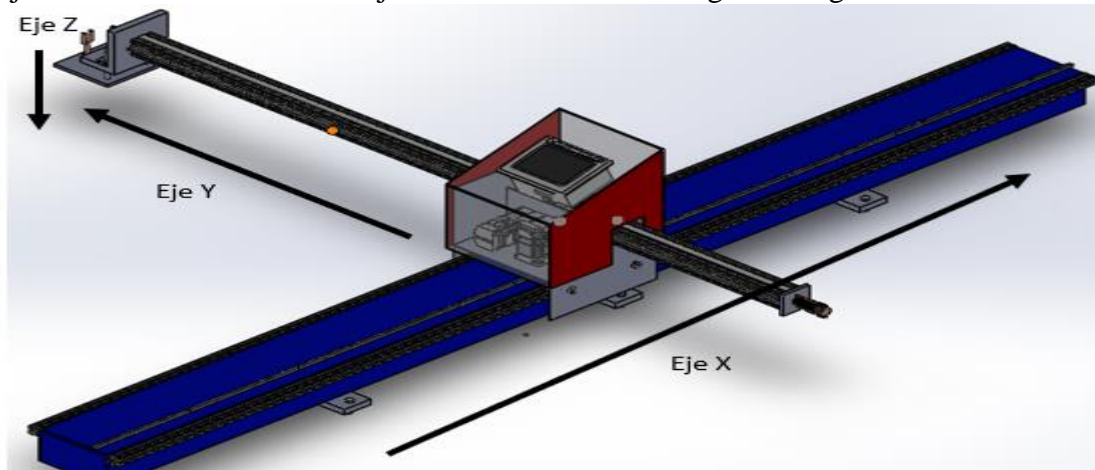


Ilustración 4-1. Sistema tipo pantógrafo con 3 grados de libertad

El sistema de corte deberá cumplir con las siguientes características:

- Área de trabajo útil.
- Capacidad de cortar espesores de 30mm
- Precisión

4.1 Diseño de eje Z (soporte de antorcha)

4.1.1 Selección de tornillería

El diseño del soporte de la antorcha se muestra en la imagen, se quiere demostrar que los tornillos seleccionados, tornillos de #8 son capaces de soportar la carga sin sufrir una deformación. Por lo cual soportaran el peso de la antorcha 3kg (CNC, 2018)

$$A_{\text{antorcha}} = (2.5\text{kg})(9.81) = 24.525 \text{ N}$$

Pero la fuerza se divide entre los dos pernos que sujetan la antorcha

$$F = \frac{F}{N \text{ pernos}} \quad (\text{Ec.1})$$

$$F = \frac{24.525 \text{ N}}{2} = 12.26 \text{ N por perno}$$

Utilizamos un factor de seguridad de dos y utilizaremos un tornillo con grado de dureza 4.8 (acero comercial). También utilizaremos un factor de seguridad de dos para garantizar el funcionamiento de nuestros pernos.

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

S_y= obtenido de 2-1

$$\sigma_d = \frac{340\text{Mpa}}{2} = 170\text{Mpa}$$

Obtenemos el esfuerzo de diseño, ahora podemos utilizar la expresión del esfuerzo cortante.

$$\tau = \frac{F_{\text{cortante}}}{A}$$

Pero lo que nos interesa es determinar el diámetro del tornillo a utilizar

$$A = \frac{F_{\text{cortante}}}{\tau}$$

$$A = \frac{12.26\text{N}}{170\text{Mpa}} = 7.2 \times 10^{-8}$$

$$A = \pi d^2 / 4 = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} = 3.03 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.3\text{mm}$$

Cualquier tornillo superior a este diámetro soportaría las cargas, basados en la tabla 2-2 se selecciona un tornillo #8 por su bajo costo y fácil disponibilidad.

Masa componente	Peso
m antorcha 2.5kg x2	49.05N
m tornillos (0.001kg)(4)	0.004 N
Abrazadera 1 (0.1)(2)	1.962N
Abrazadera 2 (0.180kg)(1)	1.7658 N
Placa de sujeción (0.180kg)	0.180
Total 5.639Kg	55.32 N

Ilustración 4-2. Peso de componentes eje Z

La determinación del paso de ciertos componentes fue mediante la selección de material y la función de propiedades físicas dadas por solidworks

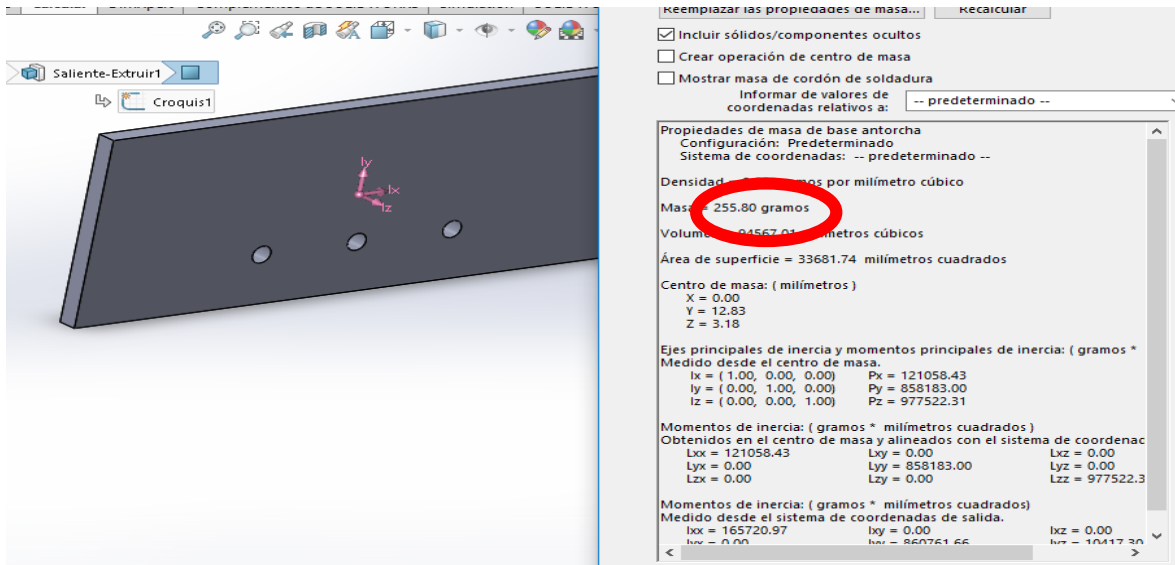


Ilustración 4-3. Herramienta propiedades físicas solidworks

4.1.2 Selección de guías y rodamientos lineales

La carga aplicada es despreciable con el tipo de carga que soportan los ejes por lo cual la selección de la guía solamente se determinara por el costo. Y nos basaremos en la tabla 2-5

4.1.3 Diseño de transmisión de un tornillo sin fin

Se desea calcular el tornillo apropiado, el torque necesario para subir y bajar el peso de nuestra antorcha, además se desea conocer la potencia necesaria para realizar dichos movimientos esto para criterio de selección de un motor.



Datos:

Longitud de trabajo= 25cms = 9.85in

F=55N (12.36 lbf)

$\sigma_d = 115\text{ksi}$ (tornillo ¼ grado 4)

$f = 0.15$ (Coeficiente de fricción)

$$A_t = \frac{F}{\sigma_d}$$

$$A_t = \frac{12.36\text{lbf}}{115\text{ksi}} = 1.075 \times 10^{-4} \text{ in}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 A_t}{\pi}} = 0.0116 \text{ in}$$

“Debido a cuestiones de accesibilidad se selecciona un tornillo de 1/4in”.

Después de la selección del tornillo, procedemos a calcular el par torsional para nuestra transmisión.

$$L=p=1/n$$

$$L=1/16=0.0625$$

$$T_u = \frac{F D_P}{2} \left[\frac{L + \pi f D_P}{\pi D_P - f L} \right] =$$

Torque para subir

$$T_u = \frac{(12.36 \text{ lbf})(0.2043 \text{ in})}{2} \left[\frac{0.0625 + \pi(0.15)(0.2043 \text{ in})}{\pi(0.2043 \text{ in}) - (0.15)(0.0625 \text{ in})} \right] = 0.317 \text{ lb} \cdot \text{plg}$$

Torque para bajar

$$T_d = \frac{F D_P}{2} \left[\frac{\pi f D_P - L}{\pi D_P + f L} \right]$$

$$T_d = \frac{(12.36 \text{ lbf})(0.2043 \text{ in})}{2} \left[\frac{0.0625 + \pi(0.15)(0.2043 \text{ in}) - (0.0625)}{\pi(0.2043 \text{ in}) + (0.15)(0.0625 \text{ in})} \right] = 0.065 \text{ lb} \cdot \text{plg}$$

Hay que calcular el ángulo de inclinación si este es menor que el coeficiente de fricción nuestro tornillo tendera a bajar debido a la gravedad.

$$\text{Tan} \lambda = \frac{L}{\pi D_p} =$$

$$\text{Tan} \lambda = 0.097$$

$$f > \text{tan} \lambda$$

Calculo de velocidad el recorrido de las antorchas será de 25cm (9.8in) el tiempo no es un factor importante debido a que solo la utilizaremos para posicionar el sistema de corte, no será una variable operacional. Por lo cual sugeriremos que el tiempo en el que el cortador baje y suba será de 1 minuto

$$V = \frac{L}{t}$$

$$V = \frac{9.8 \text{ in}}{60 \text{ seg}} = 0.16 \frac{\text{plg}}{\text{s}}$$

Velocidad de giro

$$n = V p$$

$$n = \frac{0.16 \text{ in}}{\text{seg}} \times \frac{1 \text{ rev}}{0.0625 \text{ pulg}} \times \frac{60 \text{ seg}}{\text{min}} = 153.6 \text{ rpm}$$

Potencia

$$P = \frac{Tn}{63000} \quad (\text{Ec.12})$$

$$P = \frac{(0.317 \text{ lb}\cdot\text{in})(153 \text{ rpm})}{63\,000} = 0.001 \text{ hp}$$

Conclusión:

Al obtener una potencia de trabajo tan baja podemos seleccionar cualquier motor basados en el criterio de costo y disponibilidad. Utilizando la tabla del fabricante Sure step. Seleccionamos el motor STP-MTR17040(D), dicho motor tiene el torque requerido, además presenta un coste de 22USD. (SureStep, 2018)

4.1.4 Selección de acoplamiento.

Para el acoplamiento, tenemos dos ejes de diferente dimensión, el diámetro del eje del motor, y el diámetro de nuestro tornillo sin fin. Debido a esto se tiene que seleccionar un acoplamiento que cubra la necesidad de ambos sistemas.

$D_{\text{tornillo}} = 0.25 \text{ plg}$

$D_{\text{motor}} = 0.5 \text{ plg}$.

Se selecciona un cople flexible STP-MTRA-SC-1412, que cubre las necesidades de nuestro sistema, y tiene un costo aproximado de 23 USD.

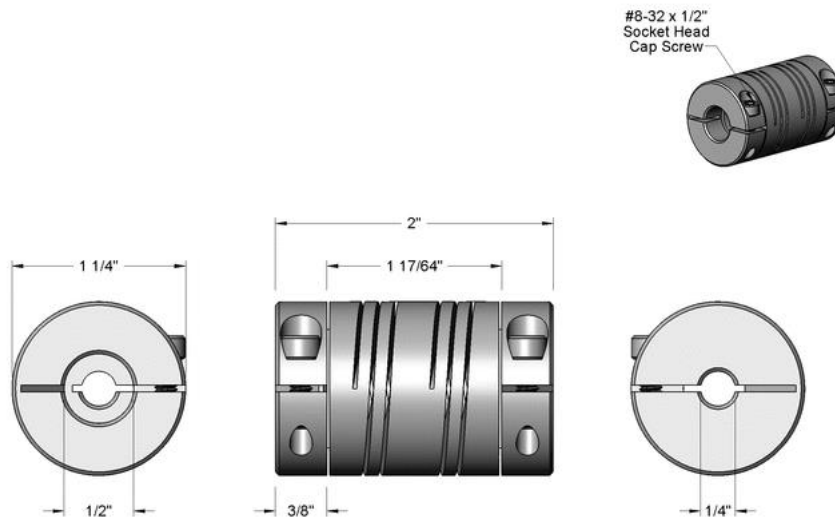
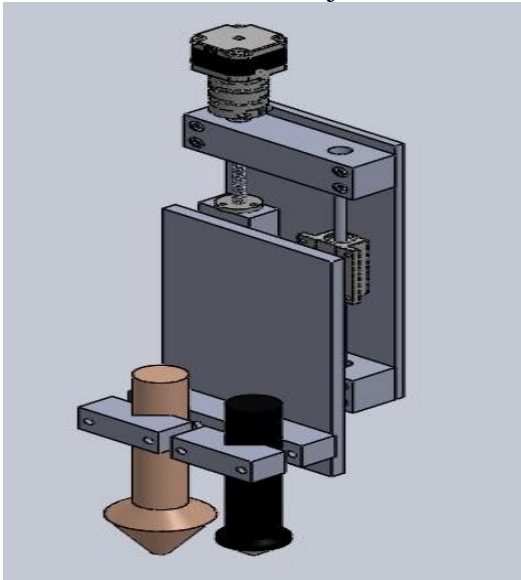


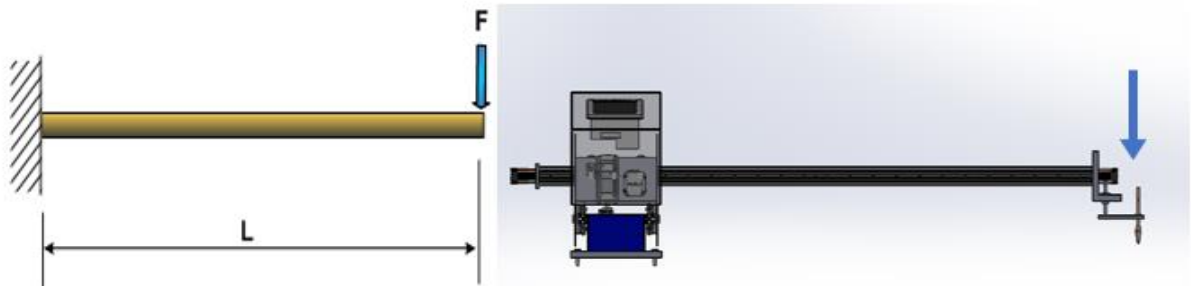
Ilustración 4-4. Plano de cople STP-MTRA-SC-1412

Modelo transmisión del eje Z

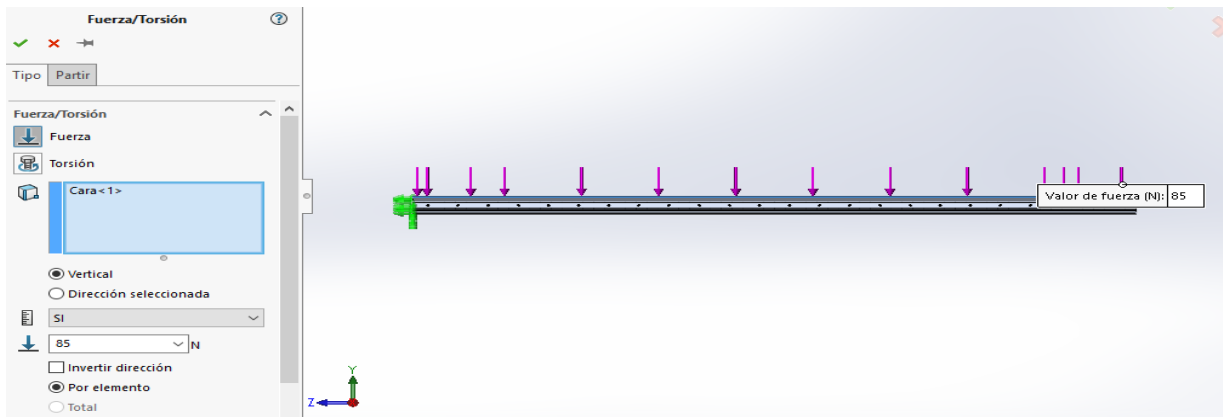


Componentes.
Tornillos hexagona #8 - 4.8
Tornillo de ACME 1/8 x 30cm
Guia lineal LUNE-12MM
Motor a pasos Stp-mtr-17040
Rodamiento axial BA6
Cople flexible STP-MTRA-SC-1412

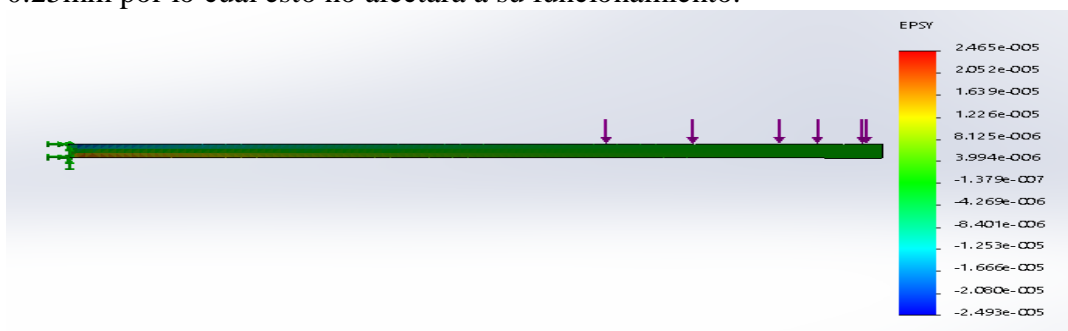
4.2 Análisis CAE de una viga de aluminio (soporte de transmisión Y)



Nos apoyamos de la herramienta de análisis estático de SolidWorks para analizar el perfil de aluminio seleccionado, Aluminio extruido 3X3plg aluminio 6010



Al realizar el análisis de nuestra pieza muestra una deflexión imperceptible de 0.25mm por lo cual esto no afectara a su funcionamiento.



4.3 Selección de componentes en la transmisión eje X y eje

Y

Se busca seleccionar el motor apropiado, para desplazar el sistema de corte en los ejes X y Y, este movimiento se realizará mediante el sistema de piñón cremallera, más específicamente un sistema de piñón de paso 12 con 18 dientes con su respectiva cremallera.

- Cálculo de par de torsión

$$T = W_t R$$

Radio de paso

$$R = \frac{D_p}{2}$$

$$D_p = \frac{N}{p_d} = \frac{18}{12} = 1.5 \text{ in}$$

$$R = \frac{1.5 \text{ in}}{2} = 0.75 \text{ in}$$

- Carga transmitida

La carga transmitida será igual al peso que se desplazará por el sistema, la suma de los pesos de cada componente

Componente	Masa	Peso
SopORTE de antorcha	5kg	49.05N
Cremallera	1.2kg	11.77N
Guías	1kg	9.81N
SopORTE aluminio	6 kg	58.86N
Base y guarda	3 kg	29.43N
Panel view y componentes electrónicos	2 kg	19.62
Total.	18kg	176.4 N

Para la selección de un motor eléctrico, la principal medida son los caballos de fuerza (Hp), por lo cual manejaremos las unidades en el sistema inglés. Además se agrega un factor de seguridad de 2, para que nuestro motor no valla a fallar.

$$T = W_t R$$

$$T = (79.4\text{ lbf}) (0.75\text{ plg}) = 59.55 \text{ lbf} \cdot \text{in} \left(\frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ plg}} \right) = 4.9 \text{ lbf} \cdot \text{pie}$$

$$W_t = (176.4\text{ N}) = 39.7\text{ lbf}$$

$$W_t = (39.7\text{ lbf} \times 2) = 79.4\text{ lbf}$$

$$R = 0.75 \text{ plg}$$

Se observa que se presenta un torque muy bajo, por lo cual el motor a seleccionar podría estar en el rango de fracción de caballos

Calculo de potencia.

La potencia estará dada por la fuerza y el tiempo que llevará desplazarla cierta distancia (velocidad lineal)

$$P = W_t v_t$$

Velocidad = 33.5m/hr = 1.83 ft/min (obetido de la tabla 3-16 y 3-17)

$$P = (79.4\text{ lbf}) (1.83\text{ ft/min}) = \left(145.3 \frac{\text{ lbf} \cdot \text{ft}}{\text{min}} \right) \left(\frac{1\text{ hp}}{550\text{ lbf} \cdot \text{ft/min}} \right) = 0.26\text{ Hp}$$

“Por lo cual podríamos seleccionar un motor a pasos de ¼ de caballo y este satisface las necesidades de nuestro diseño.”

4.4 Evaluación del producto en cuanto a cumplimiento de funciones y desempeño.

La siguiente tabla ayuda a evaluar el desempeño de nuestro modelo vs las especificaciones de ingeniería. Las cuales evalúan los siguientes puntos. Precisión, velocidad de corte y peso.

Tabla 4-1. Cumplimiento necesidades del cliente

Especificaciones de ingeniería	Buscando	Valor cumplido
Precisión	Menor a 5mm	<ul style="list-style-type: none"> • La cremallera concede un erro de 0.008mm. • El otro elemento que aporta la precisión es del drive y el software de control numérico (que no están en el alcance de este proyecto)
Velocidad de corte	Mayor a 33 m/hr	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema fue calculado para esa velocidad operacional, al igual que la precisión depende el software y drive
Peso	Menor a 100kg	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante la utilización de la herramienta de propiedades físicas de solidworks el peso acumulado del equipo es de 84 kg
Costo	Menor a 6,000 USD	<ul style="list-style-type: none"> • El costo de materia prima es un aproximado a los 2400usd si el sistema se produjera en masa los costos operacionales serian bajos

4.5 Evaluación del producto en cuanto a fabricabilidad, ensamblabilidad y costos (DfM y DfA).

La siguiente tabla muestra el costo unitario de cada componente, cabe mencionar que la tabla solo incluye el costo por material, el proceso de fabricación se considera a parte. Los dispositivos electrónicos no se anexan en esta tabla por que el alcance del proyecto no toca ese punto.

Tabla 4-2. Costos materia prima

No. Elemento	No. de piezas	Peso en kg	costo USD	Total	peso total
Base chapa m	1	35	120	120	35
Aluminio extruido 1X1x6ft	4	3	18	72	12
Tornillo y conector 1/2 in	60	0.1	1.3	78	6
Rueda Guía lineal 1in	4	0.25	56	224	1
Cabezal	1	6	120	120	6
Cremallera paso 20 x 6ft	2	0.25	51	102	0.5
tornillo socket 3/16 x 1	34	0.02	1.6	54.4	0.68
tornillo socket 3/16 x 1/2	15	0.01	1.3	19.5	0.15
tornillo socket 1/4x1	12	0.03	1.23	14.76	0.36
arandela plana 3/16	49	0.01	0.25	12.25	0.49
tuerca hexagonal 3/16	49	0.02	1.2	58.8	0.98
arandela plana 1/4	15	0.02	0.3	4.5	0.3
tuerca hexagonal ¼	15	0.02	1.3	19.5	0.3
Motor a pasos.	2	2	325	650	4
perfil aluminio 3in x 8ft	1	5	188	188	5
Rueda Guía lineal 3in	3	0.35	65	195	1.05
Cremallera paso 20 x4ft	2	0.25	36	72	0.5
base nivelación	3	3	25	75	9
guarda de seguridad	1	3	120	120	3
panel view	1	3	300	300	3
Total, Costo materiales				2499.71	89.31

Tabla 4-3. Costos operacionales

Operación	Costo/hora	Insumos	Gastos adicionales
Corte	10USD (Promedio salario técnico en herramientas en México) (INEED, 2018)	Energía eléctrica (0.047USD) Oxígeno acetileno	Mantenimiento boquillas
Perforación o barrenación	10USD Taller externo Sueldo de empleado 2.2USD	Energía eléctrica (0.047USD) Refrigerante	Herramientas Machuelos
Doblado de acero	10USD	Energía eléctrica (0.047USD) Aceite hidráulico	Mantenimiento
Ensamble manual	10USD	Hora hombre 2.2USD	Herramienta de mano

4.6 Ensamblabilidad del producto

4.6.1 Base metálica.

Se utiliza un proceso de chapado, el cual consiste en hacer un trazo geométrico, en una placa o lamina de acero, y por técnicas de doblado se conforma un prisma, en nuestro proyecto el peso es un factor que considerar por lo cual, el proceso seleccionado es el más apropiado. Debido a la facilidad de fabricación, y la simpleza de ensamblaje que esta presenta.

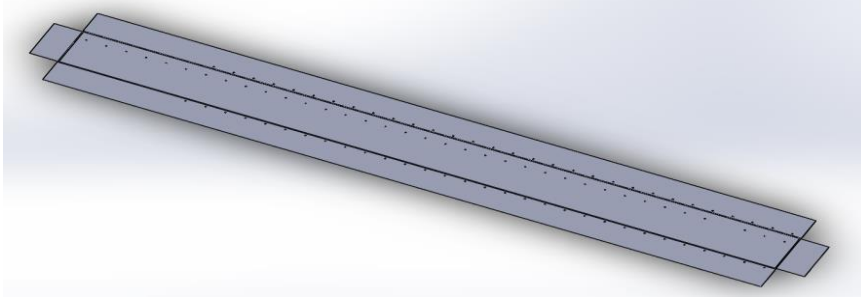


Ilustración 4-5. Base en chapa metálica extendida

4.6.2 Ensamble de guías lineales.

Utilizando perfiles de aluminio de alta resistencia a la tracción, puede diseñarse todo tipo de estructuras de forma limpia y rápida, sin tener que tratar posteriormente la superficie. Todos los perfiles están anodizados y adaptados a unas dimensiones modulares que garantizan su compatibilidad dentro de sus respectivas series. Las ranuras de los perfiles se utilizan para alojar elementos de unión y para fijar accesorios, paneles, cables, etc.

Los procesos de ensamble de perfiles de aluminio ofrecen gran variedad de soluciones al proceso de ensamblaje, en la siguiente imagen se muestran los métodos de unión más utilizados en el mercado.

- Tuerca y tornillo
- Tornillo de fijación universal
- Bisagras
- Sistemas de transporte

En nuestro proceso utilizamos el tornillo de fijación universal, de esta manera se facilita el proceso de ensamblaje, como lo describe Parker en su catálogo de nombre aluminio estructural y sistemas de conexión.

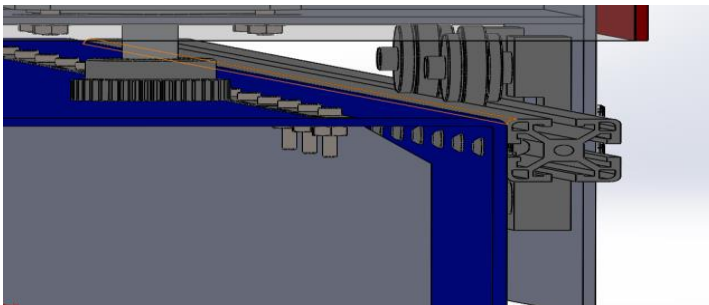


Ilustración 4-6. Ensamble mecánico por tornillos

El proceso de unión de la cremallera es unión mecánica por tornillo, las cremalleras están normadas, en cuanto a su unión, aproximadamente manejan un tornillo cada 2plg, por ende la barrenación de la base también debe llevar a lo largo de la misma, el mismo número de barrenos.

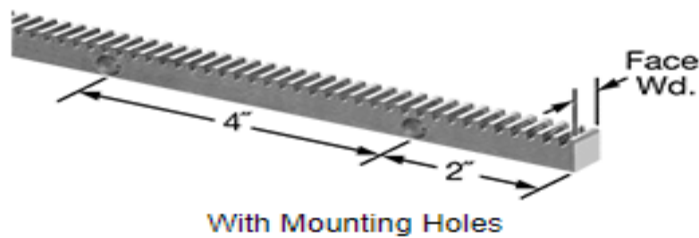


Ilustración 4-7. Cremallera estándar

4.7 Evaluación del producto en cuanto a Impacto ambiental

(DfE).

Para comprender el impacto ambiental de nuestro producto es necesario entender el diagrama de ciclo de vida de nuestro producto. Basándonos en la tabla número 4-2, donde viene especificado el número de componentes y su peso, podemos determinar el siguiente diagrama

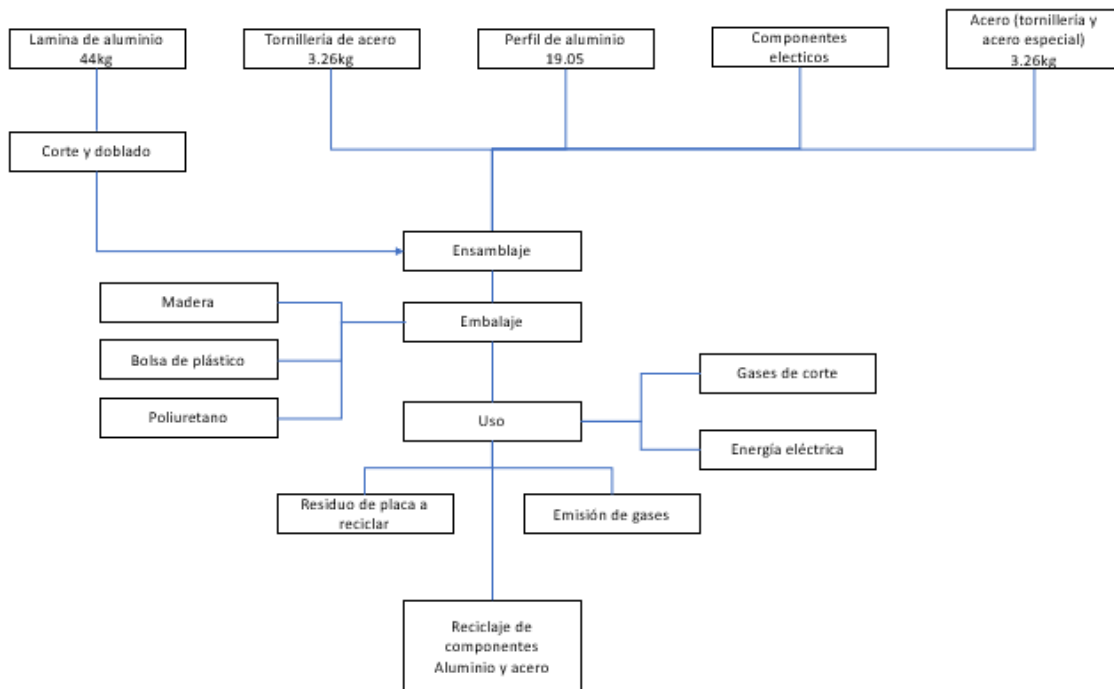


Ilustración 4-8. Ciclo de vida del producto

La fórmula para calcular el índice de impacto ambiental se requiere, calcular el indicador de ecoeficiencia y este se obtiene a partir de indicadores asignados, basados en proceso de obtención de material, proceso de fabricación y materiales e insumos.

Tabla 4-4. Indicador impacto ambiental de las materias primas

Material			
material	cantidad	índice	resultado
aluminio laminado	44	60	2640
aluminio extruido	19.05	180	3429
Acero de aleación	1	910	910
acero baja aleación	2.3	86	197.8
Total			7176.8

Tabla 4-5. Indicador impacto ambiental de los procesos de fabricación

Proceso			
doblado	4	0.000047	0.000188
perforado	1	800	800
Corte	70	12	840
laminado	2	30	60
extrusión	15	72	1080
Total			2780

Tabla 4-6. Indicador impacto ambiental de elementos adicionales

Uso Transporte, energía y materiales			
electricidad		?	
papel	1	96	96
Cartón	1	69	69
Oxígeno	1	12	12
total			177

Indicador = 10,133

$$\text{Índice de ecoeficiencia} = \frac{6500 \text{dls (precio venta)} - (2500 \text{dls} + \text{costos operacionales})}{13303} = 0.3947$$

4.8 Análisis Modal de falla.

Analizamos uno a uno nuestros componentes, tratando de encontrar posibles fallas en el proceso de fabricación y en la vida útil de nuestro producto, para detectarlas desde antes de

la elaboración de producto y poder corregirlas o bien realizar un plan de contingencia que ayudara a nuestros clientes, prevenir posibles averías y que cuenten con las herramientas para poder corregir dichas fallas. La evaluación de fallas se lleva a cabo mediante la utilización de un Análisis Modal de fallas (FMEA) Representado en la siguiente tabla.

Tabla 4-7. Análisis modal de Falla Cortadora CNC

Elemento o función	Fallas potenciales	Efectos potenciales de la falla	Severidad	Causas potenciales de la falla	Probabilidad	Controles de diseño actuales	Detectabilidad	RPN	Recomendaciones	Responsibility & Target Completion Date
Base	Desnivelación	falla en la precisión del equipo	5	Falla en el proceso	5	proceso de doblado	7	175	Agregar un sistema de nivelación a las guías lineales	20/05/2018
Base	Barrenos no simétricos	problemas de ensamblabilidad	6	falla en el proceso	6	proceso de barrenado	8	288	mejorar proceso de taladro	
Cremallera	Fractura de dientes debido a falla de interna de material	desalineación, atoramientos, paro de proceso	#	falla en el material	3	fabricación de material	3	90	Ensayos no destructivos aleatorias, a componentes	
Guías lineales	Atoramientos y falla en rodamientos.	paro de proceso, desalineamiento, baja eficiencia, sobrecarga en motores.	5	Fin vida útil del material	5	Vida útil del material	5	125	Cambio al final de la vida útil.	
Piñón	Fractura de dientes debido a falla de interna de material	desalineación, atoramientos, paro de proceso	#	falla en material	3	fabricación de material	3	90	Evaluar la recurrencia del fallo y seleccionar una aleación mas resistente	
servomotor	Desgaste de componentes internos	alta potencia de operación, paros por sobrecarga	8	Fin vida útil del material	5	Vida útil del material	6	240	Dar mantenimiento a componente.	
sistema elevación antorcha	Desgaste de componente	atoramiento	6	Falta de lubricación, desgaste de componente	3	Vida útil del material	6	108	Agregar sistema de lubricación.	

Con el análisis modal de falla, obtenemos mejoras en nuestro producto y en nuestro proceso, por lo cual podremos garantizar un producto más confiable para nuestro cliente.

4.9 Revisión final del proceso de diseño detallado y transmisión efectiva del producto.

En el siguiente diagrama se muestra el ciclo de diseño que utilizamos para la evaluación y creación de nuestro producto, también engloba las herramientas utilizadas.



Ilustración 4-9. Ciclo de diseño de producto

La metodología para la resolución de la problemática se puede dividir en cuatro grandes puntos.

4.9.1 Diseño conceptual

Con la utilización de diversas herramientas de diseño se define lo que nuestro cliente quiere, o también llamado requerimientos funcionales, nuestro deber como diseñador es, satisfacer las necesidades de nuestro cliente, para esto ofrecemos soluciones (Requerimientos de diseño), el cual es la técnica, el proceso, o el producto con el cual satisfacemos las necesidades de nuestro cliente. A partir de estos dos puntos obtenemos los requerimientos de ingeniería, los cuales son las especificaciones que debemos lograr, para realizar un proyecto de calidad, y estas están dadas por restricciones físicas y de funcionalidad. A partir de estos 3 puntos, y mediante la utilización de técnicas de inventiva y creatividad obtenemos nuestro “Concepto Global Dominante”.

4.9.2 Diseño para fabricación.

En este punto aterrizamos nuestro concepto global dominante y lo evaluamos como un producto que va a ser fabricado en un futuro, por lo cual las técnicas de proceso, los componentes estandarizados juegan un papel preponderante para el desarrollo de nuestro producto. El proceso empieza con la definición geométrica de nuestro producto, a partir de este punto se continua con la evaluación de elementos estandarizados que cumplen las

necesidades que queremos lograr, el siguiente punto es evaluar estos elementos en base a los requerimientos que estamos buscando y su posterior selección.

4.9.3 Diseño a detalle.

Evaluamos nuestros componentes basados en modelos matemáticos, para garantizar su funcionalidad. Además, evaluamos nuestro producto en función de su desempeño, impacto ambiental, y se trata de ir un paso delante de las posibles fallas que pueda tener nuestro sistema para garantizar a nuestros clientes que el producto que están adquiriendo es de una calidad apropiada y que satisficiera y superara sus necesidades.

4.9.4 Diseño de prototipo.

El diseño de prototipo, parte a partir del diseño y generación de planos, y utilizando las técnicas de manufactura mencionadas en el diseño para fabricación, se inicia la fabricación de un prototipo el cual será evaluado, utilizando como target los requerimientos de ingeniería.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| Como conclusión de nuestro proyecto podemos obtener el modelo CAD de una máquina de corte funcional, que se realizó mediante una metodología de diseño secuencial, iniciando por lo fundamental, que es la necesidad del cliente, y a partir de ahí, mediante la secuencia de nuestra metodología de diseño, se fue desarrollando los conceptos, factores, modelos y diagramas que desembocaron en nuestro modelo. El modelo de sistema de corte que se espera construir será capaz de realizar su función de una manera apropiada, cortando placas de diferentes metales, con dimensiones menores de 10ft de largo, 8ft de ancho, y espesores hasta 1 ½ plg.

.

Bibliografía

- ABB. (28 de 04 de 2018). *ABB*. Obtenido de ABB: <https://new.abb.com/>
- AMCA. (2013). *Asociacion madrileña de la calidad*. Obtenido de http://www.calidadasistencial.es/images/gestion_soc/documentos/199.pdf
- Bartsch, W. (2003). Husillos de bolas. En W. Bartsch, *Alrededor del torno* (págs. 56-58).
- Camp, R. C. (1993). Benchmarking: la búsqueda de mejores practicas que mejoren el rendimiento. En R. C. Camp, *Benchmarking: la búsqueda de mejores practicas que mejoren el rendimiento*. taylor & francis.
- Castro, B. A. (2000). *Sistemas de sujecion y soportes mecanicos* . Leon Guanajuato Mexico .
- CNC, L. t. (30 de October de 2018). *AMAZON*. Obtenido de https://www.amazon.com.mx/Lotos-technolog%C3%ADa-CC01-CNC-antorcha-cortador/dp/B00NVUQA7I/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1540944299&sr=8-1&keywords=antorcha+plasma+cnc
- CTCalidad. (2016). *ctcalidad*. Obtenido de <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/10/la-matriz-de-pugh-para-la-toma-de.html>
- INEED. (14 de 05 de 2018). *INEED*. Obtenido de <https://www.indeed.com.mx/salaries/Tecnico/a-en-maquinas-y-herramientas-Salaries>
- INFRASILVERSTAR. (11 de 10 de 2018). *INFRA SILVER STAR* . Obtenido de <https://grupoinfra.com/>
- LINCOLN-ELECTRIC. (18 de 4 de 2018). *LINCOLN-ELECTRIC*. Obtenido de LINCOLN-ELECTRIC: <https://www.lincolnelectric.com/es-es/support/welding-how-to/Pages/plasma-cutting-basics-detail.aspx>
- Management, I. C. (02 de 09 de 18). *ICIM*. Obtenido de <http://icim.com/files/QFD.pdf>
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de maquinas* . CIUDAD DE MEXICO : PEARSON EDUCACION .
- Mott, R. L. (2006). Transmision por bandas y cadenas. En R. L. Mott, *Diseño de elementos de maquinas* .
- Norton, R. L. (s.f.). *Diseño de maquinaria* . Mc Graw hill .
- SKF, S. K. (s.f.). *Guias Con patines LTT*.

- Sourcing, G. d. (2 de Mayo de 2018). *Gestiondecompras*. Obtenido de <http://www.gestiondecompras.com/es/productos/conformado-de-tubos-y-perfiles/perfiles-de-aluminio>
- Suh., N. P. (2001). Axiomatic design, advances and applications. En N. P. Suh., *Axiomatic design, advances and aplicaciones*. Massachusetts institute of technology.
- SureStep. (15 de Noviembre de 2018). *www.control.sdindustrial.com*. Obtenido de https://control.sdindustrial.com.mx/productos_descripcion.php?categoria=11645&parent=163
- T.TRIUMPH. (14 de 3 de 2018). *T.TRIUMPH*. Obtenido de ALIBABA: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/shenzhen-triumph-metal-cutting-stainless-steel-300w-500w-fiber-laser-cutting-machine-price-60487641276.html>
- Tirado, D. M. (2013). Fundamentos de marketing. En *Fundamentos de marketing*. Castellon de la plana: UNE.
- Vidal, J. M. (s.f.). *Actividad transversal interdisciplinar: Proyecto Piñon Corona* . Innovacion y experiencias educativas .
- WIKIPEDIA. (28 de 04 de 2018). *WIKIPEDIA* . Obtenido de WIKIPEDIA : https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera
- XTLASER. (14 de 03 de 2018). *XTLASER*. Obtenido de XTLASER: http://www.xtlaser.com/products/fiber-laser-cutting-machine/?gclid=EAlalQobChMI9579zPGh2wIVxWSGCh2CWgfwEAAYASAAEgKiV_D_BwE

