

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

DISEÑO DE UNA ETIQUETADORA SEMIAUTOMÁTICA DE PUERTAS DE MADERA PARA LA COMPAÑÍA INTERDOORS

Andrés Esteban Guerrero Ríos

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniería Mecatrónica

Asesor(es)

Jorge Andrés Sierra Del Rio

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Departamento Mecatrónica y Electromecánica.
Medellín, Colombia.
2021.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESUMEN

El contenido de este proyecto está enfocado en el diseño de una maquina etiquetadora semiautomática implementada a través de la programación de un micro controlador y el uso de herramientas CAD, en donde se realizó la programación de funciones y se hizo uso de una metodología en espiral estructurada en el capítulo 3 del presente trabajo, la cual permitió plantear, definir, evaluar y decidir, una opción alterna y adecuada que será implementada como solución a la problemática evidenciada en la compañía INTERDOORS. Una empresa que diseña, fabrica y distribuye carpintería arquitectónica para proyectos inmobiliarios en Colombia y el exterior, ofreciendo un amplio portafolio que cubre las líneas de puertas, baños, closets y cocinas.

La metodología utilizada para la recolección de datos se obtiene mediante un diagnóstico inicial al sitio de trabajo donde se evidencio que el proceso para dar garantía a las puertas de madera se realiza con una etiqueta que es adherida manualmente por un operario, acción que se convierte en una tarea repetitiva y monótona; y que apoyada en la observación y en el análisis DOFA expuesto en los capítulos 3 y 4 permitió conocer todos los parámetros necesarios para el diseño de la máquina, así como conocer las especificaciones que se deben tener en cuenta en el momento de interacción con el operario, para cumplir con los requerimientos y estándares de la empresa INTERDOORS, logrando la reducción de tiempo y costos en el proceso de etiquetado, y la mitigación de enfermedades laborales a causa del trabajo repetitivo que requiere esta labor.

Palabras clave: Semiautomática, Etiqueta, Adherida, Metodología, Etiquetado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RECONOCIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme la vida y por dotarme de buena salud para ver el fruto de mis esfuerzos.

A mis padres, Sandra Mónica Ríos y Eliecer Rivera, por su inmenso sacrificio y esfuerzo para llenar mi vida de tantas bendiciones y comodidades. A mi madre especialmente, le agradezco por ser mi luz y mi camino en el proceso de lograr cada una de mis metas. Su gran amor y dedicación son el motor que me impulso a construir la mejor versión de mí mismo.

A mis abuelos Ligia Velásquez y Carlos Arturo Ríos, por sus buenos ejemplos, valores y enseñanzas que me han formado como un ser humano integral.

A mi compañera de estudio Alejandra Jiménez, por el planteamiento de esta propuesta.

A mi profesor de Diseño Mecatrónico II Jorge Andrés Sierra Del Rio, por transmitir sus conocimientos y experiencia para el desarrollo de este trabajo y aprobación del mismo.

A la Institución Universitaria ITM y sus docentes, por los procesos de formación para la culminación de mi carrera.

Andrés

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ACRÓNIMOS

CAD Diseño Asistido Por Computadora.

CAE Ingeniería Asistida Por Computadora.

DOFA Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas (Matriz)

ATMEL Tecnología Avanzada Para La Memoria Y La Lógica.

MOSFET Transistor De Efecto De Campo De Oxido Metálico-Semiconductor

GTO Gate Turn Off

IGBT Transistor Bipolar De Puerta Aislada.

NA Normalmente Abierto.

NC Normalmente Cerrado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Generalidades.	7
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 General.....	8
1.2.2 Específicos.	8
1.3 Estructura.	9
2. MARCO TEÓRICO	10
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS DESARROLLO DE MAQUINAS ETIQUETADORAS	10
2.1 MÁQUINAS ETIQUETADORAS.....	14
2.1.1 Etiquetadoras Manuales.	14
2.1.2 Etiquetadoras Semiautomáticas.	15
2.1.3 Etiquetadoras Automáticas.	15
2.2 ETIQUETAS.	16
2.2.1 Tipos de Etiquetas.....	17
2.2.1.1 Etiquetas Autoadhesivas.	17
2.2.1.2 Etiquetas de transferencia en caliente.....	18
2.2.1.3 Etiquetas con pegamento en frío o caliente.	18
2.2.1.4 Etiquetas sensibles al calor.....	19
2.2.1.5 Etiquetas Termo encogibles.	19
3 METODOLOGÍA.....	21
Necesidades y Análisis de Mercado.....	24
Requerimientos.....	26
Producto Esperado.	27
MATRIZ MORFOLOGICA.....	29
Generación de Alternativas.....	30

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Concepto de solución 1.....	30
Concepto de solución 2.....	31
Concepto de solución 3.....	32
DEBE INCLUIR UNA SECCION EN LA CUAL SE REALIZA EL DIMENSINAMIENTO DE LOS COMPONENTES, EJEMPLO..SELECCION DEL MOTOR, ELEMENTOS DE TRANSMISION CORREAS, ENGRANAJES...TORNILLOS ENTRE OTROS.....	34
3.2 Desarrollo de diseño detallado.	34
Evidencias proceso de diseño en la plataforma Inventor.	37
Funcionamiento carrete cinta.	41
Secuencia de funcionamiento.	42
Dimensionamiento componentes.	44
Selección de los motores.	46
Tornillería.....	51
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
Narrativa de control y Funcionamiento de la máquina.	52
Análisis económico de la propuesta...costos, equipos y procesos requeridos....tiempo de reotirno de la inversion....ROI. Calcularlo.....	56
5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	56
1. Recomendaciones.	56
2. Trabajo Futuro.	56
REFERENCIAS.....	57
Bibliografía.	57
Sitios Web.	57
ANEXOS	58
Anexo A. Cotización Materiales.....	58
Anexo B. Cotización Estructura.....	60
Anexo C. Planos	63

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades.

La pertinencia de este trabajo se fundamenta en la observación de una problemática evidenciada en la compañía INTERDOORS, donde su función principal radica en la fabricación de puertas de madera de bajo costo, lo que implica que sus productos no tienen un empaque como tal, y por asuntos legales es vital para la empresa dar a conocer la garantía del producto mediante un adhesivo.

El proceso de situar el adhesivo se realiza manualmente tal como se muestra en la Figura 1.1, y lo realiza un operario que gasta en promedio dos horas diarias de su día laboral, acción que podría desencadenar problemas en su salud al ejercer una tarea tan repetitiva, y estaría restando valor a los estándares de producción y calidad de la empresa ya que implica un margen de error más alto que el error encontrado cuando estos procedimientos los realiza una máquina.

El operario encargado de este proceso recibe un salario mensual de \$2.400.000 pesos colombianos, su día laboral le cuesta a la empresa \$80.000 y su hora \$10.000, si el empleado usa en promedio dos horas diarias en el etiquetado de los productos, estaría invirtiendo aproximadamente 60 horas al mes, lo que le cuesta a la empresa unos \$600.000 pesos colombianos en el proceso de etiquetado.

Para darle solución a la anterior problemática se diseñó una maquina etiquetadora que se encargara de instalar de manera rápida y correcta el adhesivo a las puertas, mejorando el tiempo de producción y el costo por mano de obra.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 1.1 Etiquetado manual elaborado en la compañía INTERDOORS.

1.2 Objetivos.

1.2.1 General.

- Diseñar una máquina etiquetadora semiautomática de puertas de madera para la empresa INTERDOORS.

1.2.2 Específicos.

- Establecer criterios de diseño realizando un esquema de las funciones y movimientos de la máquina.
- Diseñar y seleccionar los componentes mecánicos y electrónicos que hacen parte de maquina etiquetadora.
- Realizar un diseño mecánico asistido por un software CAD, detallando elementos del sistema.
- Desarrollar el diseño del esquema eléctrico y de control.
- Realizar ensamble digital entre piezas mecánicas e instrumentos eléctricos y electrónicos.
- Realizar simulación de funcionamiento del diseño final.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Dimensionar y elaborar los planos para las piezas mecánicas.

1.3 Estructura.

La presente tesis está dividida en cinco capítulos. En la Primera parte se presentan las diferentes justificaciones que validan la pertinencia de este proyecto. En el Segundo capítulo se expone el grupo central de conceptos y teorías que son necesarios para comprender los objetivos y la metodología empleada, a su vez se presenta el estado del arte donde se dan a conocer diferentes desarrollos actuales sobre el tema propuesto que sirven como ideas para sustentar los argumentos. En el Tercer capítulo se expone la metodología empleada para el diseño y desarrollo de la maquina etiquetadora, donde se describe un paso a paso de todas las fases implementadas para lograr los objetivos propuestos. El capítulo número Cuatro resume todos los resultados alcanzados en el proyecto después de aplicar los conceptos establecidos en la metodología de trabajo que finalmente nos llevan al capítulo número Cinco donde se establecen las diferentes conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS DESARROLLO DE MAQUINAS ETIQUETADORAS

El desarrollo actual de máquinas etiquetadoras semiautomáticas a nivel nacional es muy escaso, según la información consultada este tipo de máquinas se han desarrollado para las industrias de alimentos, envases y bebidas, etiquetado de embutidos, tubos de ensayo farmacéutico, y marcación de cajas en diferentes procesos industriales.

Dentro de la información más reciente se encuentra el desarrollo de una maquina etiquetadora diseñada en la Universidad de Santander por (Guerrero & Arcos, 2015), la cual permitió aumentar la productividad en el proceso de envasado de sus productos conservando calidad del etiquetado, mejorando las condiciones físicas del operario en la empresa y logrando la disminución del tiempo y espacio físico destinado al proceso de etiquetado, haciendo uso intensivo de la tecnología CAD y CAE como se muestra en la Figura 2.1

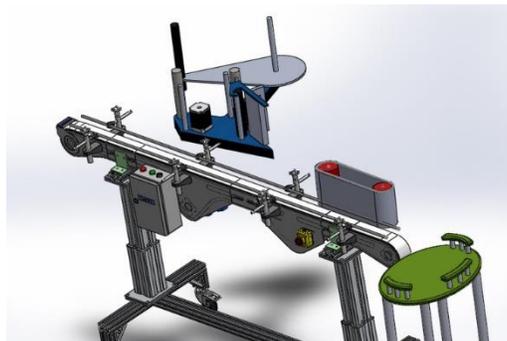


Figura 2.1 CAD Etiquetadora Para Envases (Guerrero & Arcos)

A nivel internacional se encontró un trabajo realizado en Ecuador, realizado por (Barahona, 2011), titulado “Construcción de una maquina etiquetadora para envases cilíndricos con etiquetas autoadhesivas”, tal y como se muestra en la Figura 2.3 este trabajo expone un

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

prototipo que realiza con mayor facilidad y uniformidad el etiquetado de sus productos, lo anterior con la finalidad de mejorar la producción y eficiencia de la empresa, a partir del control electromecánico, y motores trifásicos que sirven para accionar de manera eficaz el sistema de arrastre y giro de envases.

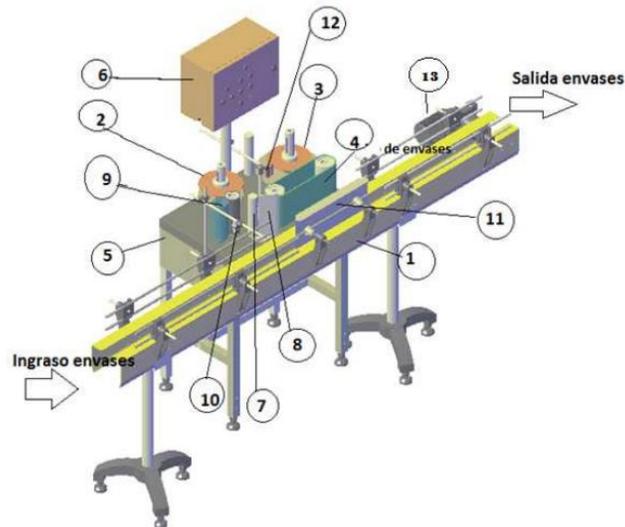


Figura 2.3 “Construcción de una maquina etiquetadora para envases cilíndricos con etiquetas autoadhesivas”

Otro trabajo muy interesante es el titulado “estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora en el laboratorio de automatización de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato”, realizada por (Cholota, 2013), este proyecto consistió en determinar los parámetros de funcionamiento de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar el prototipo de embotelladora. Los resultados encontrados comprueban que el prototipo diseñado y construido se ajusta a las exigencias del prototipo de la embotelladora, con este desarrollo se mejoró la producción de envases etiquetados, reduciendo el tiempo de colocación de la etiqueta en 20% con respecto a un etiquetado manual. Este trabajo aporta a la presente tesis información técnica y operativa para el diseño de la máquina. Ver Figura 2.4 correspondiente al diseño de esta referencia.



Figura 2.4 “Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora”

La Figura 2.5 expone otro trabajo titulado “Diseño de una máquina etiquetadora para botellas de agua mineral natural” desarrollado en México por (Águila & Jiménez, 2014), el objetivo de esta investigación fue el de diseñar la máquina etiquetadora empleando los criterios de diseño a la fractura, los que se comprueban con la simulación por elementos finitos utilizando el programa NASTRAN, en el software ANSYS, el cual permite construir la máquina con un alto nivel de confiabilidad con bajos recursos.

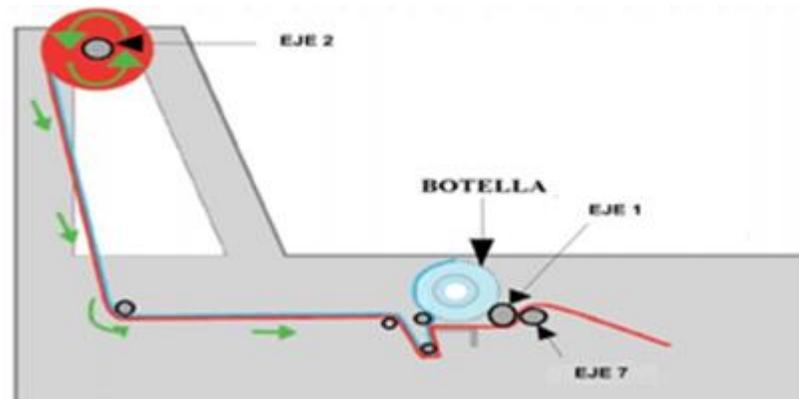


Figura 2.5 “Diseño de una máquina etiquetadora para botellas de agua mineral natural”

Por último, otro estudio muy interesante que se puede apreciar en la Figura 2.6 fue el titulado “diseño y construcción de una máquina etiquetadora semiautomática para botellas

cilíndricas con etiquetas autoadhesivas” realizado por (Nieto, 2017), este proyecto logro incrementar la capacidad de producción de la línea de embotellado de una empresa, donde lograron reducir el tiempo de producción, tras la implementación de la máquina, determino el cuello de botella del proceso y obtuvo un valor cuantitativo del incremento en la capacidad de la línea de embotellado. Este trabajo aporta una serie de información a nivel técnico, que puede ser importante a la hora de conocer los equipos con los que puede funcionar una maquina etiquetadora adhesiva.

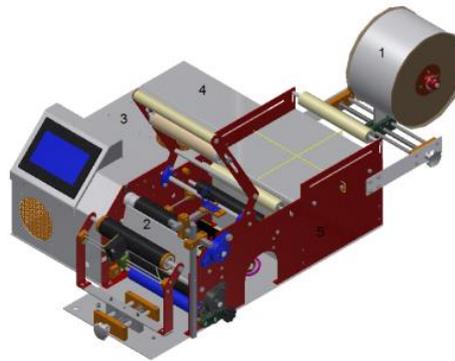


Figura 2.6 “Diseño y construcción de una máquina etiquetadora semiautomática para botellas cilíndricas con etiquetas autoadhesivas”

Para resumir esta sección en la Figura 2.7 se presenta una línea de tiempo con el histórico de los desarrollos de máquinas etiquetadoras anteriormente descritos.

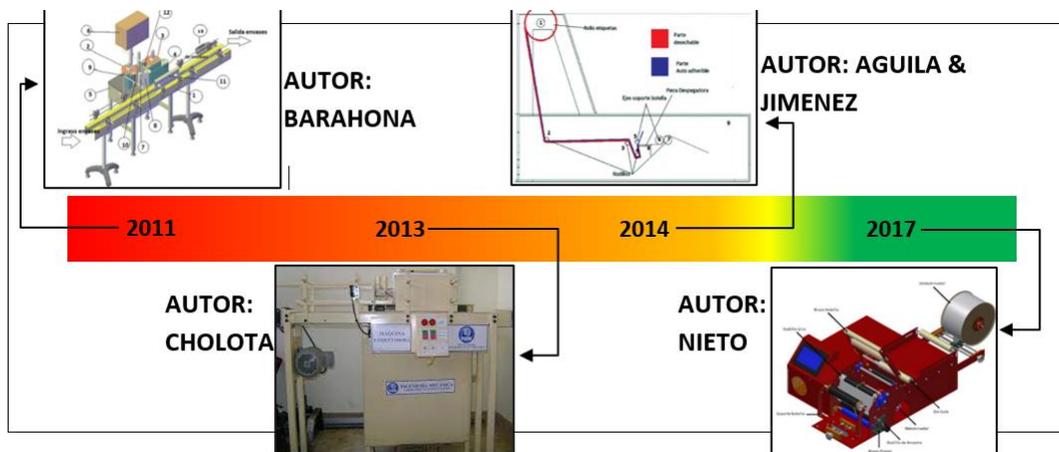


Figura 2.7 Línea de tiempo desarrollo maquinas etiquetadoras.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.1 MÁQUINAS ETIQUETADORAS.

En la industria existe una amplia gama de máquinas etiquetadoras. El sistema dispensador de etiquetas depende del tipo de etiquetas y de su adhesivo.

La empresa INTERDOORS tiene la política de trabajar únicamente con etiquetas autoadhesivas. Por esta razón se van a analizar únicamente los sistemas de dispensación de este tipo de etiquetas. En base a la configuración en la cual estas máquinas dispensan las etiquetas dentro de la línea, pueden ser divididas en manuales, semiautomáticas y automáticas.

2.1.1 Etiquetadoras Manuales.

Las etiquetadoras manuales se utilizan en pequeñas empresas para facilitar el etiquetado manual de superficies cilíndricas, utilizando etiquetas autoadhesivas en rollo. En la Figura 2.8 se puede apreciar una etiquetadora de este tipo.



Figura 2.8 Etiquetadora Manual.

Fuente: <https://www.consumiblestpv.com>

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.1.2 Etiquetadoras Semiautomáticas. [JR1]

Tal como se muestra en la Figura 2.9 las etiquetadoras semiautomáticas son ideales para producciones de tamaño regular. El proceso de etiquetado es semiautomático, ya que la etiquetadora realiza el proceso de etiquetado con ayuda de un dispositivo y a su vez requiere del trabajo mecánico de un operador. A pesar de ser precisa existe la posibilidad de errores humanos.

Son varias las superficies que puede etiquetar este tipo de dispositivo: cilíndrica, plana, ovalada, irregular o cónica. Gracias a esto, son múltiples los productos que pueden ser etiquetados con este sistema, por lo que es de mucha utilidad en múltiples sectores e industrias.



Figura 2.9 Etiquetadora Semiautomática.

Fuente: <https://www.logismarket.com.ar>

2.1.3 Etiquetadoras Automáticas.

Una etiquetadora automática es una máquina que aplica autoadhesivos de manera continua, formando parte generalmente de una línea de envasado y etiquetaje. Estos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

mecanismos funcionan sin intervención de un operario o simplemente con la ayuda de los mismos para la introducción de los productos a etiquetar. Estos modelos cuentan con uno o varios cabezales para la aplicación de los autoadhesivos, y sistemas de separación y alineado de los productos. También cuentan con una cinta transportadora y una mesa de acumulación a la salida de la máquina para la distribución o recogida de los artículos etiquetados, de entre otros accesorios. El etiquetado automático es uno de los procesos más importantes en las cadenas de envasado, ya que permite a las empresas diferenciar sus productos con una etiqueta personalizada y conseguir un valor añadido de la manera más rápida. Además, informan a los clientes o usuarios de aspectos muy importantes en productos y cargas. Gracias al automatizado se pueden realizar grandes volúmenes de etiquetados, así que es la opción más elegida en grandes fábricas. En la Figura 2.10 se puede apreciar el esquemático de una maquina etiquetadora automática.



Figura 2.10 Etiquetadora Automática.

Fuente: <http://www.interempresas.net>

2.2 ETIQUETAS.

“En la actualidad, la etiqueta es una parte fundamental del producto, porque sirve para identificarlo, describirlo, diferenciarlo, dar un servicio al cliente y por supuesto, también para cumplir con las leyes, normativas o regulaciones establecidas para cada industria o

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

sector.” La etiqueta es uno de los primeros aspectos del producto con el que entra en contacto en cliente. Por esta razón, el proceso de etiquetado debe ser homogéneo y preservar su calidad para evitar que el cliente se lleve “una mala impresión” del producto.

2.2.1 Tipos de Etiquetas.

Las etiquetas tienen fines informativos, pero también promocionales para captar la atención de los clientes. Por esta razón son fabricadas con distintos diseños y materiales. Entre los materiales más empleados están: papel, plástico, papel metalizado y papel laminado.

2.2.1.1 Etiquetas Autoadhesivas.

Como se puede apreciar en las Figura 2.11 las etiquetas adhesivas o autoadhesivas, son aquellas que tienen una o varias de sus caras impregnadas con cola, permitiendo que se adhieran a una superficie, como por ejemplo una botella. Este tipo de etiquetas se aplican a temperatura ambiente. Este tipo de etiquetas vienen en planchas troqueladas o en bobinas. Están hechas de plástico o papel encerado.



Figura 2.11 Etiquetas Autoadhesivas.

Fuente: <https://conver-autoadhesivos.com/blog/proceso-impresion-etiquetas-autoadhesivas>

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.2.1.2 Etiquetas de transferencia en caliente.

Este tipo de etiqueta permite aplicar un diseño directamente a un producto de vidrio o plástico. El diseño de la etiqueta se imprime en el reverso de cinta de la bobina (la cual ha sido tratada con una capa de laca). Una vez posicionada la etiqueta, se presiona el producto con una platina caliente. La presión y el calor provocan que la etiqueta se adhiera a la superficie del producto; la laca crea una cubierta protectora sobre la etiqueta. En la Figura 2.12 se puede apreciar cómo se logra la transferencia en caliente de una etiqueta.

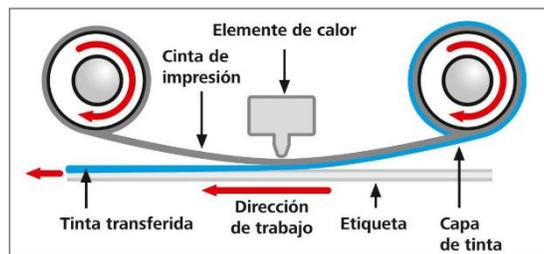


Figura 2.12 Transferencia térmica de una etiqueta.

Fuente: <https://www.hellermannntyton.es/competencias/impresora-de-transferencia-termica>

2.2.1.3 Etiquetas con pegamento en frío o caliente.

Son aplicadas con máquinas automáticas o semiautomáticas. Las etiquetas vienen en una bobina, la máquina corta, aplica el pegamento y coloca la etiqueta. Tal como se muestra en la Figura 2.13 este tipo de etiquetas son similares a las adhesivas.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 2.13 Etiquetas con adhesivo para frío.

Fuente: <https://www.anfrixetiqueta.com/etiquetas-con-adhesivo-para-frio>

2.2.1.4 Etiquetas sensibles al calor.

Se usan termoplásticos adhesivos y pegamentos que se activan al calentarse. La aplicación de estos adhesivos depende del tiempo de acción de los pegamentos; los de acción lenta son utilizados en productos de vidrio o metal. En la Figura 2.14 se observa un rollo de etiquetas construidas en material polipropileno.



Figura 2.14 Etiqueta sensible al calor.

Fuente: <https://industriasgori.com.mx/etiquetas-wrap-around-envolventes>

2.2.1.5 Etiquetas Termo encogibles.

Se hacen con un material termoplástico que ha sido estirado. Cuando se le aplica calor, el material regresa a su forma original, ajustándose al producto que se desea etiquetar. Tal

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

como se muestra en la Figura 2.15 este tipo de etiquetas son comúnmente usadas para la industria de envases y bebidas.



Figura 2.15 Ejemplo etiquetas Termo encogibles.

Fuente: <https://ccllabel.com/language/es/portfolios/alimentos-lacteos-mangas-termoencogibles>

3 METODOLOGÍA [JR2]

Tal como se puede apreciar en la Figura 3.1 la metodología utilizada para el desarrollo de este trabajo se basa en un modelo de aprendizaje en espiral, usado para el diseño de la propuesta y su desarrollo, la cual permitió realizar un paso a paso de forma sistemática para la consecución de los objetivos específicos. La primera fase que se implementó para el desarrollo de este proyecto justifica el concepto de planeación que se utilizó para conocer las especificaciones iniciales de la maquina etiquetadora. Partiendo de estos conceptos se realizó un diagnostico en la compañía INTERDOORS, donde se obtuvo evidencia de la forma como realizan el procedimiento de etiquetado de sus productos, de tal manera que fue posible realizar un bosquejo con todas las especificaciones y requerimientos para programar y adaptar el proyecto en función de las necesidades de la empresa.

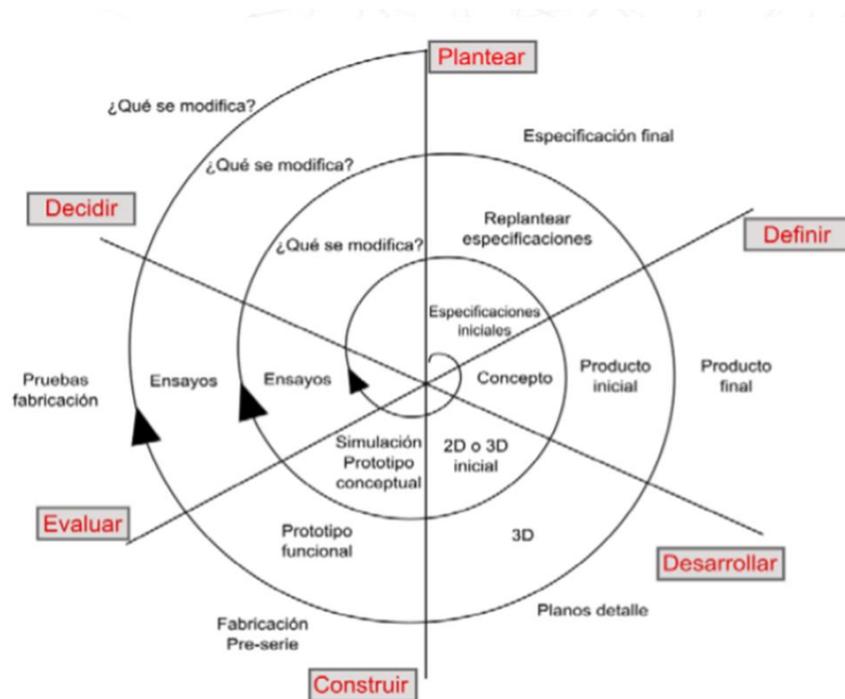


Figura 3.1 Espiral de desarrollo de proyectos de diseño mecánico.
Fuente: Engineering Design Process. (Haik & Shanin). Segunda Edición

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Con el fin de realizar un diseño bien estructurado para la máquina etiquetadora, inicialmente se deben plantear las características y el alcance con el que deberá contar la maquina en cuestión, aquí es importante definir cada aspecto del equipo y verificar su importancia general, esto con el fin de detallar los aspectos más relevantes con los que contará el diseño final. El diseño de máquina desarrollado deberá contar con competitividad en el mercado, por lo que es imprescindible realizar un análisis detallado que ejemplifique las características más importantes de este tipo de máquinas, es decir que el diseño planteado deberá ser productivo y con un costo accesible, por lo que dicha maquina deberá estar dentro de los parámetros a nivel comercial. El proceso de desarrollo del diseño para la maquina está dividido en dos etapas, la etapa de *definición de concepto de diseño*, es una etapa donde se definen las características esenciales de la maquina etiquetadora, donde se plantea una idea general para el equipo, una idea viable, aplicable, estructurada y con fundamentos válidos para la realización del trabajo que el sistema deberá efectuar. Luego de esto viene la etapa de *desarrollo de diseño detallado*, donde se definen los elementos o partes principales con los que contará el equipo.

Finalmente, para dar cumplimiento con los objetivos específicos se modelo el diseño de la maquina etiquetadora haciendo uso de un programa CAD, y basados en los requerimientos establecidos por la compañía INTERDOORS se entrega un modelado de la máquina que permite observar la preparación de la etiquetadora, cargue de rollo, alistamiento del producto, pegado de la etiqueta y el presionado de la misma. Seguidamente se obtuvo información pertinente a el tiempo requerido para su implementación, así como el análisis en la reducción de costos y las cifras en datos reales para la construcción del prototipo, aquí también se realiza el diseño de los planos mecánicos y la simulación del funcionamiento de la máquina.

Cabe resaltar que los alcances y resultados de este proyecto se lograron con el cofinanciamiento entre diferentes entidades e instituciones que aseguraron los recursos necesarios para su diseño. Se hace hincapié en el uso de todas herramientas tecnológicas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ofertadas por la Institución Universitaria ITM, el uso de las licencias y diferentes laboratorios para la simulación, los recursos humanos ofrecidos por el docente experto Jorge Andrés Sierra Del Rio para el planteamiento y revisión de la propuesta, y el uso de los recursos monetarios de la empresa INTERDOORS y el SENA fondo emprender para un futuro prototipo.

3.1 Definición de concepto de diseño.

Luego de la observación y el análisis realizado en el proceso de etiquetado de las puertas fabricadas en la compañía INTERDOORS se realizó el análisis DOFA tal como se muestra en la Tabla 3.1

Fortalezas.	Debilidades.
Con la etiqueta ofrece Garantía del producto	Costos por mano de obra/Tarea repetitiva para Operario.
Oportunidades.	Amenazas.
Mejorar margen de error en el proceso de etiquetado. Mejorar Tiempo de producción. Ahorro.	Enfermedades laborales.

Tabla 3.1 Análisis DOFA para el proceso de etiquetado de puertas en la empresa INTERDOORS.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Necesidades y Análisis de Mercado.

Para realizar un análisis de mercado adecuado se crea una tabla con seis maquinas etiquetadoras comerciales usadas para diferentes aplicaciones en la industria, con lo que inicialmente se puede conocer la demanda de estas máquinas en la actualidad para extraer sus especificaciones que ayudaran a establecer el diseño de la maquina etiquetadora FAST TAGGED. En esta tabla se presentan las características más importantes como lo son: el modo de operación, el tamaño de la etiqueta, posición de etiquetado sobre el producto, aplicación es en la industria y capacidad máxima de las maquinas por minuto; es importante entender que los cuadros marcados con x hacen referencia a especificaciones que no aplican para la máquina, los cuadros con casillas negras se usan para establecer que dicha información no fue encontrada y NE para referenciar las características que no especifica el fabricante.

Análisis de Mercado - Etiquetadoras

							
Referencia		Labelling machine	Aplicadores de elevación 4114, 4116	Aplicadores de elevación y giro 4214	Dispensador E150 -C	Etiquetadora Videojet® Labeljet 210	Cab HS150
Especificaciones		Automática	Automática	Automática	Semi- Automática	Automática	Semi- Automática
Altura del producto	Variable	x	x	x			
	Fijo			x	x	x	x
Anchura de la etiqueta	(mm)	10 HP 20 a 110/ 20HP 20 a 220	10 a 174	oct-58	30 a 60	12 a 104	30 a 60
Altura de etiqueta	(mm)	30 a 500	10 a 114	oct-80	100 a 140	12 a 500	100 a 140
Etiquetado sobre el producto	Desde arriba	x	x	x	x	x	
	Desde abajo	x	x	x			
	Lateral	x	x	x		x	x
Producto durante el etiquetado	Inmóvil		x	x			x
	En movimiento	x		x	x	x	x
Aire comprimido	Bar	NE	4.5	4.5	NE	NE	NE
Frecuencia de pulsos	Etiquetas/ min	NE	20	20	9 a 18	*2 a 30 m/min	9 a 18
Aplicaciones		Industria alimentaria y bebida.	Etiquetado de Envases y tubos de ensayos farmacéuticos.	Etiquetado de Envases y tubos de ensayos farmacéuticos.	Etiquetado de Embutidos.	Cajas, Frutas y verduras, Bebidas	Etiquetado de envases y embutidos.

Tabla 3.2 Benchmarking Etiquetadoras.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El análisis de mercado expuesto en la Tabla 3.2 marca el punto de partida para establecer una lista con todos los requerimientos que se consideraron necesarios para la viabilidad del proyecto.

Requerimientos.

La parametrización de cada una de las expectativas se hace en función de los deseos (W) y necesidades (D). En la Tabla 4.4 a cada uno de los requerimientos se le da un valor de 1 a 10 para conocer la importancia de cada ítem evaluado.

Requerimientos	Deseo-W-Requerimiento-D	Puntuación.
Segura	D	10
Eficiencia	D	10
Calidad	D	10
Fácil de usar	D	10
Rápida	D	10
Fácil de programar	D	10
Asequible - Bajo costo	D	10
Fácil de transportar	D	10
Que sea ajustable a los diferentes espesores	D	10
Autónoma	W	9
Liviana	W	6
Ahorro de energía	W	8
Fácil de limpiar	W	6
Comodidad	W	6
Fácil mantenimiento	W	4

Tabla 3.3 Calificación Requerimientos Etiquetadora.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Definición.

Tal como se muestra en la Tabla 3.4 y con base a los requerimientos expuestos anteriormente se hace una proyección de las características esperadas para la implementación final en función de la seguridad, calidad, comodidad y economía de la máquina.

Producto Esperado.

Seguridad	Calidad	Comodidad	Economía
Para el operario	Que el adhesivo quede bien adherido y completo	Fácil de transportar	Ahorro de energía
	Que el adhesivo quede derecho	Fácil de programar	Asequible- bajo costo
		Fácil de limpiar	Ahorro de tiempo
		Autonomía	

Tabla 3.4 Características proyectadas para la máquina.

Para la fase de definición que da cumplimiento a los conceptos de diseño se estableció que la función global de la maquina etiquetadora es pegar adhesivos en puertas de madera. Como se puede observar en la Figura 3.2 se tiene una serie de condiciones iniciales para que la maquina cumpla con su función principal y pueda realizar correctamente el proceso de etiquetado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 3.2 Caja negra etiquetadora.

Caja negra: Máquina etiquetadora de puertas de madera.

Entrada

Señal: Inicia el funcionamiento de la máquina

Energía: Energía eléctrica suministrada por un operador de red. (START)

Material: Rollo con etiquetas listas y puertas de madera.

Salida

Señal: Indicador de que el proceso de etiquetado se realiza correctamente.

Energía: vibraciones, energía cinética y calor.

Material: Rollo con etiquetas gastado y puertas de madera con sus respectivas etiquetas.

Posterior a la definición de la función principal de la maquina etiquetadora se definió en segunda instancia la estructura funcional de la máquina para dar cumplimiento al proceso de etiquetado de las puertas. En la Figura 3.3 se puede apreciar un diagrama que ejemplifica las diferentes acciones que son requeridas para cumplir con la función global. De allí se extrae que el proceso iniciara posicionando el cumulo de puertas sobre una estiba, que deben quedar alineadas en conjunto con todo el cuerpo de la maquina etiquetadora, donde se encuentra el rollo con etiquetas montadas sobre una rueda y una vez se proceda a dar

INICIO comenzara a desplazarse en vertical y horizontalmente para presionar y pegar la etiqueta en cada una de las puertas.

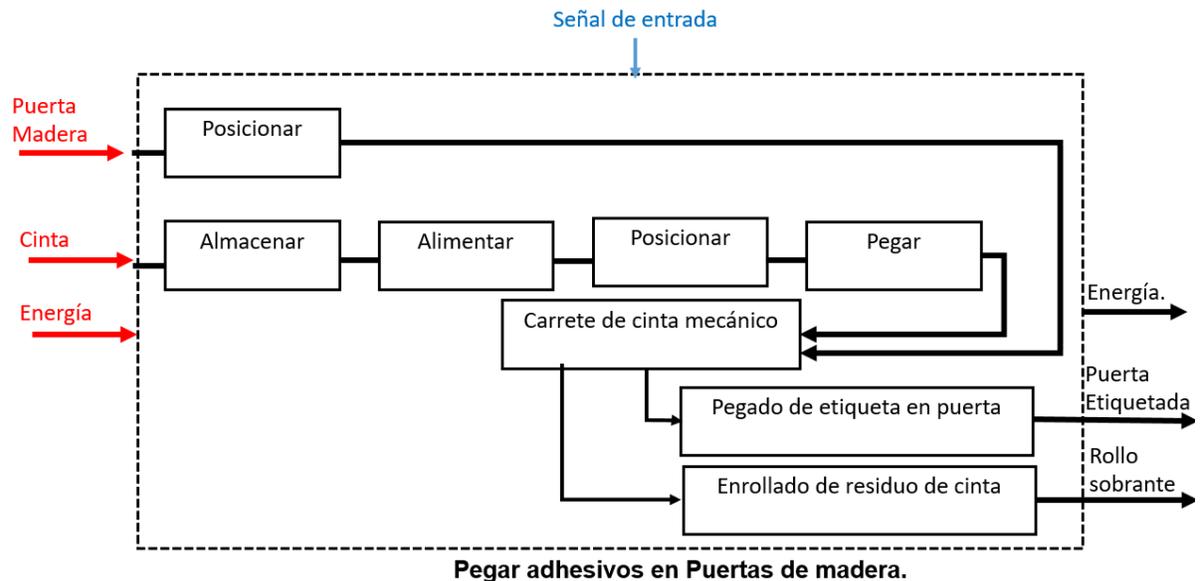


Figura 3.3 Estructura funcional de la maquina etiquetadora.

MATRIZ MORFOLOGICA.

A partir de los conceptos de funcionalidad planteados, el deseo es conocer los implementos que presenten una solución más adecuada y práctica, que permitan realizar las tareas esenciales. Para cumplir a cabalidad con el objetivo, se deben descomponer estos elementos básicos junto con sus características, con la finalidad de verificar el número de relaciones posibles entre ellas, para generar ideas más claras y precisas, la tabla 3.4 representa una matriz morfológica, donde se detallan los elementos esenciales para el proceso de etiquetado de puertas de madera.

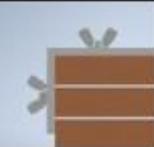
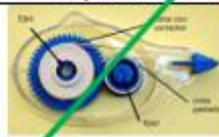
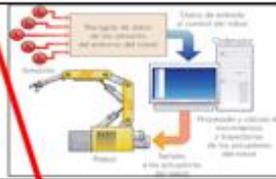
FUNCIONES			
Tipo de fuente de energía	 Eléctrico.	 Compresor Neumático.	
Posicionamiento de la puerta	 Manual con tornillería de ajuste.	 Estático en zona de estibas.	
Almacenamiento de la etiqueta	 Rollo	 Dispensador	
Pegado de la etiqueta	 Ventosa con actuador neumático.	 Carrete Cinta	 Brazo Robótico.

Tabla 3.4

Generación de Alternativas. [JR3]

 Concepto de solución 1

 Concepto de solución 2

 Concepto de solución 3

Concepto de solución 1.

Para la generación de alternativas que dan solución a la maquina etiquetadora, se presentó inicialmente el diseño Mecanismo Carrete de Cinta y como se muestra en la Figura 3.4 esta una idea basada en el principio de funcionamiento de un corrector de cinta donde el elemento protagonista es una cinta cubierta de un material blanco que queda adherido al papel simplemente por presión. Para está alternativa se usa un microcontrolador para alimentar y controlar los diferentes mecanismos que se requieren, se diseña una estructura

mecánica para anclarla al cumulo de puertas con ayuda de tornillería y el almacenamiento de la etiqueta viene enrollada dentro del carrete de cinta.

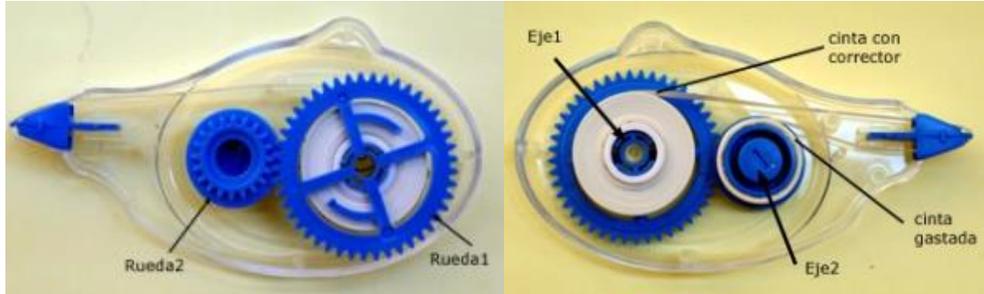


Figura 3.4 Estructura corrector de cinta.

Fuente: <https://salvifolia.wordpress.com/2012/04/08/corrector-de-cinta/>

Concepto de solución 2.

Para la segunda propuesta se consideró la idea de implementar un brazo robótico que utilizara como herramienta de trabajo una ventosa para pegar y adherir la etiqueta al cumulo de puertas. En este caso el robot es alimentado y controlado por un Arduino para realizar un primer desplazamiento de la ventosa, tomar una etiqueta del dispensador y llevar a la zona de estibas donde se encuentran las puertas para su posterior pegado. Como se puede apreciar en la Figura 3.5 esta alternativa requería cálculos matemáticos para conocer los movimientos y las trayectorias de los actuadores del robot cuando intervienen en el proceso de etiquetado, y es en este proceso donde se sustituye la muñeca del robot por una ventosa.

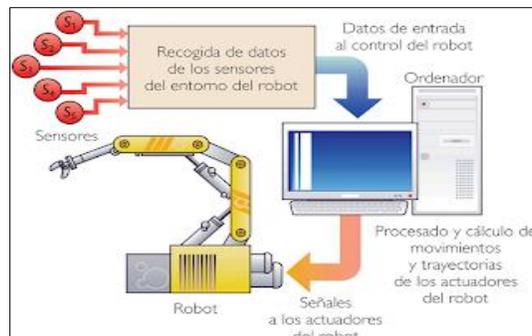


Figura 3.5 Funcionamiento brazo robótico.

Fuente: <https://sites.google.com/site/robotica0001/funcionalidad>

Concepto de solución 3.

La tercera y última propuesta se denomina Diseño pistón y es un sistema que está conectado a un compresor neumático y a un dispensador de etiquetas con capacidad para adherirse por ambas caras a diferentes superficies, que siendo el caso se pegarían al cumulo de puertas y a su respectivo actuador donde va implementado un cilindro neumático, que se basa en el principio de funcionamiento de los pistones adhesivos que se pueden crear en el Juego Minecraf. En la Figura 3.6 se pueden observar los pistones adhesivos de referencia que son creados en el juego, con la finalidad de pegarse a bloques que requieran ser destruidos.

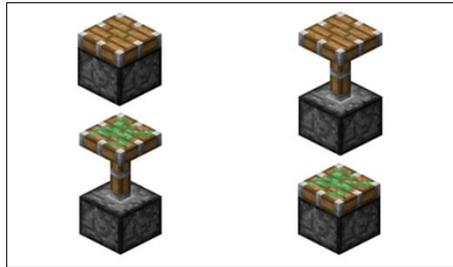


Figura 3.6 Pistón adhesivo del juego Minecraf.

Fuente: <https://minecraft.fandom.com/es/wiki/Pist%C3%B3n#Funcionamiento>

Finalmente, la matriz Pug de la Tabla 3.5 muestra las diferentes propuestas de diseño que cumplen con la función principal del producto, y son puestas en comparación con una maquina etiquetadora analizada en el Benchmarking con referencia (Ver Figura 3.7 - Labelling machine).

CONCEPTOS (Alternativas de Diseño)					
		Referencia *(Labelling machine) ^[JR4]	Diseño piston	Diseño ventosa	Diseño Mecanismo Carrete de Cinta
Fácil Mantenimiento	20%	1	1	1	0
Fácil de Transportar	20%	1	-1	-1	1
Bajo Costo	10%	-1	0	0	-1
Ahorro de Energía	10%	-1	-1	-1	1
Fácil de Limpiar	10%	0	-1	1	0
Fácil Manipulación	30%	1	1	-1	-1
100%		1	-1	-1	0

Tabla 4.7 Matriz morfológica con alternativas de diseño para pegar la etiqueta.

		
Referencia		Labelling machine
Especificaciones		Automatica
Altura del producto	Variable	x
	Fijo	
Anchura de la etiqueta	(mm)	10 HP 20 a 110/ 20HP 20 a 220
Altura de etiqueta	(mm)	30 a 500
Etiquetado sobre el producto	Desde arriba	x
	Desde abajo	x
	Lateral	x
Producto durante el etiquetado	Inmovil	
	En movimiento	x
Aire comprimido	Bar	NE
Frecuencia de pulsos	apox. Etiquetas/ min	NE
Aplicaciones		Industria alimentaria y bebida.

Figura 3.7 Especificaciones Etiquetadora Labelling Machine.

Especificaciones.

Una vez que se realizó el estudio, análisis y comprensión de las funciones requeridas para el funcionamiento del sistema de etiquetado y el cumplimiento a los requerimientos y necesidades que argumentaron este proyecto, se establecieron una serie de especificaciones (ver Tabla 4.6) para conocer los alcances de la propuesta de diseño.

Especificaciones	Unidad	Valor
Capacidad [JR5]	80	Etiquetas/Hora
Material	No Aplica	Acrílico-PLA.
Tamaño Etiqueta	1	(H x W) (0.025 m x 0.3m)
Dimensiones de la máquina.	1	(H x W X D) (1m x 0.685m x 0.83m)
Anexo: La máquina etiquetadora debe ser posicionada por un operario frente al cumulo de puertas.		

Tabla 4.6 Características generales de la etiquetadora.

DEBE INCLUIR UNA SECCION EN LA CUAL SE REALIZA EL DIMENSINAMIENTO DE LOS COMPONENTES, EJEMPLO..SELECCION DEL MOTOR, ELEMENTOS DE TRANSMISION CORREAS, ENGRANAJES...TORNILLOS ENTRE OTROS.

3.2 Desarrollo de diseño detallado.

Conociendo la alternativa de diseño que se mas se ajusta a los requerimientos anteriormente definidos y comparados con la etiquetadora comercial de referencia, se realiza un modelado 3D con ayuda de la herramienta Inventor, de allí se extraen los diferentes planos y especificaciones que son necesarios para la viabilidad e implementación final.

Para el modelado 3D de la etiquetadora se utiliza el Diseño Mecanismo Carrete de Cinta, el cual entrara en funcionamiento para el correcto pegado de la etiqueta y en conceptos de

simulación se modela como un subsistema que depende de una estructura mecánica que comprende todo el diseño de la máquina. En términos generales, se presentan cinco subsistemas que una vez modelados se deben ensamblar tal y como se muestra en la Figura 4.6, cabe resaltar que toda la estructura esta modelada en milímetros. Para visualizar número de líderes ver anexos de planos estructura completa.

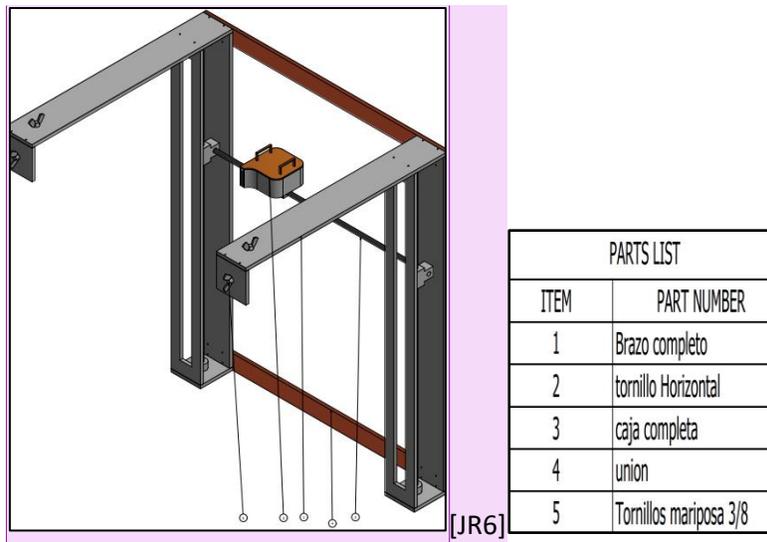
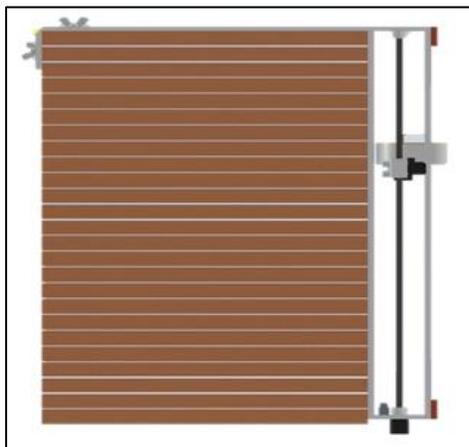


Figura 4.6 Modelado 3D etiquetadora FAST TAGGED.

Para el modelado del primer subsistema que comprende las piezas que forman el brazo completo, se presentan un total de 7 piezas que deben ser ensambladas tal y como se muestra en el Anexo C.11 Planos brazo, este sistema es el soporte principal de la maquina y sus dimensiones están diseñadas para encajar perfectamente en el cumulo de puertas. En la Figura 4.7 se puede apreciar una imagen en vista lateral del brazo completo cuando se ajustan sus partes al cumulo de puertas.



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 4.7 Modelado brazo en cumulo de puertas.

El modelado del segundo subsistema este compuesto por un tornillo sin fin que va anclado de forma horizontal en los soportes ubicados en ambos brazos de la máquina. Como se puede observar en la Figura 4.8 el tornillo está soportando el peso de la caja que contiene las etiquetas que serán pegadas en el cumulo de puertas.

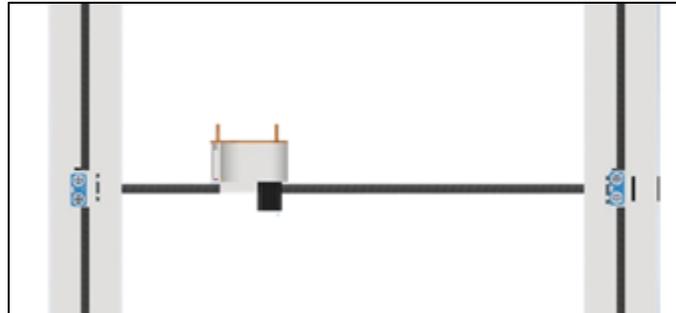
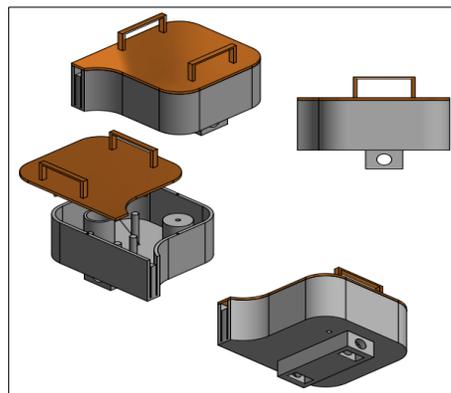


Figura 4.8 Modelado Tornillo sin fin con caja etiquetadora.

El subsistema que comprende el modelado de la caja se bosqueja en base al funcionamiento de un corrector de cinta. La estructura interna de esta pieza funciona de tal manera que la cinta con la etiqueta que va enrollada alrededor de un eje (eje 1), pase por el extremo activo del mecanismo y luego se vuelve a enrollar ya gastada en otro eje (eje 2). El eje 1 almacena la cinta “llena” con las etiquetas, y además posee una rueda dentada (rueda 1). La rueda 1 engrana con otra rueda (rueda 2) que gira sobre el eje 2 (el que almacena la cinta “vacía”). Al avanzar, la cinta hace girar la rueda 1 que, a su vez, hace girar la rueda 2 y así no se arruga nunca la cinta. Las dos ruedas forman un mecanismo de transmisión circular (engranaje). Tal y como se muestra en la Figura 4.9 se modelo una pieza denominada Tapa para proteger la parte interna de la caja, en los Anexos C.1 Planos Caja y C.2 Planos Tapa se muestran las especificaciones para el modelado de estas piezas.



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 4.9 Modelado Caja etiquetadora.

Los subsistemas denominados Unión y Tornillos mariposas 3/8 son adicionados al modelado de la máquina para fijar y asegurar toda estructura al cumulo de puertas. En la Figura 4.10 se pueden apreciar ambas piezas en detalle.

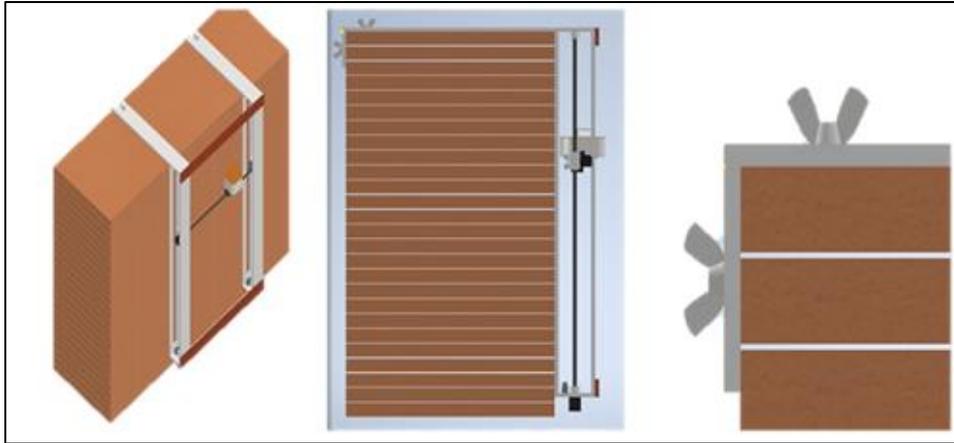
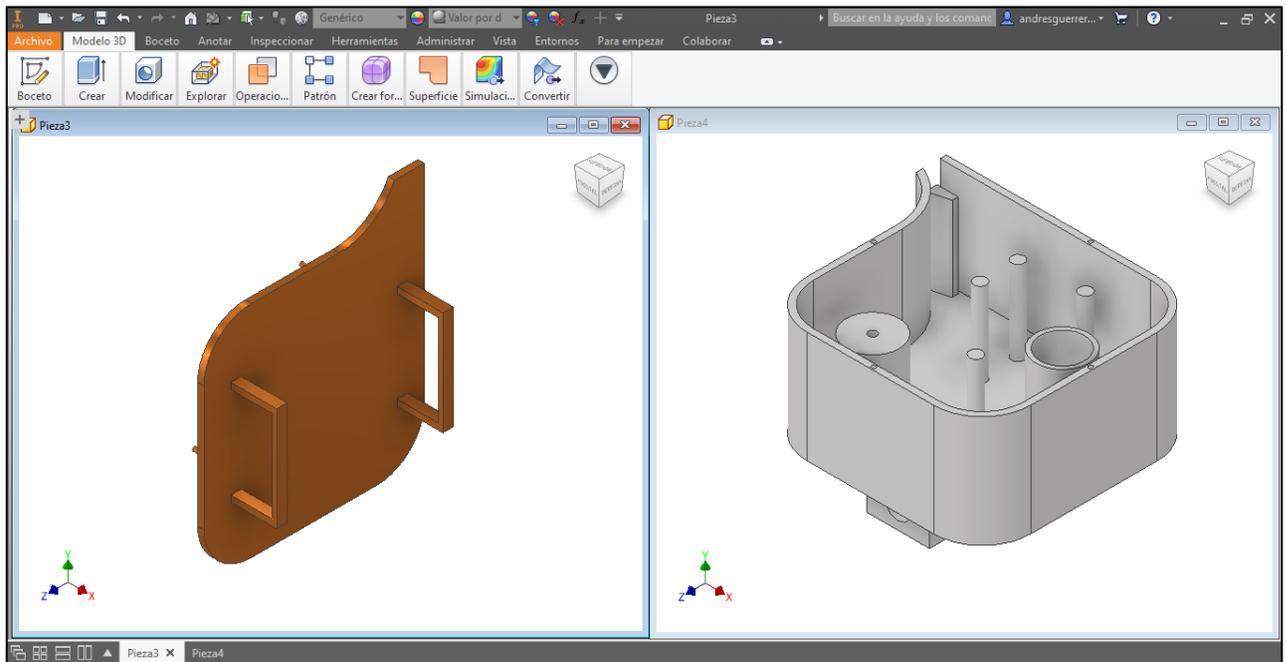


Figura 4.10 Modelado detalles soportes y tornillos.

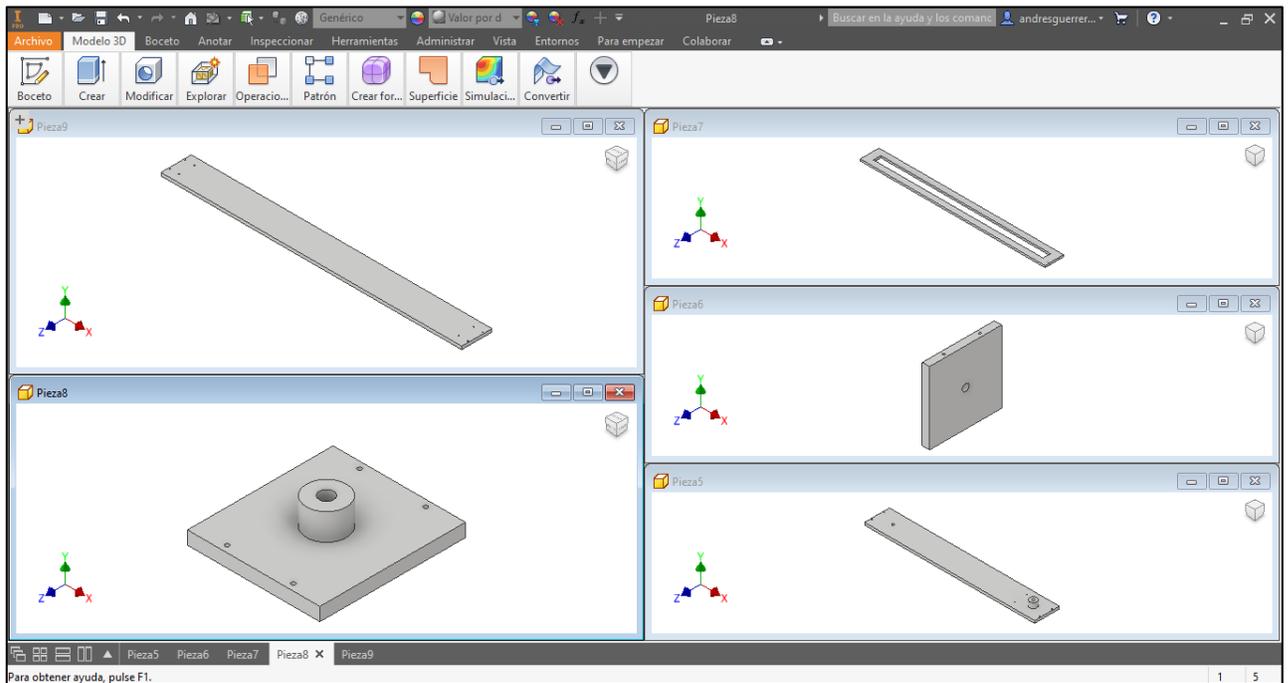
Evidencias proceso de diseño en la plataforma Inventor.

Piezas Etiquetadora.

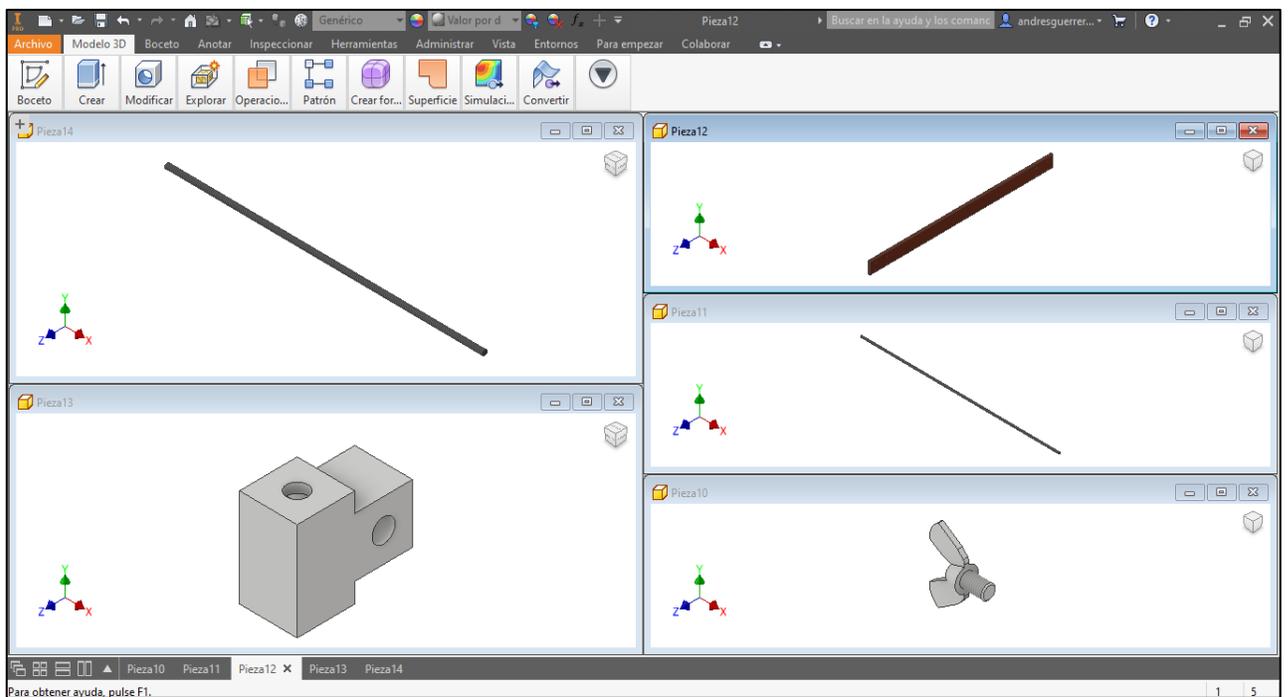


X

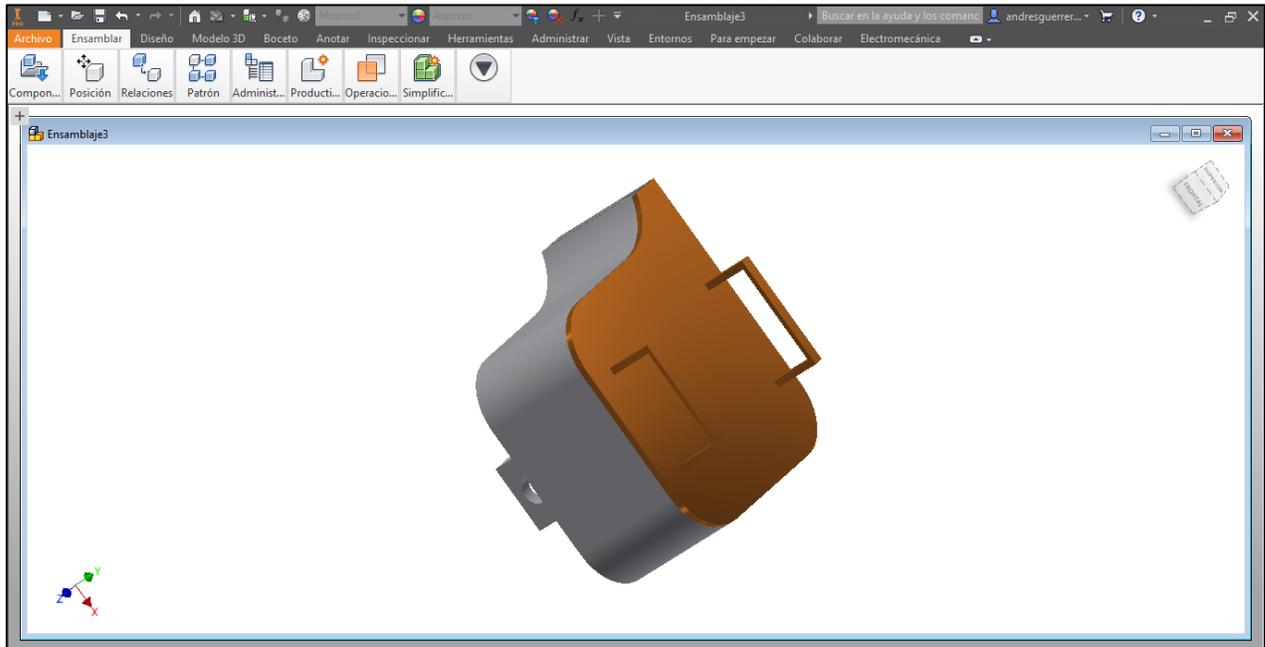
Piezas Estructura mecánica.



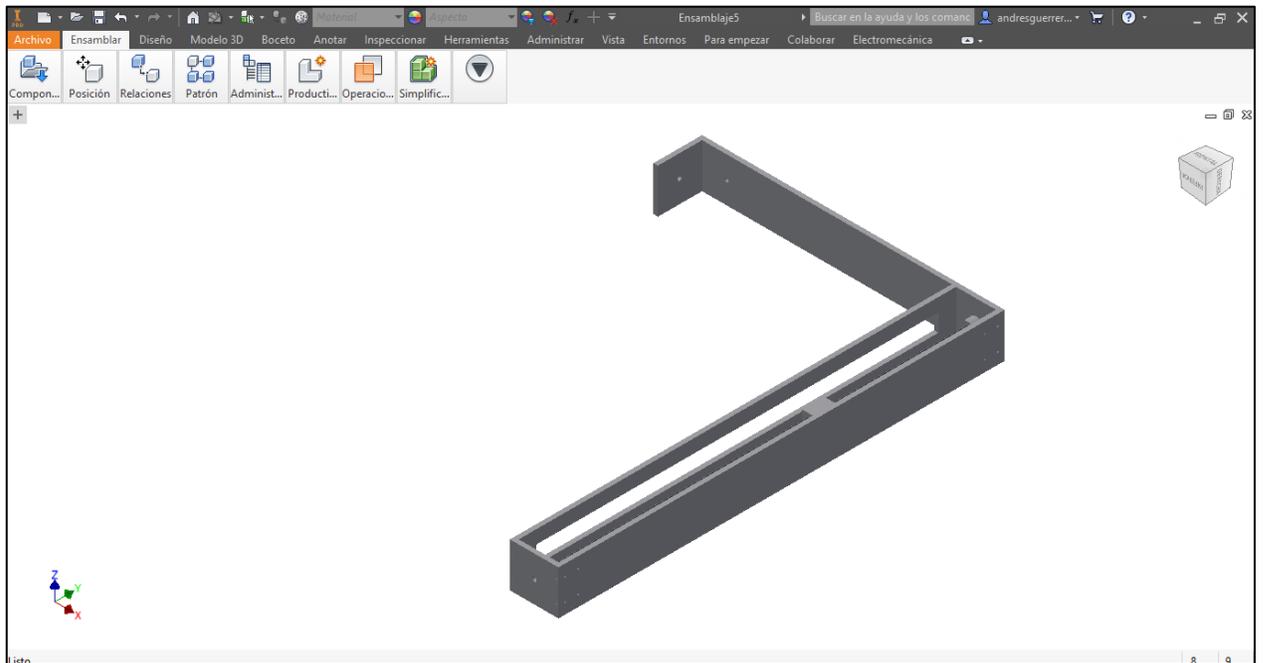
Tornillos y soportes.



Ensamble cuerpo de la etiquetadora.

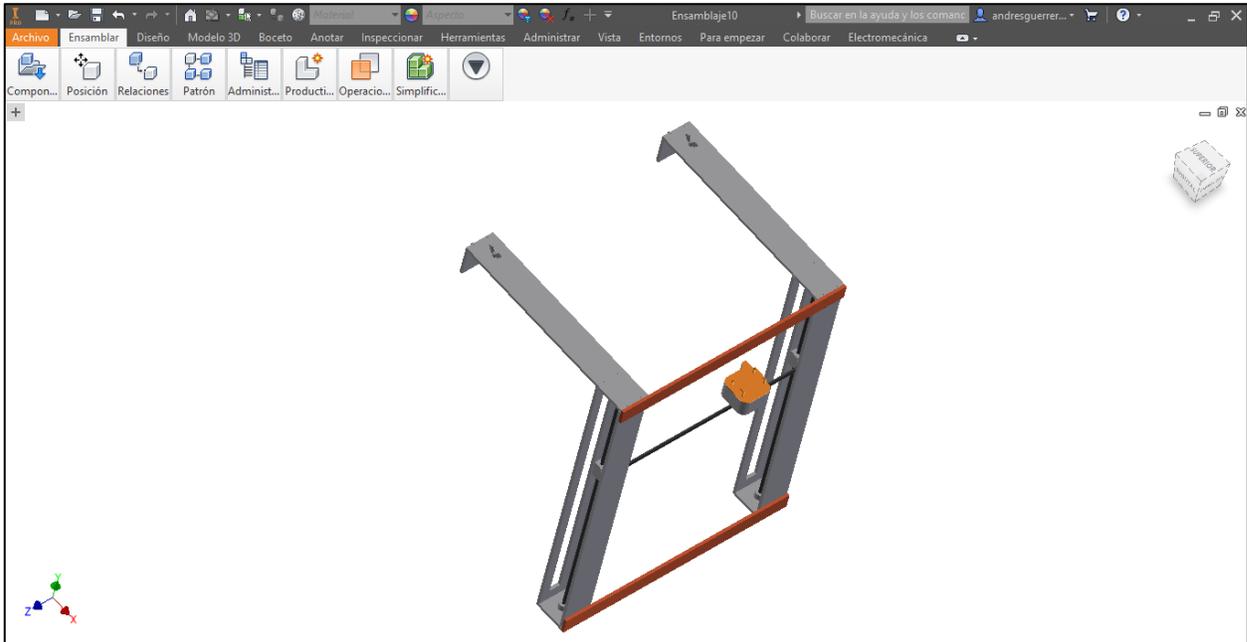


Ensamble brazos estructura.



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Ensamble completo con soportes y tornillería.



Funcionamiento carrete cinta.

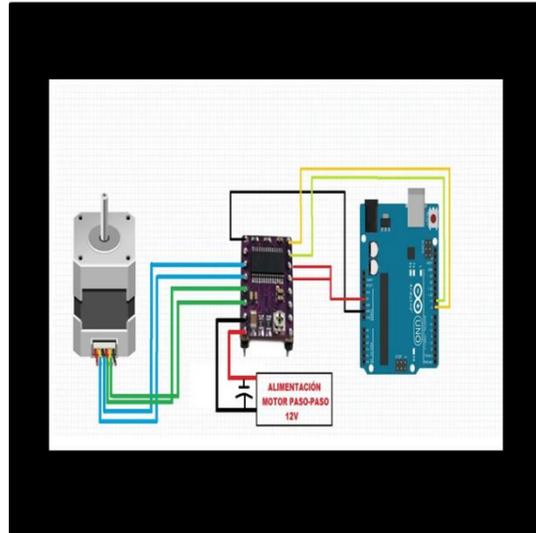
El comienzo del proceso de trabajo de la máquina etiquetadora inicia con la alimentación eléctrica de toda la estructura y la energización de los diferentes motores. El sistema mecánico del carrete de cinta incluye una rueda motriz, una rueda de etiquetado y un rollo, que separa los objetos entre sí a una distancia fija y los empuja hacia adelante a lo largo de la una correa dentada. La rueda motriz tira del cinturón de etiquetas de forma intermitente, y el cinturón de etiquetas se saca del rollo. Al mismo tiempo, la rueda de etiquetado presiona el cinturón de etiquetas sobre las puertas. El control de desplazamiento en bucle abierto se adopta en el carrete para mantener la tensión de la cinta de etiquetas, ya que las etiquetas están conectadas entre sí en la cinta de etiquetas, por lo que la cinta de etiquetas debe comenzar y detenerse constantemente.

Secuencia de funcionamiento.

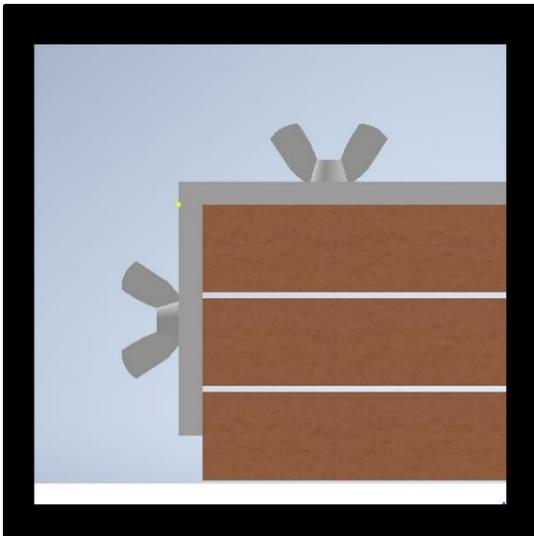
1. Se procede a dar START.



2. El controlador energiza los motores.



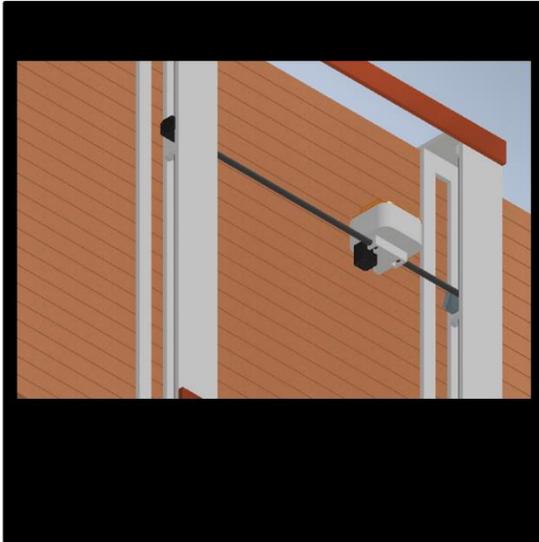
3. Ajustar estructura al cumulo de puertas



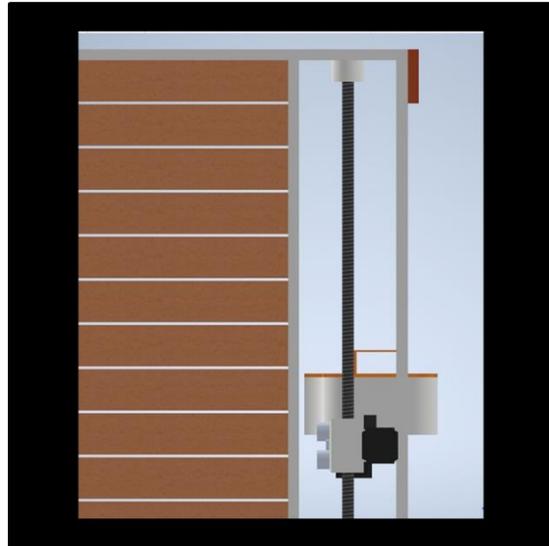
4. Pegado de etiqueta conforme a funcionamiento de engranajes.



5. La estructura se desplaza de derecha a izquierda por medio de un motor en el eje X, y un tornillo sin fin



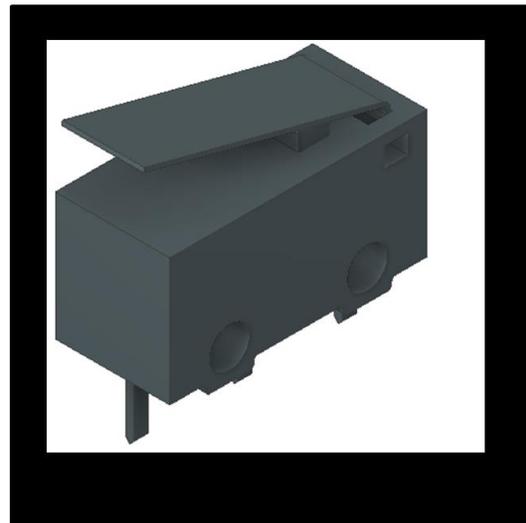
6. Una vez pegada la primera etiqueta, la estructura baja a la siguiente Puerta con ayuda de los motores en el eje Y.



7. la maquina consta de unas marcas que le indican hasta donde debe bajar y posicionarse en la siguiente puerta, esto lo realiza con la ayuda de dos sensores ópticos ubicados a cada lado del eje Y.



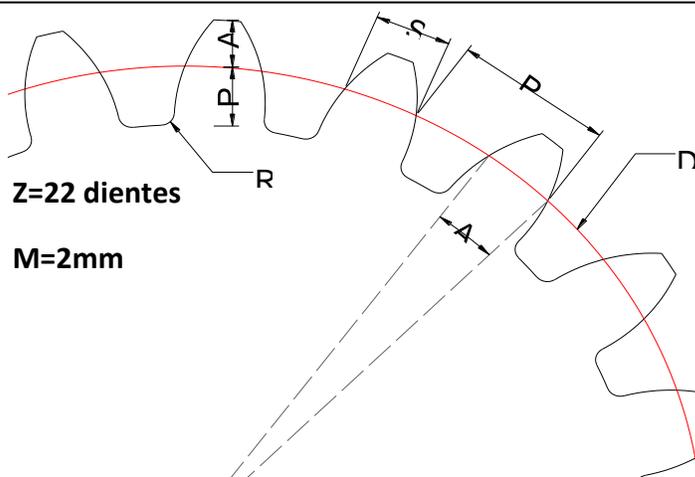
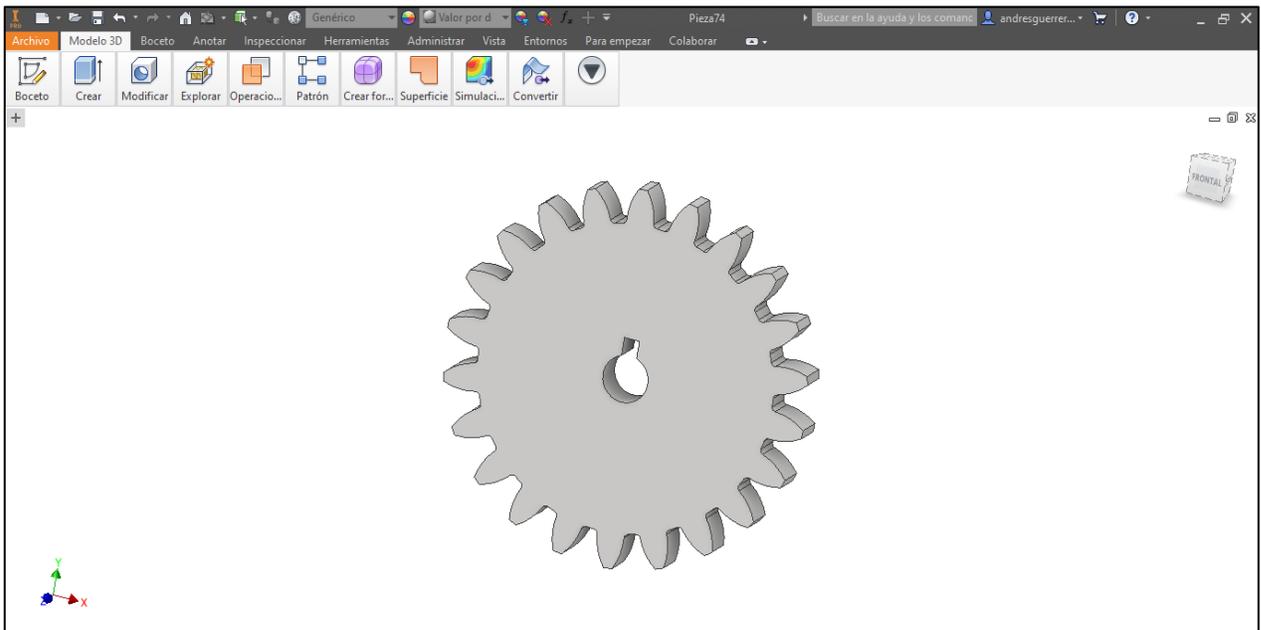
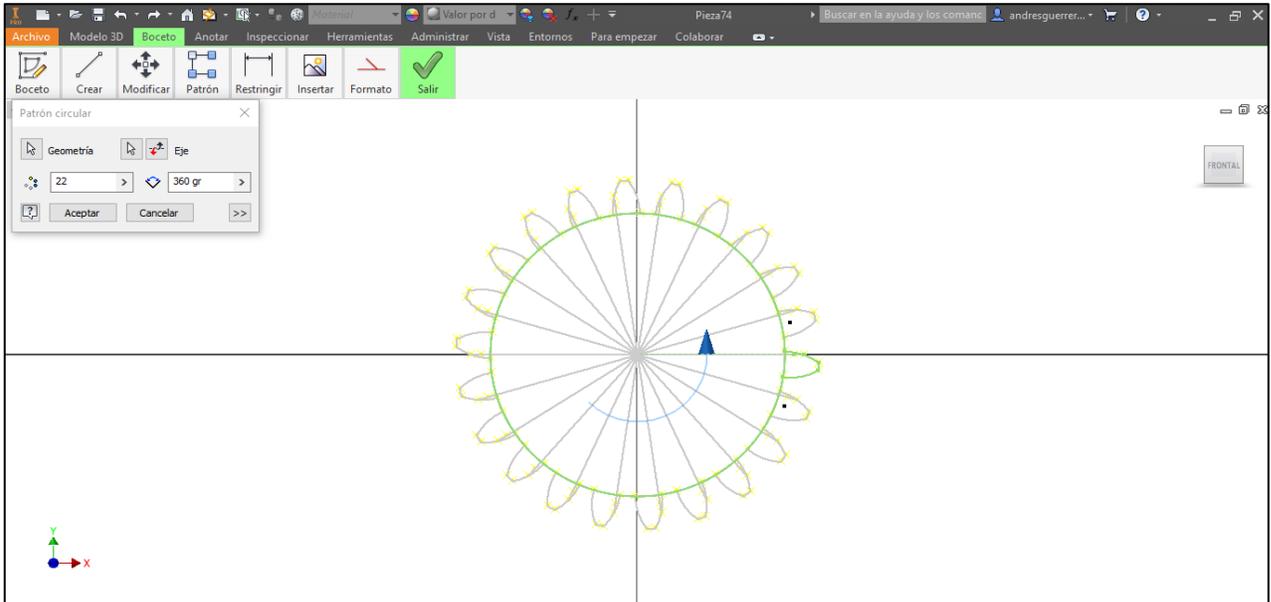
8. Los finales de carrera ubicados en la parte inferior de cada brazo le indicaran a la máquina que ya termino el proceso.



Dimensionamiento componentes.

Piñón y cremallera.

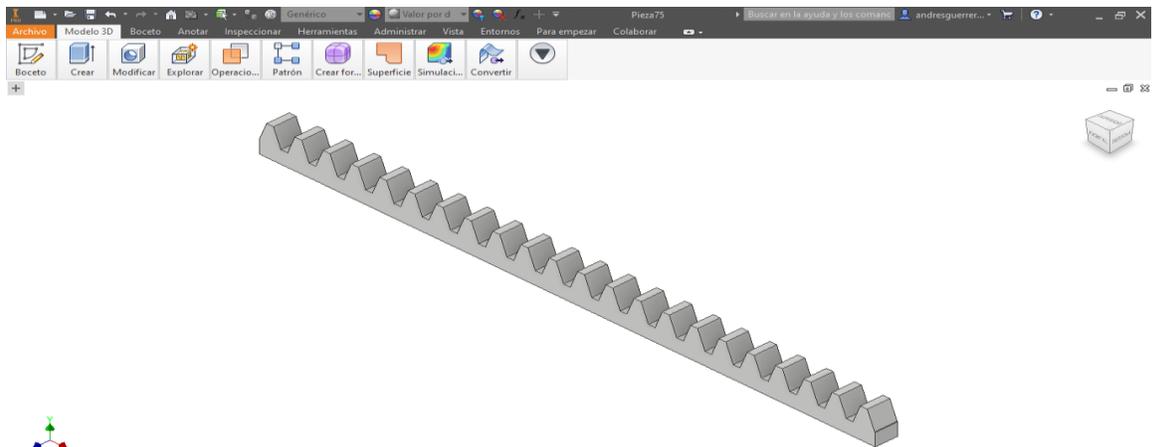
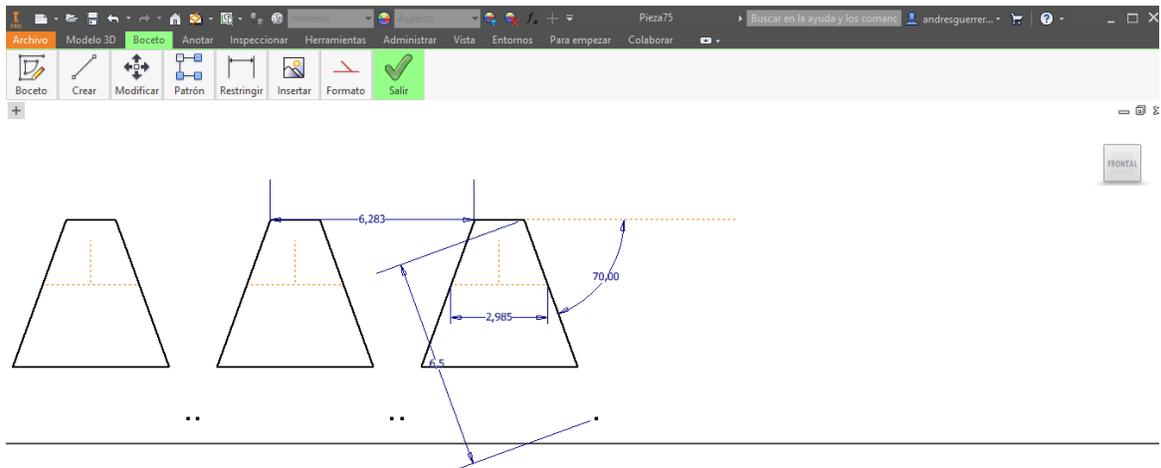
Engranajes caja etiquetadora.





Fórmulas para generar un engranaje con AUTODESK INVENTOR

Diámetro primitivo (DP)	$DP=ZM$	44 mm
Paso circular (PC)	$PC=\pi M$	6.2832mm
Cabeza del diente (A)	$A= M$	2 mm
Espesor del diente (S)	$S= PC (19/40)$	2.9845 mm
Pie del diente (PD)	$PD= 1.25 M$	2.5 mm
Radio de entalle (R)	$R= PC/12$	0.5236 mm
Ángulo del espesor (AS)	$AS= 360S / 2\pi(DP/2)$	7.7726°



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Selección de los motores.

A la hora de elegir unos motores y unos drivers adecuados, es importante tener en cuenta dos cosas:

1. Escoger motores con un par motor suficiente para la aplicación correspondiente. Esta es la primera decisión a tomar, ya que el objetivo primordial de la aplicación es mover los ejes de la máquina con la suficiente fuerza y velocidad.
2. Que los drivers puedan aportar suficiente corriente para que el motor ejerza el par motor necesario. Además, el driver debe ser compatible electrónicamente con el resto de la circuitería de control.

Los motores utilizados son del tipo paso a paso bipolares.

En la Figura 4.11 podemos observar dos de estos motores, en concreto dos NEMA 17 (un estándar de forma y tamaño)



Figura 4.11: Motores NEMA 17

Fuente: <http://www.dima3d.com/motores-paso-a-paso-en-impresion-3d-ii-criterios-de-seleccion-de-motores-y-drivers/>

El fabricante de los motores nos va a especificar una serie de datos y gráficos sobre su producto en las hojas técnicas, para este proyecto el fabricante especifica:

- Angulo de paso 1.8°
- Voltaje nominal 2.8V

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Corriente nominal 1.68A
- Resistencia de fase 1.65 Ω
- Inductancia de fase 2.8mH
- Torque 4Kgr/Cm
- Cables de conexión 4
- Inercia del motor 57 g/cm²

Primer criterio de selección

El motor debe tener suficiente par motor o torque de retención para mover correctamente el eje de la máquina en cuestión.

¿Cómo calcular el mínimo par motor que necesitamos?

El cálculo teórico de este valor es muy complejo. Influyen gran cantidad de factores, como los siguientes:

- Masa del eje a mover
- Velocidad de giro del motor paso a paso
- Inductancia de las bobinas
- No exactitud de los valores que da el fabricante
- Transmisión utilizada
- Rozamiento
- Aceleración deseada
- Otros factores

Debido a ello, por desgracia no vamos a poder dar una solución rápida o una fórmula simple para calcularlo. En su lugar, utilizaremos valores ya probados en impresoras 3D existentes y funcionales.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Daremos unos valores mínimos, considerando que cualquier motor de superiores prestaciones funcionará también correctamente:

1. Para ejes de carga ligera, el valor mínimo del par motor de retención deberá estar entre 28 y 40 N·cm.

Ejemplos:

- Ejes que mueven carros de extrusor sin el motor montado, como los sistemas Bowden. Por ejemplo, los ejes X e Y de la impresora open-source Tantillus, que puede verse en la Figura 4.12.
- Ejes que mueven bases de impresión muy ligeras.

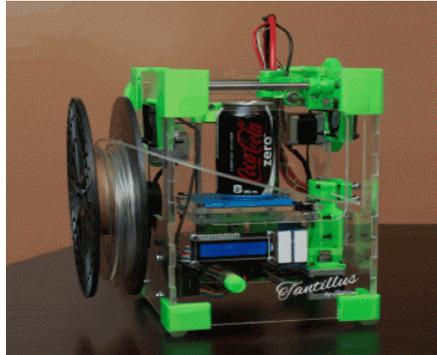


Figura 4.12: Impresora Tantillus con motores de 28 N·cm

Fuente: <http://www.dima3d.com/motores-paso-a-paso-en-impresion-3d-ii-criterios-de-seleccion-de-motores-y-drivers/>

2. Para ejes de carga media, el valor mínimo del par motor de retención deberá ser superior a 40 N·cm. Ejemplo: Los ejes X, Y, Z y extrusor de la impresora DIMA LT.

Ejemplos:

- Ejes que mueven carros de extrusor con motor montado, como el eje X de la DIMA LT, que puede observarse en la Figura 4.13.
- Ejes que mueven bases de impresión ligeras, como el eje Y de la DIMA LT.
- Ejes verticales de doble motor, como el eje Z de la DIMA LT.
- Extrusores con engranajes de reducción, como los de la DIMA LT y la DIMA 1000.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 4.13: Motor de 40 N·cm del eje X de la DIMA LT

Fuente: <http://www.dima3d.com/motores-paso-a-paso-en-impresion-3d-ii-criterios-de-seleccion-de-motores-y-drivers/>

3. Para ejes de carga pesada el valor mínimo del par motor de retención deberá ser superior a 50-60 N·cm.

Ejemplos:

- Ejes que mueven carros de doble extrusor con ambos motores montados.
- Ejes que mueven carros con un extra de peso por algún motivo, como el uso de rodamientos enclaustrados metálicos. Este es el caso del eje X de la DIMA 1000, cuyo motor de 52 N·cm puede observarse en la Figura 4.14.
- Extrusores directos (sin reducción).
- Ejes verticales de un solo motor, como es el caso de muchas máquinas que elevan la base en el eje Z con un único husillo.

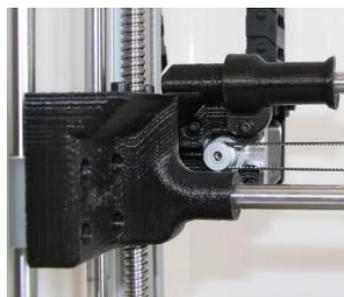


Figura 4.14: Motor del eje X en la impresora DIMA 1000

Fuente: <http://www.dima3d.com/motores-paso-a-paso-en-impresion-3d-ii-criterios-de-seleccion-de-motores-y-drivers/>

Segundo criterio de selección

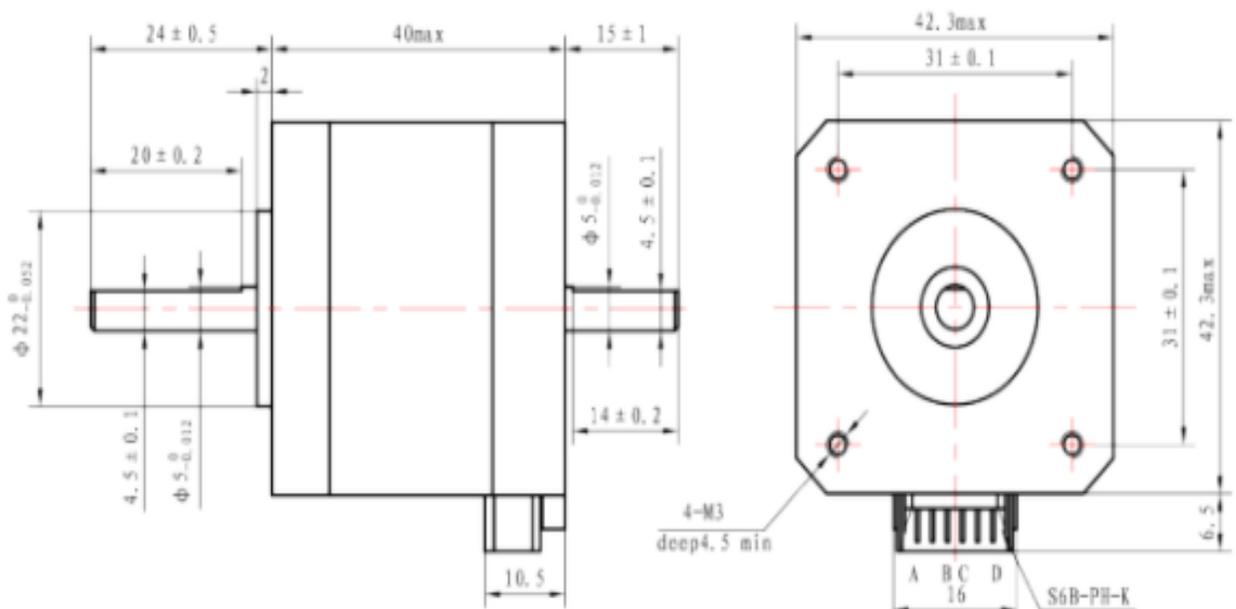
 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Como ya se ha comentado, las selecciones que hagamos de motores y de drivers se van a afectar entre sí. Uno de los criterios de selección de drivers es la corriente máxima que pueden entregar, así que lo tendremos en cuenta y elegiremos un motor cuya corriente nominal no sea muy alta, a ser posible dentro (o cerca) de los valores que pueden otorgar los drivers de los que podemos disponer. Valores estándar de corrientes nominales son los siguientes:

- 0,6-0,7A
- 1,2-1,3A
- 1,7-1,8A
- 2,5^a

En caso de duda, entre dos motores del mismo par no siempre es mejor escoger el de menor corriente nominal. Cuanta mayor corriente nominal, más conserva su par el motor a altas velocidades, por lo que escogeremos el de mayor corriente que admitan los drivers de los que disponemos. Normalmente la mejor opción son los de 1,7-1,8A de corriente nominal. Es un valor aceptable para la mayoría de los drivers disponibles.

Dimensiones motor



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tornillería



**Tornillo Trapezoidal. Espesor (11m12mm).
Longitud 1000mm. Acero inoxidable 304 T10.**

**Se usa un tornillo trapezoidal para el eje X
y dos para el eje Y.**



Tornillos mariposa 1/8 in

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Narrativa de control y Funcionamiento de la máquina.

En la Figura 4.11 se presenta el diagrama de control que corresponde al funcionamiento de los diferentes componentes electrónicos y equipos que son requeridos para dar marcha a la etiquetadora FAST TAGGED. Finalmente, la metodología descrita en el capítulo anterior permitió parametrizar la maquina etiquetadora de la siguiente manera:

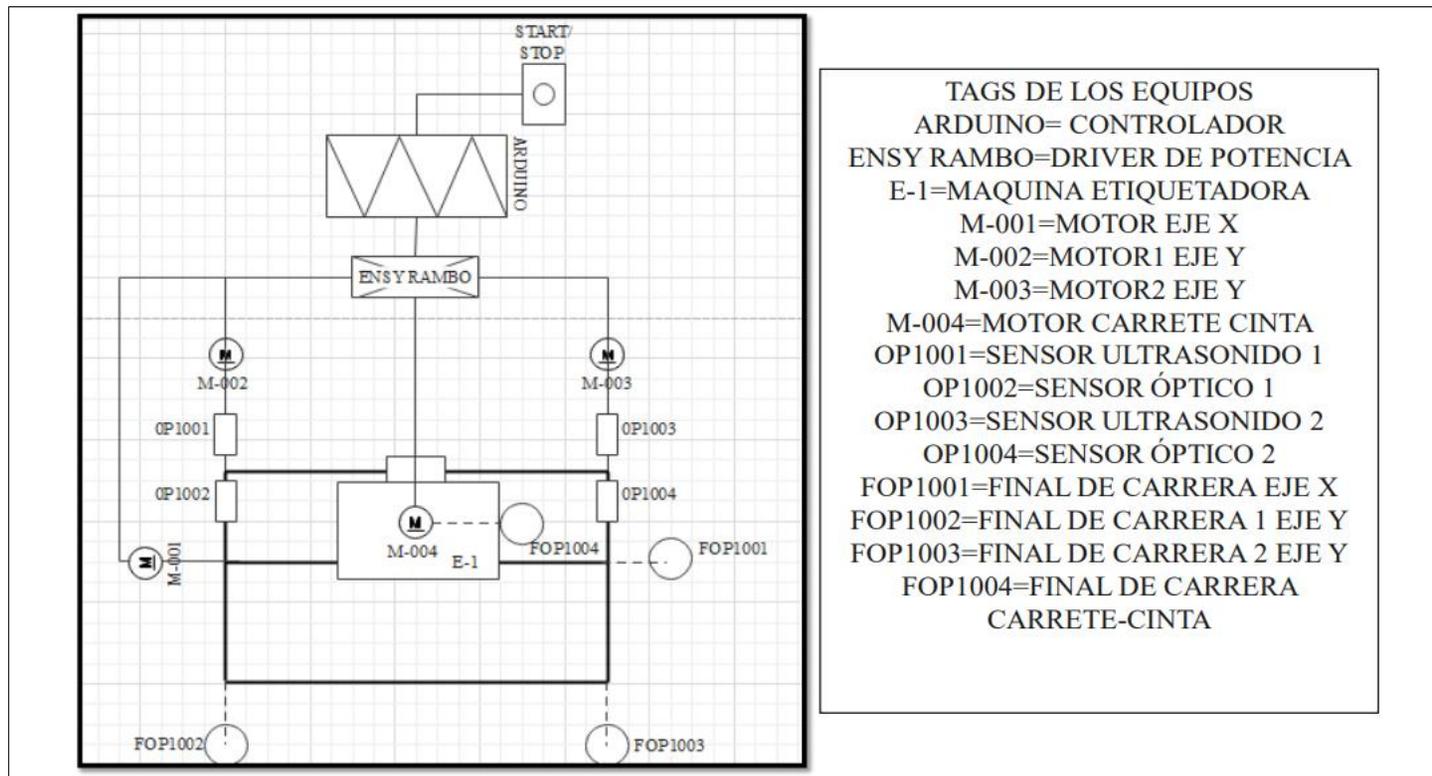


Figura 4.11 Diagrama P&D Maquina etiquetadora.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

La máquina de etiquetado E-1 será controlada por medio de un microcontrolador ARDUINO donde están conectados los motores M-001, M-002, M-003, M-004 y su respectivo driver de potencia (ENSY - RAMBO). Existe un motor paso a paso encargado de mover el sistema en el eje X (M-001), y el eje Y cuenta con un motor en cada uno de los brazos M-002 y M-003. Se tienen dos sensores ópticos OP1002 y OP1004 que se encargan de detectar unas marcas negras en forma de puntos ubicados en la parte interna de cada uno de los brazos, estos le ayudaran al eje X a mantenerse derecho y conocer los puntos en los que debe poner el sticker, se usan dos sensores de ultrasonido OP1001 y OP1003 que están ubicados en la parte interna de cada uno de los brazos y a través de una ranura, le indicaran a la máquina que tiene una puerta adelante y puede proceder a pegar la etiqueta. La máquina también cuenta con 4 finales de carrera (FOP1001, FOP1002, FOP1003, FOP1004) que le ayudaran a la etiquetadora a saber en qué momento termina de poner el sticker y debe bajar a la siguiente puerta. La máquina de etiquetado cuenta con un botón Start/Stop, para dar inicio a la secuencia que se describe a continuación.

ANTES DE DAR INICIO.

- El operario debe posicionar la maquina sobre el cumulo de puertas, la maquina se ajusta con la ayuda de unos tornillos tipo mariposa de ajuste, ubicados en el brazo para evitar que la máquina se mueva o desplace.
- El operario debe garantizar que al interior de la caja de etiquetado este ubicado el rollo de la etiqueta para ajustarla correctamente, una vez ubicada la etiqueta se posiciona al inicio de la puerta y se procede a dar Start.

FUNCIONAMIENTO DE LA SECUENCIA.

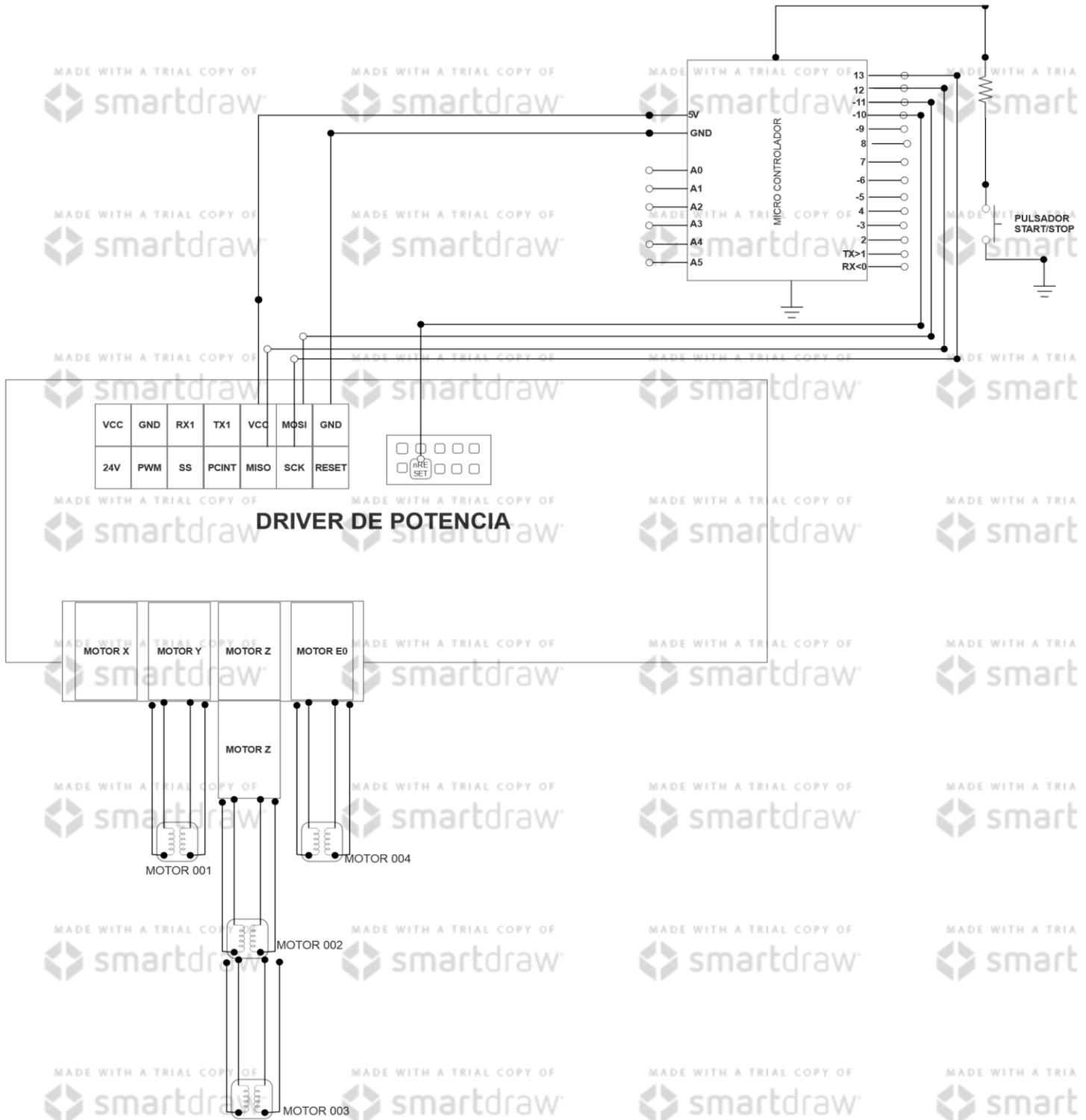
1. La máquina pegara la etiqueta sobre la superficie de la puerta, esto lo logra con la ayuda del sistema interno de engranajes y un carrito que permite la circulación de la etiqueta con el motor paso a paso (M-004), hasta que el sensor de final de carrera ubicado en el eje X (FOP1001) le indique hasta donde debe pegar el sticker. El carro está conectado con el tornillo sinfín, que con la ayuda de un motor paso a paso (M-001), se desplaza de derecha a izquierda permitiendo el pegado del sticker.
2. Una vez terminado el proceso de pegar el sticker en la primera puerta, el eje X debe bajar hasta la siguiente puerta, este desplazamiento es permitido por los motores del eje Y (M-002 y M-003), la maquina consta de unas marcas que le indican hasta

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

donde debe bajar y posicionarse en la siguiente puerta, esto lo realiza con la ayuda de dos sensores ópticos ubicados a cada lado del eje Y (OP1002 y OP1004) respectivamente. Esta operación se repite hasta llegar a la última puerta.

3. Los finales de carrera (FOP1002, FOP1003) ubicados en la parte inferior de cada brazo le indicaran a la máquina que ya termino el proceso.
4. Una vez terminado el etiquetado del cumulo de puertas, la maquina activara una alarma para indicar que termino el proceso, y requiere ser ubicada en otro cumulo de puertas para seguir continuar con la producción.

Esquema Electrónico.



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Analisis economico de la propuesta...costos, equipos y procesos requeridos....tiempo de reotirno de la inversion....ROI. Calcularlo.

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- La compañía INTERDOORS recibe una propuesta de diseño con todas las rubricas y especificaciones para considerar la implementación de un prototipo.
- Se logran identificar todos los requerimientos técnicos y operativos para el diseño y simulado de la máquina.
- Se entregan los datos y el análisis de mercado para conocer la viabilidad el proyecto.
- Se establece la herramienta CAD con la cual es posible visualizar un esquemático del producto. Con la simulación de la maquina se logra identificar que el diseño propuesto cumple con todos requerimientos para la implementación del prototipo.

1. Recomendaciones.

El rollo con etiquetas de la maquina etiquetadora debe ser cargado por un operario una vez que este se haya gastado por completo, a su vez el operario debe atornillar la estructura completa de la maquina al cumulo de puertas. Una vez estos dos procesos sean verificados la maquina realizara el proceso automático sin supervisión o control de un operario.

2. Trabajo Futuro.

- Los conceptos, procedimientos y diseños anteriormente expuestos son la base para llevar el proyecto a una implementación final, que debido a la emergencia sanitaria causada por el SARS Covid - 19 no pudo ser ejecutada. En la sección de

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

anexos se presentan las diferentes cotizaciones para realizar el prototipo. Ver Anexo A Cotización Materiales y Anexo B Cotización Estructura.

REFERENCIAS

Bibliografía.

1. Águila, M. V., & Jiménez, J. O. (2014). Diseño de una máquina etiquetadora para botellas. México: Universidad Autónoma Chapingo.
2. Barahona, B. (2011). Construcción de una maquina etiquetadora para envases cilíndricos con etiquetas autoadhesivas. Quito.
3. Cholota, F. D. (2013). Estudio de una etiquetadora de botellas cilíndricas para mejorar la productividad en el prototipo de embotelladora en el laboratorio de automatización de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato. Quito Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
4. Guerrero, M. A., & Arcos, M. D. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de etiquetadora de botellas. Bucaramanga: Universidad de Santander.
5. Nieto, J. A. (2017). diseño y construcción de una máquina etiquetadora semiautomática para botellas cilíndricas con etiquetas autoadhesivas. Quito Ecuador.
6. Tesis I.M. 275 - Patín Chimbo Néstor Giovanni.pdf

Sitios Web.

7. <https://www.industrialcodymexico.com/funcionalidad-de-las-etiquetadoras-de-productos>
8. <https://www.didacmendez.com/categorias/etiquetadoras-rotativas>
9. <https://www.marketing-free.com/producto/etiquetas.html>
10. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/30/sensores/>
11. <https://dademuch.com/2018/04/26/driver-de-motor-dc-electronica-de-potencia/>
12. <https://sensorde.net/final-de-carrera/>
13. <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/18/sensores-y-actuadores/>
14. https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas-y-Sensores-Industriales/Sensores-Industriales/Sensores-Fotoel%C3%A9ctricos/Sensores-%C3%93pticos/p/MKT_WDC_BRAZIL_SENSORS_OPTIC_SENSORS
15. <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
16. <https://minecraft.fandom.com/es/wiki/Pist%C3%B3n#Funcionamiento>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ANEXOS

Anexo A. Cotización Materiales.

Lista de Materiales - Cotización					
Pieza	Cantidad	Descripción	Valor Unidad	Total Valor	Validacion de Costos
1. Arduino Mega	1	Ref.MEGA R3 ATMEGA2560- CH340G. Voltaje operativo: 5 V Peso: 82 g	\$ 39.000	\$ 39.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-564829770-arduino-mega-mas-cable-_JM?matt_tool=78642795&matt_word=&gclid=EAlaIqobChMI1Jr-gMfz6QIVCY6zCh1DvA3gEAQYASABEgKeWPD_BwE
2. Driver de Potencia	1	Ref.Ensy Rambo 1.1b/ 4 controladores Trinamic TMC2130 para motores paso a paso.	\$ 266.450	\$ 266.450	https://es.aliexpress.com/item/32885875002.html
3. Motor Paso a Paso	4	Ref. OK42STH40- 1684BC. Angulo de paso 1.8° Voltaje nominal 2.8V	\$ 57.120	\$ 228.480	https://www.vistronica.com/robotica/motores/motor-paso-a-paso/motor-paso-a-paso-biaxial-4-kgcm-nema-17-para-impresora-3d-detail.html
4.Sensor Ultrasonido	2	Ref. HC-SR05/HY- SRFO5	\$ 8.000	\$ 16.000	https://www.ardobot.co/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr05-hy-srf05.html
4. Sensor Optico	2	Ref.TCRT5000 .Distancia de sensado: 12 mm	\$ 6.800	\$ 13.600	https://www.microkitselectronica.com/inicio/825-sensor-optico-reflectivo-tcrt5000-para-arduino.html
5. Final de Carrera	4	Ref.Interruptor con Palanca	\$ 3.500	\$ 14.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-557817404-interruptor-final-de-carrera-con-palanca-_JM?matt_tool=45425669&matt_word=&gclid=EAlaIqobChMI_NbZhrz6QIV4vICh3KqgcLEAQYASABEgI0gFD_BwE&quantity=1

6. Tornillos mariposa 1/8 in	4	Ref. 1/8 in. Acero inoxidable 304 estandar	\$ 5.500	\$ 22.000	https://es.aliexpress.com/item/32842770306.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.50df57a3eWhJhB&algo_pvid=f146cc2f-245d-4aef-9d3f-c12253ddc1d0&algo_expid=f146cc2f-245d-4aef-9d3f-c12253ddc1d0-1&btsid=0be3764315917347337471534ea6cc&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_
7. Tornillo ensamble 1/8 in	3	Ref. 1/8 in. Paquete x 6	\$ 3.900	\$ 11.700	https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/95368/Tornillo-Estufa-Redondo-Philips-18x2-12pg-6und/95368
9. Tornillo Sin Fin (Espesor 12mm)	3	Ref. Tornillo Trapezoidal. Espesor (11mm-12mm). Longitud 1000mm. Acero inoxidable 304 T10	\$ 75.000	\$ 225.000	https://es.aliexpress.com/item/33003508536.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.45f7164crGieIL&algo_pvid=05da5b8a-1681-4486-9552-e588ced25faa&algo_expid=05da5b8a-1681-4486-9552-e588ced25faa-3&btsid=0ab6fa8115919099920221124e03a5&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_
Total, Compra				\$ 836.230	

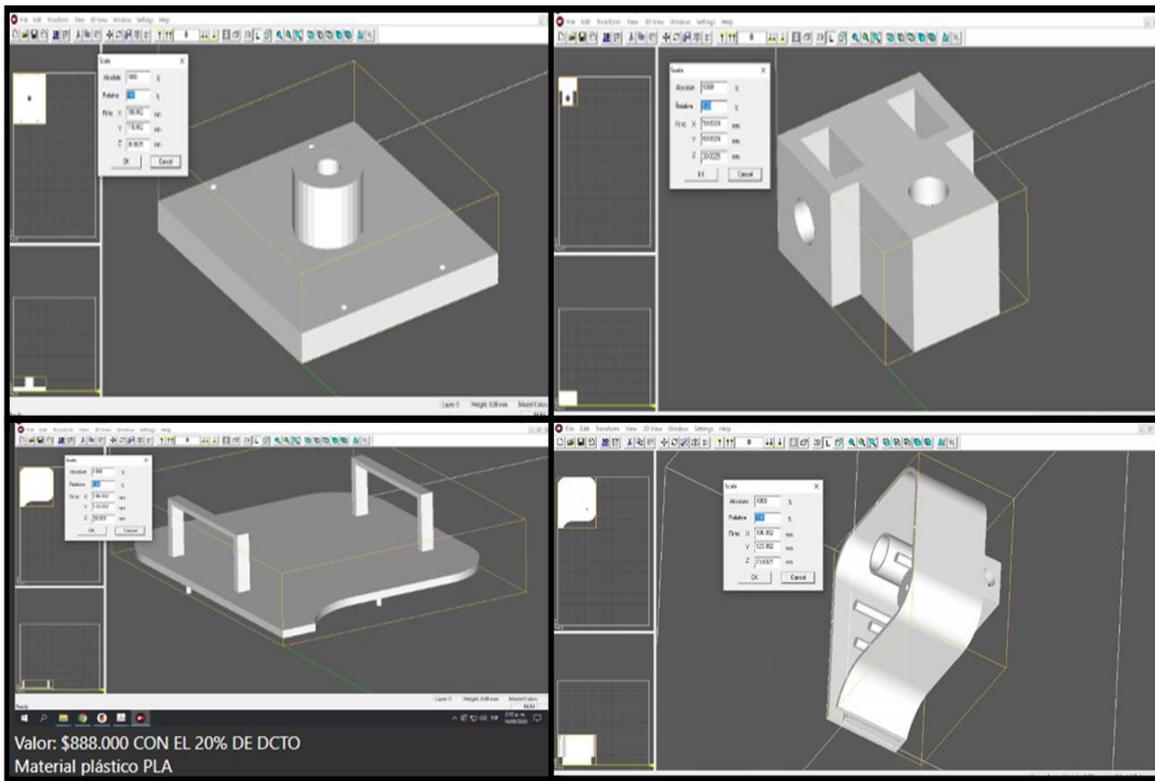
 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo B. Cotización Estructura.

Fabricacion de estructura			
METODO FABRICACION	MATERIAL	PIEZAS	VALOR
Cortadora Laser	Acrilico	Estructura Brazos	\$ 1.394.617
Impresión 3D	PLA	Caja Etiquetadora, Soporte lateral y base brazo.	\$ 711.000

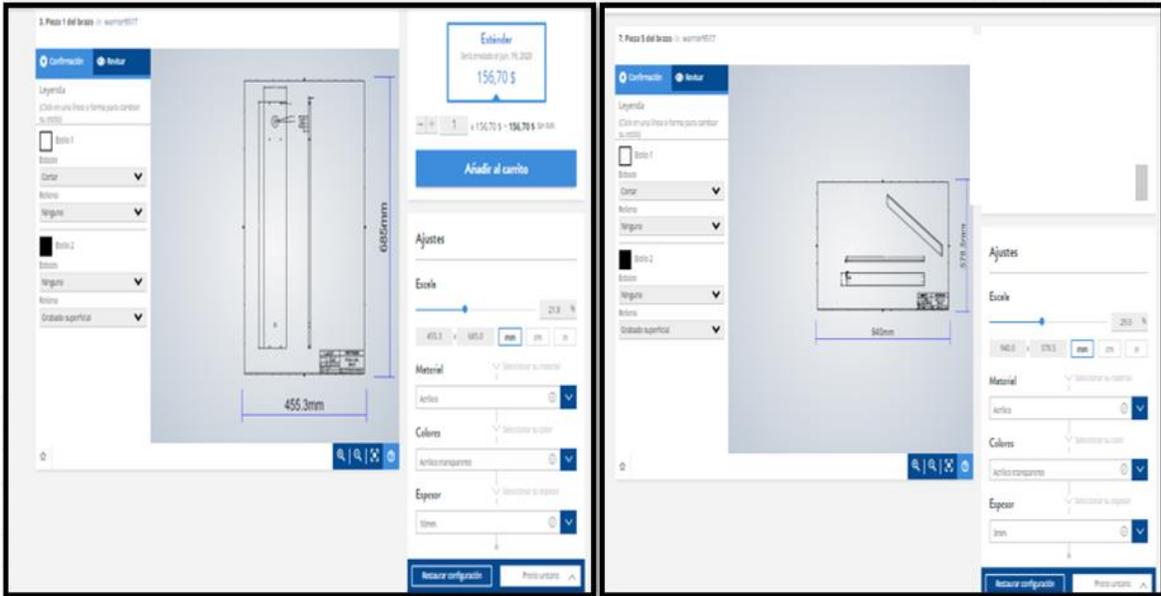
Evidencias cotizaciones.

Impresión 3D



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Cortadora Laser



Cotización En Acrílico

Espesor 10 mm

Medidas (bxh)

- I. 455mmx685mm (Brazos horizontales y piezas de sujeción frontal) \$585.000
- II. 940.mmx578mm (Brazos verticales y unión) \$ 809.617

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Analisis de mercado- Tiempo de retorno de la inversion.(ROI)

Costo de la inversion

Materiales	836.230 COP
Cortadora Laser	1.394.617 COP
Impresión 3D	711.000 COP
Mano de obra Ensamble	600.000 COP

3.541.847 COP ... Aprox 3.550.000 COP

Costo aproximado de proceso de etiquetado manual en INTERDOORS : 600.000 COP Mensuales

ROI despues de 6 meses

ROI= Ingresos-Inversion/Inversion

ROI= (600.000 X 6) - 3.550.000/3.550.000 = 1.4084%

ROI despues de 12 meses

ROI= Ingresos-Inversion/Inversion

ROI= (600.000 X 12) - 3.550.000/3.550.000 = 102.8169%

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

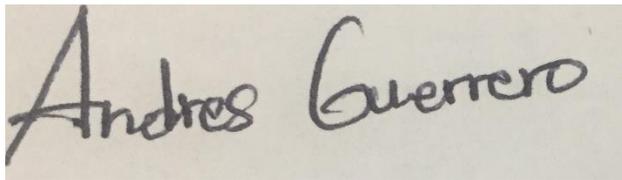
Anexo C. Planos

Se entrega listado de planos en documento PDF Y IDW (formato del programa inventor) que pueden ser revisados para conocer y validar las dimensiones de las piezas.

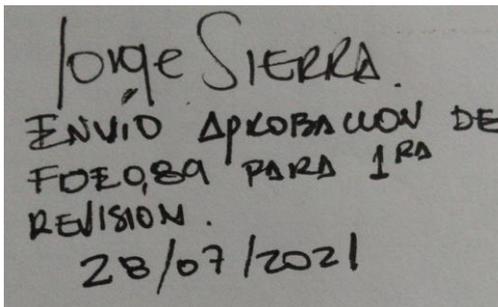
ÍTEM	EDT	NOMBRE ARCHIVO	DESCRIPCIÓN
1	----	1.Caja	Plano de la caja- carrete de cinta (. IDW- .PDF)
2	----	2.Tapa	Plano de la tapa (. IDW- .PDF)
3	----	3.Pieza 1 del brazo	Plano lamina horizontal del brazo (. IDW- .PDF)
4	----	4.Pieza 2 del brazo	Plano lamina cuadrada del brazo (. IDW- .PDF)
5	----	5.Pieza 3 del brazo	Plano lamina paralela a pieza 5 del brazo (. IDW- .PDF)
6	----	6.Pieza 4 del brazo	Plano base del brazo (. IDW- .PDF)
7	----	7.Pieza 5 del brazo	Plano lamina vertical del brazo (. IDW- .PDF)
8	----	8.Soporte lateral	Plano soporte lateral para desplazamientos (. IDW- .PDF)
9	----	9.Pieza de unión	Plano lamina para unión de los brazos (. IDW- .PDF)
10	----	10.Caja completa	Plano de ensamble de la caja (. IDW- .PDF)
11	----	11.Brazo	Plano de ensamble del brazo (. IDW- .PDF)
12	----	12.Ensamble completo	Plano de ensamble de toda la maquina (. IDW- .PDF)

Realizar un listado de planos y entregar los planos como anexos en documentos aparttes,,,pdf y dwg o terminal del programa usado. Esto apra poder revisarlos ya que como imágenes no es posible verificar dimensines.

FIRMA ESTUDIANTES _____



FIRMA ASESORES



FECHA ENTREGA: 28-07-2021_____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020