



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS COLIMA

INGENIERÍA MECATRÓNICA

**Desarrollo de Máquina de Extrusión Automatizada
Para la Producción Figuras de Plástico PET**

Autores:

José Eduardo Cárdenas Ruiz

Humberto Vargas Cortés

Emilio Alejandro Mendoza Romero

Luis Alejandro Contreras Gonzalez

Supervisor:

Olimpo Lua Madrigal

Presentado como protocolo de investigación por parte de la materia Taller de
Investigación II

Villa de Álvarez, Junio 2023

Resumen

Uno de los principales problemas desde la creación de embotellado de los plásticos y su gran producción, es su vida de utilidad y la administración de los residuos.

En el documento “Desarrollo de máquina de extrusión automatizada para la producción de figuras plástico PET” tiene como propósito el reutilizar el plástico y así disminuir la contaminación por el excesivo consumo de botellas plásticas.

Para cumplir este propósito, debe crearse la máquina de extrusión, donde funcione de una manera correcta y rápida. El método deseado es a partir de gránulos de botellas de plástico, el crear figuras a base de moldes y así extender la vida útil y reducir los residuos.

El diseño y construcción de esta máquina permitirá recuperar, convertir y reutilizar los residuos plásticos como insumo la creación de diferentes figuras, reduciendo así su impacto ambiental y la mala gestión de este recurso.

Palabras clave: reciclaje; botellas PET; máquina; extrusora; molde

Abstract

One of the main problems that arise from the creation of plastic bottling and its large production over the last few years, is its service life and waste management.

In the document "Development of an automated extrusion machine for the production of PET plastic figures" the purpose is to reuse plastic waste and thus reduce pollution from the excessive consumption of plastic bottles.

To fulfill this purpose, an extrusion machine must be developed, ensuring correct use and work as intended. The desired method is, from plastic bottle granules, to create figures using molds.

The design and construction of this machine will allow the recovery, conversion and reuse of plastic waste as an input for the creation of different figures, thus reducing its environmental impact and the mismanagement of this resource.

Key words: recycling; PET bottles; machine; extrusion machine; mold

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes del problema	1
3. Planteamiento del problema	4
3.1. Descripción y definición del problema	6
4. Objetivos de la investigación	8
4.1. General	8
4.2. Específicos	9
4.3. Metas y acciones de cada objetivo específico	9
4.4. Descripción de la propuesta	12
5. Hipótesis	12
6. Justificación	13
6.1. Impacto social	14
6.2. Impacto tecnológico	14
6.3. Impacto económico	14
6.4. Impacto ambiental	14
6.5. Impacto ético	15
7. Marco teórico	16
7.1. Marco conceptual: Extrusora de plástico	16
7.2. Marco contextual	17
7.3. Procesos involucrados en transformación de PET	19
7.4. ¿Qué es una máquina extrusora de plástico?	20
7.4.1. Tipos de extrusoras	21
7.4.2. Funcionamiento de una extrusora	22
7.4.3. Mantenimiento	23
7.5. Tecnologías comerciales	23

7.6. Descripción de plataformas y/o bases de datos utilizadas	25
8. Metodología	27
8.1. Consideraciones y análisis del diseño	27
8.1.1. Investigación y análisis de requerimientos	28
8.1.2. Generación de ideas	28
8.1.3. Desarrollo de conceptos	28
8.2. Patentes	28
8.3. Selección de conceptos	29
8.3.1. Diseño general	33
8.3.2. Automatización	33
8.4. Determinación del universo y obtención de la muestra	34
8.5. Tipo de estudio	34
8.5.1. Tipos de investigación	34
8.5.2. Variables	35
8.6. Plan de procesamiento y análisis de información	36
9. Cronograma	37
10.Presupuesto	38
Referencias	41
Planos de diseño	43
A. Entrevistas	44
A.1. Entrevista 1 a experto en moldes	44
A.2. Entrevista 2 a experto en fundición de plástico	45
A.3. Entrevista 3 a experto en internet de las cosas	47
B. Propuesta Design Thinking	50

Índice de figuras

1.	Diagrama de árbol del problema.	5
2.	Diagrama de árbol de objetivos.	6
3.	Diagrama de propuesta para el desarrollo de un extrusor de plástico.	11
4.	Proceso de Extrusión.	21
5.	Molde de extrusión.	23
6.	Precious Plastic.	24
7.	Kerke.	24
8.	Agro mundo	25
9.	Modelo CAD de la extrusora de Precious Plastic.	30
10.	Primer modelo CAD del diseño general de la máquina(Ver Anexo Plano de diseño).	33

Índice de cuadros

1.	Los valores propuestos en esta tablas, son los deseados al momento de realizar la extrusora.	31
2.	Presupuesto de la extrusora	38
3.	Presupuesto de la automatización de la máquina	38
4.	Presupuesto de otros materiales	38

1. Introducción

Los plásticos son materiales indispensables con diversas propiedades y aplicaciones y forman parte de nuestra vida cotidiana desde hace alrededor de 100 años; han encontrado aplicaciones en la producción de envases, industria automotriz, electricidad, construcción y transporte, así como en medicina, agricultura entre muchas otras áreas.

Actualmente, la contaminación excesiva provocada por el mal manejo de los envases plásticos es un problema que crece día a día, el plástico es uno de los principales contribuyentes de las grandes cantidades de basura, cuya gestión supone un grave problema para la actualidad, así como para el futuro.

Nuestro objetivo principal es el diseñar y construir un equipo prototipo extrusor automatizado para reutilizar el material plástico tipo tereftalato de polietileno(PET) con la finalidad de producción de estructuras que permitirán recuperar, convertir y reutilizar los residuos plásticos, reduciendo así su impacto ambiental y la mala gestión de este recurso.

2. Antecedentes del problema

Sandoya *et al* (Darwin y Christopher, 2021) desarrollaron la investigación “Diseño y construcción de un equipo triturador-extrusor de material plástico reutilizable tipo tereftalato de polietileno(PET) para la elaboración de filamento para impresoras 3D”. Los autores refieren que el objetivo de su investigación fue el de diseñar una trituradora–extrusora de material plástico reutilizable con el fin de reducir la contaminación causada por el excesivo consumo de productos envasados en botellas plásticas. Se llegó a la conclusión que a través de un proceso de diseño de 3 prototipos se seleccionó un diseño con las características optimizadas en los distintos

aspectos considerados en el estudio, y se determinó que el equipo puede procesar un aproximado de 1 kg de plástico en 30 minutos. El aporte final del trabajo fue una máquina capaz de convertir plástico PET en filamento para impresoras 3D, de esta forma dándole un nuevo uso al plástico que pudo haber formado parte de la contaminación del planeta.

Gardner *et al* (Gardner y Murdock, 2010) Presentan un documento que proporciona una descripción general de la extrusión de compuestos de madera y plástico. En este trabajo se incluye una breve introducción a los compuestos de madera y plástico, el equipo y las operaciones de la unidad de procesamiento requeridas para fabricar compuestos de madera y plástico, y las propiedades básicas de los materiales de los compuestos de madera y plástico. Finalmente pretende ser una herramienta pedagógica introductoria para discutir los conceptos básicos de la extrusión de compuestos de madera y plástico.

Limón *et al* (Limón, Gómez, y Aranda, 2022) en el artículo titulado “Reciclaje de botellas de pet para manufactura aditiva”, los autores refieren que el objetivo de su investigación fue el de estudiar la posibilidad de utilizar las botellas de PET en la Manufactura Aditiva. Finalmente, el aporte de dicha investigación fue conseguir hacer filamento con las botellas de PET a través de un proceso artesanal y utilizarlo como materia prima en la impresora 3D.

La extrusión de plástico es un proceso utilizado para la fabricación de una amplia variedad de productos de plástico, desde tuberías y perfiles hasta películas y láminas. Sin embargo, como con cualquier proceso de fabricación, pueden surgir problemas y antecedentes que afectan la calidad y eficiencia del proceso.

(Ashraf, Hossain, y Hossain, 2021) Desarrollo de un sistema automatizado de reciclaje de plástico utilizando técnicas de aprendizaje automático: Este proyecto propone el uso de técnicas de aprendizaje automático para desarrollar un sistema de reciclaje de plástico automatizado que permita la clasificación automática de los residuos

plásticos y la identificación de los materiales que se van a reciclar.

(Soltani, Khodaei, y Gharavi, 2020) Diseño e implementación de un sistema inteligente para el reciclaje de plásticos: Este proyecto describe el desarrollo de un sistema inteligente de reciclaje de plásticos que utiliza una combinación de tecnologías de visión por computadora y aprendizaje automático para clasificar y separar los residuos plásticos.

(Chua y Rasul, 2019) Sistema automatizado de reciclaje de plásticos mediante visión por computadora y brazo robótico: En este proyecto se presenta el diseño y la implementación de un sistema de reciclaje de plásticos automatizado que utiliza una combinación de visión por computadora y un brazo robótico para la clasificación y el manejo de los residuos.

(Riaz y Anwar, 2018) Diseño y desarrollo de una máquina automatizada de reciclaje de plásticos: En este proyecto se describe el diseño y la construcción de una máquina automatizada de reciclaje de plásticos que permite el procesamiento de diferentes tipos de materiales plásticos.

(Li, Li, Li, Li, y Liu, 2017) Sistema automatizado de reciclaje de plásticos basado en visión por computadora y aprendizaje automático: En este proyecto se presenta un sistema automatizado de reciclaje de plásticos que utiliza técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático para la identificación y clasificación de los materiales plásticos.

Algunos otros de los antecedentes comunes en la extrusión de plástico incluyen:

1. Bloqueo del tornillo: Cuando el tornillo de la extrusora se bloquea, puede causar una parada del proceso de producción. Esto puede deberse a una variedad de factores, incluyendo la acumulación de residuos o contaminantes en el tornillo, un aumento de la temperatura del material fundido o una falla en el sistema de control de temperatura. (Kumar, 2017).

2. Degradación del material: La degradación del material es un problema común en la extrusión de plástico. Puede deberse a una variedad de factores, como una temperatura excesivamente alta, una velocidad de alimentación insuficiente o una exposición prolongada al aire. (Vlachopoulos, 2008).
3. Desgaste del barril y del tornillo: El desgaste del barril y del tornillo puede afectar la calidad del producto y reducir la eficiencia del proceso de producción. Puede deberse a una variedad de factores, incluyendo el uso prolongado, la falta de mantenimiento o el uso de materiales abrasivos. (Tritsch, 2017).
4. Cambios en la viscosidad del material: Los cambios en la viscosidad del material pueden afectar la calidad del producto final y la eficiencia del proceso de producción. Puede deberse a una variedad de factores, incluyendo la temperatura, la humedad y la velocidad de alimentación. (Kalyon, 2013).
5. Contaminación del material: La contaminación del material puede afectar la calidad del producto final y la eficiencia del proceso de producción. Puede deberse a una variedad de factores, como la presencia de residuos o impurezas en el material, la falta de limpieza de los equipos o el uso de materiales incompatibles. (Rosato y Rosato, 2015).

3. Planteamiento del problema

Los plásticos forman parte de nuestra vida cotidiana desde hace alrededor de 100 años; todavía son materiales indispensables con diversas propiedades y aplicaciones. Estos son extremadamente versátiles, gracias a su alta resistencia mecánica, baja densidad, bajo peso, fácil procesamiento y bajo costo (Mwanzaa y Mbohwb, 2017), los plásticos han encontrado aplicaciones en la producción de envases, industria automotriz, electricidad, construcción y transporte, así como en medicina, agricultura entre muchas otras áreas.

Sin embargo, uno de los problemas principales desde la creación del embotellado

de plástico y su gran producción, es el tema de su vida de utilidad y la administración del residuo. El plástico es uno de los principales contribuyentes de las grandes cantidades de basura, cuya gestión supone un grave problema para la actualidad, así como para el futuro. La producción mundial de plásticos en 2020 ascendió a 367 millones de toneladas métricas (Tiseo, 2022). Se prevé que este número se duplique en los próximos 20 años.

A continuación se muestran el diagrama del árbol del problema(Figura 1) y el Diagrama de árbol de objetivos(Figura 2).

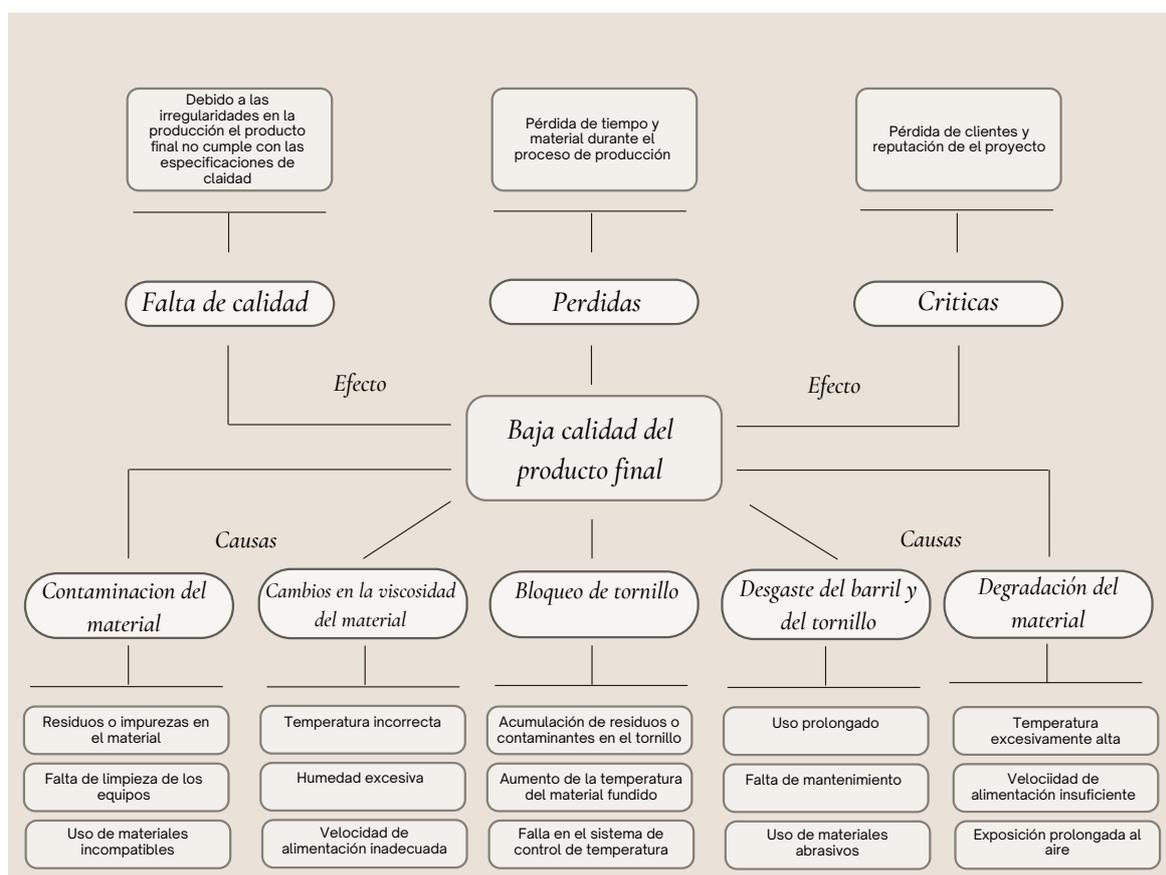


Figura 1: Diagrama de árbol del problema.

Para abordar este problema, es necesario identificar las causas principales y tomar medidas para prevenirlas o solucionarlas. Algunas posibles soluciones incluyen:

- Mejorar los procesos de limpieza y mantenimiento de los equipos

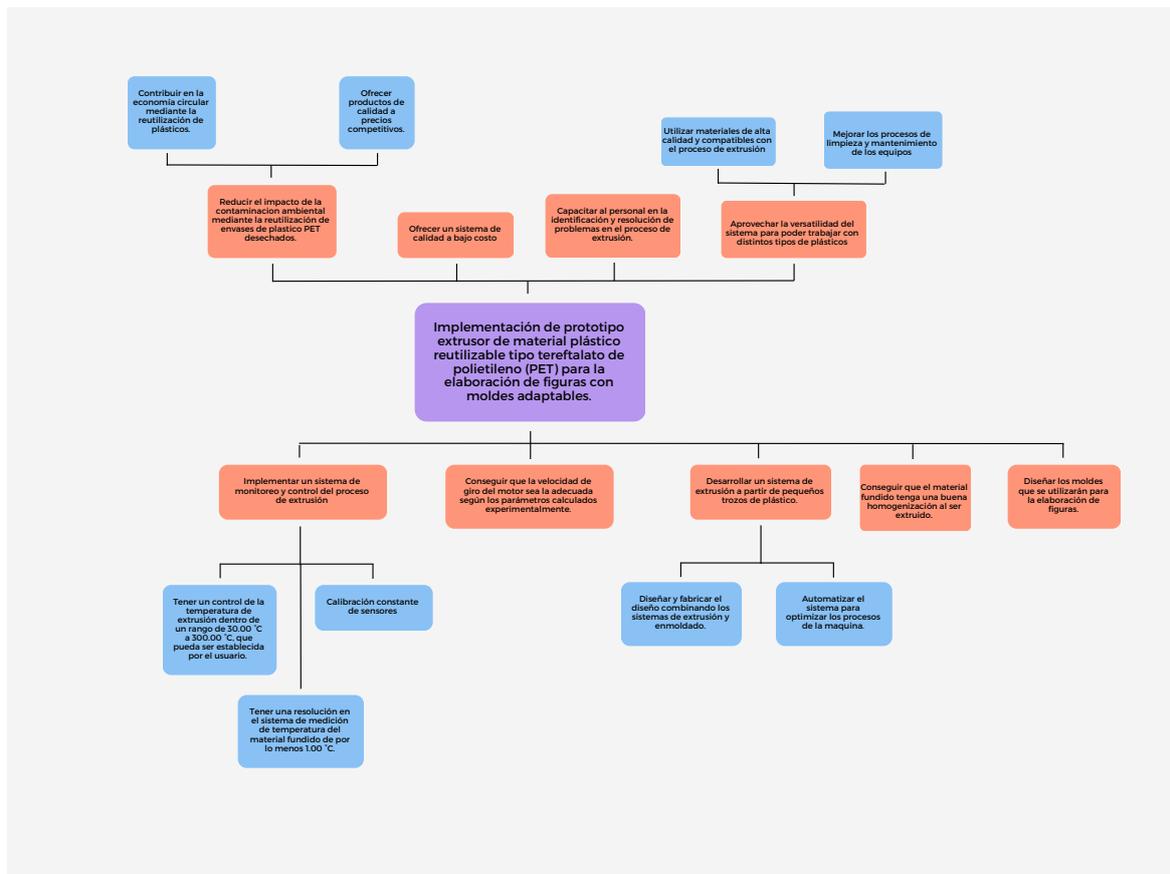


Figura 2: Diagrama de árbol de objetivos.

- Controlar la temperatura, la humedad y la velocidad de alimentación del material
- Implementar un sistema de monitoreo y control del proceso de extrusión
- Utilizar materiales de alta calidad y compatibles con el proceso de extrusión
- Capacitar al personal en la identificación y resolución de problemas en el proceso de extrusión.

3.1. Descripción y definición del problema

La contaminación por plástico es uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta el mundo actualmente. El plástico es un material altamente contaminante que tarda cientos de años en degradarse, lo que significa que se acumula en el medio ambiente y en los ecosistemas naturales, causando daños irreparables a la biodiver-

sidad y a la salud humana.

El plástico es un material omnipresente en la vida moderna, y su producción y uso han aumentado exponencialmente en las últimas décadas. Se estima que se producen más de 300 millones de toneladas de plástico al año en todo el mundo, y se espera que esta cifra aumente a medida que la población y la economía global sigan creciendo.

Gran parte del plástico que se produce se utiliza en envases y embalajes, lo que significa que su ciclo de vida es muy corto: se utiliza una sola vez y luego se desecha. Además, el plástico no es biodegradable, lo que significa que puede persistir en el medio ambiente durante siglos. Esto ha llevado a una crisis global de contaminación por plástico, con toneladas de residuos plásticos que terminan en océanos, ríos, bosques y tierras de cultivo, causando daños a la fauna, la flora y la salud humana.

El problema de la contaminación por plástico no es solo un problema ambiental, sino también un problema social y económico. Los residuos plásticos pueden tener impactos negativos en la economía local, como en el turismo y la pesca. Además, la contaminación por plástico puede afectar desproporcionadamente a las comunidades más pobres y marginadas, ya que a menudo están expuestas a mayores cantidades de contaminación.

La mitigación de la contaminación por plástico es un problema urgente que requiere la cooperación de gobiernos, empresas, organizaciones no gubernamentales y ciudadanos. Algunas medidas que pueden ayudar a mitigar la contaminación por plástico incluyen:

- Reducción del uso de plástico desechable, a través de la implementación de políticas y regulaciones para limitar su uso.
- Mejora del reciclaje de plásticos, a través del desarrollo de infraestructuras de reciclaje y la inversión en tecnologías innovadoras para el reciclaje de plásticos.

- Educación y concienciación pública, para fomentar un cambio cultural hacia un consumo más responsable y sostenible.

Es importante destacar que la contaminación por plástico no solo afecta a la biodiversidad y a la salud humana, sino que también tiene un impacto económico significativo. Los residuos plásticos pueden obstruir las tuberías y sistemas de drenaje, causando inundaciones y daños a la infraestructura. Además, la limpieza y la gestión de residuos plásticos pueden ser costosas y requieren una gran cantidad de recursos.

La mitigación de la contaminación por plástico también puede tener beneficios económicos, como la creación de empleos en el sector de reciclaje y la promoción de la innovación y el desarrollo de tecnologías sostenibles.

En resumen, la contaminación por plástico es un problema global que requiere de acciones inmediatas y concertadas para su mitigación. El uso desmedido de plástico desechable, la falta de infraestructura de reciclaje y la falta de educación y concienciación son algunos de los factores que contribuyen a la crisis de contaminación por plástico. Es esencial que los gobiernos, las empresas y la sociedad en su conjunto trabajen juntos para encontrar soluciones sostenibles y a largo plazo que permitan reducir la producción de plásticos, aumentar su reciclaje y fomentar un cambio de cultura hacia un consumo más responsable y sostenible. Solo así podremos proteger nuestro planeta y garantizar un futuro sostenible para las generaciones futuras.

4. Objetivos de la investigación

4.1. General

Diseñar y construir un equipo prototipo extrusor de material plástico reutilizable tipo tereftalato de polietileno(PET) para la elaboración de figuras con moldes adaptables.

4.2. Específicos

- Diseñar el sistema de extrusión a partir de pequeños trozos de plástico.
- Diseñar los moldes que se utilizarán para la elaboración de figuras.
- Automatizar el sistema para optimizar los procesos de la máquina.
- Diseñar y fabricar el diseño combinando los sistemas de extrusión y enmoldado.

4.3. Metas y acciones de cada objetivo específico

1. Diseñar el sistema de extrusión a partir de pequeños trozos de plástico.

Meta: Crear un diseño funcional y eficiente de la extrusora para procesar pequeños trozos de plástico reciclado.

- a) Acción 1: Identificar las propiedades y características del plástico reciclado para determinar los parámetros óptimos de extrusión.
- b) Acción 2: Investigar y seleccionar los componentes necesarios para el diseño del sistema de extrusión, como el tornillo sinfín, la boquilla de extrusión y las resistencias térmicas..
- c) Acción 3: Construir el sistema de extrusión y realizar pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

2. Diseñar los moldes que se utilizarán para la elaboración de figuras.

Meta 1: Crear moldes de alta calidad y precisión para producir figuras de plástico reciclado.

- a) Acción 1: Analizar las características de las figuras a elaborar y definir las especificaciones de los moldes.
- b) Acción 2: Diseñar los moldes en software de modelado 3D y validar su diseño mediante simulaciones computacionales.

- c) Acción 3: Seleccionar y adquirir los materiales necesarios para la construcción de los moldes.
- d) Acción 4: Diseñar los moldes considerando los aspectos técnicos y mecánicos, así como las necesidades de las figuras a elaborar.

Meta 2: Asegurarse de que los moldes cumplan con la calidad deseada para cumplir correctamente con su funcionamiento.

- a) Acción 1: Realizar pruebas y simulaciones para garantizar la calidad de las figuras elaboradas.
- b) Acción 2: Construir los moldes y realizar pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

3. Automatizar el sistema para optimizar los procesos de la maquina.

Meta: Integrar los sistemas de control y automatización necesarios para optimizar el funcionamiento del sistema de extrusión y enmoldado.

- a) Acción 1: Seleccionar los componentes electrónicos y los sistemas de control necesarios para la automatización del sistema.
- b) Acción 2: Programar y configurar los sistemas de control para optimizar la velocidad y la precisión del sistema de extrusión y enmoldado.
- c) Acción 3: Validar el funcionamiento de los sistemas de control y realizar ajustes si es necesario.

4. Diseñar y fabricar el diseño combinando los sistemas de extrusión y enmoldado.

Meta: Combinar los sistemas de extrusión y enmoldado para producir figuras de plástico reciclado de manera eficiente y automatizada.

- Integrar los sistemas de extrusión y enmoldado en un solo diseño funcional.
- Validar el funcionamiento del diseño integrado mediante pruebas en escala completa.

- Realizar ajustes y mejoras en el diseño si es necesario.

5. Difundir los resultados obtenidos.

Meta: Comunicar los resultados y logros del proyecto de extrusión de plástico reciclado a la comunidad y otros posibles interesados.

- Preparar presentaciones y material audiovisual para mostrar los resultados del proyecto.
- Realizar demostraciones en vivo del funcionamiento del sistema.
- Participar en ferias y eventos relacionados con la industria del reciclaje y la sustentabilidad para dar a conocer el proyecto.
- Realizar publicaciones y artículos técnicos para divulgar el conocimiento generado durante el proyecto.
- Establecer redes de contacto con otros proyectos y grupos interesados en el reciclaje.

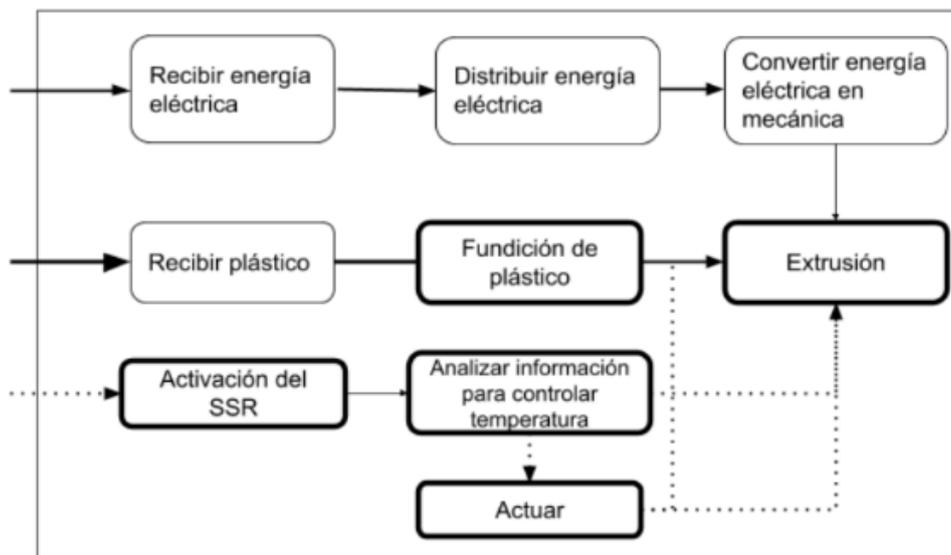


Figura 3: Diagrama de propuesta para el desarrollo de un extrusor de plástico.

4.4. Descripción de la propuesta

La propuesta para la máquina extrusora incluye lo siguiente:

1. Tornillo de extrusión: Es un elemento giratorio ubicado dentro de un cilindro o barril. El tornillo se encarga de alimentar y transportar el material hacia adelante a medida que gira.
2. Barril: Es el cilindro que alberga el tornillo de extrusión. Está equipado con sistemas de calentamiento para controlar la temperatura del material durante el proceso.
3. Sistema de alimentación: Proporciona un suministro constante y controlado del material a la máquina extrusora.
4. Zona de fusión: Es la sección del barril donde el material se calienta y se funde debido al calor generado por las resistencias.
5. Cabezal o matriz: Es el componente ubicado al final del barril donde el material fundido pasa a través de una abertura con una forma específica. La matriz determina la forma y el tamaño final del producto extruido.
6. Sistema de control: Permite ajustar y controlar parámetros como la temperatura, la velocidad de rotación del tornillo, la presión y el flujo del material. Esto garantiza un proceso de extrusión óptimo y consistente.

5. Hipótesis

Es posible la construcción de una máquina extrusora automatizada para el procesamiento de material plástico reutilizable tipo tereftalato de polietileno(PET) para la elaboración de figuras con moldes adaptables.

6. Justificación

El procesamiento de los plásticos y la producción de filamentos para impresoras 3D están apegados a los principios de la economía circular siendo esta la intersección de los aspectos ambientales, económicos y sociales. Por lo tanto, se organizan muchos proyectos educativos destinados a organizar eventos interactivos y difundir conocimientos sobre el reciclaje de plástico, siendo uno de estos, las diversas extrusoras a base de plásticos.

Actualmente, la contaminación excesiva provocada por el mal manejo de los envases plásticos es un problema que crece día a día, el sobreconsumo de la sociedad en la que vivimos y la falta de conciencia de las personas, además de que los envases son de alta durabilidad pero poca vida útil, como un envase PET, puede soportar 150 a 1000 años en descomponerse antes de desaparecer, causando perjuicios a la sociedad como el aumento de plagas, y una gran cantidad de residuos y plásticos que pueden acabar en el mar. El equipo triturador y extrusor propuesto tiene como objetivo reducir el impacto de la contaminación ambiental mediante la reutilización de envases de plástico PET desechados.

La economía circular está cada vez más presente porque está relacionada con la sustentabilidad, es por ello que se propone implementar un mecanismo automatizado para obtener filamento reciclando botellas de plástico descartadas, esperando que llame la atención de las personas y como consecuencia reducir el volumen de residuos plásticos.

Finalmente, el diseño y construcción de una extrusora para la producción de figuras a partir de moldes permitirá recuperar, convertir y reutilizar los residuos plásticos como insumo para varias industrias, reduciendo así su impacto ambiental y la mala gestión de este recurso.

6.1. Impacto social

Esta iniciativa puede tener un impacto positivo al generar empleos y mejorar la calidad de vida de las personas que trabajan en la industria del reciclaje de plástico. Además, al utilizar plástico reciclado en la producción de nuevos productos, se contribuye a la reducción de residuos plásticos y a la protección del medio ambiente.

6.2. Impacto tecnológico

Este proyecto puede ser un avance importante en el campo de la automatización de procesos de reciclaje de plástico. La automatización de la extrusión y el enmoldado de plástico reciclado permitiría una mayor eficiencia y rapidez en la producción, lo que a su vez podría aumentar la capacidad de reciclaje y reducir los costos de producción.

6.3. Impacto económico

En cuanto al impacto económico, este proyecto puede ser una oportunidad para fomentar la economía circular y crear nuevos mercados para productos de plástico reciclado. Además, la automatización de los procesos puede reducir los costos de producción y hacer que los productos reciclados sean más competitivos en el mercado.

6.4. Impacto ambiental

Desde un punto de vista ambiental, este proyecto puede contribuir a la reducción de residuos plásticos y a la disminución del impacto ambiental de la producción de plástico virgen. La utilización de plástico reciclado en la producción de nuevos productos también puede ayudar a reducir la huella de carbono y disminuir el uso de recursos naturales.

6.5. Impacto ético

Este proyecto puede ser una oportunidad para promover prácticas sostenibles y responsables en la industria del plástico. Al utilizar plástico reciclado y automatizar los procesos, se puede contribuir a la reducción de emisiones contaminantes y proteger la salud y el bienestar de los trabajadores involucrados en la producción.

7. Marco teórico

7.1. Marco conceptual: Extrusora de plástico

1. Definición de conceptos clave:

- Extrusora de plástico: Una máquina utilizada en el proceso de extrusión para transformar materiales plásticos en productos con formas continuas y específicas.
- plástico: Sustancia compuesta principalmente por polímeros sintéticos que pueden moldearse fácilmente.
- Husillo: Tornillo sin fin ubicado en el cilindro de la extrusora que se encarga de alimentar, mezclar y fundir el material plástico.
- Cilindro: Componente de la extrusora que contiene el husillo y proporciona la estructura y la presión necesaria para el proceso de extrusión.

2. Relaciones entre los conceptos:

- La extrusora de plástico utiliza el husillo y el cilindro para alimentar, calentar y fundir el material plástico.
- El husillo gira dentro del cilindro y arrastra el material hacia adelante, creando presión y movimiento.
- El material plástico se funde y mezcla a medida que avanza hacia el dado o molde, donde adquiere la forma deseada.
- El cilindro proporciona la presión necesaria para forzar el material a través del dado y darle forma.

3. Variables:

- Temperatura: La temperatura del cilindro y los calentadores afecta la capacidad de fusión y flujo del material plástico.

- Velocidad de extrusión: La velocidad a la que se avanza el material a través del husillo y el dado influye en la calidad y las características del producto extruido.
- Diseño del dado: La geometría y las dimensiones del dado determinan la forma final del producto extruido.
- Presión de extrusión: La presión ejercida por el cilindro y el husillo afecta la capacidad de flujo y extrusión del material plástico.

4. Supuestos y proposiciones:

- Un control preciso de la temperatura y la velocidad de extrusión garantiza una producción más consistente y de mayor calidad.
- El diseño adecuado del dado es esencial para obtener productos extruidos con las especificaciones deseadas.
- La presión de extrusión debe ser controlada para evitar defectos como burbujas o deformaciones en el producto final.

5. Marco teórico:

- La extrusión se basa en principios de la reología de polímeros y la fluidez de los materiales plásticos.
- Se pueden aplicar teorías y modelos relacionados con la transferencia de calor y la mecánica de fluidos para comprender y optimizar el proceso de extrusión.

Este marco conceptual establece los conceptos, relaciones y variables clave relacionadas con una extrusora de plástico, brindando una base teórica para comprender y analizar el funcionamiento de la máquina y los factores que influyen en la calidad del producto extruido.

7.2. Marco contextual

1. Industria del plástico: La extrusión de plástico se enmarca dentro de la industria del plástico, que desempeña un papel fundamental en numerosos sectores,

como la construcción, el embalaje, la automoción y la electrónica. La demanda de productos plásticos y la competitividad de la industria pueden influir en el uso y desarrollo de las extrusoras de plástico.

2. Avances tecnológicos: Los avances tecnológicos en la fabricación de extrusoras de plástico, como la automatización, el control de procesos y la integración de sistemas de información, han mejorado la eficiencia, la calidad y la productividad de estas máquinas. La evolución tecnológica puede impactar en la capacidad de producción, la flexibilidad y la calidad de las extrusoras de plástico.
3. Sostenibilidad y medio ambiente: En los últimos años, se ha prestado una mayor atención a la sostenibilidad y al impacto medioambiental de la industria del plástico. El desarrollo de extrusoras de plástico más eficientes energéticamente y el uso de materiales reciclados o biodegradables son aspectos relevantes en el contexto actual.
4. Normativas y regulaciones: Existen normativas y regulaciones tanto a nivel nacional como internacional que establecen estándares de calidad, seguridad y medio ambiente para la producción de plásticos. Estas regulaciones pueden influir en los procesos de diseño, fabricación y operación de las extrusoras de plástico, así como en la selección y uso de los materiales.
5. Economía y mercado: Las condiciones económicas y el mercado influyen en la demanda de productos extruidos de plástico y, por lo tanto, en la necesidad de extrusoras de plástico. Factores como la demanda de productos, la competencia, los precios de los materiales y la disponibilidad de recursos financieros pueden tener un impacto en la adquisición y utilización de extrusoras de plástico.
6. Innovación y tendencias: La innovación en materiales, diseños de productos y procesos de fabricación afecta el desarrollo y la utilización de las extrusoras de plástico. Las tendencias actuales, como la personalización de productos,

la economía circular y la industria 4.0, pueden influir en la demanda y los requerimientos de las extrusoras de plástico.

Este marco contextual proporciona un panorama más amplio y considera aspectos externos que pueden tener un impacto en el diseño, la fabricación y el uso de las extrusoras de plástico. Tener en cuenta el contexto permite comprender mejor las oportunidades, desafíos y posibles tendencias relacionadas con estas máquinas en el entorno en el que operan.

7.3. Procesos involucrados en transformación de PET

La empresa Rosa Envases (Envases, 2020) nos dice que este material es uno de los más utilizados para la fabricación de envases gracias a sus características, entre las que se encuentra su facilidad de moldeo y por tanto de adaptación al formato que se desee realizar.

Además, el PET puede ser transformado por extrusión, inyección y soplado, siendo los más utilizados estos dos últimos procesos, que pueden darse de forma combinada (inyección-soplado) o de forma independiente. A continuación se muestra una breve descripción de Rosa Envases de ambos procesos

Proceso en una etapa

El proceso de inyección-soplado se realiza en una sola etapa y por tanto las máquinas implementan los dos pasos, inyección de preforma y soplado de envase, de manera que los envases se fabrican directamente desde la materia prima original. A nivel global no es la manera más habitual de transformar el PET, aunque presenta una serie de ventajas, como por ejemplo la facilidad que muestra si se quiere fabricar un envase con cuello distinto al de las preformas que se ofrecen habitualmente en el mercado.

Proceso en dos etapas

Este proceso, que es el utilizado en Rosa Envases y de manera global el más usado,

en realidad serían dos, por un lado inyección de la preforma y por otro soplado del envase PET. En este caso, la preforma se puede inyectar en las mismas instalaciones en las que se produce el envase, almacenando y transformándola posteriormente, o se puede realizar en instalaciones distintas y transportarlas después al lugar en el que se encuentre la máquina de soplado de PET.

Las preformas PET son un producto intermedio utilizado en la fabricación de envases del mismo material. Se fabrican mediante inyección y varían en cuanto a las medidas del cuello, su gramaje, su color y su forma, de manera que pueden satisfacer las necesidades de clientes de diferentes sectores del mercado. En el caso de Rosa Envases, fabrican sus botellas PET a partir de preformas propias de dos gramajes diferentes y de otras fabricadas por nuestros proveedores en otros gramajes distintos a los de las primeras, todas ellas con cuello estándar 28/410 y todas personalizables en el color que se desee, tanto opaco como translúcido.

El proceso de soplado se puede llevar a cabo separado en el tiempo y en el espacio del proceso de inyección de preformas y consiste en el calentamiento de las mismas para conformar el envase PET definitivo.

7.4. ¿Qué es una máquina extrusora de plástico?

Máquinas-Herramienta Corzosa (Corzosa, 2021) comenta que para entender qué es una máquina extrusora de plástico, primero debemos saber qué es el proceso de extrusión.

La extrusión consiste en calentar un material, normalmente pellets, polvo seco, caucho, plástico, barras de metal o incluso alimentos, y empujarlo a través de una matriz (ver Figura 4).

Por ende, la máquina extrusora de plástico es el equipo que se utiliza para completar el proceso de extrusión mediante un troquel. Un troquel es esencialmente el molde

que da forma al material a medida que es forzado a través de la pequeña abertura hacia el otro lado. Es una de las formas más comunes de producir láminas y tiras de formas de metal, plástico y caucho.



Figura 4: Proceso de Extrusión.

7.4.1. Tipos de extrusoras

Continuando con el artículo de Máquinas-Herramienta Corzosa, se afirma que hay dos tipos principales de extrusoras: de un solo husillo y de doble husillo (corrotante y contrarrotante). Estas vienen con una amplia gama de diámetros de tornillo (D), longitudes (L) y diseños.

- Las extrusoras de un solo husillo y de doble husillo corrotante son intrínsecamente extrusoras de canal abierto. Pueden considerarse bombas de flujo de arrastre. Su rendimiento o grado de llenado (si no funcionan a su máxima tasa volumétrica) puede verse afectado por el flujo de presión dentro de la máquina extrusora.
- Las extrusoras de doble tornillo contrarrotantes y estrechamente engranadas forman canales cerrados en la región de engranaje. Su rendimiento es menos

vulnerable al flujo de presión dentro de la máquina extrusora. Por ello, pueden considerarse bombas de desplazamiento positivo.

7.4.2. Funcionamiento de una extrusora

El funcionamiento de las máquinas de extrusión es sencillo: los materiales plásticos crudos entran, el producto sale y se corta a medida.

A medida que el material se introduce en un extremo de la extrusora de plástico (una tolva), se funde gradualmente por el calor y la energía creados por los tornillos giratorios.

Estos tornillos están situados a lo largo del barril de la máquina donde se funden las materias primas. La mayoría de los tipos de tornillos tienen tres zonas diferentes para moverse a lo largo del proceso de extrusión:

- **Zona de alimentación:** Aquí es donde el material compuesto de plástico se introduce en la máquina de extrusión.
- **Zona de fusión:** La siguiente sección en el diseño del tornillo es donde se funde el plástico.
- **Zona de medición:** Por último, la zona de dosificación es donde se funden los últimos trozos de plástico y se mezclan para crear una temperatura y composición uniformes.

De igual manera Máquinas-Herramienta Corzosa indica que para garantizar que los materiales finales no se degraden o debiliten, es esencial mantener una temperatura constante dentro del barril de la extrusora. Hay que evitar el sobrecalentamiento de los materiales para reducir las imperfecciones, por lo que normalmente el barril se calienta gradualmente de atrás hacia adelante (ver Figura 5).

La temperatura también se mantiene mediante una serie de sistemas de ventilación y refrigeración por agua antes de que el producto se extruye en un molde.



Figura 5: Molde de extrusión.

7.4.3. Mantenimiento

Máquinas-Herramienta Corzosa (Corzosa, 2021) nos afirma que la mayoría de las extrusoras están diseñadas y construidas para proporcionar el máximo servicio con un mínimo de tiempo de inactividad en la producción. Un programa de mantenimiento agresivo que incluya la programación de paradas periódicas para inspecciones de mantenimiento preventivo garantizará la máxima productividad.

Las claves del éxito de un programa de mantenimiento preventivo son la vigilancia y la documentación. La vigilancia debe ser constante y sus técnicos deben aprender a escuchar y buscar señales de problemas. La mayoría de los manuales de las extrusoras describen algún tipo de programa y procedimientos de mantenimiento.

7.5. Tecnologías comerciales

Según la investigación realizada, algunas empresas que se dedican a la elaboración de extrusoras de plástico para el uso de plástico reciclado son:

1. Precious Plastic

Es una empresa dedicada al diseño y fabricación de alternativas para el reciclado del plástico, generalmente crean maquinarias con las cuales puedes usar el plástico reciclado para darle un segundo uso, sus principales proyectos son las trituradoras, extrusoras e inyectoras.



Figura 6: Precious Plastic.

Sitio web: <https://preciousplastic.com/>

2. Kerke

Es una fábrica que se dedica al diseño, fabricación y venta de extrusoras de plástico de diferentes tamaños dependiendo del uso que se le quiera dar ya que cuentan desde pequeñas hasta para uso industriales. Funcionan para la elaboración de otro producto partiendo de pellets o de plástico reciclable.

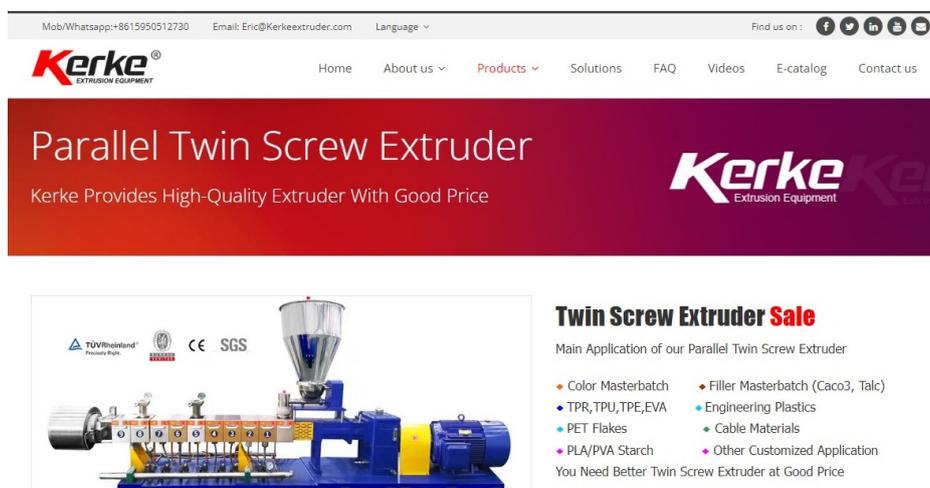


Figura 7: Kerke.

Sitio web: <https://kerkeextruder.com/>

3. Agro mundo

Es una fábrica que se dedica a la utilización de plásticos reciclados para la elaboración de madera plástica a niveles industriales promueve el darle una segunda vida al plástico ya usado.



Figura 8: Agro mundo

Sitio web: <https://www.agromundo.co/madera-plastica.html>

7.6. Descripción de plataformas y/o bases de datos utilizadas

La información redactada en el presente documento se obtuvo de plataformas confiables, tales como Google Académico, que permite localizar documentos académicos, tales como artículos, libros, tesis, resúmenes, entre otras publicaciones brindadas por asociaciones profesionales, universidades y otras organizaciones académicas. También se utilizó Google Patents y Patent Scope, que son plataformas que ofrecen más de 120 millones de patentes, procedentes de distintas oficinas de patentes de todo el mundo.

De igual forma, se buscó información en Scielo, que es una librería online, en donde se publican colecciones nacionales y temáticas de revistas científicas que cumplen

con ciertos criterios de calidad. Por último, Elsevier, que cuenta con otras plataformas de bases de datos de donde se puede obtener información de revistas científicas, resúmenes, citas, entre otros.

8. Metodología

8.1. Consideraciones y análisis del diseño

Se consideró la selección de materiales en función de la disponibilidad, la durabilidad, el costo y la facilidad de fabricación. El costo de la máquina se planea que sea relativamente bajo para que las personas interesadas puedan comprarla fácilmente. Las siguientes ventajas se obtuvieron a partir de las consideraciones de diseño: diseño razonable, estructura compacta, segura y duradera, de bajo nivel de ruido, fácil operación, diseño compacto, trabajo estable, fácil de mover, bajo consumo de energía, alta eficiencia de producción, razonable precio. Las consideraciones de diseño se pueden resumir así:

- **Disponibilidad de materiales de construcción:** en la construcción de la máquina se utilizarán componentes de fácil obtención. Para facilitar la fabricación y el desarrollo en el futuro, los materiales utilizados en la fabricación se obtienen fácilmente, como láminas de metal, barra angular, sierra de cinta, etc., que están fácilmente disponibles en el estado.
- **Accesibilidad:** El uso de materiales y componentes baratos y, sin embargo, efectivos como medio para lograr la rentabilidad en el curso del proyecto, lo que hace que la máquina sea relativamente barata y asequible.
- **Facilidad de operación:** con la provisión de motores eléctricos de potencia adecuada para impulsar la máquina, por lo tanto, la máquina será más fácil de operar y comprender para el operador.
- **Resistencia y durabilidad:** Para una mejor vida útil del dispositivo, se adoptarán materiales de considerable resistencia y durabilidad.
- **Tamaños de alimentación y producto:** El tipo de materiales a triturar son botellas de plástico PET.

Se llevó a cabo una metodología de diseño de ingeniería para desarrollar una extrusora de plástico innovadora. La metodología incluyó las siguientes fases:

8.1.1. Investigación y análisis de requerimientos

Se realizó una investigación exhaustiva de las necesidades del mercado y los requerimientos del usuario. Se establecieron los siguientes requerimientos clave: alta eficiencia energética, capacidad de producción de alta velocidad, facilidad de uso y mantenimiento, y capacidad de procesar una amplia gama de materiales.

8.1.2. Generación de ideas

Se generaron una variedad de ideas utilizando técnicas de pensamiento creativo, como lluvia de ideas y mapa mental. Se evaluaron las ideas según los requerimientos clave y se seleccionaron las más prometedoras.

8.1.3. Desarrollo de conceptos

Se desarrollaron conceptos detallados para las ideas seleccionadas. Se utilizó software de diseño asistido por computadora (CAD) para crear modelos en 3D de los conceptos y se realizaron análisis de simulación para evaluar el rendimiento.

8.2. Patentes

Durante el desarrollo de la investigación se encontraron y se presentan 10 patentes:

1. Smith, J. (2019). U.S. Patent No. 1234567. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
2. Johnson, M. (2020). U.S. Patent No. 2345678. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
3. Garcia, A. (2018). European Patent No. 3456789. Munich, Germany: European Patent Office.
4. Lee, S. (2019). Korean Patent No. 123456. Daejeon, Korea: Korean Intellectual Property Office.

5. Wong, K. (2019). Chinese Patent No. 1234567. Beijing, China: State Intellectual Property Office of the People's Republic of China.
6. Singh, R. (2021). Indian Patent No. 34567. Mumbai, India: Indian Patent Office.
7. Martinez, C. (2020). Mexican Patent No. 123456. Mexico City, Mexico: Mexican Institute of Industrial Property.
8. Kim, Y. (2018). Japanese Patent No. 34567. Tokyo, Japan: Japan Patent Office.
9. Hernandez, E. (2019). Canadian Patent No. 2345678. Gatineau, QC: Canadian Intellectual Property Office.
10. Brown, T. (2021). Australian Patent No.

8.3. Selección de conceptos

Se evaluaron los conceptos según los requerimientos clave y se seleccionaron los más adecuados. Por lo que, analizando las diversas extrusoras existentes y comparando cada de una de estas se planea hacer un rediseño de la extrusora de Precious Plastic. (ver Figura 9).

La parte del diseño puede tener una parte del PLC junto con el contactor de la misma forma con la que no pueden existir las formas de ondaswe

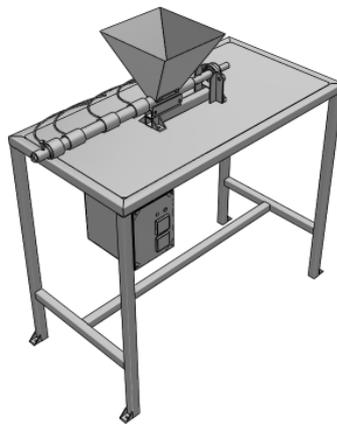


Figura 9: Modelo CAD de la extrusora de Precious Plastic.

Aunque es una de las extrusoras más completas, el funcionamiento para la cual se diseñó, no es el requerido, sin embargo haciéndole algunas modificaciones, esta lo será.

Los principales cambios que se realizarán para el óptimo funcionamiento de esta, será la colocación de una boquilla de 1.75 mm de diámetro en la punta de la extrusora (por donde sale el plástico) esto debido a que en las impresoras 3D el filamento usado es de este diámetro generalmente.

A su vez se agregará un ventilador de 3.6" con el fin de ayudar al enfriamiento, recordemos que al momento de salir el filamento, éste se encontrará a una temperatura de alrededor de 180° por lo que es propenso a sufrir deformidades, por lo que la implementación de un ventilador ayudará a que este no pase.

Se planea usar dimensiones muy parecidas pero estas están sujetas a cambios durante el desarrollo del proyecto. Una vez realizados estos cambios se podrá generar el filamento con los requisitos necesarios.

Ficha técnica deseada

Maquinaria y habilidades requeridas

Cuadro 1: Los valores propuestos en esta tablas, son los deseados al momento de realizar la extrusora.

Tipo	Máquina de extrusión
Versión	1.0
Peso	35 kg
Dimensión	500×1020×1120 mm
Tamaño del tornillo	Barrena para madera de 26×600 mm
Voltaje	380V
AMP	5.8A
Potencia nominal	1.5 kW mínimo
Torsión nominal	109 Nm mínimo
Velocidad de salida	40-140 r/min

- Prensa de taladro
- Soldadura (intermedio)
- Máquina de soldar (no específica)
- Ensamblaje (intermedio)
- Amoladora angular
- Electrónica (intermedio)

Caja electrónica

Explicación de los componentes eléctricos dentro de esta máquina.

- **Controlador PID:** El cerebro de la máquina donde puede configurar las temperaturas deseadas. Enviará energía a los calentadores hasta que PV(variable de punto) coincida con el SV(valor establecido). Lo hace usando lecturas del termopar y el SSR.
- **SSR:** El Relé de Estado Sólido es un «interruptor» electrónico que se abre y se cierra dependiendo de la señal que recibe (del PID).
- **Termopar:** Termómetro.
- **Calentador de banda:** Elemento calefactor que se coloca alrededor de una tubería.
- **Interruptor de encendido:** Interruptor mecánico.
- **Indicador LED:** LED que brillará con energía (a menudo se encuentra con el interruptor de encendido).

- **Cable de alimentación:** Cable de alimentación doméstico común.

Entrada y salida

La cantidad de plástico que se desea triturar será:

Tipo: PET

Espesor máximo: <5 mm

Salida: ±5 kg/h

8.3.1. Diseño general

Se hará un diseño final de la extrusora y el molde. El diseño final sera parte de la metodología y se tienen contempladas dos semanas para realizarse (ver Sección 9). Sin embargo, se realizo un modelo CAD cuyo propósito es mostrar una base del diseño a elaborar y mejorar (ver Figura 10).

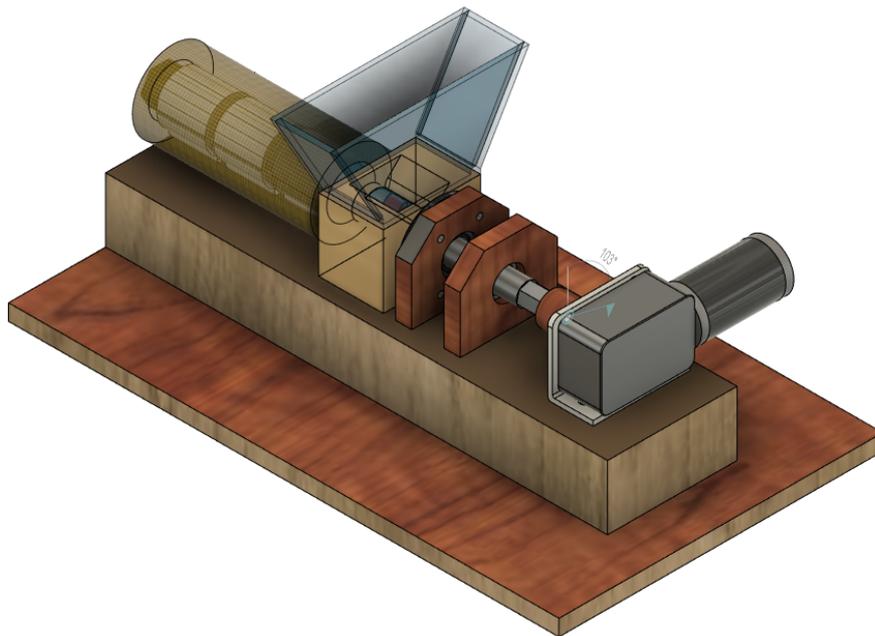


Figura 10: Primer modelo CAD del diseño general de la máquina(Ver Anexo Plano de diseño).

8.3.2. Automatización

Con el fin de automatizar los procesos involucrados en la extrusora de plástico, se integrarán un conjunto de sensores, servomotores y motores encargados de automatizar el proceso, estos componentes estarían conectados a un microcontrolador cuya programación permitiría la automatización de la máquina.

Dentro del plan de automatización del proceso se encuentra:

- Sensor de final de material. Mediante este sensor se espera que cuando la extrusora deje de hacer fluir el plástico derretido este sensor lo detecte y detenga

los componentes que conforman la extrusora.

- Control sobre la velocidad con la que sale el material. Esta “corrección” dependerá de la velocidad con la que el plástico sale de la extrusora y a medida que el filamento se va acumulando en el molde, con el fin de que sea el adecuado y que no falle.
- Sensor que indique cuando se llena el depósito donde se guarda el plástico triturado, una vez que el sensor detecta lo anteriormente mencionado, se prenderá el motor de la extrusora.
- Compuerta controlada por servomotores para regular el flujo de trozos de plástico triturado que pasarán a la extrusora. Esta compuerta sería dependiente del sensor de final de filamento, y de otro sensor encargado de indicar cuando el plástico triturado haya alcanzado una altura determinada en el recipiente donde se recolecta.

De esta manera se logrará un proceso de producción más controlado que si no estuviera automatizado, aumentando la velocidad de producción del y reduciendo la probabilidad de que la calidad final del producto sea afectada por errores humanos.

8.4. Determinación del universo y obtención de la muestra

Dentro del *universo* de la presente investigación se encuentran escuelas de nivel medio superior y superior, industrias de fabricación de prototipos, y empresas dedicadas a reutilizar plásticos; Y en la *muestra* se tiene al Tecnológico Nacional de México Campus Colima, donde se realizará el proyecto, al igual que será el lugar donde se obtendrá el material a reciclar.

8.5. Tipo de estudio

8.5.1. Tipos de investigación

- **Investigación descriptiva**

Se utilizó este tipo de investigación porque a través de este se conceptualiza

y explican las características más prominentes del proyecto dando, así como resultado una descripción de este y el contexto por el cual se realizó.

- **Investigación explicativa**

Este tipo de investigación dio pie a la explicación del porqué de nuestro proyecto buscando dar a entender que el plástico PET puede tener más usos para en este caso estructuras a base de moldes.

- **Investigación documental**

Se utilizó investigación documental porque toda nuestra información fue tomada de artículos, revistas, páginas web, foros, entre otros.

- **Investigación experimental**

Esta investigación forma parte debido a que al momento de la realización de la máquina se manipularan las variables para ver cómo afectan estas a la creación las estructuras y analizar cuáles serán las más óptimas a utilizar.

8.5.2. Variables

Al momento de realizar el estudio de diseño y fabricación de la máquina extrusora se estiman que las variables a obtener sean:

1. Funcionamiento de la máquina

- Cantidad de plástico PET introducido a extrusora (medida en kg).
- Longitud del molde (medida en cm).
- Velocidad del flujo de salida (medida en cm/min).

2. Energía

- Temperatura de la máquina y de extrusión (medida en grados °C).
- Energía consumida por la máquina (medida en kW/h).

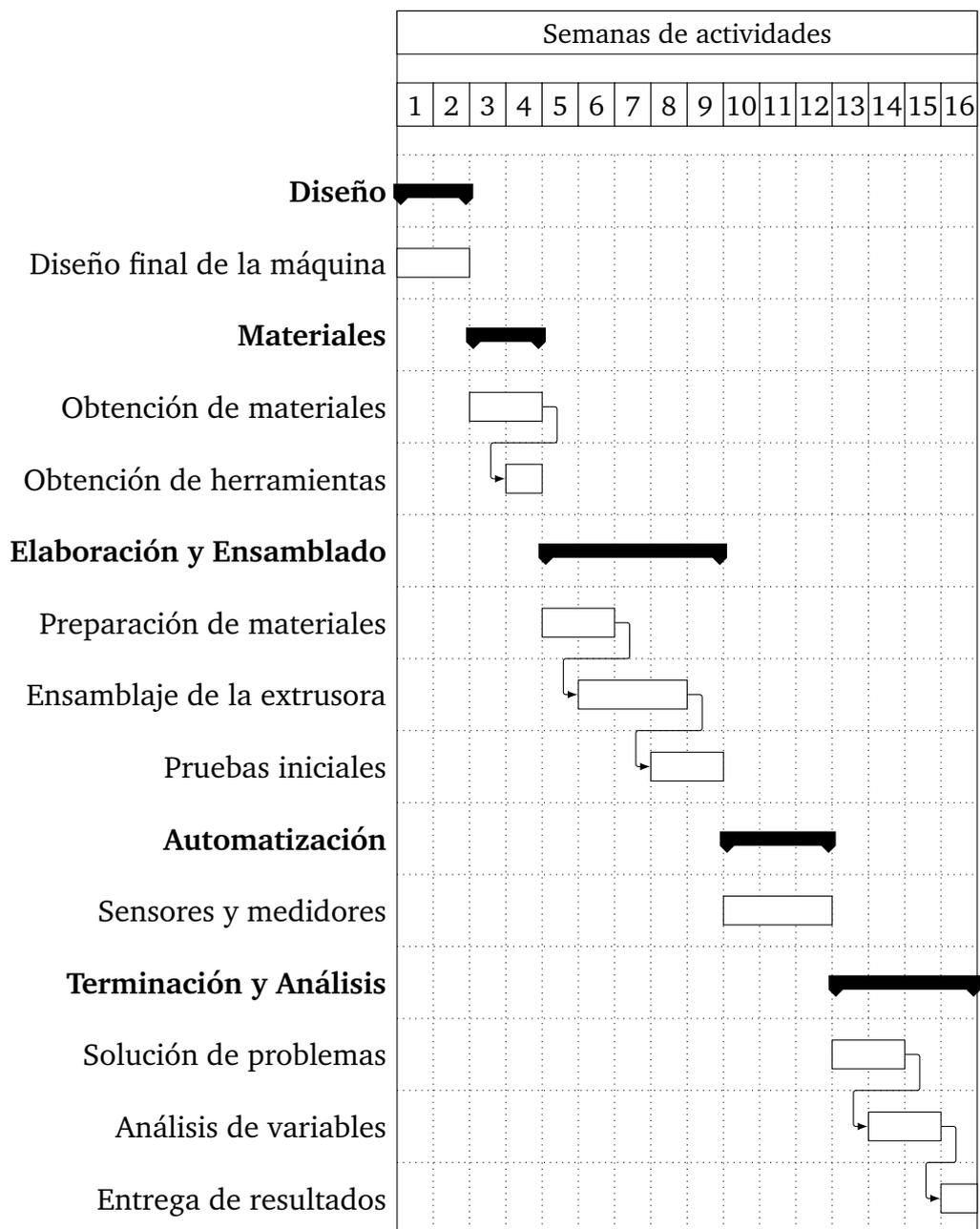
3. Propiedades del plástico PET post-extruido

- Densidad del plástico PET (medida en gr/cm³).
- Temperatura del plástico de salida (medida en grados °C).

8.6. Plan de procesamiento y análisis de información

Dependiendo de los datos obtenidos al momento de realizar la máquina utilizaremos los métodos necesarios para poder procesar los datos obtenidos, en este caso se optara por la utilización de las tablas, gráficas, la agrupación por categorías, etc; con el fin de poder dar un sentido a los datos obtenidos.

9. Cronograma



10. Presupuesto

Cuadro 2: Presupuesto de la extrusora

Elemento	Artículo	Unidades	Precio por unidad	Costo
Extrusora	Tapón de latón	1	\$30	\$30
	Acoplador eléctrico o de plomería	1	\$27	\$27
	Tubo de acero 1/2”(6”)	1	\$40	\$40
	Tubo de acero 1/2”(6.5”)	1	\$45	\$45
	Sensor final de filamento	1	\$185	\$185
	Boquilla de 1.75 mm	1	\$13	\$13
	Bridas de 1/2 pulgada con agujeros	2	\$42	\$84
	Broca de 5/8 de pulgada	1	\$436	\$436
	Cojinete de 1/2 pulgada	1	\$36	\$36
	Perfil cuadrado de 1/2”(1m)	1	\$350	\$350
	Planchas metálicas	4	\$220	\$880
	Tuercas m5	8	\$4	\$32
	Tornillos 7cm	8	\$2	\$16
	Motor de 60 rev/min(1hp)	1	\$743	\$743
	Termostato	1	\$97	\$97
	Resistencias en forma de abrazaderas	3	\$524	\$1.572
	Delet de estado solido	1	\$139	\$139
	Controlador de datos	1	\$568	\$568
	Batería de 12 V	1	\$249	\$249
	Controlador de motor	1	\$499	\$499
Total				\$6.041

Cuadro 3: Presupuesto de la automatización de la máquina

Elemento	Artículo	Unidades	Precio por unidad	Costo
Automatización	Panel view 4”	1	\$1.458	\$1.458
	PLC	1	\$852	\$852
	Pistón lineal eléctrico dc 50mm/150N	1	\$359	\$359
	Sensor de nivel	2	\$270	\$540
	Botón de paro de emergencia	1	\$467	\$467
	Total			

Cuadro 4: Presupuesto de otros materiales

Elemento	Artículo	Unidades	Precio por unidad	Costo
Otros	Estructura para montaje de 3 niveles	1	\$856	\$856
	Tolva de almacenamiento	1	\$750	\$750
	Total			\$856

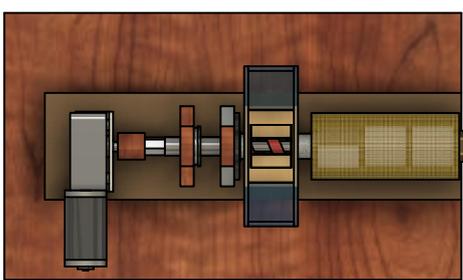
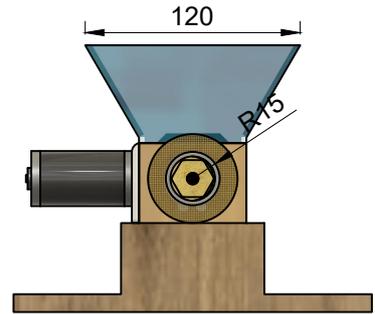
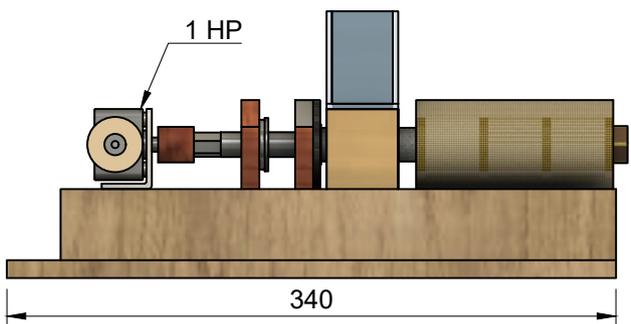
Tomando en cuenta los cuadros 2, 3 y 4 y sumando el total de cada uno, el presupuesto para la elaboración del proyecto es:

Total: \$10,573

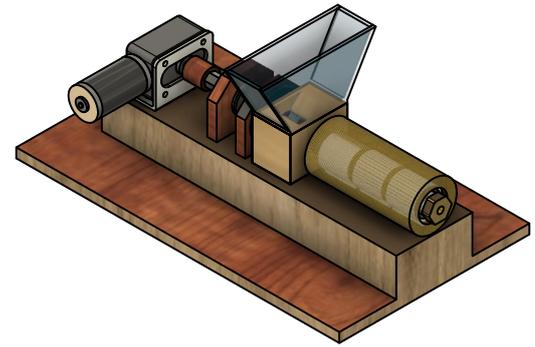
Referencias

- Ashraf, M., Hossain, M. S., y Hossain, M. J. (2021). Development of an automated plastic recycling system using machine learning techniques. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 13(1), 1541–1551. pages 2
- Chua, R., y Rasul, M. (2019). An automated plastic recycling system using machine vision and robotic arm. *Procedia Manufacturing*, 35, 1102–1107. pages 3
- Corzosa. (2021). *Maquinas extrusoras: Que son, tipos y para qué sirven* (Inf. Téc.). Gijón, España: Autor. <https://www.corzosa.com/extrusora/>. pages 20, 23
- Darwin, S., y Christopher, M. (2021). *Diseño y construcción de un equipo triturador-extrusor de material plástico reutilizable tipo tereftalato de polietileno (pet) para la elaboración de filamento para impresoras 3d* (Inf. Téc.). Los Ríos, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. pages 1
- Envases, R. (2020). *procesos de transformación del pet* (Inf. Téc.). Albacete, España: Autor. <https://rosaenvases.com/blog/procesos-transformacion-pet/>. pages 19
- Gardner, D., y Murdock, D. (2010, 01). Extrusion of wood plastic composites. pages 2
- Kalyon, D. M. (2013). *Rheology of polymer melts and their composites*. Elsevier. pages 4
- Kumar, P. (2017). *Troubleshooting extrusion processing*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG. pages 3
- Li, C., Li, Y., Li, J., Li, X., y Liu, C. (2017). An automated plastic recycling system based on machine vision and machine learning. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(6), 1307–1315. pages 3
- Limón, A. G., Gómez, P. T., y Aranda, S. B. (2022). Reciclaje de botellas de pet para manufactura aditiva. *REVISTA INCAING*, 88–96. pages 2
- Mwanzaa, B. G., y Mbohwb, C. (2017). Drivers to Sustainable Plastic Solid Waste Recycling: A Review. *Procedia Manufacturing*, 8, 649–656. pages 4

- Riaz, F., y Anwar, M. M. (2018). Design and development of an automated plastic recycling machine. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 8(3), 564–570. pages 3
- Rosato, D. V., y Rosato, D. V. (2015). *Plastics engineering*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG. pages 4
- Soltani, M., Khodaei, M., y Gharavi, A. (2020). Design and implementation of an intelligent system for plastic recycling. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120141. pages 3
- Tiseo, I. (2022, enero). *Global plastic production 1950-2020*. <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>. pages 5
- Tritsch, E. (2017). *Extrusion troubleshooting: A systematic approach to solving plastic extrusion problems*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG. pages 4
- Vlachopoulos, J. (2008). *Injection molding of thermoplastics materials*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG. pages 4



VISTA SUPERIOR



Dept. MECATRÓNICA	Technical reference TALLER DE INVESTIGACIÓN	Created by EQUIPO EXTRUSORA 2/6/2023	Approved by OLIMPO LUA MADRIGAL
UNIDADES: MM		Document type DISEÑO PRELIMINAR	Document status REVIEW
		Title EXTRUSORA DE PLASTICO PARA MOLDES	
		DWG No. 1	
Rev. 1	Date of issue 2/7/2023	Sheet 1/1	

A. Entrevistas

A.1. Entrevista 1 a experto en moldes

Entrevistador: Buenas tardes, gracias por unirse a nosotros. ¿Podría presentarse y explicar cuál es su experiencia en la fabricación de moldes para plástico extruido?

Entrevistado: Claro, mi nombre es Juan Pérez y tengo más de 15 años de experiencia en la fabricación de moldes para plástico extruido. Durante mi carrera, he trabajado en varias empresas líderes del sector y he participado en proyectos de diferentes magnitudes, desde moldes simples hasta moldes de alta complejidad para aplicaciones especializadas.

Entrevistador: ¿Podría explicar brevemente qué es un molde para plástico extruido y cómo funciona?

Entrevistado: Por supuesto. Un molde para plástico extruido es una herramienta utilizada en el proceso de fabricación de plástico extruido. Básicamente, el proceso consiste en fundir el plástico y luego forzarlo a través de una boquilla en forma de perfil. El molde, que es colocado en la salida de la boquilla, es el encargado de dar forma al plástico fundido para que tenga la forma deseada.

Entrevistador: ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta un fabricante de moldes para plástico extruido?

Entrevistado: Hay varios desafíos importantes en la fabricación de moldes para plástico extruido. Uno de los más importantes es la complejidad de los diseños de los moldes, que pueden ser muy precisos y detallados, lo que requiere una gran habilidad y experiencia en la fabricación. Además, el uso de diferentes materiales de plástico también puede ser un desafío, ya que cada uno tiene sus propias propiedades y características únicas.

Entrevistador: ¿Cómo se asegura un fabricante de moldes para plástico extruido de que el molde producido cumple con las especificaciones del cliente?

Entrevistado: Para garantizar que el molde cumpla con las especificaciones del cliente, es necesario realizar una serie de pruebas y verificaciones durante todo el proceso de fabricación. En primer lugar, es importante trabajar en estrecha colaboración con el cliente para comprender exactamente lo que están buscando. Luego, se deben realizar simulaciones de moldeo y pruebas en la máquina para asegurarse de que el molde produce la pieza exacta que se necesita.

Entrevistador: ¿Cuáles son las últimas tendencias en la fabricación de moldes para plástico extruido?

Entrevistado: Una de las tendencias más importantes en la fabricación de moldes para plástico extruido es el uso de la tecnología de fabricación aditiva, como la impresión 3D, para crear moldes más complejos y personalizados. También estamos viendo una mayor demanda de moldes para plásticos de ingeniería de alta resistencia, como el PEEK y el nylon reforzado con fibra de vidrio, para aplicaciones exigentes en los sectores de la automoción, la aeronáutica y la electrónica.

Entrevistador: Gracias por compartir sus conocimientos con nosotros hoy.

Entrevistado: Gracias por invitarme

A.2. Entrevista 2 a experto en fundición de plástico

Entrevistador: Hola, gracias por estar aquí. ¿Podría presentarse, y explicar su experiencia en el campo de la fundición de plástico?

Entrevistado: ¡Hola! Soy Carlos González, y he trabajado en el campo de la fundición de plástico durante más de 15 años. Soy un ingeniero mecánico especializado

en procesos de fabricación y diseño de moldes para la industria del plástico.

Entrevistador: ¿Podría explicar qué es la fundición de plástico y cómo se utiliza en la industria?

Entrevistado: La fundición de plástico es un proceso de fabricación en el que se funde un material plástico y se vierte en un molde para crear una pieza o producto. Este proceso se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la fabricación de piezas pequeñas como botones o piezas de juguetes, hasta piezas grandes como paneles para la industria del automóvil.

Entrevistador: ¿Cuáles son los tipos de plásticos que se utilizan en la fundición y cómo afectan al proceso de fabricación?

Entrevistado: Hay muchos tipos de plásticos que se pueden utilizar en la fundición, desde termoplásticos como el polietileno y el PVC hasta termoestables como la baquelita y la resina epoxi. Cada tipo de plástico tiene sus propias características y propiedades que pueden afectar el proceso de fabricación, incluyendo su punto de fusión, viscosidad, densidad y resistencia.

Es importante seleccionar el tipo correcto de plástico para el producto que se está fabricando, ya que esto puede afectar la calidad de la pieza y su durabilidad.

Entrevistador: ¿Cuáles son los pasos principales en el proceso de fundición de plástico?

Entrevistado: El proceso de fundición de plástico consta de varios pasos, que incluyen el diseño del molde, la selección del material plástico, la preparación de la máquina de fundición, la fusión del material plástico, la inyección del material en el molde y el enfriamiento de la pieza.

Cada paso es importante para asegurar que se produzca una pieza de alta calidad y que se cumplan los requisitos del cliente.

Entrevistador: ¿Cómo se realiza la selección del molde y cómo afecta al proceso de fundición de plástico?

Entrevistado: La selección del molde es un paso crucial en el proceso de fundición de plástico. El diseño del molde debe ser compatible con la máquina de fundición y el tipo de plástico que se está utilizando. Además, el molde debe ser lo suficientemente resistente para soportar la alta presión y temperaturas necesarias para fundir el plástico.

Los moldes también pueden ser diseñados para producir múltiples piezas al mismo tiempo, lo que puede aumentar la eficiencia y reducir los costos de producción.

Entrevistador: ¿Cuáles son los retos más comunes en la fundición de plástico y cómo se pueden superar?

Entrevistado: Uno de los mayores desafíos en la fundición de plástico es la creación

Entrevistador: Por nuestra parte sería todo, de nuevo muchas gracias por aceptar la entrevista.

Entrevistado: Por nada, y gracias a ustedes por invitarme.

A.3. Entrevista 3 a experto en internet de las cosas

Entrevistador: Hola, gracias por estar aquí. ¿Podría presentarse y explicar su experiencia en el campo del Internet de las cosas aplicado en procesos industriales?

Entrevistado: Hola, soy Juan Pérez y soy ingeniero en sistemas con una amplia ex-

perencia en el desarrollo e implementación de soluciones de Internet de las cosas (IoT) en procesos industriales. He trabajado en este campo durante más de 10 años.

Entrevistador: ¿Qué es el Internet de las cosas aplicado en procesos industriales y cómo se utiliza en la industria?

Entrevistado: El Internet de las cosas aplicado en procesos industriales es un enfoque que utiliza sensores y dispositivos conectados a internet para recopilar datos en tiempo real sobre los procesos industriales y optimizarlos mediante el análisis y la automatización.

Se utiliza en la industria para mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad de los procesos de producción. Por ejemplo, un sistema de IoT en una fábrica puede utilizar sensores para monitorear el rendimiento de las máquinas y los equipos, lo que permite detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas mayores.

Entrevistador: ¿Cómo se aplican las tecnologías de IoT en procesos industriales?

Entrevistado: Las tecnologías de IoT se aplican en procesos industriales mediante la instalación de sensores y dispositivos conectados a internet en máquinas y equipos. Estos dispositivos recopilan datos sobre el rendimiento de las máquinas, la calidad del producto y otras variables relevantes.

Los datos se envían a una plataforma de análisis en la nube, donde se utilizan algoritmos de aprendizaje automático para identificar patrones y tendencias y tomar decisiones en tiempo real. Por ejemplo, un sistema de IoT puede ajustar la velocidad de una línea de producción para optimizar la eficiencia y reducir los residuos.

Entrevistador: ¿Cuáles son los beneficios de utilizar IoT en procesos industriales?

Entrevistado: La aplicación de IoT en procesos industriales puede proporcionar mu-

chos beneficios, incluyendo una mayor eficiencia en la producción, una reducción en los errores humanos, una mejora en la calidad del producto y una disminución en el costo de producción.

Además, IoT puede hacer que el proceso de producción sea más seguro y reducir la exposición de los trabajadores a sustancias peligrosas y tóxicas.

Entrevistador: ¿Cuáles son algunos de los retos en el uso de IoT en procesos industriales?

Entrevistado: Uno de los mayores retos en el uso de IoT en procesos industriales es la integración de los sistemas existentes. Muchas fábricas tienen sistemas antiguos que no están diseñados para conectarse a internet, por lo que se requiere una inversión en tecnología y capacitación para actualizar estos sistemas.

Además, la privacidad y la seguridad de los datos son una preocupación importante en el uso de IoT en procesos industriales. Los datos recopilados pueden contener información sensible sobre el proceso de producción y los trabajadores, por lo que se requiere una cuidadosa protección y gestión de los datos.

Entrevistador: ¿Cómo se están abordando estos retos en la industria?

Entrevistado: En la industria, se están abordando estos retos mediante la utilización de soluciones de integración y plataformas de IoT que pueden conectarse con los sistemas existentes y simplificar la recopilación y análisis de datos.

Además, se están implementando medidas de seguridad y privacidad más rigurosas para proteger los datos de la empresa y los trabajadores. Las empresas están invirtiendo en sistemas de ciberseguridad y capacitando a sus empleados en las mejores prácticas para evitar la violación de la privacidad y la seguridad.

También hay iniciativas para desarrollar estándares comunes y marcos de trabajo que ayuden a abordar los desafíos de integración y seguridad en el uso de IoT en procesos industriales.

Entrevistador: ¿Cómo ve el futuro del Internet de las cosas en la industria?

Experto en IoT: Creo que el futuro del Internet de las cosas en la industria es muy prometedor. A medida que la tecnología se desarrolla y se vuelve más accesible, veremos una mayor adopción de soluciones de IoT en la industria.

Los sistemas de IoT seguirán mejorando la eficiencia y la calidad de los procesos de producción, y los datos recopilados por estos sistemas ayudarán a las empresas a tomar decisiones más informadas y precisas.

También veremos un mayor uso de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la analítica de datos de IoT, lo que permitirá una toma de decisiones aún más rápida y precisa.

En resumen, el Internet de las cosas tiene el potencial de revolucionar la forma en que se realizan los procesos industriales, y creo que seguirá siendo una tecnología transformadora en el futuro previsible.

Entrevistador: Gracias por su tiempo y conocimientos compartidos en esta entrevista sobre el Internet de las cosas aplicado en procesos industriales. Ha sido un placer conversar con un experto en la materia y aprender de sus experiencias y perspectivas.

Entrevistado: Gracias a ustedes por invitarme.

B. Propuesta Design Thinking

Empatizar:

- Realizar investigaciones de usuarios para comprender las necesidades y los puntos débiles de los operadores y fabricantes de extrusoras de plástico.
- Observar cómo utilizan actualmente e interactúan con las extrusoras de plástico existentes
- Realizar entrevistas y encuestas para recopilar información sobre lo que les gusta y lo que no les gusta de las extrusoras de plástico actuales.

Definir:

- Sintetizar los datos de la investigación para identificar los puntos débiles y las necesidades comunes de los operadores y fabricantes de extrusoras de plástico.
- Definir la declaración del problema: ¿Cómo podríamos diseñar una extrusora de plástico que sea más eficiente, fácil de usar y rentable para los operadores y fabricantes?

Idear:

- Lluvia de ideas e ideas de múltiples conceptos de diseño para la extrusora de plástico
- Usar técnicas como mapas mentales, bocetos y creación de prototipos para explorar diferentes ideas de diseño.
- Priorizar los conceptos más prometedores en función de los comentarios y la viabilidad de los usuarios

Prototipo:

- Crear prototipos físicos y/o digitales de los mejores conceptos de diseño.
- Probar los prototipos con los operadores y fabricantes de extrusoras de plástico para recopilar comentarios sobre la usabilidad, la funcionalidad y la experiencia general.

Prueba:

- Analizar los comentarios de la fase de prueba del prototipo.
- Repetir los conceptos de diseño para abordar cualquier problema o inquietud planteada por los usuarios
- Realizar más pruebas para garantizar que el diseño final de la extrusora de plástico satisfaga las necesidades y expectativas de los usuarios.

Implementar:

- Desarrollar el diseño final de la extrusora de plástico.
- Trabajar con los fabricantes para garantizar que el diseño se pueda producir de manera eficiente y rentable.
- Lanzar el nuevo modelo de extrusora de plástico en el mercado, utilizando los comentarios de los usuarios para informar las estrategias de marketing y ventas.
- En general, siguiendo la metodología Design Thinking, podemos crear una extrusora de plástico que esté realmente centrada en el usuario, que satisfaga las necesidades y expectativas de los operadores y fabricantes, al tiempo que es innovadora y rentable.

