



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

“MÁQUINA EXTRUSORA PARA RECICLAJE DE PLÁSTICO”

INFORME TÉCNICO

AUTOR:

Flores Salazar Leonel Ismael

DIRECTOR:

Ing. Octavio Arias

Ibarra – Ecuador

2013

ARTÍCULO CIENTÍFICO

RECICLAJE DE PLÁSTICO EN RELLENOS SANITARIOS DE GOBIERNOS AUTÓNOMOS

Leonel Flores

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas FICA

Carrera de Ingeniería en Mecatrónica

Universidad Técnica del Norte

Avenida 17 de Julio 5-21 Barrio El Olivo y General José María Córdova

Ibarra-Ecuador

Información Institucional informacion@utn.edu.ec , Acerca del Uniportal UTN
webmaster@utn.edu.ec

Resumen

Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental, mediante la construcción de una máquina extrusora, para el reciclaje de plástico. Es el objetivo fundamental del presente proyecto, velando por intereses además ambientales, hacen que el reciclaje de plástico beneficie a espacios que requieran atención. El plástico considerado como material de difícil descomposición necesita de un tratamiento especial para lograr además buscar utilidades de este cuerpo. De esta manera es necesario el reciclaje como una herramienta de conservación de los recursos naturales, esto para preservar el planeta y hacer un mejor uso de él. La idea se basa en resolver problemas en la comunidad utilizando la Ingeniería Mecatrónica. Por esta razón se presenta este proyecto que pasará a ser parte del Relleno Sanitario del Cantón Otavalo, reciclando HDPE, Polietileno de alta

densidad, LDPE, Polietileno de baja densidad, PP, Polipropileno. Debido a que la inadecuada disposición de los residuos sólidos prácticamente en todo los centros poblados especialmente de los países en vías de desarrollo son un peligro ambiental, porque no existe el tratamiento adecuado una vez que ha concluido su vida útil, convirtiéndose así en un sinónimo de contaminación ambiental. Para realizar el proyecto de investigación, se priorizó el uso de metodologías que vayan acorde a la línea de procedimientos y se busca solucionar una problemática puntual, que permitirá científicamente cubrir una demanda o problema. Por ello el método inductivo permitirá analizar científicamente una serie de hechos y acontecimientos de carácter particular para llegar a generalidades que sirvan como referente en la investigación.

Palabras Claves: *RECICLAJE
MECÁNICO DE PLÁSTICO*

1. Introducción

En nuestro medio uno de los problemas evidentes, que ha existido durante años y que enfrenta la humanidad es la degradación del medio ambiente, hecho que se produce por la falta de conciencia del ser humano, al arrojar basura en calles, bosques, ríos, etc. Y evidentemente el estado del planeta no es el mismo que el de hace milenios, y las consecuencias sufrirán las futuras generaciones, al no poder controlar el degrado planetario, por ello más allá de formar hábitos para rescatar el significado ambiental, es necesario implementar maquinaria adecuada que sea útil para mejorar las condiciones de cuerpos de difícil descomposición. La meta realizada es El plástico que está siendo reciclado se lo está transformando en manguera obteniendo 400 mt de manguera por cada hora

2. Planteamiento del Problema

Los plásticos son en la sociedad actual uno de los materiales más utilizados debido a su gran diversidad, versatilidad de usos, facilidad de producción, peso, desarrollo de investigaciones para la creación de nuevos materiales, etc. Pero estas mismas características los han llevado a ser los causantes de uno de los más grandes problemas de

contaminación ambiental. La inadecuada disposición de los residuos sólidos prácticamente en todo los centros poblados especialmente de los países en vías de desarrollo son un peligro ambiental, debido a que no se les da el tratamiento adecuado una vez que ha concluido su vida útil, convirtiéndose así en un sinónimo de contaminación ambiental.

Las técnicas usadas para el tratamiento de los desperdicios plásticos son las que ahora nos envuelven en un ambiente de contaminación. Por ejemplo la incineración del plástico, lo que conlleva una fuerte emisión de CO₂, la recolección y traslado a rellenos sanitarios, que en varias ciudades están a punto de colapsar y no tienen un espacio físico para reubicarlos, o si no son arrojados a los espacios desfigurando calles parques ríos ciudades.

Por lo explicado anteriormente se presenta este proyecto que pasará a ser parte del Relleno Sanitario del Cantón Otavalo, reciclando HDPE, Polietileno de alta densidad, LDPE, Polietileno de baja densidad, PP, Polipropileno. La meta realizada es El plástico que está siendo reciclado se lo está transformando en manguera obteniendo 400 mt de manguera por cada hora

3. Ubicación del área de estudio

El presente estudio se lo realizo en el Relleno Sanitario del Cantón Otavalo

4 Metodología de la investigación

La presente investigación científica, busca solucionar una problemática puntual, que permitirá científicamente cubrir una demanda o problema expuesto en los antecedentes.

Por tal razón los métodos o técnicas e instrumentos que nos proporciona la metodología de la investigación científica serán de vital importancia en el desarrollo y ejecución de este proyecto: Por el propósito o finalidades perseguidas: básica o aplicada. Por la clase de medios utilizados para obtener los datos: documental, de campo o experimental. Por el nivel de conocimientos que se adquieren: exploratoria, descriptiva o explicativa.

El proyecto de la máquina extrusora para el reciclaje de plástico, está estructurado en siete capítulos: Antecedentes,

conceptos generales y aspectos intervinientes en el proceso del reciclaje de plástico, diseño de la máquina, análisis económico, conclusiones, recomendaciones, inspección y mantenimiento

En el primer capítulo se realiza el análisis de la problemática la contaminación y la necesidad e importancia de reciclar, así como el proceso de reciclaje, reciclaje mecánico, reciclaje de materiales termoplásticos y acerca de la extrusión.

El segundo capítulo describe el fundamento teórico y la información para el diseño y construcción del sistema de extrusión.

El tercer capítulo presenta el diseño del sistema de control, detallando los parámetros utilizados y requerimientos necesarios para el funcionamiento. El cuarto capítulo describe el fundamento teórico y la información el cálculo del calor necesario para la fundición del plástico.

En el quinto capítulo se realiza un estudio económico, para lo cual se calculan los costos y gastos intervinientes en la construcción del sistema, para establecer la rentabilidad del proyecto y expectativas futuras.

En el sexto capítulo se detallan las conclusiones y recomendaciones.

En el séptimo capítulo se da una guía práctica de inspección y mantenimiento predictivo, correctivo.

5. Objetivos

Objetivo General

Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental, mediante la construcción de una máquina extrusora, para el reciclaje de plástico.

Objetivos Específicos

- Establecer el fundamento teórico sobre la aplicación de tecnologías de extrusión, para el reciclado de plástico
- Diseñar el sistema mecánico de la máquina extrusora, para el reciclado de plástico.

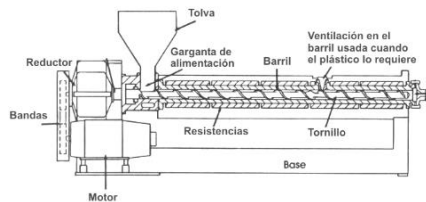
- Construir la máquina extrusora, para el reciclado de plástico.
- Implementar un sistema de control, teniendo en cuenta la temperatura del cilindro y la velocidad del tornillo en la fundición de plástico.
- Realizar un análisis económico y de factibilidad de la construcción de la máquina extrusora.
-

6. Trabajo de Campo

Materiales y Métodos.

PROCESO

El material previamente molido o aglutinado es puesto en una tolva, una vez que todas las variables estén en su punto de funcionamiento el PLC hará arrancar automáticamente al motor que por medio de una caja reductora le proporcionara la velocidad y el par necesarios hacia el husillo, el cual gira dentro de un cilindro de calefacción



La salida del plástico se realiza a través de un agujero que le da al plástico una determinada forma llamada perfil. Al salir de la boquilla, este perfil se puede enfriar o aplicarlo sin enfriar a otros procesos de moldeo

Producción:	120 kg/h
Relación L/D:	24:1
Diámetro del Husillo:	60 mm
Velocidad de giro:	95 rpm
Consumo de energía eléctrica de los elementos de calefacción (Kw)	36
Potencia del motor (Hp)	20

MECÁNICA

En la parte inicial del proyecto se utilizara un software de diseño mecánico, permitiéndonos diseñar las piezas en 3D mecánicas mejorando su apreciación de funcionamiento y a la vez comprobar su estabilidad, rigidez, esfuerzos esto se realiza por medio de una simulación para reducir los errores durante su proceso de fabricación.

En la figura podemos observar el husillo que es la parte más importante de la maquina ya que es el encargado de transportar la materia prima desde la tolva hasta cuando esta la boquilla, siendo expuesto a diferentes ambientes de trabajo.



Podemos observar a lo largo del husillo tiene 3 zonas bien definidas alimentación, compresión y dosificación, cada una con funciones específicas.

PARÁMETROS TECNOLÓGICOS

Diámetro, D (mm)	Paso, H (mm)	Profundidad del canal en la zona de alimentación h ₁ (mm)	Profundidad del canal en la zona de dosificación h ₂ (mm)	Anchura de la cresta del filete (mm)
60	60	11	4,6	6.3

El tornillo y el cilindro de calefacción fueron fabricados bajo un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento CNC que es un control numérico por computador; el material utilizado para la fabricación fue en acero nitrurado.

Cálculo de la producción

El flujo volumétrico Q de la extrusora será determinado con la siguiente ecuación;

$$Q = \left(\frac{\alpha K}{K + \beta + \gamma} \right) n$$

Q

$$= \left(\frac{(23,43)(0,105)}{0,105 + 8,78 \times 10^{-5} + 3,43 \times 10^{-8}} \right) 95$$

$$Q = 2224.9 \frac{cm^3}{min}$$

Siendo la densidad específica del polietileno¹

$0,0009 \frac{kg}{cm^3}$ se tiene

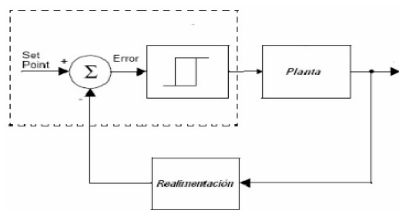
$$= 0,0009 \frac{kg}{cm^3} \times 2224 \frac{cm^3}{min} \times 60 \frac{min}{h}$$

$$= 120 \frac{kg}{h}$$

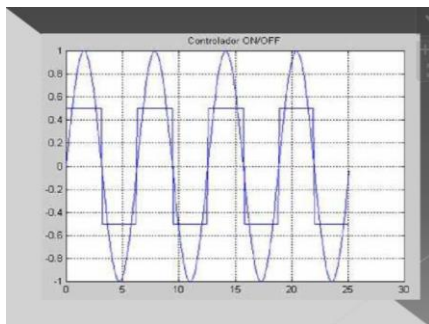
¹ MORALES MÉNDEZ, José Eduardo. "Influencia de las ramificaciones en el polímero". Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos. México: Trillas, 2010. p. 110

CONTROL

El sistema de control se usó para alcanzar desempeños óptimos, productividad máxima, costos mínimo y la utilización mínima de la energía. La salida del control eléctrico puede ser configurada de tal manera que pueda ofrecer el mejor servicio de la variable obtenida



Los termoplásticos necesitan de calor para ser fundidos, este calor va a ser proveniente de resistencias eléctricas, que están siendo controladas por medio de un Control Lógico Programable (PLC); la variable a controlar será la temperatura, la salida de control estará 100% ON o 100% OFF operando dentro de los puntos cercanos a los de activación.



6. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. El polímero se funde por acción mecánica en combinación con la elevación de la temperatura en el cilindro; en la práctica las mejores condiciones en el proceso de extrusión del polietileno de alta densidad, se obtuvo a una temperatura promedio del 150°C en todo el cilindro y a una velocidad de rotación de 90 rpm del tornillo consiguiendo un flujo de 110 kg/h.
2. El husillo está soportando presiones hasta de 700 kg/cm², efectos térmicos de 150°C, esfuerzos de corte y el arrastre; el acero que está fabricado el husillo es Nitrurado al Cr-Mo-V de alta resistencia, el cual tiene una resistencia mecánica de 120 kg/mm² y una temperatura máxima de operación de 200°C siendo este adecuado en el proceso de extrusión.
3. La evaluación económica y financiera arroja que la demanda que existe dentro del mercado nacional, permitirá que la inversión realizada se pueda recuperar en poco tiempo; de tal manera que reciclando 35 kg/h tenemos un costo beneficio igual a 1

siendo esta la producción mínima de la extrusora para que pueda recuperar en un año la inversión realizada.

Recomendaciones

1. Para tener un proceso completo de reciclaje mecánico de plástico, se puede implementar proyectos adicionales tales como el lavado y secado de la materia prima.
2. Implementar un sistema de refrigeración en la zona de alimentación, específicamente en la garganta de alimentación al menos a 50°C por debajo de la temperatura de fusión del polímero, permitiéndonos tener una temperatura baja en dicha zona, impidiendo que la fusión de la resina produzca la adhesión de la misma a la superficie del tornillo, minimizando el flujo de material por arrastre, y por tanto, el caudal extruido.

3. Para garantizar el arranque de la maquina se debería implementar un control automático en el arranque del motor de tal forma que cuando la temperatura alcance los 150°C en todo el cilindro el motor arranque, evitando así un posibles daños en la caja reductora o en el husillo.

8. Agradecimientos

Agradecemos de manera muy especial:

Al Sr. Mario Conejo Maldonado quien confió en jóvenes y nos brindó todo el apoyo económico para la realización de este proyecto

Al Dr. Rogerio Moncayo y por medio de él a la Constructora Moncayo & Moncayo, quien nos otorgaron una beca para finalizar nuestros estudios.

9. Referencias

FLORES SALAZAR, Leonel Ismael. “Máquina extrusora para reciclaje de plástico”. Director: Ing. Octavio Arias. Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Ibarra, 2013.

NAVARRETE SILVA, Alexis Eduardo “Sistema de moldeo a

inyección estilo lineal para una
extrusora de plástico”. Director:
Ing. Carlos Villarreal. Universidad

Técnica del Norte, Carrera de
Ingeniería en Mecatrónica, Ibarra,
2013.